

Ruptura sprednje kite golenske mišice – pregled literature in prikaz kliničnega primera rekonstrukcije s kito semitendinozne mišice pri bolniku s sladkorno boleznijo in polinevropatijo

Rupture of the anterior tibialis tendon: A review of the literature and a case study of reconstruction with semitendinosus tendon in a patient with diabetes mellitus and polyneuropathy

Igor Frangež, Matevž Krašna, Tea Nizič-Kos, Dragica Maja Smrke

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinični oddelek za travmatologijo, Zaloška 2, Ljubljana

Korespondenca/ Correspondence:

asis. mag. Igor Frangež, dr. med., dr. dent. med. e: ifrangez@gmail.com

Ključne besede:

kronična ruptura; sprednja kita golenske mišice; semitendinozna kita; rekonstrukcija; sladkorna bolezen; polinevropatija

Key words:

chronic rupture; anterior tibialis tendon; semitendinosus tendon; reconstruction; diabetes mellitus; polyneuropathy

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2015; 84: 649–56

Prispelo: 8. sept. 2014, Sprejeto: 2. dec. 2014

Izvillek

Izhodišče: Ruptura kite prednje golenske mišice je redka. Lahko je travmatska ali spontana. Spontana je običajno posledica degenerativnih sprememb kite zaradi pridruženih bolezni. Za uspešno zdravljenje ter dobro povrnitev funkcije je pomembna zgodnja diagnoza. Pri diagnostiki je najpomembnejši klinični pregled, po katerem z ultrazvokom in/ali magnetnoresonančnim slikanjem potrdimo diagnozo. Zdravljenje je lahko kirurško ali konzervativno z imobilizacijo z dokolenskim nehodilnim mavcem. Za konzervativno zdravljenje se običajno odločamo pri rupturah starejših od tri mesece, še posebej pri starejših, slabo pomičnih bolnikih ali pri bolnikih s pridruženimi boleznimi. Pri kirurškem zdravljenju je v literaturi opisanih več kirurških tehnik.

Prikaz primera: 56-letni moški s sladkorno boleznijo in polinevropatijo je utrpel rupturo kite prednje golenske mišice ob poškodbi pri hoji po hribu navzdol. Ruptura je bila sprva neprepoznana ter dva meseca zdravljena kot zvin gležnja. Po ponovnem diagnosticiranju po dveh mesecih je bilo ugotovljeno, da gre za rupturo kite sprednje golenske mišice. Opravljena je bila kirurška rekonstrukcija s kito semitendinozne mišice.

Zaključki: Rupturo sprednje golenske mišice smo rekonstruirali z uporabo avtolognega presadka semitendinozne mišice, pri čemer smo dosegli dober dolgoročni rezultat. Kita semitendinozne mišice je primerna, ker ima podobne morfološke lastnosti kot kita golenske mišice. Ker imata podoben premer, je primerna tudi za premostitev daljših okvar tako, kot je bilo to v našem primeru.

Abstract

Background: Rupture of the tibialis anterior tendon is a rare injury. It can be traumatic or spontaneous. Spontaneous rupture is usually a consequence of degenerative changes of the tendon caused by accompanying diseases. For successful treatment and rehabilitation early diagnosis is mandatory. For diagnosis, a clinical examination is most important and ultrasound examination and/or magnetic resonance additionally confirms the diagnosis. Treatment can be surgical or conservative with a below-knee non-weight bearing cast. Conservative treatment is usually decided where ruptures are older than three months, especially in patients with poorer mobility or with accompanying diseases. There are several surgical treatment techniques reported in the literature.

