

Boštjan Kocjančič<sup>1</sup>, Boštjan Kersnič<sup>2</sup>

## Določanje najugodnejše geometrije okolčja pri rekonstrukciji zlomov stegneničnega vratu<sup>3</sup>

*Determination of the Most Favorable Regional Geometry in Hip Reconstruction after Femoral Neck Fracture*

---

### IZVLEČEK

**KLJUČNE BESEDE:** stegnenica vrat zlomi, kolčna proteza, biomehanika, kolk – radiografija

Za oceno biomehanskega statusa kolka po vstavitvi kolčne endoproteze se v klinični praksi uporablja tudi matematični model, s katerim je mogoče oceniti spremembe velikosti in smeri kolčne sklepne sile ter moč kolčnih abduktorjev pri različnih položajih velikega trohantra glede na center kolčne glavice. V naši raziskavi smo poizkušali ugotoviti, ali uporaba matematičnega modela za določanje kolčne sklepne sile v položaju stoje na eni nogi ustrezno opiše klinične razmere v kolčnem sklepu po operacijskem posegu. V raziskavo smo vključili 71 bolnikov s povprečno starostjo 73 let, ki so bili na Kliničnem oddelku za travmatologijo KC v Ljubljani operirani zaradi medialnega zloma stegneničnega vratu v zadnjih desetih letih. Devetinštiridesetim bolnikom so vstavili dvosklepno delno endoprotezo in 22 bolnikom totalno endoprotezo. Bolnike smo ponovno pregledali v poprečju štiri leta po poškodbi. Ob pregledu smo naredili klinično oceno kolka in analizo rentgenskega posnetka cele medenice in obeh kolkov. S pomočjo računalniškega sistema za digitalizacijo rentgenskih posnetkov smo ocenili vrednosti premika velikega trohantra operiranega kolka glede na stanje pred poškodbo. Klinično oceno kolka smo naredili s pomočjo Harrisove ocenjevalne lestvice. Dobljeni rezultati nakazujejo povezavo med biomehanskim statusom kolka in klinično oceno kolka po Harrisu pri bolnikih z vgrajeno dvosklepno delno endoprotezo. Ocena kolka po Harrisu se z lateralnim premikom velikega trohantra veča, z medialnim pa manjša ( $r=0,25$ ). Nismo ugotovili povezave med klinično oceno kolka po Harrisu in premikom velikega trohantra v navpični smeri. Izboljšali smo metodo za določanje geometrijskih parametrov okolčja tako, da smo natančno določili povečavo za vsakega bolnika.

---

### ABSTRACT

**KEY WORDS:** femoral neck fractures, hip prosthesis, biomechanics, hip – radiography

A mathematical model can be used to evaluate the biomechanical status of the hip after surgical intervention. By using such a model, it is possible to evaluate changes in the magnitude of the hip-joint reaction force and its inclination, as well as the forces of the hip abductors at various positions of the greater trochanter with respect to the center of the femoral head. The purpose of this study was to establish whether the mathematical model for determina-

<sup>1</sup> Boštjan Kocjančič, dr. med., Travmatološka klinika, Klinični center, Zaloška 2, 1525 Ljubljana.

<sup>2</sup> Boštjan Kersnič, štud. med., Travmatološka klinika, Klinični center, Zaloška 2, 1525 Ljubljana.

<sup>3</sup> Delo je bilo nagrajeno s Prešernovo nagrado študentom za leto 1998 pod mentorstvom prof. dr. Srečka Hermana, dr. med., in somentorstvom doc. dr. Veronike Kralj - Igljič, dipl. ing., in asist. mag. Dragice Smrke, dr. med.

tion of the resultant hip force in a one-legged stance can appropriately describe the clinical status of the hip joint following surgery. The final analysis was performed for 71 patients with an average age of 73 years, who had been treated at the Clinical Department of Traumatology, Ljubljana, Slovenia, for medial femoral neck fracture over the past ten years. Out of these, 49 patients had been treated by implantation of a bipolar partial endoprosthesis, and 22 with a total endoprosthesis. The average follow-up period was four years. At the time of the last examination, the clinical status of the hip was evaluated and a radiograph of the hip and both joints was analyzed. A special computer-aided system for digitalization of radiographs was used to calculate the shift in the position of the greater trochanter of the operated hip joint with respect to the situation prior to injury. The clinical status of the hip joint was evaluated using the Harris hip score. The obtained results indicate an association between the biomechanical hip status and Harris clinical hip evaluation in patients with an implanted bipolar partial endoprosthesis. The Harris hip score increases with a lateral shift of the greater trochanter, and decreases with its medialization ( $r=0.25$ ). No correlation was found between the Harris hip score and a shift of the greater trochanter in a vertical direction. The method for determining the geometrical hip parameters was improved by accurately determining the magnification of the x-ray for each patient. No correlation was found between the magnification of the x-ray and the patient's body weight ( $r=0.09$ ).

## UVOD

### Zlom vratu stegenice

Zlom vratu stegenice je relativno pogosta poškodba predvsem starejših ljudi. Incidenca zlomov vratu stegenice v ZDA je približno 80 ljudi na 100.000 prebivalcev (1), kar pomeni letno več kot 250.000 zlomov (2). Nekateri avtorji predvidevajo, da se bo število zlomov do leta 2050 zaradi staranja prebivalstva podvojilo, mnoge raziskave pa kažejo tudi na večjo pojavnost (3). Pojavnost zlomov in premaknitev v kolku narašča tudi med mlajšimi bolniki, predvsem kot posledica prometnih poškodb (4). Tudi zadnje raziskave govorijo, da je povprečna starost bolnikov z zlomom vratu stegenice 77 let pri ženskah in 72 let pri moških (5).

### Zdravljenje zloma vratu stegenice

V zadnjih 60 letih se je zdravljenje zlomov vratu stegenice dramatično spremenilo, predvsem zaradi vpeljave notranje učvrstitve zloma in različnih vrst endoprotez (EP) (6). Nekateri avtorji se na podlagi primerjalnih študij med konzervativno in operacijsko zdravljenimi poškodovanci z impaktiranimi zlomi zavzemajo za primarno operacijsko zdravljenje zloma (7). Prednost operacijskega zdravljenja je predvsem v hitri mobilizaciji

poškodovanega spodnjega uda (8-10). S tem poizkušamo doseči čimprejšnjo vrnitev bolnika na predpoškodbeno funkcionalno raven (5, 11). Za operacijo se odločamo glede na tip zloma, subjektivne težave in zato, da poškodovanca čim prej mobiliziramo (12).

Leta 1943 sta Moore in Bohlman prvič predstavila kovinsko EP pri zdravljenju bolnika z velikoceličnim tumorjem vratu stegenice (13). Vstavev EP predstavlja enega izmed največjih dosežkov travmatologije in ortopedije v zadnjih nekaj desetletjih (14). Na podlagi dolgoletnih izkušenj in rezultatov se neprestano izboljšujejo tako EP kot tudi operacijske tehnike (14). Moderni materiali in tehnično dobro izvedeni posegi omogočajo večjo uspešnost teh posegov. Prednost kolčnih EP je predvsem v hitri rehabilitaciji in hitri mobilizaciji operiranega spodnjega uda (10, 15). Posledično se zmanjša nevarnost pooperacijskih zapletov, kot so venska tromboza, pljučni embolizmi, preležanine, pljučnica. Zmanjšuje se tudi število ponovnih operacij zaradi razvitja avaskularne nekroze glave stegenice (16).

