

Dalibor Pastucha a kolektiv

Tělovýchovné lékařství

Vybrané kapitoly



Dalibor Pastucha a kolektiv

Tělovýchovné lékařství

Vybrané kapitoly

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.

MUDr. Dalibor Pastucha, Ph.D., MBA a kolektiv

TĚLOVÝCHOVNÉ LÉKAŘSTVÍ

Vybrané kapitoly

Hlavní autor a editor:

MUDr. Dalibor Pastucha, Ph.D., MBA

Kolektiv autorů:

Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc. – *Katedra fyziologie a biochemie, FTVS UK v Praze* (kap. 1)

Mgr. Radka Filipčíková, Ph.D., MBA – *Ústav normální anatomie, LF UP v Olomouci* (kap. 6, 15)

Prof. MUDr. Jiří Gallo, Ph.D. – *Ortopedická klinika, FN a LF UP v Olomouci* (kap. 11)

Ing. Petr Havlíček – *Centrum Vittore, Praha* (kap. 8)

MUDr. Jiří Hyjánek, Ph.D. – *U.S.G. POL s.r.o., Olomouc* (kap. 2, 5, 10)

MUDr. Radim Kalina, Ph.D. – *Ortopedická klinika, FN a LF UP v Olomouci* (kap. 11)

MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA – *Centrum léčebné rehabilitace, Nemocnice Prostějov* (kap. 4)

Doc. PaedDr. František Langer, CSc. – *Katedra sportu, FTK v Olomouci* (kap. 6)

MUDr. Radomír Maráček, MBA – *Klinika tělovýchovného lékařství a kardiiovaskulární rehabilitace, FN a LF UP v Olomouci* (kap. 10)

MUDr. Jana Malinčíková, Ph.D. – *Klinika tělovýchovného lékařství a kardiiovaskulární rehabilitace, FN a LF UP v Olomouci* (kap. 4, 7, 10)

MUDr. Dalibor Pastucha, Ph.D., MBA – *Klinika tělovýchovného lékařství a kardiiovaskulární rehabilitace, FN a LF UP v Olomouci* (kap. 4, 8, 9, 10, 13, 15)

Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D. – *Katedra přírodních věd v kinantropologii, FTK UP v Olomouci* (kap. 4)

Prof. MUDr. Eliška Sovová, Ph.D., MBA – *Klinika tělovýchovného lékařství a kardiiovaskulární rehabilitace, FN a LF UP v Olomouci* (kap. 3, 4, 12, 13)

Mgr. Michal Šafář, Ph.D. – *Katedra společenských věd v kinantropologii, FTK UP v Olomouci* (kap. 14)

Recenzovali:

Doc. PaedDr. Tomáš Dohnal, CSc.

Prof. MUDr. Dušan Meško, Ph.D.

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

© Grada Publishing, a.s., 2014

Cover Photo © allphoto, 2014

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 5680. publikaci

Odpovědný redaktor Mgr. Jan Lomíček

Sazba a zlom Jan Šístek

Obrázky dodali autoři.

Počet stran 288 + 2 strany barevné přílohy

1. vydání, Praha 2014

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

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

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

ISBN 978-80-247-4837-5

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-9482-2 (pro formát PDF)

ISBN 978-80-247-9483-9 (pro formát EPUB)

Obsah

Předmluva	15
1 Reakce a adaptace na zátěž	17
1.1 Terminologie	17
1.2 Faktory ovlivňující odpověď na zátěž	18
1.2.1 Věk	18
1.2.2 Pohlaví	18
1.2.3 Antropometrické parametry	18
1.2.4 Genetika	19
1.2.5 Zdravotní stav	19
1.2.6 Vlivy zevního prostředí	19
1.3 Reaktivní změny při zatížení	20
1.3.1 Řídicí systémy	20
1.3.2 Funkce transportních systémů	22
1.3.3 Metabolismus při zatížení	27
1.3.4 Termoregulace při fyzickém zatížení	34
1.3.5 Reaktivní změny ve vnitřním prostředí	36
1.3.6 Renální exkrece při zatížení	38
1.3.7 Pohybový systém	39
1.4 Adaptace na pohybové zatížení	45
1.4.1 Neuroendokrinní adaptace	45
1.4.2 Kardiorespirační adaptace	45
1.4.3 Adaptace nervosvalového systému na různé typy tréninku	47
1.4.4 Adaptace vnitřního prostředí	49
1.4.5 Adaptace organismu na zevní prostředí	50
2 Dědičné faktory výkonnosti	53
2.1 Úvod	53
2.1.1 Historie	53
2.2 Dědičnost svalové hmoty	54
2.2.1 Rozdělení svalových vláken	54
2.2.2 Adaptace anaerobního systému získávání energie	54
2.2.3 Adaptace aerobního systému získávání energie	54
2.2.4 Geneticky podmíněné neuromuskulární poruchy	54
2.3 Některé geny ovlivňující výkonnost	55
2.3.1 Gen pro ACE	55
2.3.2 Gen pro AMPK	56
2.3.3 Další geny ovlivňující svalovou vytrvalost	56
2.3.4 Gen pro ACTN3	56
2.3.5 Geny ovlivňující svalový růst	56
2.4 Závěr	56