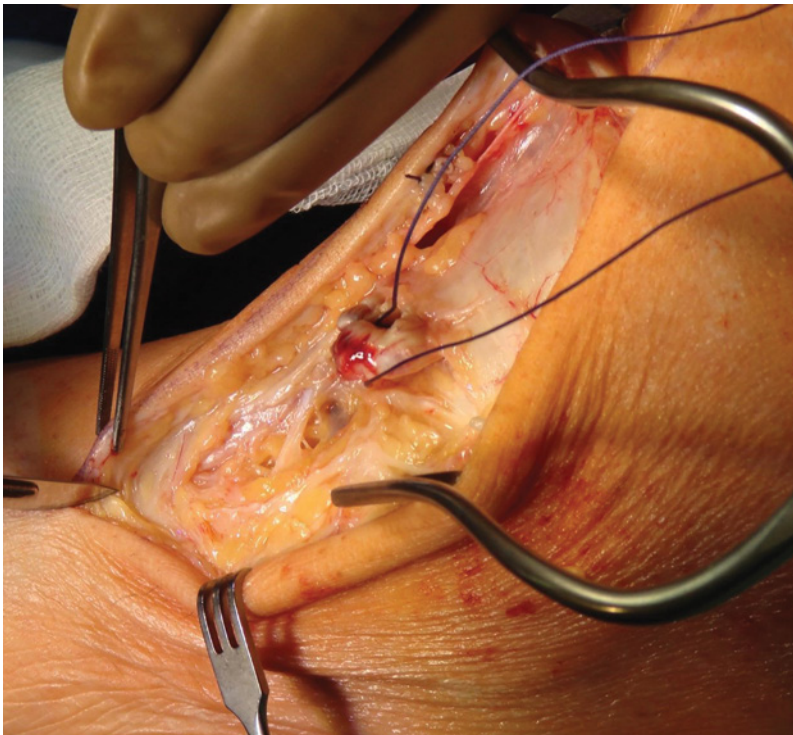
Case report: A 56-year old men with diabetes mellitus and polyneuropathy sustained a rupture of the tibialis anterior tendon when walking downhill. The rupture was initially unrecognized and was treated as an ankle sprain. After two months he was reexamined and a rupture of the tibialis anterior tendon was diagnosed and surgically reconstructed using a semitendinosus tendon graft.

Conclusion: Rupture of the anterior tendon of the tibialis muscle was reconstructed by using an autologous graft of the semitendinosus muscle tendon, in which we achieved good long-term results. Tendon of the semitendinosus is suitable because it has properties similar to anterior tendon of the tibialis muscle. Because of the similar diameters it is also suitable for bridging of longer defects, such as in our case.

Uvod

Popolna ruptura kite sprednje golenske mišice oziroma m. tibialis anterior (TA) je redka. Po pogostosti popolnega raztrganja kit noge je na tretjem mestu, takoj za rupturo Ahilove kite in kite pogačice.¹ Mehanizem nastanka popolne rupture TA je običajno forsirana plantarna fleksija stopala ob sočasni močni kontrakciji TA.²⁻⁵ Rupture kit so sicer pogostejše pri moških, predvsem pri starejših s pridruženimi dejavniki tveganja. Dejavniki tveganja so še sladkorna bolezen, putika, luskavica, hiperparatiroidizem, revmatoidni artritis, SLE in zdravljenje s kortikosteroidi.⁶⁻⁸ Po nastanku ločimo travmatske rupture, ki so posledica poškodb, in netravnatske ali spontane rupture. Spontane rupture so posledica degenerativnih sprememb kit zaradi drugih pridruženih bolezni.⁹⁻¹¹ Do rupture lahko pride tudi zaradi ponavljajoče se mikrotravme, kot posledice ukleščenja v bližnjo eksoostoza ali zaradi prisotnosti uratnih kristalov v kiti.¹¹⁻¹⁴ Diagnoza je klinična in temelji na bolnikovi anamnezi, predvsem pa na ugotovitvi kliničnega statusa. Z rentgenom predela goleni izključimo druge možne diagnoze, kot so zlomi in spremembe kosti, medtem ko z ultrazvokom (UZ) in/ali magnetnore-

Slika 1: Prikaz proksimalnega krna po delni prekinitvi zgornjega ekstenzijskega retinakla z nastavitvijo držalnega šiva.



sonančnim slikanjem (MRI) potrdimo. Diagnozo netravnatske popolne rupture kite TA pogosto postavimo pozno, saj pri dorzifleksiji stopala sodelujeta tudi mišici dolga iztegovalka palca na nogi in iztegovalka prstov, kar onemogoči, da bi se klinična slika rupture TA razvila in pokazala. TA je glavni dorzifleksor stopala, ki prispeva 80 % moči dorzifleksije stopala, poleg tega pa omogoča, da stopalo zvrčamo navznoter.^{1,15}

