

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA  
V PLZNI**



**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2012**

**Jana Doláková, DiS.**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

**Jana Doláková, DiS.**

Studijní obor: Zdravotnický záchranář 5345R0021

**PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ V PŘEDNEMOCNIČNÍ  
NEODKLADNÉ PÉČI - MINULOST A SOUČASNOST**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: MUDr. Marie Lippertová

PLZEŇ 2012

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 28. 3. 2012

.....

vlastnoruční podpis

Mé poděkování patří MUDr. Marii Lippertové za odborné vedení bakalářské práce a cenné rady při jejím zpracovávání.

Děkuji také hlavní sestře Zdravotnické záchranné služby Plzeňského kraje Janě Průchové za poskytnutí potřebných materiálů.

.

# OBSAH

ÚVOD .....	9
<b>1 HISTORIE PŘÍSTROJŮ POUŽÍVANÝCH NA ZDRAVOTNICKÝCH ZÁCHRANNÝCH SLUŽBÁCH .....</b>	<b>11</b>
1.1 Historie zdravotnické záchranné služby v Evropě .....	11
1.2 Historie zdravotnické záchranné služby v České republice .....	12
1.3 Historie zajištění a monitorace dýchacích cest .....	14
1.3.1 Umělá plicní ventilace .....	14
1.3.2 Laryngoskop .....	14
1.3.3 Plicní ventilátor .....	15
1.3.4 Pulzní oxymetr .....	17
1.3.5 Kapnometr.....	18
1.3.6 Odsávačka .....	19
1.4 Historie pořístrojů k zajištění a monitoraci krevního oběhu .....	19
1.4.1 Elektrokardiograf a defibrilátor .....	19
1.4.2 LUCAS .....	23
1.4.3 Autopulse .....	27
1.5 Historie dalších přístrojů k monitoraci pacienta .....	27
1.5.1 Tonometr.....	27
1.5.2 Glukometr .....	28
1.5.3 Teploměr .....	29
1.5.4 Kapesní svítilna .....	29
1.6 Historie přístrojů k invazivnímu podání léků .....	30
1.6.1 Intraoseální přístup .....	30
1.6.2 Lineární dávkovač .....	30
<b>2 PŘÍSTROJE POUŽÍVANÉ V SOUČASNÉ DOBĚ ZDRAVOTNICKOU ZÁCHRANNOU SLUŽBOU PLZEŇ – MĚSTO .....</b>	<b>32</b>
2.1 Přístroje k zajištění a monitoraci dýchacích cest .....	32
2.1.1 Laryngoskop.....	32
2.1.2 Airtraq .....	32
2.1.3 AmbuMatic .....	33

2.1.4	Oxylog 2000 Plus .....	34
2.1.5	Pulzní oxymetr PM 60 .....	34
2.1.6	Pulzní oxymetr Nonin 9590 Vantage .....	35
2.1.7	Kapnometr EMMA .....	35
2.1.8	Odsávačka Laerdal .....	36
2.2	Přístroje k zajištění a monitoraci krevního oběhu .....	36
2.2.1	Corpuls 3 .....	36
2.2.2	LUCAS 2 .....	37
2.2.3	AutoPulse .....	38
2.3	Další přístroje k monitoraci pacienta .....	39
2.3.1	Glukometr .....	39
2.3.2	Tympanální teploměr .....	39
2.3.3	Měřič laktátu .....	40
2.3.4	Kapesní svítilna .....	41
2.4	Přístroje k invazivnímu podání léků .....	41
2.4.1	Intraoseální vrtačka EZ-IO G3 .....	41
2.4.2	Perfusor Compact .....	43
	<b>DISKUZE .....</b>	<b>44</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>45</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b>	
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b>	
	<b>PŘÍLOHY</b>	

## **Anotace**

Příjmení a jméno: Doláková Jana

Katedra: Katedra záchranářství a technických oborů

Název práce: Přístrojové vybavení v přednemocniční neodkladné péči - minulost a současnost

Vedoucí práce: MUDr. Marie Lipperová

Počet stran: 56

Počet příloh: 16

Počet titulů použité literatury: 19

Klíčová slova: historie - přístrojové vybavení – přednemocniční neodkladná péče – monitorace – dýchací cesty – krevní oběh – invazivní podání léků

Souhrn:

V této práci se zabývám historií a současností přístrojů k monitoraci pacienta v přednemocniční neodkladné péči. Práce je rozdělena na dvě hlavní části. V první části se zabývám historií a vývojem přístrojů používaných zdravotnickou záchrannou službou a druhá část je věnována moderním přístrojům, které jsou v současné době používány Zdravotnickou záchrannou službou, výjezdovým stanovištěm Plzeň – město. Práce je věnována nejen odbornému zdravotnickému personálu, ale také laické veřejnosti.

## **Annotation**

Surname and name: Doláková Jana

Department: Department of paramedical rescue work and technical studies

Consultant: MUDr. Marie Lippertová

Title of thesis: Devices and Equipment in Pre-hospital Emergency Care - Past and Present

Number of pages: 56

Number of appendices: 16

Number of literature items used: 19

Key words: history- device equipment – pre-hospital unnecessary care – monitor – airway – blood circulation – incursion drug application

Summary:

In this work I pursue the history and update of instruments used for monitoring patients in pre-hospital unnecessary care. My work is divided into two main parts. The first part occupies history and evolution of equipment used by paramedics. The second part includes modern equipment, which is used in the present time by paramedics in the outgoing centre in Plzen city. The work is dedicated not only to medical professionals but also non-professional people.



# ÚVOD

Pokrok nelze zastavit. To je obecně platné pravidlo, které platí nejen ve zdravotnictví. V dnešní době si péči o pacienta bez přístrojů nedokážeme ani představit. Jen díky inovacím a novým produktům dokážeme efektivně léčit a diagnostikovat nemoci metodami, které jsme před 20 lety neznali. S každým novým produktem se zvyšuje kvalita péče o pacienta a tím je zvýšena i kvalita života nemocných.

Ovšem jaká je historie přístrojů používaných na záchranných službách, ví jen málokdo. Proto jsem si vybrala toto téma bakalářské práce, ve které uvádím pouze přístroje k monitoraci pacienta, k jejichž provozu je potřeba elektrická energie, bez pomůcek k zajištění dýchacích cest a invazivních vstupů obecně. Výjimkou je tonometr, který je možno použít i jako součást patientského monitoru, ale samostatný tonometr jako takový nepotřebuje zdroj energie. Záměrně také neuvádím pomůcky ke komunikaci integrovaného záchranného systému a přístroje určené k orientaci v terénu, neboť nesouvisí přímo s ošetřením pacienta. Mým cílem je zjistit kam až sahá historie jednotlivých přístrojů, které jsou běžně používány na zdravotnických záchranných službách a zároveň bych chtěla představit nejen laické veřejnosti, ale i odbornému zdravotnickému personálu nejnovější a nejmodernější přístroje, které jsou používány Zdravotnickou záchrannou službou Plzeňského kraje, výjezdovým stanovištěm Plzeň – město. Posádky zdravotnických záchranných služeb se dostávají do situací, kdy je potřeba rychlý zásah, je tedy namístě, že se vývoj přístrojů ubírá směrem k jednoduššímu a rychlejšímu ovládnutí, vyšší výkonnosti, menším rozměrům a nižší váze. S rostoucími požadavky na péči o pacienta těchto přístrojů přibývá a přístroje pro první pomoc jsou stále výkonnější. Technika jde dopředu mílovými kroky a než se stačíme seznámit s novým typem přístroje, přijde na trh jiný a lepší. V březnu 2012 přibude na výjezdovém stanovišti Plzeň město nový ventilátor Oxylog 3000, který splňuje přísná kritéria pro umělou plicní ventilaci dětí. Lze ho použít u dětí v kojeneckém věku i u dospívajících.

Vybavená zdravotnických záchranných služeb spravuje vyhláška ze dne 8. srpna 2011, kterou se mění vyhláška č. 221/2010 Sb., o požadavcích na věcné a technické vybavení zdravotnických zařízení a o změně vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 51/1995 Sb., kterou se mění a doplňuje vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 49/1993 Sb., o technických a věcných požadavcích na vybavení

zdravotnických zařízení, a mění vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 434/1992 Sb., o zdravotnické záchranné službě (vyhláška o požadavcích na věcné a technické vybavení zdravotnických zařízení)

# 1 HISTORIE PŘÍSTROJŮ POUŽÍVANÝCH NA ZDRAVOTNICKÝCH ZÁCHRANNÝCH SLUŽBÁCH

## 1.1 Historie zdravotnické záchranné služby v Evropě

První zmínky o první pomoci v Evropě se objevily v 11. století. Tato první pomoc byla určena především zraněným vojákům. Napoleonův osobní lékař Jean Dominique Larrey, který je považován za otce přednemocniční neodkladné péče nebyl v roce 1792 spokojen se způsobem dopravování raněných z bitevních polí, když byli vojáci položeni na vozík a byli taženi přes nerovný terén do zázemí.

Vytvořil oddíly ze tří zkušených chirurgů a jednoho ošetřovatele. Měli k dispozici vůz s obvazy, tažený koněm či mulou, a v případě potřeby do něj mohli raněné naložit. Larrey byl též prvním, který nedělal vůbec žádný rozdíl mezi vlastním a nepřátelským zraněným. Zavedl do válečné medicíny z důvodu nedostatku zdravotnických sil a prostředků třídění raněných na ty, kteří pravděpodobně přežijí a je jim poskytnuty pomoc, a na ty, kteří jsou zraněni příliš těžce, aby přežili. Jako vojenský chirurg se zabýval vylepšením organizací vojenské zdravotní služby a v r. 1793 vypracoval ideu „ambulance volante“ tedy létajících či lépe mobilních ambulancí. Dal na staré transportní korby připevnit zvláštní pružiny, které zajistily pacientům větší pohodlí. Nechal také zhotovit přístřešek, který chránil raněné před nepřízní počasí. Tento vynález se setkal s velkým ohlasem a tak už od roku 1796 měla francouzská armáda zvláštní ambulanci jednotku, vybavenou 12 „létajícími ambulancemi“ taženými koňmi. Vůz vyjížděl ještě v průběhu boje na bojiště. Tam personál ošetřoval raněné a zajistil transport imobilních do lazaretu umístěného těsně za bojištěm. Zavedl také nosítka k přenášení raněných, doporučoval ránu včas vyčistit a drénovat – tento postup nazval debridement, zastavení krvácení považoval za samozřejmost a věděl, že pokud není rána přikryta čistým obvazem, hrozí téměř vždy ranná infekce s fatálním koncem. (1)

## 1.2 Historie zdravotnické záchranné služby v ČR

Nejstarší záchrannou službou ve střední Evropě je Pražská, založená 8. 12. 1857, tj. šest let před založením mezinárodního červeného kříže, kdy byl na popud tehdejšího ředitele c.k. Policie pražské barona Páumanna ustaven Pražský dobrovolný sbor ochranný. Jeho zakládajícími členy bylo 36 dobrovolníků nejrůznějších profesí. Pouze tři členové sboru však byli zdravotníci. Cílem tohoto sboru bylo „ochrániti, co jest ochrany hodno, zachrániti v každém druhu nebezpečí jak životy lidské, tak i majetek spoluobčanů dobrovolně, neohroženě a nezištně“.

Členové družstva byli označeni červeno-bílou stuhou na levé paži, později sborovým odznakem. Nepřetržitá služba byla zavedena v roce 1890, kdy také byly schváleny stanovy a získány první dopravní prostředky.

Po vzoru Prahy je 18. 8. 1858 založen obdobný sbor v Rumburku. 22. 10. 1890 byla v dolní části Václavského náměstí v Praze zprovozněna první „Ochranná stanice“. V prosinci 1903 byla zřízena záchranná stanice v Karlíně.

Snaha o organizovanou pomoc ohroženým však existovala na území hlavního města Prahy již předtím. Prováděla se i preventivní opatření při „hromadných akcích“. Tak například při korunovační slavnosti Františka II., konané roku 1792, byla zřízena pohyblivá stanoviště lékařů, ranhojičů a porodních bab. Péče o raněné a na zdraví náhle postižené byla do konce II. světové války stavěna především na bázi dobrovolných zdravotníků Červeného kříže, tzv. samaritánů, kterou vedle ČSČK zabezpečovaly rovněž hasičské spolky a Sokol.

