
BIBLIOTEKA
STRUČNA KNJIGA

Urednik
Ranko Pavlović

Recenzenti:

Prof. dr Milorad Mitković, član Medicinske akademije Spskog lekarskog društva,
direktor Ortopedsko-traumatološke klinike KC Niš, Srbija

Prof. dr Marko Bumbaširević, član Medicinske akademije Srpskog lekarskog društva,
direktor Instituta za ortopedsku hirurgiju KC Srbije, Beograd

Prof. dr Dragoljub Mirjanić, član Akademije nauka Republike Srpske,
rektor Univerziteta u Banjoj Luci

Nastavno-naučno vijeće Medicinskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, odlukom broj 0602-140/03, odobrilo je izdavanje ove monografije.

Dr Predrag Grubor

**OSNOVI BIOMEHANIKE
LOKOMOTORNOG
SISTEMA I IMPLANTATA**

GLAS SRPSKI
Banja Luka
2003.

Sadržaj

PREDGOVOR	9
I	
UVOD	13
1.0. ISTORIJA BIOMEHANIKE	13
2.0. DEFINICIJA, PODJELA I ODNOS BIOMEHANIKE PREMA DRUGIM NAUČNIM DISCIPLINAMA	16
2.1. Fundamentalna (bazna) biomehanika	17
2.2. Opšta biomehanika	19
2.3. Primijenjena biomehanika	20
2.4. Specijalna biomehanika	20
3.0. MODELI U BIOMEHANICI	21
3.1. Arteficijelni modeli	21
3.2. Anatomski preparat	21
3.3. Eksperimentalna životinja	22
3.4. Klinički uzorak	23
3.5. Matematički model	23
3.6. Alometrijski modeli	23
3.7. Matematičko-kompjuterski simulator (softver)	23
II	
1.0. POTPORNO TKIVO	27
1.1. Biomehanika potpornog tkiva	28
2.0. VEZIVNO TKIVO	29
2.1. Čelije vezivnog tkiva	29
2.2. Međučelijska supstanca	30
2.3. Vezivna vlakna	30
2.4. Podjela vezivnog tkiva	31
2.5. Značaj biomehanike na transformaciju mezenhimnog tkiva	31
3.0. HRSKAVIČNO TKIVO	32
3.1. Biomehanika hrskavičnog tkiva	34
4.0. MIŠIĆNO TKIVO	35
4.1. Biomehanika mišićnog tkiva	37
5.0. KOŠTANO TKIVO	38
5.1. Osteoblasti	38
5.2. Osteociti	39
5.3. Osteoklasti	39
5.4. Međučelijska koštana supstanca	40
5.5. Organski sastav međučelijske koštane supstance	40
5.6. Neorganski sastav međučelijske koštane supstance	40
III	
1.0. BIOMEHANIKA KOSTI	43
1.1. Biomehanička homeostaza kosti	45

1.2. Značaj biomehanike na pasivne deformacije kosti.....	47
1.3. Biomehantičke osobine koštanog tkiva.....	47
1.4. Osnove biomehantičkih principa u traumi lokomotornog sistema.....	48
1.5. Mehantičko ponašanje koštanog tkiva kod istezanja kortikalne kosti.....	49
1.6. Mehantičko ponašanje koštanog tkiva kortikalne kosti pri jednoosovinskoj kompresiji.....	50
1.7. Biomehanika dijafize duge kosti.....	50
1.8. Biomehantičko ponašanje koštanog tkiva kortikalne kosti pri dejstvu torzionih sila.....	52
1.9. Biomehantičko ponašanje koštanog tkiva kod zamora.....	53
1.9.1. Biomehanika koštanog tkiva u procesu starenja.....	53
1.9.2. Efekat hirurške ili metastatske alteracije na biomehaniku kosti.....	53
2.0. BIOMEHANIKA PRELOMA ZBOG ZAMORA KOSTI.....	54
2.1. Biomehanika transversalnog preloma.....	55
2.2. Biomehanika torzionog preloma.....	56
3.0. MEHANIZAM PRELOMA DUGIH KOSTIJU.....	57
4.0. BIOMEHANIČKA KLASIFIKACIJA PRELOMA.....	59
5.0. BIOLOŠKI PROCESI ZARASTANJA PRELOMA.....	60
5.1. Biomehantički uticaj u stvaranju kalusa.....	63
5.2. Stepen stabilnosti koštanih fragmenata koji je potreban za zarastanje kosti.....	64
5.3. Zarastanje u stabilnim uslovima - per primam.....	66
5.4. Zarastanje u kontrolisanoj ili ograničenoj nestabilnosti.....	67
5.5. Interfragmentarna nestabilnost – smicanje.....	68
5.6. Nova klasifikacija mehanizma zarastanja kosti.....	69
5.7. Normalna struktura kosti i remodelacija.....	70
IV	
1.0. OSNOVI BIOMEHANIKE EKSTREMITETA.....	73
1.1. Osnovi biomehanike ramena.....	73
1.2. Osnovi biomehanike lakatnog zgloba.....	75
1.3. Osnovi biomehanike šake.....	77
1.3.1. Osnovi biomehanike ručnog zgloba.....	78
1.3.2. Osnovi biomehanike palca.....	80
1.3.3. Osnovi biomehanike prstiju.....	81
1.5. Osnovi biomehanike kuka.....	83
1.6. Osnovi biomehanike koljena.....	85
1.7. Osnovi biomehanike skočnog zgloba i stopala.....	88
V	
BIOMEHANIČKE OSOBINE IMPLANTATA	
1.0. UVOD.....	93
1.1. Osobine materijala za implantate.....	94
1.2. Korozija.....	95
1.3. Prelom implantata usljed korozije.....	96
1.4. Biokompatibilnost.....	96
1.5. Biomehantičke osobine implantata.....	97
1.6. Biomehantičke osobine ploče.....	98
1.7. Biomehantičke osobine intramedularnog klina.....	100