Prikaz primera

56-letni moški s sladkorno boleznijo tipa II na peroralnem zdravljenju in začetno polinevropatijo brez ostalih poznih zapletov sladkorne bolezni, si je med hojo po hribu navzdol poškodoval desni gleženj. Istega dne so ga zaradi otekline in bolečine v gležnju pregledali v urgentni travmatološki ambulanti. Pri kliničnem pregledu je bil gleženj difuzno otečen, poklep notranjega in zunanjega gležnja je bil neboleč, periferni pulzi so bili tipni, ni bilo zaznati svežih nevrocirkulacijskih izpadov. Gibljivost je bila delno bolečinsko zavrta. Rentgenska slika gležnja v dveh standardnih projekcijah ni pokazala znakov za svežo poškodbo skeleta. Postavili so diagnozo zvin gležnja in ga odpustili z elastičnim povojem in navodili za funkcionalno zdravljenje. Po zaključeni rehabilitaciji, dva meseca po poškodbi, je bolnik še vedno navajal bolečine v gležnju, opazal je zvrto dorzifleksijo ter zato težave pri hoji. Po neuspešnem konzervativnem zdravljenju je bil ponovno napoten na pregled k travmatologu. Ob pregledu smo ugotovili, da je gleženj še vedno difuzno otečen, zavrta je bila dorzifleksija stopala, vidno je bilo padajoče stopalo med hojo. Približno 5 cm nad zgornjim skočnim sklepom je bila tipna večja okvara v poteku TA. Funkcija dolge iztegovalka palca in iztegovalka ostalih prstov stopala je bila ohranjena, prav tako so bile kite med pregledom tipne. Ponovno je bil opravljen kontrolni rentgenogram gležnja in stopala v dveh projekcijah, ki ni pokazal znakov za svežo poškodbo skeleta, vidna je bila le osteopenija skeleta. Bolnik je opravil tudi UZ preiskavo gležnja in stopala, ki je pokazala popolno rupturo kite prednje golenske mišice, 9 cm veliko okvaro nad nara-



Slika 2: Presadek kite semitendinozusa.

stičnem TA. Pregledal ga je tudi angiolog, ki je ocenil, da so pulzi stopala simetrično tipni s primernim kapilarnim povratkom. Niso ugotavljali motenj arterijske prekrvitve.

Glede na ultrazvočni izvid, mnenje angiologa in klinični pregled smo se odločili za rekonstrukcijo TA. Med samim kirurškim posegom smo ugotovili, da primarna rekonstrukcija kite zaradi prevelike okvare ni mogoča. Distalni krn kite je bil v celoti odsoten, medtem ko smo proksimalni krn uspeli izvleči po delni prekinitvi zgornjega ekstenzijskega retinakla s plastiko Z (Slika 1). Potrebna dolžina presadka za vzpostavitev primerne funkcije gležnja in stopala je bila 9 cm, zato smo se odločili za uporabo presadka kite polkitaste ali semitendinozne mišice, ki morfološko najbolj ustreza kiti TA. Zaradi rentgensko prisotne osteopenije skeleta se nismo odločili za sidranje presadka s pomočjo sider, temveč smo uporabili transosalne šive (Slika 2). Presadek smo sidrali na anatomsko mesto (medialna kuneiformna kost). Rekonstrukcijo tetive smo naredili s Pulvertaftovimi šivi z neresorbilno nitjo. Po rekonstrukciji smo zašili oba reti-

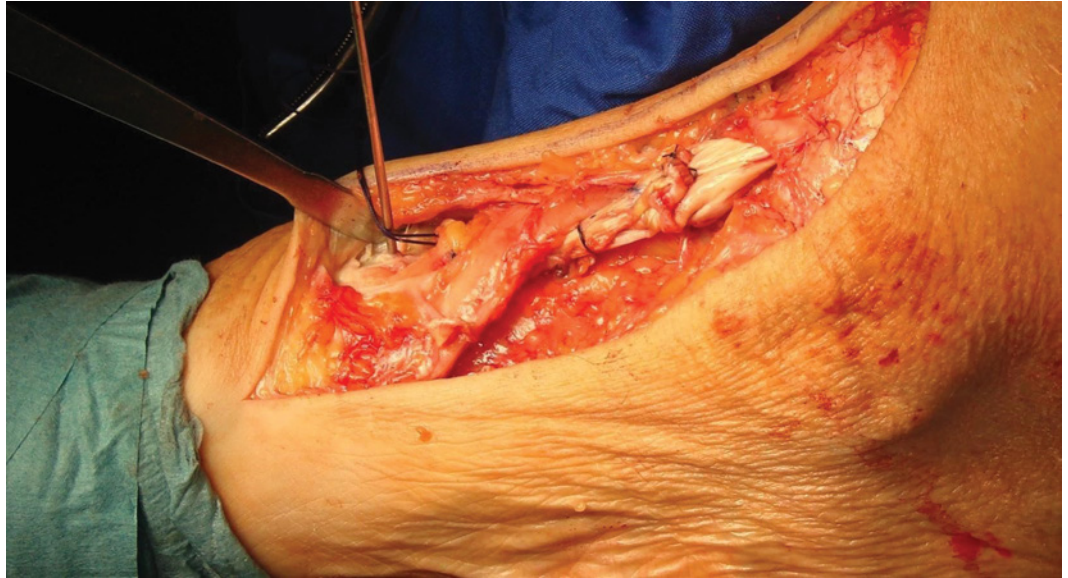
nakla, naredili potrebno hemostazo, rano drenirali ter bolnika oskrbeli z dokolenko nehodilno longeto v 0° dorzifleksiji in 5° inverziji. Šive smo odstranili čez dva tedna in longeto zamenjali s polnim dokolenskim nehodilnim mavcem še za 3 tedne in dodatne 3 tedne hodilni mavec v blagi inverziji stopala. Po odstranitvi mavca je bolnik opravil 2-tedensko zdraviliško zdravljenje in še dodatno 6-tedensko rehabilitacijo v pristojnem zdravstvenem domu. Golenske mišice je ustrezno okreplil ter vzpostavil primeren obseg gibljivosti gležnja (Slika 3).

