

Fotledsfrakturer

Funktion och rehabilitering ur ett sjukgymnastiskt perspektiv

GERTRUD NILSSON

Sammanfattning

Fotledsfraktur är en av de vanligaste skadorna i nedre extremiteten. Den ökar, främst bland äldre som i högre utsträckning råkar ut för de svåraste frakturerna. De flesta fotledsfrakturer kräver operation som följs av immobilisering i gips under sex till åtta veckor. Kvarstående problem i form av smärta, stelhet och svullnad är vanligt förekommande och har rapporterats ända upp till fem år efter skadan och många har svårt att återgå till sin tidigare sport- och motionsnivå. Högre ålder utgör ökad risk för sämre funktion. Redan efter 40 års ålder verkar denna risk öka. Av kliniska tester har nedsatt dorsalflexion och nedsatt balansförmåga visat starkt samband med sämre subjektivt skattad funktion. Strukturerade träningsprogram efter avgispning har visat god effekt på muskelstyrka och gångförmåga. Däremot förefaller rörelseomfånget i belastad dorsalflexion vara svårare att påverka.

Gertrud Nilsson, med dr, specialistsjukgymnast, FoUU Primärvård, Region Skåne; Institutionen för Hälsa vård och samhälle, Avd för sjukgymnastik, Lunds Universitet, Lund.

FOTLEDSFRAKTURER ÄR en av de vanligaste frakturerna i nedre extremiteten (1,2) och incidensen har rapporterats till 101-107 per 100 000 invånare (2,3). Den högre siffran inkluderar även mindre avulsionsfrakturer. Bortser man från ålder drabbas män och kvinnor i lika stor omfattning (3), men hos yngre individer drabbas männen oftare medan kvinnor skadar sig oftare i och över medelåldern (1,3). Antalet frakturer hos äldre ökar (4,5) och hos kvinnor över 65 år har antalet rapporterats till 300 per 100 000 invånare (6). De flesta frakturerna inträffar vid fall på plant underlag (56 procent), vid fall i trappa (15 procent) och vid fall från höjd (16 procent) (3). Vinter med snö och halt underlag utgör en ökad riskfaktor liksom konsumtion av alkohol (3,7). Vidare har diabetes (8,9,10) och högt body mass index (BMI) identifierats som riskfaktorer för osteoporosfrakturer hos medelålders personer. Generellt betraktas inte fotledsfrakturer som osteoporosfrakturer men de bi- och trimalleolära frakturerna drabbas i högre utsträckning äldre. Incidensen för dessa frakturer påminner om den för andra typer av osteoporosfrakturer och bör därför betraktas som sådana (2,11).

Fotledens struktur och funktion

Fotleden, talo-crualleden, består av den tibio-

talara, fibulotalara och den distala tibiofibulära lederna. Fotleden är en synovialled. Talus är bredare ventralt än dorsalt vilket innebär att vid dorsalflexion kommer talus att kilas in och klämmas mellan malleolerna. Men även den laterala delen av talus är vidare än den mediala och tillsammans med den styrlist som finns på distala ytan tibia och motsvarande styrfåra som finns på talus innebär det att talo-cruralleden är extremt kongruent i hela rörelsebanan. De laterala och mediala kollateralligamenten medverkar till att stabilisera leden främst i sidled. Ledkapseln är dessutom betydligt kraftigare och stramare lateralt och medialt jämfört med ventralt och dorsalt. Detta tillsammans med ledens övriga konstruktion innebär att möjligheten till sidovackling är mycket begränsad. Den distala tibiofibulära leden stabiliseras av kraftiga ligament, ligamentum tibiofibulare anterius och posterius men förstärks också av membrana interossea som sträcker sig högt upp mellan tibia och fibula (12,13,14).

Fotleden är en gångjärnsled med en transversell något sned rörelseaxel som medger rörelse i sagittalplanet. Vid dorsalflexion, när tibia glider fram över talus, rör sig samtidigt fibula kranialt och vid plantarflexion glider fibula distalt. Vid maximal dorsal- och plantarflexion kommer en viss del av rörelsen att ske i den subtalara leden (15).

Klassifikation av fotledsfrakturer

Det finns i huvudsak två klassifikationssystem som används för att klassificera fotledsfrakturer: Lauge-Hansen Classification System (16) och Danis-Weber Classification System (17).

Danis-Weber-systemet har senare utvecklats och följts av AO Classification System (Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfragen) (18) och av Comprehension- Classification System (19).

Lauge-Hansen systemet utgår från den kraft som påverkar fotleden vid skadetillfället och frakturerna delas in i fyra huvudgrupper: supination-adduktion (SA), supination-eversion (SE), pronation-abduktion (SA) och pronation-eversion (PE), var och en med ett antal undergrupper. Den första delen av namnet anger fotens position vid skadetillfället och den andra delen beskriver riktningen på traumat (20). Undergrupperna anges i grader I, II,

III och IV vilka beskriver de strukturer som skadats och därmed även frakturs svårighetsgrad. Grad I är den lindrigaste och grad IV den svåraste typen av fraktur. Systemet klassificerar skelettskador och även till viss del ligamentskador. Vid en SE IV skada är den laterala malleolen frakturerad, mediala malleolen har fraktur eller ligamentskada och det bakre hörnet av tibia är avslaget (trimalleolär fraktur). Därtill är syndesmosligamentet rupturerat och det kan även finnas fler ligamentskador och kapselruptur (20).