Ker pri obremenjevanju kolka z delno EP glava endoproteze prihaja v stik s hrustancem, sčasoma lahko pride do erozije hrustanca. Izboljšavo v tem pogledu predstavlja dvosklepna delna endoproteza (BPEP), kjer se večina gibanja v kolčnem sklepu prenese na notranji sklep endoproteze.

Kolčni sklepni center zaradi ohranitve kolčne sklepne ponvice pri vstavitvi delne EP ostane na istem mestu, medtem ko se narastišče abduktornih kolčnih mišic na velikem trohantru premakne glede na operacijsko tehniko in tip endoproteze. Tudi pri totalni endoprotezi (TEP) ne pride do večjih premikov središča kolčnega sklepa, kot na primer pri različnih medeničnih osteotomijah (17–19). Premiki središča kolčne glavice pri TEP so v glavnem proksimalni in medialni in znašajo v povprečju okoli 2 mm (20).

### **Biomehanski status kolka z vgrajeno endoprotezo**

Biomehanski status kolka podajo parametri, kot so npr. sile, ki delujejo v kolku, in napetosti v okolčju. Tako lahko kolčna sklepna sila, kolčni sklepni tlak (napetosti v kolčni sklepni plasti, ki nastanejo kot posledica delovanja kolčne sklepne sile) in drugi parametri opišejo biomehanske pogoje, ki vplivajo na dolgoročne posledice operacijskih posegov (18, 21–24). Za določanje omenjenih parametrov pri bolniku z EP ali brez nje uporabljamo matematično modeliranje.

Matematično modeliranje operacijdkih posegov v kolku je veja biomehanike, ki proučuje sile v kolku, napetosti v okolčju, tlak v kolčnem sklepu in še druge parametre pred operacijskimi posegi v kolku in po njih. Poznavanje mišičnih sil, različnih napetosti in tlakov v kolku je zelo pomembno tako za razumevanje delovanja normalnega in patološkega kolka, kot tudi za načrtovanje operacijskih posegov v okolčju (25–26). Omogoča tudi simuliranje različnih posegov v danih pogojih in njihovo vrednotenje (19, 22, 27–29).

V zadnjih desetih letih je skupina, ki so jo sestavljali sodelavci Fakultete za elektrotehniko, Inštituta za biofiziko Medicinske fakultete in Ortopedske klinike razvila tridimenzionalni matematični model kolka za izračun kolčne sklepne sile pri stoji na eni nogi (17). Model so leta 1990 uporabili za matematično analizo Chiarijeve medenične osteotomije (30). S pomočjo matematičnega modeliranja omenjene osteotomije so ugotovili povezavo med premikom središča kolčne glavice v različnih smereh in velikostjo kolčne sklepne sile (30). Matematični model je povezan z metodo za določanje geometrijskih parametrov okolčja z računalniško podprtim sistemom (31, 32).

### **Pomen spremembe položaja velikega trohantra pri vstavitvi endoproteze**

Sprememba položaja velikega trohantra pri vstavitvi EP predstavlja premik narastišča abduktornih mišic, ki so zelo pomembne za normalno delovanje kolka pri hoji. Do tega premika pride, kadar sta dolžina vratu EP in kolodiazfarni kot EP drugačna kot pri zdravem bolniku. Z matematičnim modelom za izračun kolčne sklepne sile lahko napovemo, kakšna struktura bi teoretično ustrezala najboljšemu končnemu rezultatu. Rezultati matematičnega modela za izračun kolčne sklepne sile kažejo, da lateralni premik velikega trohantra zmanjša kolčno sklepno silo. Mehanizem, s katerim se zmanjša kolčna sklepna sila, je podaljšanje ročice abduktornih mišic, ki lahko z manjšo silo obdržijo telo v ravnovesju pri stoji na eni nogi. Pri lateralnem premiku velikega trohantra se poveča tudi razpoložljiva sila abduktornih mišic, medtem ko se potrebna abduktorna sila zmanjša.

Lateralni premik velikega trohantra ima za posledico tudi zmanjšanje kolčne sklepne sile in kolčnega sklepnega tlaka. Zaradi zmanjšanja vrednosti teh dveh parametrov je biomehanski status kolka pri lateralnem premiku velikega trohantra ugodnejši.

Proksimalen premik velikega trohantra ima manjši vpliv na velikost sile abduktornih mišic in kolčne sklepne sile. Povzroči zmanjšanje potrebne sile abduktornih mišic za stoji na eni nogi in tudi razpoložljive sile abduktornih mišic. Razmerje med silama abduktornih mišic se pri proksimalnem premiku lahko spremeni tako, da razpoložljiva sila abduktornih mišic ne more držati telesa v ravnovesju pri stoji na eni nogi (33).

Pri operacijskem posegu vstavitve EP je zato smiselno omogočiti abduktornim mišicam čim večjo razpoložljivo silo, čim manjšo potrebno mišično silo abduktorjev ter v sklepu zagotoviti čim manjšo silo in tlak. Na podlagi matematičnega modela za kolčno sklepno silo lahko sklepamo, da je najugodnejši lateralni premik velikega trohantra, in sicer zato, ker zmanjšuje potrebno abduktorno mišično silo, povečuje razpoložljivo silo abduktornih mišic in zmanjšuje kolčno sklepno silo in kolčni sklepni tlak. Proksimalen

premik velikega trohantra pa predstavlja neugoden položaj, ker se razmerje potrebnih in razpoložljivih sil neugodno spremeni.

Prevelika kolčna sklepna sila, ki lahko nastane kot posledica medialnega premika velikega trohantra, predstavlja ugodne pogoje za razvoj degenerativne spremembe na hrustancu (23), kar je pomembno pri BPEP. Verjetno sta kolčna sklepna sila in kolčni sklepni tlak kljub temu pomembna pri procesu omajanja tako BPEP kot TEP (34).

## NAMEN NALOGE

Glede na matematični model kolka sta lateralni in distalni premik velikega trohantra biomehansko ugodna, medtem ko sta medialni in proksimalni premik neugodna. Namen naloge je ugotoviti, ali napovedi matematičnega modela ustrezajo klinični sliki po vstavitvi kolčne EP glede na premik velikega trohantra.

Izboljšati smo želeli metodo za določanje geometrijskih parametrov okolčja tako, da smo izboljšali način določanja povečave rentgenskega posnetka pri posameznem bolniku. Želeli smo proučiti vpliv teže na povečavo.

## DELOVNA HIPOTEZA

Vrednost klinične ocene kolka po Harrisu narašča z lateralnim premikom velikega trohantra.

Vrednost klinične ocene kolka po Harrisu pada z medialnim premikom velikega trohantra.

Vrednost klinične ocene kolka po Harrisu pada s proksimalnim premikom velikega trohantra.

Vrednost klinične ocene kolka po Harrisu narašča z distalnim premikom velikega trohantra.

Povečava rentgenskega posnetka je večja, če je telesna teža bolnika večja.

## METODE

### Preiskovanci

Kartoteke bolnikov, operiranih na Kliničnem oddelku za travmatologijo zaradi medialnega zloma stegnjeničnega vratu, smo za obdobje zadnjih desetih let pregledali S. D., B. K., R. B. in Š. N. Od januarja leta 1986 do decem-

bra leta 1996 se je zdravilo 584 bolnikov z omenjenim zlomom. Bolnike, ki so bili dosegljivi preko naslovov v kartotekah, smo povabili na ponoven kontrolni specialistični pregled. Na ponoven kontrolni pregled se je odzvalo 181 bolnikov. Za našo raziskavo je bilo analiziranih 71 bolnikov, ki so ustrezali našemu vprašalniku in hkrati protokolu za obdelavo rentgenskih slik s pomočjo računalniškega sistema. 76 bolnikov od 181 ni imelo ustrezne dokumentacije, 18 bolnikov ni imelo zapisanih podatkov za velikost in tip proteze in 16 bolnikom je manjkalo 5 ali več podatkov v vprašalniku.