3	Hodnocení funkčního stavu, zátěžové testy	59
3.1	Vlastnosti zátěžových testů	59
3.1.1	Bezpečnost, komplikace	59
3.1.2	Jednoduchost, objektivnost	59
3.1.3	Reprodukovatelnost	59
3.1.4	Validita testu (správnost)	59
3.1.5	Spolehlivost (reliabilita)	59
3.1.6	Senzitivita testu	59
3.1.7	Specifická testu	59
3.1.8	Predikční hodnota	60
3.2	Rozdělení zátěžových testů	60
3.2.1	Dělení podle místa konání testu	60
3.2.2	Dělení podle velikosti zatížení	60
3.2.3	Dělení podle metabolických pochodů	60
3.2.4	Další dělení testů	61
3.2.5	Dynamická zátěž	61
3.2.6	Statická zátěž	62
3.2.7	Farmakologická zátěž	62
3.2.8	Psychická zátěž	62
3.3	Protokoly zátěžových testů	62
3.4	Indikace zátěžového vyšetření	63
3.5	Kontraindikace zátěžového testu	64
3.5.1	Absolutní kontraindikace	64
3.5.2	Relativní kontraindikace	64
3.6	Podmínky testu	64
3.6.1	Prostředí	64
3.6.2	Přístroje, vlastnosti přístrojů, kontrola kvality	64
3.6.3	Bezpečnost	65
3.6.4	Personál	65
3.7	Postup před zátěžovým testem	65
3.8	Sledování během zátěže	66
3.8.1	Subjektivní hodnocení stupně zátěže	66
3.9	Indikace k ukončení zátěžového testu	67
3.9.1	Fyziologická kritéria	67
3.9.2	Patologická kritéria	67
3.10	Sledování po ukončení zátěže	67
3.11	Bicyklová ergometrie, dvoustupňová ergometrie	67
3.12	Spiroergometrie	69
3.13	Tělesná výkonnost pacienta	69
3.13.1	Výkon pacienta	70
3.13.2	Metabolický ekvivalent	71
3.13.3	Energetický výdej	71
3.13.4	Silový výkon	72
3.14	Transportní parametry	72
3.14.1	Tepová frekvence	72
3.14.2	Krevní tlak	72

3.14.3	Index srdeční práce	73
3.14.4	Ventilační hodnoty	73
3.14.5	Respirační hodnoty, aerobní schopnost organismu	74
3.14.6	Omezení aerometabolických schopností	75
3.14.7	Ventilační práh (VT)	76
3.14.8	Respirační výměnný koeficient (RER)	77
3.15	Hodnocení EKG při zátěži	77
3.15.1	Fyziologické změny EKG při zátěži	78
3.15.2	Patologické změny EKG při zátěži	78
3.15.3	Falešně negativní a falešně pozitivní změny EKG při zátěži	78
3.16	Měření svalové síly	79
3.16.1	Izometrická síla	79
3.16.2	Izokinetická síla	79
3.17	Zátěžové testy v diagnostice ICHS	79
3.18	Zátěžové testy po akutním koronárním syndromu	80
3.19	Zátěžové testy u srdečního selhání	80
3.20	Zátěžové testy u chlopenních vad	81
3.21	Zátěžové testy u nemocných s arytmií	81
3.22	Zátěžové testy u systémové hypertenze	81
3.23	Zátěžové testy u dušnosti nejasné etiologie	81
3.24	Zátěžové testy u osob před operací plic	82
3.25	Zátěžové testy u pacientů s kardiostimulátorem	82
4	Preventivní prohlídka tělovýchovným lékařem	85
4.1	Antropometrická měření	87
4.1.1	Individuální proporcionalita	88
4.1.2	Normalizační indexy (SD-skóre, Z-skóre)	90
4.1.3	Percentilové grafy	91
4.1.4	Optimální tělesná hmotnost	92
4.1.5	Distribuce tuku	95
4.1.6	Tělesné složení	97
4.1.7	Biologický věk	106
4.1.8	Typologie	109
4.2	Klinické vyšetření	114
4.2.1	Anamnéza	114
4.2.2	Fyzikální vyšetření	114
4.2.3	Laboratorní vyšetření	114
4.2.4	Elektrokardiogram (EKG) sportovců	115
4.3	Vyšetření pohybového systému	118
4.3.1	Vyšetření vestoje	118
4.3.2	Vyšetření svalových dysbalancí	119
4.3.3	Vyšetření pohybových stereotypů	122
4.3.4	Testy zaměřené na hlubokou stabilizaci páteře	122
4.3.5	Funkční poruchy	123
4.3.6	Pomocná přístrojová vyšetření pohybového systému	123