I Danis-Weber Classification System, AO Classification Systemet och Comprehension- Classification System delas frakturerna in i tre grupper, A, B och C, beroende på höjden på fibulafrakturen i relation till talo-cruralleden och syndesmosen (17-20). Vid A-frakturer är skadan nedom syndesmoshöjd, vid B-frakturer i syndesmoshöjd och vid C-frakturer ovanför syndesmosen. Pronationsfrakturer är alltid förenade med en hög fibulafraktur som ibland kan vara lokaliserad ända upp vid knäet. Begränsningen i Lauge-Hansen-systemet är bristen på att kunna klassificera vissa av ligamentskadorna (21). Författarna föreslår därför att MRI kan vara till hjälp vid planering av operationer vid atypiska skador, där enbart slätröntgen inte ger tillräcklig information. Begränsningen i Danis-Weber Classification System är bristen på klassificering av skador på mediala sidan av fotleden avseende såväl skelett- som ligamentskador. Comprehension- Classification System, som är det senast utvecklade, tar hänsyn både till skador på laterala och mediala malleolen, ligamentskador och därmed också till instabiliteten i fotleden (19). Klassifikation enligt detta system är än så länge mindre vanligt i kliniken.

Behandling

Kirurgi

Instabila frakturer behandlas med öppen reposition och inre fixation av frakturen (22-25), medan stabila frakturer och frakturer med minimal felställning återfår god funktion med konservativ icke kirurgisk behandling (26). De flesta fotledsfrakturerna kräver operation. Det finns två typer av kirurgiska metoder, den mindre rigida typen enligt Wiberg-Cedell där ståltråd, märlor och stift används (22), och den mer rigida typen, beskriven av AO-gruppen,

”Flera studier har genomförts där behandling med gips och behandling med ortos har jämförts.”

med plattor och skruvar (27). Fördelen med metoden enligt Wiberg-Cedell är ett kortare snitt i huden och därmed ett mindre ärr samt mindre mängd mjukdelar som måste friläggas vid operationen. Dessutom tillåter märklorna som stabiliserar syndesmosen viss eftergift vid belastning och det krävs färre re-operationer eftersom osteosyntesmaterial inte behöver tas bort (22).

Fördelen med AO-tekniken är bättre stabilitet till frakturen och patienterna kan i högre utsträckning tillåtas tidig rörelseträning och tidig belastning. Men re-operationer förekommer oftare eftersom skruven som fixerar syndesmosen måste tas ut före belastning om den är fixerad i båda de kortikala delarna i tibia (quadricortical). Om skruven är festsatt endast i en av de kortikala delarna av tibia (tricortical) behöver den inte tas bort, men då har fler incidenser med lossnade skruvar rapporterats (28).

Postoperativ behandling

Frakturen immobiliseras i gips (20,29,30) eller ortos (31-33) i sex till åtta veckor efter operationen. Flera studier har genomförts, där behandling med gips och behandling med ortos har jämförts. Immobilisering i ortos, där patienterna kunde röra foten i dorsal- och plantarflexion från och med dagen efter operationen, har inte visat bättre resultat i ett längre perspektiv jämfört med dem som inte kunde röra fotleden (31-37).

Denna slutsats bekräftades i en nyligen publicerad Cochrane review (38). En viss ökad risk i form av komplikationer med sämre sår-läkning och infektion har rapporterats vid tidig rörelseträning (33,39). Tidig belastning redan någon dag efter operationen har inte visat någon ökad risk för felställning i frakturen och rekommenderas av Ahl och medförfattare (36). Andra författare delar inte den uppfattningen, utan rekommenderar att de patienter som skall tillåtas tidig belastning skall selekteras noggrant (40).

Rehabilitering – med syfte att återfå tidigare aktivitetsnivå

Efter skador i nedre extremiteten utformas träningsprogram med syfte att återskapa muskelstyrka, ledrörlighet och neuromuskulär kontroll så att patienten skall ges möjlighet att

återgå till sin tidigare aktivitetsnivå (41). Neuromuskulär träning definieras som träning som ökar det omedvetna muskelsvaret genom att stimulera både afferenta signaler och centrala mekanismer som ansvarar för den dynamiska ledkontrollen.

Syftet med den neuromuskulära träningen är att förbättra nervsystemets förmåga att generera snabba och optimala impulser till musklerna, att öka den dynamiska ledstabiliteten, att minska belastningen på leden och att träna upp normalt rörelsemönster och motorisk förmåga (42).

Neuromuskulär träning har mest studerats efter ligamentskador i knäleden (41,43). Efter ligamentskador i fotleden har andra träningsprogram tillämpats och fokuserat på proprioceptiv träning (44), styrketräning (45), balans-träning (46) eller koordinationsträning (47). De träningsprogram som tillämpats i studier efter fraktur i fotleden har fokuserat på styrke- och uthållighetsträning av muskulaturen i vaden (48,49).