### Ocenjevanje kliničnega statusa kolka po Harrisu

Po ponovnem kontrolnem pregledu sva S. D. in B. K. izpolnila vprašalnik po Johnstonu ter določila oceno kolka po Harrisu (HHS) za posameznega bolnika.

V naši raziskavi smo se odločili za analizo funkcije kolka s pomočjo vprašalnika po Johnstonu (35), ki omogoča določanje že uveljavljenih lestvic.

Oceno kolka smo določili po Harrisu (HHS), ker jo pogosto zasledimo v literaturi. Lestvica je sestavljena tako, da nam omogoča oceno statusa kolka z oceno do 100 točk. Končna ocena je sestavljena iz ocene bolečine (do 44 točk), ocene funkcije (do 47 točk), izmerjene gibljivosti v kolčnem sklepu (do 5 točk) in odsotnosti deformacij v kolčnem sklepu (do 4 točke). Čim večje je število točk, boljši je klinični status kolka. HHS ne vsebuje ocene rentgenoloških parametrov.

### Analiza geometrije okolčja

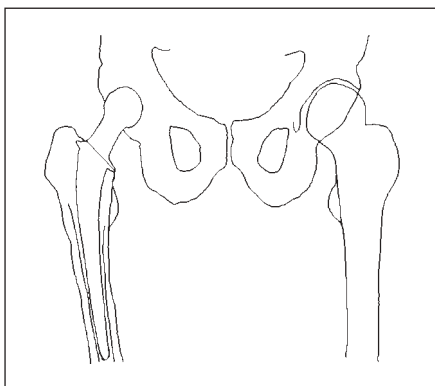
V analizo smo vključili rentgenske slike, dobljene na ponovni kontroli.

Za računalniško analizo smo uporabili samo antero-posteriorne rentgenske posnetke medenice in kolka. Na antero-posteriornem kot tudi na stranskem rentgenskem posnetku operiranega kolka smo preverili klinično stanje EP. Rentgenske slike smo analizirali s pomočjo digitalizacije značilnih anatomskih obrisov tako na zdravi kot tudi na operirani strani.

Osnova digitalizacije rentgenskih posnetkov je prenos značilnih anatomskih obrisov najprej na papir s pomočjo presvetlitve in nato

vnos obrisa na papirju s pomočjo digitalizacijske tablice v računalnik.

Primer obrisa je prikazan na sliki 1. Računalniško podprt sistem omogoča določanje geometrijskih parametrov, med njimi tudi položaja velikega trohantra. B. K. in B. K. sva obrisala RTG posnetke medenice in kolka in nato vnesla obris na papirju v računalnik.



Slika 1. Obris okolčja (z vstavljeno totalno endoprotezo).

### Računalniška obdelava rentgenskih slik

Morfološka analiza rentgenskih slik je potekala s pomočjo računalniškega programa Viprecox (32, 36), ki je izboljšava programa HIJOMO (37). Program omogoča izračun biomehanskih parametrov v kolku.

### Določanje pomika velikega trohantra

Določili smo koordinati središča kolčnih glav zdravlega kolka in EP na operirani strani in koordinati mišičnega narastišča abduktornih mišic na velikem trohantru na obeh straneh. Oddaljenosti narastišča abduktornih mišic od središča kolčne glavice oziroma središča glavice EP smo določili posebej za vodoravno in navpično smer. Nato smo določili razliko med vrednostmi parametrov na operirani in na neoperirani strani. Če so bile vrednosti pozitivne v vodoravni smeri, smo vzeli, da se je veliki trohanter premaknil lateralno. Če so bile vrednosti negativne, se je premaknil medialno. Če so bile vrednosti pozitivne v navpični smeri, smo vzeli, da se je veliki trohanter premaknil

proksimalno, in če so bile vrednosti negativne, se je premaknil distalno.

Predpostavili smo, da imajo koordinate narastišča abduktornih mišic na velikem trohantru pred poškodbo enak položaj glede na središče kolčne glavice na levi in na desni strani. To dokazujejo tudi nekatere meritve (33).

### Določanje povečave rentgenskega posnetka

V naših dosedanjih raziskavah pri določanju geometrijskih parametrov okolčja smo predpostavili, da je povečava rentgenske slike 10% (31, 32, 36, 38). V tem delu je bilo mogoče povečavo natančno določiti za vsakega bolnika posebej, saj smo imeli za operirane bolnike tudi tehnične podatke o EP. Tako smo lahko primerjali premere glavice kolčnih EP, ki smo jih izračunali s pomočjo računalniškega sistema, in premere glavice kolčnih EP, ki smo jih dobili iz podatkov o tipih vstavljenih EP.

### Statistična analiza

Za oceno stopnje vpliva lateralnega in proksimalnega premika velikega trohantra na klinično oceno kolka po Harrisu smo uporabili linearni korelacijski koeficient ( $r$ ), ki je mera za linearno povezavo merjenih dejavnikov (39). Korelacijski koeficient  $r$  nam tako potrdi povezavo dveh dejavnikov, če je njegova vrednost različna od 0, in se čim bolj približa vrednosti 1 ali  $-1$ , statistično je pomemben, če je večji od kritičnega korelacijskega koeficienta. Kritični korelacijski koeficient pa je odvisen od števila preiskovanih vzorcev (večji ko je vzorec, manjši je kritični korelacijski koeficient) (39-41).

Tako smo s pomočjo statističnega programa izračunali premico, ki je imela najmanjšo vsoto kvadratov odklonov, in korelacijski koeficient  $r$ , ki opiše, kako se točke porazdelijo okoli narisane premice.

## REZULTATI

### Osnovni podatki o preiskovani populaciji

#### Predoperacijski podatki

Preiskovana populacija je sestavljena iz 71 bolnikov, s povprečno starostjo 73 let pri poškodbi.

Med bolniki je bilo 59 (83%) žensk in 12 (17%) moških. 31 (44%) bolnikov je imelo poškodbo na levi strani in 40 (56%) na desni. 4 (6%) bolniki so bili ob poškodbi še aktivni, medtem ko jih je bilo 67 (94%) že upokojenih. 55 (77%) bolnikov je bilo pred operacijskim posegom normalno pokretnih, 14 (20%) bolnikov je bilo slabo pokretnih in 2 (3%) bolnika sta bila nepokretna. Povprečna teža bolnika na ponovnem pregledu je 66 kilogramov.