Systém zdravotnictví se u nás změnil po roce 1945. V 50. letech 20. století se značně zúžil význam zdravotní aktivity dobrovolných zdravotníků. Státní zdravotní správa postupně budovala rozsáhlou síť zdravotnických zařízení, prudkým tempem přibývalo lékařů a ostatních profesionálních zdravotnických pracovníků.

Odborná zdravotní služba se stávala každým rokem dostupnější jak ve městech, tak na venkově. Od 50. let v menších městech mimo ordinaci dobu zajišťovali přednemocniční neodkladnou péči obvodní lékaři a ambulantní střední zdravotnický personál, tzv. lékařskou službu první pomoci.

Vytváření zdravotnické záchranné služby začalo v prosinci 1974 podle Metodického opatření Ministerstva zdravotnictví, které bylo na tehdejší dobu velmi

pokrokové. Počátky činnosti záchranné služby byly spjaty s odděleními ARO. Na výjezd vyjížděly sestry a lékaři z ARO, traumatologických ambulancí.

Vznikají první zdravotnické záchranné služby: ZZS Rokycany (1. 10. 1966); ZZS Plzeň (1974); ZZS Příbram (1976); Klatovy (1976); Karlovy Vary (1977); Pardubice (1977); Valašské Meziříčí (1978); Zlín (1979); Uherské Hradiště (1979); Hradec Králové (1980); Domažlice (1988).

Zásadním zlomem v budování a organizaci záchranných služeb, tehdy ještě v ČSFR, se stala vyhláška MZ ČR, která nabyla platnosti od 1. 1. 1993 o zdravotnické záchranné službě.

Vznikají samostatné organizace záchranné služby a nastal trend osamostatňování středisek záchranné služby a jejich vyčlenění z nemocnic. Významnou změnu pro občany tohoto státu přineslo zejména ustanovení o dostupnosti PNP („Sít' zdravotnické záchranné služby musí být organizována tak, aby byla zabezpečena dostupnost přednemocniční neodkladné péče a její poskytnutí do 15 minut od přijetí tísňové výzvy s výjimkou případu hodných zvláštního zřetele“).

Od roku 1993 začalo fungovat 10 územních středisek záchranné služby (ÚSZS) s posádkami v systému RLP a LSPP (lékařská služba první pomoci), vyjma ZZS hl. m. Prahy, pod správou ministerstva zdravotnictví. Postupně se pak začaly budovat pod záštitou okresních středisek záchranné služby oblastní výjezdové skupiny v systému RLP, která si spravovala stránku vybavenosti a financování svých spádových posádek. Další zlom nastal 1. 1. 2003, kdy vzniklo 14 krajských územních středisek záchranné služby a 1. 1. 2004, kdy přešly veškeré OSZS (okresní střediska záchranné služby) pod přímé vedení ÚSZS v daném kraji. Tato střediska, zřizovaná nyní krajskými úřady, odpovídají za poskytování přednemocniční neodkladné péče (za záchrannou službu) na území kraje. (2)

## **1.3 Historie zajištění a monitorace dýchacích cest**

### **1.3.1 Umělá plicní ventilace**

Umělá plicní ventilace umožňuje při respirační insuficienci podporu nebo náhradu činnosti některých složek respiračního systému (plic, hrudní stěny, dýchacího svalstva), které se podílejí na výměně plynů v plicích.

Respirační insuficience může vzniknout selháním ventilačním (selháním pumpy), nebo selháním oxygenačním (selháním plic). Oxygenační selhání je obvykle doprovázeno vzestupem dechové práce spojené se zvýšenou spotřebou kyslíku dýchacím svalstvem dosahující až 25% celkové spotřeby kyslíku v organismu (za normálních podmínek představuje spotřeba kyslíku dýchacím svalstvem 2-5% celkové spotřeby kyslíku). Při excesivním zvýšení dechové práce může dojít k rozvoji ventilačního selhání pro únavu dýchacího svalstva nebo celkové zhroucení kardiopulmonální homeostázy. Vhodně volená UPV vede ke snížení spotřeby kyslíku, a tím i nároků kladených na kardiovaskulární systém. (3)

### **1.3.2 Laryngoskop**

Laryngoskop je přístroj, který slouží k tracheální intubaci, tedy zavedení trubičky do dýchacích cest za účelem plicní ventilace.

Historie tracheální intubace sahá až do roku 960n.l., kdy Abu Ali - Hussien popisuje v knize „Kanón medicíny“ metodu připomínající tracheální intubaci: „Dle potřeby zavést hrdlem stříbrnou trubičku k podpoře dýchání“.

V roce 1794 John Herhold a Carl Rasn popsal dýchání z úst do úst a úvahy o použití tracheální rourky. Tyto úvahy pak v roce zrealizoval 1895 Alfred Kirstein, který použil první přímý laryngoskop a nazval jej „autoskop“.

Chevalier Jackson provedl v roce 1899 první bronchoskopii, v roce 1907 pak publikoval knihu, ve které pojmenoval „autoskop“ laryngoskopem.

V roce 1909 sestrojil laryngoskop tvaru „U“, který byl použit New Yorkským chirurgem Charlesem Elsbergem. Jackson doporučil chirurgům používání laryngoskopu k provádění endotracheální intubace.

V roce 1920 zavedli profesori Magill a Rowbotham přímou laryngoskopii do klinické anesteziologické praxe.

V roce 1926 pak I. Magill tento laryngoskop modifikoval.

Henry Janeway přispěl k vylepšení vynálezem laryngoskopu ve tvaru „L“. Tyto přímé laryngoskopy ovšem dělaly velké obtíže, protože měli nevhodnou velikost, tvary a lžice byly rovné. Autorem štíhlého laryngoskopu, který měl nakonci zahnutou lžici je v roce 1941 R. A. Miller. Jeho laryngoskop ovšem zdokonalil Macintosh v roce 1943. Tento laryngoskop měl anatomicky optimálně zahnutou lžici, je po autorovi pojmenován a používán dodnes. Ruku v ruce společně se zdokonalením endotracheální rourky, svalové relaxace a nitrožilní anestezie se stala laryngoskopie a endotracheální intubace standardním postupem a anesteziologií.

### **1.3.3 Plicní ventilátor**

Už v roce 1847 John Erichsen sestrojil přístroj sloužící k ventilaci plic. Vzduch do plic byl vháněn za pomoci pístové pumpy přes kanylu zavedenou nosem. Dalším úspěšnějším pokusem byl Fellův-O'Dwyerův aparát. Vzduch byl hadicí vháněn do obličejové masky nebo do laryngální kanyly. Tato metoda byla nazývána „nouzová ventilace“. Její autor americký lékař Georgie Edward Fell na mezinárodním kongresu ve Washingtonu ve své přednášce uvedl : „... prokázala to, co předtím medicínská praxe neakceptovala a sice, že můžeme insuflovat vzduch do plic po téměř neomezenou dobu bez nebezpečí pro jemnou plicní tkáň...“. Fellova metoda se stala průkopníkem nemocných s respirační nedostatečností vzniklé na základě předávkováním opia, chloroformu nebo etheru, tonutí, šoku, nitrolebního nádoru a to i po více než 60 hodin.

Fellova metoda byla zdokonalována a to nejen po stránce přístrojové, ale i novými objevy v technice intubace, použití pro anestezii a vývojem intubačních kanyl. V roce 1910 byla poprvé použita laryngální kanyla s těsnicí manžetou, jejímž autorem byl Georg Morris Dorrance. Ten také upravil část Fellova - O'Dwyerova aparátu připojením odpařovacích lahví a manometrem k měření tlaku v dýchacích cestách.

V roce 1907 byl poprvé také představen přenosný kuffíkový přístroj určený k resuscitaci. Jednalo se o „Pulmotor“ jehož autorem byl Heinrich Dräger. Přístroj byl poháněn gramofonovým pohonem a později kyslíkem. Pulmotor byl v podstatě časově cyklovaný generátor tlaku s frekvencí dechů 15/min a poměrem nádech:výdech 1:2. Přestože se jednalo o přístroj, který byl velmi pokrokový a účinný, byl tehdejší lékařskou elitou zavržen. Slavný fyziolog Yadell Henderson definoval tuto metodu jako „krok zpátky směrem k tisícům mrtvých“. Přesto byl Pulmotor využíván k záchraně lidských životů hasiči a policisty.

V Americe i Evropě se v první polovině 20. století objevovalo stále více přístrojů vyživající metodu pozitivního přetlaku. Většímu rozšíření těchto přístrojů paradoxně nepřispěla ani první světová válka, přestože pro jiné oblasti medicíny a to především v oblasti chirurgie, byla tato světová katastrofa přínosem.

Teprve rozvoj leteckého průmyslu se stal impulsem k novému oživení vývoje metody UPV pozitivním přetlakem. Letci totiž potřebovali bezpečné dýchací systémy. Jeden ze zakladatelů moderní UPV válečný pilot Forrest M. Bird, vyvinul přístroj Aircrew Breathing Regulator, který se stal základem pro hromadně vyráběný ventilátor Bird Mark 7. Dalším přístrojem je ventilátor Ray Bennetta vyrobený pro americkou armádu. Po modernizaci byl základem pro sérii ventilačních přístrojů Bennett PRIA, BA-2 a TV-2P, které byly v padesátých letech 20. století použity během epidemie poliomyelitidy v Los Angeles a Bostnu.

Další vývoj přístrojů pro poskytování UPV se již nedal zastavit. Vývoj se rozdělil na dva směry a to na vývoj ekonomických, jednoduchých, spolehlivých přístrojů pro poskytování anestézie a vývoj technicky náročných přístrojů pro poskytování resuscitační péče.

Celkově můžeme vývoj ventilačních přístrojů rozdělit na čtyři generace přístrojů:

První generaci přístrojů představují mechanické a pneumatické ventilátory bez elektronických součástí. U těchto přístrojů nelze akceptovat spontánní dechovou aktivitu pacienta. Jde například o přístroje Baby Bird (1971) nebo Bird Mark 2 (1972)

Druhou a třetí generaci představují ventilátory s využitím elektroniky. Jde především o využití mikroprocesorů, které se využívají k řízení vdechového a výdechového ventilu. Tato funkce umožňuje rozšíření ventilačních režimů, spolupráci přístroje s dechovou aktivitou pacienta a kontrolu průtoku plynů.

Předělem mezi první a druhou generací byl například přístroj Bennett MA1 (1967). Velmi slavný je ventilátor druhé generace Siemens Servo 900 C (1971), který používal



tlakově řízenou ventilaci. Ventilátory třetí generace zastupují například Puritán-Bennett 7200 (1983) a Dräger EV-A (1984), které umožňují změny ventilačních parametrů v čase.

Čtvrtou generaci představují ventilátory s multimikroprocesorovými součástkami, které na základě zpětné vazby umožňují individualizaci nastavených parametrů a použití hybridních ventilačních režimů. (4)

### 1.3.4 Pulzní oxymetr

Pulzní oxymetrie (SpO<sub>2</sub>) je metoda, která zjišťuje hodnoty nasycení hemoglobinu kyslíkem přes kůži pomocí čidla, které se přikládá na ušní lalůček nebo dobře prokrvené prsty a zároveň je registrován srdeční puls. První zmínky o snaze zjištění funkcí a hodnot krevních plynů pocházejí z roku 1850, kdy ruský fyziolog I. M. Sechenov sestrojil vakuovou krevní pumpu pro účely výzkumu, se kterou zkoumal různé formy hemoglobinu, jeho vazbu, efekty oxidu uhličitého na transport kyslíku v krvi. V roce 1876 vyvíjí německý lékař K. von Vierordt techniky a nástroje k monitorování krevního oběhu, používá zdroj světla k rozlišení nasycené a nenasyčené krve. Vlivem dalšího zkoumání vlastností a složení krevních plynů přichází J. Barcroft s manometrem, jež ve 20. letech 20. století vylepšuje americký biochemik D. van Slyke. (5)

Roku 1930 němečtí vyšetřovatelé používají spektrofotometry (nástroje, které měří různé vlnové délky a intenzity světla) pro výzkum světla přes lidskou kůži. V roce 1939 oznámili použití „ušního měřicího přístroje kyslíku“. Tento postup byl ale zapomenut až do druhé světové války, kdy bylo potřeba monitorovat saturaci kyslíku u pilotů.