I vår forskning genomfördes en studie med fokus även på neuromuskulär träning (50). Patienterna, som var mellan 18 och 64 år, randomiserades, antingen till att delta i ett standardiserat men individuellt anpassat träningsprogram som leddes av en sjukgymnast i primärvården, som hade fått noggrann muntlig och skriftlig instruktion, eller till sedvanlig behandling. Träningsprogrammet startade inom vecka efter avgipsning och pågick två gånger i veckan i 8-12 veckor.

Träningen bestod av övningar med successivt stegrad svårighetsgrad, inledningsvis med fokus på rörlighetsökning i fot och fotled, därefter balans- och koordinationsövningar samt träning av muskelstyrka. Träningen byggde på neuromuskulära principer där varje övning skulle vara en utmaning av den neuromuskulära kontrollen. När en övning blev för lätt ökades svårighetsgraden. De funktionella mål som sattes upp var att dorsalextensionen skulle uppgå till 30 grader, plantarflexion till 45 grader, att man skulle klara enbensstående i 60 sekunder, att klara 25 tåhävningar på ett ben (för kvinnor 50 år och äldre gällde 20 stycken), att klara 20 hälvningar på ett ben och att kunna gå 30 meter på 20 sekunder (20, 51, 52, 53, 54, 49). Om de funktionella målen nåddes före de 12 veckorna kunde behandlingsserien

avslutas men patienten skulle följas upp i vecka 10 och 12 för att kontrollera att funktionen bibehölls. Övningar med bilder med veckovis stegrad svårighetsgrad hämtades från www.mobilus.se

Kontrollgruppen följde normala rutiner efter avgipsning, det vill säga information från läkare att starta belastning och att återgå till normala aktiviteter så snart som möjligt. Om läkaren bedömde att det fanns behov av sjukgymnastiska insatser skrevs en remiss. Båda grupperna utvärderades sex och tolv månader efter avgipsning av en "blindad" utvärderare (GN).

Resultat av kirurgi

Målet med operationen är att skapa exakt läge i frakturen samt stabilitet och kongruens i leden. Exakt frakturläge med kongruens i leden har rapporterats som den viktigaste prediktorn för gott resultat mätt i form av subjektivt skattad funktion (25,29,55-57). Ju bättre frakturläge desto mindre problem har rapporterats vid uppföljningar (29,55,56). Vanligtvis läker frakturen inom sex till åtta veckor (33,58,59) i vissa fall med viss kvarstående felställning (30,32,36).

I en av våra studier fann vi att de bimalleolära frakturerna oftare hade kvarstående felställning än de unimalleolära (59). Det kan bero på att de bimalleolära i högre utsträckning drabbade äldre personer med sämre skelettkvalitet som var svårare att fixera optimalt (59). Tejwani och medarbetare (2007) kom fram till liknande resultat, bimalleolär skada med fraktur på mediala malleolen drabbade i högre utsträckning äldre medan ligamentär skada på medialsidan i högre utsträckning drabbade de yngre. Patienter med fraktur på medialsidan hade efter ett år sämre funktion än de med ligamentskada (60).

Risk för artros

I motsats till de andra lederna i nedre extremiteten är primär artros i fotleden mycket ovanligt och är nästan alltid ett resultat efter skada eller sjukdom (20). Artrosutveckling efter en fotledsfraktur har rapporterats vara beroende av det postoperativa läget i frakturen, kön och ålder (20,23,25,55,59,61). Artros i fotleden efter skada utvecklas förhållandevis tidigt, i de flesta fallen inom 18 månader efter traumat (20,61). I motsats till artros i höft- och knäled

progredierar sällan fotledsartros. Flera författare har funnit ett samband mellan artrosutveckling och subjektivt upplevd funktion, ju mer avancerad artros, desto sämre funktion (25,56,62). Vi kunde inte bekräfta detta i vår forskning, sannolikt beroende på att artrosen var diskret (mindre än 50 procent reduktion av ledspalten) och att antalet individer var litet (59).

Funktion och livskvalitet efter fotledsfraktur

Livskvaliteten påverkas

Subjektiv utvärdering via olika frågeformulär är viktig och har tillämpats i flera studier efter fotledsfraktur (29-32,56,59,63-69). Frågeformulären kan antingen vara allmänna och mäta hälsorelaterad livskvalitet som SF-36 (70) eller sjukdomsspecifika som Olerud-Molander Ankle Score (OMAS) (56).

SF-36 (70) har använts i flera studier för att utvärdera livskvaliteten efter fotledsfraktur (64-66,68,69). Obremski och medarbetare (2002) fann nedsatt funktion i relation till normalbefolkningen i USA i dimensionerna "physical functioning", "role physical", "bodily pain" och "vitality" fyra månader efter skada hos personer 17-85 år.

Tjugo månader efter skadan var endast "physical functioning" fortfarande sämre än normalbefolkningens (66). Ponzer och medförfattare rapporterade sämre resultat då både dimensionerna "physical functioning", "role physical", "role emotional" och "mental health" var sämre än normalvärdet för den svenska befolkningen två år efter skadan hos patienter 19-63 år (64).

