

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Využití elektroniky ve zdravotnictví**

**bakalářská práce**

**Autor:**

**Michala Jordánová**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Ing. Gunnar Künzel**

**Praha 2010**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Využití elektroniky ve zdravotnictví“ jsem vypracovala samostatně pod vedením ing. Gunnara Künzela a v příloženém seznamu jsem uvedla všechny použité zdroje literatury. Veškeré citace jsem řádně označila.

V Praze, dne 21. 4. 2010

.....

Michala Jordánová

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat panu ing. Gunnaru Künzelovi za poskytnutí konzultací a rad k vypracování bakalářské práce.

**Abstrakt:** Cílem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s problematikou využití elektroniky ve zdravotnictví. Jedná se o velmi jednoduché, ale i dosti složité přístroje. V úvodní části práce jsou rozděleny senzory a jsou zde uvedeny možnosti jejich použití. V další části jsou rozděleny přístroje používané v lékařství na dvě hlavní skupiny na přístroje diagnostické a terapeutické. Dále jsou zde uvedeny schematické způsoby zapojení těchto přístrojů. V hlavní části jsou více rozděleny a popsány přístroje diagnostické a dále pak přístroje terapeutické. Jsou zde podrobněji uvedené parametry dvou terapeutických přístrojů pro elektroterapii. V závěrečné části je shrnut možný vývoj nových technologií v lékařství. Na terapeutickém přístroji pro elektroléčbu je ukázán vývoj toho přístroje.

**Klíčová slova:** senzor, zdravotnictví, diagnostický přístroj, terapeutický přístroj, elektronický, elektroda

### **The use of electronics in medicine**

**Summary:** The aim of this thesis is to acquaint the reader with problems of the use electronics in medicine. There are used very simple, but also very difficult devices. In the preambule of sensor are distributed and given the possibilities of their using. The next section is divided into medical devices used in two main groups of diagnostic and therapeutic device. There are presented the schematic ways of involving those device. The main part is more divided and devices are described, at first diagnostic and then therapeutic devices. There are two parameters that detail therapeutic device for electro-therapy. The final section summarizes the possible development of new technologies in medicine. On the therapeutic device for the electrotherapy is shown that development of this device.

**Key words:** sensor, medicine, diagnostic device, therapeutic device, electronic, electrode

## Obsah

1 Úvod .....	1
2 Senzory .....	2
2.1 Rozdělení senzorů.....	2
2.2 Blokové schéma inteligentního senzoru .....	3
2.3 Příklad aplikace extravaskulárního senzoru pro měření krevního tlaku.....	4
2.4 Využití senzorů pro udržení stálého prostředí .....	4
3 Rozdělení přístrojů .....	6
3.1 Systémová řešení lékařských elektronických přístrojů .....	6
4 Diagnostické přístroje.....	8
4.1 Přístroje pro měření mechanických veličin .....	8
4.1.1 Přístroje pro měření tlaku .....	8
4.1.2 Přístroje pro měření teploty .....	9
4.1.3 Osobní váhy používané ve zdravotnictví.....	10
4.2 Eletrodiagnostické metody a přístroje .....	11
4.2.1 Přístroje pro diagnostiku činnosti mozku (elektroencefalografie EEG).....	11
4.2.2 Přístroje pro diagnostiku srdeční činnosti (elektrokardiografie EKG).....	13
4.2.3 Měření bioelektrické aktivity svalů (elektromyograf EMG).....	14
4.3 Přístroje pro diagnostiku plic.....	15
4.4 Přístroje pro rentgenové zobrazovací metody .....	16
4.5 Přístroje pro počítačovou tomografii (CT – computed tomography) .....	17
4.6 Přístroje pro vyšetření magnetickou rezonancí (MRI) .....	18
4.7 Přístroje pro ultrazvukové zobrazovací metody .....	19
4.8 Optické diagnostické přístroje .....	19
4.8.1 Endoskopy .....	19
4.8.2 Fibroskopy .....	20
4.9 Diagnostické přístroje v laboratoři .....	20
4.9.1 Mikroskopy.....	20
4.9.2 Přístroje pro tepelnou úpravu roztoků a vzorků .....	21

5	Terapeutické přístroje .....	22
5.1	Přístroje pro radioterapii .....	22
5.2	Přístroje pro elektrickou stimulaci tkání .....	23
5.2.1	Kardiostimulátory .....	23
5.2.2	Defibrilátory .....	25
5.3	Přístroje pro ventilační a anesteziologické systémy .....	25
5.4	Přístroje pro fyzikální léčbu.....	26
5.4.1	Termoterapie.....	26
5.4.2	Fototerapie .....	27
5.4.3	Ultrazvuková terapie.....	27
5.4.4	Magnetoterapie .....	27
5.4.5	Laseroterapie .....	27
5.4.6	Elektroterapie.....	28
5.4.7	Přístroje pro elektrickou neuromuskulární stimulaci.....	30
5.5	Terapeutické přístroje v chirurgii .....	32
5.6	Další terapeutické přístroje a příslušenství .....	32
5.6.1	Elektrická nemocniční lůžka .....	32
5.6.2	Přístroje pro infuzní terapii.....	33
6	Trendy a možný vývoj.....	33
6.1	Rozvoj technologií řízených počítačem .....	34
6.2	Rozvoj přístrojů pro elektrickou neuromuskulární stimulaci .....	35
7	Závěr .....	36
8	Seznam literatury .....	37
9	Seznam obrázků.....	39
10	Seznam příloh.....	40
	Příloha 1 seznam firem prodávajících lékařskou techniku .....	1
	Příloha 2 kombinovaný přístroj pro elektroléčbu .....	2
	Příloha 3 kombinovaný přístroj pro elektroléčbu .....	3

# 1 Úvod

V dnešní době, kdy technický rozvoj zasahuje do všech denních činností každého člověka, není ani lékařství výjimkou. Díky elektronickým přístrojům se veškeré lékařské vyšetření a zákroky stávají přesnější a tudíž i bezpečnější pro pacienta. Velkou výhodou elektronického zpracování výsledků vyšetření je velmi jednoduché jejich vyhodnocení a možné další použití pro jiné odborné lékaře. Nejjednodušší elektronické přístroje jako je např. elektronický teploměr používají praktičtí lékaři při všech preventivních prohlídkách, složité elektronické přístroje byly většinou vyvíjeny prvotně armádou pro využití ve vojenském lékařství. Po osvědčení těchto přístrojů se začaly postupně používat i v běžné medicíně.

Cílem této bakalářské práce je rozdělení a popis použití elektronických přístrojů pro jednotlivé vyšetření a následné lékařské terapeutické zákroky. V první části jsou rozděleny a popsány senzory, které jsou nezbytnou součástí přístrojů. Jako základní rozdělení přístrojů je zvoleno rozdělení na přístroje diagnostické a terapeutické. Některé přístroje jsou schopny provádět diagnózu a následně i vlastní terapii. Mnoho přístrojů je využíváno na více nemocničních odděleních, některé jsou velmi úzce specializované. V příloze 1 je uveden seznam firem nabízejících přístroje pro zdravotnictví. K vypracování byla použita odborná literatura, která je uvedena v seznamu použité literatury, a dále byly využity vlastní znalosti z předchozího studia oboru fyzioterapie na vyšší odborné škole zdravotnické.

## 2 Senzory

Senzor v technickém pojetí je funkční prvek, tvořící vstupní blok měřicího řetězce, který je v přímém styku s měřeným prostředím. Citlivá část senzoru je označována jako čidlo.

Senzor je zařízení, které měří určitou fyzikální nebo chemickou veličinu a převádí ji na signál, který může být dále využit v měřicích a řídicích systémech. Hlavními parametry sensorů jsou citlivost, práh citlivosti dynamický rozsah, reprodukovatelnost a chyby senzoru. U senzoru je snaha aby byl senzor co nejcitlivější v měřené veličině, naopak aby byl co nejvíce lhostejný k jiné (neměřené) veličině a aby senzor co nejméně ovlivňoval měřenou vlastnost. V ideálním případě je statická převodní charakteristika aktivního senzoru lineární[10,11].

### 2.1 Rozdělení sensorů

Senzory ve zdravotnictví lze prvotně rozdělit na dvě velké skupiny, a to podle povahy snímaného signálu na senzory fyzikální a chemické. Toto rozdělení vyplývá z charakteru měřené veličiny[2,10,11].

V případě fyzikálních sensorů jde o veličiny geometrické (měření polohy, posunutí), mechanické (měření rychlosti, akcelerace, síly, tlaku, průtoku), hydraulické, teplotní (teplota, tepelný tok), elektrické a magnetické. Do skupiny fyzikálních sensorů zařazujeme i senzory elektrických jevů jako jsou biopotenciální elektrody používané jak v diagnostice, tak v terapii. Druhou skupinou jsou chemické senzory. Základní funkcí těchto sensorů je identifikace a měření chemických veličin, detekce koncentrace různých chemických látek a monitorování chemických aktivit v živém organismu pro diagnostické a terapeutické účely [2,10,11].

Další možné dělení je dle kontaktu senzoru s měřeným prostředím:

- bezkontaktní neinvazivní senzory – minimální interakce senzoru s měřeným objektem,
- kontaktní neinvazivní senzory – při měření se dotýkají povrchu těla na pokožce,
- slabě invazivní senzory – při měření mírně vnikají do měřeného objektu, ale nevyžadují závažnější chirurgické zákroky,



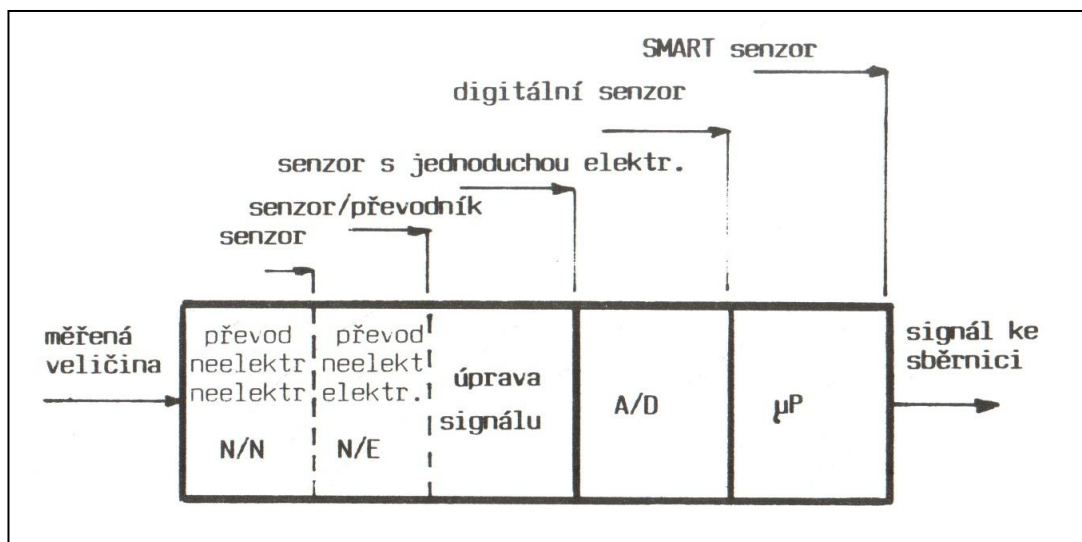
- invazivní senzory – významně zasahují do živého organismu a obvykle jsou do těla chirurgicky implantované[10].

Dále je možné senzory dělit podle doby aplikace na senzory krátkodobé, déletrvající a implantabilní. U senzorů implantabilních je nejvyšší důraz kladen na jejich životnost a sterilizovatelnost[10,11].

## 2.2 Blokové schéma inteligentního senzoru

Inteligentní senzor (SMART senzor) je zařízení, které v sobě obsahuje citlivou část (čidlo) a obvody pro převod, úpravu řízení a komunikaci s dalšími zařízeními v jediném celku. Míra inteligence je u těchto senzorů definována různě. Inteligentní senzor lze rozdělit na strukturu vstupní, vnitřní a výstupní. Vstupní část má funkci převodní, zesílení a filtraci signálu. Část vnitřní slouží k analogově-číslicovému převodu, autokalibraci elektrické a neelektrické části, a statickému vyhodnocení měřených dat. Výstupní část slouží ke komunikaci senzoru s okolím pomocí sběrnice prostřednictvím integrovaného rozhraní[9,10,11].

Obrázek 1: Schéma SMART senzoru.