1.8. Biomehaničke osobine žice.....	101
1.9. Biomehaničke osobine zglobnih implantata	102
2.0. BIOMEHANIČKE OSOBINE SPOLJNOG FIKSATORA	105
2.1. Prosječno vrijeme sanacije preloma liječenih spoljnim fiksatorom.....	107
2.2. Ispitivanje biomehaničkih karakteristika spoljnog fiksatora u liječenju kominutivnih preloma sa i bez koštanog defekta.....	108
2.3. Rangiranje stabilnosti fiksatora pri ispitivanju biomehaničkih karakteristika na matematičko-kompjuterskom simulatoru.....	110
2.4. Rangiranje stabilnosti spoljnih fiksatora u kliničkim ispitivanjima biomehaničkih karakteristika.....	111
2.5. Određivanje ukupnog ranga stabilnosti fiksatora na osnovu rezultata rangiranja sa matematičko-kompjuterskim simulatorom, PVC modelom i pri kliničkim ispitivanjima	112
LITERATURA	115
INDEKS IMENA I POJMOVA	121

PREDGOVOR

Oskudna literatura na našem jeziku iz oblasti biomehanike navela me je da napišem monografiju "Osnovi biomehanike lokomotornog sistema i implantata". Ona je nastala kao rezultat mog rada na biomehanici spoljne fiksacije u zadnje četiri godine. Isto tako, ona je prirodni nastavak mog naučnoistraživačkog rada, koji obilježavaju već objavljene monografije "Uloga spoljne fiksacije u zbrinjavanju ratne rane" (1996) i "Tretman koštanih defekata" (1999). Pri tom se problem i značaj biomehanike nametnuo kao ključalni, što me je podstaklo da ga detaljnije proučim i prezentujem.

Gotovo da nema područja u medicini, veterini, biologiji gdje biomehanika nije intenzivno zastupljena. U sveukupnom medicinskom prikazu kod nas je dosta zanemarena, što potvrđuje izuzetno mali broj sati u planiranom nastavno-naučnom programu tokom specijalizacije, kao i broj knjiga posvećenih biomehanici.

U monografiji sam prikazao biomehaniku vezivnog, hrskavičnog, mišičnog i koštanog tkiva u svjetlu najnovijih saznanja. Biomehanika koštanog tkiva predstavlja moj glavni predmet posmatranja i izučavanja, s namjerom da izneseni relevantni podaci služe jednako i nauci i praksi. Nastojao sam da jezikom ortopedskog hirurga prikažem osnovne metalurške i biomehaničke osobine različitih implantata, bez kojih su savremena ortopedija i traumatologija nezamislivi.

Veliku zahvalnost dugujem akademiku Miloradu Mitkoviću na pomoći koju mi je pružio kao mentor, pri izradi doktorske disertacije, te kao recenzent, pri pisanju ove knjige.

Dugujem zahvalnost akademikima Marku Bumbašireviću i Dragoljubu Mirjaniću na recenziji, moralnoj i stručnoj pomoći, koju su mi dali pri izradi ove monografije.

Moja porodica - supruga Gordana, sin Milan i kćerka Ivana - moja su najveća podrška. Oni imaju uvijek najviše strpljenja, razumijevanja, dobronamjerne kritike na moj rad uprkos vremenu koje sam im uskratio pišući knjigu. Zahvaljujem se roditeljima Milanu i Dragici za sve što su me u životu naučili i pružili mi.

Monografija je prvenstveno napisana da koristi ortopedskim hirurzima pri njihovom rutinskom radu i svakodnevnim suočavanjem sa različitim oblicima preloma, koji daju dileme u terapijskom pristupu. Ona, ujedno, ispunjava prazninu u našoj medicinskoj literaturi iz ortopedske hirurgije i traumatologije lokomotornog sistema.

Namijenjena je magistrantima i studentima medicine i fizičke kulture, ljekarima na specijalizaciji iz ortopedske i dječije hirurgije, fizikalne i sportske medicine.

Autor