

Obsah

Předmluva	3
1 Elektrické děje v živých organismech	5
1.1 Dráždivé tkáně	6
1.1.1 Neuron	6
1.1.2 Nervosvalová ploténka	8
1.1.3 Buňky srdečního svalu	9
1.2 Elektrické děje na buněčné membráně	10
1.2.1 Pasivní transport iontů	10
1.2.2 Aktivní transport iontů	12
1.2.3 Membránové napětí	14
1.2.4 Akční potenciál	19
1.2.5 Náhradní obvod membrány nervové buňky	22
1.2.6 Hodgkinův-Huxleyho model	24
1.3 Zákonitosti vzniku a šíření vzruchu v tkáních	26
1.3.1 Šíření vzruchu axonem neuronu	27
1.3.2 Synaptický přenos	28
1.3.3 Náhradní schéma axonu s rozprostřenými parametry	29
1.3.4 Náhradní schéma axonu se soustředěnými parametry	31
1.3.5 Reobáze a chronaxie	33
1.4 Elektrické vlastnosti tkání	36
1.5 Účinky napětí a proudu na organismus	38
1.5.1 Účinky napětí a proudu na úrovni buněk	38
1.5.2 Účinky napětí a proudu na úrovni organismu	39
2 Biopotenciálové elektrody	43
2.1 Oxidace, redukce a půlčlankový potenciál	44
2.1.1 Stanovení půlčlankového potenciálu elektrody	51
2.2 Polarizace elektrod	53
2.3 Materiály pro výrobu elektrod	54
2.4 Elektrické vlastnosti elektrod	56

2.4.1	Náhradní obvod rozhraní elektroda-elektrolyt . . .	56
2.4.2	Rozhraní elektroda-kůže a jeho náhradní obvod . .	57
2.4.3	Závislost impedance rozhraní elektroda-elektrolyt na frekvenci	59
2.4.4	Vliv materiálu elektrody na impedanci	60
2.4.5	Vliv velikosti plochy rozhraní elektroda-elektrolyt .	61
2.4.6	Další faktory ovlivňující vlastnosti elektrod	61
2.5	Praktická realizace elektrod	63
2.5.1	Povrchové elektrody	63
2.5.2	Podpovrchové elektrody	66
2.5.3	Mikroelektrody	68
3	Biologické signály a jejich zpracování	73
3.1	Rozdělení biosignálů	73
3.1.1	Bioelektrické signály	74
3.1.2	Bioimpedanční signály	76
3.1.3	Biomagnetické signály	76
3.1.4	Bioakustické signály	77
3.1.5	Biomechanické signály	77
3.1.6	Biochemické signály	78
3.1.7	Ostatní biologické signály	78
3.2	Artefakty	78
3.2.1	Technické artefakty	78
3.2.2	Biologické artefakty	79
3.3	Předzpracování biosignálů	80
3.3.1	Analogové předzpracování biosignálů	80
3.3.2	Analogově-číslicové předzpracování biosignálů . . .	83
3.3.3	Poměr signálu k šumu	87
3.3.4	Zesílení měřicího řetězce	90
3.3.5	Svody pro předzesilovač s diferenčním vstupem . .	93
3.3.6	Rušivé vlivy a jejich omezení	95
3.3.7	Vstupní předzesilovač	99
3.3.8	Ochrana vstupů předzesilovače	108
3.3.9	Izolační zesilovač	112
3.4	Bezpečnost pacienta při snímání biosignálů	122
3.4.1	Příložné části	123
3.4.2	Unikající a pomocný proud	124
4	Elektrokardiografie	127
4.1	Srdce a jeho činnost	127
4.2	Elektrokardiografické svody	130
4.2.1	Bipolární končetinové svody podle Einthovena . .	131