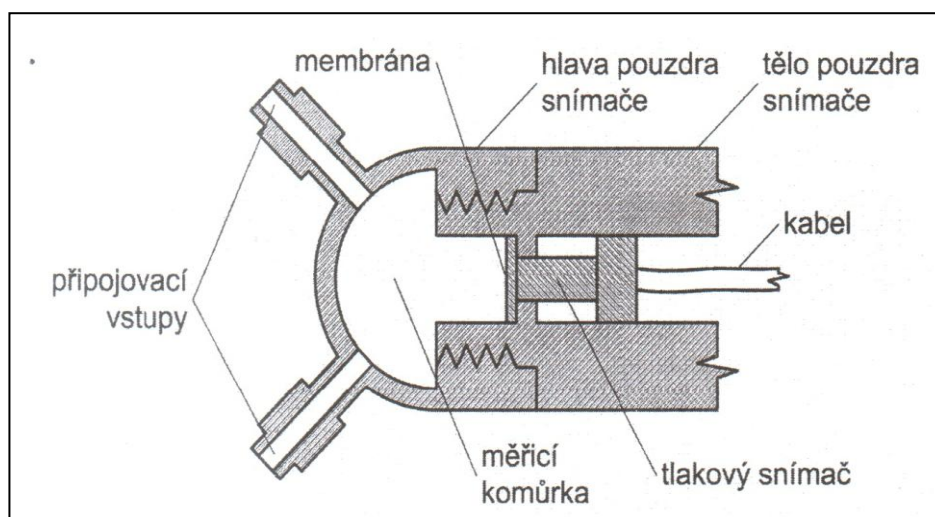


[9]

## 2.3 Příklad aplikace extravaskulárního senzoru pro měření krevního tlaku

Extravaskulární senzor je používán pro invazivní měření krevního tlaku. Tento typ senzoru se aplikuje spolu s katétrek vyplněným kapalinou. Vlastní senzor je umístěn mimo tělo pacienta a kapalina v katétru zavedeného do krevního řečiště zajistí přenos tlaku mezi místem snímání a senzorem. Snímací element je umístěn ve speciálním pouzdře, vybaveném dvěma přívody pro kapalinu, ústíci do malé komůrky. V této komůrce je membrána, která přenáší tlak na samotný polovodičový snímač. Jeden přívod slouží k připojení ke katétru, druhý k zásobníku s proplachovacím roztokem. Připojení ke snímači se provádí pře trojcestné kohoutky, umožňující provést silný výplach komůrky snímače tak, aby při něm tekutina vytekla ven a nedostala se do katétru a krevního oběhu[11].

Obrázek 2: Struktura extravaskulárního senzoru tlaku.



[11]

## 2.4 Využití senzorů pro udržení stálého prostředí

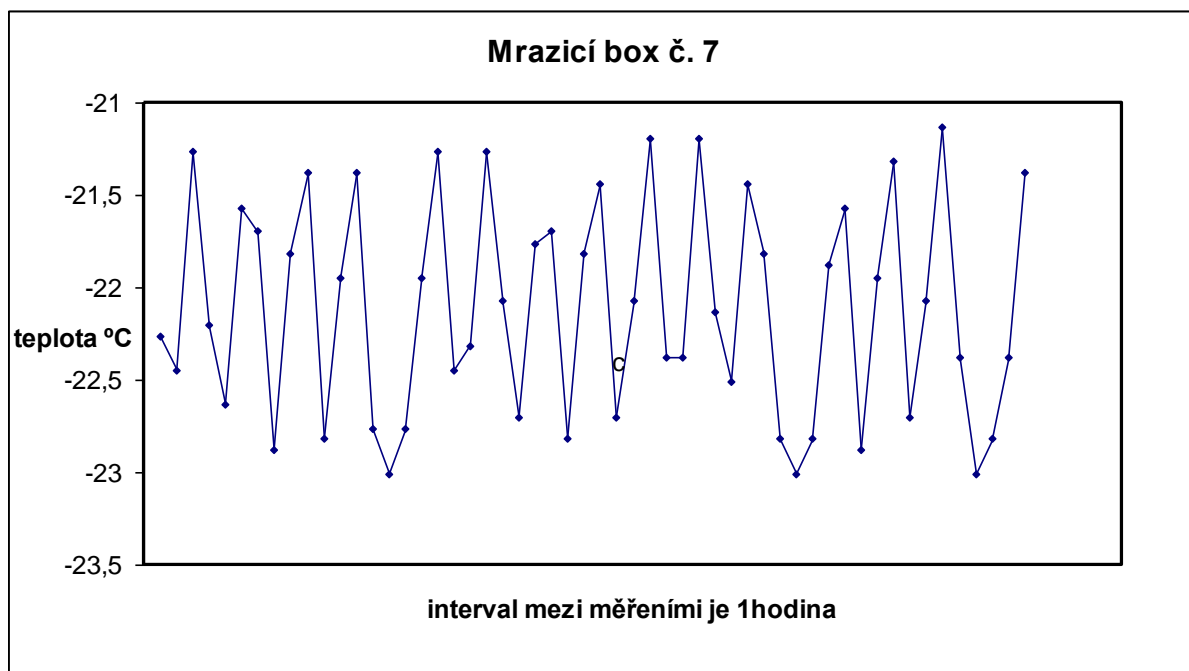
System Labguard je vyrobený společností AES Laboratoire a provádí sledování teploty, tlaku, vlhkosti, plynů a dalších parametrů v jednotlivých částech zdravotnické laboratoře.

Snímače jsou přímo propojeny s vysílači, které přenášejí získané údaje k přijímačům připojeným k počítači. Komunikace probíhá pomocí nosného proudu, dvoudrátové sběrnice nebo rádiových vln. Labguard může kontrolovat až 1000 cest. Jedna cesta shromažďuje data z jednoho snímače. System má možnost informovat o alarmu několika způsoby zvukovým znamením, telefonem nebo modemem. System se skládá z vysílače, který je již vybaven pří-

slušnou sondou (sondami) a pracuje na baterky. Ke každému vysílači jsou dodávány suché zipy, nebo jiné úchytky. Přijímače mohou být s vnitřní nebo vnější anténou.

Při prvním spuštění systému Labguard je nutné provést kalibraci jednotlivých snímačů, dále je nutné nastavit hraniční hodnoty pro signalizaci alarmu a časový interval snímání dané hodnoty. S již získanými daty lze dále pracovat. Zde jsou naměřené hodnoty (teplota v mrazicím boxe) v dálce trvání 54 hodin znázorněny pomocí grafu.

Obrázek 3: Grafické znázornění naměřených hodnot



[vlastní]

### 3 Rozdělení přístrojů

Biomedicínské přístroje jsou měřicí zařízení, které se používají ve zdravotnictví zpravidla k identifikaci nebo vyhodnocení různých fyziologických veličin, a tak na vyšetřování fyziologických procesů. Každý fyziologický stav nebo proces je možné kvantitativně i kvalitativně určit prostřednictvím měření určitých fyzikálních veličin, které ho charakterizují. Přístroje využívané ve zdravotnictví je možno rozdělit do dvou velkých skupin a to na diagnostické a terapeutické přístroje[10]

Obrázek 4: Rozdělení elektronických přístrojů ve zdravotnictví

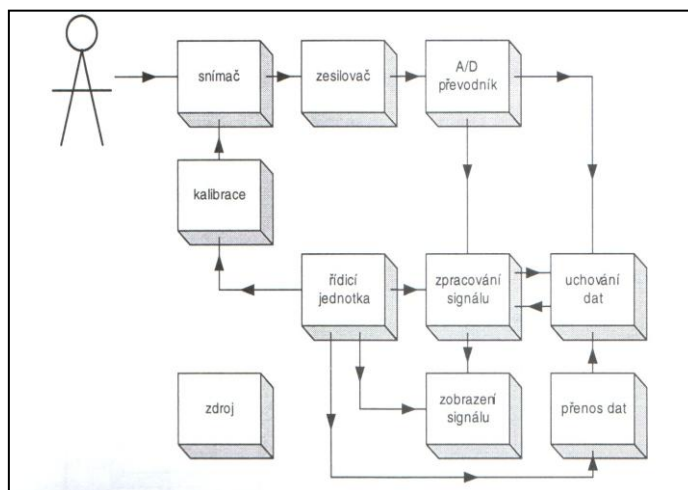
<b>Diagnostické přístroje</b>	
<b>Přístroje pro měření mechanických</b>	Osobní váhy používané ve
	Přístroje pro měření teploty
	Přístroje pro měření tlaku
<b>Elektrodiagnostické přístroje</b>	EEG
	EKG
	EMG
<b>Přístroje pro diagnostiku plic</b>	
<b>Přístroje pro rentgenové zobrazovací</b>	
<b>Přístroje pro počítačovou tomografii</b>	
<b>Přístroje pro vyšetření magnetickou</b>	
<b>Přístroje pro ultrazvukové</b>	
<b>Optické diagnostické přístroje</b>	Endoskopy
	Fibroskopy
<b>Diagnostické přístroje v laboratoři</b>	Mikroskopy
	Přístroje pro tepelnou úpravu
<b>Terapeutické přístroje</b>	
<b>Přístroje pro radioterapii</b>	
<b>Přístroje pro elektrickou stimulaci</b>	Kardiostimulátor
	Defibrilátor
<b>Přístroje pro ventilační a anesteziologické systémy</b>	
<b>Přístroje pro fyzikální léčbu</b>	

#### 3.1 Systémová řešení lékařských elektronických přístrojů

Měřicí řetězec je soubor měřících členů (jednotek) účelně uspořádaných tak, aby bylo možno co nejlépe získat informaci o velikosti měřené fyzikální veličiny. Nejdůležitějším členem měřicího řetězce je senzor, jehož citlivá část (čidlo) je často v přímém styku s měřeným objektem a přijímá od něj energii v podobě fyzikální nebo chemické veličiny. Výstupní veličina je zpravidla neelektrická (např. mechanický pohyb) a může být u složitějších senzorů ještě několikrát transformována na jiné neelektrické veličiny uvnitř senzoru. Výstupní elek-

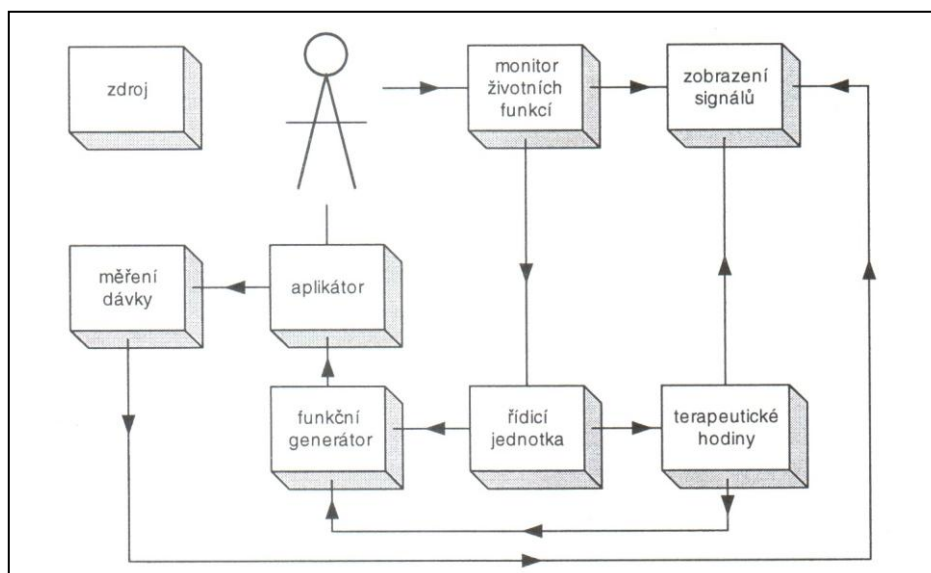
trická veličina senzoru je dále zpracována v elektronickém zařízení na tvar a velikost požadovanou pro vyhodnocení. Výstupem z měřicího řetězce je buď analogový, nebo číslicový signál, který je jako výsledek zpracování elektronického zařízení zobrazen pozorovateli. Na obr. číslo 4, 5 jsou znázorněny struktury bloků, tvořících diagnostický a terapeutický přístroj[2].

Obrázek 5: Blokové schéma diagnostického přístroje.



[2]

Obrázek 6: Blokové schéma terapeutického přístroje.