Razpravljanje

Ruptura kite TA je redka in se zato v travmatološki ambulanti pogosto spregleda. Rupturo kite TA navadno spremlja nenadna močna bolečina v sprednjem delu gležnja, ki pa v akutni fazi lahko izzveni že po 30 minutah od poškodbe.¹⁰ Temu sledi nekajtedensko obdobje brez težav pred pojavom simptomov.¹⁶ Na sprednji površini gležnja lahko na mestu pretrganja zatipamo vrzel, na mestu proksimalnega krna kite pa se pojavi izboklina. Normalen obris kite izgine. Dorzifleksija in inverzija stopala sta močno oslabei, prisotna je bolečina sprednjega dela gležnja ali narta.^{12,17} Pri rupturi kite TA sta lahko prisotna petelinja hoja ali udarjanje stopala ob tla pri hoji, bolnik se pritožuje nad zmanjšano koordinacijo stopala, otežkočeno stojo na neravnih površinah in pogostimi zvini gležnja.¹² Funkcijo dorzifleksije stopala lahko delno nadomesti dolga iztegovalka palca, kar predstavlja še en vzrok, zakaj se klinična slika rupture pogosto ne prepozna takoj.^{1,15} Ob pokrčenju palca je njena funkcija izničena, zato je v tem primeru dorzifleksija stopala nemogoča.^{10,17} Diferencialnodiagnostično moramo upoštevati utesnitveni sindrom sprednje golenske lože, radikulopatijo na ravni L4-L5, parezo peronealnega živca, periferno nevropatijo in mehkotivne tumorje.^{10,18}

Anatomijo stopala prikazuje Slika 6. Proksimalni del TA prehranjuje prednja tibialna arterija, distalni del kite preskrbujejo veje medialnih tarzalnih arterij. Večji del kite prekriva dobro ožiljen peritenon. Raziskava ožiljenosti kite je pokazala avaskularni pre-

Slika 3: Prišitje presadka na proksimalni krn kite sprednje golenske mišice in distalno fiksacija s transosalnimi šivom na mediano kuneiformno kost.



del kite, ki se začne 5 do 16 mm proksimalno od narastišča in je dolg med 45 in 67 mm. Ta predel sovпада s potekom kite pod zgornjim in spodnjim ekstenzornim retinaklom. Zaradi slabše prekrvljenosti je ta predel najbolj dovzeten za pretrganje, saj pride do rupturo kite najpogosteje 0,5–3 cm proksimalno od narastišča, kot je bilo tudi v našem primeru.^{19,20} Hipoksija je pomemben etiološki dejavnik za razvoj degenerativnih sprememb v kiti, kar še dodatno poveča tveganje za rupturo.^{21,22}

Na rentgenskih posnetkih običajno ni videti posebnosti, kar je tudi značilno za rupturo TA. V nekaterih primerih lahko na rentgenskih slikah opazimo dobro omejen predel povečane radioopačnosti pretibialnega mehkega tkiva na stranski ali poševni projekciji gležnja. Na rupturo kite TA moramo posumiti tudi pri avulziji medialne kuneiformne kosti.¹⁸

Med slikovnimi diagnostičnimi preiskavami je še vedno zlati standard UZ preiskava. Če ne prikaže okvare kit, nadaljujemo z dražjimi slikovnimi preiskavami, kot sta računalniška tomografija (CT) ali magnetno resonančno slikanje (MRI). CT uporabljamo pretežno, kadar je potrebno izključiti poškodbo skeleta.²³ S pomočjo UZ lahko ločimo delno rupturo od popolne ter ocenimo velikost okvare.²⁴ Na CT vidimo delno rupturo kot kito povečanega premera z radiolucenčno notranjostjo, pri popolni rupturi pa okvaro kite, zapolnjeno z maščobo ali tekočino. Slabost CT v primerjavi z MRI je

slabši prikaz nekostnih struktur.⁵ MRI poškodbo kit prikaže kot okvaro, izpolnjeno z maščevjem, tekočino ali brazgotino, pokaže se okolni edem in tekočina znotraj kitne ovojnice ter v peritendinoznem prostoru.^{1,16} Običajno zadoščata projekciji v aksialni in sagitalni ravnini, občasno je za delno rupturo optimalna poševna aksialna projekcija, približno pri 45° med aksialno in koronalno ravnino.²⁵

