

Dislokoituneet reisiluuvarren rasitusmurtumat

Sari Salminen (1), Harri Pihlajamäki (2), Tuomo Visuri (2), Ole Böstman (1)

(1)HYKS, Kirurgian klinikka, Ortopedia ja traumatologia; (2)Keskussotilassairaala, Helsinki

Femoral shaft fractures comprise 3-43% of all stress fractures in different military populations. A displaced long bone stress fracture is a rare, but serious injury among otherwise healthy young conscripts. The aim of this study was to scrutinise the incidence, the morphology, and the long term outcome of displaced femoral shaft stress fractures treated during 1980-1999 at the national military hospital. The median follow-up was 7 years (range, 2-16 years). The incidence of these fractures in 10 male conscripts was 1.5 per 100 000 person-years in military service. The median age of the patients was 19 years (range, 18-20 years). None had previous stress fractures. The median BMI was normal (21.5 kg/m²). Six fractures were in the distal third of the femoral shaft, only one in the proximal third. Six fractures had a noncomminuted, oblique or oblique-transverse configuration. Five fractures were treated with an intramedullary nail, four with a DCP, and one with a DCS. Six fractures had intraoperative additional comminution. Two reoperations were necessary. The median time to solid bony union was 3.5 months (range, 3-5 months). One malunion occurred. Displaced femoral shaft stress fractures are rare, but can be accompanied by prolonged morbidity, and possible complications. Gentle intraoperative handling of the brittle bone is imperative. Preventive methods should be focused on appropriate type of basic training, and the early detection of stress fractures.

Alaraajojen dislokoitumattomat rasitusmurtumat ovat yleisiä varusmiehillä, mutta murtuman dislokoituminen on harvinaisempaa. Rasitusmurtumia todetaan yleisimmin sääriluussa, metatarsaaliluissa ja kantaluussa (1-11). Rasitusmurtumien insidenssi varusmiehillä vaihtelee 3-4%:sta jopa 64%:iin riippuen varusmiespalvelutyyppistä (1,12-14). Reisiluuvarren rasitusmurtumien osuudeksi kaikista rasitusmurtumista mukaanlukien sekä dislokoitumattomat että dislokoituneet murtumat on saatu 3-43% varusmiehillä (8,10,12,15) ja 3-21% urheilijoilla (7,16,17).

Rasitusmurtuma on seurausta luun epäfysiologisesta kuormituksesta. Rasitusosteopatiaan viittaa erityisesti liikunnallisen aktiviteetin äskettäiseen muutokseen liittyvä paikallinen kipua, joka pahenee harjoittelun myötä ja helpottuu levolla. Normaalisti pitkien luiden rasitusta säätelevät lihasten aikaansaamat kuormitusvoimat. Toistuva kuormitus aiheuttaa rasituksen, joka on maksimaalinen subperiostealisesti (2). Seurauksena voi olla luun mikromurtumia, osteoklastien aikaansaama resorptio ja osteoblastien remodelaatiovaste. Luun riittämätön mekaanisten kuormitusmuutosten sietokyky aiheuttaa epätasapainon näiden vaiheiden välillä johtaen rasitusmurtuman syntymiseen ja lopulta murtuman periksiintoon ja dislokoitumiseen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää varusmiesten reisiluuvarren dislokoituneiden ra-

situsmurtumien insidenssi, niihin liittyvä oireisto ja murtumamorfologia 20 vuoden aikana.

Aineisto ja menetelmät

Kaikki Keskussotilassairaalaan vuosina 1980-1999 hoidetut dislokoituneet reisiluuvarren rasitusmurtumat analysoitiin. Keskimääräinen vuosittainen riskipopulaatio koostui 33 000 18-29 -vuotiaasta varusmiespalveluksessa olevasta varusmiehestä. Tietokoneajolla selvitettiin kaikki varusmiesten kyseisenä ajanjaksona hoidetut reisuun varsimurtumat. Rasitusmurtumaetiologiaan viittaavia vammamekanismeja olivat kävely, juoksu tai polven/lonkan taivutus, ponnistelu, tasamaalla liukastuminen tai kompastuminen tai putoaminen alle metrin korkeudesta. Korkeenergisen vammamekanismin aiheuttamat sekä maligniteettiin, muuhun luusairauteen tai aiempaan leikkaukseen liittyvät patologiset murtumat poissuljettiin tutkimuksesta.