[2]

## 4 Diagnostické přístroje

### 4.1 Přístroje pro měření mechanických veličin

#### 4.1.1 Přístroje pro měření tlaku

Měření krevního tlaku patří k nejzákladnějším vyšetřením, kterými pacient prochází, ať už při preventivní prohlídce nebo v případě onemocnění. Podle krevního tlaku můžeme hodnotit celkový zdravotní stav pacienta. Jedná se o vyšetření, které je známé již mnoho let. Dříve se toto vyšetření zjišťovalo pouhými smysly, nebo za pomoci velmi jednoduchých zařízení. První známé měření tlaku provedl v roce 1628 Harvey. V roce 1896 sestrojil italský lékař Scipione Riva-Rocci první tonometr, v němž byla použita rtuť. Dovedl však změřit pouze hodnotu systolického krevního tlaku, neboť ještě nepoužíval fonendoskop[2,5,6].

Metody měření tlaku lze rozdělit do několika skupin a to podle způsobu měření, lokalizace místa měření, dosaženými výsledky i jejich přesností. Dále je možné metody rozdělit podle toho zda se jedná o metodu invazivní nebo neinvazivní.

Neinvazivní metoda měření krevního tlaku, tato metoda je používána při běžných vyšetřeních. K tomuto vyšetření se používá gumové, nebo látkové manžety, která omezuje průtok krve ve zvoleném místě na končetině, kde tlak měříme (nejčastěji na levé paži pacienta, tak aby zaškrtila brachiální artérii).

Pro registraci průtoku krve pod manžetou lze využít vyšetření:

- poslechem pomocí fonendoskopu (auskultační metoda),
- detekcí oscilací objemu nafouknuté manžety (oscilometrie),
- snímání pohybů arteriální stěny pod manžetou,
- ultrazvukový detektor využívající Dopplerova jevu[6].

Auskultační technika měření krevního tlaku je nejpoužívanější metodou. K měření je potřebný sphygmomanometr, manžeta nafukovaná balonkem, rtuťový měřič tlaku a fonendoskop. Tento způsob měření krevního tlaku vyžaduje značné zkušenosti vyšetřujícího, neboť je výsledná naměřená hodnota velmi závislá na poslechu vyšetřujícího. Další možný způsob měření auskultační metodou je použití snímacího mikrofону, nebo dopplerovské sondy[2].

Oscilometrické vyšetření krevního tlaku je založeno na pulzaci brachiální artérie horní končetiny vložené do uzavřené komory s definovaným tlakem. Definovaný tlak je v rozmezí systolického a diastolického tlaku a je přenášen pulzací tlaku v komoře. V dnešní době oscilometrickou metodu používají skoro všechny běžně dostupné tonometry. Obvykle jsou vybaveny mikropočítačem a displejem[2].

Invazivní měření krevního tlaku je zavádění snímací části měřicího systému do krevního řečiště pacienta. Pacientovi je zaváděn katétr do krevního řečiště. Katétr je dutá umělohmotná hadička, jejíž dutina je obvykle rozdělena do několika kanálků. Kanálek může být vyplněn tekutinou, která přenáší tlak z místa v krevním řečišti ke snímači umístěnému mimo tělo. Velmi důležité je, aby se krev při měření srážela. Vstupní veličina je tlak u ústí, výstupní veličinou je tlak na membránu snímače. Dále je možnost využití snímače tlaku, který je zaváděn na špičce katétru přímo do krevního řečiště. Snímač je optický, vláknový, nebo polovodičový (konstrukčně méně náročný a mechanicky odolnější) snímač. U optického vláknového snímače jsou v dutině katétru vedeny dva svazky optických vláken. K jednomu optickému vláknu je připojen vysílač světelného záření a ke druhému detektor[6].

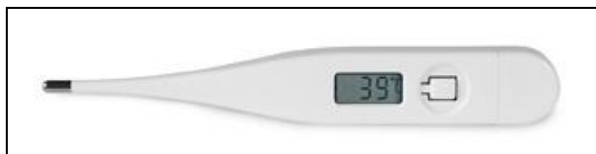
#### **4.1.2 Přístroje pro měření teploty**

Měření tělesné teploty je velmi důležité měření, které jako první signalizuje, že se v daném organismu „něco děje“. Že změna teploty signalizuje příznak místního nebo celkového onemocnění věděli již v dobách Hippokratových, ale teprve objev teploměru (v polovině 17. století) umožnil kvantifikovat toto měření. V současnosti je možné teplotu měřit metodou kontaktní a bezkontaktní. Při měření kontaktní metodou je teplota na teploměr přenášena přímým kontaktem s tkání, u bezkontaktní metody je teplota přenášena okolním prostředím a je zde využíváno detekce infračerveného záření bez dotyku s tkání[5,6].

Kontaktní měření tělesné teploty se provádí rtuťovými, nebo elektronickými teploměry. Lékařský rtuťový teploměr patří do kategorie kapalinových teploměrů a je speciálně upraven k měření maximální teploty (nutno před použitím sklepat). Měřicí rozsah lékařského teploměru bývá od 35 do 42<sup>0</sup>C, stupnice je dělena po 0,1<sup>0</sup>C a teplota 37<sup>0</sup>C je vyznačena červeně. Ideální doba měření by měla být 8 minut[5,6].

V současnosti se stále více využívá elektronický kontaktní teploměr s LCD displejem a bateriovým napájením pro rychlé zjištění tělesné teploty, protože rtuť je toxická a rozbití teploměru znamená zdravotní riziko.

Obrázek 7: elektronický kontaktní teploměr.



[27]

Elektronické teploměry odporové využívají závislosti změn elektrického odporu na teplotě. Nejrozšířenější odporové teploměry jsou termistory. Odpor termistoru s rostoucí teplotou klesá a to nelineárně. Termistorová čidla mohou být velmi malá a mohou mít různé tvary. Elektronické teploměry termočlánky využívají termoelektrického jevu, mají-li protilehlé konce vodiče různou teplotu, vzniká na nich elektrické napětí v důsledku nerovnoměrného rozložení náboje. V teploměrech se využívá dvou sériově zapojených termočlánků, jeden je umístěn v prostředí o konstantní teplotě a druhý v měřeném prostředí[5,6].

Bezkontaktní měření teploty se provádí pomocí radičního teploměru. Měření teploty probíhá na základě detekce infračerveného záření, vyzařovaného povrchem těla. Přístroj se skládá z detekční sondy a zařízení pro zpracování elektrického signálu a displeje. Citlivost přístroje je  $0,05^{\circ}\text{C}$ , časová konstanta je kolem 2 s. [5,6].

#### 4.1.3 Osobní váhy používané ve zdravotnictví

Hmotnost pacienta je velmi důležitou hodnotou, neboť na této hodnotě závisí velké množství dalších lékařských přístupů. K vážení pacienta se dříve používala mechanická osobní váha. V dnešní době se používá výhradně váhy digitální, která je mnohem přesnější s rozlišením hmotnosti 100 g, obvyklá celková váživost 200kg. V porodnictví je používána speciální váha pro novorozence. Tato váha je velmi přesná s rozlišením 10g, celková váživost je obvykle 20kg.



## **4.2 Elektrodiagnostické metody a přístroje**

Elektrodiagnostické metody je název pro skupinu diagnostických metod založených na detekci, záznamu a analýze elektrických napětíových změn, vznikajících při činnosti vzrušivých tkání, tj. tkáně nervové a svalové. [5].

Elektrody představují periferní část elektrodiagnostického přístroje, sloužící k vodivému spojení těla vyšetřovaného s měřicím zařízením. Druhy elektrod používaných k elektrodiagnostickým metodám je možno dělit podle několika hledisek:

- Polarizované elektrody jsou elektrody, u nichž se elektrodový potenciál při průchodu proudu elektrodovým systémem mění v důsledku koncentrační nebo chemické polarizace.
- Nepolarizované elektrody jsou charakterizovány stálým, fyzikálně chemickým definovaným potenciálem. V praxi se nejčastěji používá elektroda stříbrochloridová (Ag-AgCl).
- Mikroelektrody slouží ke snímání biopotenciálů z jednotlivých buněk. Průměr hrotu elektrody musí být dostatečně malý (0,5  $\mu\text{m}$ ).
- Makroelektrody jsou povrchové (kožní) jsou destičky různého tvaru i velikosti, nebo hloubkové (vpichové) v podobě injekčních jehel[5].

Proces zpracovávání elektrických biosignálů lze rozdělit do několika kroků. Prvním krokem je snímání. Elektrické biosignály jsou snímány jako elektrická napětí. Jejich velikost kolísá od  $10^{-6}$  V do  $10^{-2}$  V. Druhým krokem je zesílení sejmutých biosignálů. Zesilovače elektrických biosignálů dělíme na stejnosměrné a střídavé. Hlavní rozdíl mezi nimi je ve způsobu zapojení ke zdroji biosignálů. Třetím krokem je záznam zesíleného biosignálu, tento záznam může být dočasný nebo trvalý[5].

### **4.2.1 Přístroje pro diagnostiku činnosti mozku (elektroencefalografie EEG)**

Mezi základní metody vyšetřování mozku patří elektroencefalografie (mozek z lat. encefalon). Elektroencefalogram je jedním z významných nástrojů neinvazivní diagnostiky a výzkumu činnosti mozku. Metoda EEG slouží k záznamu elektrické aktivity mozku, která má svůj původ ve změnách polarizace neuronů mozkové kůry. Z průběhu snímané elektrické aktivity

lze usuzovat na funkční stav jednotlivých oddílů mozku. Elektroencefalografie je jedna ze základních diagnostických metod využívaná v neurologii a psychiatrii. Pro snímání elektrické aktivity mozku se používá nejčastěji povrchových elektrod. Elektrody musí být nepolarizovatelné. Tomu nejlépe vyhovují vzácné kovy (zlacené elektrody). Počet snímacích elektrod odpovídá množství záznamových kanálů elektroencefalografu a způsobu snímání. Běžné elektroencefalografy mají nejméně 16 kanálů. Elektrody jsou na kůži hlavy umísťovány podle standardních schémat. Fixace elektrod je za pomoci EEG pasty, nebo použitím speciální elastické čepice. Zachycená elektrická napětí jsou nízká a pohybují se od 5 do 200  $\mu\text{V}$ . Jejich frekvence kolísá od 1 do 60 Hz. Hodnocení elektroencefalografických záznamů spočívá v amplitudové a frekvenční analýze a v současnosti je prováděno převážně pomocí počítačů[2, 5, 6].

*Obrázek 8: Speciální elastická čepice pro upevnění EEG elektrod.*



[27]

Běžně rozlišujeme tyto základní typy elektroencefalografických vln:

Vlny alfa:	$f = 8 - 13 \text{ Hz}$ , s amplitudou (A) do $50 \mu\text{V}$ . Jde o rytmus charakteristický pro tělesný i duševní klid.
Vlny beta:	$f = 15 - 20 \text{ Hz}$ , s amplitudou $A = 5 - 10 \mu\text{V}$ . Představují rytmus člověka zdravého v bdělém stavu.
Vlny théta:	$f = 4 - 7 \text{ Hz}$ , $A = \text{nad } 50 \mu\text{V}$ . Fyziologický je tento rytmus u dětí, u dospělého člověka je patologický.
Vlny delta:	$f = 1 - 4 \text{ Hz}$ , $A = 100 \mu\text{V}$ . Tento rytmus se může za normálních okolností objevit v hlubokém spánku, v bdělém stavu je patologický

[5].

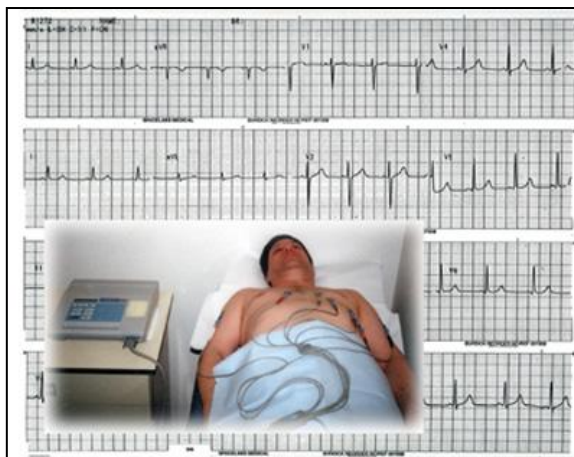
#### 4.2.2 Přístroje pro diagnostiku srdeční činnosti (elektrokardiografie EKG)

Měření bioelektrické aktivity srdce je nejstarší elektrodiagnostickou metodou, která se v průběhu mnohaletého vývoje stala samostatným vědním podoborem vnitřního lékařství. EKG je metoda umožňující snímání a záznam elektrické aktivity srdce, jedná se o základní vyšetřovací metodu v kardiologii. Umožňuje zjistit poruchy srdečního rytmu (tzv. arytmie), ischemické změny v myokardu a kontrolovat účinnost kardiofarmak. Abychom získali co nejužitečnější informaci o elektrických projevech srdce, musíme definovat vhodný způsob rozmístění snímacích elektrod a odvozený výpočet jednotlivých elektrokardiografických signálů, tedy elektrokardiografický svodový systém. Pro humánní ambulantní vyšetření se používají dva typy svodových systémů:

- standardní 12svodový systém (zpracování a vyhodnocení signálů ze 4 končetinových a 6 hrudních elektrod),
- ortogonální svodový systém (tři ortogonální osy x- horizontální, y- vertikální, z- dorzální) [2, 5, 6].