### Pooperacijski podatki

22 (31%) bolnikov je imelo vstavljeno TEP in 49 (69%) bolnikov je imelo vstavljeno BPEP. Izmed BPEP je bilo 42 (61%) tipa Lima in 6 (8%) tip Link. 61 (86%) bolnikov je imelo kot osnovno zdravljenje vstavljeno EP, 7 (10%) bolnikov je imelo kot osnovno zdravljenje vstavljeno osteosintezo in 3 (4%) bolniki so bili osnovno zdravljeni konzervativno. 63 (89%) bolnikov je imelo EP vstavljeno kot osnovni poseg in 8 (11%) bolnikov kot drugotni poseg. 3 (4%) bolniki so imeli BPEP vstavljeno po odstranitvi osteosintetskega materiala, 2 (3%) bolnikoma so zamenjali BPEP za TEP in 2 (3%) bolnikoma so vstavili TEP po odstranitvi osteosintetskega materiala. Vzroki za drugotni poseg so naslednji: 2 (3%) bolnika sta imela aseptično nekrozo kolčne glavice, 3 (4%) so imeli protruzijo osteosintetskega materiala, 2 (3%) bolnika sta imela premaknitev odlomkov po osnovnem posegu, 2 (3%) bolnika sta imela omajanje EP in 1 (1%) bolnik je imel aseptično nekrozo kolčne glavice in protruzijo osteosintetskega materiala hkrati. Pri 68 (96%) bolnikih so pri operaciji uporabili anterolateralni pristop, pri 1 (1%) bolniku posteriorni pristop in pri 2 (3%) bolnikih drug operacijski pristop. 56 (79%) bolnikov je prestalo operacijo brez zapleta, medtem ko je 15 (21%) bolnikov imelo kot zaplet navedeno krvavitev.

Povprečno trajanje operacije je bilo 90 minut (en bolnik ni imel zapisanega podatka o dolžini operacije).

### Analiza kliničnega stanja na ponovnem pregledu

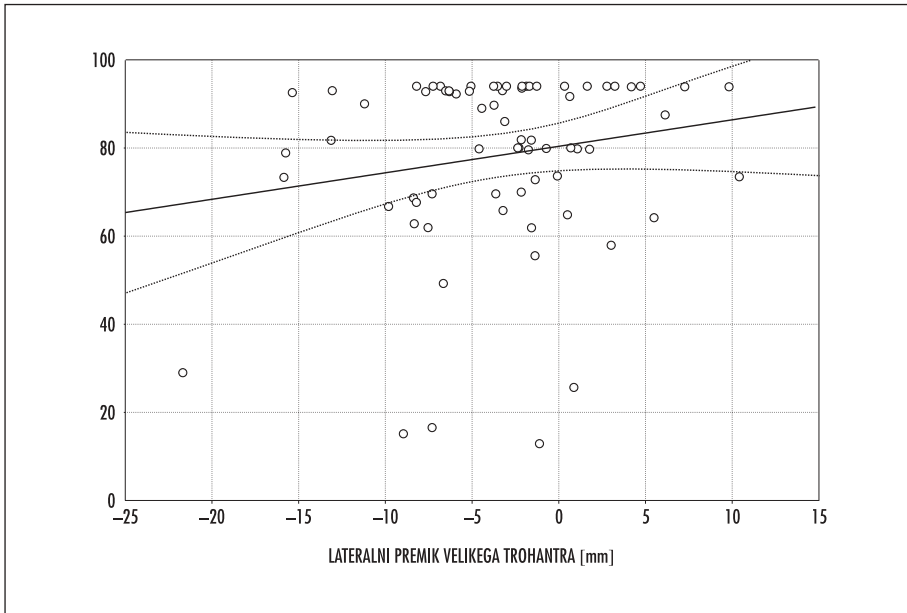
Povprečna starost pri ponovnem pregledu je bila 76 let, tako da je povprečen čas med poškodbo in ponovnim pregledom 4 leta.

63 (89%) bolnikov se je ob ponovnem pregledu počutilo dobro, 1 (1%) bolnik se je počutil slabo, 2 (3%) bolnika sta se počutila nekoliko upočasnjeno in 5 (7%) bolnikov psihično dobro, vendar telesno slabo. 52 (73%) bolnikov je hodilo brez bergel, 5 (7%) bolnikov je uporabljalo 1 berglo, 5 (7%) bolnikov je uporabljalo 2 bergli, 4 (6%) bolniki so uporabljali sprehajalno palico, 3 (4%) bolniki so uporabljali hodulje in 2 (3%) bolnika nista hodila. 50 (70%) bolnikov je hodilo normalno, 14 (20%) bolnikov je malo šepalo, 2 (3%) bolnika sta močno šepala in 5 (7%) bolnikov je bilo na vozičku. 36 (51%) bolnikov je bilo brez bolečin, 13 (18%) bolnikov je imelo samo občasno bolečino, 7 (10%) bolnikov je imelo bolečine le ob spremembi vremena, 5 (7%) bolnikov po daljši hoji, 5 (7%) občasno v dimljah, 1 (1%) bolnik pa bolečine pri vsaki hoji, 2 (3%) bolnika sta imela bolečine že samo ob premikanju in 2 (3%) bolnika tudi v mirovanju. 69 (97%) bolnikov je imelo rentgenološko takšen položaj EP kot ob operaciji, 2 (3%) bolnika pa sta imela spremenjeni položaj EP na rentgenskem posnetku. 70 (99%) bolnikov ni kazalo znakov pogrezanja stegeničnega debla EP, medtem ko je 1 (1%) bolnik imel radiolucentno špranjo med stegeničnim stebлом EP in skorjo, ki pa še ne pomeni nujno omajanja endoproteze (123–125). 46 (65%) bolnikov je imelo enako dolžino spodnjih udov, 10 (14%) bolnikov je imelo operiran ud krajši in 15 (21%) bolnikov je imelo operiran ud daljši. Povprečne gibljivosti kolka na ponovnem pregledu so bile: fleksija 108° (90% glede na normalno gibljivost), ekstenzija 13° (43,3%), abdukcija 35° (77,7%), addukcija 14° (46,6%), zunanja rotacija 40° (88,8%) in notranja rotacija 35° (77,7%). Odstotki so izračunani glede na normalne vrednosti gibljivosti v kolku (18).

### Analiza pomika velikega trohantra

Na sliki 2 vidimo primerjavo lateralnega premika velikega trohantra s HHS. Iz slike 2 vidimo, da je vpliv premika velikega trohantra v lateralni smeri pri BPEP na HHS pozitiven ( $r=0,25$ ). To pomeni, da lateralni premik povzroči povečanje HHS, medialni pa zmanjšanje HHS. Kritična vrednost  $r$  pri stopnji zaupanja 0,05 je 0,28 (39).

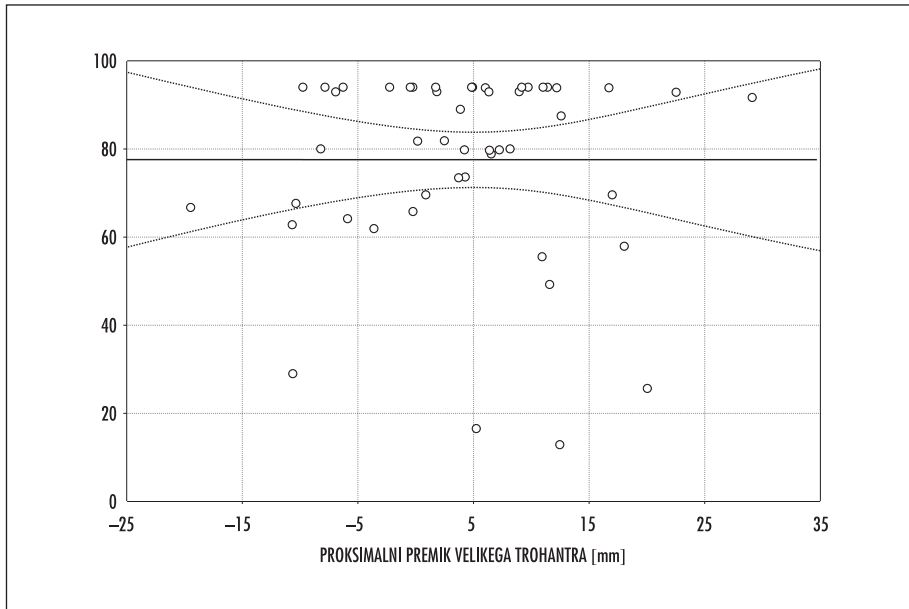




Slika 2. Vpliv lateralnega premika velikega trohantra na oceno kolka po Harrisu pri dvosklepni delni endoprotezi ( $r=0,25$ ,  $k=0,87$ ).