Sairauskertomustiedot sekä röntgenkuvat analysoitiin uudelleen ja potilaat jälkitarkastettiin. Seuranta-ajan mediaani oli 7 vuotta (vaihteluväli 2-16 vuotta). Aiempi terveydentila mukaanlukien lääkitys, tupakointitaiipumus, urheiluharrastukset, mahdolliset aiemmat vammat tai leikkaukset selvitettiin. Potilaan BMI (body mass index) murtumahetkellä määritettiin. Alle 30 -vuotiaalla miehellä 18.5-24.9 kg/m²:n suuruinen BMI-arvo on normaali (18). Keskimääräiseksi 19-vuotiaan

suomalaisen varusmiehen pituudeksi on aiemmin todettu 178.1 cm (19). Varusmiespalvelun vaihe, varusmiespalvelun aloittamisen jälkeen ilmaantuneet alaraajakipuoireet, toiminta murtuman dislokoituessa, rasisurmurtuman morfologia, murtumahoito ja sen tulokset selvitettiin. Reisiluun diafyysiksi määriteltiin 5 cm pikkusarvennoisen alapuolelta alkavaksi ja 8 cm adductor tuberculumin yläpuolelle jääväksi alueeksi (20), joka jaettiin ylä-, keski- ja alakolmanneksi. Murtumat jaoteltiin biomekaanisen (21,22), murtuman pirstaleisuteen perustuvan Winqvist-(23,24) sekä AO - ja OTA- (25,26) murtumaluokitusten mukaan. Reisiluun pituusakselia kohtisuoraan määritetyn linjan ja murtuman päälän väläinen kulma mitattiin. Murtuma, jossa kulma oli alle 30°, luokiteltiin poikkimurtumaksi (25). Lisäksi selvitettiin murtumien luokiteltavuutta Hallel ym. mukaisesti (12) ja Provostin ja Morrisin mukaan (27).

Luutumisaika määritettiin kliinisen kuvan ja röntgenlöydösten perusteella. Murtuma todettiin luutuneeksi, jos se oli varatessa täysin kivuton, ja selkeä kiinteä luusilta oli todettavissa ap- ja sivukuvissa. Yli 24 viikkoa vammasta kestävä luutuminen määriteltiin hidastuneeksi luutumiseksi. Luutumattomuudella tarkoitettiin tilannetta, jossa kolmessa kuuden viikon väliajoin tehdystä röntgenkuvauksessa ei luutumisen merkkejä ollut todettavissa ja luutumisen edistämiseksi tarvittiin aktiivisia toimenpiteitä. Virheasentoon luutumisen kriteereitä olivat yli 7°:n varus- tai valgusvirhe, yli 10°:n retro- tai antecurvatum, yli 15 mm:n lyhentymä ja yli 10°:n kiertymävirhe (20).

Tulokset

Kymmenellä miespuolisella aiemmin terveellä varusmiehellä todettiin dislokoitunut reisiluun varsimurtuma. Ikämediaani oli 19 vuotta (vaihteluväli 18-20 vuotta). Murtuman insidenssi varusmiespalvelun aikana oli 1.5 / 100 000 varusmiespalvelun henkilövuotta. BMI:n mediaaniksi saatiin 21.5 kg/m². Yksi varusmiehistä oli alipainoinen (BMI 18.3 kg/m²) ja yksi ylipainoinen (BMI 32.2 kg/m²). Varusmiesten mediaanipituus oli 177.5 cm (167-190 cm) ja mediaanipaino 68 kg (51-108 kg). Kenelläkään ei ollut säännöllistä lääkitystä. Neljä varusmiestä tupakoi, mutta vain yksi säännöllisesti. Yksi varusmies harrasti enduroajoa, kun taas muilla urheiluharrastukset eivät olleet merkittäviä. Kolme varusmiestä suoritti varusmiespalveluaan merivoimissa ja seitsemän jalkaväessä. Kenelläkään ei ollut aiempia rasisurmurtumia.