K snímání elektrické aktivity srdce je doposud nejužívanější elektrodou převážně v ambulantní elektrokardiografii plošná kovová elektroda přiložená přímo na kůži pacienta. Jedná se o elektrodu polarizovatelnou. Současné klinické elektrokardiografické přístroje jsou zásadně 12ti svodové. Většinou se požaduje, aby naměřené elektrokardiogramy ze všech 12ti svodů bylo současně možné zobrazit a vytisknout. Dále také mají elektrokardiografy vstupy pro další měřené parametry (krevní tlak, tělesnou teplotu, nasycení krve kyslíkem). Součástí elektrokardiografu může, ale nemusí být počítač pro analýzu pořízených EKG záznamů, nebo může být přístroj vybaven rozhraním pro jeho připojení. Méně náročné stolní či přenosné elektrokardiografy pro rychlé použití v terénu bývají vybaveny LCD displejem, umožňujícím prohlížení signálu z menšího počtu svodů, jednoduchým zabudovaným softwarem pro analýzu elektrokardiogramu a někdy i vestavěnou tiskárnou. Klinické elektrokardiografy používané v laboratořích fungují s osobním počítačem se složitým softwarem pro analýzu EKG. Podoba elektrokardiografického záznamu je standardizována. Základní citlivost elektrokardiografu je 10mm/mV. To znamená, že vstupní napětí o velikosti 1mV se v záznamu projeví jako výchylka o velikosti 10mm. Základní rychlost záznamu je 25mm/s a 50 mm/s[2, 5, 6].

Obrázek 9: Záznam z vyšetření EKG.



[27]

### 4.2.3 Měření bioelektrické aktivity svalů (elektromyograf EMG)

Elektromyografie je diagnostická metoda, umožňující snímání bioelektrických signálů, vznikajících činnostmi kosterního svalstva. Samotné snímání lze provádět invazivně i neinvazivně, na úrovni jediného svalového vlákna, jedné motorické jednotky i celého svalu. Zpracováním elektromyografu můžeme získat hodnotné informace, umožňující diferenciální diagnostiku svalových a neuromuskulárních poruch[2, 5, 6].

Invazivní, tzv. intramuskulární EMG umožňuje dobře lokalizovat požadovaný zdroj signálu. Přesnost lokalizace závisí na typu použitých elektrod, většinou jde o perkutánní jehlové elektrody. Jehlovou elektrodu zavedenou do svalu lze polohovat a najít tak optimální hloubku zavedení podle snímaného EMG signálu. Používají se monopolární elektrody, což je jednoduchá tenká jehla opatřená přívodním kabelem. Dutinou jehlové elektrody může být vedeno několik vodičů, kterými lze snímat velký počet signálů z velmi malého prostoru, jejich průměr je obvykle 50 až 70  $\mu\text{m}$ . Dále je možné používat bipolární elektrody, u které je dutinou veden jeden vodič. Speciální jehlová elektroda pro snímání EMG jediného svalového vlákna (SFEMG) má kontaktní plochu aktivní elektrody velikosti 25  $\mu\text{m}$ . Pásmo využitelného frekvenčního signálu sahá až k 10kHz. Díky velmi malé ploše elektrod a dobré lokalizaci je špičkové napětí snímaného signálu malé, řádově několik stovek  $\mu\text{V}$ [6].

Při snímání z povrchu těla (neinvazivní metoda) zaznamenáváme signál vzniklý činnostmi velkého množství motorických jednotek. Signál dosahuje špičkové hodnoty do 10 mV. Pro snímání z povrchu se používají tzv. multielektrody, sdružující různý počet Ag/AgCl elektrod do určité geometrické konfigurace[6].

Elektromyograf, některé elektromyografy jsou určeny pouze pro povrchové snímání. Často je elektromyograf kombinován s přístrojem pro záznam evokovaných potenciálů. Analýzu EMG provádíme výhradně na počítači. Elektromyografy bývají vybaveny pouze nejnútnejším uživatelským rozhraním. U elektromyografu se nepoužívá ani tiskárna tak jako je to u elektrokardiografu, neboť papírový záznam nezpracovaného EMG nemá diagnostickou hodnotu[6].

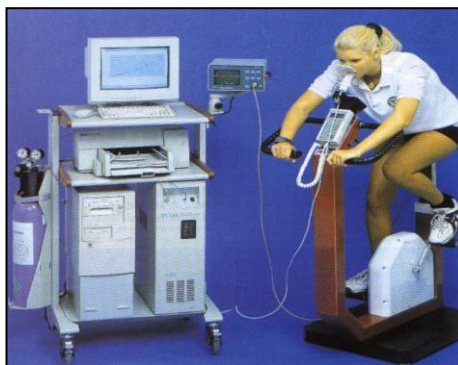
### 4.3 Přístroje pro diagnostiku plic

Hlavní funkcí plic je dýchání, při vyšetření se hodnotí plicní objemy a vlastní mechanika dýchání. Základními sledovanými parametry jsou průtok, objem a tlak dýchacího plynu, vyšetření lze doplnit o chemickou analýzu respiračních plynů.

Důležité vyšetření je spirometrie, které se provádí pomocí spirometru, nebo v dnešní době spíše pomocí pneumotachografu. Vyšetření měří dechové objemy a průtoky.

K vyšetření spirometrie vyžaduje plnou spolupráci s vyšetřovanou osobou. Vyšetřovaná osoba se má maximálně nadechnout a usilovně vydechnout. Klasický typ spirometru bylo zařízení sestávající se ze zvonu různého tvaru a velikosti s vodním těsněním, k vnitřnímu objemu se přes náustek a tubus připojovala testovaná osoba. Při dýchání byly registrovány změny objemu zvonu a následně vyhodnoceny[2].

*Obrázek 10: Spirometrické vyšetření.*



[27]

Pneumotachograf je diagnostický přístroj, který stejně jako spirometr slouží ke spirometrickým měřením, primární měřenou veličinou je objemový průtok ( $l \cdot s^{-1}$ ). Lopatkový pneumotachograf se skládá z jednoduché lopatky, která je osou otáčení uložena ve směru proudění vzduchu, úhlová rychlost je snímána optoelektronicky. Výhodou tohoto přístroje je jeho nezávislost na složení a teplotě vzduchu[6].

Pneumotachograf s diferenčním manometrem měří průtok na základě měření rozdílu tlaků mezi dvěma místy snímače. Rozdíl tlaků je vytvořen pomocí tzv. Venturiho trubice. Vztah mezi rozdílem tlaků a rychlostí proudění lze odvodit s využitím Bernoulliovy rovnice. Nevýhodou je, že měření je závislé na teplotě a složení vzduchu (tyto hodnoty ovlivňují hustotu vzduchu). Výhodou je, že lze měření provádět v obou směrech (nádech i výdech) [6].

#### **4.4 Přístroje pro rentgenové zobrazovací metody**

Rentgenová diagnostika se rozvíjí již více než sto let (v r. 1895 Röntgen pořídil první snímek části lidského těla).

*Obrázek 11: RTG snímek páteře.*



[28]

Každý rentgenový diagnostický přístroj se skládá z několika základních částí. Z částí elektrických (zdroj vysokého napětí, rentgenová lampa - rentgenka , ovládání a zesilovač rentgenového obrazu) a částí mechanických, které umožňují měnit polohu vyšetřovaného pacienta a poskytují mechanickou oporu celému systému. Zdroj vysokého napětí pro napájení rentgenky se skládá především z transformátoru, usměrňovače a obvodů pro vyhlazení průběhu pulsujícího stejnosměrného proudu, který dodává usměrňovač. Transformátor převádí nízké napětí v síti (230 nebo 400V) na velmi vysoké napětí potřebné pro napájení rentgenky (až stovky kilovoltů). Proud elektronů může rentgenkou procházet pouze v jednom směru od žhavého vlákna katody k anodě, proto je zde zapojen usměrňovač. Ovládací pult rentgenového přístroje je vybaven zejména voltmetrem a ampérmetrem pro kontrolu napětí a proudu na rentgence. Další prvky zde slouží k polohování přístroje a pacienta. U moderních přístrojů je většina těchto funkcí řízena pomocí počítačového programu. Ovládací pult bývá zapojen mimo vyšetřovací místnost (za zástěnou z olovnatého skla, která chrání lékaře

a sestry od zbytečného ozařování). Hlavní mechanickou součástí přístroje je stojan, který nese rentgenku. Stojan je mechanicky spojen s polohovatelným vyšetřovacím stolem, na který ulehá pacient. Ve stolu je zabudovaná sekundární clona a vkládá se do něj kazeta s radiografickým filmem. [5,12,17].

V dnešní době mnoho přístrojů zhotovuje digitální snímek. Digitalizace zobrazovacího procesu s sebou přináší řadu výhod proti snímkování na rentgenový film. Jde o suchý a rychlý proces bez filmů a chemikálií, bez temné komory, bez nutnosti manipulovat s rentgenovými kazetami, se snadnou archivací a vyhledáváním snímků. Propracované anatomické programy pro konkrétní části těla spolu s možností úprav snímku po expozici prakticky vylučují opakování expozic. Úpravy digitálního obrazu navíc umožňují vícenásobné diagnostické využití jednoho rentgenového snímku[29].

#### **4.5 Přístroje pro počítačovou tomografii (CT – computed tomography)**

Počítačová tomografie dnes patří k nejdůležitějším zobrazovacím metodám v medicíně. Je nepostradatelnou metodou pro všechny morfologické léze (změny tvaru, struktury mozkové tkáně). Touto metodou lze ozřejmit nádory, krvácení, ischemie, zhmožděnin. V některých případech pro přesnou diagnostiku nestačí pouze dvojrozměrný frontální snímek pořízený pomocí klasického rentgenového přístroje. Počítačová tomografie vhodně kombinuje klasické rentgenové vyšetření s počítačovým systémem, který informace zpracovává. Výpočetní tomografii (computerized tomography) vynalezl v roce 1979 Angličan Hounsfield. Pacient leží na vyšetřovacím stole uvnitř, a okolo něho (po obvodu stěn „tunelu“) rotuje rentgenka s protilehlými detektory RTG záření. Rentgenka tak „prosvítí“ vyšetřovanou vrstvu pacientova těla ve všech směrech a detektory zachytí prošlé záření a odešlou impulzy do počítače. V CT se k detekci rentgenového záření používají dva základní typy detektorů, a to ionizační a pevnolátkové. Ionizační detektor reprezentuje xenonová komora (stlačený xenon). V ní jsou umístěny dvě elektrody, anoda a katoda. Na elektrody je přivedeno napětí o hodnotě 500-1000V. Druhá konstrukční varianta detektoru představuje užití kombinace scintilačního krystalu a fotodiody. Počítač potom řezy rekonstruuje a zobrazí na monitor. Nevýhodou vyšetření pomocí počítačové tomografie však zůstává, že je pacient nucen po dobu vyšetření zůstat bez pohybu[5,18,30].

## **4.6 Přístroje pro vyšetření magnetickou rezonancí (MRI)**

MRI je lékařská diagnostická metoda, nezastupitelná při řadě vyšetření (např. onkologických a neurologických). Tato metoda nemá na rozdíl od počítačové tomografie žádné nežádoucí účinky. K získání obrazu tkání orgánů pacienta se v případě MRI využívá účinku magnetického pole a elektromagnetického záření v oblasti frekvencí radiových vln.

Základem celého přístroje je výkonný počítač, který řídí všechny procesy během vyšetření a rekonstruuje v reálném čase celé série snímků.