4.4	Vyšetření funkční	123
4.4.1	Dvoustupňová ergometrie, W 170/kg, spiroergometrie	123
5	Sex testy ve sportu	127
5.1	Úvod	127
5.2	Somatosexuální poruchy (DSD – Disorders of sexual development) ...	127
5.2.1	SRY gen	127
5.2.2	Poruchy pohlavních chromozomů	128
5.3	Poruchy pohlavního vývoje	129
5.3.1	Poruchy vývoje varlat	129
5.3.2	Poruchy syntézy a účinku androgenů (tzv. androgenní insenzivita)	130
5.3.3	Poruchy vývoje vaječníků	130
5.3.4	Nadbytek androgenů	130
5.4	Mutace genů na autozomech	130
5.5	Biologický materiál	131
5.6	Rozdělení genetických laboratorních metod	131
5.6.1	Cytogenetické vyšetření	131
5.6.2	Molekulárně-cytogenetické vyšetření – Fluorescenční <i>in situ</i> hybridizace (FISH)	132
5.6.3	DNA diagnostika – detekce pohlaví metodami PCR (polymerázová řetězová reakce)	132
5.6.4	Závěr	132
6	Trénink	135
6.1	Anaerobní trénink	135
6.2	Aerobní trénink	135
6.3	Silový (odporový) trénink	136
6.4	Funkční (3D) trénink	136
6.5	Vliv prostředí na trénink a výkonnost	137
6.5.1	Vliv tepla	137
6.5.2	Vliv chladu	138
6.6	Důsledky neadekvátní zátěže na organismus	139
6.6.1	Únava	139
6.6.2	Přetížení (overload)	140
6.6.3	Přepětí (overreaching)	141
6.6.4	Přetrénování (overtraining)	141
6.6.5	Abstinenční příznaky	141
7	Regenerace sil	143
7.1	Formy regenerace	143
7.1.1	Pasivní regenerace	143
7.1.2	Aktivní regenerace	144
7.1.3	Časná regenerace	144
7.1.4	Pozdní regenerace	144
7.1.5	Fáze aplikace regeneračních postupů	144

7.2	Regenerační prostředky	144
7.2.1	Pedagogické prostředky	145
7.2.2	Psychologické prostředky	145
7.2.3	Biologické prostředky	145
7.3	Regenerace ve sportovní praxi	150
8	Výživa a pitný režim sportovce, potravinové doplňky	153
8.1	Obecná pravidla výživy	153
8.2	Sacharidy	154
8.2.1	Vláknina	155
8.2.2	Sacharidy během tréninku a fyzické aktivity	156
8.3	Lipidy	156
8.3.1	Rozdělení mastných kyselin	156
8.4	Proteiny	157
8.5	Pitný režim sportovce	159
8.5.1	Příznaky dehydratace	159
8.5.2	Doporučené množství tekutin dle délky zátěže	160
8.6	Potravinové doplňky	161
8.6.1	Dělení	161
8.6.2	Sacharidové doplňky stravy	162
8.6.3	Proteinové doplňky stravy	162
8.6.4	Aminokyseliny – vybrané	162
8.7	Nutrigenetika a nutrigenomika	163
9	Doping	165
9.1	Definice dopingu	165
9.2	Seznam antidopingových pravidel	165
9.3	Organizace a pravidla boje proti dopingu	166
9.4	Průběh dopingové kontroly	166
9.5	Seznam zakázaných látek a metod	167
9.5.1	Absolutně zakázané látky (zákaz v soutěžních a mimosoutěžních disciplínách)	167
9.5.2	Metody zakázané vždy (zákaz v soutěžních a mimosoutěžních disciplínách)	168
9.5.3	Látky a metody zakázané při soutěži (všechny látky S1-5 a metody M1-3)	168
9.5.4	Látky zakázané v určitých typech sportů	168
9.6	Účinky vybraných zakázaných látek	168
9.6.1	Anaboličké látky	168
9.6.2	Peptidové hormony, růstové faktory a související látky	169
9.6.3	Beta-2 agonisté	169
9.6.4	Diuretika a maskovací látky	169
9.6.5	Stimulancia	170
9.6.6	Zvýšení přenosu kyslíku	170
9.6.7	Chemická a fyzikální manipulace	170
9.6.8	Genový doping	170
9.7	Nežádoucí účinky dopingu	171

