

Jitka Zemanová, Roman Gřegoř, Petr Matouch, Vlasta Vařeková

Technika v přednemocniční neodkladné péči v kostce



Věnováno MUDr. Jiřímu Dostálovi (1931–1993), dlouholetému primáři ARO Městské nemocnice v Ostravě, který díky své odborné zdatnosti, nadhledu, velkorysosti a demokratičnosti dokázal vytvořit fungující mezioborové týmy.

Jitka Zemanová, Roman Gřegoř, Petr Matouch, Vlasta Vařeková

Technika v přednemocniční neodkladné péči v kostce

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Technika v přednemocniční neodkladné péči v kostce

Autoři:

MUDr. Jitka Zemanová

MUDr. Roman Gřegoř, MBA

PhDr. Ing. Petr Matouch, Ph.D.

Mgr. Vlasta Vařeková

Recenze:

PhDr. Petr Jaško, MBA

MUDr. Martin Mucha

© Grada Publishing, a.s., 2023

Cover Photo © shutterstock.com, 2023

Obrázky dodali autoři. Obr. 2.4 se souhlasem Electric Medical Services s.r.o., obr. 3.1, 3.2, 4.2, 5.1a, b, 5.2, 5.3, 5.6 a P3 se souhlasem LF OU Jiří Ondřejka, obr. 4.1 se souhlasem B. Braun, obr. P4 Marta Špiříková.

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 8598. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Viola Těšínská

Sazba a zlom Jaroslav Kolman

Počet stran 120 + 4 strany barevné přílohy

1. vydání, Praha 2023

Vytiskla TISKÁRNA V RÁJI, s.r.o., Pardubice

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplyvají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-4990-7 (ePub)

ISBN 978-80-247-4989-1 (pdf)

ISBN 978-80-271-2835-8 (print)

Obsah

Přehled použitých zkratk a chemických vzorců	7
Úvod	12
1 Přenos dat v přednemocniční neodkladné péči	13
1.1 Radiokomunikace s operačním střediskem a složkami IZS	13
1.2 Telemetrický přenos dat	21
1.3 Navigační systémy	24
1.4 Elektronická zdravotnická dokumentace	28
2 Monitorování v přednemocniční neodkladné péči	32
2.1 Monitorování kardiovaskulárního systému	34
2.2 Monitorování respiračního systému	40
2.3 POCT laboratorní metody	43
2.4 Zobrazovací metody v přednemocniční neodkladné péči	47
3 Umělá plicní ventilace	51
3.1 Pomůcky k zajištění průchodnosti dýchacích cest	51
3.2 Medicinální plyny	58
3.3 Ruční dýchací vak	61
3.4 Transportní ventilační technika	62
4 Ostatní přístrojové vybavení	67
4.1 Lineární dávkovače	67
4.2 Odsávačky	68
4.3 Mechanické resuscitační přístroje	69
4.4 Detektory oxidu uhelnatého	72
4.5 Implantované patientské přístroje a systémy	72
4.5.1 Dlouhodobé intravenózní vstupy	72
4.5.2 Inzulinové pumpy a senzory	75
4.5.3 Implantabilní srdeční elektronické přístroje	76
4.5.4 Hluboká mozková stimulace	77
4.5.5 Analgetické systémy	78

5	Transportní a fixační prostředky	80
5.1	Transportní prostředky	80
5.2	Fixační prostředky	85
5.3	Pomůcky na vyprošťování	89
5.4	Transport patologických novorozenců	90
5.4.1	Požadavky na transportní prostředky	91
5.4.2	Požadavky na přístrojovou techniku a další vybavení	92
5.4.3	Příprava, transport a předání novorozence	93
5.5	Transport pacienta na ECMO	95
5.6	Transport bariatrického pacienta	96
6	Bezpečnostní procesy	99
6.1	Osobní ochranné pracovní prostředky	100
6.2	Dezinfekce	103
6.3	Pracovní úraz	106
6.4	Dopravní nehoda vozidla zdravotnické záchranné služby	107
6.5	Silniční přeprava nebezpečných věcí	108
6.6	Vliv transportu na organismus	110
	Použité a další doporučené zdroje	115
	Související legislativa	117
	Rejstřík	119