Centrální jednotkou je silný magnet, který vytváří homogenní magnetické pole. V závislosti na požadované intenzitě pole je možno užít tří typů magnetů, a to permanentních, supravodivých a odporových. Permanentní magnety jsou vhodné pro přístroje s požadovanou intenzitou magnetického pole do hodnoty 0,3 Tesla. Mají obrovskou hmotnost, ve srovnání s ostatními dvěma typy však nízkou pořizovací cenu. K vyvolání supravodivosti (tj. stavu, kdy elektrický odpor látky klesá téměř na nulu), je třeba extrémně nízké teploty kolem 270<sup>0</sup>C, které lze dosáhnout užitím velice nákladného kapalného helia. Nákladnost zařízení je avšak kompenzována možností pracovat s magnetickým polem v rozmezí hodnot od 0,3 až 2 Tesla. Odporové magnety pracují na elektromagnetickém principu a díky vysoké spotřebě elektrického proudu je jejich provoz značně nákladný. Umožňují pracovat s polem o magnetické indukci do 0,5 Tesla[5,30].

Další důležitou součástí systému jsou radiofrekvenční cívky, které slouží jednak jako antény vysílající elektromagnetický signál a jednak jako nejrůznější modifikátory magnetického pole[5,30].

V tunelu, zaplněném magnetickým polem, se periodicky střídá operace:

- vysílání signálů,
- vybuzení protonů v atomech vodíku,
- vypnutí radiofrekvenčních cívek – cívky se stávají anténami,
- cívky přijímají energii protonů vracejících se do svých původních poloh.

Tento cyklus trvá zhruba desítky milisekund. Výstupem ze snímkování je pouhý shluk teček, který musí počítač se speciálními programy zpracovat a vytvořit reálný obraz na základě takto změřené hustoty protonů v příslušné tkáni[30].



## **4.7 Přístroje pro ultrazvukové zobrazovací metody**

Ultrazvukové zobrazovací metody se začaly vyvíjet na počátku 50. let minulého století. V té době se ultrazvuková metoda již používala v průmyslu k nedestruktivním zkouškám vad materiálu. Základem ultrazvukové diagnostiky je zpracování a zobrazení ultrazvukových signálů, odražených od tkáňových rozhraní. Nejjednodušším typem ultrazvukového obrazu je jednorozměrné zobrazení A (z angl. Amplitude), charakterizované sledem výchylek časové základny osciloskopu. Velmi využívaným zobrazením se stalo dvojrozměrné zobrazení B (z angl. Brightness), zachycené odrazy modulují jas stopy na obrazovce. V současné době se využívá zobrazení B dynamického typu s rychlým způsobem snímání a širokou stupnicí šedi (128-256 stupňů šedi) [5].

Přístroj umožňující vytvoření těchto obrazů (ultrasonograf, echograf) se skládá z vyšetřovacích sond, elektronických obvodů (nutných pro buzení piezoelektrických elementů sond a pro zpracování zachycených odrazů do podoby obrazu), zobrazovací jednotky (monitoru), záznamové jednotky (videotiskárny) [5].

## **4.8 Optické diagnostické přístroje**

### **4.8.1 Endoskopy**

Názvem endoskopy se označuje skupina optických přístrojů sloužících k vyšetřování tělních dutin. Fyzikálně jsou založeny na odrazu a lomu světelných paprsků. Do vyšetřované dutiny jsou zaváděny přirozenými otvory, nebo chirurgicky vytvořenými. Endoskopy můžeme dělit podle tří hledisek:

- podle složitosti (endoskopická zrcadla, endoskopy s pevnými tubusy a fibroskopy),
- podle druhu osvětlení (vnitřní – světelný zdroj je součástí přístroje, nebo vnější – k osvětlení dutiny je využíváno vnějšího zdroje světla),

podle způsobu pozorování (přímé – pozorování je prováděno vlastním okem, nepřímé – obraz vyšetřované oblasti je snímán mikrokamerou a lékař jej pozoruje na obrazovce přístroje) [5].

**Endoskopy s pevnými tubusy** základem těchto endoskopů je pevný kovový různě dlouhý tubus s optickým systémem a vlastním osvětlením. Dutina tubusu slouží k zavádění

speciálních nástrojů pro provádění diagnostických nebo terapeutických chirurgických zákroků.

Bronchoskop - slouží k vyšetření průdušnice.

Cystoskop - slouží k vyšetření močového měchýře

Gastroskop - slouží k vyšetření sliznice žaludku

Rektoskop - slouží k vyšetření nejdálší části trávicí trubice.

Artroskop - slouží k vyšetření kloubních dutin.

Laparoskop - slouží k vyšetření dutiny břišní[5].

### **4.8.2 Fibroskopy**

Jejich rozvoj je spojen s vývojem vláknové optiky. Slouží k pozorování a fotografování vyšetřovaných oblastí, odebírání vzorků tkáně a provádění drobných chirurgických zákroků. Délka fibroskopu je 130 – 140 cm, z toho více než tři čtvrtiny tvoří ohebná trubice tvořená plastem a ocelovou spirálou. Uvnitř bývají 3 svazky světlovaných vláken (2 k vedení světla, 1 k vedení obrazu), trubice k vedení vzduchu, nebo vody, pracovní kanál k zavádění miniaturních chirurgických nástrojů a táhla přenášející pohyb z ovladačů na pohyblivý distální konec fibroskopu. Na distálním konci obrazového světlovodu je umístěn pozorovací objektiv, který je konstruován tak, aby poskytoval ostrý obraz. Proximální konec fibroskopu obsahuje okulár v pevném tubusu a mechanické ovladače k ohýbání distálního konce. Součástí přístroje je výkonný halogenový nebo xenonový zdroj světla, kompresor k vhánění vody nebo vzduchu a vývěva k odsání vzduchu a tekutin z vyšetřované dutiny[5].

## **4.9 Diagnostické přístroje v laboratoři**

### **4.9.1 Mikroskopy**

Mikroskop je naprosto nezbytné vybavení každé laboratoře. V dnešní době, je každá laboratoř vybavena speciálními mikroskopy přizpůsobenými pro svou specializaci a účelům pozorování. Základem mikroskopu jsou čočky, které tvoří objektiv a okulár. Okuláry a objektivy jsou často výměnné. Zvětšení dle specializace pracoviště. Maximální teoretické zvětšení je asi 2000×. Světelný mikroskop, ať se jedná o jednoduchý mikroskop, nebo složitý vědecký mikroskop, obsahuje tyto základní systémy:

- **ovládání vzorku** – přidržení a manipulace se vzorkem, (stolek – místo, kde spočívá vzorek, svorky – slouží k přidržení vzorku na stolečku),
- **osvětlení** – osvětlení vzorku (nejjednodušším osvětlovacím systémem je zrcadlo, které odrazí pokojové světlo skrze vzorek), nebo studené světlo - souhrnné označení pro osvětlení, která na výstupu produkují pouze světlo, nikoliv teplo. Do této skupiny patří všechna osvětlení, u nichž je světlo vedeno od světelného zdroje (obvykle vysokovýkonné halogenové lampy 100-150 W) svazkem optických vláken k pozorovanému objektu. LED osvětlení - Je nejmodernější typ osvětlení, vybavený LED diodami, které vydávají bílé světlo se spektrem denního světla. Výhody jsou: odpadá nutnost použití modrého filtru (který se používá pro kompenzaci žlutého zabarvení světla halogenového osvětlení), výrazně prodloužená životnost řádově v tisících hodin, velmi nízká spotřeba proudu a relativně nízká pořizovací cena.
- **objektiv** – tvoří obraz,
- **čočky objektivu** – shromažďují světlo od vzorku,
- **okulár** – přenáší a zvětšuje obraz z čoček objektivu do vašeho oka,
- **karusel** – otočný stojan, nesoucí mnoho objektivů,
- **tubus** – udržuje okulár ve správné vzdálenosti od objektivu a blokuje rozptýlené světlo,
- **zaostření** – poloha objektivu ve správné vzdálenosti od vzorku[31].

#### 4.9.2 Přístroje pro tepelnou úpravu roztoků a vzorků

Jedná se o přístroje, které na základě vedení tepla ohřívají, nebo ochlazují roztoky a vzorky, mohou být na principu vodní lázně, nebo tzv. suché bloky (velmi podobné klasické kuchyňské plotýnce), dále chladicí, nebo mrazicí boxy.

##### 4.9.2.1 Termocykler

Termocykler je přístroj používaný v molekulární biochemii. Termocykler je přístroj, umožňující programované změny teplot (ve velkém rozsahu 4 až 99°C) a ve velmi krátkém čase (rychlost ohřevu kolem 4°C/sec. a rychlost chlazení bývá 3°C/sec) v mikrozkuvkách obsahujících reakční směs pro PCR.

Obrázek 12: Termocykler



[32]

#### 4.9.2.2 Spektrometr

Spektrometr je druh vědeckého přístroje, který umožňuje zkoumat prvkové chemické složení látky či objektu na bázi měření odraženého světla respektive odražené vlnové délky světla a jeho absorpci nebo na základě měření vzniklého světla, přičemž ke vzniku dochází umělou excitací.

## 5 Terapeutické přístroje

### 5.1 Přístroje pro radioterapii

Radioterapie je klinický obor, využívající účinků ionizujícího záření v léčbě jak zhoubných tak i nezhoubných nádorů. Cílem radioterapie je aplikovat do postiženého místa v těle pacienta přesně definovanou dávku záření za současného maximálního šetření okolní zdravé tkáně. Podle vzájemného umístění pacienta a zdroje záření rozlišujeme dva základní principy radioterapie:

- Teleterapie – zevní radioterapie, kdy zdroj ionizujícího záření je mimo tělo pacienta a cílový objem je v těle pacienta ozařován přes kůži.

- Brachyterapie – vnitřní radioterapie, kdy zdroj, či zdroje ionizujícího záření jsou uvnitř těla pacienta, přímo v cílovém objemu nebo v jeho bezprostřední blízkosti[2].

Ozařovací techniky lze rozdělit na statické a dynamické.

Zdroje pro zevní ozařování se používají terapeutické rentgenové přístroje, kobaltové ozařovače a lineární urychlovače. Kobaltové ozařovače produkují záření s vysokou energií, které poskytuje nejvyšší dávku pod povrchem kůže a tak umožňují vpravení účinných dávek do nádorového ložiska. Standardem moderní radioterapie jsou lineární urychlovače s ještě vyšší energií než kobaltové přístroje. Hlavice lineárního urychlovače může rotovat o 360 stupňů kolem pacienta. Nádor tak je ozařován z více úhlů, dávka záření se sčítá v nádoru a snižuje se dávka na zdravé orgány. Svazek záření je možné tvarovat systémem clon, aby jeho tvar a velikost odpovídaly nádorovému ložisku a šetřilo se okolí[21].

Brachyterapie je charakterizována vysokými dávkami záření přímo v oblasti nádoru a rychlým poklesem dávky do okolí. Brachyterapie je nenahraditelnou léčebnou metodou u nádorů dělohy, prsu, dutiny ústní. Používá se rovněž k zmírnění obtíží způsobených nádorovým zúžením průdušek, jícnu, žlučových cest. Po dlouhou dobu bylo nejdůležitějším zdrojem záření pro brachyterapii radium, bylo však nahrazeno radioizotopy, které jsou bezpečnější z hlediska radiační ochrany. V současné době se brachyterapie provádí pomocí automatických afterloadingových přístrojů. Do oblasti nádoru se nejprve zavede aplikátor, po rentgenové kontrole jeho správné pozice se připojí k přístroji, ze kterého vyjíždí radioaktivní iridiové zrno. Ozáření samotné trvá několik minut[21].

## **5.2 Přístroje pro elektrickou stimulaci tkání**

Stimulace tkání elektrickým proudem je založena na využití nadprahových hodnot způsobujících podráždění.