Na področju zdravljenja rupturo TA ni jasnih smernic.^{6,21,26} Pri zdravljenju se odločamo med kirurškim in konzervativnim zdravljenjem. Ob tem upoštevamo stanje bolnika, katere pridružene bolezni ima, koliko časa je minilo od poškodbe, kolikšen je funkcionalni izpad ter dolžina kitne vrzeli. Pri mladih, aktivnih ljudeh je zdravljenje izbire kirurška rekonstrukcija, pri starejših, slabo pomičnih bolnikih in tistih z delno rupturo TA pa konzervativno zdravljenje.^{9,27} Če se odločimo za operacijo več kot tri mesece stare poškodbe kite, govorimo o zapoznelem kirurškem zdravljenju rupturo kite TA, ki je kompleksnejše in ima precej slabše rezultate zaradi atrofije in maščobne degeneracije mišice, napredujoče retrakcije kite, nastanka adhezij in sekundarnih deformacij.²⁴ V našem primeru smo bolnika operirali dva meseca po nastanku poškodbe, funkcija stopala pa se je pri njem skoraj popolnoma popravila. Kljub odloženi kirurški oskrbi je bil rezultat kirurškega posega dober, kar sicer priporočajo tudi Michels in sodelavci, ki so opisovali dober rezultat tudi



Slika 4: Nehodilni dokolenski mavec v 0° dorzifleksiji in 5° inverziji za 6 tednov.

pri bolnikih, operiranih pet mesecev po poškodbi.²⁸ Pri konzervativnem zdravljenju uporabimo gleženjsko ortozo ali dokolenski nehodilni mavec, čemur sledi ustrezna rehabilitacija.

Za presadek semitendinozusa smo se odločili, ker je zaradi svoje dolžine omogočal premostitev tako velike okvare, kot je bila v našem primeru, torej 9 cm. Zanj smo se odločili tudi zaradi morfoloških značilnosti. Kot možnost bi lahko za rekonstrukcijo popolne rupture TA uporabili tudi presadek plantarisa, peroneusa tertiusa ali celo ožiljenega ekstenzorja digitorum longusa (EDL) ali presadek ekstenzorja hallucis longusa (EHL). Ker je semitendinozni presadek

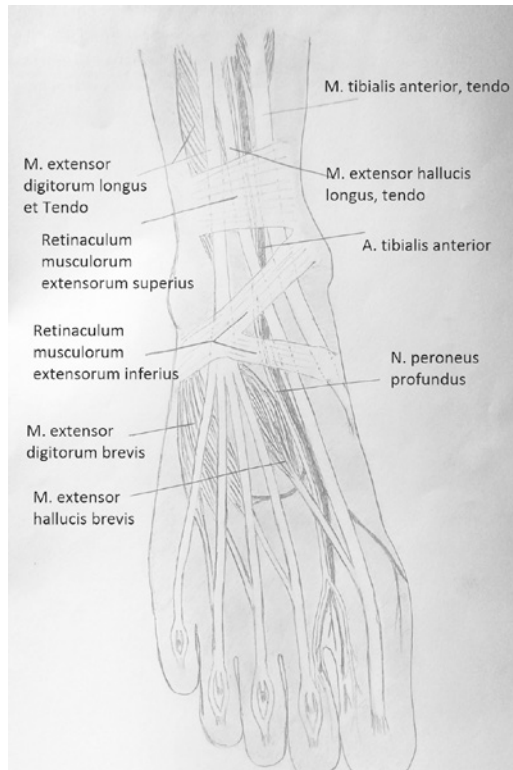
Slika 5: Stanje 4 mesece po operaciji.