I vår forskning fann vi hos patienter 65 år och äldre nedsatt funktion i dimensionerna "physical functioning" och "role physical" sex månader efter skada, men bara hos kvinnor. Tolv månader efter skadan hade livskvaliteten förbättrats och var då på samma nivå som hos den ålders- och könsmatchade normalbefolkningen (69).

I den randomiserade kontrollerade studien, beskriven ovan, fann vi bättre livskvalitet i träningsgruppen i den sammanlagda dimensionen "physical health" jämfört med kontrollgruppen vid sexmånadersuppföljningen. Vid tolv månader efter skadan hade skillnaden mellan grupperna jämnats ut (50).

Hög ålder ger ökad risk för sämre skattad funktion

Av de sjukdomsspecifika frågeformulären är OMAS det mest frekvent använda (29-32, 56,59,63,64,67,69). I OMAS ingår nio frågor med olika viktning: upplevd smärta, stelhet, svullnad, förmåga att gå i trappa, springa, hoppa och sitta på huk, behov av hjälpmedel samt återgång i arbete/aktivitet. Frågorna täcker de tre funktionsnivåerna kroppsfunction, aktivitet och delaktighet i ICF (Internationell klassifikation av funktion). Vissa författare har med hjälp av OMAS redovisat goda resultat med endast mindre kvarstående problem (31,32,58,64), medan andra författare rapporterat sämre resultat (59,67,69,71-73). Smärta, svullnad och stelhet har rapporterats vanligt förekommande både ett, tre och fem år efter skadan, liksom problem att återgå till tidigare sport- och motionsnivå (59,67,73). Upplevd funktionell instabilitet har också rapporterats, trots att den mekaniska stabiliteten i leden var god (67).

Flera studier har visat att högre ålder utgör risk för sämre skattad funktion (23,59,67). Vi fann i vår forskning att både efter ett och tre år skattade de personer som var 40 år och däröver sämre funktion enligt OMAS jämfört med dem som var yngre än 40 år (59,67). Samma resultat framkom i ett amerikanskt material utvärderat med Short Musculoskeletal Function Assessment (SMFA) (74).

Inskränkt ledrörlighet påverkar dagliga aktiviteter

Immobiliseringens inverkan på ledrörligheten har studerats i olika leder hos djur (75,76) och har visat sig vara tidsberoende, på så sätt att den största rörelseinskränkningen sker under de första fyra veckorna. Rörelseomfång i fotleden efter fotledsfraktur har undersökts flitigt i flera studier (29,31,49,56,62,64,67) och rörligheten i form av belastad dorsalflexion anses vara det kliniska test som bäst svarar mot subjektivt skattad funktion (56,62,67,77). Belastad dorsalflexion har validitetstestats mot subjektivt skattad funktion (OMAS) och korrelationen var god (56).

Det finns inga publicerade studier där reliabiliteten har testats, men en reliabilitetsstudie har genomförts som ett studentprojekt vid Lunds Universitet (kandidatuppsats 2006).

Man fann då god överensstämmelse hos samma bedömare mellan två mätningar utförda med en veckas mellanrum på friska försökspersoner.

Många dagliga aktiviteter kräver full och smärtfri rörlighet i fotleden. Att gå nerför en trappa (51,78), kliva upp på en pall, gå uppför en brant eller sitta på huk är exempel på sådana aktiviteter. Problem i dessa situationer påminner patienten om skadan. Det är få studier som utvärderat vilken effekt träning eller behandling har på rörelseomfånget i fotleden, men flera har rapporterat kvarstående rörelseinskränkning fortfarande tolv månader efter skadan (30,31,36,67). I den ovan beskrivna randomiserade kontrollerade studien var ett av målen för träningsgruppen att normalisera rörligheten. Förutom träning kunde även specifik mobilisering ges. Vid uppföljningen sex och tolv månader efter avgipsning fann man ingen skillnad mellan träningsgruppen och kontrollgruppen (50). Ett hinder för att återfå full rörlighet skulle kunna vara den interna fixeringen av syndesmosen. Även om den mindre styva metoden i form av märflor används (22) tillåts sannolikt inte den flexibilitet i leden som ett intakt ligament medger. Den post-traumatiska kontrakturen som kan uppstå i ledkapseln vid intraartikulära frakturer skulle kunna vara en annan förklaring till kvarstående rörelseinskränkning (76).

Strukturerad träning förbättrar muskelfunktion

Flera veckors immobilisering efter en fotledsfraktur påverkar kraftigt muskelfunktionen och visar sig både som hypotrofi och nedsatt styrka (48,49,79,80). Tvärsnittsytan har rapporterats minska med 19 procent i dorsalflexorerna och 24 procent i plantarflexorerna efter sju veckors immobilisering. Den största minskningen skedde under de första två veckorna (79). Styrkan i musklerna försämras i ännu högre grad och har i plantarflexorerna rapporterats minska med mellan 50 och 75 procent efter sju till åtta veckor i gips (49,80).