V roce 1942 Glen Millikan vyvinul lehký infračervený „ušní měřič“, kterému dal název "oxymetr". V letech 1940 – 1950 prošel přístroj mnoha změnami a byl používán především pro experimentální studie, v letectví a ve fyziologii. V roce 1970 pokračoval japonský elektrotechnik Takuo Aoyagi ve zdokonalování metody měření saturace krve kyslíkem ve smyslu využití pulzující povahy arteriální krve v oxymetrii. Tato metoda se rychle rozšířila, protože je neinvazivní, kontinuální, snadno použitelná a nebolestivá. Dnes je široce používán samostatný pulzní oxymetr, ale saturaci je možno měřit i pomocí čidla, které je součástí defibrilátoru s monitorem EKG.

### 1.3.5 Kapnometr

Kapnometrie je metoda kterou měříme koncentraci oxidu uhličitého (ETCO<sub>2</sub>) na konci výdechu. Kapnometr udává hodnoty číselně, u kakovografie jsou hodnoty CO<sub>2</sub> znázorněny graficky v podobě křivky během celého dechového cyklu. Monitorace ETCO<sub>2</sub> může probíhat jako samostatné měření, ale můžeme použít i snímač, který je součástí hemodynamické monitorovací soustavy.

Indikace pro monitorování ETCO<sub>2</sub> jsou:

- Monitorování apnoe, respirační funkce a průchodnosti dýchacích cest
- Včasné odhalení hyperkapnie, hypertermie a změn v koncentraci oxidu uhličitého
- Prověření účinnosti mechanické ventilace

Fotodetektor měří množství infračerveného záření absorbovaného dýchacími cestami v průběhu nádechu a výdechu z endotracheální rourky nebo horních dýchacích cest.

Historii kapnometrie jsem čerpala pouze na ZZS Plzeňského kraje. První kapnometr byl uveden do provozu v roce 1994.

Kapnometr BCI 8200

Tento přístroj monitoruje ETCO<sub>2</sub> současně s respirační frekvencí. Naměřené hodnoty udává v milimetrech rtuťového sloupce (mmHg), v procentech i v kilopascalech (kPa). Na monitoru je zobrazena dechová frekvence v rozmezí 0-100 dechů za minutu, hodnota ETCO<sub>2</sub> jako trojčíferné číslo v rozmezí 0-100 mmHg a dále je zobrazen graf ve tvaru sloupce o šestnácti segmentech, který udává hodnotu koncentrace CO<sub>2</sub> během dechového cyklu v rozmezí 5-80 mmHg, s rozlišením 5mmHg na jeden segment.

Tento přístroj je již vyřazen z provozu a jen nahrazen moderním kapnometrem EMMA (viz kapitola 2.1.7)

### **1.3.6 Odsávačka**

Odsávačka je nezbytnou součástí vybavení vozů ZZS. Slouží především k odsátí sekretů z dýchacích cest u lidí, kteří jsou v bezvědomí nebo u pacientů, kterým sekrety či zvratky v dýchacích cestách brání účinnému dýchání. Dříve byla na ZZS používána manuální tzv. nožní odsávačka, s vývojem techniky přišla na trh i odsávačka bateriová, která se používá na ZZS zhruba dvě desítky let.

## **1.4 Historie přístrojů k zajištění a monitoraci krevního oběhu**

### **1.4.1 EKG a defibrilátor**

EKG neboli elektrokardiograf je přístroj, který měří elektrickou aktivitu srdce projevující se na povrchu těla. Pomocí elektrod můžeme tedy zjistit, patologické projevy srdce.

Defibrilátor je přístroj, kterým můžeme zrušit život ohrožující arytmiie pomocí elektrického výboje. Před užitím samotného výboje je ovšem nezbytné vždy vyhodnotit průběh EKG, abychom zjistili, zda je rytmus defibrilovatelný nebo ne. EKG a defibrilátor jsou přístroje, které měly společný vývoj a dnes jsou neodmyslitelnou součástí vybavení vozů zdravotnické záchranné služby.

Již v roce 1769 Americký vědec Edward Bancroft dospěl k závěru, že "šok" způsobený rejnokem má elektrickou a nikoliv mechanickou podstatu.

1773 člen britské Královské společnosti a člen parlamentu John Walsh ve svých experimentech získal viditelné jiskry od tzv. elektrického úhoře. Bohužel svoji práci, za níž mohl v roce 1774 získat Copleyovu medaili (předchůdkyně Nobelovy ceny udělována Britskou královskou společností za vynikající vědecké výkony), nepublikoval.

Tato Bancroftova a Walshova pozorování dokázala, že některá zvířata dokážou ve svých tělech vytvářet intenzivní elektrický náboj.

Roku 1774 reverend Sowdon a lékárník Hawes oznámili překvapivé účinky elektřiny. Tříletá dívka vypadla z okna v prvním podlaží a přivolaný lékař konstatoval, že se již nedá nic dělat. Asi po 20 minutách pan Squires, který žil naproti, se pokusil

použit elektrické šoky. Zkoušel to na různých částech těla, ale až po šocích na hrudníku se objevil slabý srdeční puls. Po týdnu se zdravotní stav postupně zlepšil. Dnes se již jen obtížně můžeme domýšlet, co se vlastně tehdy skutečně stalo. Zda elektrické výboje ukončily fibrilaci komor nebo jinou závažnou arytmií nebo jen dívku probudily z hlubokého bezvědomí po úraze hlavy. V každém případě se jedná o první zaznamenaný případ úspěšného užití elektrických šoků při resuscitaci.

1791 objevil Luigi Galvani, že elektrická stimulace způsobuje stahy srdečního svalu u žáby.

1842 Carlo Matteucci (italský profesor na Univerzitě v Pise) prokázal, že každá srdeční ozva je provázena slabým elektrickým proudem. Ukázal to na žabím stehýnku, kde tyto elektrické impulsy způsobovaly stahy svalu.

1850 M. Hoffa pouštěl silné elektrické proudy do srdce psů a koček a popsal divné neovladatelné stahy srdečních komor (komorovou fibrilaci). Ukázal, že jediný elektrický výboj může tuto závažnou poruchu srdečního rytmu nejen vyvolat ale i zrušit.

1856 Rudolph von Koelliker a Heinrich Müller galvanometrem měřili a potvrdili elektrické proudy při stahu srdce. Přišli na to, že intenzivnější proudy vznikají jak před systolickým stahem komory srdce tak i po něm. Tyto proudy byly později popsány elektrickými vlnami, které se nyní označují jako QRS komplex a vlna T.

1869 – 1870 Elektroinženýr Alexander Muirhead zřejmě jako první zaznamenal v nemocnici sv. Bartoloměje v Londýně elektrickou aktivitu lidského srdce, kterou bychom mohli označit jako elektrokardiogram, ale jeho objev upadl prakticky do zapomnění.

1872 Guillaume Benjamin Amand Duchenne de Boulogne, průkopník neurofyzologie, ve své učebnici popsal oživení pomocí elektřiny u utopené dívky. Epizoda je popisována jako první "umělý pacemaker" (stimulátor srdečního rytmu). Opět je s odstupem času obtížné správně tuto událost interpretovat, zda se jednalo skutečně o stimulátor srdečního rytmu nebo pouhý efekt elektrických šoků.

1878 John Burden Anderson – britský fyziolog a Frederick Page zaznamenali kapilárním elektrometrem elektrické impulsy srdce a potvrdili, že jsou složeny ze dvou fází (později nazývané QRS komplex a vlna T).

1887 Augustus Desiré Waller - britský fyziolog z Lékařské školy sv. Marie v Londýně zavedl pojem elektrokardiogram pro záznam elektrické aktivity srdce a publikoval první jeho záznam u člověka, který evidoval pomocí kapilárního elektrometru sestrojeného Thomasem Goswellem. Wallerem často používal ke svým

elektrofyzilogickým experimentům svého psa, který stál s tlapkami ve sklenicích naplněných solí.

1891 William Bayliss a Edward Starling – britští fyziologové z Univerzity v Londýně zdokonalili kapilární elektrometr. K pravé ruce a na kůži nad vrcholem srdce připevnili elektrody. Prokázali třífázovou variaci elektrického napětí, která provází každý srdeční úder. Jednotlivé vlny se dnes označují jako P, QRS a T. Dále změřili interval o délce 0,13 sekundy mezi začátkem elektrické aktivity síní stimulací a komor (což dnes označujeme jako tzv. PQ interval).

1890 G. J. Burch z Oxfordu odvodil aritmetické opravy pro pozorované pomalé fluktuační elektrometrem naměřených hodnot. To umožnilo studium správného tvaru a průběhu vln srdečního rytmu, avšak až po únavných výpočtech.

1893 Willem Einthoven použil Wallerův název „elektrokardiogram“ na zasedání Holandské lékařské asociace a tím přispěl k jeho všeobecnému rozšíření.

1895 – byly Einthovenem pořízeny první přesnější záznamy elektrokardiogramu

1895 Willem Einthoven použil vylepšený elektrometr a opravný aritmetický vztah nezávisle na Burchovi. Rozlišil celkem pět vln označovaných dodnes jako vrcholy P, Q, R, S a T.

1899 Karel Frederick Wenckebach publikoval práci "O analýze nepravidelných pulsů", která popisovala narušení AV vedení (mezi před síní a komorou) srdce, vedoucí k postupnému prodloužení a zablokování AV vedení u srdce žáby. Tento jev byl později nazván síňokomorová blokáda.

1903 V tzv. Pfügerově archívu byl uveřejněn článek „O podobě lidského elektrokardiogramu“, ve kterém Einthoven prezentoval záznam srdeční činnosti, a postup jakým se mu podařilo odstranit mechanické otřesy kapiláry. Zachytil čtyři odchylky elektrického potenciálu křivky, které označil písmeny A, B, C a D. Průběh křivky byl však deformován setrvačností rtuťového sloupce, což potřebovalo aritmetickou úpravu. V roce 1903 k registraci elektrokardiogramu zkonstruoval citlivý strunový galvanometr a položil tím základy elektrokardiografie. Přístroj obsahoval jemné stříbrem potažené křemenné vlákno, umístěné mezi póly elektromagnetu. Při průchodu elektrického proudu srdce vláknem se vlákno rozkmitalo a tento pohyb byl zaznamenán na pohybující se fotografickou desku.

1906 Willem Einthoven publikoval první systematický přehled normálních a abnormálních elektrokardiogramů získaných jeho vláknovým galvanometrem. Zachytil v něm také levou a pravou ventrikulární hypertrofii (zvětšení srdeční komory), levou a

pravou síňovou dilataci (rozšíření srdeční předsíně), U vlnu, abnormální vlny QRS, ventrikulární předčasné stahy srdce, úplný srdeční blok a některé další poruchy.

V témže roce zkoumal elektrickou srdeční aktivitu nejen u člověka, ale i u zvířat. Zavedl končetinové svody: na pravou a levou paži a na levou dolní končetinu připevnil vždy po dvou odlišných elektrodách tzv. Einthovenův trojúhelník.

1909 Nicolai a Simmons popsali změny elektrokardiogramu během záchvatu bolestí na hrudníku (tzv. anginy pectoris).

1910 Walter James z Kolumbijské univerzity a Horatio Williams z lékařské koleje Cornellovy univerzity v New Yorku publikovali první americký přehled elektrokardiografie. Mimo jiné popsali ventrikulární hypertrofii a atriální a ventrikulární fibrilaci. Záznamy získávali kabelovým systémem z nemocničního sálu v místnosti s elektrokardiografem.

1911 Thomas Lewis publikoval první klasickou učebnici, v níž podrobně popsal mechanismy srdečních tepů.

1912 Willem Einthoven přednášel v Klinické společnosti v Londýně (Chelsea Clinical Society). Popsal rovnostranný trojúhelník s označením vrcholů I, II a III, později nazývaný po něm jako Einthovenův trojúhelník. V jeho článku se zřejmě poprvé objevila dnes běžná zkratka "EKG".

