

Majla Ćibo,
Muhedin Hodžić,
Safet Ćibo

Kineziološki fakultet Univerziteta u Travniku

FUNKCIONALNA MORFOLOGIJA I BIOMEHANIKA SKOČNOG ZGLOBA

Skočni zglob čovjeka koji ima dvopedalni hod zadovoljava dvije funkcije: statičku i dinamičku. Kod stajanja stopalo preuzima težinu tijela. Pri hodanju podiže tijelo od podloge i oblažava s njom kontakt. Dinamički se prilagođava podlozi. Statički je regulator hoda. Najvažniji funkcionalni dijelovi stopala su gornji nožni zglob – articulatio talocruralis i donji nožni zglob – articulatio talocalcaneonavicularis. Ova dva zgloba zajedno čine model kuglastog zgloba sa mogućnošću kretanja u svim smjerovima. Obraničenje kretanja i stabilnost zgloba čini ligamentarni aparat. Središte biomehaničkih zbivanja u stopalu je talus – gležnjačka kost. Ona je jedina od kostiju stopala u direktnom kontaktu sa tibiom. Oko talusa kosti podkoljenice svojim maleolusima grade zglobnu viljušku. Preko talusa se težina tijela distribuira u stopalo. Gornji skočni zglob prenosi najveće opterećenje od bilo kog drugog zgloba u tijelu. Ovaj zglob svojom građom, funkcijom i biomehankom spada u složenije zglobove tijela. Njegova se funkcionalna složenost odnosi na povezanost s ostalim zglobovima stopala, a posebno sa funkcijom kuka i koljena. Pri pokretima u talokruralnom zglobu djelom učestvuje i donji skočni zglob, jer se mišići što pokreću nožni zglob ne pripajaju – hvataju na talusu nego djeluju posredstvom ostalih kostiju stopala. Pri tim pokretima talus čini s ostalim kostima stopala jedno tijelo. Talokruralni zglob s ostalim zglobovima stražnjeg djela stopala uz rotacijske pokrete u koljnu, talokruralni zglob djeluje kao zglob s 3 stepena slobode kretanja. Ovo mu omogućuje funkcionalno prilagođenje hodanja pri opterećenju po neravnoj podlozi. Ligamentarni aparat skočnog zgloba ima veliku mehaničku zaštitu talusa pri kretanjama u maleolarnoj viljušci. Karakterističan je njegov statički i dinamički značaj u sportskim aktivnostima i radu i izloženost njegovom čestom povređivanju. Zato je puno radova o povredama skočnog zgloba. Za razumjevanje nastanka povreda zgloba važno je poznavanje morfologije, funkcije i biomehanike talokruralnog zgloba. Zato, ovdje će mo prikazati funkcionalnu anatomiju i biomehanku skočnog zgloba. Stopalo svoju funkciju ostvaruje kretanjama oko tri glavne osovine, koje se nalaze u tri prostorne ravnine (horizontalna, frontalna i sagitalna ravan), koje su u međusobnom odnosu pod 90 stepeni, fig 1.

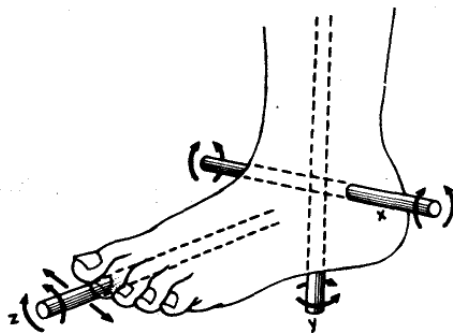


Fig 1. prikaz međusobnog odnosa glavnih osovina funkcije stopala oko kojih se izvode kretnje stopala u skočnom zglobu

Fig 1, prikazuje osovину X u frontalnoj ravni, osovину Y u sagitalnoj ravni i osovину Z u horizontalnoj ravni, okomite jedna na drugu.

Transverzalna osovina X prolazi prolazi kroz dva kruralna maleolusa i odgovara osovini talokruralnog zgloba. Oko ove osovine se vrši plantarna i dorzalna fleksija stopala. Ugao koji u horizontalnoj ravni zaklapa horizontalna osovna talokruralnog zgloba sa osovino koljena je 20-30 stepeni, fig 2.



