

Stressreaksjoner i tibia

Av: Erik Iversen og Arne Larmo

Stressrelaterte beinskader i underekstremiteten er vanlig hos utøvere som driver idrett som inneholder mye løping og hopping. Tibia er en av de knoklene som er mest utsatt for stressreaksjoner hos denne utøvergruppen. Stressreaksjon i tibia kan sees som et kontinuum fra beinhinnebetennelse til en stressfraktur. Beinhinnebetennelse, eller den mer korrekte betegnelsen medialt tibialt stress-syndrom (MTSS), har kun forandringer i periost, mens en stressreaksjon affiserer selve beinvevet. Stressreaksjoner er forårsaket av kumulativt, repetitivt stress og påfølgende unormal beinremodellering. De oppstår gjerne i sammenheng med endring eller økning av treningsbelastning, eller ved høy treningsbelastning over tid.^{1,2}

Skadene kan oppstå ulike områder i tibia. Skader på posteromediale korteks er vanligst, mens stressreaksjoner i anterolaterale korteks, tibiaplatået og distalt mot malleolen er relativt sjeldne.^{3,4}

Stressfrakturer deles inn i høy- og lavrisikoskader basert på anatomisk lokalisasjon, og denne inndelingen har både prognostisk og terapeutiske konsekvenser.⁵ Lav risiko frakturer har god prognose når de behandles med aktivitetsrestriksjon. Høyrisiko frakturer tar vanligvis lenger tid, og har større sjanse for forsinket tilheling eller non-union. Med hensyn til tibia er stressreaksjoner lokalisert til posteromediale korteks en lavrisiko skade, mens skader på anterolaterale korteks og mediale malleol er høyrisiko skader.⁶

Videre differensieres det mellom stressfrakturer (som er siste stadium i utviklingen av en stressreaksjon), insuffisiensfrakturer og patologiske frakturer.

En stressfraktur er et resultat av for høy belastning på normalt bein over tid, mens insuffisiensfraktur oppstår ved normal belastning på et generelt svekket skjelett, for eksempel ved osteoporose eller osteopeni. Lav energitilgjengelighet er en risikofaktor som over tid kan gi reduksjon i beinmineraltetthet (BMD) og eventuelt osteopeni.

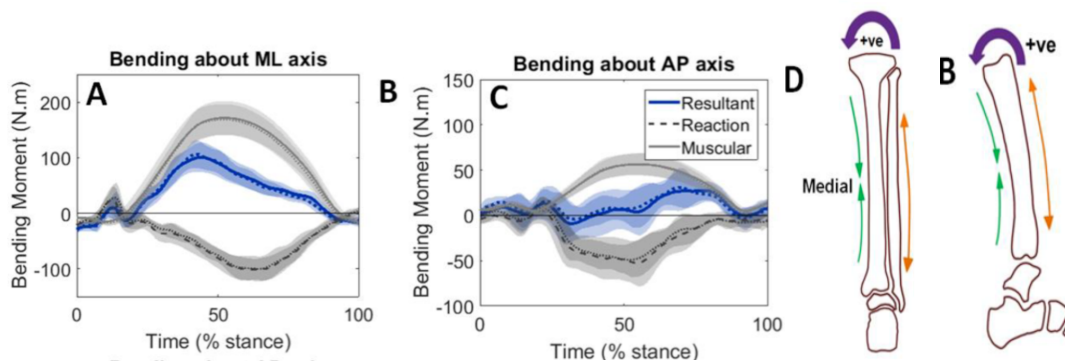
Patologiske frakturer betegner en fraktur i et mer fokalt svekket skjelett, for eksempel ved en tumor. Insuffiensi- og patologiske frakturer bør alltid være med i vurderingen ved skjelettaffeksjon.⁷

Utvikling av stressreaksjoner

Ifølge Wolffs lov vil en ytre mekanisk belastning gjøre at bein tilpasser seg belastningen den utsettes for over tid. Bein tilpasser seg belastning ved å endre både den indre trabekulære strukturen og i den ytre kortikale overflaten av beinet avhengig av beinets geometri og kreftene som virker på det.

De lange knoklene, som for eksempel tibia, fungerer som en søyle og får det meste av styrken sin fra det ytre kortikale beinet. Ved fysisk aktivitet i vektbærende stilling utsettes beinet både for direkte og indirekte krefter gjennom en kompleks kombinasjon av kompresjon, torsjon, bøyning og skjærkrefter. Kortikalt bein har stor evne til å motstå kompresjon, mens det er mer sensitivt for bøyingskrefter. Nettopp bøyingskrefter antas å være den viktigste faktoren for utvikling av en stressreaksjon i tibia.⁵

Under løping utsettes tibia for bøyingskrefter både fra kontaktkraften mot bakken (GRF) og fra muskeldrag. Det oppstår da kompresjon på den konkave posteromediale siden, og traksjonskrefter på den konvekse anterolaterale siden av tibia. Kreftene avtar videre mot 0 i midten av knokkelen. Som følge av dette skjer det meste av remodelleringen i tibia i korteks.⁸ Kreftene som tibia utsettes for gjenspeiles ikke av GRF alene. Under løping er GRF 2-3 ganger kroppsvekt, mens den totale belastningen som tibia utsettes for er 6-14 ganger kroppsvekt på grunn av muskeldrag fra leggmuskulaturen. Belastningen på tibia er derfor relativt lav i det foten treffer bakken, men øker i standfasen av løpssteget.^{9,10}



