

Věra Adámková a kolektiv

---

# Hodnocení vybraných metod v kardiologii a angiologii

pro praxi

---





Věra Adámková a kolektiv

---

# Hodnocení vybraných metod v kardiologii a angiologii

pro praxi

---

**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.*

**Prof. MUDr. Věra Adámková, CSc., a kolektiv**

## **Hodnocení vybraných metod v kardiologii a angiologii pro praxi**

**Autorský kolektiv (abecedně):**

Prof. MUDr. Věra Adámková, CSc., MUDr. Marie Buncová, CSc.,  
Ing. Tomáš Červinka, MUDr. Markéta Hegarová, MUDr. Eva Kociánová,  
MUDr. Bc. Věra Mrázová, MUDr. Daniel Palouš, Ing. Lukáš Roubík,  
prof. MUDr. Miloš Táborský, CSc., FESC, FACC, MBA, MUDr. Martina  
Vitásková, Ph.D., MUDr. Jiří Žižka

**Recenzenti:**

Prof. MUDr. Rudolf Špaček, CSc.  
Prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2016  
Cover Photo © allphoto, 2016

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 6216. publikaci

Obrázky dodali autoři.

Obrázek 9.1 překreslila dle podkladů autorky Jana Nejtková.

Odpovědná redaktorka Mgr. Helena Vorlová

Sazba a zlom Josef Lutka

Počet stran 146 + 4 strany barevné přílohy

1. vydání, Praha 2016

Vytiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o., České Budějovice

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

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

ISBN 978-80-271-9192-5 (pdf)

ISBN 978-80-271-9193-2 (ePUB)

ISBN 978-80-247-5763-6 (print)

## Seznam autorů

### **Editorka:**

Prof. MUDr. Věra Adámková, CSc.

*Pracoviště preventivní kardiologie IKEM, Praha*

### **Autorský kolektiv:**

MUDr. Marie Buncová, CSc.

*Oddělení nukleární medicíny IKEM, Praha*

Ing. Tomáš Červinka

*Akademie věd ČR, KGM, Praha*

MUDr. Markéta Hegarová

*Klinika kardiologie IKEM, Praha*

MUDr. Eva Kociánová

*1. interní klinika – kardiologická FN, Olomouc*

MUDr. Bc. Věra Mrázová

*Pracoviště preventivní kardiologie IKEM, Praha*

MUDr. Daniel Palouš

*Pracoviště zobrazovacích metod IKEM, Praha*

Ing. Lukáš Roubík

*Národní telemedicínské centrum LF UPOL a FN, Olomouc*

Prof. MUDr. Miloš Táborský, CSc., FESC, FACC, MBA

*1. interní klinika – kardiologická FN, Olomouc*

MUDr. Martina Vitásková, Ph.D.

*Pracoviště preventivní kardiologie IKEM, Praha*

MUDr. Jiří Žižka

*Pracoviště preventivní kardiologie IKEM, Praha*



# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>11</b>
<b>Předmluva</b> .....	<b>15</b>
<b>1 Moderní technologie v medicíně (Tomáš Červinka)</b> .....	<b>17</b>
1.1 Certifikace zdravotnických IT zařízení .....	17
1.2 Revize zdravotnických zařízení .....	17
1.3 Specifické vlastnosti medicínské IT techniky .....	18
1.4 Oblasti použití IT techniky v medicíně .....	18
1.5 Přístroje pro získávání a zpracování obrazu .....	19
1.6 Robotické operace .....	20
1.7 Telemedicína, informační systémy ke správě dat .....	21
1.8 Zvýšení komfortu pacientů speciální výbavou lůžek a pokojů .....	21
<b>2 Zátěžová ergometrie (Věra Adámková)</b> .....	<b>23</b>
2.1 Historie zátěžových vyšetření .....	23
2.2 Princip vyšetření zátěžové ergometrie .....	24
2.2.1 Popis provedení ergometrie .....	26
2.2.2 Příprava k vyšetření .....	29
2.3 Indikace a kontraindikace ergometrie .....	29
2.3.1 Indikace zátěžového vyšetření .....	29
2.3.2 Kontraindikace zátěžového vyšetření .....	30
2.4 Intenzita zátěže .....	31
2.4.1 Zátěžové protokoly .....	32
2.5 Hodnocení zátěžového testu .....	33
2.5.1 Hlavní diagnostické EKG změny .....	33
2.6 Zotavná fáze .....	38
2.7 Výtěžnost vyšetření .....	39
2.8 Rizika a komplikace vyšetření .....	39
2.8.1 Hodnocení zátěžového testu u žen .....	40
2.8.2 Hodnocení a interpretace zátěžového testu .....	41
Závěr .....	41
<b>3 Současné a budoucí postavení telemedicíny v klinické   praxi (Miloš Táborský, Lukáš Roubík)</b> .....	<b>44</b>
3.1 Definice telemedicíny .....	44
3.2 Klasifikace telemedicínských pojmů .....	44
3.3 Historie telemedicíny .....	45