Fig 2. Prikaz ugla od 20 do 30 stepeni koji zaklapaju horizontalne osovine skočnog zgloba i zgloba koljena. Horizontalna ravan talusa na slici je šrafirana, a horizontalna ravan koljena – kondila femura je samo ocrтана.

Transverzalna osovina talokruralnog zgloba usmjerena je lateralno i posteriorno, a ugao između te osovine i osovine tibije iznosi u frontalnoj ravni oko 80 stepeni, varijacije su od 68-88 stepeni, fig 3.

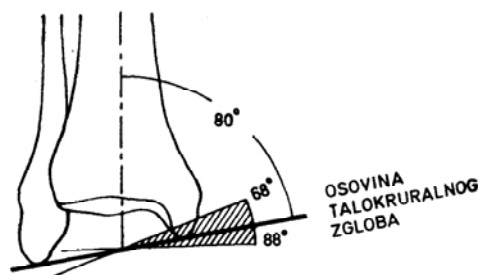


Fig 3. Prikaz ugla koji zaklapaju transverzalna osovina talokruralnog zgloba i osovina tibije u frontalnoj ravni koji iznosi 80 stepeni, varijeteti 68 – 88 stepeni.

Takođe je varijabilan odnos osovine talokruralnog zgloba prema uzdužnoj osovini stopala koji iznosi 84 stepena, varijabilnost od 69 – 99 stepeni, fig 4.

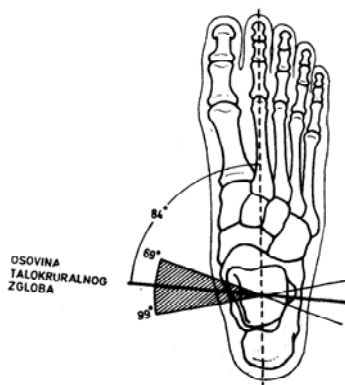


Fig 4. Prikaz odnosa osovine talokruralnog zgloba prema uzdužnoj osovini stopala koji je takođe varijabilan i čini ugao od 84 stepena, varijabilnost 69 – 99 stepeni.

Novija shvatanja su da talokruralni zglob nije običan zglob sa kretnjama na principu šarke (kako je opisao Fick, 1911) već da kod kretnji fleksije i ekstenzije stopala postoje minimalni pomaci poprečne osovine (Barnett i Napier, 1952. Close 1956.)

Pri dorzalnoj fleksiji stopala se poprečna osovina talusa usmjerava medijalno gore, a pri tom se talus rotira nešto unutra. Pri plantarnoj fleksiji stopala naginje se osovina medijalno dolje, a talus se pri tom rotira nešto vani. Ove kretnje prate rotacije fibule, prema unutra pri dorzalnoj, a prema vani pri plantarnoj fleksiji.

MŠIĆI	DJELOVANJE			
	dorzalna fleksija	plantarna ekstenzija (fleksija)	everzija	inverzija
M. TIBIALIS ANTERIOR (n. peroneus profundus — L4, L5)	fleksor (25)			inverzor (10)
M. EXTENSOR HALLUCIS LONGUS (n. peroneus profundus — L5, S1)	pomoćni fleksor (4)		pomoćni everzor (1)	pomoćni inverzor (1)
M. EXTENSOR DIGITORUM LONGUS (n. peroneus profundus — L5, S1)	fleksor (8)		pomoćni everzor (8)	
M. PERONEUS TERTIUS (n. peroneus profundus — L5, S1)	pomoćni fleksor (5)		pomoćni everzor (6)	
M. TRICEPS SURAE (n. tibialis — S1, S2)		ekstenzor (164)		inverzor (48)
M. PLANTARIS (n. tibialis — S1, S2)		pomoćni ekstenzor		
M. TIBIALIS POSTERIOR (n. tibialis — S1, S2)		pomoćni ekstenzor (4)		inverzor (18)
M. FLEXOR HALLUCIS LONGUS (n. tibialis — S1, S2, S3)		pomoćni ekstenzor (9)		pomoćni inverzor (8)
M. FLEXOR DIGITORUM LONGUS (n. tibialis — L4, L5)		pomoćni ekstenzor (4)		pomoćni inverzor (8)
M. PERONEUS LONGUS (n. peroneus superficialis — L5, S1)		pomoćni ekstenzor (4)	everzor (17)	
M. PERONEUS BREVIS (n. peroneus superficialis — L5, S1)		pomoćni ekstenzor (3)	everzor (13)	

Tabela 1. Prikaz djelovanja mišića u gornjem i donjem nožnom zglobu

Neutralan položaj stopala je kada je osovina stopala u sagitalnoj ravni okomita na osovinu podkoljenice. Iz ovog neutralnog položaja je moguća dorzalna fleksija 20 stepeni s varijacijom do 30 stepeni. Plantarna fleksija je do 30 stepeni, varijacija do 50 stepeni, fig 5.