1920 Harold Pardee Američan z New Yorku jako první publikoval elektrokardiogram akutního infarktu myokardu člověka. Popsal elevaci úseku ST, která začínal po vlně R. Tento náález byl pojmenován po něm jako tzv. Pardeeho vlna.

1924 Willem Einthoven obdržel Nobelovu cenu za medicínu za svůj objev elektrokardiografu

1929 Lékař Mark Lidwill a fyzik Edgar Booth ze Sydney publikovali zprávu o oživení srdce elektrickým proudem na zasedání v Sydney. Jejich přenosné zařízení používalo elektrodu připevněnou na kůži a sondu zaváděnou do hrudníku. Zařízení využívalo proměnné napětí až 16 voltů, které sloužilo pro obnovení činnosti srdečních komor právě narozených dětí.

1932 Goldhammer a Scherf navrhli, aby elektrokardiogram byl po středně náročném výcviku používán jako standardní nástroj pro diagnostiku některých srdečních onemocnění.

1932 Charles Wolferth a Francis Wood podrobně popsali klinické použití hrudních elektrod při elektrokardiografické diagnóze onemocnění srdce.

1934 Propojením vodičů pravé paže, levé paže a levé nohy rezistory o odporu 5000 Ohmů Frank Wilson definoval "neutrální elektrodu", později nazvanou "Wilsonovým ústředním zakončením". Tato společná elektroda funguje jako uzemnění a je připojena k zápornému pólu elektrokardiografu. Elektroda připojena ke kladnému pólu se pak stává "unipolární" a může být umístěna kdekoli na těle.

Wilson definoval unipolární hlavní větve elektrod VR, VL a VF, kde 'V' označuje napětí, a R (right) pravou ruku, L (left) levou a F (foot) nohu.

1942 Emanuel Goldberger zvětšil napětí Wilsonových unipolárních elektrod o 50% a vytvořil zesílené elektrody hlavních větví aVR, aVL a aVF. Pokud přidáme tři Einthovenovy hlavní větve a šest hrudních elektrod, dostaneme klasický elektrokardiogram s 12 svody, který se používá dodnes (tzv. končetinové I-II-III aVR-aVL-aVF, a hrudní V1-V2-V3-V4-V5-V6). (6)

#### **1.4.2 LUCAS (Lund University Cardiopulmonary Assist System)**

Systém pro komprese hrudníku je určen k provádění zevní masáže srdce u dospělých pacientů, u nichž dojde k akutní zástavě oběhu, definované absencí spontánního dýchání, srdečního pulzu a ztrátou vědomí.

Rok 1961

Harkins a Bramson informovali o elektropneumatickém přístroji, který byl navržený Bramsonem, k překonání nevýhod, kterých si všimli při poskytování manuálních kompresí hrudníku. Byl navržen tak, aby byl vhodný pro klasická nemocniční nosítka, což vyžadovalo použití stlačeného plynu k pohonu pružně uloženého pístu se silou mezi 27-34 kg na pacientově hrudní kosti. V nástavbě tohoto přístroje také navrhli možnost synchronizovat jej s EKG monitorem při podpoře selhávajícího srdce.

Dotter s kolektivem vymysleli umělé oběhové čerpadlo, které se skládalo z tlačného mechanismu namontovaného na nosný rám (Obr. 3). Bylo poháněné elektrickým motorem, který byl nastaven na frekvenci 60/min. Zařízení bylo testováno na 75 let starém pacientovi mužského pohlaví se srdeční zástavou, který ale bohužel zemřel. Všimli si, že post mortem se u pacienta objevilo několik zlomených žeber, což ukazuje nezkušenost či omezení používaných metod.

## Rok 1962

Nachlas a Siedband popsali vývoj přenosné pneumatické pumpy pro nepřímou srdeční masáž. Ohlásili, že vyvíjeli jinou verzi, která by byla lehčí a dostupná ze společnosti Westinghouse Electric Corporation. Zaznamenali úspěšné použití během pokusů na psech a také při pokusech o resuscitaci tří pacientů, ale bohužel nikde neuvedli, zda tyto pokusy byly úspěšné.

Ve Velké Británii popsali Michael s kolektivem zařízení navržené Warltierem, které bylo určené k překonávání potíží při manuálních kompresích hrudníku. Popsali to jako vyčerpávající činnost vyžadující několik změn a jako plýtvání energií specializovaných pracovníků. Tvrdili, že zařízení bylo jednoduché používat, bylo levné na výrobu a mohlo být také vyráběno k dispozici k práci lékařských týmů. Bylo navrženo tak, aby se mohlo umístit přes lůžko nebo lehátko. Udávali, že adekvátní femorální puls byl přítomný v 17 z 18 případů, kdy bylo zařízení použito. Zařízení měli patentováno a bylo vyráběno společností v Sussexu.

Tocker a kolektiv popsali zařízení „Rodriguez Tocker Automatic External Cardiac Massage machine“ (Rodriguezův a Tockerův automatický přístroj pro nepřímou srdeční masáž), které mělo řadu charakteristických rysů. I když spolu dopodrobna nesouvisely, zahrnovaly rozeznění alarmu při nedostatečné srdeční frekvenci a automatické spuštění při zjištění komorové tachykardii nebo bradykardii. Toho bylo dosaženo synchronizací zařízení s monitorem EKG.

Birch s kolektivem studovali účinky použití různých sil k sternu během masáže hrudníku. Při tom používali mechanické zařízení, které bylo vyvinuto v jejich nemocnici speciálně pro použití při transportu z místa srdeční zástavy do nemocnice. Toto zařízení byl „Butterworth-LSI External Cardiac Compressor“ (Butterworth-LSI zevní srdeční kompresor). Jejich článek je převážně zaměřen na sílu, rychlost dobu komprese, než na samotný přístroj.

## Rok 1963

Safar s kolektivem hodnotili přenosný přístroj „Beck-Rand External Cardiac Compression machine“ (Beck-Randův přístroj pro nepřímou srdeční masáž), který byl napájený akumulátorem a vážil 32 kg. Došli k závěru, že čas strávený dopravou přístroje k pacientovi, umístěním na pacienta a nastavením přístroje brání jeho použití při zahájení resuscitace. Také souhlasili s tím, že mohl být užitečný v případech, kdy je nutná prolongovaná resuscitace a tím by mohlo být používáno pracovníky záchranné služby. Dalším zařízením, které bylo v této době dostupné, byl přístroj pro



pneumatickou nepřímou srdeční masáží, o kterém se v roce 1965 zmínil Stewart. Udává, že Dilcox na toto zařízení předložil patent v roce 1963, ale není zde uveden žádný další detail o funkci zařízení.

Nicméně žádost na patent nebyla nikdy sledována (osobní sdělení Brit. Lib.) a nikde v jakékoli literatuře nejsou odkazy.

#### Rok 1964

Bailey s kolektivem popsali zařízení, které sami navrhli, poháněné stlačeným kyslíkem z lahve. Tvrdili, že bylo plně přenosné s jednoduchým ovládním, dokonce i u částečně kvalifikovaných lidí. Oznámili úspěšné použití přístroje v sérii pokusů na psech a také na krátce zemřelých lidech, u kterých zjistili, že přístroj vyrábí dostatečný puls bez poškození hrudníku. Zařízení bylo také patentováno a bylo vyráběno společností Warwickshire. Knight informoval o zařízení, které doporučuje místo manuální komprese hrudníku, jež má mnoho nevýhod. Jeho zařízení nepotřebuje žádný zdroj energie, bylo poháněné ručně. Zachránce tlačí dolů tyč, ke které je připevněna další trubka obalená molitanem, která je umístěna na sternu. Dále uvedl, že se objevilo pouze jedno úspěšné použití přístroje.

#### Rok 1965

Nachlas a Siedband psali o mechanizované srdeční masáži a srovnávali pět komerčně dostupných zařízení s tím, které navrhli. Jejich zařízení byla poháněna kyslíkem a byla odlišná verze pro sanitní vozy a nemocniční (Obr. 10). Věřili tomu, že jednou výhodou mechanických zařízení byla stálost hloubky a síly stlačení. Měli pocit, že to bylo lepší než nedostatky „nesmělého lékaře“, který používá ke stlačení menší sílu a „robustního nadšeného sekundáře“, který bude dělat opak. Zmínili se o nedostacích ostatních zařízení navrženými Bramsonem, Dottrem, Birchem, Tockerem a Beckem a uvedli, že nebyly příznivě porovnávány s jejich zařízením. V kritice ostatních zařízení možná nabídli nějaká vodítka, proč se tyto přístroje nestaly široce používané. Věřili, že ta zařízení, která vyžadují k pohonu elektrický proud nebo akumulátor nejsou dostatečně přenosná. Některé přístroje byly zase příliš těžkopádné nebo měly zbytečné a složité ovládní, což by znamenalo ztrátu životně důležitého času během jejich nastavení.

#### Rok 1966

V tomto roce provedli Pearson a kolektiv studii čtyř mechanických zařízení pro nepřímou srdeční masáží: Cardio-Massager a Cardio-Pulser, poháněné ručně a Iron Heart a Baxter H-L-R, poháněné kyslíkem. Došli k závěru, že nastavení těchto přístrojů

trvalo příliš dlouho a celkově byly většinou nedostatečné. Podporovali jednoduchost a efektivitu masáže poskytované ručně. Podporovatel jejich zprávy a jeden z průkopníků uzavřené hrudní masáže. Jude, uvedl, že manuální masáž „musíme chránit před inovacemi, které jsou bez pravého účelu a s mezními výhodami, pokud nějaké vůbec jsou“. Také v tomto roce Ad hoc komise pro resuscitaci ve Spojených státech zveřejnila to, co by mohlo být považováno jako první oficiální guidelines. V nich se uvádí, že přístroje pro zevní srdeční komprese by mohly být použity v případě prodloužené resuscitace nebo během transportu, ale je doporučeno používat manuální metodu vždy jako první.

Rok 1973

The Journal of Health Devices (Deník zdravotních přístrojů) hodnotil čtyři mechanické přístroje, které byly v té době dostupné. Byli to Bowenův pulzátor a Rentschův Cardiopress, pracující pomocí ručně poháněné páky, a model Life Aid 1004 a Travenol HLR50-90, které byly poháněné kyslíkem. Přesto, že nenalezli žádné významné nedostatky těchto přístrojů, tak navrhli, aby nákupu těchto přístrojů byla dána nižší priorita, než ostatnímu vybavení pro resuscitaci. Uvedli také, že bez efektivního tréninku v používání přístrojů a častějších klinických použití nebo v praxi nemusí tyto přístroje plnit svůj účel. Udávali, že v roce 1965 bylo dostupných nejméně sedm zařízení, ale několik z nich bylo dle nich neefektivních a špatně koncipovaných. Varovali před používáním některých z těchto zařízení, které sice již nebyly vyráběny, ale mohly být stále ještě v provozu.

Rok 1974

V tomto roce byly publikovány Standardy pro kardiopulmonální resuscitaci a naléhavou kardiální péči (The Standards for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care), které komentovaly jak manuální, tak automatickou nepřímou srdeční masáž. Posledně uvedené standardy doporučují používat přístroje pouze dobře vyškoleným a zkušeným personálem, u kterých bude výkon srovnatelný s manuální metodou.

80. léta 20. století

Po tomto počátečním nadšení k přístrojům pro nepřímou srdeční masáž se zdá, že ubývá na jejich popularitě na přelomu 70. a 80. let. Na potencionální využití těchto přístrojů bylo době po celou dobu tohoto období. Byl to přístroj Thumper, uvedený v roce 1965 firmou Michigan Instruments, který byl od této doby nepřetržitě upravovaný.

(7)

### **1.4.3 Autopulse**

V polovině 80. let byl nový vývoj v návrhu mechanických pomůcek. Zde byl vyvinut přístroj Vest CPR, který spočíval v rychle se nafukující a vyfukující vestě umístěné kolem hrudníku pacienta. V této době se ukázalo, že přístroj je velkou nadějí pro přežití. Novější verzí tohoto přístroje je zařízení AutoPulse™, pracující podobně pomocí pásu kolem hrudníku. V Československu se během 80. let uvedl do provozu výrobek firmy Chirana – Chirapuls. Tento přístroj pro komprese hrudníku byl kombinován s ventilátorem. Jeho pohon zajišťoval stlačený medicínální kyslík. (7)

V roce 2003 byl vyvinut a schválen první přístroj pro automatickou masáž srdce řízený mikropočítačem, s vlastním nezávislým zdrojem, se snadným použitím v terénu zvyšujícím účinnost masáže s prokrvením mozku a srdečního svalu.