### **5.2.1 Kardiostimulátory**

- přístroje, korigující poruchy převodního systému srdce. Kardiostimulátory můžeme dělit podle několika hledisek:
  - podle doby trvání stimulace (dočasná, trvalá),
  - podle způsobu dráždění – přímé (endokardiální, myokardiální, epikardiální), nepřímé (hrudní, jícnové),

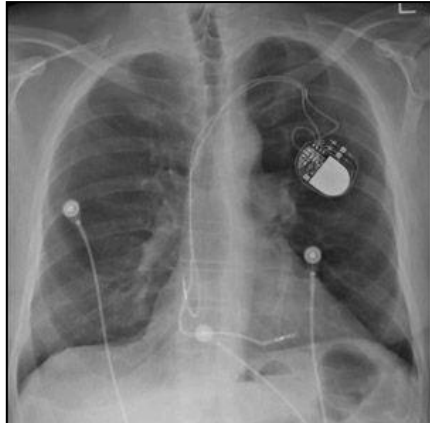
- podle funkce stimulátoru – neřízená, řízená, programovatelná,
- podle typu stimulačních elektrod,
- podle typu napájení stimulátoru, který může být bateriové nebo vysokofrekvenčně buzené[2,30].

Dlouhodobá stimulace – dříve se používaly kardiostimulátory o hmotnosti až 250g, dnes se používají kardiostimulátory s výjimečnou spolehlivostí, hmotností kolem 25g a životností delší než 10let (díky používání lithiových baterií). Požadavky, které jsou na implantabilní kardiostimulátory kladeny jsou: co nejmenší objem i hmotnost, vhodný tvar, co nejdelší životnost a hermetičnost.

Elektronická část se skládá ze tří funkčních částí:

- generátor stimulačních impulsů (baterie a obvody k snímání elektrické aktivity srdce),
- stimulační elektrody s vodiči,
- programátor[2,30].

*Obrázek 13: Kardiostimulátor a rentgenový snímek jeho uložení v těle pacienta.*



[27]

## 5.2.2 Defibrilátory

- přístroje odstraňující fibrilaci srdce elektrickým výbojem

Defibrilace může být přímá (aplikace přímo na srdce nejčastěji při kardiokirurgických operacích), nebo nepřímá (elektrody se přikládají na hrudník, tak aby proud zasáhl co největší část srdce).

Manuální defibrilátory se používají v nemocnicích již více než 30 let. Jedná se o velký přístroj, který se skládá ze zdroje elektrického napětí, obrazovky, na které se zobrazuje srdeční rytmus a z dvou oválných elektrod s izolovanými držadly, které se přikládají na hrudník. K zlepšení kontaktu s kůží se tyto elektrody potírají gelem. Těmito elektrodami se snímá z povrchu těla EKG signál k určení druhu arytmie, současně mezi nimi proběhne po aktivaci defibrilátoru výboj. Jeho obsluha si vyžaduje profesionální zkušenost a znalosti[2,30].

Automatizované defibrilátory jsou malé a lehké přístroje, které obsahují dvě nalepovací elektrody. Přístroj je naprogramovaný a dává pokyny zachránci, jak má postupovat. Určí nejvhodnější moment pro podání elektrického výboje. Na ovládání tohoto přístroje stačí vyškolený laický záchránce. Autorizovaná osoba pak může podat efektivní pomoc. Automatizované přenosné defibrilátory mají software, který je navržen tak, aby byl proti chybám záchrance bezpečný. Software zaručuje, že výboj nedostane osoba, která je při vědomí.

## 5.3 Přístroje pro ventilační a anesteziologické systémy

Ventilační systémy jsou určeny k zachování základních životních funkcí organismu. Umělá plicní ventilace slouží k udržení krevních plynů v odpovídajícím množství a složení.

Hlavními funkčními částmi ventilátoru jsou zásobníky plynů (vzduch, kyslík) s jednotou mísení a dávkování, patientská část s hadicemi i ventily a řídicí jednotky zabezpečující odpovídající režimy. Přídavnými funkčními bloky jsou pohlcovač oxidu uhličitého zvlhčovač. Zcela nezbytný je monitorovací systém, který současně umožňuje stanovit nejen základní funkční parametry plicní ventilace, ale i analýzu vydechovaných plynů pacienta jako formu funkčního vyšetření jeho plic. Systém je také označován jako

servoventilátor, protože využívá snímačů tlaku a průtoku plynů v dýchacím okruhu pacienta k zavedení „zpětné vazby“ při řízení[2].

Přístroje pro anesteziologické systémy jsou ventilační systémy, určené pro podávání inhalační anestézie. Oproti ventilačním přístrojům jsou opatřeny směšovačem plynů kyslíku a oxidu dusného. Součástí moderních ventilačních i anesteziologických systémů jsou mikroprocesorové řídicí systémy s odpovídajícím programovým vybavením pro analýzu jak okamžitých veličin, tak trendů, možnosti zobrazování sledovaných biosignálů i zpracovaných dat a umožňující tisk nezbytných protokolů[2].

## **5.4 Přístroje pro fyzikální léčbu**

Fyzikální terapie (fyzikální léčba) využívá fyzikálních prostředků a energií k léčebným účelům. Cílem je mechanickými, termickými, elektrickými, magnetickými nebo laserovými impulsy dosáhnout odstranění bolesti, zlepšení narušených tělesných funkcí pohybového aparátu, zlepšení trofiky tkání[2].

### **5.4.1 Termoterapie**

Termoterapie na organismus je působeno tepelnými podněty.

Nejčastěji používané tepelné nosiče jsou voda, vzduch, peloidy, parafín. Přístroje pro lokální termoterapii jsou vany pro ohřev parafínu a jiných nosičů tepla (parafín a jiné nosiče tepla jsou ohřívány ve vodní lázni o teplotě v rozmezí 30-90°C).

Infrazářiče mají rozdílné provedení, počet zářičů a výkon. Všechny typy jsou mobilní, výškově a směrově nastavitelné. Některé typy přístrojů mají možnost individuálně spínat jednotlivé zářiče a plynule regulovat jejich intenzitu, vestavěnou časovací jednotku a dálkové ovládání pro pacienta s tlačítkem umožňující okamžité vypnutí zářiče.

Přístroj pro aplikaci „skotských stříků“ je stojan se 2 masážními ručními tryskami pro teplou a studenou vodu, přístroj obsahuje ukazatele pro teplotu a tlak vody v jednotlivých tryskách, dále je nutná regulace proudu vody (bodový, vějířový proud).

Vany pro aplikaci vířivých a perlivých koupelí jsou vany s velmi o rozlišných tvarů a objemů, mohou být pro celotělové nebo pouze končetinové koupele a jsou vybaveny elektromotory o různém výkonu. Jednotlivé typy van se dále liší především vestavěnou výbavou (hydromasáží, perličkou, podvodní masáží), ale především typem, počtem



a umístěním hydromasážních a perličkových trysek. Vany mohou být manuálně, nebo elektronicky ovládané. Některé vany mají vestavěné recyklační zařízení.

#### **5.4.2 Fototerapie**

Fototerapie na organismus je působeno světelným zářením. Pacientům je aplikováno infračervené záření (zdroj IRA záření je v lékařství využíván infrazářič-solux), nebo ultrafialové záření (zdrojem je UV zářivka).

#### **5.4.3 Ultrazvuková terapie**

Ultrazvuková terapie se pohybuje v rozmezí 1/3MHz, aplikace může být dynamická, nebo semistatická. Většina používaných přístrojů obsahuje hlavice s kontaktní plochou o velikosti 2,5 cm<sup>2</sup> nebo 5 cm<sup>2</sup>, s optickou a akustickou signalizací kontaktu s pacientem, přístroje mají velká množství přednastavených programů, nebo je možnost volby vlastních.

#### **5.4.4 Magnetoterapie**

Magnetoterapie je fyzioterapeutická metoda využívající biologické účinky stacionárního (trvalého) nebo častěji pulsního (přerušovaného) elektromagnetického pole na lidský organismus. Je to metoda užívaná již v dávné historii, např. Hippokrates léčil mnohé bolestivé stavy u svých pacientů přikládáním magnetické rudy. Aplikátory rozdělujeme na plošné, které se přikládají na postiženou oblast, a cívkové, které mají podobu válce o různém průměru, do nichž se vloží např. postižená končetina, nebo pacient leží na zádech uvnitř aplikátoru.

#### **5.4.5 Laseroterapie**

Laserové řídicí jednotky bývají obvykle vybaveny jedním nebo dvěma výstupy pro připojení červených a infračervených terapeutických sond (červené sondy o vlnové délce 685nm a výkonu 30-50mW, infračervené sondy o vlnové délce 830nm a výkonu 200-400mW). Terapeutické sondy bývají k dispozici v provedení ručních bodových sond, velkoplošných ručních laserových sprch nebo velkoplošných laserových scannerů pro automatickou aplikaci. Jednotky jsou vybaveny přednastavenými procedurami, které lze volit dle diagnóz nebo číselných programů. Samozřejmostí je také možnost nastavení individuální terapie, dle manuálně vložených parametrů.

## 5.4.6 Elektroterapie

Elektroterapie je způsob terapie, jež využívá různé druhy elektrických proudů (stejnoseměrného proudu, střídavých proudů nízké nebo střední frekvence či vysokofrekvenčního proudu s různě tvarovanými impulzy), které zlepšují prokrvení tkání, uvolňují napětí svalů nebo je naopak posilují. Působí proti bolesti a zánětu. Typ elektroléčebné procedury se volí podle převažujícího typu onemocnění. Je možné léčit choroby pohybového aparátu, poruchy prokrvení, zánětlivá a degenerativní onemocnění, pooperační stavy, kožní problémy apod.

**Galvanoterapie** – nepřerušovaný stejnosměrný proud.

- Galvanizace je léčebné využití stejnosměrného proudu, tj. galvanického proudu se stálou intenzitou. Ve tkáních dochází ke vzájemné výměně kationtů a aniontů mezi elektrodami, k vyplavování iontů z buněk a zvýšení místního metabolismu v kůži, podkoží a dalších tkáních.
- Iontoforéza je elektroléčebná metoda, která umožňuje elektrolytickým účinkem galvanického proudu vpravit do povrchových vrstev kůže nebo sliznic léčivé látky. Ty pak působí přímo v místě podle svých specifických účinků. Takto jsou vpravovány do postižených oblastí např. kalcium, kalium, procain, mesocain, hyaluronidáza, histamin, salicyláty a další látky, které se zde uplatňují např. svým anestetickým, protizánětlivým účinkem či jiným druhem působení.

**Impulsoterapie** – nízkofrekvenční impulsoterapie využívá účinek impulsů o frekvenci 1-1000Hz prakticky však jen do 200Hz.

**Elektrostimulace** pomocí impulsů se strmým nástupem, tato metoda využívá dráždivých účinků nízkofrekvenčních proudů.

- TENS (transkutánní elektrická nervová stimulace), tato metoda je založena na poznatku, že vedení bolestivých vzruchů a vnímání bolesti je možno zmírnit až potlačit drážděním nervových vláken na různých úrovních nervového systému. U aplikace TENS je dráždění prováděno pomocí krátkých a velmi krátkých impulsů s nízkou frekvencí.

- Träbertovy proudy Nízkofrekvenční pulsní proudy, které mají výrazný analgetický účinek, používají se podobně jako výše uvedené metody.

**Diadynamické** proudy mají především analgetické účinky, při této metodě se aplikuje stejnosměrný nízkofrekvenční elektrický proud přes elektrodu přiloženou na postižené místo. Mezi elektrodou a tělem pacienta je kontaktní látka, přes kterou probíhá proudění.

**Interferenční** proudy tato metoda využívá aplikace proudu prostřednictvím elektrod. Léčba je založena na principu interference dvou středněfrekvenčních proudů přímo ve tkáni. K zesílení účinku se používá tzv. vakuových elektrod, doba aplikace je pak kratší, intenzita proudu se volí dle subjektivní snášenlivosti pacienta. Léčba ovlivňuje prokrvení postižené oblasti, zlepšuje výživu oblasti, způsobuje relaxaci svalů a zmenšuje bolest. Působí přímo na svaly, nervy a ovlivňuje látkovou výměnu buněk.

**Diatermie** (krátkovlnná diatermie), přivádí vysokofrekvenční energii hluboko do tkání a využívá jejího tepelného účinku. Způsobuje vnitřní prohřátí svalů a tkání, jejich zvýšené prokrvení s následným relaxačním účinkem (uvolněním ztuhlosti svalů) a úlevy od bolesti.

**Ultrakrátkovlnná diatermie** má dobrý hloubkový efekt a minimálně tepelně zatěžuje kůži, podkoží a tukovou tkáň. Využívá se ke stimulaci hlouběji uložených struktur. **Mikrovlnná diatermie její** výhodou je příznivý poměr ohřevu na úrovni tuk - sval, ve prospěch svalové hmoty. Oči pacienta je při této léčbě třeba chránit pomocí brýlí s kovovou mřížkou.