Na sliki 3 vidimo primerjavo proksimalnega premika velikega trohantra s HHS. Vidimo, da ni vpliva premika velikega trohan-

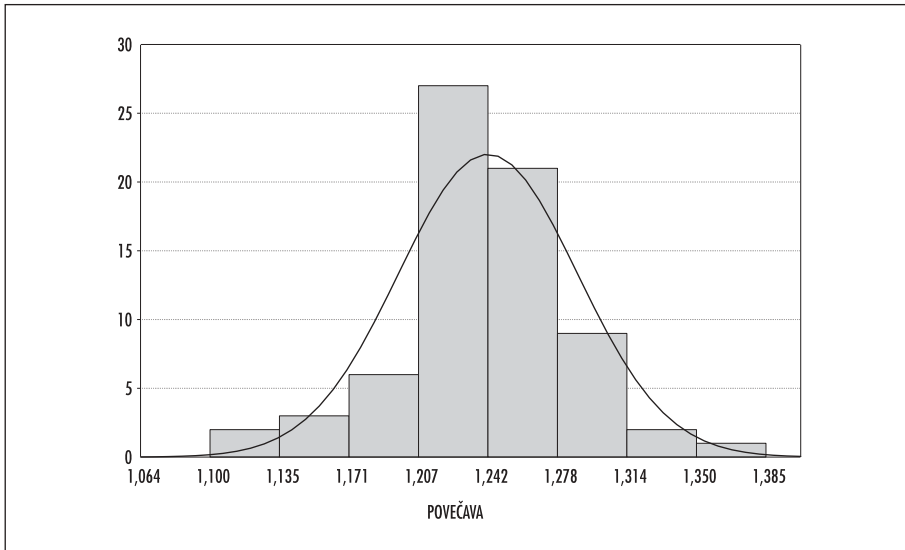
tra v proksimalni smeri pri BPEP na HHS ( $r < 10^{-4}$ ). Kritična vrednost  $r$  pri stopnji zaupanja 0,05 je 0,28.



Slika 3. Vpliv proksimalnega premika velikega trohantra na oceno kolka po Harrisu pri dvosklepni delni endoprotezi ( $r < 10^{-4}$ ,  $k < 10^{-4}$ ).

Slika 4 predstavlja histogram povečave rentgenskega posnetka in krivuljo normalne porazdelitve. Povečavo smo definirali kot

razmerje med izmerjenim polmerom kolčne EP in dejansko vrednostjo polmera kolčne EP. Povprečje povečave je 1,24.

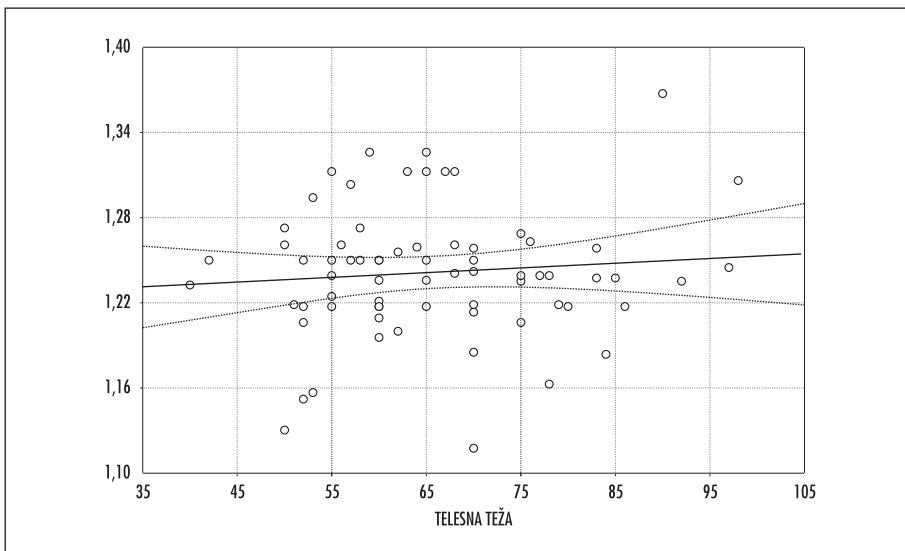


Slika 4. Histogram povečave. Povečava je predstavljena kot razmerje med izmerjenim polmerom kolčne EP in dejanskim polmerom kolčne EP –  $r_{\text{na sliki}}/r_{\text{podan}}$

20

Slika 5 prikazuje vpliv telesne teže na povečavo rentgenskega posnetka ( $r=0,09$ ). Kritična vrednost korelacijskega koeficienta

je 0,24. Ne vidimo nobene povezave med telesno težo bolnika in povečavo rentgenskega posnetka.



Slika 5. Vpliv telesne teže bolnika na povečavo rentgenskega posnetka.



## RAZPRAVLJANJE

### Povzetek rezultatov

Analiza podatkov kaže težnjo po boljši klinični oceni kolka po Harrisu (HHS) (večje število točk) pri lateralnem premiku velikega trohantra pri bolnikih z vstavljeno BPEP. Pri medialnem premiku je vrednost HHS manjša.

Proksimalni premik ne vpliva na HHS pri bolnikih z vgrajeno BPEP.

Izboljšali smo metodo določanja geometrijskih parametrov okolčja tako, da smo povečali natančnost določanja povečave rentgenskih posnetkov.

Telesna teža bolnika ni imela vpliva na povečavo rentgenskega posnetka.

### Modeli in njihova klinična uporaba

Danes si sodobne medicine ne predstavljamo brez podpore tehničnih strok. V zadnjem času je še posebej opažena uporaba računalnika v primerih kliničnih odločitev in seveda analize ogromnih baz podatkov. Sodelovanje s tehničnimi strokami tako omogoča prenos nemedicinskega znanja v medicinske probleme. Tako so matematični modeli kolka in ostale metode, kot npr. metoda kolčnih elementov, uporaba nemedicinskega znanja v problemih ortopedije in travmatologije. Izračun kolčne sklepne sile, kolčnega sklepnega tlaka, napetosti v vratu stegenice so danes pomembni podatki, na podlagi katerih se izračunava in oblikuje kolčne EP. Tako igrajo pomembno vlogo pri izboljšavah že obstoječih tipov EP (14).

Prikazani rezultati potrjujejo napovedi matematičnega modela, da imajo različni premiki velikega trohantra pomemben vpliv na potrebno abduktorno mišično silo, na razpoložljivo abduktorno mišično silo, na kolčno sklepno silo in posledično tudi na kolčni sklepni tlak. Velikosti abduktornih mišičnih sil in kolčne sklepne sile se spremenijo po premiku velikega trohantra zaradi spremembe ročic sile teže in ročice abduktornih mišic. Lateralni premik velikega trohantra pomembno zmanjša velikost potrebne abduktorne mišične sile in velikost kolčne sklepne sile, medtem ko se velikost razpoložljive abduktorne mišične sile poveča. To je zelo ugodno,

ker se kolčni sklepni tlak zmanjša, relativna moč abduktornih mišic (razlika med potrebno in razpoložljivo abduktorno mišično silo) pa se poveča.