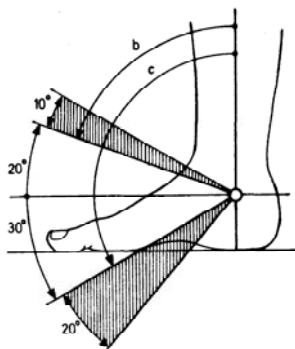


Fig 5. Prikaz kretnji stopala, dorzalna fleksija 20 stepeni s varijacijom 30 stepeni i plantarna fleksija 30 stepeni s varijacijom od 20 stepeni iz neutralnog položaja .

Obzirom na smjer kretnje i povećanje ugla te udaljenje stopala od podkoljenice plantarnu fleksiju stopala je ispravnije zvati plantarnom ekstenzijom. Pri fleksiji koljena izvodi se kretnja addukcije i abdukcije stopala. Manji pokreti addukcije i abdukcije stopala su omogućeni uz pronaciju i supinaciju stopala u stražnjem dijelu stopala. Dorzalna i plantarna fleksija stopala se odvijaju u talokruralnom zglobu oko poprečne osovine (fig 1) , oko uzdužne osovine stopala vrši se supinacija i pronacija stopala, to jest everzija ili torzija prema vani – izvrtanje stopala ili torzija prema van- izvrtanje stopala ili inverzija ili torzija prema unutra – uvrtnje stopala, fig 6.



Fig 6. Prikaz osovine stopala i smjer kretnji oko svake osovine stopala

Kretnje plantarne i dorzalne fleksije u skočnom zglobu su određene prvenstveno veličinom i oblikom zglobnih tijela , kapsulom, ligamentarnim aparatom i djelovanjem muskulature , fig 7.

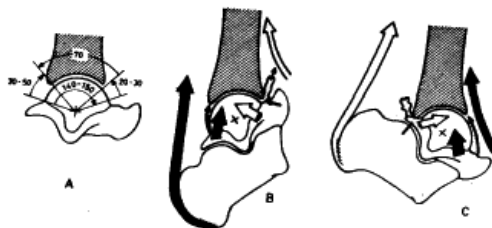


Fig 7. Grafički prikaz zglobnih tijela skočnog zgloba i dejstva mišića.

Fig 7 (A) prikazuje odnos talusa i tibije u sagitalnoj ravni. Kod kretnje ekstremne dorzalne fleksije (B) prednja kapsula dejstvom hvatišta mišića je mlohava a stražnja je prenategnuta. Vrat talusa dolazi u kontakt sa prednjim rubom tibije i u ovom položaju tetive ekstenzornih mišića povlače prednji dio kapsule zgloba. Nategnuti su stražnja čahura zgloba, stražnje niti talokruralnog ligamenta. Napeta je Ahilova tetiva koja spriječava koja spriječava dorzalnu fleksiju. Adekvatni elementi imaju ulogu ograničenja ekstremne plantarne fleksije u zglobu (C). Anteroposteriorna stabiulnost talokruralnog zgloba ovisna je o dejstvu gravitacione sile u prednjem i stražnjem rubu tibijalne zglobne površine. U održavanju te stabilnosti imaju pasivnu ulogu i kolateralni ligamenti. Kapsula zgloba je glavni stabilizator zglobova. Pasivna stabilnost je kontrolisana mišićnom aktivnošću. Kod prekomjerne – ekstremne plantarne fleksije može nastati stražnje iščašenje s oštećenjem ligamenata i stražnjeg ruba tibije zglobne površine (treći maleol).Prekomjernom dorzalnom fleksijom može nastati prednje iščašenje s oštećenjem ligamenata i prednjeg ruba tibijalne zglobne površine.