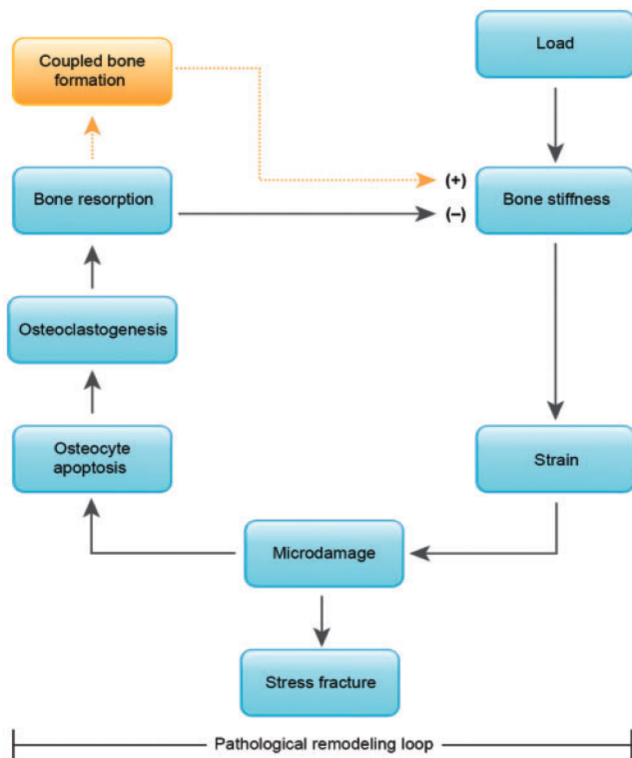
Fra Rice et al¹¹

Stressreaksjoner er ikke forårsaket av en spesifikk hendelse, men oppstår ved repetert belastning over tid med for lite hvile. Ved fysisk aktivitet oppstår det mikroskader i skjelettet. Disse repareres kontinuerlig via remodelleringsprosessen. Ved belastning oppstår det mikrosprekker som ødelegger strukturen til canaliculi og forårsaker osteocyt apoptose. Dette aktiverer et team av ulike celler som kalles en *basic multicellular unit* (BMU).

I første rekke kommer osteoklaster inn i området som resorberer det skadde beinvevet. I kortikalt bein lager osteoklastene 3-10 mm dype longitudinelle kanaler i beinet. Denne prosessen tar ca. 2 uker. Deretter starter en reverseringsfase som enda ikke er fullt kjent. Rekker av osteoblaster kommer så inn i området og binder seg til reverseringssonen. Osteoblaster skiller ut type 1 kollagenrik osteoid matrix som videre blir mineralisert. Noen osteoblaster blir værende i denne matrixen, og blir omdannet til osteocytter.^{8,12} Hele prosessen tar fra 2-8 måneder.⁵

Fordi nydannelsen av bein først kommer i gang 10-14 dager etter dannelsen av resorpsjonskaviteten er beinet relativt svekket i disse første stadiene av remodelleringsprosessen. Dersom belastningen opprettholdes, vil resorpsjon av bein fortsette å dominere og gi videre nedbrytning av korteks. Dette kan over tid utvikle seg til en stressreaksjon og videre mot en stressfraktur.^{5,13,14}

Du kan lese mer om remodelleringsprosessen *her*.



Skjematisk fremstilling av remodelleringsprosessen og utviklingen av en stressreaksjon.
Fra Huges et al¹⁵

Belastning på tibia

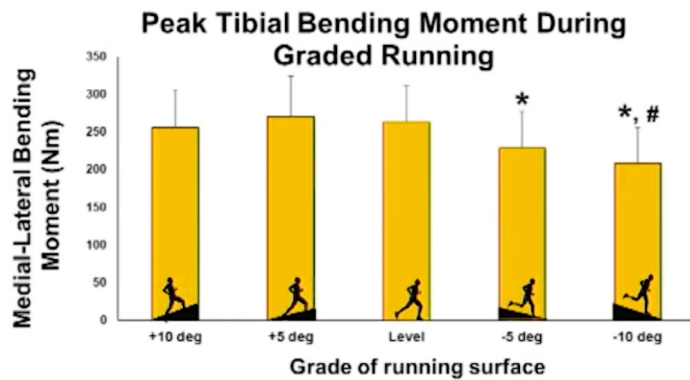
Den totale stresset som tibia blir utsatt for under løping kommer fra en kombinasjon av aksiale krefter og bøyingskrefter. Det er stor variasjon mellom utøvere og individuell belastning på tibia under løping. Belastning på tibia er imidlertid korrelert med løpshastighet, og stigning.^{2,9,16}

En reduksjon i løpshastighet fra 4,5m/s til 3,5m/s har vist seg å kunne gi en reduksjon på 7% i tid før skade i en probabilistisk modell som brukte «finite modellering». Videre reduksjon fra 3,5m/s til 2,5m/s reduserte tid til skade med 10%.²