Medialni premik velikega trohantra je biomehansko neugoden zaradi hkratnega povečanja potrebne abduktorne mišične sile in kolčne sklepne sile ter zmanjšanja razpoložljive abduktorne mišične sile, kar je najslabša kombinacija.

Naše meritve niso mogle potrditi delovne hipoteze, da vrednost HHS pada s proksimalnim premikom in narašča z distalnim premikom velikega trohantra. Matematični model napoveduje, da distalni premik velikega trohantra poveča potrebno in razpoložljivo abduktorno mišično silo ter kolčno sklepno silo. Vendar pa je povečanje potrebne mišične sile bolj izraženo kot povečanje razpoložljive mišične sile. Na takšen način lahko pozitivni predoperacijski Trendelburgov znak (če je prisoten) postane negativen in šepanje lahko po operacijskem posegu prav tako izgine.

Proksimalni premik velikega trohantra zmanjša potrebno abduktorno mišično silo, kolčno sklepno silo in tudi razpoložljivo abduktorno mišično silo. Vendar je zmanjšanje potrebne abduktorne mišične sile bolj poudarjeno kot ustrezno zmanjšanje razpoložljive abduktorne mišične sile. Pomembno zmanjšanje velikosti največje razpoložljive abduktorne mišične sile po proksimalnem premiku velikega trohantra je neugodno, saj se po takšnem premiku lahko pojavi pozitiven Trendelburgov znak ali šepanje. Ti fenomeni so bili opaženi pri nekaterih bolnikih, ki so imeli proksimalno premaknjen veliki trohanter (33). Naše meritve takih rezultatov niso potrdile. Mislimo, da je za to potrebna natančnejša analiza geometrije.

Pokazali smo, da premiki v vodoravni smeri potrjujejo napovedi modela. Torej je pri operaciji ugodno, da veliki trohanter premaknemo lateralno in se izognemo njegovi medializaciji. Glede premika v navpični smeri nismo mogli ugotoviti ujemanja meritev s temi napovedmi. Meritve namreč ne kažejo težnje, ki jo napove model. Da bi ugotovili ujemanje teh napovedi kliničnega stanja, bi morali izboljšati natančnost metode.

Pri vstavitvi TEP veliki trohanter običajno premakne medialno in superiorno (20, 42, 43).

Premaknitev središča kolčne glavice ima lahko tako velik vpliv na kolčno sklepno silo in razpoložljivo in potrebno mišično moč abduktorjev kot premaknitve velikega trohantra. Tako se lahko pri operacijskem posegu ugodni premiki izničijo. Ker vemo, da pri TEP lahko pride do premika središča vrtenja zaradi operacijske tehnike, bi morali premik središča vrtenja določiti.

Ker je raznolikost povečave relativno velika, je lahko napaka meritve velika, če za povečavo vzamemo neko povprečno vrednost. Pri povečavi rentgenskega posnetka smo poizkušali analizirati vpliv telesne teže (slika 5). Ker nismo odkrili nobene povezave, si to razlagamo z različno razporeditvijo maščobnega tkiva na različnih delih telesa, ki pa se s starostjo spreminja (44) (slika 4).

### Metodološke opombe

V tem delu predlagamo metodo za določanje premikov velikega trohantra pri operacijskem posegu vstavitve EP. Pri tem predpostavimo, da je geometrija zdravih kolkov na obeh straneh enaka (33).

Pomembnejši del kvantitativne analize rentgenskih posnetkov je izbor primerjalne točke (izhodiščna točka za meritve). Več različnih avtorjev je za primerjalno točko izbralo Köhlerjevo solzo, ker so mislili, da je njen položaj na standardnem rentgenskem posnetku konstanten (45–47). Po najnovejših ugotovitvah pa se njen položaj spreminja (48), zato smo v naši raziskavi za primerjalno točko uporabili središče kolčne glavice. Naše ocenjevanje premika velikega trohantra pri vstavitvi TEP ni bilo mogoče, ker se med operacijo premakne naša primerjalna točka (20).

Klinični pregled oziroma ocena kolka po Harrisu je še danes razprava mnogih članokov (49, 50), ki želijo poenotiti ocenjevanje. Čeprav zadnje raziskave kažejo, da so od ostalih dejavnikov statistično pomembne predvsem bolečina, prehojena razdalja in kolčna fleksija, smo v naši analizi zajeli večje število podatkov. Mislimo, da je za dovolj dobro klinično oceno, ki je uporabna za primerjavo s številnimi drugimi raziskavami, treba zajeti vse podatke, ki jih je mogoče dobiti od bolnika.

### Primerjava dvosklepne delne endoproteze in totalne endoproteze

V današnji klinični praksi so velika razhajanja glede indikacij za zdravljenje zlomov stegneničnega vratu. Večina avtorjev se sicer zavzema za operacijsko zdravljenje premaknjenih zlomov in razen skandinavskih dežel, kjer uporabljajo pretežno notranjo učvrstitev, naj bi bila metoda izbora vstavitve endoproteze. Mnenja glede izbire tipa endoproteze pa se močno razhajajo. Nekatere raziskave potrjujejo uspešnost delnih EP, druge dokazujejo prednosti BPEP, spet tretje pa za metodo izbora svetujejo TEP, vse z razliko starostne meje, ki jo različni avtorji postavljajo različno.

Pri mladih odraslih (v raziskavah mladi med 20. in 40. letom) je kost mnogo močnejša. Za zlom vratu stegenice je potrebna mnogo večja sila in pojavnost zlomov je v tej populaciji temu primerno manjša. Pogosteje se pojavljata tudi aseptična nekroza (19–90%) in nezdržitvev fragmentov (0–62%), ob odprti uravnavi in notranji učvrstitvi kot predlagani metodi zdravljenja (5). TEP je kot revizijski poseg pogosteje neuspešna; 2–25% aseptičnih omajanj stegneničnega dela proteze, kot osnovno zdravljenje pa naj bi bila uspešnejša; 3,8% omajanja in 0% revizij (9, 51), čeprav nekatere raziskave ne potrjujejo teh ugotovitev (52). TEP kot metoda zdravljenja osteoartritisa in revmatoidnega artritisa pri mlajših bolnikih (starih do 50 let) kljub visoki stopnji potrebnih revizij (39% po 12 letih) ostaja ena od metod zdravljenja (53). Z uporabo novih tehnik cementiranja naj bi v veliki meri zmanjšali pojavnost omajanja stegneničnega stebila, ki je poleg omajanja acetabularnega dela proteze glavni razlog za revizijo (53). TEP je torej edina oblika EP, pri kateri starost bolnika ni kontraindikacija za poseg. Čeprav indikacije za TEP po zlomu vratu stegenice niso splošno določene in sprejete, se zdi ta metoda najboljša (izborna) pri bolnikih s predhodnim revmatoidnim artritisom ali osteoartritisom (9).

Ker je bila TEP razvita dve leti kasneje kot BPEP, so slednjo v tem času uporabljali tudi za posege pri bolnikih s poškodovano kolčno ponvico (osteoartritis). Kasneje so zožali indikacije za vstavitve BPEP (8), čeprav nekateri avtorji še vedno zagovarjajo njeno uporabo pri mladih revmatoidnih bolnikih. Večinoma pa

se avtorji strinjajo, da naj bi bila BPEP rezervirana za zdravljenje starejših bolnikov (nad 70 let). Prvotne indikacije za uporabo tovrstnih protez so vključevale rekonstrukcijske posege v kolku predvsem pri svežih zlomih stegneničnega vratu pri ostarelih, aseptični nekrozi glavice stegenice in nezdružitvi fragmentov vratu stegenice (49). Nekateri avtorji se zavzemajo za razširitev indikacij na osteoartritis, kot alternativo zdravljenja s TEP, ali celo za revizijo TEP (54).