Taulukko 1. Tavallimmat aiheet leikkauksiin, joissa on käytetty biohajoavia implanteja

	Helsinki	Kuopio
Tuore murtuma		
Olkaluun kondyyli	175	99
Kyynärlisäke	93	5
Värttinäluun pää	242	60
Käden luu	86	39
Reisiluun alaosa, sääriluun yläosa	68	
Patella	77	5
Nilkka	1393	212
Jalkaterän luu	128	
Nivelsidevamma (peukalo)	238	
Polven meniskirepeämä	81	104
Yhteensä traumatologisia leikkauksia	2766	
Ortopedinen tauti		
Osteokondroosi	31	21
Hallux valgus	379	44
Olkanelven toistuva sijoittaanmeno	85	
Reuma	102	
Yhteensä ortopedisia leikkauksia	789	
Leikkauksia yhteensä	3555	814

Varusmiespalvelun alkamisen ja murtuman todetun dislokoitumisen välisen ajan mediaani oli 53 vuorokautta (15-178 vrk). Kaikilla muilla paitsi yhdellä varusmiehellä oli reiteen tai polveen säteileviä kipuja, jotka olivat viidellä potilaalla alkaneet taisteluharjoituksissa ja viidellä marsiharjoituksissa. Vain kaksi varusmiestä haikautui lääkärin vastaanotolle ja vapautettiin raskaammasta varusmiespalvelusta 2-6 vuorokauden ajaksi. Röntgenkuvia ei kuitenkaan otettu. Toiminta murtuman dislokoitumishetkellä oli kahdella varusmiehellä tasamaalla liukastuminen, portaissa kävely tai kompastuminen kahdella, polven taivutus kahdella ja muilla kompastuminen juostessa tai poterosta ryntääminen, telamiinon kanto tai polkupyörällä ajaminen.

Viisi murtumaa todettiin oikeassa reisiluussa ja viisi vasemmassa. Molemmipuolisia murtumia ei todettu. Kuusi murtumaa sijaitsi reisiluuvarren alakolmanneksessa, kolme keskikolmanneksessa ja vain yksi yläkolmanneksessa. Neljä murtumaa määritettiin viistopoikkimurtumiksi, neljä viistomurtumiksi ja kaksi kierremurtumiksi. Selkeitä yksinkertaisia poikkimurtumia ei todettu. Kuusi murtumaa oli alunperin pirstaloitumattomia (gradus 0 Winqvist -luokituksen mukaan). Kolme murtumaa kuului luokkaan I ja yksi luokkaan II. Yleisin murtumatyyppi oli yksinkertainen, viistotai viistopoikkimurtuma reisi-luun varren alakolmanneksessa kuuluen A2.3 -luokkaan AO-luokituksen mukaisesti.

Kaikki murtumat leikattiin kahden vuorokauden aikana vammasta. Murtuman lisäpirstaloituminen todettiin neljän DCS -fiksaation yhteydessä ja kahdessa ydinnaulauksessa. Hallel ym. (12) luokituksen mukaan kaikki murtumat kuuluivat luokkaan III (dislokoituneet). Ainoastaan neljä murtumaa olivat täysin yhteneviä Provost-Morris -luokituksen mukaisesti (27). Ryhmään I kuuluvat reisiluvarren yläkolmanneksen mediaalireunan viistot murtumalinjat, joihin liittyy periosteaalinen reaktio. Luokkaan II kuuluvat keskikolmanneksen dislokoituneet kierremurtumat (yksi yhtenevä murtuma) ja luokkaan III alakolmanneksen poikkimurtumat (kolme samanlaista murtumaa nykyisessä tutkimuksessa). Joka potilas sai antibiootti- ja antitromboosiprofylaksian. Yhdellä varusmiehellä epäiltiin hengitysvaikeuksien vuoksi rasvaemboliaa ensimmäisenä leikkauksen jälkeisenä päivänä. Yhdellä varusmiehellä todettiin pinnallinen haavainfektio. Keskimääräinen sairaalassaoloaika oli 12 vuorokautta (6-20 vrk). Polikliiniset kontrollit järjestettiin 2-4 viikon välein kunnes murtuma todettiin luutuneeksi. Alkuun sallittiin osapainovaraus kyynärsauvoilla keventäen. Aktiivit polvijump- ja reisilihasharjoitukset aloitettiin. Varusmiehet palasivat kevennettyyn varusmiespalveluun keskimäärin 6 viikon kuluttua leikkauksesta. Kaksi varusmiestä vapautettiin varusmiespalvelusta kahdeksi vuodeksi.