Vid gång krävs styrka i plantarflexorerna framför allt i ståfasen och som mest i tåfrånskjutet, medan kravet på styrka i dorsalflexorerna är som störst vid hälisättning (81,82). Styrka i plantarflexorerna har visat god korrelation med gånghastighet i trappa och på plan mark (49). I vår forskning fann vi ett år efter

skadan nedsatt styrka i både dorsal- och plantarflexorerna jämfört med icke skadade sidan, och att patienter med sämre styrka angav lägre subjektivt skattad funktion enligt OMAS (67).

Olika metoder har använts för att utvärdera muskelfunktion i plantar- och dorsalflexorerna efter fotledsfraktur och avancerad utrustning som isokinetisk dynamometer är vanligt förekommande (79,80). Sådan utrustning finns huvudsakligen på specialistkliniker och laboratorier och är sällan tillgänglig i den kliniska vardagen. Enklare funktionella tester såsom tåhävningar har också använts i studier för att utvärdera muskelfunktion efter fotledsfraktur (48,49,67,83). Metoden har standardiserats och det rekommenderade normalvärdet är satt till 25 (53) utom för kvinnor över 50 år där det rekommenderade normalvärdet är satt till 20 (54). Tåhävningstestet har visat god reliabilitet vid test hos friska försökspersoner (84).

Ett fåtal studier har utvärderat hur muskelstyrkan återvänder i samband med träning (49,50,80). Efter ett tio-veckors träningsprogram med fokus på styrke- och uthållighetsträning i plantarflexorerna hade tvärsnittsytan och muskelstyrkan återgått till motsvarande värden som på icke skadade sidan (80) och till motsvarande värden som hos en kontrollgrupp (49). Medelåldern på de inkluderade patienterna i de två studierna var 21 år respektive 35 år. I den tidigare beskrivna randomiserade studien fann vi att patienterna i träningsgruppen, som var i åldersgruppen 18-40 år, efter sex månader återfick bättre muskelstyrka både i dorsal- och plantarflexorer samt snabbare gånghastighet på plan mark och i trappa jämfört med kontrollgruppen. Skillnaden kvarstod vid tolv månader för styrka i plantarflexorerna och gånghastighet (50).

Balans och postural kontroll viktigt för självskattad funktion

Balans har definierats som förmågan att behålla tyngdpunkten inom understödsytan (85) och postural kontroll har beskrivits som förmågan att bibehålla, nå eller återställa balansen vid alla typer av kroppsställningar eller aktiviteter (86). För att hålla balansen krävs sensorisk information från balansorganet i innerörat, synen samt receptorer i hud, muskler,

senor, ligament och ledkapslar (85). Brist i något av systemen kan orsaka försämrad postural kontroll. För att kunna bibehålla balansen vid upprätt stående och vid olika typer av fysiska aktiviteter krävs olika strategier av korrigeringar. Dessa korrigeringar är beroende av en flexibel och funktionell förmåga, som kan förbättras och anpassas med träning och erfarenhet (87). Den statiska balansförmågan kan mätas med hjälp av enbensstående på tid. Testet har visat god reliabilitet och validitet hos personer med ligamentskador i fotleden (52). Postural kontroll mäts oftast på olika typer av kraftplattor (88-91) och har visat god reliabilitet hos friska (90,91).

Vid fotledsfrakturer skadas inte bara skelettet utan även mjukdelarna runt leden som ligament, ledkapsel och nerver (20,92). Dessa skador kan resultera i försämrad balansförmåga, nedsatt ledsinne, nedsatt nervledningshastighet, försämrad afferent information från huden och minskad dorsalextension (93). Balans och postural kontroll har utvärderats flitigt efter ligamentskador i fotleden (47). Utöver våra egna studier har vi inte funnit några andra där balansförmågan har utvärderats efter fotledsfraktur (50,67,83). I våra studier fann vi att den statiska balansförmågan ännu ett år efter skadan var nedsatt på den skadade sidan jämfört med den icke skadade. Nedsatt balansförmåga var den variabel som utgjorde störst risk att skatta låg funktion enligt OMAS (67). Ett år efter skadan var även den posturala kontrollen nedsatt hos patienterna jämfört med en ålders- och könsmatchad kontrollgrupp. Av 54 patienter klarade bara 40 (74 procent) att genomföra testet på kraftplattan, medan alla de 54 kontrollerna, matchade till ålder och kön klarade det. Vid analys av resultaten fann vi att högre ålder utgjorde ökad risk för patienterna att inte klara av att genomföra stabilometritestet. Om ålder exkluderades utgjorde nedsatt styrka i dorsal- och plantarflexorerna störst risk att inte klara testet. ○

Referenser:

1. van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C: Epidemiology of fractures in England and Wales. *Bone* 2001; 29: 517-522.
2. Court-Brown C, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 2006; 37: 691-7.