Steg-lengde spiller også en rolle for tibialt stress. Ved å korte ned steglengden med 10% reduseres stresset på tibia. Kortere steglengde og lavere løpshastighet vil gi flere belastningssykluser, men dette overgås av den reduserte belastningen som effekten av redusert hastighet og kortere steglengde gir.¹⁷

Varighet av trening er også en viktig faktor. Det er vist økende beinstress ved økende varighet av trening. Det er foreløpig ukjent hvor tidlig dette inntreffer. Det er vist en økning på 12-15% av maksimalt anteriørt og posteriørt stress ved løping i over 20 minutter.¹⁰

Helning på underlaget påvirker stresset som tibia utsettes for. Bøyingskreftene fra muskeldrag er vesentlig større enn GRF. Løping i motbakke gir derfor større stress på tibia enn løping på flatt underlag eller i nedoverbakke.



Fra Baggaley et al¹⁸

Dyreforsøk har vist at mekanosensitivitet i bein avtar ved kontinuerlig belastning og øker igjen ved hvile. Hos rotter ga periodiske hvilefaser 2,3 ganger høyere styrke i skjelettet. Periodisering av trening er derfor viktig, både i trening og i rehabilitering. Det vil være fornuftig å legge inn perioder med hvile eller vesentlig redusert belastning både i mikro- og makroperiodiseringen gjennom rehabiliteringsforløpet.¹⁹

Oversikt over faktorer som påvirker bøyingskreftene i tibia vil være viktig å ha kunnskap om, både i periodisering av trening og i et rehabiliteringsforløp.

Risikofaktorer

Høyt treningsvolum er som oftest alltid til stede hos friske utøvere som pådrar seg en stressreaksjon. Ut over dette er det en rekke tilleggsfaktorer som kan påvirke sannsynligheten for å pådra seg en slik skade.⁵

Kjønn

Kvinner mer utsatt for stressreaksjoner generelt og på tvers av idretter. Kvinner har mindre diameter på tibia sammenlignet med menn. Dette er en kjent risikofaktor for utvikling av en stressreaksjon. I en stor epidemiologisk undersøkelse av stressreaksjoner hos college løpere utgjorde imidlertid stressreaksjoner 54,5% av skadene hos menn, og 32% av skadene for kvinner.²⁰ Klinisk erfaring tilsier heller ikke at det er hovedvekt av kvinner som er utsatt for stressreaksjoner i tibia.

Beinhelse og ernæringsstatus

Energittilgjengelighet, hormonell status og bone mass density (BMD) er sterkt knyttet til både utvikling av, og prognose ved stressreaksjoner. Du kan lese mer om ernæring og stressreaksjoner *her*.

Alder

Yngre utøvere ser ut til å være mer utsatt for stressreaksjoner. Mellom 40-50% av beinstress-skadene oppstår hos utøvere under 20 år.⁵ Det kan være mange faktorer som bidrar til dette; Rask økning av treningsbelastning, treningsintensitet, samt skjelettets utvikling spiller sannsynligvis en stor rolle. Det har også vært en trend mot tidlig spesialisering og mer ensidig trening for unge utøvere, samt mangel på periodisering av treningen.

Biomekanikk

Beinlengdeforskjell, pes planus eller pes cavus, hofteadduksjon, tibia vara, subtalar varus, forfot varus og bakfots eversjon er alle kjente mulige risikofaktorer for utvikling av stressreaksjoner i underekstremiteten.

Symptomer ved stressreaksjon i tibia

Pasienter med stressreaksjon i tibia opplever som oftest gradvis innsettende smerter, uten forutgående traume. Smerten øker ved vektbærende aktivitet. I startfasen øker smerten vanligvis mot slutten av øktene og avtar ved hvile. Ved fortsatt belastning vil symptomene øke gradvis og kan da være utover aktivitet. Smerten kan da også være til stede om natten.²¹

Stressfrakturer på tibiaplataet oppstår som oftest posteromedialt. Skaden kan lett feil-diagnostiseres da smertelokalisasjon og palpasjonsømheter er lik det en finner ved medial meniskskade, skade på MCL og pes anserinus bursitt. Pasientene rapporterer typisk gradvis innsettende smerte ved mediale proksimale del av tibia, uten forutgående traume. Det er vanligvis ikke innskrenket bevegelse eller økt væske i kneleddet. En bør være oppmerksom på denne differensialdiagnosen hos løpere med mediale knesmerter.²²

Anamnese

Anamnesen må kartlegge symptomer, oppstart, varighet, progresjon og variasjon, samt tidligere skader i samme område. Det er viktig å innhente informasjon om underliggende indre og ytre faktorer som er forbundet med risiko for utvikling av stressfrakturer. Risikofaktorene inkluderer rask økning av treningsbelastning og endring av øvelsesutvalg, samt lav energitilgjengelighet og eventuelle andre sykdommer/ tilstander som kan medføre svekket benhelse. Indre og ytre faktorer henger ofte sammen i utvikling av stressfrakturer, for eksempel økt trening i kombinasjon med lavt energiinntak.²¹

Undersøkelse

Ved stressreaksjoner i tibia er skadeområdene lett tilgjengelig for palpasjon. Ved en stressreaksjon er smertefokus som oftest i et begrenset område ~5cm, selv om det kan være ømheter i et større område.

