Obsah

Úvod 3

1. BIOFYZIKÁLNA ANALÝZA ZÁKLADNÝCH BIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ V ŠTRUKTURÁLNYCH JEDNOTKÁCH ORGANIZMU 9

1.1 Povrchové napätie 10
1.2 Viskozita 11
1.3 Iné dôležité vlastnosti kvapalín 13
1.4 pH-metria 14
1.5 Difúzia 15
1.5.1 Biofyzikálne základy farmakokinetiky 16
1.5.2 Experimentálne metódy štúdia difúzie 19
1.6 Osmóza a osmotický tlak 19
1.7 Štruktúra a funkcia biologických membrán 22
1.7.1 Štruktúra biologických membrán 22
1.7.2 Transport cez biologickú membránu 23
1.8 Dialyzačné terapeutické metódy 24
1.8.1 Hemodialýza 25
1.8.2 Peritoneálna dialýza 25
1.8.3 Hemofiltrácia 25
1.8.4 Hemoperfúzia 26
1.9 Optické metódy merania koncentrácie roztokov 26
1.9.1 Metódy na priame meranie indexu lomu 27
1.9.2 Metódy na priame meranie absorpcie svetla 28
1.9.3 Metódy na priame meranie uhla otočenia roviny lineárne polarizovaného monochromatického svetla 28

2. FYZIKÁLNA PODSTATA VZNIKU BIOLOGICKÝCH SIGNÁLOV, ICH REGISTRÁCIA, FYZIKÁLNA ANALÝZA A MODELOVANIE 32

2.1 Pokojový membránový potenciál 33
2.2 Akčný potenciál (AP) na membráne 33
2.3 Metódy merania elektrických vlastností buniek a tkanív 35
2.3.1 Meranie akčného potenciálu pomocou internej mikroelektródy 35
2.3.2 Metóda dvojitého sacharózového prstenca a vazelínovej kompartmentalizácie 36
2.3.3 Metóda patch-clamp 38
2.3.4 Snímanie akčných potenciálov z periférnych nervových vlákien 38
2.4 Modelovanie elektrických vlastností buniek 39
2.4.1 Model vzniku sumácie podnetov na vstupe neurónu 39
2.5 Záznam a spracovanie akčných potenciálov srdca 40
2.5.1 Elektrokardiografia 41
2.5.2 Metódy počítačového spracovania biosignálu. Mapovanie 46
2.5.3 Dlhodobé monitorovanie EKG pohyblivých pacientov 47

3. BIOFYZIKA ANALYZÁTOROV 50
3.1 Biofyzika zrakového analyzátora 51
3.1.1 Fyzikálna analýza optických chýb zraku 53
3.1.2 Fyzikálny základ objektívnych diagnostických metód 54
3.1.3 Fyzikálne metódy vyšetrovania funkcií zrakového orgánu 5
3.1.3.1 Vyšetrovanie centrálneho videnia 55
3.1.3.2 Metódy vyšetrenia refrakcie oka 56
3.1.3.3 Metódy sledovania niektorých funkcií oka 57
3.1.3.4 Metóda vyšetrenia zorného poľa 57
3.1.4 Metódy merania osvetlenia 58
3.2 Biofyzika sluchového analyzátora 59
3.2.1 Prehľad pojmov so všeobecnými a doplňujúcimi informáciami aplikovanými na biofyzikálny model ucha 61
3.2.2 Akustické diagnostické metódy 62
3.2.3 Vyšetrovacie metódy sluchu 63
3.2.4 Metódy merania hlučnosti prostredia – zvukometria 67
3.3 Muzikoterapia 68

4. INTERAKCIE NIEKTORÝCH FYZIKÁLNYCH FAKTOROV S ĽUDSKÝM ORGANIZMOM 7
4.1 Biologické rytmy (oscilácie) 72
4.2 Krvný obeh a krvný tlak 76
4.2.1 Metódy merania krvného tlaku 78
4.2.2 Metóda merania vplyvu gravitácie na krvný tlak 80
4.3 Biofyzika dýchacieho systému 82
4.3.1 Biofyzika vonkajšieho a vnútorného dýchania 82
4.3.2 Mechanika dýchania 83
4.3.3 Výmena plynov 88
4.3.4 Umelá ventilácia pľúc 91
4.3.5 Metodiky spirometrie 92
4.4 Termometria a termografia za súčasného sledovania a registrácie mikroklimatických faktorov 96
4.4.1 Termometria 96
4.4.2 Termografia 98
4.4.3 Prístrojová technika a metodika pre sledovanie mikroklímy 99
4.4.3.1 Barometer 99
4.4.3.2 Vlhkomery 99
4.4.4 Katatermometria 99
4.4.5 Povrchová teplota ako druh biosignálu 101
4.5 Biofyzika regulačných mechanizmov 102
4.5.1 Vplyv telesnej práce na vitálne funkcie človeka 104
4.5.1.1 Vplyv telesnej práce na tlak krvi 104
4.5.1.2 Vplyv telesnej práce na pulzovú frekvenciu 104
4.5.1.3 Vplyv telesnej záťaže na frekvenciu dýchania 105
4.5.1.4 Vplyv telesnej práce na telesnú a povrchovú teplotu 105
4.5.1.5 Biometria 105
4.5.2 Antropometrické vyšetrenie 108
4.6 Vplyv mechanických faktorov 110
4.6.1 Vplyv tlaku na kostné tkanivo 110
4.6.2 Substitučná medicína 111