Transverzalnu stabilnost zgloba daju maleoli a osiguravaju ligamenti. Etiološki, laterolateralne sile mogu dovesti do raznih oštećenja ligamentarnih struktura Funkcionalnu cjelinu stopala i njegovu funkcionalnu harmoničnost čine talokruralni , Chopart, i Lisfrank zglobovi. Mišići preko tih zglobova djeluju kao amortizer, pri čemu naprezanja u zglobu budu elastično zahvaćena u složeni mehanički kompleks opterećenja stopala. Osnov ovog mehaničkog kompleksa su fibularni maleol, tibio-fibularna sindesmoza i dorzalni dio tibijalnog zglobnog tijela. Preko subtalarnog zgloba m. triceps sure djeluje svojom kontrakcijom na talokruralni zglob je plantarna fleksija stopala vezana za addukciju i supinaciju stopala, fig 8.

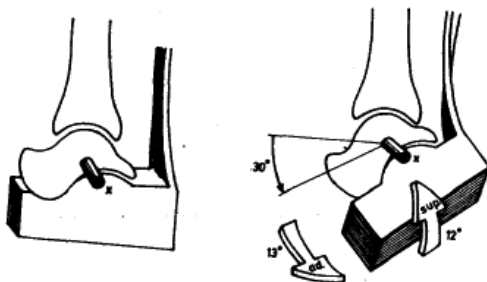


Fig 8. Prikaz kretnje addukcije i supinacije stopala pri kretnji plantarne fleksije.

Prvo se odvija pokret plantarne fleksije do 30 stepeni oko transversalne osovine –X, a tada slijedi nastavak pokreta u subtalarnom zglobu, pri čemu se kalkaneus adducira za oko 13 stepeni i supinira za oko 12 stepeni.

Tibio-fibularni zglobovi su funkcionalno vezani s talokruralnim zglobovom i u cjelosti djeluju sinhrono pri refleksiji i ekstenziji talokruralnog zgloba, fig 9.

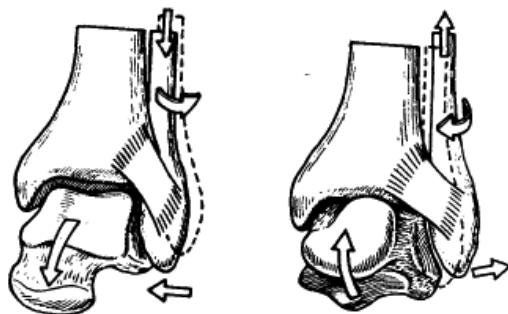


Fig 9. Prikaz dejstva sile u fibulo-talarnom i tibio-talarnom zglobu i rotacione kretnje fibule pri dorzalnoj fleksiji uz njena lateralizaciju i plantarna fleksija fibularno približavanje tibiji, približavanje maleola.

Pri dorzalnoj fleksiji zgloba lateralni se maleol odmiče od medijalnog maleola oko 5 mm, koliko je trohlea talusa šira sprijeda, i pomiče nešto prema gore, dok se fibula rotira prema unutra.

Pri plantarnoj fleksiji talokruralnog zgloba maleolusu se približuju, fibularni maleol se spušta i nešto rotira prema vani. Tibio fibularne veze se malo olabave, pa su moguća mala postranična kretanja (po Fick 5 stepeni). Gornji nožni zglob se prilagođuje različitim umjerenim kretanjima, pa je umanjena mogućnost oštećenja veza ili preloma. Ovim se načinom gornji nožni zglob i stopalo najprije adaptiraju podlozi pa tek tada učvrste. Ovo je važno kod intenzivnijih opterećenja, a posebno u sportskim aktivnostima i opterećenjima. Kod opterećenja oba stopala, talokruralni zglobovi sudjeluju u održavanju ravnoteže tijela pokretima koji se mogu donekle uporediti kardanskim osovinama. Prenos težine tijela je pri simetričnom stajanju na oba stopala jednak, i iznosi polovinu opterećenja tijela iznad skočnog zgloba. Ravnoteža u talokruralnom zglobu se odvija sinhronim djelovanjem muskulature i gravitacije. Pri stajanju središte masa se nalazi ispred transversalnih rotacijskih osovin talokruralnih osovin. Ta sila djeluje u smislu pasivne dorzalne fleksije, a uspravni stav se održava aktivnom i pasivnom silom, koja uzrokuje plantarnu fleksiju stopala. Aktivno djelovanje tih sila se pripisuje uglavnom m. triceps sure, pasivna se sila svodi na tenziju ekstraartikularnog tkiva stražnjeg kruralnog područja. Ovo je potvrđeno eлектromiografskim ispitivanjem.