9.7.1	Kardiovaskulární aparát	171
9.7.2	Krev a vaskulární systém	171
9.7.3	Kůže	171
9.7.4	Játra	171
9.7.5	Muskuloskeletární systém	172
9.7.6	Endokrinní systém	172
9.7.7	CNS	172
10	Rizikové sporty	175
10.1	Typy rizikových sportů – dle prostředí	175
10.2	Rizikový způsob činnosti	175
10.3	Rizikové prostředí	175
10.3.1	Riziko vodního prostředí	176
10.3.2	Riziko teploty prostředí	176
10.3.3	Riziko vlivu vysoké nadmořské výšky	177
10.3.4	Nemoc z výšky – High Altitude Illness (HAI)	179
10.4	Sportovní potápění	181
10.4.1	Kesonová nemoc	182
10.4.2	Rizika freedivingu	183
11	Sportovní ortopedie a traumatologie	185
11.1	Sportovní poranění hlavy	185
11.2	Sportovní problematika páteře	186
11.2.1	Poranění páteře	187
11.2.2	Neúrazové problémy páteře	188
11.3	Sportovní problémy ramenního kloubu	189
11.3.1	Luxace a nestability	190
11.3.2	Zlomeniny v oblasti ramenního kloubu vznikající při sportu ...	192
11.3.3	Poranění rotátorové manžety	192
11.3.4	Impingement syndrom	193
11.3.5	Přenesené bolesti	194
11.4	Sportovní problematika lokte	194
11.4.1	Zlomeniny a luxace v oblasti lokte	194
11.4.2	Syndromy z přetížení	195
11.4.3	Nestabilní loket z chronické insuficience mediálního ulnárního postranního vazy	196
11.4.4	Ztuhlost lokte	196
11.5	Sportovní problematika předloktí, zápěstí a ruky	196
11.5.1	Zlomeniny a luxace	198
11.5.2	Chronické stavy (tendinopatie, impingement syndromy, ischemické nekrózy, úžinové syndromy)	198
11.6	Sportovní problematika kyčle a stehna	200
11.6.1	Zlomeniny a luxace v oblasti kyčle	201
11.6.2	Pohmoždění kyčle a stehna	201
11.6.3	Natažení svalů stehna	201
11.6.4	Chronické stavy (tendinopatie, impingement syndromy, ischemické nekrózy)	202

11.7	Sportovní problematika kolena	204
11.7.1	Zlomeniny v oblasti kolena	204
11.7.2	Poranění měkkých tkání kolena (vazy, menisky, chrupavka)	205
11.7.3	Neúrazové bolestivé syndromy kolena	207
11.8	Sportovní problematika bérce, hlezna a nohy	208
11.8.1	Akutní zlomeniny v oblasti bérce, hlezna a nohy	209
11.8.2	Akutní poranění měkkých tkání v oblasti hlezna a nohy	209
11.8.3	Neúrazové bolestivé syndromy bérce	210
11.8.4	Neúrazové bolestivé syndromy v oblasti hlezna a nohy	211
12	Náhlá smrt při sportu	215
12.1	Příčiny náhlé smrti	215
12.2	Definice náhlé srdeční smrti	215
12.3	Příčiny a výskyt NSS	215
12.4	Rizikové faktory náhlé srdeční smrti	217
12.4.1	Osoby nad 35 let	217
12.4.2	Osoby do 35 let	217
12.5	Vyšetření jako prevence rizika náhlé srdeční smrti	217
12.5.1	Stanovení rizika u rodinných příslušníků	217
12.5.2	Skrínink u výkonnostních sportovců	217
12.5.3	Skrínink u běžné populace	221
12.6	Další opatření ke snížení náhlé srdeční smrti	222
12.7	Závěr	223
13	Doporučené pohybové aktivity při různých onemocněních	227
13.1	Vliv pohybové aktivity na různá onemocnění	227
13.2	Ordinace pohybové aktivity	228
13.3	Ordinace pohybové aktivity v primární prevenci	228
13.4	Kardiovaskulární rehabilitace	232
13.4.1	Indikace pro kardiovaskulární rehabilitaci	232
13.4.2	Kontraindikace pro kardiovaskulární rehabilitaci	232
13.4.3	Rizika a komplikace	232
13.5	ICHS	233
13.6	Akutní koronární syndrom	234
13.7	Srdeční selhání	237
13.8	Hypertenze	237
13.8.1	Hypertenze u dospělých	237
13.8.2	Hypertenze u dětí a adolescentů (do 18 let)	238
13.9	Ischemická choroba dolních končetin	238
13.10	Plicní nemoci	239
13.10.1	CHOPN	239
13.10.2	Astma	239
13.10.3	Plicní fibróza	239
13.11	Onemocnění gastrointestinálního traktu	239
13.12	Obezita	240
13.12.1	Dětská obezita	240
13.13	Diabetes mellitus	241