3.4	Současné postavení telemedicíny v Evropské unii a ve světě .....	47
3.5	Přínosy telemedicíny .....	47
3.6	Blokové schéma uspořádání telemedicínských systémů .....	48
3.7	Klinické použití telemedicíny .....	50
3.8	Telemedicína a vzdělávání .....	53
3.9	Právní aspekty telemedicíny v České republice .....	55
3.10	Telemedicína a datové standardy .....	57
3.11	Pilotní studie a zavádění telemedicíny do klinické praxe .....	60
	3.11.1 Výstupy pilotních studií .....	62
	3.11.2 Zavádění telemedicíny do klinické praxe .....	63
<b>4</b>	<b>Zátěžová echokardiografie (Eva Kociánová) .....</b>	<b>65</b>
	Úvod .....	65
4.1	Způsoby zátěže .....	65
	4.1.1 Dynamická zátěž .....	65
	4.1.2 Farmakologická zátěž .....	66
	4.1.3 Kardiostimulační zátěž .....	66
4.2	Hodnocení testu .....	66
	4.2.1 Vizuální hodnocení kontraktility .....	67
	4.2.2 Kvantitativní analýza .....	67
	4.2.3 Hodnocení ischemického prahu .....	67
4.3	Srovnání výtěžnosti metody .....	67
4.4	Praktické indikace zátěžové echokardiografie .....	68
	4.4.1 Diagnostika ischemické choroby srdeční .....	69
	4.4.2 Hodnocení viability a koronární rezervy .....	70
	4.4.3 Diferenciální diagnóza dušnosti s možnou kardiální příčinou .....	71
	4.4.4 Vyšetření hemodynamiky v zátěži u srdečních vad .....	72
	Závěr .....	72
<b>5</b>	<b>Spiroergometrie (Markéta Hegarová) .....</b>	<b>74</b>
	Úvod .....	74
5.1	Fyziologické aspekty spiroergometrického vyšetření ....	74
5.2	Příčiny snížené tolerance zátěže u chronického srdečního selhání .....	77
5.3	Metodika spiroergometrie .....	79
5.4	Rizika a kontraindikace vyšetření .....	80
5.5	Interpretace výsledků u chronického srdečního selhání ....	80