Přehled použitých zkratk a chemických vzorců

ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route)
AML	lokalizace pomocí mobilního telefonu (advanced mobile location)
AQL	limit přijatelné kvality (acceptable quality limit)
ARDS	syndrom akutní respirační tísně (acute respiratory distress syndrome)
ASB	prohlubovaná spontánní ventilace (assisted spontaneous breathing)
BiPAP	bifázická ventilace přetlakem (bilevel positive airway pressure)
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BVM	bag valve mask
Ca	vápník (calcium)
CCSV	ventilace synchronizovaná s kompresemi hrudníku (chest compression synchronized ventilation)
CE	evropská shoda (conformité européenne)
CGM	systém kontinuálního monitorování glukózy (continuous glucose monitoring)
Cl	chlór (chlorum)
CNS	centrální nervový systém
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
CPAP	ventilace s kontinuálním přetlakem v dýchacích cestách (continuous positive airway pressure)
CRT	kapilární návrat (capillary refill time)
CT	výpočetní tomografie (computed tomography)
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
dB	decibel
DBS	hluboká mozková stimulace (deep brain stimulation)

DC	dýchací cesty
DF	dechová frekvence
DMR	standard pro profesionální digitální radiostanice (digital mobile radio)
ECMO	mimotělní membránová oxygenace (extracorporeal membrane oxygenation)
EKG	elektrokardiografie
EN	harmonizovaná evropská norma
EtCO ₂	koncentrace CO ₂ na konci výdechu (end-tidal CO ₂)
ETSI	Evropský ústav pro telekomunikační normy (European Telecommunications Standards Institute)
EU	Evropská unie
EZD	elektronická zdravotnická dokumentace
FBSS	syndrom neúspěšné operace zad (failed back surgery syndrome)
FFP	filtrační obličejová maska (filtering facepiece)
FiO ₂	inspirační frakce kyslíku
Fr	French
ft	stopa (foot)
GIS	geografický informační systém
GNSS	globální družicový polohový systém (global navigation satellite system)
GPS	globální polohový systém (global positioning system)
GSM	telekomunikační standard pro digitální mobilní sítě (groupe spécial mobile)
H ₂ O	voda
HBsAg	australský antigen (hepatitis B surface antigen)
HCV	virus hepatitidy C
HEMS	letecká záchranná služba (helicopter emergency medical service)
HEPA	filtr vzduchových částic s vysokou účinností (high efficiency particulate air filter)
Hg	rtuť (hydrargyrum)
HIV	virus lidské imunitní nedostatečnosti (human immunodeficiency virus)

HMEF	výměník tepla a vlhkosti s antibakteriálním filtrem (heat moisture exchanger with filter)
HS	Horská služba
HW	technické vybavení počítače (hardware)
Hz	hertz
HZS	Hasičský záchranný sbor
CHOPN	chronická obstrukční bronchopulmonální nemoc
I : E	poměr inspiria a expiria
IA	tlakově podporovaný vdech (inspiratory assistance)
ICD	implantabilní kardioverter-defibrilátor (implantable cardioverter-defibrillator)
iOS	operační systém pro telefony iPhone
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
IZS	integrovaný záchranný systém
K	draslík (kalium)
kHz	kilohertz
KPR	kardiopulmonální resuscitace
LMA	laryngeální maska
LVAD	podpůrný systém levé srdeční komory (left ventricular assist device)
LZS	letecká záchranná služba
MHz	megahertz
MRI	magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)
MSK	Moravskoslezský kraj
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
Na	sodík (natrium)
NIBP	neinvasivní krevní tlak (non-invasive blood pressure)
NIRS	spektroskopie blízkého infračerveného spektra (near-infrared spectroscopy)
NLZP	nelékařský zdravotnický pracovník
NO	oxid dusnatý
O ₂	kyslík (oxygen)