Belastningstester som hopp og hink gir aktuelle smerte.

Differensialdiagnoser

Kompartmentsyndrom har andre symptomer enn stressfraktur. Pasienten opplever ofte krampefølelse, brennende smerter eller trykksmerter i leggmuskulaturen som raskt bedres når belastningen opphører. I tillegg til smerter under trening kan pasienten også oppleve parestesier og/ eller kald fot på grunn av nedsatt blodtilførsel til muskel og nerve.²³

Andre aktuelle tilstander er strekk/partielle rupturer, kontusjonsskader og DOMS.

Vær oppmerksom på røde flagg som tegn på alvorlig patologi. Dette inkluderer smerte uten mekanisk belastning, nattsmerter, feber/nedsatt allmenntilstand. Smerter i tibia kan være forårsaket av osteoid osteom eller annen beintumor. Mulighet for infeksjon i bløtdeler eller i bein (osteomyelitt) bør også vurderes, spesielt hos barn og unge.

Medialt tibialt smertesyndrom (MTSS) kan sees på som en tidlig fase i et kontinuum i utviklingen via stressreaksjon, til stressfraktur. Denne tilstanden normaliseres vanligvis ved avlastning i en kortere periode. Diagnosen kan med stor sikkerhet stilles utelukkende ut fra anamnese og klinisk undersøkelse. Klinisk er distale 2/3 av tibia palpasjonsømt over et større område langs posteromediale kant av tibia. Ved MTSS er det vanligvis palpasjonssmerter i et område lenger enn 5cm. Smerter i et mer avgrenset område øker mistanken mot stressreaksjon. Dersom det ikke er tegn på andre tilstander, kan en med stor sikkerhet stille diagnosen MTSS basert på dette kriteriet. Dersom konservativ behandling ikke gir symptomlette, eller det er usikkerhet rundt diagnosen, bør pasienten henvises til MR.²³

MR

MR er førstevalget ved mistanke om stressreaksjon i tibia. MR gir nøyaktig fremstilling

av patologi i bløtdeler, og har svært høy sensitivitet for påvisning av beinmargsødem som er en tidlig indikasjon på stressreaksjon.

MR er svært sensitivt for beinmargsødem, men har dårligere forutsetninger for å påvise resorpsjon av bein. Remodelleringsprosessen starter alltid med resorpsjon. Ved funn av beinmargsødem kan en derfor forvente at den fysiologiske prosessen har kommet lenger enn det MR påviser. Det betyr at selv lavere gradering der det kun påvises beinmargsødem på MR trenger relativt lang rehabiliteringstid. Periostealt ødem er ikke alltid til stede, og er ikke et nødvendig kriterium for diagnosen stressreaksjon.²⁴

Det finnes en rekke klassifiseringssystemer for stressreaksjoner i tibia. Olympiatoppen benytter Fredericsons modifiserte klassifikasjonssystem.

Modified Fredericson grade	MRI findings
1	Periosteal edema with no other abnormalities
2	Periosteal edema and bone marrow edema, only visible on T2-weighted images
3	Periosteal edema and bone marrow edema, with signal abnormalities on both T1- and T2-weighted images
4a	Multifocal areas of cortical signal abnormalities, and bone marrow edema visible on both T1- and T2-weighted images
4b	Linear cortical lesion (fracture) and bone marrow edema on T1- and T2-weighted images

Fra: Kijowski et al 2012

MR henvisningen skal inneholde:

- Idrettsgren og nivå
- Symptomer og sideangivelse/lokalisasjon av symptomer
- Eventuelt utstrålende smerter
- Varighet, og traumemekanisme dersom traume
- Provoserende aktivitet eller bevegelse
- Hvor i fasen er vi – ute av idrett/i rehabilitering
- Differensialdiagnoser
- Tidligere skader og operasjoner i aktuelle område

Interne henvisningsrutiner

Ved bekreftet stressreaksjon skal pasienten settes opp til lege med kompetanse innenfor området. På Olympiatoppen koordinerer lege videre utredning, og kobler inn ernæringsfysiolog, psykiater, gynekolog, endokrinolog, eventuelt andre spesialister etter behov.

Stipend utøvere utredes og følges opp i regi av Olympiatoppen på alle områder etter behov. Utøvere på lavere nivåer må som regel henvises eksternt dersom det er behov for dette.