Kod hodanja talokruralni zglob ima zadatak prenosa težine tijela preko tibiofibularnog kompleksa uz opterećenja koja uzrokuju akceleracija i deceleracija. Opterećenje stopala započinje s prvim dodiranjem pete o podlogu s djelimičnom plantarnom fleksijom u talokruralnom zglobu. Potom počinje postepena dorzalna fleksija do faze podizanja pete od podloge. Na kraju faze koraka skočni zglob je opet u plantarnoj fleksiji, Fig 10.

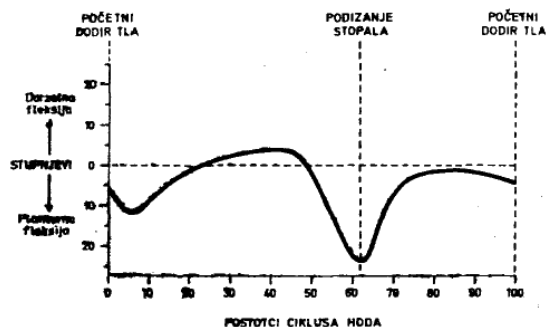


Fig 10. Grafički prikaz fleksije i ekstenzije u taloklavikularnom zglobu pri hodu.

Sa kretnjama fleksije i ekstenzije u skočnom zglobu se uporedo odvijaju kretnje supinacije i pronacije stopala Fig 11.

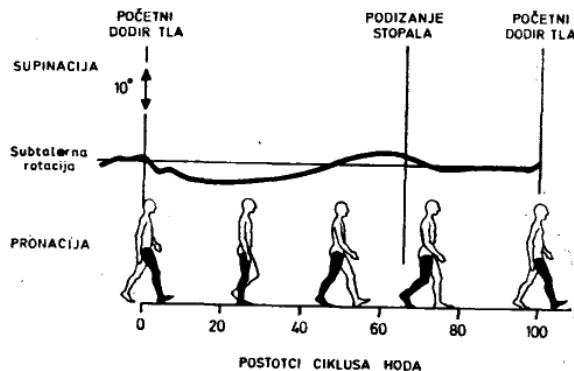


Fig 11. Prikaz postupaka ciklusa hoda.

Samo u sredini hodajuće faze na talokruralni zglob djeluje vertikalna sila.

U sagitalnoj ravni, rezultirajuća sila vertikalnog opterećenja i sile smika (djelovanje sile od poda) djeluju pri hodu na skočni zglob okomito samo u srednjoj fazi hoda. Taje sila uvijek ekscentrična i u ravnoteži je s mišićnom silom, fig 12 A – model po Weber-u. Početkom faze opterećenja noge rezultanta je usmjerena medijalno – nazad, a pri kraju faze medijalno – naprijed.

U frontalnoj ravni, rezultirajuća sila zahvata uvijek ekscentrično skočni zglob u smislu valgusnog opterećenja, fig 12 B. Suprotna sila valgusne sile je supinatorna muskulatura i lig. deltoideus.

U transverzalnoj ravni, pri hodu postoji tendencija klizanja stopala. Rezultanta smika i trenja djeluju u smislu pomaka naprijed i lateralno nakon početka opterećenja te straga i lateralno pri odrtažu stopala od poda. U sredini opterećenja stopala nema antero-posteriorne i laterolateralne tendencije klizanja stopala. Tada postoji samo vertikalno s koncentričnim opterećenjem kupole talokruralnog zgloba, fig 12 C.

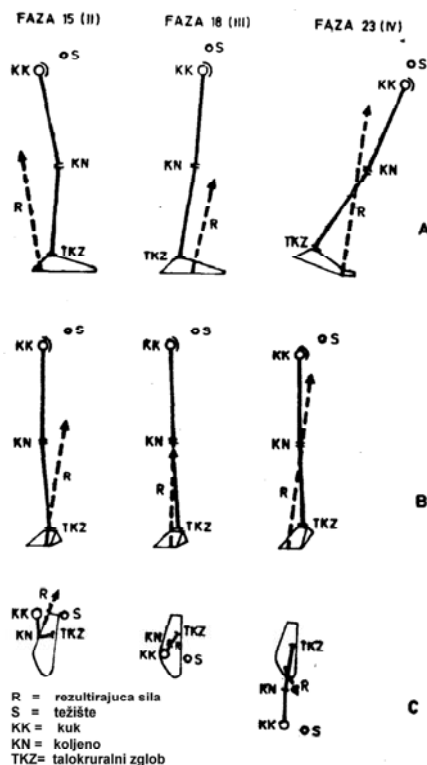


Fig 12 A,B,C. Prikaz opterećenja stopala i talokruralnog zgloba pri fazama ciklusa hodanja.