OOPP	osobní ochranné pracovní prostředky
PaCO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi
PACS	systém pro archivaci a komunikaci snímků (picture archiving and communicating system)
PaO ₂	parciální tlak kyslíku v arteriální krvi
PCA	pacientem kontrolovaná analgezie
pCO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého
PCR	polymerázová řetězová reakce (polymerase chain reaction)
PCV	tlakově řízená ventilace (pressure-controlled ventilation)
PDF	přenosný formát dokumentů (portable document format)
PEEP	pozitivní tlak na konci výdechu (positive end-expiratory pressure)
pH	záporný dekadický logaritmus molární aktivity vodíkových iontů
PICC	centrální katétr zaváděný z periferie (peripherally inserted central catheter)
P _{insp}	inspirační tlak
PM	kardiostimulátor (pacemaker)
PNP	přednemocniční neodkladná péče
pO ₂	parciální tlak kyslíku
POCT	laboratorní vyšetření u lůžka (point-of-care testing)
PPS	proporcionální tlakově podporovaná ventilace (proportional pressure support)
PRVC	tlakově regulovaná, objemově řízená ventilace (pressure regulated volume control)
PSV	tlakově podporovaná ventilace (pressure support ventilation)
RAL	standard pro stupnici barevných odstínů (Reichsausschuss für Lieferbedingungen)
RFSI	identifikační číslo terminálu (region – flotila – skupina – individuální adresa)
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses)
ROSC	obnovení spontánního oběhu

RR	dechová frekvence (respiratory rate)
rtg	rentgen
SI	mezinárodní systém jednotek (système international d'unités)
SIM	účastnická identifikační karta (subscriber identity module)
SIMV	synchronizovaná intermitentní zástupová ventilace (synchronized intermittent mandatory ventilation)
SMS	služba krátkých textových zpráv (short message service)
SpCO	periferní saturace hemoglobinu oxidem uhelnatým
SpMet	periferní saturace methemoglobinem
SpO ₂	periferní saturace hemoglobinu kyslíkem
STEMI	akutní infarkt myokardu s elevací úseku ST (ST-elevation myocardial infarction)
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
SW	programové vybavení (software)
T	tesla, jednotka magnetické indukce
T _E	čas exspira (expiratory time)
TETRA	transevropské svazkové rádiové sítě
TF	tepová frekvence
T _I	čas inspira (inspiratory time)
TK	tlak krve
TR	tracheální rourka
UHF	ultrakrátké vlny (ultra high frequency)
UN	unikátní kód
UPV	umělá plicní ventilace
V	volt
VA ECMO	venoarteriální mimotělní membránová oxygenace
VCV	objemově řízená ventilace (volume-controlled ventilation)
VHF	velmi krátké vlny (very high frequency)
V _T	dechový objem (tidal volume)
VV ECMO	venovenózní mimotělní membránová oxygenace
Wi-Fi	bezdrátové připojení (wireless fidelity)
ZOS	zdravotnické operační středisko
ZZS	zdravotnická záchranná služba

Úvod

Tato kniha vznikla ve snaze shrnout základní informace o současném technickém vybavení pro transport, monitoraci, umělou plicní ventilaci a diagnostiku pacienta v nestandardních a někdy i překvapujících podmínkách, tak odlišných od komfortních zón specializované nemocniční péče. Rozvoj moderních technologií v posledním desetiletí také značným způsobem navýšil počet výjezdů k pacientům s implantovanými monitorovacími či terapeutickými přístroji a systémy v domácí péči.

Dobrá znalost základních principů technologií, pravidel použití, možných technických nebo biologických příčin nesprávné funkce zařízení a rizik případných komplikací umožňuje v situaci neodkladné péče nejen adekvátní ošetření pacienta, ale i pevnou půdu pod nohama celého týmu.