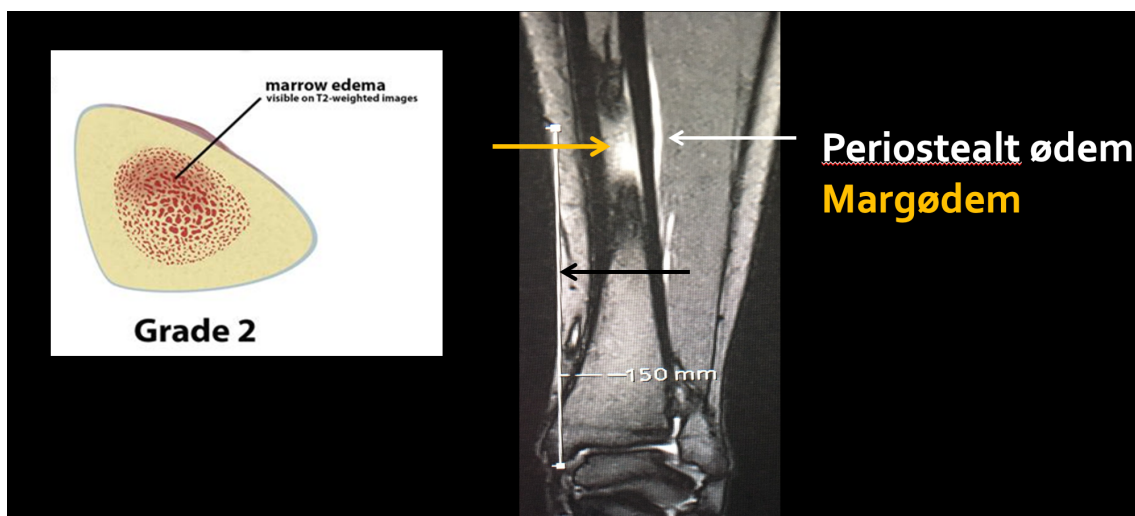
Du kan lese mer om medisinsk utredning og medisinsk behandling av stressreaksjoner [her](#), og om utredning og tiltak innen ernæring [her](#).

Rehabilitering

Stressreaksjoner i posteromediale tibia

Symptomene ved en stressreaksjon i tibia samsvarer ofte dårlig med alvorlighetsgrad basert på MR. I en studie med pasienter som var diagnostisert med stressreaksjon (grad 3 og 4) hadde flesteparten (11 av 14) smerter ved normal gange, og alle hadde smerter ved løping.²⁵ Det er en trend for høyere MR klassifisering (grad 1-4) og tid til retur til idrett. Jo høyere gradering, jo lenger tid til retur til idrett.^{26,24,27,28,29} Det er imidlertid noe variasjon i tid til retur til idrett mellom studiene på dette området.

Kijowski et al³⁰ fant ikke signifikant forskjell mellom grad 2, 3 og 4a med hensyn til periostealt- eller beinmargsødem, eller tid til retur til idrett. Grad 1 har kortere, og grad 4b har signifikant lenger tid til retur til idrett enn grad 2, 3 og 4a. De argumenterer derfor for at Fredericson grad 2, 3 og 4a klinisk kan kombineres til en kategori.³⁰



Grad 2 stressreaksjon i posteromediale tibia

Basert på en sammenfatning av studiene på dette området^{24,28,29,30} benytter Olympiatoppen følgende retningslinjer for retur til idrett/oppstart av retur til idrettsprogresjon for stressreaksjoner lokalisert til posteromediale korteks av tibia:

Grad 1	6-12 uker
Grad 2-4a:	12-16 uker
Grad 4b:	14-17+ uker

Disse tidsestimatene er kun retningsgivende og vil variere fra pasient til pasient. Det må tas hensyn til risikofaktorer, og belastningen må styres strengt innenfor smertegrensen.

Generelle retningslinjer for rehabilitering

Fase 1:

Hovedmålet er å bli smertefri ved ADL. All aktivitet som involverer underekstremiteten skal være smertefri, det vil si 0 på en 0-10 smerteskala. Dersom pasienten har smerter ved normal gange, skal det avlastes med krykker til normal gange er symptomfritt. Forsøk på gange med belastning for å kontrollere for symptomer gjennomføres annenhver dag. Pasienten kan trene fritt i vann med svømming eller aquajogg. Øvelser med lav vektbæring som ergometersykel, ro/padle-ergometer kan gjennomføres dersom det er smertefritt. Det må tas hensyn til energiforbruk ved REDs problematikk.

Overgang til fase 2 når pasienten har vært smertefri ved normal gange i 5 dager etter avlastningsperioden. Dersom det skulle oppstå symptomer i denne fasen må pasienten over på krykkeavlastning igjen.

Fase 2:

I fase 2 startes lavbelastet aktivitet. Det må tas hensyn til stress både fra GRF og aktivering av leggmuskulatur. Pasienten kontrollerer all aktivitet basert på smerte.

Aktuelle øvelser i fase 2:

Trening i vann

Ergometersykkel

Ellipsemaskin

Stake-ergometer

Gange, eventuelt på flat tredemølle. Progresjon til rask gange.

Trening på avlastningsmølle (AlterG), evt gå-jogg progresjon.

Når pasienten har vært smertefri i øvelser med lav belastning kan hen starte med trening på avlastingsmølle (Alter-G) mølle hver 2.-3. dag. Oppstart på 80% kroppsbelastning på flat mølle. Progresjon med 5% intervall i økning av kroppsvekt dersom pasienten har vært smertefri i 3 økter. Lav hastighet innledningsvis 8-9km/t, økende opp til 11 km/t før progresjon til neste belastningsnivå og lavere starthastighet.

Varighet av fase 2 er basert på forventet tidslinje, samt at pasienten må være symptomfri i all aktivitet, inkludert smertefri løping på Alter-G med 95% belastning, 11 km/t. Periodisering av rehabiliteringstreningen er viktig.