Kaksi uusintaoperaatiota jouduttiin tekemään. Yksi Küntscher -naulaus osoittautui aksiaaliseksi epästabiiliksi aiheuttaen mobilisointivaikeuksia ja vaihdettiin staattiseen AO -universaalinaulaan kahden viikon kuluttua primaarileikkauksesta. Yhden DCP:n liian pitkä distaalinen ruuvi vaihdettiin lyhyemmäksi. Luutumisen mediaani-aika oli 3.5 kuukautta (3-5 kk). Kaikissa tapauksissa osteosynteesimateriaali poistettiin 1-3.5 vuotta leikkauksesta. Kahdessa reisiluussa ruuvi-riät olivat vielä selvästi havaittavissa yli 10 vuoden jälkeen. Yhdellä potilaalla todettiin alaraajan 1.6 cm suuruinen lyhentymä ortoradiografialla varmistettuna. Yhdessä tapauksessa DCS-fiksoidulla murtuma-alueella oli jatkuvaa kipua. Kenelläkään ei myöhemmin todettu uusia rasisusmurtumia.

Pohdinta

Dislokoituneen reisiluvarren rasisusmurtuman insidenssiksi saatiin 1.5 / 100 000 varusmiespalveluhenkilövuotta. Aiemmat tutkimukset dislokoituneista reisiluvarren rasisusmurtumista ovat lähinnä olleet tapauselostuksia (9,12,28-34). Tosin laajempiakin artikkeleita on julkaistu (27,35), mutta murtumien todellista insidenssiä,

morfologiaa ja pitkänajan seurantatuloksia ei ole aiemmin systemaattisesti tutkittu.

Varusmiehen rasisusmurtumalla altistavia tekijöitä ovat eri tutkimusten mukaan alentunut sääriluun ja reisiluun tiheys (1), sääriluun ja reisiluun pienikokoisuus (1), alaraajan virheasento tai pituusero (6,14), huono lihaskunto (7), alhainen fyysinen aktiivisuus (4,11), väärät harjoitusmenetelmät (4,15) tai liiallinen harjoittelu erikoisyksiköissä (4,12,14,18). Varusmiesten on kannettava samanlaisia pakkauksia riippumatta vartalon mittasuhteista. Provost ja Morris (27) havaitsivat reisiluun rasisusmurtumapotilailla painon nousua varusmiespalvelun ensimmäisinä viikkoina. Rasisusmurtumia todettiin yleensä myös henkilöillä, joilla ei ollut aiempia liikuntaharrastuksia. Lihavilla voi olla yleistynyt murtumariski, mutta useat epidemiologiset tutkimukset eivät ole löytäneet yhteyttä rasisusmurtumien ja antropometristen mittauksien välillä kummalakaan sukupuolella (10,11). Nyt tehdyssä tutkimuksessa BMI:n mediaani oli normaali. Vain yksi varusmies oli ylipainoinen.

Yhdeksällä varusmiehellä oli ollut ennen murtuman dislokoitumista polveen tai reiden alaosaan rasisuksessa ilmaantuvia kipuja 1-6 viikkoa. Kipu on yleensä huonosti paikallistuvaa (27,37). Diagnosoimisen helpottamiseksi on kehitetty erilaisia kliinisiä tutkimusmenetelmiä kuten tukitesti (17), nyrkkitesti (38) tai hyppytesti (29). Lisäksi on suositeltu kahden viikon välein toistettavia röntgenkuvauksia (35), luustokarttaa ja magneettikuvausta, jos on todettavissa rasisusmurtumaan viittavia oireita. Dislokoituminen voi kuitenkin tapahtua ilman edeltäviä oireita (31), kuten yhdellä tutkimuksen potilaalla.

Aiempiin tutkimustuloksiin sopien (12,27,34) dislokoituneet murtumat sijaitsivat pääasiassa reisiluvarren alakolmanneksessa. Rasisusmurtumat eroavat kuitenkin morfologialtaan matala-energisistä murtumista (39). Useimmat rasisusmurtumat olivat joko yksinkertaisia viisto- tai viistopoikkimurtumia. Yhden murtuman sijainti yläkolmanneksessa on harvinaista ja raportoitu ainoastaan kerran aiemmin (27). Potilaan ruumiinrakenteesta ei voitu todeta mitään poikkeuksellista.