<b>6 Vyšetřovací metody při kardiorehabilitaci pacientů po kardiochirurgickém výkonu (Věra Mrázová)</b> .....	<b>85</b>
Úvod .....	85
6.1 Vlastní vyšetření .....	85
6.2 Hodnocení výsledků, jak rozumět popisu .....	87
6.3 Úskalí – kdy provádět vyšetření .....	88
6.4 Shrnutí po praxi .....	90
<b>7 Zátěžová scintigrafie srdce (Marie Buncová)</b> .....	<b>92</b>
Úvod .....	92
7.1 Radiofarmaka .....	92
7.2 Zobrazovací systémy – způsob zobrazení .....	94
7.3 Indikace vyšetření .....	96
7.3.1 Posouzení závažnosti stenózy zjištěné při koronarografii, stratifikace rizika, prognóza .....	97
7.3.2 Kvantitativní hodnocení perfuze při SPECT myokardu .....	97
7.3.3 Vyšetření po revaskularizaci .....	98
7.3.4 Detekce viability .....	98
7.3.5 Akutní koronární syndrom .....	99
7.3.6 Posouzení kardiálního rizika před nekardiální operací .....	99
7.4 Zátěžové testy v nukleární kardiologii .....	99
7.4.1 Nejčastěji používané způsoby zátěže .....	99
7.4.2 Kontraindikace zátěže .....	100
7.4.3 Příprava pacienta k vyšetření .....	100
7.4.4 Protokoly SPECT vyšetření perfuze myokardu .....	101
7.4.5 Interpretace SPECT zobrazení perfuze myokardu LK .....	102
7.4.6 Několik poznámek na závěr .....	102
<b>8 Vyšetření na pohyblivém chodníku (Daniel Palouš)</b> .....	<b>105</b>
Úvod .....	105
8.1 Popis vyšetření .....	106
8.2 Indikace pro vyšetření .....	107
8.3 Kontraindikace a úskalí .....	107
Závěr .....	108
<b>9 Správná indikace a interpretace zátěžového vyšetření na nakloněné rovině hlavou vzhůru (HUTT – head-up tilt table test) (Martina Vításková)</b> .....	<b>110</b>
Úvod .....	110

9.1	Strukturované vyšetřovací schéma .....	111
9.1.1	Iniciální (vstupní) vyšetření .....	112
9.1.2	Doplňková vyšetření .....	112
9.1.3	Vyšetření, která lze doplnit k dalšímu objasnění příčiny synkopy .....	112
9.1.4	Indikace k provedení HUTT (head-up tilt table test) .....	112
9.1.5	Kontraindikace v případě synkop .....	113
9.1.6	Klinická klasifikace synkopy .....	113
9.2	Vlastní vyšetření HUTT (head-up tilt table test) .....	114
9.2.1	Způsob provedení testu na nakloněné rovině .....	114
9.2.2	Typy pozitivních odpovědí na HUTT .....	115
9.3	Jak reagovat na popis vyšetření .....	115
9.4	Úskalí a chyby v přípravě na vyšetření .....	116
<b>10</b>	<b>Ultrazvukové vyšetření intrakraniálních tepen: transkraniální dopplerometrie (TCD) a transkra- niální duplex (TCCS) (Jiří Žižka) .....</b>	<b>117</b>
Úvod	.....	117
10.1	Principy a technika vyšetření .....	119
10.2	Fyziologický nález na intrakraniálních tepnách .....	125
10.3	Nálezy u stenóz a okluzí extrakraniálních tepen .....	126
10.4	Vyšetření funkční rezervní kapacity .....	127
10.5	Hodnocení mikroembolizací do mozkových tepen ...	131
10.6	Detekce pravolevého (P-L) zkratu pomocí TCD .....	132
10.7	Nálezy u stenóz a okluzí intrakraniálních tepen .....	133
10.7.1	Okluze intrakraniálních tepen .....	135
Závěr	.....	136
<b>Rejstřík</b>	.....	<b>140</b>
<b>Souhrn</b>	.....	<b>142</b>
<b>Summary</b>	.....	<b>144</b>

