

Peti susret Hrvatskog društva za mehaniku
Terme Jezerčica, Donja Stubica, 6.-7. lipnja 2013.

STABILNOST OSTEOSINTEZE PLOČICOM KOD PRIJELOMA PROKSIMALNOG HUMERUSA

Kodvanj, J., Surjak, M. & Ćurko, D.

Sažetak: Starenje stanovništva dovodi do sve većeg broja osteoporotičnih oboljenja kostiju, poglavito u starijih osoba.

Osteosinteza uključuje spajanje i unutarnju fiksaciju koštanih fragmenata nakon frakture pomoću implantanata napravljenih od biokompatibilnih materijala, s ciljem cijeljenja kosti. Od svoje pojave, osteosintetske pločice na zaključavanje pokazale su se boljima u odnosu na konvencionalne osteosintetske pločice, jer osiguravaju veću biomehaničku stabilnost koštanih ulomaka te pridonose očuvanju biološkog integriteta kosti što rezultira bržim i boljim cijeljenjem prijeloma.

U ovom radu ispitana je biomehanička stabilnost osteosinteze s Philos pločicom (Synthes, Švicarska) i novokonstruiranom pločicom na zaključavanje tvrtke Zrinski AG (Njemačka). Eksperimentalna ispitivanja provedena su za ekstraartikularni prijelom proksimalnog humerusa na osteoporotičnim umjetnim kostima s osteotomijom u području kirurškog vrata humerusa, te na osteoporotičnim i neosteoporotičnim kostima bez osteotomije, kod aksijalnog opterećenja i abdukcije. Pomaci i deformacije određeni su pomoću korelacije digitalne slike (DIC- Digital Image Correlation).

Ključne riječi: biomehanika; osteoporoza; proksimalni humerus; pločica na zaključavanje

1 UVOD

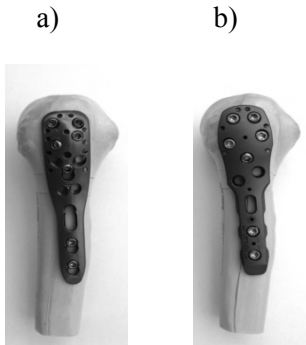
Produljenjem životnog vijeka ljudi dolazi do rastuće pojave starenja stanovništva. Sukladno tome, dolazi do značajnog porasta populacije zahvaćene osteoporozom. Osteoporoza, kao bolest koštanog tkiva koja zahvaća prvenstveno stariju populaciju, čini kosti krhkim tako da i najmanja sila može izazvati prijelom [5]. Većina osteoporotičnih prijeloma zahtijeva sekundarne zahvate što podrazumijeva zahtjevno, dugotrajno i skupo liječenje. Frakture proksimalnog humerusa spadaju u najčešće osteoporotične traume, i njihov broj je u stalnom porastu. Unatoč napretku operacijske tehnike, komplikacije za vrijeme operacije ili nakon nje, te broj loše sraslih prijeloma proksimalnog humerusa je značajan.

Takvi prijelomi se danas operativno liječe s pločicama na zaključavanje, običnim anatomskim prilagođenim pločicama i kod pojedinih vrsta prijeloma intramedularnim čavlima [3, 4]. Kod upotrebe pločica na zaključavanje koriste se posebno oblikovani vijci koji imaju glave s navojem te su često samonarezujući, što uklanja potrebu za narezivanjem navoja u samoj kosti.

Cilj ovog istraživanja je određivanje krutosti osteosinteze Philos pločicom, odnosno novokonstruiranom pločicom, pri statičkom opterećenju

2 EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE

Eksperimentalno ispitivanje statičke izdržljivosti osteosinteze pločicama na zaključavanje kod prijeloma proksimalnog humerusa provedeno je s dvije vrste pločica na zaključavanje: Philos pločicama (Synthes, Švicarska), sl. 1 a), koje su služile za usporedbu kao referentne i novokonstruiranim pločicama na zaključavanje tvrtke Zrinski AG, sl. 1 b). Na umjetnu osteoporotičnu kost (Synbone, Švicarska), svaka pločica fiksirana je pomoću sedam vijaka na zaključavanje.