Pri hodu, mijenja se opterećenje i u skočnom zglobu. Pri opterećenju pete ili prednjeg dijela stopala ono može biti nekoliko puta veće nego pri punom opterećenju stopala u sredini faze, kada postoji samo vertikalno i koncentrično opterećenje, fig 13 mod. Webwr.

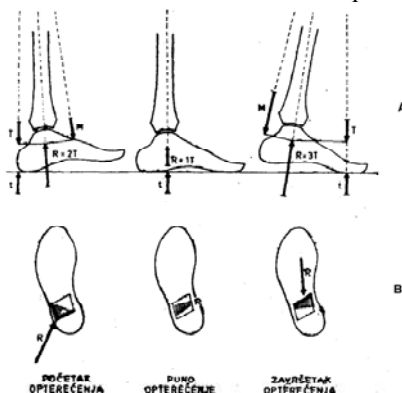


Fig 13. faze opterećenja stopala ; početno, puno i završno, A i B.

Skočni zglob nije opterećen samo silama tlaka-pritiska već i silama smika i valgusnim silama uz stalno prisustvo momenta na valgus. Sile smikčnog naprezanja uz trenje djeluju pri opterećenju pete na fibularni maleol i stražnji rub tibije, a na prednji rub tibije pri odrazu stopala. U sredini opterećenja stopala, gubi se tendencija postraničnog ili anteroposteriornog klizanja, fig 12 B.

Zanimljiva je funkcija m. triceps surae – glavnog plantarnog fleksora stopala u vezi njegovog pripoja na kalkaneus. Njegovo je najsnažnije djelovanje iz dorzalne fleksije stopala pri punoj ekstenziji koljena. To je pri hodu stadij izvršenja propulzije tijela u zadnjoj fazi koraka. Rastavljajući sile djelovanja Ahilove tetive na vektore, t-1 je uvijek veće od t-2, što u djelovanju mišića predstavlja mehaničku prednost, fig 14.

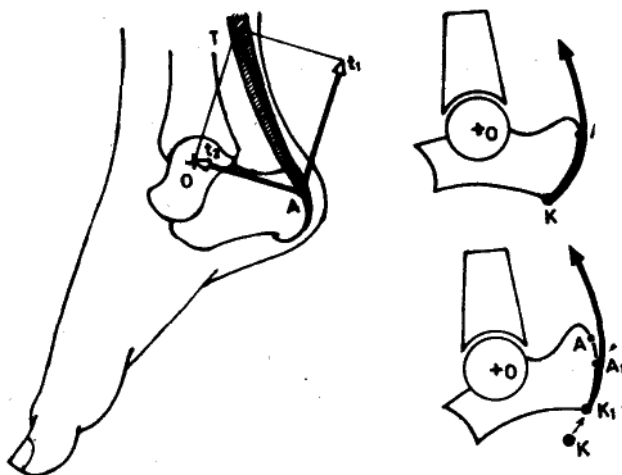


Fig 14. Prikaz vektorskog opterećenja na skočni zglob.

Opterećenje sila na zglob je vektorsko i prikazuje se vektorskim veličinama. Djelovanje mišića je daleko ovisno ne samo o hvatištu Ahilove tetive, nego o kontaktu tetive sa stražnjom površinom petne kosti.

Pri dorzalnoj fleksiji stopala, tačka dodira tetive s kalkaneusom se nalazi relativno visoko.