## Seznam použitých zkratek

AB	arteria basilaris (bazilární tepna)
ABI	index kotník paže
ACA	arteria cerebri anterior
ACE	arteria carotis externa
ACI	arteria carotis interna
ACM	arteria cerebri media
ACoA	arteria communicans anterior
ACoP	arteria communicans posterior
ACP	arteria cerebri posterior
AICA	arteria cerebelli inferior anterior
AO	arteria ophthalmica
Ao	aortální chlopeň
AoS	aortální stenóza
AP	angina pectoris
AS	ateroskleróza
AT	anaerobní práh (anaerobic threshold)
AV	1. atrioventrikulární 2. arteria vertebralis (vertebrální tepna)
AVA	aortic valve area
BBB	bundle branch block
BH	breath holding
BNP	brain natrium peptid
CABG	aortokoronární bypass
CAS	karotický stenting
CBF	konstantní průtok (constatnt blood flow)
CCS	Canadian Cardiology Society
CEA	karotická endarterektomie
CO	srdeční výdej (cardiac output)
COM	cévní onemocnění mozku
CPP	perfuzní tlak (cerebral perfusion pressure)
CVR	cerebrovaskulární rezerva
DCS	dekompresní příhoda
DSA	digitální subtrakční angiografie
DTK	diastolický krevní tlak
EDE	efektivní dávkový ekvivalent

EDV	enddiastolická rychlost
E/e'	poměr rychlosti vlny E a e'
EF	ejekční frakce
EFLK	ejekční frakce levé komory
EKG	elektrokardiogram
EOB	oscilace ventilace při zátěži (exercise oscillatory breathing)
EACPR/AHA	European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation/American Heart Association
ESC	Evropská kardiologická společnost (European Society of Cardiology)
ESV	endsystolická rychlost
FIO <sub>2</sub>	koncentrace kyslíku ve vdechovaném vzduchu
HITS	high intensity transient signals
HR	srdeční frekvence
HTA	Hodnocení zdravotnických technologií (Health technology assessment)
HUTT	head-up tilt table test
HV	hyperventilace
HYKMP	hypertrofická kardiomyopatie
CHSS	chronické srdeční selhání
IC	intrakraniální
ICA	vnitřní karotická tepna
ICD	implantabilní kardioverter-defibrilátor
iCMP	ischemická cévní mozková příhoda
ICP	intrakraniální tlak (intracranial pressure)
ICT	informační a komunikační technologie
iHR	ischemická tepová frekvence
ICHDK	ischemická choroba dolních končetin
ICHS	ischemická choroba srdeční
IM	infarkt myokardu
IT	informační technologie
kcal	kilokalorie
kJ	kilojoul
KPR	kardiopulmonální resuscitace
LBBS	blok levého Tawarova raménka
LBM	hmotnost po odečtení tukové tkáně
LK	levá komora

MAP	střední arteriální tlak (mean arterial pressure)
MAST model	Model for assessment of Telemedicine
MES	mikroembolizační signál
MET, METs	metabolický ekvivalent
Mi	mitrální chlopeč
MiI	mitrální insuficience
MiS	mitrální stenóza
MO	minutový srdeční výdej
MPG	mean pressure gradient
MPH	velikost zátěže
Mv	milivolt
NaI	scintilační krystal
NM	nukleární medicína
OMT	optimální medikamentózní léčba
OTS	ortotopická transplantace srdce
paCO <sub>2</sub>	parciální tlak oxidu uhličitého v tepenné arteriální krvi
PACS	Picture Archiving and Communications System
PCI	perkutánní koronární intervence
PFO	patentní foramen ovale
PI	pulzatilní index
PICA	arteria cerebelli inferior posterior
PK	pravá komora srdeční
P-L	pravolevý
PPG	peak pressure gradient
PSV	maximální systolická rychlost
PTCA	perkutánní koronární angioplastika
pVO <sub>2</sub>	vrcholová spotřeba kyslíku = spotřebu kyslíku při nejvyšší dosažené zátěži
RER	poměr vydechaného CO <sub>2</sub> a vdechovaného O <sub>2</sub> (respiratory exchange ratio)
RF	rizikový faktor
RI	rezistenční index
RQ	respirační kvocient
RS	změny EKG
SCA	arteria cerebelli superior
SD	standardní odchylka
SI	srdeční index