Budeme rádi, když v této knize najdete informace o technických detailech své práce, o kterých se v obvyklých učebnicích urgentní medicíny mnoho nepíše. Přehled přístrojů a techniky není a ani nemůže být úplný. Doufáme, že prostor označený „Top ten specifik mého pracoviště“ si brzy zaplníte a doplníte novinkami, které se dnes velmi rychle stávají běžnou součástí dennodenní rutiny v tom nejlepším slova smyslu.

Chtěli bychom poděkovat všem, kteří se na přípravě a vydání této knihy podíleli. Jmenovitě pak recenzentům MUDr. Martinu Muchovi a PhDr. Petru Jaššovi, MBA, za podnětné připomínky, které nepochybně publikaci pozitivně ovlivnily.

Autoři

1 Přenos dat v přednemocniční neodkladné péči

Výměna a sdílení aktuálních informací je naprosto klíčovou podmínkou operačního řízení zdravotnické záchranné služby. Tato výměna musí probíhat na několika úrovních, být po technické stránce dostatečně robustní, odolná vůči zevním vlivům a chráněná před nežádoucím sdílením citlivých informací, kterými jsou především data o pacientech. Problematika výměny dat je velmi široká a zahrnuje řadu oblastí, především:

- radiokomunikaci se zdravotnickým operačním střediskem (ZOS), složkami integrovaného záchranného systému (IZS) a dalšími účastníky (zdravotnická zařízení, pacient atd.),
- telemetrický přenos dat,
- navigační systémy,
- elektronickou zdravotnickou dokumentaci.

1.1 Radiokomunikace s operačním střediskem a složkami IZS

Radiokomunikace a její využití jsou pevně spojeny s moderní historií zdravotnických záchranných služeb od zhruba padesátých let minulého století. Možnost bezdrátově hlasově komunikovat mezi výjezdovými skupinami a ZOS, případně dalšími účastníky (např. nemocnicemi), zásadním způsobem ovlivnila operační řízení výjezdových skupin. Přenos informací z místa události o stavu a dalším směrování pacienta umožnil cílovému zdravotnickému zařízení předem se připravit k přijetí pacienta. Omezuje nebo zcela eliminuje tzv. příjmové vakuum – tedy situaci, kdy na co nejrychlejší a nejefektivnější vyšetření a úkony vykonané v rámci přednemocniční neodkladné péče (PNP) nenavazuje obdobná rychlost a efektivita v nemocniční fázi.

Základním technickým principem jakéhokoli rádiového spojení je využití přenosu elektromagnetického vlnění. Rychlost jeho šíření i další vlastnosti jsou podobné vlastnostem světla, ale odehrává se na mnohem nižších frekvencích. Frekvence se podle mezinárodních jednotek SI uvádí

v hertzích (Hz), kdy 1 Hz je roven 1 kmitu za sekundu. Rádiové vlny pro hlasovou komunikaci nejen u zdravotnické záchranné služby (ZZS) a složek IZS využívají spektrum velmi krátkých (VHF) nebo ultrakrátkých (UHF) vln v rozmezí od desítek do stovek milionů hertzů – megahertzů (MHz). Podle fyzikálních zákonitostí je vyjádřen vztah mezi frekvencí (f) a délkou vlny. Vlnová délka, označovaná ve fyzice řeckým písmenem lambda (λ), je tak v nepřímé úměře k frekvenci podle vzorce

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

v němž c je rychlost šíření vln v m/s (ta je podobná rychlosti světla). Délka vlny není jen virtuální fyzikální pojem, ale hraje klíčovou úlohu například při konstrukci antén pro radiostanice. Při jednoduchém provedení antény formou prutu se z fyzikálního hlediska dosahuje u konkrétních frekvencí nejlepších výkonů pro vysílání i příjem u délek prutů blízkých délce vlny. V případě sanitního vozidla se zabudovanou radiostanicí a k ní na střeše instalovanou anténou by tato anténa měla teoreticky mít u pásma 75 MHz délku 4 metry nebo u pásma 160 MHz alespoň 2 metry. Z těchto důvodů se při konstrukci antén využívá naladění (a tedy i délka prutu) odpovídající zlomkům předpokládané vlny, například 1/2, 1/4, 3/8 a podobně.