13.13.1	Diabetes mellitus II. typu	241
13.14	Onemocnění ledvin	242
13.15	Onkologická onemocnění	242
13.16	Osteoporóza	242
13.17	Pohybová aktivita u dětí a mladistvých s kardiovaskulárním onemocněním	243
13.17.1	Hypertrofická kardiomyopatie	244
13.17.2	Vrozená anomálie koronárních tepen	244
13.17.3	Wolfův-Parkinsonův-Whiteův syndrom	244
13.17.4	Poruchy iontových kanálů (LQT, Brugada, krátké QT)	244
13.17.5	Arytmogenní dysplazie (kardiomyopatie) pravé komory	244
14	Psychické aspekty sportovního výkonu	247
14.1	Psychologie sportu	247
14.2	Psychologické intervence	247
14.2.1	Psychodiagnostika	247
14.2.2	Psychologické poradenství, koučink a psychotrénink	247
14.2.3	Psychoterapie	249
14.3	Vybrané metody a techniky psychologické intervence	249
14.3.1	Kontrola kognitivních procesů	249
14.3.2	Regulace emocí	252
14.3.3	Optimalizace aktivační úrovně	254
14.3.4	Zdravá motivace	255
14.3.5	Přiměřená sebedůvěra	256
14.3.6	Metody a techniky odborné psychologické intervence	256
14.3.7	Možnosti a meze psychologické intervence	258
15	Pohyb v dětském věku	261
15.1	Kojenecký věk	261
15.2	Batolecí období	263
15.3	Předškolní věk	264
15.4	Mladší školní věk	265
15.5	Starší školní věk	267
15.6	Adolescence	268
	Seznam zkratk	271
	Přílohy	274
	Příloha 1 Populační tabulky pro W 170/kg	274
	Příloha 2 Percentilový graf – chlapci	275
	Příloha 3 Percentilový graf – dívky	276
	Příloha 4 Stanovení tělesného složení podle Matiegky	277
	Příloha 5 Formulář pro výpočet somatotypu	278
	Příloha 6 Převod antropometrických dat na body somatotypu	279
	Příloha 7 Migrační vzdálenosti	280
	Příloha 8 Hodnocení mužských somatotypů dle estetického hlediska	281
	Příloha 9 Hodnocení ženských somatotypů dle estetického hlediska	282

Příloha 10 Dotazník sportovce ke zjištění potenciálně zjistitelných nemocí srdce s vysokým rizikem náhlé srdeční smrti	283
Rejstřík	285
Souhrn / Summary	288

Předmluva

Tělovýchovné lékařství je vysoce specializovaným a interdisciplinárním klinickým oborem, jehož základní náplní je tělesná a sportovní aktivita člověka v diagnostice, léčbě i prevenci. Je již dlouhodobě známým faktem, že lidské zdraví může být tělesným pohybem zlepšeno, ale na druhé straně také kvantitativně či kvalitativně neadekvátní zátěž může působit negativně a vést k poškození zdraví. Proto se náplň tělovýchovného lékařství dotýká celého lidského organismu a vyžaduje úzkou spolupráci s jinými lékařskými obory, např. vnitřním lékařstvím, všeobecným lékařstvím, pediatrií, dorostovým lékařstvím, chirurgií, ortopedií, rehabilitací, kardiologií, diabetologií, obezitologií, onkologií, preventivním lékařstvím, posudkovým lékařstvím, imunologií, hygienou práce, pracovním lékařstvím, genetikou a dalšími.

Tělovýchovné lékařství se dnes nezaměřuje pouze na péči o vrcholové sportovce a prevenci zdravotních komplikací vznikajících v souvislosti s nadměrnou či neadekvátní pohybovou aktivitou (včetně boje proti dopingu, nadužívání potravinových doplňků), optimalizaci tréninkového procesu, regeneraci sil atd., ale zaměřuje se stále více na běžnou populaci všech věkových kategorií, pro které je pohybová aktivita nedílnou součástí primární i sekundární prevence.

Z výše uvedených faktů je patrné, že je prakticky nemožné postihnout všechny aspekty takto široce orientovaného a multidisciplinárního oboru, jakým tělovýchovné lékařství je, proto se náš autorský tým snažil vybrat některé, z našeho pohledu významné oblasti, se kterými se ve své klinické praxi setkává tělovýchovný lékař.

Tato publikace vychází ze skript lékařské fakulty UP v Olomouci, které vyšly pod názvem Tělovýchovné lékařství v roce 2011 v nakladatelství UP Olomouc. Kniha vznikla jejich rozšířením, přepracováním i aktualizací tak, aby mohla oslovit širší cílovou skupinu.

Naší snahou bylo nastínit komplexnost péče v daném oboru a čtenáři poskytnout ucelený a přehledný souhrn aktuálních informací, který by se mohl stát pomocníkem jak v pregraduálním, tak postgraduálním vzdělávání, především v oboru tělovýchovné lékařství, ale také v příbuzných oborech. Jednotlivé kapitoly jsou doplněny o přehled recentní literatury věnující se dané problematice, ve kterých čtenář nalezne podrobnější informace.

Doufáme, že se nám tento cíl podařilo alespoň částečně naplnit a že v knize naleznete potřebné informace.