Idrettsspesifikk styrketrening kan gjennomføres innenfor smertegrensen.

Dersom pasienten ikke har tilgang på Alter-G mølle kan en ta utgangspunkt i gå-jogg progresjon etter Warden.³¹ (se progresjon etter referanser)

Fase 3:

Pasienten skal ha vært smertefri gjennom progresjonen i fase 2, samt helst være smertefri ved palpasjon av aktuelle område på tibia før progresjon til fase 3.

Oppstart med idrettsspesifikk trening hver 2.-3. dag, med innledningsvis kort varighet. Øk varighet på lav intensitet før en øker intensiteten.

Kontroll av symptomer, skal være 0/10 i all aktivitet.

Korte perioder med full belastning innen aktuelle idrett. Start gjerne med så lite som 5 min de første øktene. Øk varighet på elementer med høyere intensitet gradvis. Periodisering av rehabiliteringstreningen er viktig.

Fase 4:

Overgang til ubegrenset idrettsaktivitet. I starten hver 2.-3. dag.

En kan vurdere 2 sykluser med 2 uker belastning og en uke med rolig belastning for å tilpasse den fysiologiske tilhelingsprosessen til remodelleringsprosessen, ref Romani et al.⁸

Generelle retningslinjer i rehabiliteringen

Treningsintensitet er viktigere enn treningsvolum med hensyn til stress på tibia.

Biomekaniske modeller har vist at 10% reduksjon av treningsintensitet gir 100% økning av belastningssykluser før det oppstår skade i skjelettet.² Øk derfor treningsvolum på lav intensitet først før en øker intensiteten. Når intensiteten i treningen øker, må treningsvolumet midlertidig reduseres.

Kontaktkraften mot bakken representerer ikke belastningen på tibia. Muskeldraget gir vesentlig høyere bøyingsmoment enn kontaktkraften mot bakken. Unngå intensiv løping i motbakke.¹⁸

Løping rett frem gir også lavere belastning på beinet sammenlignet med løping med retningsforandringer. Når intensiteten går opp, må varigheten midlertidig begrenses.

Det kan være hensiktsmessig å tilstrebe kortere steglengde i rehabiliteringen.

Mekanosensitivitet i bein avtar ved kontinuerlig belastning og øker igjen ved hvile. Det kan derfor være fornuftig å legge inn perioder med hvile eller vesentlig redusert belastning både i mikro- og makroperiodiseringen gjennom rehabiliteringsforløpet.¹⁹

Ta hensyn til risikofaktorer i hvert enkelt skadetilfelle.

All belastning skal være under symptomgrensen.²⁹

Det er viktig å være klar over at løpere kan ha lav-gradige stressreaksjoner uten symptomer. I en studie med oppfølging av utøvere med stressreaksjoner uten symptomer utviklet ingen symptomer eller forverring av skaden i oppfølgingsperioden på 1 og 2 år. Funnene representerer sannsynligvis den høye belastningen som langdistanseløpere utsetter underekstremiteten for.³²

Andre skadeområder

Det er signifikant forskjell med hensyn til både tilhelingstid, prognose og tid til retur til idrett mellom skader i høyrisiko-områder sammenlignet med lavrisiko-områder.³³ Det er begrenset informasjon om høyrisikostressreaksjoner i tibia.

Stressreaksjoner i anteromediale del av tibia

Stressreaksjoner lokalisert til anteromediale del av tibia er sjeldne, men er klassifisert som en høyrisikoskade. Korteks på anterolaterale del av tibia har begrenset blodforsyning og er under konstant tensjon på grunn av bøyingskreftene som virker på tibia i vektbærende stilling.

Disse skadene har potensiale til å utvikle seg til en komplett fraktur, og forsinket tilheling.³⁴

For stressfrakturer på anteromediale korteks anbefales konservativ behandling i opp til 6 mnd.

Dersom utøveren fortsatt har symptomer etter 3-6 mnd, vurderes kirurgisk behandling.

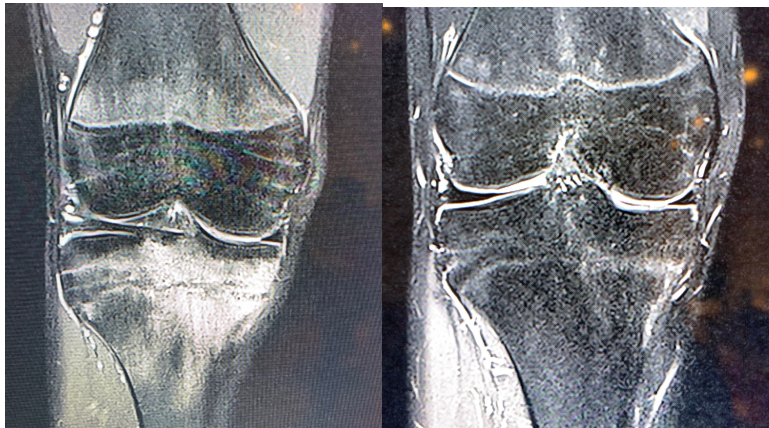
Tidligere ble margnagle brukt, men dagens kirurgi består av plate og skruer samt debridement av området.