## **1.5 Historie dalších přístrojů k monitoraci pacienta**

### **1.5.1 Tonometr**

Měření krevního tlaku patří mezi základní vyšetřovací metody. Krevní tlak je vytvářen působením srdce jako krevní pumpy a vypovídá o funkci krevního oběhu. Tlak měříme na velkých tepnách nejčastěji na paži. Tlak se v cévách mění v závislosti na čase. Nejvyšší hodnoty dosahuje ve vypuzovací fázi srdeční akce, tato hodnota se označuje jako systolický tlak a nejnižších hodnoty dosahuje ve fázi plnění srdečních komor - diastolický tlak.

Měření krevního tlaku neinvazivní metodou bylo zavedeno na konci 19. století. V roce 1896 italský lékařský asistent Scipione Riva Rocci popsal jednoduchou metodu měření krevního tlaku. Jeho přístroj, nazvaný sfygmomanometr (z řec. sfygmōs = puls, lat. manus = ruka a řec. metron = míra) se skládal z duše do jízdniho kola, kterou použil jako manžetu obepínající horní část paže, z gumového balónku sloužícího k nahuštění manžety a ze rtuťového manometru. Manžetu nasadil na paži a měřil tlak palpačně na arterii radialis, čímž byl zjištěn pouze tlak systolický. V roce 1905 byl jeho přístroj vylepšen Nikolajem Sergejevičem Korotkovem, který použil k měření stetoskop a

zároveň popsal tzv. Korotkovovy ozvy, a tak mohl zjišťovat systolický i diastolický krevní tlak. Typický „Korotkovův šelest“ vzniká při turbulentním proudění ve stlačené tepně, který při laminárním proudění nevzniká a lze jej slyšet v loketním ohybu pod manžetou. Dnešní způsob měření krevního tlaku je tedy kombinace přístroje Riva-Rocciho a stetoskopu „Korotkovova“.

ZZS Plzeňského kraje, výjezdové stanoviště Plzeň město má možnost použití tonometru firmy Polymed. K dispozici jsou buď jednohadičkové nebo dvouhadičkové tonometry na suchý zip. Pro kontinuální monitorování krevního tlaku je nejčastěji používána manžeta, která je součástí vybavení defibrilátoru s monitorem EKG, kde můžeme nastavit intervaly měření.

### **1.5.2 Glukometr**

Přístroj určený k měření hladiny cukru v krvi. Používají jej zejména lidé, kteří trpí onemocněním diabetes mellitus 1.stupně. Glukometr je používán zdravotnickou záchrannou službou vždy při bezvědomí pacienta, které může být způsobeno hypoglykemií.

První komerčně vyrobený glukometr vynalezl roku 1971 Anton H. Clemens a nechal si jej patentovat. Tento glukometr měl spoustu nevýhod - byl velice drahý, velký a těžký a když byla baterie slabá, tak vyhodnocoval špatné výsledky. Na testovací proužek bylo potřeba po půlhodinovém zahřátí použití velkého množství krve, vyhodnocení trvalo až jednu minutu a to v rozpětí 0,6-22mmol/l. Přesto byl úspěšný a odstartoval vývoj mnoha jiných výrobků. S novým a lepším výrobkem přišla v roce 1987 firma LifeScan, která představila systém The One Touch. Jendalo se o testovací proužek, fungující na principu fotometrie, vyrobený z umělé hmoty. Na konci roku 1988 byl představen testovací proužek, který k měření glykémie využíval elektrochemických reakcí a tím končí éra glukometrů s vizuálním nebo spektrálním vyhodnocováním. Od počátku 90. let máme možnost být svědky intenzivní aktivity ve vývoji glukózových biosenzorů, které využívají k měření specifických reakcí mezi glukózou a enzymy glukóza-oxidázou nebo glukóza-dehydrogenázou.

V dnešní době pracují osobní glukometry mnohem rychleji a postupem času se snižuje se také množství vzorku potřebného pro měření. Nejmodernější přístroje jsou schopny zobrazit výslednou hodnotu po 5 vteřinách.

### **1.5.3 Teploměr**

První teploměr vynalezl v roce 1597 Galileo Galilei. Jeho vynález pracoval na principu rozpínání zahřátého vzduchu. Lékař Santorio Santorio zasvětil celý život sledování tělesné teploty a Galileův vynález ještě zdokonalil a také ho použil pro lékařskou vědu. V roce 1614 publikoval výsledky prvního uceleného dlouhodobého výzkumu. V roce 1718 pak sklář Daniel Gabriel Fahrenheit vyrobil první lihový a rtuťový teploměr, který byl kalibrován stupnicí nesoucí dodnes jeho jméno. Anders Celsius v roce 1742 tento teploměr ještě více zdokonalil použitím kalibrace založené na hodnotě barometru u mořské hladiny. Celsiova stupnice je tedy pojmenovaná po něm a je rozdělená na 100 stupňů.

Ještě do nedávna byl rtuťový teploměr běžně používán ve zdravotnictví i ve všech domácnostech. Ovšem je všeobecně známo, že rtuť je nebezpečná jak pro životní prostředí, tak pro lidský organismus, roce 2007 tedy Evropský parlament přijal směrnici týkající se omezení distribuce a prodeje některých měřicích zařízení obsahující rtuť s účinností od 1. června 2009. Zdravotnická záchranná služba nyní používá teploměr tympanální.

### **1.5.4 Kapesní svítilna**

Kapesní svítilna slouží k neurologickému vyšetření přímé fotoreakce zornic na osvit. Fyziologickou odpovědí je zúžení zornic, neboli miosa.

Historie přenosného zdroje elektrického světla, spadá do roku 1898, kdy Joshua Lionel Cowen, majitel společnosti Eveready Battery Company, přišel s myšlenkou dekorativního osvětlení květníku. S nápadem se svěřil jednomu z prodejců ve své společnosti Conradu Hubertovi, který nápad zrealizoval. Později ho napadlo prodávat jen samotnou baterku s žárovkou a vypínačem a tak spatřila světlo světa první kapesní svítilna.

## 1.6 Historie přístrojů k invazivnímu podání léků

### 1.6.1 Intraoseální přístup

Drinker zjistil v roce 1922 že je bezpečné, spolehlivé a rychlé zavádění krystaloidů, koloidů, léků a výrobků z krve do systémového oběhu dutinou kostní dřeně, která poskytuje přístup do nekolabující žilní pleteně.

V roce 1942 Papper zjistil, že absorpční čas je u podání léků intravenózní a intraoseální cestou téměř totožný.

Během druhé světové války je široce využíváno intravenózního podání léků zdravotnickým personálem u pacientů s hemoragickým šokem. Po válce používání intraoseálního přístupu upadlo do zapomnění především díky rozvoji intravenózního podávání léků.

Znovuobjevení ontraoseálního přístupu je přičteno americkému pediatrovi Jamesi Orlouskému, který během epidemie cholery v Indii, použil intraoseální přístup jako alternativu nitrožilního dodání léků u dětí, u kterých byla intravenózní kanylace obtížná nebo nemožná.

V současné době je intaoseální přístup doporučován AHA (Americká kardiologická asociace), ERC (Evropskou radou pro resuscitaci) i ILCOR (Mezinárodní styčný výbor pro spolupráci v resuscitaci).

### 1.6.2 Lineární dávkovač

Psal se rok 1951, když první lineární dávkovač přivedla na svět ve spolupráci s Dr. Hessem společnost B. Braun. Ta se nejen kvůli tomuto počínu dodnes řadí k nejvyspělejším výrobcům infuzní techniky. Princip lineárního dávkovače byl znám již v průmyslovém odvětví a do zdravotnictví se postupně začal implementovat. Dávkovač měl nastavenou jednu konstantní rychlost a sloužil výhradně k podávání katecholaminů v intenzivní péči. Postupně přišel požadavek tímto způsobem podávat i další léky a vznikl přístroj druhé generace – Unita 12 – měl proto v roce 1959 již dvanáct rychlostí. V dalších letech se vývoj soustředil na bezpečnost pacienta. Práci zdravotnického personálu usnadnil systém alarmů a předalarmů, který signalizoval, že se blíží konec infuze. Sestry tak získaly čas pro přípravu další dávky léku. Infuzní

pumpy byly doplněny o detektory vzduchu v infuzních setech a u pacientů se snížil výskyt vzduchových embolií. Kapkové senzory zaregistrují konec infuze a tlaková čidla okluzi v infuzním setu. (8)

## **2. PŘÍSTROJE POUŽÍVANÉ V SOUČASNÉ DOBĚ ZDRAVOTNICKOU ZÁCHRANNOU SLUŽBOU PLZEŇ – MĚSTO**

### **2.1 Přístroje k zajištění a monitoraci dýchacích cest**

#### **2.1.1 Laryngoskop**

Laryngoskop je určen pro intubaci průdušnice při provádění resuscitačních zákroků, umělé ventilaci plic a obecné anestezii při přepravě pacienta do zdravotnického zařízení. K dispozici jsou dva druhy laryngoskopů: 1. pro dospělé a děti od 7 let, 2. pro novorozence a děti do 6 - 7 let.

Laryngoskop je přizpůsoben pro práci v podmínkách pohotovostní služby. Zapíná se automaticky při spojení uzávěru rukojeti s uzávěrem lžice a tím, čímž se dá lžice do pracovní polohy. Lžice jsou buď zahnuté podle Macintoshe používané u dospělých, nebo rovné podle Millera, které se používají hlavně u dětí. Univerzální lžice dovoluje intubovat dospělé i děti s různými anatomickými rozměry hlavy, obličeje a horních dýchacích cest. Laryngoskop je napájen 2 bateriemi 1,5 V typu LR 14, které jsou běžně dostupné. Je možné použít i akumulátory tohoto typu.

Zdravotnická záchranná služba má také možnost použití jednorázového umělohmotného laryngoskopu, který funguje na stejném principu jako laryngoskop kovový.

#### **2.1.2 Laryngoskop Airtraq**

Jedná se o jednorázový videolaryngoskop, který je určený pro obtížnou intubaci, nebo při nestandardních polohách pacienta. Vhodný v situaci kdy je při intubaci malý prostor, je-li pacient zaklíněný ve vaku vozu nebo má-li fixovanou krční páteř límcem.

Je to anatomicky tvarovaný laryngoskop se dvěma samostatnými kanály:

- optický kanál: obsahuje vysoce definiční optický systém.
- vedoucí kanál: zachycuje endotracheální rourku (ETR) a vede ji skrz hlasivky.

Má v sobě zabudovaný systém proti zamlžování a nízkoteplotní světlo.



Přípravný čas je nižší než 30 – 60 sekund.

Je možné jej použít s jakoukoliv standardní endotracheální rourkou (ETR).

Další použití AIRTRAQU:

- Dovoluje intubaci v jakékoliv pozici
- Jednoduché řešení pro vizuálně řízenou intubaci
- Efektivní pro rutinní a komplexní použití
- Použití v krizových situacích
- Imobilizace krční páteře
- Nasální intubace
- Zavedení fibroskopu nebo gastrokopu
- Intubace endotracheální rourkou s dvojitým lumenem
- Vizualizace hlasivek
- Vyjmutí cizích těles

Velikost:

Regular - vel. 3 - modrá - ETR 7,0 až 8,5 - 18 mm

Small - vel. 2 - zelená - ETR 6,0 až 7,5 - 16 mm (9)

### **2.1.3 AmbuMatic**

Resuscitátor / ventilátor Ambu Matic je pneumaticky řízený a poháněný cyklovaný časově objemový ventilátor určený pro automatickou ventilaci pacientů s tělesnou vahou větší než 15 kg (přibližně 3 roky věku). Po připojení na zdroj stlačeného kyslíku (2,7 - 6,5 bar) umožňuje pacientovi příjem 100% nebo 60% kyslíku. Jediným posuvným šoupátkem se nastavuje přijímaný objem a frekvence v souladu s normálně doporučenými hodnotami. (10)

Díky malým rozměrům se Ambu Matic bez problémů vejde do pohotovostní brašny.