SPECT	jednofotonová emisní počítačová tomografie (single photon emission computerized tomography)
SRS	sumační klidové skóre
SSS	1. sumační zátěžové skóre 2. syndrom chorého sinu (sick sinus syndrom)
STEMI	ST elevation myocardial infarction
STK	systolický krevní tlak
SV	stroke volume
SVES	supraventrikulární extrasystoly
SVT	supraventrikulární tachykardie
6MWT	six minute walk test
TCCS	transkraniální barevná duplexní sonografie
TCD	transkraniální dopplerometrie
TF	tepová frekvence
TIA	tranzitorní ischemická ataka
TK	krevní tlak
TO	tepový srdeční výdej
TPD	totální perfuzní defekt
Tri	trikuspidální chlopeň
UZ	ultrazvukové vyšetření
VCO <sub>2</sub>	vydechované CO <sub>2</sub>
VE	plicní ventilace
VE/VCO <sub>2</sub> slope	parametr vyjadřující rychlost vzestupu ventilace s narůstající produkcí CO <sub>2</sub>
VE/VCO <sub>2</sub>	ventilační ekvivalent CO <sub>2</sub> = velikost ventilace nutná pro vyloučení jednoho litru CO <sub>2</sub>
VO <sub>2</sub> max	maximální spotřeba kyslíku = u daného jedince již významně neroste ani při dalším zvyšování zátěže
VO <sub>2</sub>	vdechovaný O <sub>2</sub>
VSŮ	vrozená srdeční vada
WPW syndrom	Wolffův-Parkinsonův-Whiteův syndrom

## Předmluva

Vážení čtenáři, milé kolegyně, milí kolegové, předkládáme k dennímu použití publikaci, která je s sebou nositelná svou velikostí a zajímavá svým obsahem. Hodnocení vyšetřovacích metod je denní praxí každého lékaře, který pečuje o pacienty s onemocněním srdce a cév. Aplikace rozvoje technických možností do lékařské praxe nám umožňuje výrazně zlepšit diagnostiku chorob, zajistit díky včasné diagnostice lepší léčebnou péči pro naše pacienty. ALE!!!

Musíme rozumět dodaným výsledkům a správně interpretovat získaná data. Při současném rychlém rozvoji jednotlivých vyšetřovacích metod je někdy těžké udržet s metodami krok. Domníváme se, že tato knížečka by mohla významně přispět k orientaci v problematice a ke zlepšení vzájemné komunikace mezi ošetřujícími specialistou a pracovištěm provádějícím požadovaná vyšetření. Autoři jsou odborníci, kteří nejenom provádějí daná vyšetření, ale ve většině případů se setkávají s pacienty denně v klinické praxi. Proto pevně doufáme, že jsme zvolili zajímavá témata a že pohled na interpretaci výsledků bude přínosný.

Přejeme všem čtenářům mnoho štěstí.

*prof. MUDr. Věra Adámková, CSc.  
leden 2016*





# 1 Moderní technologie v medicíně

*Tomáš Červinka*

V současné době je role IT (informační technologie) techniky i v medicíně nezastupitelná. Našla velké uplatnění ve správě databází pacientů, diagnostice i v léčbě chorob. V neposlední řadě vede k významnému zefektivnění práce diagnostického i léčebného procesu.

Prudký rozvoj technologických možností, zejména v digitální technice, má zásadní vliv také na současné široké možnosti využití nejrozličnějšího přístrojového medicínského vybavení. Bezesporu největší rozmach nyní vidíme ve stále širším uplatnění IT techniky, a to v nejrozličnějších oborech souvisejících s medicínou a s péčí o pacienta. Jedná se o speciální počítače v diagnostice či léčbě, ale také o počítače pro zvýšení komfortu pacientů. Další možností jsou např. systémy elektronické vizity, výdeje medikace, identifikace pacientů nebo telemetrické systémy pro sledování pohybu osob a parametrů vybavení (2).

## 1.1 Certifikace zdravotnických IT zařízení

Zdravotní IT přístroje podléhají zvláštní certifikaci, která je opravňující k využití ve zdravotnických zařízeních. Jedná se např. o certifikaci UL 60601-1/EN 60601-1. Tyto standardy zajišťují bezpečnost provozu zařízení i v extrémních situacích, kdy na ně může být např. vylita vodivá tekutina, může dojít k nechtěnému dotyku apod. Certifikace garantují nejen nezbytnou bezpečnost provozu ale také hygienickou nezávadnost zařízení.