V naši raziskavi smo pregledovali učinkovitost zdravljenja z EP pri bolnikih z diagnostičnimi zlomi stegneničnega vratu. Namen raziskave ni bil preverjanje obstoječih indikacij za vstavitev posameznega tipa EP. Ker pa ugotavljamo, da ne v domači ne v tuji literaturi ni skupnega soglasja glede postavitve indikacij za posamezen tip EP, se nam zdi, da bi to bila lahko tema bodoče – obširnejše raziskave.

Starost naših bolnikov ob poškodbi oziroma ob vstavitvi EP je bila povprečno 73 let, najmlajši bolnik je bil star 48 let. Vstavitev EP je pri nas torej poseg, ki se ga operaterji poslužujejo predvsem za zdravljenje zloma vratu stegenice pri starejših bolnikih. Pri mlajših bolnikih je še vedno metoda izbora notranja fiksacija (vstavitev osteosintetskega materiala).

V raziskavi MEDOS, prospektivni multi-centrični raziskavi pojavnosti zlomov stegenice v 6 mediteranskih državah, so avtorji za 12-mesečno obdobje (1988–1989), kot najpogostejšo metodo zdravljenja zlomov vratu stegenice ugotovili vstavitev delne EP (54%), nato notranjo učvrstitev (33 %) in vstavitev TEP (13 %) (55). Ugotovitve raziskave navajamo, ker je ena redkih, ki objavlja tovrstne podatke z geografsko nam podobnega področja. Če primerjamo njihove rezultate z našimi, lahko ugotovimo, da pri nas za zdravljenje zlomov vratu stegenice pogosteje uporabljamo

delne EP kot notranjo učvrstitev ali TEP. To je tudi v skladu s podobnimi raziskavami iz zahodnih držav (5, 56).

Zapleti zdravljenja, ki so bili razlog za drugotni poseg, so navedeni v rezultatih. Opažamo, da so zapleti podobni navedenim v ostalih raziskavah. V naši raziskavi so ugotovljeni v mnogo manjšem odstotku kot v tuji literaturi (57, 58). To pripisujemo predvsem relativno kratki dobi opazovanja – povprečno štiri leta, zaradi česar se verjetno še niso prikazali vsi zapleti. Deloma pa je to verjetno tudi posledica slabšega dolgoročnega sledenja bolnikom. To pa je verjetno tudi vzrok, da mnogi od njih živijo s težavami, kot sta bolečina in šepanje, čeprav bi jih lahko ustrezno oskrbeli in mobilizirali. Temu pripisujemo tudi za nekaj točk slabši HHS (pri nas v povprečju 76,6), kot je to običajno v podobnih raziskavah, kjer se za zadovoljiv rezultat upošteva HHS nad 80 točk (59).

## SKLEPI

Metoda, s katero smo opažali vpliv premika velikega trohantra na klinično stanje kolka (HHS), je primerna za oceno uspešnosti dvosklepne delne proteze. Da bi ocenili uspešnost totalne endoproteze, pa bi morali metodo izboljšati.

Izmerjene odvisnosti klinične ocene kolka po Harrisu od premika velikega trohantra v vodoravni smeri potrjujejo napovedi matematičnega modela, odvisnosti klinične ocene kolka po Harrisu od premika velikega trohantra v navpični smeri pa ne.

Izboljšali smo natančnost metode za analizo geometrijskih parametrov okolčja tako, da smo določili povečavo rentgenskega posnetka za posameznega bolnika.

Naši rezultati kažejo, da je pri vstavitvi dvosklepne delne endoproteze ugodno, da je veliki trohanter premaknjen lateralno do 1 cm.

## LITERATURA

1. Koval KJ, Aharonoff GB, Rokito AS, Lyon T, Zuckerman JD. Patients with femoral neck and intertrochanteric fractures. *Clin Orthop* 1996; 330: 166–72.
2. Healy WL. Economic considerations in total hip arthroplasty and implant standardization. *Clin Orthop* 1995; 311: 102–8.
3. Alffram P. An epidemiologic study of cervical and trochanteric fractures of the femur in an urban population. *Acta Orthop Scand* 1964; 65: Suppl: 8–13.
4. Plancher KD, Donshik JD. Femoral neck and ipsilateral neck and shaft fractures in the young adult. *Orthop Clin North Am* 1997; 28 (3): 447–59.

5. DeLee JC. Fractures and dislocations of the hip. In: Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. Philadelphia; 1996. pp. 1659–715.
6. Holmberg S, Kalen R, Thorngren KG. Treatment and outcome of femoral neck fractures. An analysis of 2418 patients admitted from their own homes. *Clin Orthop* 1987; 218: 42–52.
7. Kusaba A, Kuroki Y. Femoral component wear in retrieved hip prostheses. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-B: 331–6.
8. Hernefalk L, Messner K. Rigid osteosynthesis decreases the late complication rate after femoral neck fracture. The influence of three different osteosynthesis devices evaluated in 369 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 1996; 115: 90–3.
9. Coates RL, Armour P. Treatment of subcapital femoral fractures by primary total hip replacement. *Injury* 1979; 11: 132–5.
10. Devas M, Hinves B. Prevention of acetabular erosion after hemiarthroplasty for fractured neck of femur. *J Bone Joint Surg* 1983; 65-B: 548–51.
11. Koval KJ, Zuckerman JD. Functional recovery after fracture of the hip. *J Bone Joint Surg* 1994; 76-A: 751–8.
12. Cserhádi P, Kazár G, Manninger J, Fekete K, Frenyó S. Non-operative or operative treatment for undisplaced femoral neck fractures: a comparison study of 122 non-operative and 125 operatively treated cases. *Injury* 1996; 27: 583–8.
13. Nottage WM, McMaster WC. Comparison of bipolar implants with fixed-neck prostheses in femoral-neck fractures. *Clin Orthop* 1990; 251: 38–43.
14. Ruzskowski I, Orlić D, Muftić O. Biomehanička načela i koncept vlastite endoproteze zloma kuka. In: Keros P, ed. *Aloartroplastika kuka*. Zagreb: Jumena; 1986. pp. 17–39.
15. Dahl E. Mortality and life expectancy after hip fractures. *Acta Orthop Scand* 1980; 51: 163–70.
16. Silvester T. Pogostost odmrta glavice stegneničnega vratu v odvisnosti od časa do osteosinteze. *Med Razgl* 1992; 31: 293–313.
17. Igljić A, Antolić V, Srakar F. Biomechanical analysis of various operative hip joint rotation center shifts. *Arch Orthop Trauma Surg* 1993; 112: 124–6.
18. Brand RA. Hip osteotomies: A biomechanical consideration. *J Am Acad Orthop Surg* 1997; 5: 282–91.
19. Igljić A. Matematično modeliranje operativnih posegov v kolku [doktorska naloga]. Ljubljana: Medicinska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja; 1996.
20. Scott LD, Wixson RL, Komattu AV, Kocmond JH. How superior placement of the hip joint center in hip arthroplasty affects the abductor muscles. *Clin Orthop* 1996; 328: 137–46.
21. Brinckmann P, Frobin W, Hierholzer E. Stress on the articular surface of the hip joint in healthy adults and persons with idiopathic osteoarthritis of the hip joint. *J Biomech* 1981; 14: 149–56.
22. Maquet PJG. *Biomechanics of the hip*. Berlin: Springer-Verlag; 1985.
23. Hadley NA, Brown TD, Weinstein SL. The effects of contact pressure elevations and aseptic necrosis on the long-term clinical outcome of congenital hip dislocation. *J Biomech* 1981; 14: 803–12.
24. Maxian TA, Brown TD, Weinstein SL. Chronic stress tolerance levels for human articular cartilage: two nonuniform contact models applied to long term follow-up of CDH. *J Biomech* 1994; 28: 159–66.
25. Maček-Lebar A, Igljić A, Damjanič FB, Srakar F, Antolić V, Kralj-Igljić V, et al. The dependence of the hip forces and stem-cement interface stress distribution on the hip rotation center position. In: *Recent advances in computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. Swansea (UK): Books and Journals International Ltd; 1994. pp. 67–72.
26. Antolić V, Kralj-Igljić V, Igljić A, Srakar F. Legg-Calve-Perthes' disease: stress distribution on the hip joint articular surface after varisation osteotomy. In: *Computational Biomedicine*. Southampton: Computational Mechanics Publications; 1993. pp. 255–62.
27. Pauwels F. *Biomechanics of the normal and diseased hip*. Berlin: Springer-Verlag; 1976: 1–276.
28. Kummer B. Die klinische Relevanz biomechanischer Analysen der Hüftregion. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1991; 129: 285–94.
29. Eggl S, Pisan M, Muller ME. The value of preoperative planning for total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-B: 382–390.
30. Igljić A, Srakar F, Antolić V, Kralj-Igljić V, Batagelj V. Mathematical analysis of Chiari osteotomy. *Acta Orthop Jugosl* 1990; 20: 35–9.
31. Stankovski V, Igljić A, Kralj-Igljić V, Kersnič B. The hip-joint resultant force in healthy male and female population: a comparative study. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 1996; 63: 211–3.
32. Stankovski V, Kralj-Igljić V, Kersnič B, Smrke D, Igljić A. Object oriented approach to determination of biomechanical parameters of the hip-joint. *Simulations in biomedicine IV*. Southampton: Computational Mechanics Publications; 1997. pp. 237–46.
33. Kersnič B, Smrke D, Kralj-Igljić V, Igljić A, Antolić V, Stankovski V. Ali se je pri rekonstrukciji poškodovanega kolka smiselno zgledeovati po geometriji nepoškodovanega kolka – bazična študija. In: *Proceedings of the sixth Slovenian electrotechnical and computer science conference ERK '97*. Ljubljana; 1997. pp. 217–32.