**Distanční** (bezkontaktní) elektroléčba je další velmi využívaná forma elektroléčby, objevená v ČR. Využívá bezkontaktní aplikace léčebných elektrických polí a elektrických proudů. Bezkontaktní princip podávání distanční elektroterapie výrazně omezuje kontraindikace a rizika této elektroléčebné procedury. Umožňuje aplikovat proceduru přes obvaz, sádku či ortézu.

## 5.4.7 Přístroje pro elektrickou neuromuskulární stimulaci

Nabídka elektroterapeutických přístrojů je velmi široká. Jednotlivé elektroléčebné přístroje se odlišují typem aplikace (kontaktní či distanční), počtem výstupů, škálou terapeutických proudů, komfortem a přehledností obsluhy při nastavení konkrétní léčebné procedury (manuální nastavení všech parametrů, jednoduchý výběr z přednastavených terapií dle diagnózy nebo programů), velikostí displeje. Některé typy přístrojů jsou vybaveny displeji dotykovými, což umožňuje nejsnazší možné nastavení procedur. Samozřejmostí je u všech typů široké volitelné příslušenství. Většina elektroléčebných přístrojů umožňuje propojení na Vakuovou jednotku, pomocí které lze proceduru aplikovat přes přísavné elektrody.

### 5.4.7.1 Přístroje pro elektroléčbu BTL zdravotnická technika, a.s.

V České republice se v praxi nejvíce používají přístroje od firmy **BTL zdravotnická technika, a.s.** Společnost BTL byla založena v roce 1993 (původně Beautyline, s.r.o.) jako výrobce myostimulátorů a elektroléčebných přístrojů. Postupem času společnost rozšiřovala portfolio svých produktů tak, že má nyní komplexní nabídku zdravotnických přístrojů pro rehabilitaci, lázeňství, kardiologii, interní medicínu, gynekologii, ORL a další lékařské obory. BTL je původní český výrobce a distributor zdravotnických přístrojů a zařízení. Je součástí holdingu firem BTL, které působí v řadě zemí světa. Vlastní prodejní firmy má nyní ve 13-ti zemích (Česko, Slovensko, USA, Itálie, Portugalsko, Polsko, Rumunsko, Bulharsko, Ukrajina, Kazachstán, Chorvatsko, Maďarsko, Indonésie). BTL dodává přístroje přes distributorskou síť do dalších více než 90-ti zemí světa. Patří tak mezi nejvýznamnější exportéry zdravotnické techniky u nás a např. ve fyzikální terapii patří mezi 5 největších světových výrobců. S jedinečným BTL Modulárním systémem je možno využívat až 4 terapeutické moduly v jediném přístroji nebo přístroj později výhodně rozšířit[25].

Přené parametry přístroje BTL – 5810SLM Combi jsou uvedeny v příloze 2.

Obrázek 14: Příklad přístroje BTL-5810SLM Combi



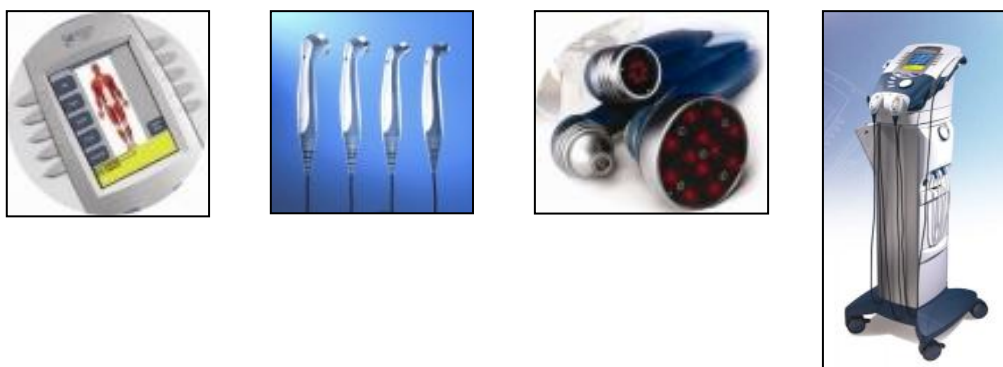
[25]

#### 5.4.7.2 Přístroje pro elektroléčbu od společnosti Madisson s.r.o.

Společnost Madisson s.r.o. vyrábí, prodává a servisuje techniku pro zdravotnictví, rehabilitaci a wellness. Jejich techniku využívají rehabilitační centra, nemocnice, hotely, lázně, ale i malá rehabilitační pracoviště, privátní ordinace, wellness studia a kosmetické salony. Společnost byla založena v roce 1999 a za tuto dobu zrealizovala celou řadu velmi významných projektů. Mezi hlavní skupiny produktů této společnosti patří rehabilitační, vyšetřovací a masérská lehátka a stoly, přístroje pro fyzikální terapii a ostatní rehabilitaci a produkty pro vodoléčbu[33].

Přesné parametry přístroje INTELECT ADVANCED jsou uvedeny v příloze 3.

Obrázek 15: Příklad přístroje INTELECT ADVANCED



[33]

## **5.5 Terapeutické přístroje v chirurgii**

Robotický chirurgický systém je v současné době nejdokonalejší prostředek, umožňující provést chirurgický zákrok, který je jinak pro operátora složitý a pro pacienta tím nebezpečnější. Robot se skládá ze dvou základních částí. Z operační, která pomocí čtyř ramen s nástroji a optikou přímo operuje v těle nemocného, a z konzole, kterou ovládá lékař. Průběh operace chirurg sleduje ve speciálním okuláru, a to zvětšený a ve 3D provedení. Ten se tak teoreticky během operce nemusí pacienta vlastní rukou vůbec dotknout. Obě části robotického systému jsou propojené kabelem. Výhodou tohoto způsobu operace je minimální krevní ztráty, zkrácení délky hospitalizace, menší jizvy a pooperační bolesti a rychlejší návrat do běžného života. Tato metoda se dnes nejčastěji používá pro miniinvazivní výkony v měkkých tkáních břicha a hrudníku - při operaci rakoviny prostaty, střev či dělohy. Velmi podrobně se tomuto tématu věnoval v Bakalářské práci 2009 David Švarc[13,17,19,33].

*Obrázek 16: Robotický systém daVinci*



[34]

## **5.6 Další terapeutické přístroje a příslušenství**

### **5.6.1 Elektrická nemocniční lůžka**

Elektrická nemocniční lůžka jsou určena pro pacienty hospitalizované na standardních i specializovaných odděleních nemocnic. Nemocniční lůžka jsou pojízdná, elektricky polohovatelná - elektricky výškově polohovatelný kovový rošt, elektrické polohování podhlavního panelu. Nožní panel bývá polohovatelný manuálně. Jsou vyráběna z ocelových profilů, jejichž povrch je zinkován, chromován nebo upraven práškovými vypalovanými laky, které splňují nejpřísnější požadavky kladené na zdravotnické výrobky[35].

## 5.6.2 Přístroje pro infuzní terapii

Infuzní pumpa je přístroj určený k regulaci průtokům kapalin do pacienta při přetlaku vyvozeném čerpadlem. Infuzní pumpa umožňuje přesné a bezpečné dávkování léčiv. Slouží k podávání léků na nemocničních lůžkách tak na oddělení ARO, JIP, nebo ve vozech rychlé záchranné pomoci. Infuzní pumpy jsou vyrobeny ze špičkových komponentů a mají spolehlivý vnitřní kalibrační systém. Mezi základní funkce infuzní pumpy patří nastavitelná rychlost dávkování, objem jedné dávky i znázornění celkového podaného objemu infúze, změnu rychlosti dávkování bez přerušování podávání infuze. Rychlost dávkování je 0,1-999,9 ml/h, limitující tlak při kterých nastává havarijní vypnutí přístroje je v rozsahu 150-200kPa, provoz na vnitřní akumulátor je vyžadován v rozmezí 2-8 hodin[36].

## 6 Trendy a možný vývoj

V současné době se veškeré technologie vyvíjejí velmi rychle a ani obor lékařství nezůstává pozadu. Důvodem vývoje lidstva vždy byla touha po dokonalejší technologii a hlavně usnadnění veškeré činnosti.

Lékařské obory, ve kterých je patrný největší posun ve vývoji je oblast chirurgie, nejvíce specializovaná část jako kardiochirurgie, plastická chirurgie. Dalším oborem kde je patrný vysoký vývoj je obor onkologie.

Technologický pokrok bude katalyzátorem vývoje směrem k vyšší preciznosti klinické práce. Tento trend se bude mimo jiné zrcadlit v minimalizaci invazivních procedur, miniaturizaci a včasné diagnostice. Dalším důvodem vývoje je minimalizace nákladů na diagnostiku a následnou terapii. Technologické okruhy, které předznamenávají a umožňují tento trend jsou pokročilé metody zobrazování, mikrominiaturizovaná zařízení, laserová diagnostika a terapie, robotizované chirurgické přístroje, nové oblasti využití ultrazvuku atd. Historicky lze velký význam v procesu minimalizace invazivních procedur přičítat vývoji přístrojů optické laryngoskopie již v minulém století. Ve století dvacátém je to pak především lékařské využití laseru, jako revolučního chirurgického nástroje. Jako příklad uveďme v posledních letech bouřlivě probíhající vývoj katetrů, aortických balónových pump, a balónové angioplastiky. V rámci tohoto trendu je vzhledem k probíhajícímu horečnému úsilí na poli výzkumu během nastávajících 5-10 let očekáván významný technologický pokrok. Největší očekávání je vkládáno do endoskopických a chirurgických procedur zahrnujících laser ve spojení s optickým vláknem, dále pak neinvazivní kardiovaskulární chirurgie

a neurochirurgie. Trend jednoznačně směřuje k vývoji neinvazivních technologií jako jsou ultrazvuková lithotripsie (ultrasound lithotripsy) nebo technologie gamma nože. Nejvýznamnějším hnacím motorem vývoje minimálně invazivních technik je minimalizace nákladů, což je pokládáno za významnější motivační faktor než redukce traumat u pacientů podstupujících invazivní zákroky[37].

## **6.1 Rozvoj technologií řízených počítačem**

Do této skupiny především spadají diagnostické počítačové metody, biosenzory, inteligentní zařízení (robotizovaná nebo síťovaná) apod. První použití počítačů v medicíně je datováno do 70tých let při tvorbě prvotních databází patientských informací a pomocných diagnostických programů. Do budoucna se počítá s ještě větší integrací počítačů v evidenci informací o pacientech (elektromagnetické karty), automatizaci systémů laboratorních analýz a zdokonalování inteligentních přístrojů na bázi mikroprocesoru jako jsou kardioimplantáty, elektronické dávkovače léčiv a robotizované přístroje používané v minimálně invazivní chirurgii. Jejich rozvoj přímo kopíruje pokrok v mikročipových technologiích. Mezi členy týmu z řad lékařů však převládla vzhledem k individualitě každého pacienta skepse v potenciálních možnostech využití počítačů pro automatizované rozhodování v klinické praxi. Méně konzervativní v tomto pohledu byly zúčastnění technologičtí inženýři. Velkou budoucnost studie predikuje pro miniaturizované biochemické a optické biosenzory v rámci integrovaných inteligentních přístrojů. Celkově byla komputelizace zdravotnických systému označena za významný posun k jejich uživatelské přístupnosti a vstřícnosti[37].



## 6.2 Rozvoj přístrojů pro elektrickou neuromuskulární stimulaci

Hlavní trend ve vývoji terapeutických přístrojů je v zkvalitnění poskytované péče a komfortu aplikace jak pro terapeuta tak pacienta. Hlavní důraz je kladen na cílenou přesnost aplikace. Dalším důležitým faktorem je jednoduchost obsluhy a univerzálnost využití přístrojů, což by mohlo být někdy na úkor přehlednosti a praktičnosti použití. Všechny dnes vyráběné přístroje již mají akustickou i světelnou kontrolu průběhu terapie.