## 1.2 Revize zdravotnických zařízení

Zdravotnická zařízení podléhají časté kontrole, a to v několika stupních. Podle složitosti zařízení je přístroj kontrolován např. před každou směnou, týdně pověřeným pracovníkem, několikrát do roka revizním odborníkem atd. Revidování (pravidelné kontrolní prohlídky a zkoušky certifikovanou osobou) zdravotnických zařízení se řídí několika speciálními předpisy, které zaručují jejich nezbytnou funkčnost a bezpečnost. Jedná se zejména o normy ČSN EN 60601-1 nebo

ČSN EN 61010. Zkoušení zdravotnických přístrojů před uvedením do provozu, při údržbě, kontrolách, servisu a po opravách, nebo v případě opakovaných zkoušek podléhá normě ČSN EN 62353 (3, 4).

### 1.3 Specifické vlastnosti medicínské IT techniky

Vzhledem k vysokým nárokům, které jsou kladeny na zdravotnické přístroje v oblasti funkční, hygienické i provozní, je samozřejmé, že se liší od zařízení v jiných provozech. Zásadním nárokem je vysoká spolehlivost a vysoká bezpečnost provozu po celou dobu životnosti zařízení (2).

**Funkční specifika** – monitory s vysokým rozlišením, počítače neobsahují ventilátory a rotační pevné disky (nulová hlučnost), vyšší kontrast a svítivost displejů medicínských monitorů, minimalizované povolené dotykové napětí – přísnější normy vztahující se na medicínské vybavení, dlouhodobá stabilita parametrů – neměnnost parametrů v průběhu životnosti, které by mohly vést k omylu zdravotnického personálu.

**Hygienická specifika** – jak již bylo řečeno, přístroje pro medicínské účely musí být vyrobeny z hygienicky nezávadných materiálů, musí být snadno omyvatelné a musí být odolné proti užívaným dezinfekčním roztokům.

**Mechanická specifika** – zařízení jsou vyráběna s vysokým stupněm krytí (proti vodě a prachu), konstrukčně odolnější proti pádu na podlahu, ergonomická.

### 1.4 Oblasti použití IT techniky v medicíně

Přehledně je možné oblast použití IT techniky shrnout např. následovně (1):

- získávání, zpracování, sdílení a ukládání obrazových dat, analýza dat
- robotické operace
- telemedicína
- nemocniční a radiologické informační systémy ke správě dat
- zvýšení komfortu pacientů speciální výbavou lůžek a pokojů

## 1.5 Přístroje pro získávání a zpracování obrazu

Dnes již standardní vyšetření – jako počítačová tomografie (CT) či magnetická rezonance (MR) – jsou umožněna díky sofistikované výpočetní technice, která z naměřených údajů vytváří finální obrazy.

**Počítačová tomografie** (computerized tomography – CT, dříve také výpočetní tomografie, computed axial tomography – CAT) je radiologická vyšetřovací metoda, která pomocí rentgenového záření umožňuje zobrazení vnitřních orgánů těla.

Při CT vyšetření je pacient umístěn do přístroje, kde je po kruhové ose obíhán zařízením, které se sestává z rentgenky a detektorů záření. Rentgenka emituje elektromagnetické záření, které je během průchodu vyšetřovaným objektem částečně absorbováno a zbylá část dopadá na detektory, kde je vyhodnocena jeho intenzita. Dopadající záření má vždy menší intenzitu než záření emitované, a to podle chemického složení zkoumaného objektu. Vyšetřovaný objekt je prozářen v jedné rovině z mnoha úhlů, vznikne tak velké množství jednotlivých obrazů. Počítač tomografu zpětně zrekonstruuje plošný řez objektem pomocí matematického výpočtu. Zpětná rekonstrukce znamená řešení soustavy integrodiferenciálních rovnic, kdy je vyšetřovaný objekt pokryt maticí elementů (tzn. voxelů), kterým je zpětně přiřazena hodnota koeficientu absorpce záření. Výsledný obraz je tedy rekonstruován z mnoha svých průmětů vhodně zvolenou matematickou rekonstrukcí (např. Fourierovou transformací). CT tak odstraňuje problém klasického vyšetření RTG – degradaci 3D objektu na 2D snímek, kdy na RTG jsou orgány v různých rovinách zobrazeny do jednoho sumárního obrazu a nelze zrekonstruovat anatomický řez orgánem (5).