34. Smrke D, Iglič A, Kralj-Iglič V, Prinčič J. A possible mechanism of loosening of total hip endoprosthesis in acetabular region. In: *Proceedings of the ninth international conference on mechanics in medicine and biology*. Ljubljana; 1996. pp. 587-9.
35. Johnston RC, Fitzgerald RH, Harris WH, Poss R, Müller M, Sledge C. Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement. A standard system of terminology for reporting results. *J Bone Joint Surg* 1990; 72-A: 161-8.
36. Stankovski V, Iglič A, Kralj-Iglič V, Kersnič B, Smrke D. Determination of the stress distribution in the hip-joint articular surface. In: *Proceedings of the sixth Slovenian electrotechnical and computer science conference ERK '97*. Ljubljana; 1997. pp. 355-8.
37. Jaklič A, Pernuš F. Morphometric analysis of AP pelvic and hip radiographs. In *Proceedings of the 3rd Slovenian Electrotechnical and Computer Science Conference*. Ljubljana: FER; 1994. pp. 352-5.
38. Kersnič B. Določitev geometrijskih parametrov zdrave medenice. *Med Razgl* 1998; 36: 1-14.
39. Chase W, Bown F. *General statistics*. Singapore: John Wiley & Sons; 1986.
40. Ott L. *An introduction to statistical methods and data analysis*. Belmont: Wadsworth Publishin Company; 1993.
41. Wayne WB. *Biostatistics: A foudation for analysis in the health science*. New York: John Wiley & Sons; 1987. pp. 212-41.
42. Kiss J, Murray DW, Turner-Smith AR, Bithell J, Bulstrode CJ. Migration of cemented femoral components after THR. Roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Bone Joint Surg* 1996; 78-B: 796-801.
43. Hardinge K, Porter M, Jones PR, Hukins DW, Taylor CJ. Measurement of hip prostheses using image analysis. The maxima hip technique. *J Bone Joint Surg* 1991; 73-B: 724-8.
44. Jensen RK, Fletcher P. Distribution of mass to segments of elderly males and females. *J Biomech* 1994; 27: 89-96.
45. John FJ, Fisher PE. Radiographic determination of the atomic hip joint center. A cadaver study. *Acta Orthop Scand* 1994; 65: 509-10.
46. Konishi N, Mieno T. Determination of acetabular coverage of the femoral head with use of single anteroposterior radiograph. A new computerized technique. *J Bone Joint Surg* 1993; 75-A: 1318-33.
47. Önsten I, Akesson K, Besjakov J, Obrant KJ. Migration of the Charnley stem in rheumatoid arthritis and osteoarthritis. A roentgen sterophotogrammetric study. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-B: 18-22.
48. Ithoren B, Sahlstedt B. Influence of pelvic position on radiographic measurement of the prosthetic acetabula component. An experimental study on a pelvic model. *Acta Radiol* 1990; 31: 133-6.
49. Moshein J, Alter AH, Elconin KB, Adams WW, Isaacson J. Transcervical fractures of the hip treated with the Bateman bipolar prosthesis. *Clin Orthop* 1990; 251: 48-53.
50. Kavanagh BF, Fitzgerald RH Jr. Clinical and Roentgenographic assessment of total hip arthroplasty. A new hip score. *Clin Orthop* 1985; 193: 133-40.
51. Kobayashi S, Eftekhar NS, Tarayama K, Joshi RP. Comparative study of total hip arthroplasty between younger and older patients. *Clin Orthop* 1997; 339: 140-51.
52. Iwase T, Hasegawa Y, Kawamoto K, Iwasada S, Yamada K, Iwata H. Twenty years' follow up of intertrochanteric osteotomy for treatment of dysplastic hip. *Clin Orthop* 1996; 331: 245-55.
53. Emery DFG, Clarke HJ, Grover ML. Stanmore total hip replacement in younger patients. Review of a group of patients under 50 years of age at operation. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-B: 240-6.
54. Torisu T, Utsunomiya K, Maekawa M, Ueda Y. Use of bipolar hip arthroplasty in states of acetabular deficiency. *Clin Orthop* 1990; 251: 119-25.
55. Jaglal SB, Sherry PG, Chua D, Schatzker J. Temporal trends and geographic variations in surgical treatment of femoral neck fractures. *J Trauma* 1997; 43 (3): 475-9.
56. Matsui M, Nakata K, Masuhara K, Ohzono K, Sugano N, Ochi T. The metal-Cancellous cementless Lubec total hip arthroplasty. Five-to-nine-years results. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-B: 404-10.
57. Barnes R, Brown JT, Garden RS, Nicoll EA. Subcapital fractures of the femur. A prospective review. *J Bone Joint Surg* 1976; 58-B: 2-24.
58. Jalovaara P, Virkkunen H. Quality of life after primary hemiarthroplasty for femoral neck fracture. 6-year follow-up of 185 patients. *Acta Orthop Scand* 1991; 62: 208-17.
59. Burton P, Prieskorn D, Smith R Page BJ, Swienckowski J. Component motion in bipolar hip arthroplasty: an evaluation of reamed and non-reamed acetabula. *Orthopedics* 1994; 17 (4): 319-24.