Tidal volume/min. volume se nastavuje pomocí jednoduchého posuvu.

Frekvence je nastavena na 12 dechů/min. pro dospělé a 20 dechů/min pro děti.

Toto nastavení se dá jednoduše změnit pomocí tlačítka manuální ventilace.

Ambu Matic je poháněn 100% pneumaticky, jeho monitor je napájen baterií.

Monitor vydává zvukový signál (alarm) v následujících situacích:

- odpojení nebo netěsnost
- překročení maximálního nastaveného tlaku

- zablokování dýchacích cest
- závada v dodávce O<sub>2</sub>
- závada v cyklech
- zablokování dýchací hadice

Rozměry: 160x90x40 mm

Hmotnost: 615 g

#### **2.1.4 Oxylog 2000 Plus**

V terénu i v naléhavých případech jsou spolehlivost, odolný design a jednoduchá obsluha základními předpoklady úspěchu. U oxylogu máme na výběr nejen objemově řízené režimy, ale nabízí také režimy pro invazivní a neinvazivní ventilaci. K dispozici jsou režimy Podpora tlaku a Neinvazivní ventilace, které podporují pacienty s nedostatečným dýcháním a pomáhají předcházet intubaci. Na velkém displeji jsou jasně a viditelné informace o klinických hodnotách, tlaku vzduchu a nastavených parametrech, což dovoluje rychlé zhodnocení stavu pacienta během náročných situací. Díky jednoduchým ovládacím prvkům je možné začít pracovat do několika sekund po zapnutí přístroje. Je vytvořen z výjimečně odolných protinárazových materiálů a vnitřní baterie umožňuje až 4 hodiny autonomního provozu během přepravy.

Rozměry: 285 x 184 x 175 mm

Hmotnost: přibližně 5,4 kg (12)

#### **2.1.5 Pulzní oxymetr PM 60**

Je vhodný pro dospělé pacienty, děti i pro novorozence. Díky malým rozměrům, nízké váze a kompaktnímu gumovému pouzdru je vhodný pro použití v PNP. 2,4" LCD displej s vysokým rozlišením je snadno čitelný za slunce i tmy.

U přístroje lze nastavit dva nezávisle pracující módy: krátké měření a kontinuální monitoring včetně nastavení vizuálního a akustického alarmu pulsu a SpO<sub>2</sub>.

Baterie umožňuje až 36hodin kontinuálního provozu.

Pomocí portu lze data převádět bezdrátově do PC.

Základní údaje:

- kompaktní a lehký přístroj pro všeobecné použití

- přehledný LED displej
- měření saturace a tepové frekvence
- provoz na 3 ks AA baterie
- transportní gumový ochranný obal
- součástí je prstový senzor pro dospělé, 3ks baterie AA, gumový obal (13)

### **2.1.6 Pulzní oxymetr Nonin 9500 ONYX**

Je první prstový pulsní oxymetr vyrobený na světě. Svou velikostí je unikátní a zároveň nejmenším zástupcem prstových, přenosných pulzních oxymetrů. Je velice jednoduchý na obsluhu, při vsunutí prstu se sám zapne, po sejmutí z prstu se po 12 vteřinách automaticky vypne.

Je určen pro měření dospělých i dětských pacientů šířkou prstů 8-26 mm.

Rozměry: 3,3cm x 3,3cm x 5,7 cm

Hmotnost. 60 gramů i s bateriemi

### **2.1.7 Kapnometr EMMA**

Je první nejmenší kompaktní analyzátor respiračních plynů v reálném čase pro kontrolu zavedení intubace a monitorování CO<sub>2</sub> při urgentních transpotech, v neodkladné péči, v intenzivní péči a v ostatních klinických aplikacích

Kapnometr používá mainstream technologii, pomocí níž přesně monitoruje výdechovou koncentraci CO<sub>2</sub> a dechovou frekvenci.

Napájení ze dvou standardních baterií typu AAA, které poskytují až 8 hodin normálního provozu

Je mobilní a zajišťuje pohodlné používání a zvýšenou bezpečnost pro pacienta. Je vybaven alarmy pro apnoickou pauzu (No Breath Detected), odpojený adaptér (No Adapter) a nastavitelné horní a dolní limity pro alarm CO<sub>2</sub>. Dobře viditelný segmentový sloupec poskytuje zpětnou kontrolu koncentrace CO<sub>2</sub>, dechové aktivity a alarmových situací.

Má obustní, vodě odolnou konstrukci, pohlcující nárazy. Je snadno použitelný - jednoduché zapnutí napájení, připojení k endotracheální kanyli, respiračnímu vaku nebo k dýchacímu okruhu. Po připojení přístroj začne okamžitě měřit. Diagnostikuje CO<sub>2</sub> u pacientů, kteří začnou spontánně ventilovat. (14)

Rozměry: 52 x 39 x 39 mm

Hmotnost: 60g

### **2.1.8 Odsávačka Laerdal**

Je vodotěsná, lehká bateriová pomůcka, která se používá především k odsátí tekutin z dýchacích cest, ale má využití i při fixování vakuových dlah a matrací. Vnitřní baterie pracuje minimálně 30minut při plném výkonu odsávací jednotky. Baterie se automaticky dobíjí, když se LSU připojí k přívodu el. energie a přístroj se vypne - není zapotřebí žádná externí nabíječka. Má ochranu proti přetoku na opakovaně použitelné nádobě LSU. Znovu použitelná nádoba LSU je průsvitná 1000ml plastová sběrná nádoba.

Obslužný panel v přední části přístroje je vybaven kombinovaným přepínačem ON/OFF a voličem vakua.

Indikátory - LED diody pro stupeň vakua, stav baterie, zapnuto, externí zdroj napětí a režim závad.

Váží méně než 4kg.

## **2.2 Přístroje k zajištění a monitoraci krevního oběhu**

### **2.2.1 Corpuls 3**

Je velice sofistikovaný přístroj, který je určen po měření a kontrolu životních funkcí s možností bifázické defibrilace, kardioverze nebo stimulace srdce nejen v přednemocniční neodkladné péči. Systém je možno rozdělit na tři samostatné moduly – monitorovací jednotku, patientský modul a defibrilátor/kardiostimulátor. Každý modul má vlastní bateriové napájení a je pak schopen pracovat samostatně pomocí rádiových vln. Jestliže se vybité baterie v jenom z modulů, můžeme moduly zase spojit dohromady, pak začne vybitý modul využívat napětí z ostatních dvou modulů.

Corpuls 3 má také možnost monitorovat dvanáctisvodové EKG, saturaci kyslíku, kapnometrii, tělesnou teplotu a velkou výhodou je monitorace jak neinvazivního, tak invazivního krevního tlaku.

Defibrilátor disponuje dvěma provozními módy: AED nebo manuální defibrilátor.

Během AED módu je uživatel podporován automatickou EKG analýzou a hlasovými pokyny. Podání defibrinačního výboje je provedeno uživatelem.

Během manuálního defibrinačního módu má uživatel plnou automatickou a rozhodovací svobodu. Defibrilace se provádí deskovými elektrodami, tzv. pádly nebo pomocí jednorázových nalepovacích elektrod.

Pro defibrilaci dětí se používají nástavce na pádla pro dospělé a přitom dochází k redukci energie v poměru 10:1, tzn. že jestliže je například zvolena energie 200J, je dodán výboj o energii 20J.

Na přístroj můžeme nastavit alarmy, které upozorňují na aktuální změny stavu pacienta. Zabudovaná tiskárna umožňuje tisk veškerých naměřených parametrů a do interní paměti můžeme ukládat události pro možnost další archivace a zpracování. Všechny tyto uložené hodnoty pak můžeme přenést do počítače.

Přístroj je napájen 12V baterií s možností připojení do 220V zásuvky, čímž se zároveň i nabíjí. Provozní doba nabité baterie je 7-10 hodin a přístroj je schopen podat až 200 výbojů o maximální velikosti 200J.

Rozměry a váha: V x Š x H / kg

Monitorovací jednotka: 29,5 x 30,5 x 12 cm / 2,7kg

Pacientský modul: 13,5 x 26, 5 x 12 cm / 1,3kg

Defibrilátor/kardiostimulátor: 29 x 30 x 19 cm / 3,4kg bez pádel

Kompaktní přístroj: 36 x 30,5 x 23 cm / 7,0kg (základní konfigurace)

### **2.2.2 LUCAS 2™**

Přední světový výrobce defibrilačních technologií přichází s řešením, které zajistí účinnou masáž hrudníku kvalitní cirkulaci krve při zástavě oběhu. Masážní systém LUCAS je navržený pro provádění zevní masáže hrudníku dospělých pacientů, a nalezne uplatnění jak v systému přednemocniční péče, tak v nemocnicích samotných.

Nové směrnice American Heart Association (AHA) a Evropské rady pro resuscitaci (ERC) pro kardiopulmonální resuscitaci (CPR) kladou pro případy náhlé zástavy oběhu důraz na podporu cirkulace krve, která podstatně zlepší výsledek zákroku. Provádění manuální masáže hrudníku je velice obtížné a kvalita tohoto úkonu se u různých ošetřujících osob liší a v průběhu úkonu se zhoršuje. Systém LUCAS je

navržen tak, aby ošetřujícím osobám pomohl překonat obtíže, se kterými se obvykle setkávají.

Systém LUCAS provádí vytrvalou, kvalitní masáž bez prodlev či přerušení, s parametry, které odpovídají příslušným směrnicím. Podporuje krevní oběh, čímž usnadňuje dodávku kyslíku do životně důležitých orgánů, například do srdce a mozku. Při pokusu o resuscitaci pacienta, kterého postihla zástava srdce, rozhoduje o pozitivním výsledku zákroku čas. Systém LUCAS lze využít přímo na místě, při převozu v sanitce či v celém areálu nemocnice. Přerušení kompresí hrudníku je minimalizováno, což □ napomáhá udržet cirkulaci krve. Systém LUCAS zefektivňuje organizaci záchranné akce a zastane práci jednoho člena týmu, který je tak schopen soustředit se na další životně důležité úkony.

LUCAS je snadno použitelný systém, který provádí masáž hrudníku u všech pacientů stejným způsobem a stejně efektivně. Redukuje tím vliv vnějších okolností, jakými jsou např. přepravní podmínky, únava a míra zkušenosti záchranáře, jež mohou omezit účinnost resuscitačních úkonů. Systém LUCAS pomáhá minimalizovat pauzy během KPR. Vykoná 100 stlačení za minutu s hloubkou komprese 5 cm. Umožňuje úplné uvolnění hrudní stěny po každé kompresi a funguje v 50% pracovním režimu, čímž zajišťuje rovnoměrnou dobu jak pro stlačení, tak pro uvolnění hrudní stěny. Lékař tedy může podávat léky, provádět defibrilaci či ventilaci. Výsledky defibrilace jsou lepší v případě, že je mezi stlačeními hrudi elektrickým výbojem minimální časová prodleva. Jestliže masáž provádí namísto záchranáře systém LUCAS, jsou minimalizovány jakékoli prodlevy mezi stlačeními hrudi a defibrilačním zákrokem.

Systém LUCAS tedy umožňuje přepravu pacienta do nemocnice a v rámci další léčby umožňuje i přepravu v areálu nemocnice a to bez přerušení kompresí zajišťujících cirkulaci krve. (15)

### **2.2.3 AutoPulse**

Je neinvazivní srdeční podpurné čerpadlo, které lze připravit v několika vteřinách a poskytovat automatizované srdeční komprese a konstantní rychlostí a hloubkou během KPR. Nabízí účinnou metodu vytváření komprese hrudníku během KPR. Skládá se ze samostatné integrované desky, která obsahuje mikroprocesorem kontrolovaný řídicí systém, elektromechanického hnacího systému, uživatelského ovládacího panelu a pásu,

který obepíná hrudník pacienta. Délka hrudního pásu je kalibrována po zapnutí přístroje automaticky dle velikosti hrudníku pacienta.

Mikroprocesor je naprogramován na poskytování komprese 20 % předozadního rozměru hrudníku pacienta, přičemž směr komprese je směrem k mediastinu.