4.6.3 Metódy litotripsie 118
4.7 Ultrazvukové vyšetrovacie metódy 120
4.7.1 Ultrazvukové zobrazovacie systémy 121
4.7.2 Neinvazívna ultrazvuková diagnostika 121
4.7.3 Invazívne ultrazvukové metódy 122
4.8 Interakcia viditeľného svetla so živým organizmom 123
4.8.1 Zdroje svetla pre modernú fototerapiu 123
4.8.2 Princíp fototerapie VIP (visible incoherent polarised) a jej účinky 125
4.8.3 Účinok lineárne polarizovaného svetla (LPS) na plazmatickú membránu 125
4.8.4 Prehľad terapeutických účinkov polarizovaného svetla 127
4.9 Metódy využívajúce pasívne elektrické vlastnosti tkanív a orgánov 129
4.9.1 Metóda prechodného javu s vnúteným prúdom 129
4.9.2 Metódy merania impedancie biologických systémov 130
4.9.3 Metóda hodnotenia bariérovej funkcie kože 131
4.9.4 Reografia 132
4.10 Elektrická dráždivosť 133
4.10.1 Defibrilátory 133
4.10.2 Kardiostimulácia 135
4.10.3 Ochrana pacienta pred poškodením elektrickým prúdom 135
4.10.3.1 Riadená interakcia elektrického prúdu s integrovaným biologickým systémom (IBS) 135
4.10.3.2 Elektrická bezpečnosť pacienta 137
4.10.3.3 Elektricky susceptibilní pacienti 139
4.11 Magnetoterapia 141
4.12 Využitie interakcie organizmu s röntgenovým žiarením, magnetickým a elektromagnetickým poľom pre tomografiu 143
4.12.1 Röntgenová počítačová tomografia 143
4.12.2 Nukleárna magnetická rezonancia 146
4.12.3 SPECT a PET 150

5. BIOFYZIKÁLNE ZÁKLADY RÁDIOBIOLOGICKÝCH METÓD 152
5.1 Prirodzené a umelé zdroje ožiarenia 152
5.2 Detektory rádioaktívneho žiarenia 154
5.2.1 Plynové detektory 155
5.2.2 Pracovná charakteristika GM detektora 155
5.2.3 Mŕtva doba GM detektora 156
5.2.4 Rádioaktívne pozadie 157
5.3 Scintilačné detektory 158
5.3.1 Pracovné napätie scintilačného detektora 158
5.4 Vplyv geometrického usporiadania na efektívnosť merania rádioaktívneho žiarenia 159
5.4.1 Stanovenie aktivity rádioaktívneho preparátu 159
5.5 Spektrometria 160
5.6 Absorpcia rádioaktívneho žiarenia. Polovrstva absorbátora 162
5.7 Gamagrafia – scintigrafia 164
5.8 Niektoré dozimetrické veličiny a jednotky 165
5.8.1 Biofyzikálne veličiny ionizujúceho žiarenia 167
5.9 Základy dozimetrie. Monitorovanie životného prostredia 167

6. ZÁKLADNÉ METÓDY MERANIA A REGISTRÁCIE ELEKTRICKÝCH A NEELEKTRICKÝCH VELIČÍN V MEDICÍNSKEJ PRAXI 171
6.1 Biologické signály 172
6.2 Snímanie biologických signálov 173
6.2.1 Snímanie elektrických signálov 173
6.2.2 Snímanie neelektrických signálov 173
6.3 Úprava elektrických signálov 176
6.3.1 Zosilňovač 176
6.3.2 Filtrácia jednosmernej zložky 178
6.4 Metódy snímania elektrických signálov 179
6.4.1 Základné pojmy meracej techniky 179
6.4.2 Elektrické meracie prístroje 180
6.5 Základné metódy registrácie elektrických veličín 182
6.5.1 Zapisovače na nemagnetické médium 182
6.5.2 Zapisovače s magnetickým zápisom 183
6.6 Metodické postupy pri meraní elektrických veličín v jednoduchom elektrickom obvode 184
6.6.1 Meranie elektrického napätia 184
6.6.2 Meranie intenzity elektrického prúdu 185
6.6.3 Monitorovanie priebehov elektrických signálov 185
6.6.4 Meranie elektrického odporu 186

7. VŠEOBECNÉ ZÁSADY MANAŽMENTU INTERAKCIÍ FYZIKÁLNYCH FAKTOROV S ĽUDSKÝM ORGANIZMOM 189
7.1 Všeobecné zásady aplikácie fyzikálnej terapie 189
7.2 Ciele fyzikálnej terapie 191

8. MODELOVANIE V EXPERIMENTÁLNEJ MEDICÍNE 194
8.1 Regulačné modely 196
8.1.1 Termoregulačné modely 197
8.1.2 Model regulácie glykémie 198
8.1.3 Regulačný model kardiovaskulárneho systému 198
8.2 Modely priamej analógie 200
8.3 Modelovanie štruktúry a funkcie nervového systému 202
8.4 Kompartmentové modely vo farmakokinetike 204

Literatúra 206

Register 208

Prílohy 219
Tabuľky 221
Vybrané náležité fyziologické hodnoty u človeka 228
Otázky z lekárskej fyziky a biofyziky na overenie úrovne osvojenia si základných vedomostí 230
Repetitórium základných pojmov zo stredoškolskej fyziky 244

263