Sl. 1. Pločice na zaključavanje fiksirane na umjetnu kost



Sl. 2. Uzorak s osteotomijom

Stabilnost osteosinteze kod obje skupine uzoraka s osteotomijom ispitana je pri statičkom aksijalnom opterećenju i abdukciji pod 25° u odnosu na uzdužnu os kosti [2].

Ispitana su i po dva modela osteoporotične i neosteoporotične kosti na kojima nije rađena osteotomija u svrhu određivanja krutosti samih kostiju. Za pravilno pozicioniranje modela na kidalici tijekom ispitivanja, modeli su zaliveni u čelične kalupe (sl. 2.) dimenzija $\phi 48 \times 50$ mm, smjesom *SCS-Beracryl D-28* (PMMA), (Suter – Kunststoffe AG, Švicarska).

Statička ispitivanja pri aksijalnom opterećenju i abdukciji provedena su na statičkoj kidalici Messphysik Beta 50-5 na koju su ispitni uzorci postavljeni pomoću posebne naprave koja omogućuje precizno pozicioniranje uzoraka, sl. 3.

Ekspereimenti su provedeni u elastičnom području s kontrolom pomaka pri čemu je brzina opterećivanja iznosila 1,2 mm/min za slučaj aksijalnog opterećenja, a 5 mm/min prilikom abdukcije.

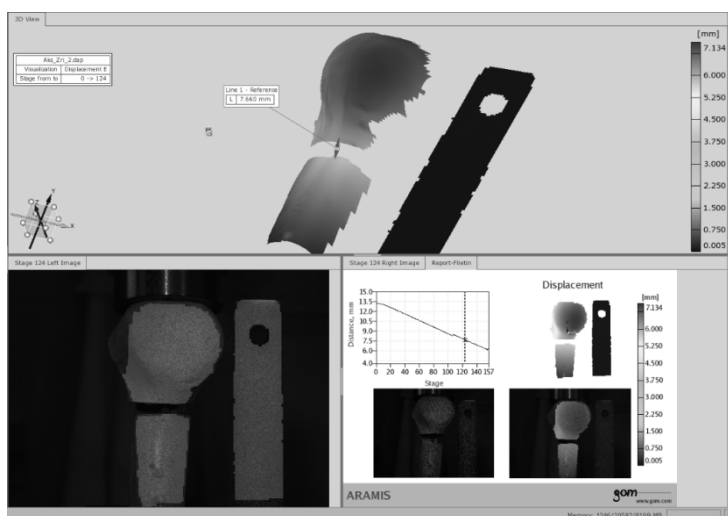


Sl. 3. Opterećivanje ispitnog uzorka i mjerenje pomaka optičkim sustavom Aramis

Pomaci koštanih ulomaka koji nastaju tijekom ispitivanja mjereni su optičkim mjernim sustavom Aramis vidljivim na sl. 3. Optički sustav Aramis temelji se na principu objektnog raster postupka i koristi se za mjerenje promjene oblika u dvije ili tri dimenzije u realnom vremenu [1]. Prije mjerenja sustav je kalibriran za odgovarajući mjerni volumen, a na pripremljene modele nanešen je stohastički uzorak pomoću kojeg sustav prati pomake na površini ispitnog uzorka. Uzorci su snimani svake sekunde tijekom ispitivanja. Slike dobivene mjerenjem diskretizirane su kvadratnim facetama veličine 15x15 pixela koje predstavljaju mjerne točke.