Frekvence kompresí je  $80 \pm 5$ /min. Je možné si navolit režim nepřetržitých kompresí, anebo v poměru 30:2, kdy přístroj vytvoří dvě pauzy o délce 1,5 s.

Systém je poháněný akumulátorem, který nemá možnost dobíjení na místě zásahu z rozvodu elektrické energie. Přístroj je 83 cm dlouhý, 46 cm široký a 8 cm vysoký. Jeho váha činí 10 kg bez akumulátoru. Umožňuje resuscitovat pacienty do hmotnosti 136 kg s obvodem hrudníku 76-130 cm. Přístroj byl vytvořen firmou Revivant Corporation a od roku 2003 je distribuován firmou ZOLL (USA). (7)

## **2.3 Další přístroje k monitoraci pacienta**

### **2.3.1 Glukometr**

Glukometr Contours TS je malý, jednoduchý přístroj určený k měření hladiny glykémie v krvi. Tento glukometr zjednodušuje měření glykémie tím, že narozdíl od drtivé většiny glukometrů. Není potřeba opisovat kód obalu z testovacích proužků, je totiž vybaven tzv. No Coding technologií, tedy možností měření hned po prvním vložení testovacího proužku. Přístroj změří hladinu glykémie do osmi vteřin s přesností na jedno desetinné místo. Ke správnému změření je potřeba 0,6 ul krve. Do interní paměti je možno uložit až 250 výsledků, které můžeme přenést do počítače. Na displeji se po zapnutí zobrazuje datum a čas, po nanesení krve se zobrazí hladina glykémie v rozsahu 0,5-33,3 mmol/l.

### **2.3.2 Tympanální teploměr**

Digitální tympanální teploměr měří pomocí infračerveného senzoru. V současné době je to nejpřesnější a nejrychlejší způsob měření tělesné teploty. Na měřicí senzor se nasazuje jednorázová krytka a zavádí se co nejbližší k ušnímu bubínku. Změření teploty trvá méně než pět vteřin a je o 0,5 °C vyšší než v axile nebo na kůži, protože teplota je ovlivňována tělesným jádrem v blízkosti hypotalamu.

Rozsah teploty udává v rozmezí 34 - 42.2 °C.

### 2.3.3 Měřič laktátu Lactate Scout

Laktát (anion kyseliny mléčné) vzniká v červených krvinkách, kosterních svalech, mozku, kůži, střevě a v dalších tkáních organismu při spalování cukrů za nepřítomnosti kyslíku. Za normálních okolností je vznikající laktát zcela zužitkován játry a ledvinami. K jeho hromadění dochází při nedostatku kyslíku ve tkáních. Laktát je tedy ukazatelem stavu okysličení tkání.

Nadměrná tvorba laktátu, kterou nestačí játra odbourat, způsobuje okyselení vnitřního prostředí organismu (laktátovou acidózu).

Laktát se z organismu odstraňuje odplavením krví do jater, kde se použije pro tvorbu glukózy a doplnění zásob glykogenu (zásobní cukr), nebo se odbourá za vzniku energie. Menší část laktátu je využita ledvinami (pro tvorbu glukózy, či je vyloučen močí), zbytek metabolizuje srdeční sval a další orgány.

Hladina laktátu v krvi je dána poměrem mezi jeho tvorbou (především ve svalech a červených krvinkách) a jeho metabolizací v játrech. Jeho nahromadění ve svalech způsobuje svalovou únavu. (18)

Fyziologická hodnota laktátu v žilní krvi se pohybuje v rozmezí od 0.5 mmol/l do 2 mmol/l.

Novinkou v přednemocniční neodkladné péči je měření sérového laktátu. Jako první v ČR tento projekt zahájila zdravotnická záchranná služba Plzeňského kraje. Zjištění hladiny sérového laktátu významně přispívá ke snížení mortality závažně nemocných s oběhovým šokem.

Oběhový šok je jedním z nejdramatičtějších stavů, se kterým se setkáváme v přednemocniční neodkladné péči. Šok je syndrom charakterizovaný systémovou poruchou tkáňové perfúze, vedoucí ke generalizované buněčné hypoxii a orgánové dysfunkci (šok reverzibilní) či selhání (šok ireverzibilní). Metabolická acidóza, při progresi šoku je vždy provázena vzestupem hladiny laktátu, patří k pěti hlavním rysům šokového stavu spolu s hypotenzí, studenou a vlhkou kůží, oligurií a změnou mentálního stavu. Laktát je obecně považován za produkt anaerobní glykolýzy způsobený tkáňovou hypoxií a hypoperfúzí, a laktátová acidóza za alarmující biochemický příznak asociovaný se zvýšenou mortalitou.

Přístroj pro měření sérového laktátu v přednemocniční neodkladné péči je malý bateriový, snadno ovladatelný Lactate Scout. Měří v rozmezí 0,5 – 25 mmol/l.



Pro změření hodnoty sérového laktátu je potřeba 0,5 µl krve, výsledek přístroj zobrazí během patnácti vteřin. Pro měření se používá jednorázový testovací proužek zakonřený pipetkou, podobně jako u běžně používaných glukometrů. (19)

#### **2.3.4 Kapesní svítilna**

V každém voze zdravotnické záchranné služby je dostupný přenosný reflektor pro použití v terénu, náhlavní světlo, které je používáno v nepříznivých podmínkách při práci v terénu a téměř všichni záchranáři jsou vybaveni osobní diagnostickou svítilnou pro kontrolu fotoreakce zornic.

### **2.4 Přístroje k invazivnímu podání léků**

#### **2.4.1 Intraoseální vrtačka EZ-IO G3**

Náročný přístup do cévního řečiště je popisovaný problém u 5-10 % všech pacientů v přednemocniční a nemocniční péči. Od vypuknutí nemoci nebo počátečního zranění přes transport pacienta a léčbu na oddělení urgentního příjmu je vaskulární přístup nezbytný pro přežití pacientů. U pacientů trpících takovými stavy, jako je šok, srdeční zástava, intoxikace, hypovolémie, dehydratace, diabetické kóma, selhání činnosti ledvin a změněné stavy vědomí, může být nemožné zajistit vstup do cévního řečiště. V nemocnici byl přístup centrálním žilním katétrem primární alternativou k nezdárnému intravenóznímu přístupu, ovšem jeho zajištění trvá déle, je finančně nákladné a přináší vyšší riziko komplikací.

Zavedení CŽK (Centrální žilní katetr) vyžaduje přítomnost lékaře. Intraoseální prostor funguje jako nekolabující žíla s jakoukoliv tekutinou nebo lékem dosahujícím centrální cirkulace během několika vteřin, s minimálním nepohodlím pro pacienta. Stále více se při péči v kritických situacích lékaři a sestry obracejí k intraoseálnímu (IO) vstupu jako první alternativě k intravenózní spíše než k centrálním žilním katétrům. V prostředí přednemocniční neodkladné péče zdravotníci zjišťují, že IO je rychlý, bezpečný a efektivní žilní přístup.

Vyvinutý pro pacienty všech věkových kategorií a hmotností, je k dispozici se třemi velikostmi jehel

- 3-39 kg
- 40 kg a více
- třetí pro obézní pacienty

Vytváří bezpečný a stabilní přístup (port) intraoseálního řečiště.

Podávané tekutiny a léky dosáhnou centrálního vaskulárního systému během několika vteřin.

Vyšší rychlost, kontrola, bezpečnost a účinnost vyplývají z jedinečného technického řešení, díky němuž se systém stal nejlepším produktem na dnešním trhu.

EZ-IO infuzní systém je hodnotným doplňkem lékařské technologie určené k záchraně života, který je nyní k dispozici záchranným službám, nemocnicím, oddělením urgentního příjmu a ostatním místům, kde se vyžaduje okamžitý žilní přístup.

Mezinárodní směrnice pro resuscitaci

- Nyní doporučuje IO přístup jako první alternativu k intravenóznímu u dospělých pacientů trpících srdeční zástavou
- Prohlašují IO přístup za bezpečný a efektivní způsob pro zpřístupnění centrálního vaskulárního systému
- Uvádějí, že IO přístup je nyní standardem péče pro pacienty trpící srdeční zástavou
- Podporují teorii, že IO přístup je podobný přístupu centrálním žilním katétrem a nese s sebou méně rizik spojených s komplikacemi.

Shrnutí směrnic AHA pro zřízení vaskulárního přístupu u pacientů při srdeční zástavě:

1. Zajistit přístup intravenózní nebo IO pro podávání léku při srdeční zástavě.
2. Centrální žilní katétry nejsou u většiny pokusů KPR zapotřebí.
3. Zavedení IO kanyly u dospělých zajišťuje žilní přístup na úrovni centrálního vstupu.
4. Podle studií uváděných ve směrnících je přístup IO u dospělých bezpečný a účinný.
5. V případě potíží s okamžitým zavedením intravenózní kanyly je nutno zavést IO.

Indikace pro použití: Porucha úrovně vědomí, arytmie, popáleniny, srdeční zástava (NZO), dehydratace, kraniotraumata, hypovolemie a hypotenze, zástava dechu, záchvaty křečí, šokové stavy, traumatická poranění, polytraumata a ostatní medicínské stavy, kdy je požadován okamžitý žilní přístup, ale standardní intravenózní přístup je obtížný, nebo nemožný.

Kontraindikace pro použití:

- Zlomenina (tekutiny mohou uniknout do okolní podkožní tkáně)
- Předcházející ortopedické procedury blízko místa zavedení
- Infekce v místě zavedení

- Neschopnost lokalizovat orientační body nebo přílišná obezita v místě zavedení (16)

### 2.4.2 Perfusor Compact

V přednemocniční neodkladné péči v Plzni je nyní používán lineární dávkovač Perfusor Compact, který umožňuje využít rychlost dávkování již od 0,1 ml/hod. Nejvyšší rychlost je 99,9 ml/hod. Během podávání lineárním dávkovačem můžeme využít bolusové dávky až do rychlosti 800 ml/hod. Různé zvukové alarmy předcházejí možným rizikům při podávání infúze, jako je například konec dávky, prázdná stříkačka, vybití baterie, okluze v systému, přetlak pístu stříkačky, nesprávně nasazená stříkačka. Perfusor Compact váží přibližně 1,5 kg a je možno připnout na sebe až 3 lineární dávkovače a tak s nimi manipulovat najednou.

- přístroj odolný defibrilaci
- předvolba objemu: do 999,9 ml v krocích po 0,1 ml
- napětí: 230/110 V, 50/60 Hz
- typ baterie: 4 x 1,5 V alkalické manganové
- bateriový provoz: > 80 h při dávkování < 10 ml/h
- akumulátorový provoz: >10 h při < 10 ml/h
- nabíjecí čas akumulátoru: 16 h

Rozměry: 190 x 100 x 120 mm

Hmotnost: přibližně 1,5 kg (17)

## DISKUSE

Historie první pomoci sahá až do starověkého Egypta, ale vývoj přístrojů sloužících jako velký pomocník v diagnostice a léčbě nemocí, na které člověk sám nestačí, začal až s tzv. průmyslovou revolucí. Během průmyslové revoluce v 18. a 19. století bylo vyvinuto mnoho přístrojů v oblasti zdravotnické techniky a je zřejmé, že pokrok jde opravdu rychlým tempem dopředu, což má za následek stále novější trendy. Se zdokonalující se technikou se zdokonaluje i péče o pacienta a kvalita života nemocných. Každým rokem přístroje přibývají. Mezi ty nejnovější je určitě zařazena intraoseální vrtačka, která slouží ke snadnějšímu přístupu do cévního řečiště. Teprve rok se na ZZS Plzeňského kraje používá tzv. laktátmetr, tedy přístroj určený k měření sérového laktátu. Zhruba půl roku je používán ventilátor Oxylog 2000 Plus s možností neinvazivní ventilace, čímž v některých případech odpadá nutnost endotracheální intubace. Tento ventilátor je schopen zajistit umělou plicní ventilaci u malých dětí, ovšem největší novinkou je Oxylog 3000, který je určen i pro UPV novorozenců. Tento přístroj ještě není uveden do provozu, neboť musí teprve proběhnout školení záchranářů, které je velice důležité k dokonalému porozumění přístroji a pro použití v praxi.