ustrezal, smo se zaradi dobrih izkušenj z njegovo uporabo odločili za rekonstrukcijo s tem, ne da bi ob uporabi EHL okrnili gibalno funkcijo gležnja in palca. V primeru močno izražene polinevropatije z nevrocirkulacijskimi izpadi bi bila vsekakor bolj smotrna uporaba ožiljenih tetiv EDL ali EHL. Dolgoročni zapleti pri konzervativnem zdravljenju so za 11 % pogostejši kot pri kirurškem (23,5 % proti 12,5 %). Vključujejo bolečino, formacijo nevromov, pojav krempljastih oz. kladivastih prstov zaradi porušenega ravnotežja mišic, nastanek blage do zmerne oblike ploskega stopala, artrozo gležnja, oslajbljeno dorzifleksijo stopala in kontrakturo Ahilove kite. Zaradi nizkega tveganja pri kirurškem zdravljenju in pogostejših zapletov pri konzervativnem zdravljenju je slednje priporočljivo izključno za najbolj neaktivne bolnike in bolnike z visokim tveganjem za zaplete po operaciji.^{13,29-32} Opisanih je več tehnik operiranja. Pri akutni rupturi TA, pri kateri je mogoče ustrezno približati krna kite, se lahko okvara popravi z zašitjem krnov kite, (t.i. šiv konec-s-koncem z neresorbilno nitjo). Pri kroničnih poškodbah to ni mogoče zaradi degenerativno spremenjenih krnov kite, ki onemogočajo šiv s primerno natezno čvrstostjo in zaradi retrakcije kit in zato velike vrzeli med krnoma, ki lahko meri do 8 cm.^{28,33} V slednjem primeru lahko pridobimo s proksimalnega dela kite drsni presadek za premostitev vrzeli, kar pa ni mogoče, če je vrzel preširoka ali proksimalni del kite ni ustrezne kakovosti. V takšnih okoliščinah je primerna tehnika prenos presadka kite z ene od ostalih mišic v nogi, kamor sodijo dolga iztegovalka palca na nogi, kratka iztegovalka palca na nogi, dolga iztegovalka prstov, struna (m. plantaris) ter homologni alograft Ahilove kite.^{9,28}

Poleg možnosti rekonstrukcije z omejenimi kitami mišic je v literaturi opisano zdravljenje 12 bolnikov z uporabo avtolognega presadka polkitaste ali semitendinozne mišice, pri katerem so z minimalno invazivno tehniko dosegli dobre dolgoročne rezultate, kljub temu da je bila diagnoza rupturo TA postavljena pri teh bolnikih 11 tednov po sami poškodbi (od 4 do 20 tednov), kar je eden od glavnih dejavnikov tveganja za slabše okrevanje. Štirje od 12 bolnikov so

Slika 6: Risba stopala s pomembnimi strukturami.



imeli po operaciji nekoliko šibkejšo dorzifleksijo stopala, sicer pa se je ostalim funkcija TA povrnili v celoti. Izgubo kite polkitaste mišice so vsi bolniki dobro prenašali. Tudi naš bolnik ni imel težav ob tem. Ker ima polkitasta mišica dolgo kito s premerom, podobnim kiti TA, je primerna za premostitev daljših okvar. Prednost minimalno invazivnega pristopa je delna ali popolna ohranitev ekstenzijskega retinakla, boljše celjenje ran z manj adhezijami ter manjše tveganje za okužbo rane.^{6,28,34}

Opisana je tudi uporaba homolognih presadkov. Njihova pomanjkljivost je tveganje za prenos nalezljivih bolezni in pojav zavrnitvene reakcije.³⁵⁻³⁸

Pri avulziji kite z mesta narastišča na medialni kuneiformni kosti se uporabi tehnika sidranja. V tem primeru je priporočljiva učvrstitev čim bližje anatomskemu narastišču. Operacijske tehnike vključujejo kostna sidra, spongiozne vijake in mehkotkivne podložke za tenodezo kite na njeno anatomsko narastišče, prišitje kite na periost ali postavitev proksimalnega krna kite v vrtino v medialni kuneiformni kosti z učvrstitvijo s podloženim gumbom (button) na plantarni strani.^{6,17 29,38} Za uspešno rekonstrukcijo so potrebni močna učvrstitev kite z minimalno

vrzeljo med kito in kostjo ter vzdrževanje mehanske stabilnosti.⁴⁰ Včasih je pri rupturi kite na mestu priraščanja prisotna tudi abrupcija medialne kuneiformne kosti. V tem primeru je rekonstrukcija enostavnejša, saj se kita prešije ter z dvema vijakoma učvrsti v kost.¹⁶ Pomembna je natančna rekonstrukcija obeh ekstenzijskih retinaklov, saj nepopolno zaprtje namreč lahko vodi v izbočenje kite, spremenjeno mehaniko in izgubo moči.²⁴

Za okrevanje po operaciji so prav tako različne smernice. Prvih 6 tednov po operaciji je potrebna imobilizacija z dokolenskim nehodilnim mavcem ali z opornico, s stopalom v dorzifleksiji 0° in blagi inverziji. Po odstranitvi mavca sledi štiri- do šesttedenska rehabilitacija, katere namen je okrepiti moč prednje golenske mišice, zmanjšati nastanek zarastlin med kito in okoliškimi strukturami ter v čim večji meri povrniti začetni obseg gibljivosti gležnja.^{10,16} Pri rehabilitaciji se lahko uporablja tudi pulzna in kontinuirana ultrazvočna terapija. Pulzna UZ terapija preprečuje nastajanje mehkotkivnih zarastlin in poveča podajnost brazgotin, kar je pomembno za povrnitev gibljivosti sklepa. Kontinuirano UZ-zdravljenje ima analgetični učinek. Za zmanjševanje bolečin in pospeševanje zdravljenja je uporabna tudi elektroterapija.^{41,42}