”Vid fotledsfrakturer skadas inte bara skelettet utan även mjukdelarna runt leden som ligament, ledkapsel och nerver”

3. Jensen S, Andresen B, Mencke S, Nielsen P. Epidemiology of ankle fractures. A prospective population-based study of 212 cases in Aalborg, Denmark. *Acta Orthop Scand* 1998; 69: 48-50.
4. Kannus P, Parkkari J, Niemi S, Palvanen M. Epidemiology of osteoporotic ankle fractures in elderly persons in Finland. *Ann Int Med*. 1996; 125: 975-8.
5. Kannus P, Palvanen M, Niemi S et al. Increasing number and incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people: Finnish statistics during 1970-2000 and projections for the future. *Bone* 2002; 31: 430-3.
6. Hasselman C, Molly T, Stone K et al. Foot and ankle fractures in elderly white women. Incidence and risk factors. *J Bone Joint Surg Am*. 2003; 85-A: 820-4.
7. Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, Barrett J et al. Effect of seasonality and weather on fracture risk in individuals 65 years and older. *Osteoporos Int*. 2007; 18: 1225-33
8. Daly P, Fitzgerald R Jr, Melton J, Ilstrup D. Epidemiology of ankle fractures in Rochester, Minnesota. *Acta Orthop Scand*. 1987; 58: 539-44.
9. Greenfield DM, Eastell R. Risk factors for ankle fracture. *Osteoporosis International* 2001; 12: 97-103.
10. Holmberg AH, Johnell O, Nilsson PM et al. Risk factors for fragility fracture in middle age. A prospective population-based study of 33,000 men and women. *Osteoporos Int*. 2006; 17: 1065-77.
11. Bengnér U, Johnell O, Redlund-Johnell I. Epidemiology of ankle fracture 1950 and 1980. Increasing incidence in elderly women. *Acta Orthop Scand*. 1986; 57: 35-7.
12. Kapandji I. The physiology of the joints. Volume 2, lower limb 5. E & Livingstone; 1987.
13. Levangie P and Norkin C. Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. The Ankle-Foot complex. Fourth Edition. Philadelphia: F A Davies Company; 2005.
14. Bojsen-Möller F. Rørelseapparatens anatomi. Liber förlag. Stockholm, 2000.
15. Nordin M, Frankel V. Basic Biomechanics of the musculoskeletal system. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, 2001.
16. Lauge-Hansen N. Ankelbrud I. Genetiske diagnose og reposisjon. Dissertation, Munksgaard, Copenhagen, Danmark, 1942
17. Weber BG. Die Verletzungen des Oberen Sprunggelenkes. Aktuelle Probleme in der Chirurgie:3, Verlag Hand Huber, Bern 2 Auflage, 1972
18. Brunner CF, Weber BG. Special techniques of internal fixation. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1982
19. Müller ME, Nazarian S, Koch P et al. The comprehensive classification of fractures of long bones. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1990
20. Lindsjö U. Operativ behandling av fotledsfrakturer. Doctoral dissertation, Uppsala University, Uppsala, Sweden, 1980
21. Gardner MJ, Demetrakopoulos D, Briggs SM et al. The ability of the Lauge-Hansen classification to predict ligament injury and mechanism in ankle fractures: an MRI study. *J Orthop Trauma* 2006; 20: 267-72.
22. Cedell C-A. Supination-outward rotation injuries of the ankle. *Acta Orthopaedica Scandinavia, Suppl No 110*, Munksgaard Copenhagen, 1967.
23. Pettrone F, Gail M, Pee D et al. Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 1983; 65: 667-77.
24. de Souza L, Gustilo R, Meyer T. Results of operative treatment of displaced external rotation-abduction fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 1985; 67: 1066-74.
25. Lindsjö U. Operative treatment of ankle fracture-dislocations: a follow-up of 306/321 consecutive cases. *Clin Orthop* 1985; 199: 28-38.
26. Ryd L and Bengtsson S. Isolated fracture of the lateral malleolus requires no treatment. 49 prospective cases of supination-eversion type II ankle fractures. *Acta Orthop Scand*. 1992; 63: 443-6.
27. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R et al. Manual of internal fixation: Techniques recommended by the AO-group. 2nd ed. Berlin, Germany, Springer-Verlag, 1979.
28. Höiness P and Strömsöe K. Tricortical versus quadricortical syndesmosis fixation in ankle fractures: a prospective, randomized study comparing two methods of syndesmosis fixation. *J Orthop Trauma* 2004; 18: 331-7.
29. Olerud C and Molander H. Bi- and trimalleolar ankle fractures operated on with nonrigid internal fixation. *Clin Orthop Relate Res*. 1986; 206: 253-260.
30. Ahl T, Dalen N, Selvik G. Ankle fractures. A clinical and roentgenographic stereophotogrammetric study. *Clinical Orthop Relate Res*. 1989; 245: 246-55.
31. Tropp H and Norlin R. Ankle performance after ankle fracture: a randomized study of early mobilisation. *Foot Ankle Int*. 1995; 16: 79-83.
32. Hedström M, Ahl T, Dalen N. Early postoperative ankle exercise. A study of postoperative lateral malleolar fractures. *Clinical Orthop Relate Res*. 1994; 300: 193-6.
33. Lehtonen H, Jarvinen TL, Honkonen S et al. Use of a cast compared with a functional anklebrace after