## ZÁVĚR

Většina přístrojů, které jsou dnes běžně používány na zdravotnických záchranných službách, byly vyvinuty mezi 18. a 19. stoletím. Na jejich vývoji se podílelo mnoho vědců z různých států. Během technicko-vědecké revoluce přicházely nové výrobní postupy, využití nových materiálů a nové zdroje energie. Přístroje k monitoraci a diagnostice ve zdravotnictví jsou stále dokonalejší, lehčí, jednodušší a výkonnější. K tomu, abychom mohli efektivně léčit a diagnostikovat nemoci raněných a nemocných, jsou v dnešní době přístroje velice důležité, ale každá metoda má své limity a je velice důležité myslet na to, že přístroje nejsou cíl, ale prostředek. V PNP jsou nepříznivé podmínky pro technické monitorování, mezi nejčastější patří hluk, vibrace, špatné světelné podmínky a jiné artefakty, které mohou nepříznivě ovlivnit vyhodnocované výsledky. Je proto velice důležité mít napaměti, že nelčíme „čísla“, ale pacienta.

## POUŽITÁ LITERATURA

1. Málek J., Dvořák A., Knor J. a kol. *První pomoc* [online]. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze, rok 2010 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z : <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:QxMbcOIqz7oJ:www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/anesteziologie/journal/galerie-download/prvni-pomoc.pdf+&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEESj1Oi1aqvuk1WEe3i889eT2a0Q9EPBhCiiCvp4e9Nwdrg4qlp-4ImvqTJWhYCzloGXUJCmqWAAKAd6jrIORLlgIS4Q1BdyUw6OSiB96cUQVNU-7jGh8Gi1QHhEoR4a6-ZXOsh7&sig=AHIEtbQrgiESG3fpC8Q7MXbmQU0Vx2tJNw >>
2. Dvořáček, David: Historie zdravotnické záchranné služby v ČR. [online]. Zdravotnické noviny, poslední revize 8.5.2010. [cit.2012-1-20]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/sestra/historie-zdravotnicke-zachranne-sluzby-v-cr-451490?category=z-domova >>
3. Kasal Eduard et. Al., *Základy anesteziologie, resuscitace, neodkladné medicíny a intenzivní péče*, str. 120, Praha 2004, ISBN 80-246-0556-2
4. Mičudová, Eva: *Poskytování umělé plicní ventilace v domácím prostředí*, [online]. Bakalářská práce, rok 2006, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/5299/If\\_b/Bakalarka\\_II..txt>](http://is.muni.cz/th/5299/If_b/Bakalarka_II..txt>)
5. Dolejšová Markéta: *Zdravotnická technika v práci sestry na standardním oddělení*, [online]. Bakalářská práce, rok 2011, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta [cit.2012-02-15]. Dostupné z: [http://theses.cz/id/tqu09g/BP-Markta\\_Dolejov.pdf>](http://theses.cz/id/tqu09g/BP-Markta_Dolejov.pdf>)
6. Bábková, Dana: *Elektrokardiografie (registrace srdečních potenciálů) a další příbuzné nebo odvozené vyšetřovací metody*, [online]. Diplomová práce, rok 2007, Masarykova univerzita, pedagogická fakulta [cit.2012-01-06]. Dostupné z [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:yZSMYnslgfIJ:https://is.muni.cz/th/77550/pdf\\_m/diplomka.pdf+&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEESgOu62fVi6kM4yNy\\_n42Kx5zyRWUhb5zJSHKWLCNk8QLPV4ilBgQFJ6qrIDOJFgGX8lwK3ITy66LkS-fZQ\\_DDciiWMJ4GfpAsxPRLn8NKeEU6qyPzw4VDYoc0jpm1SogxVi8Vb&sig=AHIEtbSxRvdFNgr47zl\\_HqPxLwA\\_xc3zAg>](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:yZSMYnslgfIJ:https://is.muni.cz/th/77550/pdf_m/diplomka.pdf+&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEESgOu62fVi6kM4yNy_n42Kx5zyRWUhb5zJSHKWLCNk8QLPV4ilBgQFJ6qrIDOJFgGX8lwK3ITy66LkS-fZQ_DDciiWMJ4GfpAsxPRLn8NKeEU6qyPzw4VDYoc0jpm1SogxVi8Vb&sig=AHIEtbSxRvdFNgr47zl_HqPxLwA_xc3zAg>)

7. Nikodým Martin, *Mechanizovaná nepřímá srdeční masáž*, [online]. Bakalářská práce, rok 2011, Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií, [cit.2012-01-21]. Dostupné z:  
<[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:eQGHoTLwTuUJ:dspace.upce.cz/bitstream/10195/39739/1/NikodymM\\_MechanizovanaNeprima\\_MH\\_2011.pdf+&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEEsJ0nUuwbf29VQpNNxccFEbPPxdG\\_0Ndyv5T\\_oKHrc7REmxyLGX2SmjpliEUXRPCOgpJg\\_00cBjIX2q328bW0AdhcqOR3Q3Csv\\_k-sn\\_DTChj9AgZQwmufKUmFyNb2O2p1e7FX0p&sig=AHIEtbTicuO7V0yud\\_9EYJt35kZbTGJB3g](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:eQGHoTLwTuUJ:dspace.upce.cz/bitstream/10195/39739/1/NikodymM_MechanizovanaNeprima_MH_2011.pdf+&hl=cs&gl=cz&pid=bl&srcid=ADGEEsJ0nUuwbf29VQpNNxccFEbPPxdG_0Ndyv5T_oKHrc7REmxyLGX2SmjpliEUXRPCOgpJg_00cBjIX2q328bW0AdhcqOR3Q3Csv_k-sn_DTChj9AgZQwmufKUmFyNb2O2p1e7FX0p&sig=AHIEtbTicuO7V0yud_9EYJt35kZbTGJB3g)>
8. Kocourková Lucie: *Infúzní technika slaví 60 let!*, [online]., poslední revize 12.10.2011., [cit.2012-01-21]. Dostupné z  
<<http://braunoviny.bbraun.cz/clanky/infuzni-technika-slavi-60.-vyroci/>>
9. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Airtraq – videolaryngoskop, [cit. 2011-12-15]., poslední revize 2008. Dostupné z:<<http://www.shopamedik.cz/intubace/airtraq-videolaryngoskop%5BI0010%5D?ItemIdx=3>>
10. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Ambu<sup>®</sup> Matic, [cit. 2011-12-16]., poslední revize 2010. Dostupné z:  
<<http://www.mediset.cz/ambu/amburesuscitatory.htm>>
11. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Ambu<sup>®</sup> Matic, [cit. 2011-12-16]., poslední revize 2007. Dostupné z:  
<<http://www.bicels.cz/ambumatic>>
12. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Oxylog 2000 plus, [cit. 2012-2-27]., poslední revize 2012. Dostupné z:  
<[http://www.draeger.com/CZ/cs/products/medical\\_ventilation/emergency\\_ventilation/rsp\\_Oxylog\\_2000\\_plus.jsp](http://www.draeger.com/CZ/cs/products/medical_ventilation/emergency_ventilation/rsp_Oxylog_2000_plus.jsp)>
13. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Pulsní Oxymetr PM 60, [cit. 2011-12-16]., poslední revize 2008. Dostupné z:  
<<http://www.shopamedik.cz/oxymetry/pulsnioxymetrpm60%5B00006%5D?ItemIdx=0>>
14. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Kapnometr EMMA s alarmem (mmHg), [cit. 2011-12-16]., poslední revize 2008. Dostupné z:

- <<http://www.shopamedik.cz/resuscitace/kapnometremmasalarmemmmhg%5BKAP001%5D?ItemIdx=0>>
15. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., LUCAS, [cit. 2012-3-15]., poslední revize 2007. Dostupné z: <[http://www.physio-control.cz/data/articles/down\\_61.pdf](http://www.physio-control.cz/data/articles/down_61.pdf)>
  16. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Intraoseální bateriová vrtačka EZ-IO G3, [cit. 2012-3-15]., poslední revize 2008. Dostupné z: <<http://www.shopamedik.cz/intraosealnipristup/ez-io/intraosealnibateriovavrtackaez-iog3%5BEZIO002%5D?ItemIdx=2>>
  17. Internetový obchod se zdravotnickým materiálem, [online]., Injekční dávkovač Perfusor Compact B.Braun, [cit. 2012-2-10]., poslední revize 2007. Dostupné z: <<http://www.bicels.cz/akce-2008-08>>
  18. Kotačková, Lenka: *Laktát*, [online]. Top lékař. [cit. 2012-3-3]., poslední revize 2012. Dostupné z: <<http://www.toplekar.cz/laboratorni-hodnoty/laktat.html>>
  19. Hübner, Lukáš: *Přístrojová technika a její použití v přednemocniční neodkladné péči*, Absolventská práce, rok 2011, Vyšší odborná škola Dr. Ilony Mauritzové, s.r.o. Ledecká 35, Plzeň, [cit. 2012-1-23]., str. 33-34.



## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Příloha č. 1 Laryngoskop kovový

Příloha č. 2 Videolaryngoskop Airtraq

Příloha č. 3 Plicní ventilátor AmbuMatic

Příloha č. 4 Ventilátor Oxylog 2000 Plus

Příloha č. 5 Pulzní oxymetr PM 60

Příloha č. 6 Kapnometr EMMA

Příloha č. 7 Odsávačka Laerdal

Příloha č. 8 Corpuls 3

Příloha č. 9 LUCAS 2

Příloha č. 10 Tonometr

Příloha č. 11 Glukometr Contours TS

Příloha č. 12 Tympanální teploměr

Příloha č. 13 Měřič laktátu LactateScout

Příloha č. 14 Kapesní svítilny

Příloha č. 15 Intraoseální vrtačka EZ-IO G3

Příloha č. 16 Lineární dávkovač Perfusor Compact

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- AED – automatický externí defibrilátor
- AHA - Americká kardiologická asociace
- ARO - anesteziologicko resuscitační oddělení
- c.k. - císařsko-královský
- CŽK - Centrální žilní katetr
- ČSČK – Československý červený kříž
- ČSFR - Česká a Slovenská Federativní Republika
- EKG – elektrokardiograf
- ERC - Evropská rada pro resuscitaci
- ETCO<sub>2</sub> - end-tidal carbon dioxide - koncentrace oxidu uhličitého na konci výdechu
- ETR – endotracheální rourka
- ILCOR - Mezinárodní styčný výbor pro spolupráci v resuscitaci
- IO – intraoseální vstup
- KPR – kardiopulmonální resuscitace
- LED - dioda emitující světlo
- LSPP – lékařská služba první pomoci
- LUCAS Lund University Cardiopulmonary Assist System
- MZ ČR - Ministerstvo zdravotnictví České republiky
- OSZS – okresní střediska záchranné služby
- PNP – přednemocniční neodkladná péče
- RLP – rychlá lékařská pomoc
- SpO<sub>2</sub> – nasycení krve kyslíkem
- UPV – umělá plicní ventilace
- ÚSZS – územní středisko záchranné služby
- ZZS – zdravotnická záchranná služba

## PŘÍLOHY



Příloha č 1. Laryngoskop kovový (vlastní zdroj)



Příloha č 2. Videolaryngoskop Airtraq (vlastní zdroj)



Příloha č. 3 Plicní ventilátor AmbuMatic



Příloha č. 4 Ventilátor Oxylog 2000 Plus (vlastní zdroj)



Příloha č. 5 Pulzní oxymetr PM 60 (vlastní zdroj)



Příloha č. 6 Kapnometr EMMA (vlastní zdroj)



Příloha č. 7 Odsávačka Laerdal (vlastní zdroj)



Příloha č. 8 Corpuls 3 (vlastní zdroj)



Příloha č. 9 LUCAS 2 (vlastní zdroj)



Příloha č. 10 Tonometr (vlastní zdroj)



Příloha č. 11 Glukometr Contours TS (vlastní zdroj)



Příloha č. 12 Tympanální teploměr (vlastní zdroj)



Příloha č. 13 Měřič laktátu LactateScout (vlastní zdroj)



Příloha č. 14 Kapesní svítilny (vlastní zdroj)



Příloha č. 15 Intraoseální vrtačka EZ-IO G3 (vlastní zdroj)



Příloha č. 16 Lineární dávkovač Perfusor Compact