Fredericson gradering 1-3 behandles med krykkeavlastning til pasienten kan gå uten smerter.

Dersom begge kortikales er involvert, med komplett frakturlinje, behandles skaden som en akutt fraktur. Det er rapportert lavere rate for retur til idrett ved konservativ behandling i forhold til kirurgisk behandling, henholdsvis 71% mot 96%. Rapportert tid til retur til idrett er imidlertid lik for begge behandlingsmetoder, ved konservativ behandling 3-14 måneder (7 mnd), og kirurgisk 3-24 måneder (7 mnd).³⁵

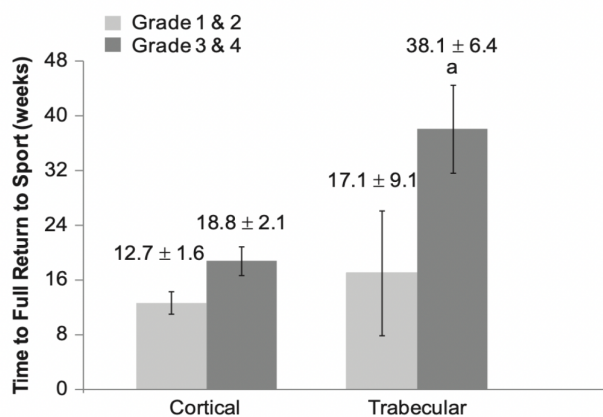
Stressreaksjoner i proksimale del av tibia

Stressfrakturer på tibiaplatået oppstår medialt og posterior. Det er lite litteratur som tar for seg rehabiliteringstiltak og tidsaspekt. Studiene indikerer retur til full aktivitet etter 12-20 uker fra diagnosetidspunkt.³⁶ De behandles etter samme retningslinjer som for stressfrakturer i posteromediale korteks.



Stressreaksjon i tibiaepifysen

Det er vesentlig lenger rehabiliteringstid for stressreaksjoner i trabekulært bein i forhold til kortikalt bein. Høygradige stressreaksjoner lokalisert til tibia meta-og epifysen tar lang tid for å tilhele.



Estimert tid til retur til idrett for kortikale og trabekulære skader. Fra Nattiv et al²⁴

Andre tiltak

Pneumatisk ortose

Det er foreløpig ikke studier som gjør det mulig å trekke noe konklusjon med hensyn til effekt av pneumatisk ortose. Enkelte studier viser noe kortere tid til retur til idrett, og det kan bidra til raskere progresjon i belastning innenfor smertegrensen. Det er et billig tiltak, og kan vurderes for pasienter med påvist stressreaksjon i posteromediale og anterolaterale del av tibia.^{35,37,38,39}

LIPUS (Low Intensity Pulsed Ultrasound)

Det er gjort få studier på effekt av LIPUS ved behandling av stressfrakturer. Studier som har høy risiko for bias viser større effekt, og studier med høy pasient compliance viser også større effekt.⁴⁰ LIPUS behandling er kostbart, og med dagens evidens bør denne behandlingen reserveres for høyrisiko skader og ved non-union.^{41,42,43,44}

Referanser

- 1 Rue, J. P., Armstrong, D. W., 3rd, Frassica, F. J., Deafenbaugh, M. & Wilckens, J. H. The effect of pulsed ultrasound in the treatment of tibial stress fractures. *Orthopedics* **27**, 1192-1195 (2004).