Glede na to, da je šlo za starejšega moškega s pridruženno kronično boleznijo, ki sodi med dejavnike tveganja, torej napredovalo sladkorno bolezen s polinevropatijo, je bilo za pričakovati, da bo rezultat zdravljenja slabši ali da bo prišlo do zapletov ob zdravljenju. Vendar je bolnik lepo napredoval in tudi končni rezultat je bil zanj ugoden, saj je nogo lahko spet polno obremenjeval, brez omejitev.

Zaključek

Ruptura kite TA je redka. Vzrok rupture je lahko akutni travmatski ali netravnatski, kar pa je običajno posledica degenerativnih sprememb v kiti. Znaki so neredko prikriti ali neizraziti, zlasti pri delni rupturi. Diagnoza se pogosto spregleda ali zakasni, zato je ključen natančen klinični pregled. V veliko pomoč pri potrditvi diagnoze so slikovne

metode, zlasti UZ in MRI. Posledica pozne diagnoze je bodisi slabši pooperativni rezultat, bodisi odločitev za konzervativno zdravljenje, ki pa ima številne dolgoročne zaplete. Terapija izbire je kirurška rekonstrukcija kite, ki vključuje šivanje tetive, kostno sidranje tetive in uporaba kitnih avtograftov in alograftov.

Kirurško zdravljenje je najbolj primerno pri svežih poškodbah in mlajši populaciji. Za konzervativno zdravljenje se odločimo pri rupturah, starejših od treh mesecev, in če bolnik sodi med manj aktivno starejšo populacijo s visokim tveganjem za operacijo.

