

Obsah

1. Úvod	17
1.1. Metody a cíle biomechaniky (J. Němec, V. Kafka)	17
1.2. Vývoj uplatnění mechaniky v živých systémech	29
Literatura	34
2. Biomechanika tkání, orgánů a orgánových struktur	35
2.1. Úvod (J. Valenta)	35
2.2. Základní biomechanické problémy živé tkáně	37
2.3. Identifikace mechanických vlastností živých tkání	48
2.3.1. Nelineární teorie termodynamiky kontinua	48
2.3.2. Základní znaky evolučních rovnic	54
2.3.3. Určení konstitutivní rovnice biomateriálů pomocí nepřímé úlohy	57
2.3.3.1. Řešení nepřímé úlohy metodou konečného elementu	61
2.3.4. Stanovení makronapjatosti biomateriálů pomocí hraničních hodnot zatížení a posuvů	65
2.3.5. Stochastický model odezvy biomateriálů s uvážením vnitřních stavových proměnných (V. Bína, J. Valenta)	72
2.3.5.1. Stanovení středních hodnot s ohledem na stochastickou závislost experimentálních dat	81
2.3.6. Aplikace teorie katastrof na vývoj biosystémů (J. Valenta)	83
2.4. Bioelasticita vybrané skupiny měkkých a pevných tkání	88
2.4.1. Biomechanika srdečního svalu (myokardu)	91
2.4.2. Deformabilita červených krvinek	98
2.4.3. Biomechanická odezva trámčité kostní tkáně (spongiózní kost)	108
2.4.4. Piezoelektrická odezva kostní tkáně na mechanické zatížení	115
2.4.5. Využití teoretického modelu směsi při řešení úloh remodelace kostní tkáně	129
2.4.6. Poznámka k využití momentových napětí a mikropolární teorie k popisu mechanické odezvy kompaktní kostní tkáně	132
2.5. Biokompatibilita	133
2.5.1. Některé problémy kompatibility povrchu implantovaného materiálu s proudem krve	134
2.5.2. Biokompatibilita syntetických makromolekulárních materiálů	136
2.5.3. Některé problémy biokompatibility umělých orgánů	140

2.5.4. Biokompatibilita materiálů pro zubní protézy	143
2.6. Využití metody konečných elementů při modelování mechanických vlastností živých tkání	144
2.6.1. Formulace metody konečných elementů pro úlohy s velkými posuvy a konečnými deformacemi	145
2.6.2. Metody pro řešení rovnic rovnováhy	154
2.6.3. Využití metody konečných elementů při řešení vybraných úloh biomechaniky	160
2.6.3.1. Mechanická odezva plicní tkáně, srdečního svalu a stehenní kosti	160
2.6.3.2. Analýza namáhání meziobratlové ploténky při osovém zatížení	164
2.7. Základní mechanické vlastnosti lidských tkání pohybového systému (P. Komárek)	172
2.7.1. Kostní tkáň	173
2.7.2. Chrupavková tkáň	192
2.7.3. Tkáň svalová a šlachy	199
2.7.4. Vazivo	203
2.7.5. Příklady	205
2.8. Mechanické vlastnosti lidských tkání oběhového ústrojí	222
2.8.1. Srdeční svalovina	223
2.8.2. Artérie	227
2.8.3. Deformabilita věn	237
2.9. Mechanické vlastnosti lidských tkání dýchacího a zažívacího ústrojí	243
2.9.1. Hrtan a průdušnice	243
2.9.2. Zuby	245
2.9.3. Jícen	247
2.9.4. Žaludek	249
2.9.5. Mechanické vlastnosti střeva	252
2.10. Mechanické vlastnosti některých jiných tkání lidského těla	255
2.10.1. Nervová tkáň	255
2.10.2. Kůže	257
2.10.3. Deformabilita vlasové tkáně	261
2.11. Rychlost stárnutí tkání	262
2.12. Některé další aplikace biomechaniky (J. Valenta)	267
Literatura	269
3. Materiály pro implantáty v kostní chirurgii	280
3.1. Úvod (K. Löbl)	280
3.2. Kovové materiály	281
3.2.1. Úvod	281
3.2.2. Kovy a jejich slitiny	282
3.2.3. Kovy schopné pasivace	282
3.2.3.1. Antikorozní ocele	283
3.2.3.2. Slitiny kobaltu	284
3.2.3.3. Slitiny titanu	286
3.2.3.4. Kovové materiály zpracované práškovou metalurgií	286
3.2.3.5. Porézni kovové vláknité struktury	287
3.2.3.6. Ocel pro implantáty vyráběná v ČSSR	289
3.2.3.7. Porovnání mechanických vlastností jednotlivých kovových materiálů	290
3.3. Korozí kovových materiálů a metalóza	291
3.3.1. Úvod	291
3.3.2. Bodová korozí	292
3.3.3. Mezikrystalová korozí	292