Za kolektiv autorů Dalibor Pastucha

1 Reakce a adaptace na zátěž

1.1 Terminologie

Reakce organismu na fyzické zatížení je bezprostřední odpovědí různých systémů organismu a je závislá na řadě proměnných. Mezi ně patří **charakter** zátěže (druh, intenzita a trvání), vrozené a získané **psychosomatické předpoklady** a **aktuální stav** jedince, podmínky **zevního prostředí** (teplota, vlhkost, atmosferický či hydrostatický tlak, nadmořská výška, povětrnostní vlivy, záření, akustické vlivy atd.) a **biorytmy**.

Adaptace organismu na fyzické zatížení je schopnost přizpůsobovat se dlouhodobému působení dané zátěže z **morfologického, funkčního a biochemického** hlediska. Probíhá jak na úrovni systémové a orgánové, tak i buněčné, subbuněčné a molekulární. Adaptace v obecném smyslu je podstatou obou vývojových teorií, ontogeneze i fylogeneze. Přežili jen ti jedinci a ty druhy, které se dokázaly adaptovat na měnící se podmínky zevního prostředí. Narušením adaptace nastává tzv. **dezadaptace**, snížení nebo vymizení některých získaných adaptačních mechanismů. Ve sportovní praxi k ní vede např. přerušování tréninku, tzv. **detréning**.

Zátěžová **maladaptace** je poruchou přizpůsobení na danou zátěž. Ve sportu se může jednat o různé závažné formy **přetrénování** či přetěžování pohybového aparátu pod obrazem opakovaných mikrotraumat, enteziopatií, kloubních, svalových a vertebrogenických potíží. U pacientů s neadekvátně nastaveným pohybovým režimem se může objevit i závažné zhoršení zdravotního stavu.

Fyzická zdatnost zahrnuje soubor předpokladů **optimálně reagovat** na různé vlivy vnějšího prostředí. Zdatnost se někdy definuje jako připravenost nebo způsobilost organismu konat práci, vyrovnat se s vnějšími nároky, resp. odolávat aktuálním vlivům okolí. **Výkonnost** představuje schopnost podávat **objektivně měřitelný výkon** v určité pohybové oblasti nebo sportovním odvětví. Výkonnost oproti zdatnosti či přesněji fyzické zdatnosti představuje užší a méně obecnou oblast. Sportovní výkonnost znamená dispozici podávat určitý výkon či opakovaně podávat určitý výkon na poměrně stabilní úrovni.

Trénink je dlouhodobý proces rozvíjející vrozené pohybové schopnosti, získané dovednosti a funkční kapacity jedince. **Pohybové schopnosti** (síla, rychlost, vytrvalost a obratnost) jsou ovlivněny geneticky. Přibližný koeficient heriability je 55 % u síly statické, 75 % u síly výbušné, 80–85 % u rychlosti, 70 % u vytrvalosti a 80 % u obratnosti. Organismus každého jedince disponuje individuálně odlišnou adaptační kapacitou na vnější podněty, které říkáme **trénovatelnost**.

1.2 Faktory ovlivňující odpověď na zátěž

1.2.1 Věk

Zdatnost jedince odpovídá jeho biologickému věku, trénovanosti a zdravotnímu stavu. Při soutěžích je třeba respektovat věkové kategorie, a to jak u dětí, tak i u osob staršího věku.

Děti mají menší svalovou hmotu, a tím i menší svalovou sílu. Přestože preferují spontánní krátkodobou aktivitu, je u nich snížena laktátová kapacita. Nedostatečně vyvinutá termoregulace (s riziky hypotermie i hypertermie) koreluje s vodní a elektrolytovou labilitou. Nedostatečná zralost jejich nervového systému je kompenzována vysokou plasticitou, schopností učit se. „Ostaršování“, přerazování do vyšší věkové kategorie musí být opodstatněno markery vyššího **biologického věku** (viz růstový, kostní, proporcionální věk atd.).

Organismus staršího člověka podléhá involučním změnám. Pohyb je limitován sníženým svalovým tonem, svalovou silou a omezeným kloubním rozsahem. Stejně jako u dětí, je i u starších osob větší riziko termoregulačních poruch. Významná je i zhoršující se kapacita a efektivita všech funkčních systémů, zejména kardiorespiračního systému. Zhoršena je také odpověď řídicích systémů na různé stresové vlivy a schopnost regenerace.