Dislokoitunut rasisusmurtuma voi olla alun perin myös pirstaleinen kuten yksi gradus II murtuma tässä tutkimuksessa. Dislokoituneiden murtumien luu vaikutti hauraalta ja lisäpirstaloitui helposti leikkauksessa. Tämän vuoksi luun huolellinen ja varovainen käsittely on tärkeää.

Verrattuna korkeaenergiisiin reisiluunvarsimurtumiin murtumat luutuivat hyvin. Luutumisen hidastumista tai luutumattomuutta ei todettu.

Keskimääräinen luutumisaika (mediaani) oli 3.5 kuukautta. Äskettäin julkaistussa prospektiivisessä tutkimuksessa korkeaanergiset ydinnaulauksella hoidetut reiluluun varsimurtumat luutuivat 3.8 kuukaudessa (40). Reiluluun varsimurtumiin liittyvien komplikaatioiden osuus nuorilla potilailla on todettu olevan 20% (20). Luutumattomuuden osuudeksi ydinnaulauksella hoidetuissa reiluluun varsimurtumissa on saatu 12.6% (41). Komplikaatiot ovat siten harvinaisempia reiluluuvarren dislokoituneiden rasisurmurtumien yhteydessä.

Rasisurmurtuman dislokoituminen ei ole toivotavaa, joten reiluluuvarren rasisurmurtumat pitäisi voida tunnistaa ja hoitaa tarpeeksi ajoissa dislokoitumisen ja murtuman paranemisen pitkittymisen välttämiseksi. Dislokoituneet reiluluuvarren rasisurmurtumat on hoidettava operatiivisesti. Nyt saatuja tutkimustuloksia voinee josain määrin soveltaa myös urheilijoilla. Dislokoituneista reiluluuvarren rasisurmurtumista urheilijoilla on vain harvoja julkaisuja (9,29-31). Rasisurmurtumien synty olisi ehkäistävissä fysiologisilla harjoitusmenetelmillä ja rasisurmurtumien varhaisdiagnostiikalla. Olisi myös korostettava sitä, että jopa kaikkein innokkaimpien varusmiesten olisi hakeuduttava tutkimuksiin heti kun ensimmäiset rasisurmurtumaoireet ilmaantuvat.

Kirjallisuutta

1. Beck TJ, Ruff CB, Mourta FA ym: Dual-energy x-ray absorptiometry derived structural geometry for stress fracture prediction in male U.S. Marine Corps recruits. *J Bone Miner Res* 11:645-653, 1996.
2. Beck TJ: The Prediction of Stress Fractures. In: Burr DB, Milgrom C (eds.). *Musculoskeletal Fatigue and Stress Fractures*. Boca Raton, CRC Press 73-83, 2001.
3. Brukner P, Bradshaw C, Khan KM, White S, Crossley K: Stress fractures: A review of 180 cases. *Clin J Sports Med* 6:85-89, 1996.
4. Gilbert RS, Johnson HA: Stress fractures in military recruits: A review of twelve years' experience. *Mil Med* 131:716-721, 1966.
5. Greaney RB, Gerber FH, Laughlin JP ym: Distribution and natural history of stress fractures in U.S. Marine Corps recruits. *Radiology* 146:339-346, 1983.
6. Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC ym: Stress fractures in athletes: A study of 320 cases. *Am J Sports Med* 15:46-57, 1987.
7. McBryde Jr AM: Stress fractures in runners. *Clin Sports Med* 4:737-752, 1985.
8. Meurman KOA, Somer K, Lamminen A: Stressfrakturen des Femurs bei Soldaten. *Fortschr Röntgenstr* 134:528-532, 1981.
9. Orava S: Stress fractures. *Br J Sports Med* 14:40-44, 1980.
10. Schmidt Brudvig TJ, Gudger TD, Obermeyer L: Stress fractures in 295 trainees: A one-year study of incidence as related to age, sex, and race. *Mil Med* 148:666-667, 1983.
11. Shaffer RA, Brodine SK, Almeida SA, Williams KM, Ronaghy S: Use of simple measures of physical activity to predict stress fractures in young men undergoing a rigorous physical training program. *Am J Epidemiol* 149:236-242, 1999.
12. Hallel T, Amit S, Segal D: Fatigue fractures of tibial and femoral shaft in soldiers. *Clin Orthop* 118:35-43, 1976.
13. Milgrom C, Giladi M, Stein M ym: Stress fractures in military recruits: A prospective study showing an unusually high incidence. *J Bone Joint Surg Br* 67:732-735, 1985.
14. Sahi T: Stress fracture: Epidemiology and control. *Rev Int Serv Sante Armees* 57:311-313, 1984.
15. Giladi M, Ahronson Z, Stein M, Danon YL, Milgrom M: Unusual distribution and onset of stress fractures in soldiers. *Clin Orthop* 192:142-146, 1985.
16. Orava S, Puranen J, Ala-Ketola L: Stress fractures caused by physical exercise. *Acta Orthop Scand* 49:19-27, 1978.
17. Johnson AW, Weiss Jr CB, Wheeler DL: Stress fractures of the femoral shaft in athletes: More common than expected: A new clinical test. *Am J Sports Med* 22:248-256, 1994.
18. World Health Organization: Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva, WHO 420-423, 1995.
19. Dahlström S: Body Build and Physique of Young Finnish Adults: Studies Based on Inductee. Surveys and Anthropometric measurements on 223 Conscripts. PhD Thesis. Turku, University of Turku 25-54, 1981.
20. Böstman O, Varjonen L, Vainionpää S, Majola A, Rokkanen P: Incidence of local complications after intramedullary nailing and after plate fixation of femoral shaft fractures. *J Trauma* 29:639-645, 1989.
21. Alms M: Fracture mechanisms. *J Bone Joint Surg Br* 43:162-166, 1961.
22. Gozna ER: Biomechanics of Long Bone Injuries. In: Gozna ER, Harrington IJ (eds.). *Biomechanics of Musculoskeletal Injury*. Baltimore, Williams and Wilkins 1-29, 1982.
23. Winquist RA, Hansen Jr ST: Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. *Orthop Clin North Am* 11:633-648, 1980.