4.2.2	Unipolární končetinové svody podle Goldbergera	132
4.2.3	Unipolární hrudní svody podle Wilsona	133
4.2.4	Ostatní používané typy svodů	134
4.3	Geneze elektrokardiogramu	134
4.4	Základní elementy elektrokardiogramu	137
4.4.1	Vlny	139
4.4.2	Kmity	139
4.4.3	Komplexy	139
4.4.4	Intervaly	140
4.4.5	Úseky	140
4.5	Elektrokardiograf	140
4.5.1	Vstupně-výstupní obvody elektrokardiografu	141
4.5.2	Blokové schéma elektrokardiografu	144
5	Elektroencefalografie	149
5.1	Elektroencefalografické svody	150
5.2	Elektroencefalografické elektrody	154
5.3	Elektroencefalogram a jeho vznik	155
5.4	Elektrokortikografie	159
5.5	Evokované potenciály	159
5.5.1	Somatosenzorické evokované potenciály	160
5.5.2	Sluchové evokované potenciály	162
5.5.3	Zrakové evokované potenciály	162
5.6	Elektroencefalograf	163
5.6.1	Blokové schéma elektroencefalografu	165
5.6.2	Kalibrace	169
5.6.3	Měření impedance elektrod	169
5.6.4	Stimulátory	171
5.7	Bezpečnost a normy v elektroencefalografii	172
6	Elektromyografie	173
6.1	Elektromyografický signál a jeho geneze	173
6.2	Snímání elektromyografického signálu	175
6.2.1	Elektrody pro elektromyografii	176
6.2.2	Elektromyografické svody	178
6.3	Základní elektromyografické modality	180
6.3.1	Sumární akční potenciály svalu (CMAP)	181
6.3.2	Akční potenciál motorické jednotky (MUAP)	181
6.3.3	EMG jednoho svalového vlákna (SFEMG)	183
6.3.4	Další možnosti využití EMG	183
6.4	Elektromyograf	183

7	Elektrogastrografie	189
7.1	Elektrogastrogram a jeho vznik	190
7.2	Elektrogastrograf	192
8	Měření krevního tlaku	195
8.1	Neinvazivní měření krevního tlaku	197
8.1.1	Auskultační metoda	198
8.1.2	Oscilometrická metoda	199
8.1.3	Bezpečnost a normy v oblasti neinvazivního měření krevního tlaku	203
8.2	Invazivní měření krevního tlaku	205
8.2.1	Katetrizace	205
8.2.2	Měření pomocí katétru vyplněného kapalinou	207
8.2.3	Měření pomocí katétru se snímačem na špičce	218
8.2.4	Bezpečnost a normy v oblasti invazivního měření krevního tlaku	219
9	Měření srdečního výdeje	221
9.1	Termodiluční metoda	221
9.2	Metoda barvivové diluce	224
9.3	Fickova metoda	226
10	Měření tělesné teploty	229
10.1	Kontaktní měření tělesné teploty	230
10.1.1	Lékařský rtuťový teploměr	230
10.1.2	Elektronické kontaktní teploměry	231
10.2	Bezkontaktní měření tělesné teploty	236
10.2.1	Tepelné záření a jeho měření	237
10.2.2	Bezkontaktní ušní teploměr	243
10.2.3	Lékařská termografie	245
11	Oxymetrie	251
11.1	Optické měření nasycení krve kyslíkem	253
11.1.1	Intravaskulární oxymetrie	255
11.1.2	Pulsní oxymetrie	259
11.2	Transkutánní oxymetrie	261
11.2.1	Klinický transkutánní oxymetr	263
12	Pletysmografie	267
12.1	Elastické vlastnosti arteriální soustavy	267
12.2	Pulsová vlna	269
12.2.1	Tvar centrální a periferní pulsové vlny	270
12.2.2	Tlaková, objemová a proudová pulsová vlna	271

12.3	Pletysmograf	272
12.3.1	Pneumatický pletysmograf	272
12.3.2	Kapacitní pletysmograf	273
12.3.3	Fotoelektrický pletysmograf	275
13	Měření tepové frekvence	279
13.1	Princip činnosti kardi tachometru	280
13.2	Detektor R-vlny	281
14	Respirační diagnostika	285
14.1	Spirometrie	286
14.1.1	Spirogram a plicní funkční ukazatele	286
14.1.2	Spirometr	290
14.1.3	Pneumotachograf	293
14.2	Měření dechové frekvence	299
14.3	Analýza složení dechových plynů	299
14.3.1	Analýzátor využívající rozdíl v tepelné vodivosti plynů	301
14.3.2	Infračervený analyzátor	303
14.3.3	Analýzátory koncentrace kyslíku	305
14.3.4	Kapnografie	308
14.3.5	Měření funkční reziduální kapacity	310
14.4	Celotělová pletysmografie	312
14.4.1	Základní rovnice celotělového pletysmografu	314
14.4.2	Stanovení celkového objemu plic	317
14.4.3	Stanovení odporu dýchacích cest	318
14.5	Standardizace podmínek respiračních vyšetření	319
	Fyzikální konstanty	321
	Literatura	323