Obrázek 17: V současnosti vyráběný přístroj pro aplikaci terapeutického ultrazvuku



[25]

Obrázek 18: Starší přístroj pro aplikaci terapeutického ultrazvuku



[vlastní]

## 7 Závěr

V první části této práce je popsána důležitost senzorů pro elektronické přístroje ve zdravotnictví. Bylo provedeno základní rozdělení senzorů, perspektivy inteligentních senzorů a příklad použití neinvazivního senzoru pro měření krevního tlaku. Dále navazuje rozdělení elektronických přístrojů na základní dvě skupiny a to přístroje využívané v diagnostice a na přístroje které jsou používány pro následnou terapii. Podrobněji jsem se zabývala terapeutickými přístroji určenými k fyzikální terapii v oblasti rehabilitace. Jsou zde uvedeny parametry dvou přístrojů pro elektroterapii. Jedná se o jeden výrobek české firmy vyrábějící elektronické přístroje především pro fyzioterapii. Druhý výrobek je od zahraniční firmy, jehož zastoupení v rehabilitačních ambulancích v ČR je velmi vysoké. V poslední části práce jsou nastíněny trendy a možný vývoj v této oblasti.

## 8 Seznam literatury

- [1] Rosina, J., Kolářová, H., Stanek, J.: *Biofyzika pro studenty zdravotnických škol*. 1. vyd. Praha Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1383-7.
- [2] Rozman, J., a kolektiv: *Elektronické přístroje v lékařství*. Nakladatelství Academia 2006. ISBN 80-20-1308-3.
- [3] Poděbradský, J., Vařeka, I.: *Fyzikální terapie I*. 1.vyd. Praha, Grada Publishing, 1998, ISBN 80-7169-661-7.
- [4] Poděbradský, J.: *Fyzikální terapie II*. 1.vyd. Praha, Grada Publishing, 1998. ISBN 80-7169-661-7.
- [5] Hrazdíra, I., Mornstein, V.: *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. Neptun Brno 2001. ISBN 80-902896-1-4.
- [6] Penhaker, M., Imramovský, M., Kobza, F.: *Lékařské diagnostické přístroje (učební texty)*. Vysoká škola báňská - technická univerzita Ostrava. Ostrava 2004. ISBN 80-248-0751-3.
- [7] Navrátil, L., Rosina, J.: *Medicínská biofyzika*. Grada Publishing 2005. ISBN 80-247-1152-4.
- [8] Ambler, Z.: *Neurologie pro studenty lékařské fakulty*. Nakladatelství Karolinum 2004. ISBN 80-246-0894-4.
- [9] Husák, M.: *Senzorové systémy*. 1. vyd. Vydavatelství ČVUT, Praha, 1993. ISBN 80-01-00935-1.
- [10] Čáp, I., Čápková, K.: *Senzory v biomedicínském inženýrství*. Žilinská univerzita 1999. ISBN 80-7100-647-5.
- [11] Spišák, J., Imramovský, M., Penhaker, M.: *Snímače a senzory v biomedicině*. 1. vyd. VŠB – technická univerzita Ostrava 2007. ISBN 978-80-248-1607-4.
- [12] Šutta, J., Orság, A.: *Veterinární chirurgie*. 2. přepracované vydání. Příroda Bratislava 1986.
- [13] Švarc, D.: *Bakalářská práce Využití robotů v lékařství*, TF ČZU Praha 2009.
- [14] Vařeka, I.: *Základy fyzikální terapie*, 1. vyd. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc 1995. ISBN 80-7067-491-1.
- [15] Internet: [Kardiochirurgie.cz](http://www.kardiochirurgie.cz/novinky/had-robot-opravi-srdce) <<http://www.kardiochirurgie.cz/novinky/had-robot-opravi-srdce>>
- [16] Internet: ČVUT, fakulta biomedicínského inženýrství <<http://www.fbmi.cvut.cz/studenti/predmety/17balpz>>
- [17] Internet: [Ordinace.cz](http://www.ordinace.cz/clanek/rentgenove-vysetreni-rtg/) <<http://www.ordinace.cz/clanek/rentgenove-vysetreni-rtg/>>, <<http://www.ordinace.cz/clanek/roboticka-chirurgie-revoluce-ve-zdravotnictvi/>>.
- [18] Internet: 3pol magazín plný pozitivní energie <<http://www.tretipol.cz/24-zareni-&-medicina>>
- [19] Internet: Nemocnice Kroměříž <<http://www.nem-km.cz/oddeleni/interna/interna-ambulance/>>

- [20] Internet: Vnl.xf.cz <<http://vnl.xf.cz/index.php>>
- [21] Internet: Linkos pro pacienty a jejich blízké  
<<http://www.linkos.cz/pacienti/lecba/radioterapie.php?t=2>>
- [22] Internet: Physiomed.cz <[http://www.physiomed.cz/shop/rehabilitace-kombinovane-pristroje-c-1\\_3.html?zenid=0d8933a8168d3528894a2b02e486ff87](http://www.physiomed.cz/shop/rehabilitace-kombinovane-pristroje-c-1_3.html?zenid=0d8933a8168d3528894a2b02e486ff87)>
- [23] Internet: <<http://www.zimmer.de/index.php?id=32>>
- [24] Internet: Eurotec Medical, s.r.o. <<http://www.eurotec-medical.cz/>>
- [25] Internet: BTL zdravotnická technika, a.s.<<http://www.btl.cz/>>
- [27] Internet:Seznam.cz obrazky <<http://www.obrazky.cz/>>
- [28] Internet: U lékaře <<http://www.ulekare.cz/clanek/bechterevo-choroba-1013>>
- [29] Internet: V.M.K., spol. s r.o.<<http://www.vmk-rtg.cz/rentgeny-veterinarni-sedecal-digitalni.htm>>
- [30] Internet: Fyzika ve zdravotnictví  
<[http://exfyz.upol.cz/didaktika/oprlz/fyz\\_ve\\_zdrav.pdf](http://exfyz.upol.cz/didaktika/oprlz/fyz_ve_zdrav.pdf)>
- [31] Internet: optika <[http://www.optic.cz/historie\\_mikroskopu.html](http://www.optic.cz/historie_mikroskopu.html)>
- [32] Internet: Ordinace léčebné rehabilitace a fyzikální medicíny nestátní zdravotnické zařízení <<http://www.physicaltherapy.cz/>>
- [33] Internet:Madisson s.r.o. <<http://www.madisson.cz/cz/katalog/wellness/304/>>
- [34] Internet: Nemocnice na homolce< <http://www.homolka.cz/cz/>>
- [35] Internet: ALAX spol. s r.o.<<http://www.alax.cz/cz/produkty/zdravotnicky-lekarsky-nabytek/nemocnicni-luzka.html>>
- [36] Internet: Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství. Diplomová práce. Infuzní pumpa. <[http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz\\_soubor.php?id=27](http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz_soubor.php?id=27)>
- [37] Internet: MEDISTYL spol. s r.o.<<http://www.medistyl.cz/publikace/pub21.htm>>

## 9 Seznam obrázků

- Obrázek 1: *Schéma SMART senzoru.*[9]
- Obrázek 2: *Struktura extravaskulárního senzoru tlaku.*[11]
- Obrázek 3: *Grafické znárodnění naměřených hodnot.*[vlastní]
- Obrázek 4: *Rozdělení elektronických přístrojů ve zdravotnictví*
- Obrázek 5: *Blokové schéma diagnostického přístroje.* [2]
- Obrázek 6: *Blokové schéma terapeutického přístroje.* [2]
- Obrázek 7: *Elektronický kontaktní teploměr.* [27]
- Obrázek 8: *Speciální elastická čepice pro upevnění EEG elektrod.* [27]
- Obrázek 9: *Záznam z vyšetření EKG.*[27]
- Obrázek 10: *Spirometrické vyšetření.*[27]
- Obrázek 11: *RTG snímek páteře.*[28]
- Obrázek 12: *Termocykler.*[32]
- Obrázek 13: *Kardiostimulátor a rentgenový snímek jeho uložení v těle pacienta.*[27]
- Obrázek 14: *Přístroj BTL-5810SLM Combi.*[25]
- Obrázek 15: *Přístroj INTELECT ADVANCED.*[33]
- Obrázek 16: *Robotický systém daVinci.*[33]
- Obrázek 17: *V současnosti vyráběný přístroj pro aplikaci terapeutického ultrazvuku.*[25]
- Obrázek 18: *Starší přístroj pro aplikaci terapeutického ultrazvuku.*[vlastní]

## **10 Seznam příloh**

*Příloha 1 seznam firem prodávajících lékařskou techniku*

*Příloha 2 kombinovaný přístroj pro elektroléčbu*

*Příloha 3 kombinovaný přístroj pro elektroléčbu*

**Příloha 1 seznam firem prodávajících lékařskou techniku**

<b>Název firmy</b>	<b>kontakt</b>
<b>Madisson s.r.o.</b>	<a href="http://www.madisson.cz">www.madisson.cz</a>
<b>BTL zdravotnická technika, a.s.</b>	<a href="http://www.btl.cz">www.btl.cz</a>
<b>Mediset - Chironax, s.r.o.</b>	<a href="http://www.mediset.cz/index-cz.htm">www.mediset.cz/index-cz.htm</a>
<b>Eurotec Medical, s.r.o.</b>	<a href="http://www.eurotec-medical.cz">www.eurotec-medical.cz</a>
<b>Formed spol. s r.o</b>	<a href="http://www.formed.cz">www.formed.cz</a>
<b>Zimmer MedizinSysteme Česká republika</b>	<a href="http://www.i-zimmer.cz">www.i-zimmer.cz</a>
<b>CHIRONAX Frýdek-Místek s.r.o.</b> ( 90% zaměstnanců přešlo do společnosti z bývalé Chirany OTS, která se zabývala prodejem a servisem zdravotnické techniky již od roku 1955.)	<a href="http://www.chironax.com">www.chironax.com</a>
<b>BIOVENDOR - Lékařská technika s.r.o.,</b>	<a href="http://www.biovendor-lekarskatechnika.cz">www.biovendor-lekarskatechnika.cz</a>
<b>VBM – lékařská technika, spol. s r.o.</b>	<a href="http://www.vbm.cz">www.vbm.cz</a>
<b>Magnetoterapie Dimap s.r.o.</b>	<a href="http://www.dimap.cz">www.dimap.cz</a>
<b>Physiomed Cz</b>	<a href="http://www.physiomed.cz">www.physiomed.cz</a>
<b>BIOTRONIK Praha, spol. s r. o.</b>	<a href="http://www.biotronik.com">www.biotronik.com</a>

## Příloha 2 kombinovaný přístroj pro elektroléčbu

BTL – 5810SLM Combi	
dotykový displej	ano
elektroterapie	1 kanálová
jednotlivé proudy	galvanický (iontoforéza), Diadynamické proudy, Traebert 2-5, faradický, neofaradický, ruská stimulace, stimulační pulzy, pravoúhlé pulzy, TENS-symetrický, asymetrický, alternující a 2-pólová interference
ultrazvuk	1 kanálový
kontinuální režim	max výkon 2W/cm <sup>2</sup>
pulzní režim	max výkon 3W/cm <sup>2</sup>
hlavice pro ultrazvuk	1 a 3 MHz 4 a 1cm <sup>2</sup>
laser	1 kanálový
frekvence	kontinuální a pulzní režim (frekvenční modulace 0-10 000Hz)
magnet	2 výstupy
frekvence	pulzní frekvence 0-160Hz
vakuová jednotka	možno připojit
vaestavěná encyklopedie s jednotlivými procedurami	ano
databáze pacientů	ano
identifikace a kontrola funkčnosti připojeného příslušenství	ano - na displeji + akustická
napájení	230V/50-60Hz, 115V/50-60Hz
rozměry	230 x 390 x 260mm
váha bez příslušenství	4.7-5.3kg
bezpečnostní třída	II (dle IEC 536)



### Příloha 3 kombinovaný přístroj pro elektroléčbu

INTELECT ADVANCED	
dotykový displej	ano
elektroterapie	2 kanálová
jednotlivé proudy	dvoupólová interference, proudy T.E.N.S., ruská stimulace, diadynamické proudy, Träbert, trojúhelníkové a obdélníkové pulsní proudy, galvanický proud, navíc čtyřpólový interferenční proud, mikrovlny, high voltage, isoplanární i dipol vectorove pole,
ultrazvuk	1 kanálový
kontinuální režim	10%, 20%, 50%, 100%
pulzní režim	
hlavice pro ultrazvuk	1 a 3 MHz - 1, 2, 5,10 cm <sup>2</sup>
laser	1 kanálový, široká nabídka laserových sond a "sprch"
magnet	ne
vakuová jednotka	možno připojit
vestavěná encyklopedie s jednotlivými procedurami	ano
databáze pacientů	ano
identifikace a kontrola funkčnosti připojeného příslušenství	ano - vizuální + akustická