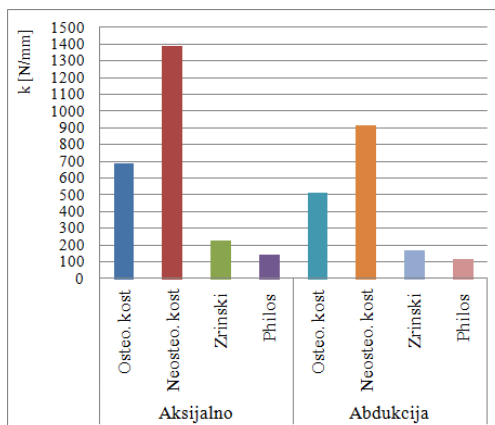
3 REZULTATI I ZAKLJČAK

Na sl. 4 prikazano je mjerno područje, raspodjela pomaka uzorka s osteotomijom pri aksijalnom opterećenju, kao i promjena duljine frakturne pukotine.



Sl. 4. Pomaci prikazani pomoću grafičkog sučelja programskog paketa Aramis

Uz pomoć podataka o sili i pomaku, dobivenih s kidalice, određena je krutost ispitanih uzoraka u elastičnom području, a usporedba je dana na sl. 5.



Sl. 5. Usporedba krutosti ispitanih uzoraka

Metoda korelacije digitalne slike (DIC) se pokazala jako dobrom metodom za određivanje mehaničkih svojstava medicinskih implantanata.

Prema očekivanju najveću krutost imaju intaktne kosti, dok je kod modela s osteosintezom veća krutost uzoraka sa novokonstruiranom pločicom kako kod aksijalnog opterećenja, tako i kod abdukcije. Kod aksijalnog opterećenja krutost modela s Philos pločicom iznosi 62,5%, a kod abdukcije 71,8% krutosti modela s novokonstruiranom pločicom. Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti da novokonstruirana pločica osigurava bolju biomehaničku stabilnost koštanih ulomaka od Philos pločice pri statičkom aksijalnom opterećenju i abdukciji.

U daljnjem istraživanju planirana je usporedba stabilnosti prikazanih modela pri cikličkom opterećenju, a rezultati dobiveni statičkim ispitivanjem koristiti će se za definiranje parametara cikličkih opterećenja

Literatura:

- [1] Aramis User Manual – Software, GOM mbH, Germany 2009.
- [2] Brianza, S., Plecko, M., Gueorguiev, B., Windolf, M., Schweiger, K., “Biomechanical evaluation of a new fixation technique for internal fixation of three-part proximal humerus fractures in a novel cadaveric model”, *Clinical Biomechanics*, 25, 2010, str. 862-892.
- [3] Mathison, C., Chaudhary, R., Beaupre, L., Reynolds, M., Adeeb, S., Bouliane, M., “Biomechanical analysis of proximal humeral fixation using locking plate fixation with an intramedullary fibular allograft”, *Clinical Biomechanics*, Vol. 25, 2010, str. 642-646.
- [4] Schumer, R.A., Muckley, K.L., Markert, R.J., Prayson, M.J., Heflin, J., Konstantakos, E.K., Goswami, T., “Biomechanical comparison of a proximal humeral locking plate using two methods of head fixation“, *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, Vol.19, 2010, str. 495-501.
- [5] Seide, K., Triebe, J., Faschingbauer, M., Schulz, A. P., Püschel, K., Mehrtens, G., Jürgens, Ch., “Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus- A biomechanical study” , *Clinical Biomechanics*, Vol.22, 2007, str. 176-182.

Autori:

Janoš Kodvanj, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zavod za tehničku mehaniku, I. Lučića 5, 10000 Zagreb, tel. 01 6168 425,

e-mail: janos.kodvanj@fsb.hr

Martin Surjak, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zavod za tehničku mehaniku, I. Lučića 5, 10000 Zagreb, tel. 01 6168 445,

e-mail: martin.surjak@fsb.hr

Daria Ćurko, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, I. Lučića 5, 10000 Zagreb,

e-mail: daria_inc@hotmail.com