Pri plantarnoj fleksiji stopala tetiva se odmiče od kalkaneusa i kontakt s kosti se nalazi relativno nisko. Međutim, smjer poluge ostaje horizontalan i čini stalni ugao s pravcem tetive. Ovako hvatište Ahilove tetive na kalkaneus povećava efekt mišića u plantarnoj fleksiji stopala. Ligamentum deltoideum ima posebno mehaničko značenje. Gravitacija pronira tarsus i pojačava valgusni položaj kalkaneusa s silama vlaka medijalnih ligamenata. Opterećenje prolazi kroz centar zgloba i odgovara aproksimalno tjelesnoj težini. Reaktivna sila podloge je suprotnog djelovanja i ta dva momenta rotiraju tarsus te djeluju vlačno na deltoidni ligament. Pri opterećenju medijalnih ligamenata pojačava se tendencija valgus opterećenja valgusa, fig 15.

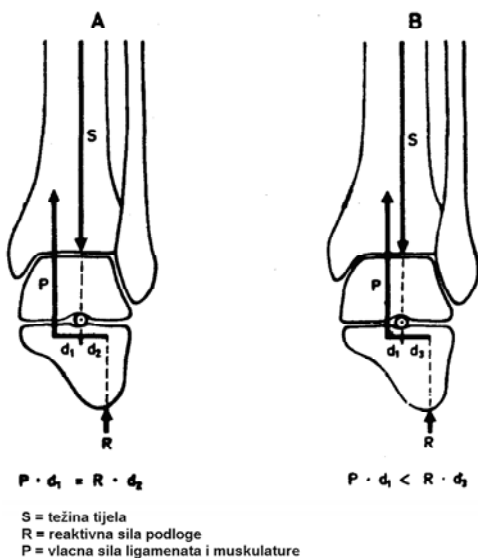


Fig 15. Prikaz dejstva sila tlaka – težina tijela, vlaka – sile ligamenata i mišića i reaktivne sile – sila ligamenata i mišića

Ovo ukazuje na važnost postraumatske restitucije ligamenata za funkciju skočnog zgloba kod povreda, a posebno kod sportaša. Kod punog opterećenja stopala, talus ima tendenciju prodiranja u tibiofibularni zglob pri čemu se vlačno napreže tibiofibularna sindesmoza, fig 16.

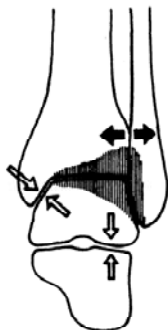


Fig 16. Prikaz tendencije proniranja talusa u tibiofibularni zglob.

Te sile iznose za vrijeme normalnog hoda oko 1/5 pritiska u zglobu (cc 200 do maksimalno 400 N). Ovo ukazuje na važnost rekonstrukcije sindesmoze kod oštećenja njene funkcije, posebno kod sportskih aktivnosti. Navedeno klizanje stopala naprijed i medijalno sprječava trenje između pete i podloge. Ovo je i kritična faza hoda, što se uspoređuje sa ateriranjem aviona, Weber. Dodatnim torzionim silama, torzionim momentom može biti ugrožen maleolus fibule, dorzalni rub tibie i tibiofibularna sindesmoza. Pri podizanju stopala od podloge ne postoje torzione sile u talokruralnom zglobu, pa su i pre-

lomi fibularnog maleolusa u toj fazi rijetki. Poslije odraza od podloge dolazi djelovanjem muskulature do vanjske rotacije talokruralnog zgloba, pri čemu se rasterećuje fibularni maleolus i aksijalne se sile prenose kasnije na distalni dio zglobnih površina. Anatom-ska repozicija fibularnog maleolusa ima , zbog njegovog specifičnog opterećenja, veliko značenje. Ako kod repozicije fibularni maleolus ostane kraći remeti se bitno opterećenje talokruralnog zgloba, fig 17.

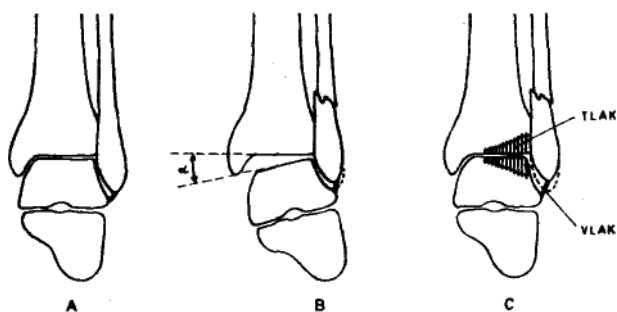


Fig 17. Prikaz anatomskog odnosa skočnog zgloba – A, mehanizma povrede fibularnog maleolusa -B i skraćenje maleolusa nakon repozicije -C .