Pro jednotlivé služby přidělují vždy státní orgány v přísné koordinaci s evropskými zcela konkrétní část takzvaného kmitočtového spektra. Historicky začaly ZZS v ČR používat rádiové frekvence v pásmu 74–80 MHz, což odpovídalo pásmu s délkou vlny 4 m. Jediné prakticky dostupné byly



Obr. 1.1 Radiostanice Tesla VR 22, používaná v osmdesátých letech 20. století

vozidlové radiostanice značky Tesla, které byly používány a sloužily spolehlivě mnoho let (obr. 1.1). Po roce 1989, kdy došlo k uvolnění části kmitočtového přidělu pro civilní účely, začaly ZZS (obdobně jako další složky IZS) používat stále častěji i frekvence v pásmu 149–173 MHz, tedy pásma s délkou vlny okolo 2 metrů. Od devadesátých let minulého století se také v ČR začal zavádět digitální rádiový systém Matra–Pegas, který využívá pásma okolo 380 MHz.

Rádiové spektrum je pro konkrétní použití v rámci hlasové komunikace rozděleno na tzv. kanály, mezi kterými musí být určitý odstup. Znamená to, že ve vyčleněném frekvenčním pásmu může vzniknout jen přesně určený a konečný počet disponibilních kanálů. Velmi dlouho byl používán odstup 25 kHz. S rozvojem elektroniky a díky konstrukci stále modernějších radiostanic bylo možné snížit odstup kanálů na polovinu, tedy na 12,5 kHz, čímž se počet kanálů teoreticky zdvojnásobil. Avšak i při tomto rozdělení velmi rychle došlo k vyčerpání volných kanálů, a proto se hledaly nové možnosti, jak s tímto omezeným přidělem hospodařit. Začaly tak vznikat inteligentní sítě, nejčastěji označované jako trunkové, které používají jednu frekvenci na řízení a koordinaci všech radiostanic v síti a hovorovou frekvenci ve formě páru (jedna pro vysílání a druhá pro příjem) přidělí až v okamžiku, kdy některý účastník chce hovořit s jiným. Doba „zapůjčení“ kanálu je programovatelná na omezenou dobu (například 1 minuty). Další možnosti, jak efektivněji využít omezený počet kanálů rádiového spektra, přinesly až digitální způsoby radiokomunikace.

Z hlediska principu vysílání a šíření signálu můžeme rádiové spojení rozdělit na:

- analogové,
- digitální.

Klasické analogové, ale i digitální radiospojení může probíhat buď přímo, tedy v režimu radiostanice – radiostanice, nebo za využití tzv. infrastruktury (převaděče, případná synchronizace se děje pomocí řídicího počítače). Trunkové systémy jsou na infrastruktuře závislé vždy.

Vysílání přímo (obr. 1.2) je omezeno podmínkou přímé viditelnosti vysílající a přijímající radiostanice, tedy nesmí být mezi nimi překážka, neboť rádiové vlny se šíří podobně jako světlo, kdy za překážkami vzniká stín. Na slyšitelnost a kvalitu příjmu má vliv nejen použitý vysílací výkon, ale i frekvence, na které se vysílá. Vysílání na nižší frekvenci při stejném výkonu dosáhne na větší vzdálenost, ale má horší prostupnost přes překážky, na rozdíl od vysílání na vyšší frekvenci, které bude použitelné na značně menší vzdálenost, ale snadněji projde například zdmi budov.