**Magnetická rezonance** (MR, původně z anglického magnetic resonance imaging – MRI) je neinvazivní zobrazovací technika používaná k zobrazení vnitřních orgánů lidského těla.

Fyzikálně využívá MR jevu nukleární magnetické rezonance (NMR) a pacient není vystaven žádnému nežádoucímu ionizujícímu záření. MR zobrazuje v průřezech vyšetřovanou část těla počítačovým zpracováním silného magnetického pole. Snímky získané pomocí MR poskytují nejlepší rozlišení měkkých tkání ze všech zobrazovacích způsobů, zejména při vyšetřeních mozku, míchy, srdce, cév, kloubů i svalů.

Pochopení MR předpokládá detailní znalosti o složení atomu, jádra atomu, elektronového obalu a procesů s tím souvisejících. Nejrozšířenějším atomem lidského těla je atom vodíku. Tkáň obsahující vodu se v magnetickém poli začíná chovat „magneticky“. Podle obsahu vody ve tkáni se i různé tkáně budou chovat různě magneticky. Zjednodušeně řečeno, přístroj MR využívá toho, že magnetické pole tkáně je při vložení do silného magnetického pole přístroje příčinou vzniku elektromagnetického pole, které lze detekovat. Abychom byli schopni přesně „kódovat“ pozici snímaného objektu (např. části tkáně), jsou v praxi využívány přístroje, které mají kromě hlavního magnetického pole ještě tři další nezávislá magnetická pole. Obraz MR je zpětně zrekonstruován podobně jako u obrazu CT (z jednotlivých voxelů, které jsou přesně určeny třemi souřadnicemi gradientního pole), s využitím Fourierovy 2D transformace matice naměřených dat (5).

**Standardy přenosu získaných dat** – významný přínos využití IT v zobrazovací medicíně má celosvětový standard DICOM. Je určen k ukládání, sdílení a zobrazování medicínských obrazových dat po celém světě. To usnadňuje nejen zpracování dat, ale zejména jejich výměnu. Dnes téměř všechny přístroje – CT, digitální rentgeny, ultrazvuk aj. – generují výstupní data právě v tomto formátu. DICOM není jen samotný obraz, ale nese spoustu dalších užitečných dat, která jsou podobná EXIFu u digitálních fotoaparátů. Z DICOM je možné vyčíst technické parametry obrazu, údaje o pacientovi, vyšetření atd. (1).

**Speciální software pro automatickou diagnostiku** slouží např. k odečítání a kontrole EKG křivky. Počítač analyzuje tvar EKG křivky a napomáhá detekovat např. arytmií či jiné problémy. Další možností jsou speciální SW pro analýzu zobrazovaných dat např. při CT a MR vyšetření.

## 1.6 Robotické operace

Robotické operace jsou zřejmě nejmodernějším odvětvím medicíny, které se zaměřuje také na rozvoj tzv. minimálně invazivních metod. Chirurg neoperuje pacienta sám, ale řídí robota, který operaci provádí. Robot je vybaven několika rameny s různými nástroji, během operace poskytuje 3D zvětšený obraz operované oblasti v reálném čase. Mezi hlavní výhody robotických operací patří omezení vlivu únavy,

třesů a dalších lidských vlivů. Další výhodou je kratší doba rekonvalescence než u klasických laparoskopických operací. Nevýhodou jsou velké pořizovací náklady a také limitované operační pole robota (6).