- operative treatment of an ankle fracture. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85-A: 205-11.
34. Finsen V, Saetermo R, Kibsgaard L et al. Early postoperative weight-bearing and muscle activity in patients who have a fracture of the ankle. *J of Bone Joint Surg Am.* 1989; 71: 23-7.
35. Cimino W, Ichtertz D, Slabaugh. Early mobilisation of ankle fractures after open reduction and internal fixation. *Clinical Orthop and Relate Res.* 1991; 267: 152-6.
36. Ahl T, Dalen N, Lundberg A, Bylund C. Early mobilization of operated on ankle fractures. Prospective, controlled study of 40 bimalleolar cases. *Acta Orthop Scand.* 1993; 64: 95-9.
37. Stockle U, Konig B, Tempka A, Sudkamp NP. Cast immobilization versus vacuum stabilizing system. Early functional results after osteosynthesis of ankle joint fractures. *Der Unfallchirurg* 2000; 103: 215-9.
38. Lin CW, Moseley AM, Refshauge KM. Rehabilitation for ankle fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008 Jul 16;3:CD005595. Review.
39. Vioreanu M, Dudeney S, Hurson B et al. Early mobilization in a removable cast compared with immobilization in a cast after operative treatment of ankle fractures: a prospective randomized study. *Foot Ankle Int.* 2007; 28: 13-9.
40. Simanski CJ, Maegele MG, Lefering R et al. Functional treatment and early weightbearing after an ankle fracture: a prospective study. *J Orthop Trauma* 2006; 20: 108-14.
41. Risberg MA, Lewek M, Snyder-Mackler L. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? *Pys Ther Sports* 2004; 5: 125-145
42. Risberg MA, Mörk H, Jenssen HK et al. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001; 31: 620-631.
43. Risberg MA, Holm I, Myklebust G et al. Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2007; 87: 737-750.
44. Eils E and Rosenbaum D: A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33: 1991-1998.
45. Kaminsky TW, Buckley BD, Powers ME et al. Effects of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med.* 2003; 37: 410-415.
46. Osborne MD, Chou LS, Laskowski ER et al. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *Am J Sports Med.* 2001; 29: 627-32.
47. Bernier J, Perrin D: Effect of coordination training on proprioception of the functional unstable ankle. *Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27: 264-275.
48. Vandeborne K, Walter G, Shaffer M, Esterhai J. Longitudinal study of skeletal muscle adaptations during immobilization and rehabilitation. *Muscle Nerve* 1998; 21: 1006-1012.
49. Shaffer M, Okereke E, Esterhai J et al. Effects of immobilization on plantar-flexion torque, fatigue resistance, and functional ability following an ankle fracture. *Phys Ther* 2000; 80: 769-80.
50. Nilsson G. Ankle fractures. Outcome and rehabilitation. A physiotherapeutic perspective. Doctoral dissertation. Lund University, Lund, Sweden, 2008.
51. Livingstone L, Stevenson J, Olney S et al. Stair climbing on stairs of different dimensions. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 398-402.
52. Kaikkonen A, Kannus P, Järvinen M. A performance test protocol and scoring scale for evaluation of ankle injuries. *Am J Sports Med* 1994; 4: 462-9.
53. Lunsford B and Perry J. The standing heel-rise test for ankle plantar flexion: criterion for normal. *Phys Ther.* 1995; 75: 694-698.
54. Stibrant-Sunnerhagen K, Hedberg M, Henning G-B et al. Muscle performance in an urban population sample of 40- to 79-year-old men and women. *Scand J Rehab Med.* 2000; 32: 159-67.
55. Tunturi T, Kempainen K, Pätäälä H et al. Importance of anatomical reduction for subjective recovery after ankle fracture. *Acta Orthop Scand* 1983; 54: 641-7.
56. Olerud C and Molander H. A scoring scale for symptom evaluation after ankle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1984; 103: 190-194.
57. Finnan R, Funk L, Pinzur MS et al. Health related quality of life in patients with supination-external rotation stage IV ankle fractures. *Foot Ankle Int.* 2005; 26: 1038-41.
58. Low C K, Pang H Y, Wong H P. A retrospective evaluation of operative treatment of ankle fractures. *Ann Cad Med Singapore* 1997; 26: 172-3.
59. Nilsson GM, Jonsson K, Ekdahl CS, Eneroth M: Unsatisfactory outcome following surgical intervention of ankle fractures. *Foot and Ankle Surgery* 2005; 11: 11-16.