1.2.2 Pohlaví

Ženy, díky své biologické roli, mají odlišnou morfologickou stavbu. Ve srovnání s muži vykazují slabší ekonomii funkcí a většinou nižší hodnoty sledovaných parametrů. V relativní svalové síle (na 1 cm² průřezu svalu) nejsou sice rozdíly, nicméně v absolutní síle dosahují ženy jen 66 % síly mužů. Srovnatelnější výsledky dosahují ženy při soutěžích ve vodním prostředí (pro vyšší procento tuku a aerodynamické tvary). Lepší jsou ve flexibilitě. **Výkony trénovaných žen** však bývají **lepší** než výkony **netrénovaných mužů**. Výkonnost ženy je ovlivněna fázemi menstruačního cyklu (horší je v premenstruační a postovulační fázi, naopak **lepší** ve fázi **preovulační**). Ukázalo se také, že v některých zemích se vyšší výkonnosti na začátku těhotenství **zneužívalo** k dosažení vyšších výkonů. Při náročném tréninku se u žen mohou objevit různé poruchy menstruačního cyklu, viz dále.

1.2.3 Antropometrické parametry

Antropometrické parametry (zejména výška, hmotnost, složení těla) ovlivňují nejen **úspěšnost** v určitých sportovních odvětvích (např. basketbal, gymnastika), ale i hodnoty testovaných parametrů. Proto je vhodné používat při interpretaci dat relativní ukazatele, např. srovnání s náležitými tabulkovými hodnotami pro **určitý věk, výšku, hmotnost a pohlaví** (nál. VC či nál. V max), **či vyjádřit hodnoty ve vztahu k hmotnosti** ($\text{VO}_2 \text{ max}$ v ml.kg⁻¹.min⁻¹).

Nadváha (BMI 25–30 kg.m⁻²) nebo obezita (BMI > 30 kg.m⁻²) přináší řadu pohybových a zdravotních problémů. Podkožní tuk je sice vhodnou izolační vrstvou, chránící před hypotermií, ale tuková tkáň, především viscerálního původu, je nežádoucím zdrojem adipokinů s prosklerotickými, prozánětlivými a prodiabetickými účinky. Obezita, jako

rizikový faktor metabolických a kardiovaskulárních onemocnění, vyžaduje specifický edukační, pohybový a dietní režim (viz kapitola 4.1 Antropometrická měření).

1.2.4 Genetika

Genetická podmíněnost sportovního úspěchu je neoddiskutovatelná. Kromě **osobnostních dispozic** (soutěživost a morálně volní vlastnosti) hrají důležitou roli **antropometrické předpoklady** (výška sportovce, poměry segmentů, kloubní rozsahy), **vlastnosti nervového systému** (excitabilita CNS a ladění autonomního nervového systému) a v neposlední řadě **charakter nervosvalové tkáně** (stupeň dráždivosti a zastoupení rychlých a pomalých svalových vláken). Genetická determinovanost v zastoupení svalových vláken se nejvýrazněji projevuje u rychlostně silových sportů. Úspěšný sprinter má 80–85 % rychlých vláken typu FG (fast glycolytic fibres) a FOG (fast oxidative glycolytic fibres). Naopak úspěšný vytrvalec má převahu vláken pomalých, oxidativních. Existují i rasové a etnicky podmíněné předpoklady (např. američtí sprinteři, afričtí vytrvalci, asijská gymnasté). Genetika hraje významnou roli v dlouhověkosti, genetické dispozice jsou známy pro řadu onemocnění metabolických, krevních, kardiovaskulárních i nádorových.

1.2.5 Zdravotní stav

Pro provádění **vrcholového sportu** je nezbytným předpokladem dobrý zdravotní stav. Nejen proto mají preventivní tělovýchovně-lékařské prohlídky zásadní význam. **Při zatěžování pacientů** (při zátěžových testech či preskripci pohybového režimu) je třeba zohlednit nejen diagnózu, akutní stav, ale i medikaci. Je známo, že farmakoterapie může zkreslit skutečný stav (např. kardioinhibitory, kardiotonika a antiarytmika).

Je třeba mít na paměti, že vysoce intenzivní trénink a náročné výkony při závodech vyvolávají u sportovců několik hodin trvající imunosupresi. Sportovci jsou tak mnohem náchylnější k propuknutí infekcí, nejčastěji respiračních a kožních, viz dále.

1.2.6 Vlivy zevního prostředí

Faktory zevního prostředí (nižší a vyšší teplota, nižší a vyšší vlhkost, nižší a vyšší tlak, beztíže, gravitační přetížení, povětrnostní vlivy, sluneční a kosmické záření, akustické vlivy, stejně jako škodliviny ve vzduchu, vodě a na zemi) významně ovlivňují lidský organizmus, jak v klidových podmínkách, tak i při tělesném zatížení. Kombinace **chladu, vlhkosti a větru** (v zimě na horách) výrazně zvyšuje riziko hypotermie. V tropických a subtropických oblastech (**při kombinaci nadměrné vlhkosti s horkem**) hrozí naopak přehřátí s dehydratací. Horolezci se při nadměrné fyzické a psychické zátěži potýkají navíc s **hypoxií, chladem, nízkou vlhkostí, UV zářením a větrem**. Potápěči mají při sestupech a výstupech problémy s dramaticky se měnícím hydrostatickým **tlakem a uvolňovanými plyny**, sportovní potápěči (freediving) se kromě vysokého tlaku potýkají s **hypoxií a hyperkapnií** (kumulací CO₂). Specifické změny nastávají u kosmonautů při startech a přistávání (přetížení), i při stavech beztíže.