24. Winqvist RA, Hansen Jr ST, Clawson DK: Closed intramedullary nailing of femoral fractures: A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am* 66:529-539, 1984.
25. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J: *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. Berlin, Springer Verlag 1-29, 128-137, 1990.
26. Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification: Fracture and dislocation compendium. *J Orthop Trauma* 10 (Suppl 1):36-49, 1996.
27. Provost RA, Morris JM: Fatigue fracture of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg Am* 51:487-498, 1969.
28. Asal: Überlastungsschäden am Knochensystem bei Soldaten. *Arch Klin Chir* 186:511-522, 1936.
29. Clement DB, Ammann W, Taunton JE ym: Exercise-induced stress injuries to the femur. *Int J Sports Med* 14:347-352, 1993.
30. Dugowson CE, Drinkwater BL, Clark JM: Nontraumatic femur fracture in an oligomenorrhic athlete. *Med Sci Sports Exerc* 23:1323-1325, 1991.
31. Luchini MA, Sarokhan JA, Micheli LJ: Acute displaced femoral-shaft fractures in long-distance runners: Two case reports. *J Bone Joint Surg Am* 65:689-691, 1983.
32. Morris JM, Blickenstaff LD: *Fatigue Fractures. A Clinical Study*. Springfield Illinois, Charles C Thomas 157-168, 1967.
33. Visuri T, Hietaniemi K: Displaced stress fracture of the femoral shaft: A report of three cases. *Mil Med* 157:325-327, 1992.
34. Wolfe HRI, Robertson JM: Fatigue fracture of femur and tibia. *Lancet* 2:11-13, 1945.
35. Bargren JH, Tilson DH, Bridgeford OE: Prevention of displaced fatigue fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 53:1115-1117, 1971.
36. Givon U, Friedman E, Reiner A ym: Stress fractures in the Israeli Defense Forces from 1995 to 1996. *Clin Orthop* 373:227-232, 2000.
37. Hershman EB, Lombardo J, Bergfeld JA: Femoral stress fractures in athletes. *Clin Sports Med* 9:111-119, 1990.
38. Milgrom C, Finestone A, Shlamkovitch N ym: The clinical assessment of femoral stress fractures: A comparison of two methods. *Mil Med* 158:190-192, 1993.
39. Salminen S, Pihlajamäki H, Avikainen V, Böstman O: Population based epidemiologic and morphologic study of femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 372:241-249, 2000.
40. Tornetta III P, Tiburzi D: Reamed versus nonreamed antegrade femoral nailing. *J Orthop Trauma* 14:15-19, 2000.
41. Pihlajamäki H, Salminen S, Böstman O: The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 16:394-402, 2002.