Stabilizacija stopala, propulzija i deceleracija tijela odvija se i preko talokruralnog zgloba, a vrši se djelovanjem muskulature. Zbog nejednakosti poluga te akcije znatno povećavaju pritisak u talokruralnom zglobu , fig 15. er jw aproksimativno pokušao izračunati pritisak u skočnom zglobu džeći se sljedećih vrijednosti: ako plantarni fleksori imaju snagu od 185 Nm i ako se uzme da je poluga djelovanja muskulature na kalkaneus duga 4,5 cm onda je potrebna sila vlaka od 4 100 N , koja se mora pojaviti kod odraza s prstima stopala. Tada, mišićna sila koja tlači – pritiska prednjim dijelom stopala o tlo , djeluje tada veličinom od 2050 N. Budući da je $R = 3T$, pritisak je tada u skočnom zglobu od 6150 N. Iz navedenog se vidi koliko dejstvo sila trpi skočni zglob pri odskoku od podloge. Ovaj podatak je važan u sportskoj medicini, posebno kod velikih opterećenja i što treba poznavati, ako ništa bar kao informaciju.

Dorzalni fleksori s momentom od 42,75 Nm uzrokuju silu kod poluge od 4,5 cm od 950 N. U fazi opterećenja petom po formuli $R = 2T$ postoji pritisak u talokruralnom zglobu od 1900 N.

Pritisak u skočnom zglobu ima pri hodu dva maksimuma i jedan minimum , fig 18 – model Webwr.

Iz navedenih biomehaničkih konstatacija može se zaključiti da svaki poremećaj naprezanja u talokruralnom zglobu može dovesti do sekundarnih mehanuičkih oštećenja zgloba i time do ranijih degenerativnih promjena zgloba. Zbog specifičnih anatomskih, funkcionalnih i biomehaničkih karakteristika, ta su oštećenja naročito česta u lezijama talokruralnog zgloba. Povrede se odnose posebno na oštećenja fibularnog maleolusa , kao i ligamentarnog aparata a posebno tibiofibularne sindesmoze i deltoidnog ligamenta. Iz biomehaničkih razloga je očita važnost anatomske rekonstrukcije povreda skočnog zgloba, posebno fibularnog maleolusa i ligamentarnog aparata što potvrđuju ispitivanja u

praksi. Posebno je ovo važno kod sportskih aktivnosti gdje je potrebna preciznost i snaga pokreta u skočnom zglobu kada su opterećenja svih sila na zglob velika.

Literatura

Barnett, C. H., Napier, J. R. : The axis of rotation at the ankle joint in man. Its influence upon the form at the talus and the mobility of the fibula, j. Anat., 56. 1, 1952.

Bender, G.: The Effect of the Ligaments of the Medial Malleolus and its Pronating Effect on the Tarsus, Arch. Orthop. Traum. Surg., 91:1-2, 1978.

Braune, W., Fischer, O.: Der Gang des Menschen 1. Theil. Abh. d. Math.-Phys. Classe d. Sachs. Ges. d. Wissenschaften, Bd. 21, 151, 1895.

Hohmann, G.: Fuss und Bein, Bergmann, Munchen, 1951.

Inman, V. T.: The Joints of the Ankle, Williams and Wilkins, Baltimore, 1976.

Ivo Ruszkowski, Marko Pećina, Osman Muftić,: Funkcionalna anatomija i biomehanika talokruralnog zgloba, Zbornik radova, VII kongresa ortopeda i traumatologa Jugoslavije, 273-280, Sarajevo, 1978.

Kapandji, I. A.: the Physiology of the Joints, Lpwer Limg, Livingstone, Edinburgh – London, 1970.

Keros, P. Pećina, M.: Funkcionalna anatomija stopala, Reumatizam, 18:11-25, 1971.

Lelievre, J.: Pathologie du pied, Masson, Paris, 1967.

Lewin, P.: The foot and ankle, Lea and Febinger, Philadelphia, 1959.

Morris, J. M.: Biomechanics of the Foot and Ankle, Clin. Orthop., 122 : 10-17, 1977.

Waston Jones, r.: Fractures and Joint Injuries, Livingstone, Edinburg – London – Now York, 1976.

Weber, V. G.: Die Verletzungen des oberen Sprung-gelenkes, Hans Huber, Bern_ Stuttgart, 1966.