3.3.4.	Trhlinová koroze pod napětím	292
3.3.5.	Únavové lomy za působení koroze	293
3.3.6.	Fretting	293
3.3.7.	Přenos materiálu	293
3.3.8.	Metalóza	294
3.3.9.	Dosažené výsledky	294
3.4.	Kostní cementy	294
3.4.1.	Úvod	294
3.4.2.	Vlastnosti PMMA v simulovaných podmínkách organismu	296
3.4.3.	Lomy kostních cementů	299
3.4.4.	Vady kostních cementů	299
3.4.5.	Chování PMMA v kostní dutině	300
3.5.	Plastické hmoty	302
3.5.1.	Úvod	302
3.5.2.	UHMWPE	303
3.5.2.1.	UHMWPE vyztužený uhlíkovými vlákny (C-PE)	303
3.5.3.	Kompozitní plastické hmoty pro dlahy	304
3.5.4.	Porézní polymerické povlaky	305
3.6.	Keramické materiály	306
3.6.1.	Úvod	306
3.6.2.	Hliníková keramika	307
3.6.2.1.	Výroba, chemické složení	307
3.6.2.2.	Mechanické vlastnosti	307
3.6.2.3.	Tribologické vlastnosti	309
3.6.2.4.	Porovnání otěru protézy kyčelního kloubu pro různé kombinace materiálů	310
3.6.2.5.	Korozní odolnost a biokompatibilita	312
3.6.2.6.	Příklady použití hliníkové keramiky	312
3.6.3.	Sialonová keramika	316
3.6.4.	Nitrid křemíku (silicon nitride)	316
3.6.5.	Bioglass a glass-ceramics	316
3.6.6.	Porovnání ortopedické biokompatibility některých materiálů	317
3.7.	Závěr	318
	Literatura	319
4.	Reologie biologických tekutin a biomechanika srdečně-cévního systému	324
4.1.	Úvod (A. Puzan)	324
4.2.	Reologické vlastnosti lidské krve	326
4.2.1.	Stručný popis krve	326
4.2.2.	Základní pojmy a definice	329
4.2.3.	Reologické vlastnosti krevní plazmy	333
4.2.4.	Reologické vlastnosti normální lidské krve	335
4.3.	Reometrie viskoelastických tekutin	337
4.3.1.	Základní typy viskozimetrů	337
4.3.2.	Couettův viskozimetr	339
4.3.3.	Viskozimetry kužel-deska	342
4.3.4.	Kapilární viskozimetr	344
4.3.5.	Reogoniometrie	349
4.4.	Matematický popis tokových křivek	351
4.4.1.	Model Prandtlův—Eyringův a Eyringův—Powellův	351

4.4.2. Mocninový model	352
4.4.3. Model Herschelův—Bulkleyův	353
4.4.4. Model Gassonův	353
4.5. Vliv fyzikálních a biologických vlastností krve na její viskozitu	355
4.5.1. Vliv teploty	355
4.5.2. Vliv osmotického tlaku	356
4.5.3. Vliv ohebnosti červených krvinek	356
4.5.4. Vliv smykové rychlosti	357
4.5.5. Vliv hematokritu	359
4.5.6. Vliv dalších složek krve	361
4.5.7. Vliv antikoagulačních látek a dextransu	362
4.6. Meze platnosti kontinuálního popisu krve	363
4.7. Reologické vlastnosti synoviálních tekutin	365
4.7.1. Definice a funkce synoviálních tekutin	365
4.7.2. Modelový popis reologických vlastností synoviálních tekutin	365
4.7.3. Význam reologických vlastností synoviálních tekutin	367
4.8. Některé současné poznatky a směry hydrodynamického výzkumu srdečně cévního systému (F. Klímeš)	367
4.9. Základní rovnice pohybu vazkých tekutin	373
4.10. Fyzikálně-matematické modely pulsačního proudění krve v cévách	376
4.11. Základní poznatky teoretické analýzy oscilačního a pulsačního proudění kapalin v trubcích	384
4.12. Harmonická analýza některých hydrodynamických veličin cévní cirkulace	397
4.13. Hydrodynamické aspekty vzniku arteriosklerózy	400
4.14. Experimentální vyšetřování objemových a délkových změn segmentu cévní trubice v závislosti na tlaku	403
4.15. Simulace některých jevů v cévní trubici pomocí hydraulického modelu	403
4.16. Experimentální výzkum a testování umělých srdečních chlopní a totální srdeční náhrady	414
Literatura	422
5. Pohybový aparát člověka	427
5.1. Složení pohybového aparátu (V. Karas, S. Otáhal)	427
5.2. Prvky a vazby pohybového aparátu	428
5.3. Systém kosterních svalů	430
5.3.1. Struktura svalu	431
5.3.2. Základní reologické vlastnosti živého neaktivního svalu	440
5.3.3. Svalová kontrakce	444
5.3.4. Termomechanické aspekty svalové kontrakce	461
5.3.5. Mechanické vlastnosti aktivního kosterního svalu	473
5.3.6. Některé problémy při studiu chování lidského svalu v přirozených podmínkách	482
5.4. Skelet — základ segmentární struktury těla	484
5.4.1. Kloubní spojení	488
5.4.2. Zajištění aktivního pohybu v kloubu	492
5.4.3. Poznámky k reologii kloubního spojení	494
5.4.4. Problém identifikace silového působení na prvky skeletu	499
Literatura	502
6. Kriminální biomechanika	509
6.1. Biomechanický obsah stopy při bipedální lokomoci (V. Porada)	510

6.2. Vznik trasologické stopy	511
6.3. Trasologie bosé a obuté nohy ve vztahu k tělesné výšce člověka	512
6.4. Rozbor reakce podložky	515
6.5. Výpočet celkového stlačení pomocí součinitele stlačitelnosti C	518
6.6. Silová a energetická charakteristika lokomoce	519
6.7. Náměty na další program výzkumu	528
Literatura	529
Rejstřík	531