V současné době se v České republice používají roboti da Vinci, a to v sedmi pracovištích. Da Vinci systém je víceramenný (dvě či tři ramena ovládající nástroje + jedno rameno pohybuující kamerou), simuluje pohyby lidských rukou v těle pacienta. Lékař sedí u ovládací konzoly (ta může být umístěna i mimo operační sál), vidí pomocí stereoskopického zobrazovacího kanálu třírozměrně operační pole, ovládá pomocí joysticků nástroje v „rukách“ robota, které přes miniaturní vpichy v kůži pacienta velmi precizně provádějí vlastní výkon v těle pacienta (7).

## 1.7 Telemedicína, informační systémy ke správě dat

S rozvojem internetu a vznikem páteřních datových sítí došlo také k rozvoji „telemedicíny“, tj. elektronizovaného zdravotnictví (eHealth). Medicínské služby (konzultace, terapie, monitoring, vzdělávání apod.) tak být mohou poskytovány i na velké vzdálenosti „online“.

Další krok v elektronizaci přinesl rozvoj a rozšíření tabletů. Tablet může být použit jako přístupový bod do databázových systémů, lékařské evidence či při výdeji a distribuce medikace. Tablet je vybaven WiFi kartou pro nepřetržité spojení s informačním systémem. Další výbavou mohou být například čtečka čipů pro identifikaci pacienta, kamera, bluetooth či čtečka kódů.

**Databázové systémy** slouží ke shromažďování informací o pacientech, lécích atd. dostupně a přehledně na jednom místě. Systémy jsou přístupné z mnoha terminálů, což umožňuje efektivní sdílení dat.

**Monitorovací systémy** jsou založeny na automatickém sběru dat z mnoha typu senzorů. Použitelnost je značně variabilní – např. sledování teploty a vlhkosti v klimatizovaných místnostech, sledování pohybu materiálu ve skladech nebo kontrola pohybu osob.

## 1.8 Zvýšení komfortu pacientů speciální výbavou lůžek a pokojů

Zvýšení komfortu ležících pacientů lze dosáhnout např. vybavením lůžek terminálovými počítači s integrovanou TV kartou a komuni-

kačnými nástroji. Lůžkové terminály slouží zároveň jako přístupové body do informačního systému atd., slouží tedy pro zábavu, komunikaci i poskytování informací.

## Literatura

1. SOUKUP T. Počítače v medicíně ukládají, zobrazují, analyzují a léčí. E15. Online [cit. 01-12-2015]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/pocitace-v-medicine-ukladaji-zobrazuji-analyzují-a-leci>
2. Medicínská technika. Informační portál. Online [cit. 01-12-2015] <http://www.medicalpc.cz/>
3. SMĚKAL R. Revize zdravotnických elektrických přístrojů a systémů. Pro revize. 01/2011. Online [cit. 01-12-2015] [www.ghvtrading.cz/download.php?fileid=1220](http://www.ghvtrading.cz/download.php?fileid=1220)
4. HOMOLKA F. Použití technických norem ve zdravotnictví – oblast zkušebnictví a působnosti EZÚ Praha. ČVUT FBMI 2007. Online [cit. 01-12-2015] <http://www.fbmi.cvut.cz/e/pouziti-technickych-norem-ve-zdravotnictvi-oblast-zkusebnictvi-a-pusobnosti-ezu-praha/1847.pdf>
5. ČERVINKA T. Socioekonomické hodnocení detekce subklinických forem aterosklerózy podle druhů využívaných technologií. Diplomová práce. Praha: FBMI ČVUT 2013.
6. Wikipedie. Online encyklopedie. Online [cit. 01-12-2015] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Robotick%C3%A1\\_chirurgie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Robotick%C3%A1_chirurgie)
7. Česká společnost robotické chirurgie. Webová prezentace. Online [cit. 01-12-2015] <http://csrch.cz/da-vinci-system/>