S ohledem na vlastnosti plynů je nezbytné zohlednit jak aktuální teplotu, tak i tlak. Pro **korekci ventilačních funkcí** je třeba použít faktory **BTPS** (vztahující se na teplotu 37 °C, okolní tlak a nasycení vodními parami), pro respirační plyny **STPD** (s převodem na teplotu 0 °C, tlak 760 torrů a suchý plyn), viz příslušné tabulky (např. Kohlíková, 2008).

1.3 Reaktivní změny při zatížení

1.3.1 Řídící systémy

Neuroendokrinní regulace

Zahájení pohybové činnosti předchází neuroendokrinní aktivace. Ta se projeví již v rámci tzv. startovních stavů, a to na podkladě podmíněných reflexů a emocí. U sportovců se jedná spíše o zkušenost, očekávání daného výkonu, u netrénovaných spíše o emoce. Nicméně i u sportovců, zejména při významných stresujících závodech, soutěžích na ME, MS, OH, hrají emoce významnou roli. Podobná situace vzniká i před zkouškou, popřípadě veřejným vystoupením. Jako první je aktivován **sympatoadrenální systém**. **Noradrenalin** (NA), jako mediátor sympatiku se vylučuje během prvních 3 s, **adrenalin** (A) se uvolňuje z nadledvin za 20–30 s. Oba aktivují kardiorespirační systém, startují první metabolické pochody (glykogenolýzu) a zvyšují svalové napětí. Při vlastním pohybovém zatížení pokračuje sympatoadrenální aktivizace. Stoupají nároky na transportní systémy a také na systém dýchací a oběhový. K zajištění dostatečného přívodu krve do pracujících svalů je nezbytná redistribuce krve (v klidu je otevřeno jen 5 % kapilár). Dochází k vyplavení krve ze zásobáren (játra, slezina, plíce a podkožní plexy), ale ani to nestačí. Je třeba tzv. kompenzační vazokonstrikcí snížit průtok v některých neangažovaných systémech, jako jsou systémy gastrointestinální a urogenitální. Po několika minutách (při vysoce intenzivní zátěži dokonce do 60 s) se k sympatoadrenální ose přidává i stresová **osa hypotalamohypofyzární** s dalšími hormony: **kortikoliberinem** (CRH) z hypofýzy, **adrenokortikotropním hormonem** (ACTH) z hypotalamu a **glukokortikoidy** (GK) z kůry nadledvin. Spolu s hormony štítné žlázy (trijodtyroninem – T3 a **tyroxinem** – T4), **somatomediny** (SM) z jater a především pankreatickým **glukagonem** (GLU) se snaží zajistit glykemii, dostatečnou k zajištění energetických požadavků. V průběhu zátěže, především v souvislosti se zvyšující se teplotou tělesného jádra, dochází k odvádění tepla pocením s odpařováním. Organismus se snaží zabránit větším ztrátám tekutin a solí zvýšenou produkcí **antidiuretického** hormonu, ADH (vazopresinu) z hypotalamu a **aldosteronu** (ALD) z kůry nadledvin. ADH je hlavním hormonem zabezpečujícím množství tekutin v těle přímo, tzv. fakultativní (výběrovou) resorpcí vody v distálních a sběrných kanálcích ledvin. ALD, aktivovaný osou renin–angiotenzin–aldosteron, ovlivňuje množství vody v těle nepřímo, a to zvýšenou ledvinnou resorpcí osmoticky aktivního sodíku. Jediným anabolickým hormonem, kompenzujícím katabolické účinky stresových hormonů, je **somatotropní** (STH) neboli růstový hormon. Stejně jako při jiných stresových situacích dochází v různých částech CNS, hypoteticky i ve svalech, k sekreci endorfinů, snižujících vnímání bolesti, úzkosti a deprese a navozujících naopak pocity sebevědomí a stavu „well-being“. V **zotavení** se uplatňují anabolicky působící hormony, jako jsou **růstový hormon, testosteron, inzulin a tyroxin**, umožňující znovunastolení metabolické homeostázy. Přetrvává zvýšená produkce vazopresinu a aldosteronu.

Fyzická zátěž jako stres

Dříve se za stresor považovala každá situace, která zvyšovala produkci ACTH. V současnosti se tato role přičítá nadřazenému kortikoliberinu, CRH. Každý stres aktivuje nervový a hormonální systém. Akutní stres, pokud není příliš intenzivní, se považuje za podnět imunostimulační (adrenergní stimulace vyvolává leukocytózu), chronický