60. Tejwani NC, McLaurin TM, Walsh M, Bhadsavle S, Koval KJ, Egol KA. Are outcomes of bimalleolar fractures poorer than those of lateral malleolar fractures with medial ligamentous injury? *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89:1438-41.
61. Bauer M. Ankle fractures. With special reference to post-traumatic arthrosis. Doctoral dissertation. Lund University, Lund, Sweden, 1985.
62. Zenker H and Nerlich M. Prognostic aspects in operated ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1982; 100: 237-41.
63. Ahl T, Dalen N, Selvik G. Mobilization after operation of ankle fractures. Good results of early motion and weight bearing. *Acta Orthop Scand.* 1988; 59: 302-306.
64. Ponzer S, Näsell H, Bergman B et al. Functional outcome and quality of life patients with Type B ankle fractures: a two-year follow up study *J Orthop Trauma* 1999; 13: 363-368.
65. Egol KA, Dolan R, Koval KJ: Functional outcome of surgery for fractures of the ankle. A prospective, randomised comparison of management in a cast or a functional brace. *J Bone Joint Surg Br.* 2000; 82: 46-9.
66. Obremski W, Dirschl D, Crowther J, Craig W, Driver R, LeCroy M. Change over time of SF-36 functional outcomes for operatively treated unstable ankle fractures. *J Orthop Trauma* 2002; 16: 30-33.
67. Nilsson G, Nyberg P, Ekdahl C, Eneroth M. Performance after surgical treatment of patients with ankle fractures 14-month follow up. *Phys Res Int* 2003; 8: 69-82.
68. Bhandari M, Sprague S, Hanson B et al. Health-related quality of life following operative treatment of unstable ankle fractures: a prospective observational study. *J Orthop Trauma* 2004; 18: 338-345.
69. Nilsson G, Jonsson K, Ekdahl C, Eneroth M. Outcome and quality of life after surgically treated ankle fractures in patients 65 years or older. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007; 20;8:127.
70. Ware JE and Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30: 473-483.
71. Day G, Swanson C, Hulcombe B. Operative treatment of ankle fractures: A minimum ten-year follow-up. *Foot Ankle* 2001; 2: 102-6.
72. Lash N, Horne G, Fielden J, Devane P. Ankle fractures: Functional and lifestyle outcomes at 2 years. *ANZ J. Surg.* 2002; 72: 724-730.
73. Shah NH, Sundaram RO, Velusamy A et al. Five-year functional outcome analysis of ankle fracture fixation. *Injury* 2007;38:1308-12.
74. Egol KA, Tejwani NC, Walsh MG, Capla EL, Koval KJ: Predictors of short-term functional outcome following ankle fracture surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88:974-9.
75. Trudel G and Uthoff HK. Contractures secondary to immobility: is the restriction articular or muscular? An experimental longitudinal study in the rat knee. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81: 6-13.
76. Hildebrand KA, Sutherland C, Zhang M. Rabbit knee model of post-traumatic joint contractures: the long-term natural history of motion loss and myofibroblasts. *J Orthop Res.* 2004; 22: 313-320.
77. Hancock, MJ, Herbert RD, Stewart M. Prediction of outcome after ankle fracture. *J Orthop Phys Ther.* 2005; 35: 786-92.
78. Norikin CC and White DJ. Measurement of Joint Motion. A Guide to Goniometry. Third Edition. Philadelphia, 2003.
79. Stevens JE, Glenn AW, Okerere E et al. Muscle adaptations with immobilization and rehabilitation after ankle fracture. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1695-1701.
80. Stevens JE, Pathare NC, Tillman SM et al. Relative contributions of muscle activation and muscle size to plantarflexor torque during rehabilitation after immobilization. *J Orthop Res.* 2006; 24: 1729-1736.
81. Basmajian JV and DeLuca. Muscles alive. Williams & Wilkins. Baltimore, London, Los Angeles, Sidney, 1985.
82. Brunnström S. Brunnström's Clinical Kinesiology. Fifth Edition. F. A. Davis Company. Philadelphia, 1996.
83. Nilsson G, Jonsson K, Ekdahl C, Eneroth M. Balance in single-limb stance after surgically treated ankle fractures: a 14-month follow-up. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006; 5;7:35.
84. Haber M, Golan E, Azoulan L et al. Reliability of a device measuring triceps surae muscle fatigability. *Br J Sports Med.* 2004; 38: 163-7.
85. Shumway-Cook A and Wollacott MH. Motor control: theory and practical applications. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995.
86. Pollock M, Gaesser G, Butcher J et al. ACSM Position Stand: The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Med Sci Sports Exc.* 1998; 30: 975-991.
87. Horak F, Henry S, Sumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther.* 1997; 77: 517-33. Review.
88. Friden T, Zatterstrom R, Lindstrand A, Moritz U: A

stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *Am J Sports Med.* 1989; 7: 118-122.

89. Zätterström R, Fridén T, Lindstrand A, Moritz U: The effect of physiotherapy on standing balance in chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med.* 1994, 22: 531-536.

90. Ageberg E, Zatterstrom R, Moritz U. Stabilometry and one-leg hop test have high test-retest reliability. *Scand J Med Sci Sports* 1998, 8: 198-202.

91. Ageberg E, Roberts D, Holmstrom E, Friden T. Balance in single-limb stance in healthy subjects--reliability of testing procedure and the effect of short-duration sub-maximal cycling. *BMC Musculoskelet Disord.* 2003; 4: 14.

92. Gardner MJ, Demetrakopoulos D, Briggs SM et al. The ability of the Lauge-Hansen classification to predict ligament injury and mechanism in ankle fractures: an MRI study. *J Orthop Trauma* 2006; 20: 267-72.

93. Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med.* 2000; 29: 361-71.

94. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P: Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1988; 9: 141-144.

95. Leanderson J, Wykman A, Eriksson E. Ankle sprain and postural sway in basketball players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993; 1: 203-205.

96. Leanderson J, Eriksson E, Nilsson C, Wykman A. Proprioception in classical ballet dancers. A prospective study of the influence of an ankle sprain on proprioception in the ankle joint. *Am J Sports Med.* 1996; 24: 370-374.