Literatura

- Gallo RA, Kolman BH, Daffner RH, Sciulli RL, Roberts CC, DeMeo PJ. MRI of tibialis anterior tendon rupture. *Skeletal Radiol* 2004; 33: 102–6.
- Otte S, Klinger HM, Lorenz F, Haerer T. Operative treatment in case of a closed rupture of the anterior tibial tendon. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122: 188–90.
- Aydingöz U, Aydingöz O. Spontaneous rupture of the tibialis anterior tendon in a patient with psoriasis. *Clin Imaging* 2002; 26: 209–11.
- Mankey MG. Treatment of tibialis anterior tendon rupture. *Oper Tech Orthop* 1994; 4: 141–5.
- Markarian GG, Kelikian AS, Brage M, Trainor T, Dias L. Anterior tibialis tendon ruptures: an outcome analysis of operative versus nonoperative treatment. *Foot Ankle Int* 1998; 19: 792–802.
- Sammarco VJ, Sammarco GJ, Henning C, Chaim S. Surgical repair of acute and chronic tibialis anterior tendon ruptures. *J Bone Joint Surg* 2009; 91: 325–32.
- Ellington JK, McCormick J, Marion C et al. Surgical outcome following tibialis anterior tendon repair. *Foot Ankle Int* 2010; 31: 12–417.
- Velan GJ, Hendel D. Degenerative tear of the tibialis anterior tendon after corticosteroid injection – augmentation with the extensor hallucis longus tendon, case report. *Acta Orthop Scand* 1997; 68: 308–9.
- Aderinto J, Gross A. Delayed repair of tibialis anterior rupture with Achilles tendon allograft. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50: 340–2.
- Jerome JT, Varghese M, Sankaran B, Thomas S, Thirumagal SK. Tibialis anterior tendon rupture in gout – case report and literature review. *Foot Ankle Surg* 2008; 14: 166–9.
- Anagnostakos K, Bachelier F, Furst OA, Kelm J. Rupture of the anterior tibial tendon: three clinical cases, anatomical study, and literature review. *Foot Ankle Int* 2006; 27: 330–9.
- DiDomenico LA, Williams K, Petrolla AF. Spontaneous rupture of the anterior tibial tendon in a diabetic patient: results of operative treatment. *J Foot Ankle Surg* 2008; 47: 463–7.
- Patten A, Pun WL. Spontaneous rupture of the tibialis anterior tendon: a case report and literature review. *Foot Ankle Int* 2000; 21: 697–700.
- Omari AM, Lee AS, Parsons SW. The clinical presentation of chronic tibialis anterior insufficiency. *Foot and Ankle Surgery* 1999; 5: 251–6.
- Scheller AD, Kasser JR, Quigley TB. Tendon injuries about the ankle. *Orthop Clin North Am* 1980; 11: 801–1.
- Jellad A, Salah S, Bouaziz MA, Bouzaouache H, Ben Salah Z. Unusual clinical presentation of a partial tibialis anterior rupture. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2012; 55: 38–43.
- El Marghy A, Deveraux MW. Bone tunnel fixation for repair of tibialis anterior tendon rupture. *Foot and Ankle Surg* 2010; 16: 47–50.
- Van Acker, Gijs, et al. Rupture of the tibialis anterior tendon. *Acta Orthop Belg* 2006; 72: 105–7.
- Petersen W, Stein V, Tillmann B. Blood supply of the tibialis anterior tendon. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999; 119: 371–5.
- Barnett T, Hammond NL. Anterior tibial tendon rupture. *Contemp Orthop* 1991; 23: 365–7.
- Jozsa L, Kannus P. Human tendons: Anatomy, physiology and pathology. Human kinetics. Champaign, IL, 1997.
- Leadbetter WB. Cell-matrix response in tendon injury. *Clin Sports Med* 1992; 11: 533–42.
- Bianchi S, Zwass A, Abdelwahab IF, Zoccola C. Evaluation of tibialis anterior tendon rupture by ultrasonography. *J Clin Ultrasound* 1994; 22: 564–6.
- Wong MWN. Traumatic tibialis anterior tendon rupture – delayed repair with free sliding tibialis anterior tendon graft. *Injury* 2004; 35: 940–4.
- Khoury NJ, El-Khoury GY, Saltzman CL, et al. Rupture of the anterior tibial tendon: diagnosis by MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 351–4.
- Ouzounian TJ, Anderson R. Anterior tibial tendon rupture. *Foot Ankle Int* 1995; 16: 406–10.
- Jerome JT, Varghese MS, Sankaran B, Thirumagal K. Tibialis anterior rupture: A missed diagnosis. *The Foot and Ankle Online Journal* 2010; 3: 2.
- Michels F et al. Minimally invasive repair of the tibialis anterior tendon using a semitendinosus autograft. *Foot Ankle Int* 2014; 35: 264–71.
- Trout BM, Hosey G, Wertheimer SJ. Rupture of the tibialis anterior tendon. *J Foot Ankle Surg* 2000; 39: 54–8.
- Benzakein R, Wakim WA, DeLauro TM, Marcus R. Neglected rupture of the tibialis anterior tendon. *J Am Podiatr Med Assoc* 1988; 10: 529–32.
- Cohen DA, Gordon DH. The long-term effects of an untreated tibialis anterior tendon rupture. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999; 89: 149–152.
- Burman MS. Subcutaneous rupture of the tendon of the tibialis anticus. *Ann Surg* 1934; 100: 368.
- Fishco WD. Tibialis anterior tendon rupture. *The Podiatry Institute* 2011; 2.
- Forst R, Forst J, Heller KD. Ipsilateral peroneus brevis tendon grafting in a complicated case of

- traumatic rupture of tibialis anterior tendon. *Foot Ankle Int* 1995; 16: 440–4.
35. Boyette D, Nunley J. Repair of a chronic anterior tibial tendon rupture using allograft. *Tech Foot Ankle* 2008; 7: 120–4.
 36. Bonasia D, Amendola A. Graft choice in ACL reconstruction. In: Bonnin M, Amendola NA, Bellemans J, MacDonald SJ, Menetrey J, eds. *The Knee Joint: Surgical Techniques and Strategies*. Paris: Springer 2012; 173–82.
 37. Prodromos C, Rogowski J, Joyce B. The economics of anterior cruciate ligament reconstruction. In: Prodromos C, ed. *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science*. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier; 2008: 79–83.
 38. Tucker SA, Sammarco GJ, Sammarco VJ. Surgical repair of tibialis anterior tendon rupture. *Tech Foot Ankle* 2012; 11: 39–44.
 39. Miller RR, Mahan KT. Closed rupture of the anterior tibial tendon – a case report. *J Am Podiatr Med Assoc* 1998; 88: 394–9.
 40. Pereira DS, Kvitne RS, Liang M, Giacobetti FB, Ebramzadeh E. Surgical repair of distal biceps tendon ruptures, a biomechanical comparison of two techniques. *Am J Sports Med* 2002; 30: 432–6.
 41. Dyson M, Niinikoski J. Stimulation of tissue repair by therapeutic ultrasound. *Infect Surg* 1982; 37–44.
 42. Ribinik P, Quesnot A, Barrois B. Prise en charge en médecine physique et de readaptation des patients présentant des douleurs neuropathiques. *Letts. Med Phys Readapt* 2010; 26: 42–50.