- 2 Edwards, W. B., Taylor, D., Rudolphi, T. J., Gillette, J. C. & Derrick, T. R. Effects of
running speed on a probabilistic stress fracture model. *Clinical biomechanics* **25**,
372-377, doi:10.1016/j.clinbiomech.2010.01.001 (2010).
- 3 Robertson, G. A. & Wood, A. M. Return to sports after stress fractures of the tibial
diaphysis: a systematic review. *British medical bulletin* **114**, 95-111,
doi:10.1093/bmb/ldv006 (2015).
- 4 Milner, C. E., Ferber, R., Pollard, C. D., Hamill, J. & Davis, I. S. Biomechanical factors
associated with tibial stress fracture in female runners. *Med Sci Sports Exerc* **38**,
323-328, doi:10.1249/01.mss.0000183477.75808.92 (2006).
- 5 Lefere, M., Demeyere, A. & Vanhoenacker, F. in *Imaging of Orthopedic Sports
Injuries* (eds Filip M. Vanhoenacker, Mario Maas, & Jan L. M. A. Gielen) 135-150
(Springer International Publishing, 2021).
- 6 Boden, B. P., Osbahr, D. C. & Jimenez, C. Low-risk stress fractures. *The American
journal of sports medicine* **29**, 100-111, doi:10.1177/03635465010290010201
(2001).
- 7 Harris, C. E., 3rd, Vincent, H. K. & Vincent, K. R. Sacral Stress Fractures: They See
You, But Are You Seeing Them? *Curr Sports Med Rep* **15**, 73,
doi:10.1249/JSR.0000000000000245 (2016).
- 8 Romani, W. A., Gieck, J. H., Perrin, D. H., Saliba, E. N. & Kahler, D. M. Mechanisms
and management of stress fractures in physically active persons. *Journal of
athletic training* **37**, 306-314 (2002).
- 9 Matijevich, E. S., Branscombe, L. M., Scott, L. R. & Zelik, K. E. Ground reaction force
metrics are not strongly correlated with tibial bone load when running across
speeds and slopes: Implications for science, sport and wearable tech. *PloS one* **14**,
e0210000, doi:10.1371/journal.pone.0210000 (2019).
- 10 Rice, H. W., G; Trudeau, MB; et al. Estimating tibial stress throughout the duration
of a treadmill run. (2019).
- 11 Rice, H. *et al.* Estimating Tibial Stress throughout the Duration of a Treadmill Run.
Medicine and science in sports and exercise **51**, 2257-2264,
doi:10.1249/MSS.0000000000002039 (2019).
- 12 Kenkre, J. S. & Bassett, J. The bone remodelling cycle. *Annals of clinical
biochemistry* **55**, 308-327, doi:10.1177/0004563218759371 (2018).
- 13 Diehl, J. J., Best, T. M. & Kaeding, C. C. Classification and return-to-play
considerations for stress fractures. *Clin Sports Med* **25**, 17-28, vii,
doi:10.1016/j.csm.2005.08.012 (2006).
- 14 Robling, A. G., Castillo, A. B. & Turner, C. H. Biomechanical and molecular
regulation of bone remodeling. *Annual review of biomedical engineering* **8**, 455-
498, doi:10.1146/annurev.bioeng.8.061505.095721 (2006).
- 15 Hughes, J. M., Popp, K. L., Yanovich, R., Bouxsein, M. L. & Matheny, R. W., Jr. The
role of adaptive bone formation in the etiology of stress fracture. *Exp Biol Med
(Maywood)* **242**, 897-906, doi:10.1177/1535370216661646 (2017).
- 16 Jensen, R., Leissring, SK, Stephenson, ML. *33rd International Conference on
Biomechanics in Sports* (2015).
- 17 Edwards, W. B., Taylor, D., Rudolphi, T. J., Gillette, J. C. & Derrick, T. R. Effects of
stride length and running mileage on a probabilistic stress fracture model.
Medicine and science in sports and exercise **41**, 2177-2184,
doi:10.1249/MSS.0b013e3181a984c4 (2009).
- 18 Baggaley, M., Derrick, T. R., Vernillo, G., Millet, G. Y. & Edwards, W. B. Internal
Tibial Forces and Moments During Graded Running. *J Biomech Eng* **144**,
doi:10.1115/1.4051924 (2022).

- 19 Saxon, L. K., Robling, A. G., Alam, I. & Turner, C. H. Mechanosensitivity of the rat skeleton decreases after a long period of loading, but is improved with time off. *Bone* **36**, 454-464, doi:10.1016/j.bone.2004.12.001 (2005).
- 20 Lynall, R. C. *et al.* Epidemiology of National Collegiate Athletic Association men's and women's tennis injuries, 2009/2010-2014/2015. *Br J Sports Med* **50**, 1211-1216, doi:10.1136/bjsports-2015-095360 (2016).
- 21 Feldman, J. J., Bowman, E. N., Phillips, B. B. & Weinlein, J. C. Tibial Stress Fractures in Athletes. *The Orthopedic clinics of North America* **47**, 733-741, doi:10.1016/j.ocl.2016.05.015 (2016).
- 22 Yukata, K. *et al.* Medial tibial plateau morphology and stress fracture location: A magnetic resonance imaging study. *World journal of orthopedics* **8**, 484-490, doi:10.5312/wjo.v8.i6.484 (2017).
- 23 Winters, M. *et al.* Medial tibial stress syndrome can be diagnosed reliably using history and physical examination. *Br J Sports Med* **52**, 1267-1272, doi:10.1136/bjsports-2016-097037 (2018).
- 24 Nattiv, A. *et al.* Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. *Am J Sports Med* **41**, 1930-1941, doi:10.1177/0363546513490645 (2013).
- 25 Fredericson, M., Bergman, A. G., Hoffman, K. L. & Dillingham, M. S. Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *Am J Sports Med* **23**, 472-481, doi:10.1177/036354659502300418 (1995).
- 26 Beck, B. R. *et al.* Tibial stress injury: relationship of radiographic, nuclear medicine bone scanning, MR imaging, and CT Severity grades to clinical severity and time to healing. *Radiology* **263**, 811-818, doi:10.1148/radiol.12102426 (2012).
- 27 Miller, T. L., Jamieson, M., Everson, S. & Siegel, C. Expected Time to Return to Athletic Participation After Stress Fracture in Division I Collegiate Athletes. *Sports health* **10**, 340-344, doi:10.1177/1941738117747868 (2018).
- 28 Jamieson, M. *et al.* Time to return to running after tibial stress fracture in female Division I collegiate track and field. **28**, 393-397, doi:10.1097/bco.0000000000000524 (2017).
- 29 Arendt, E., Agel, J., Heikes, C. & Griffiths, H. Stress injuries to bone in college athletes: a retrospective review of experience at a single institution. *The American journal of sports medicine* **31**, 959-968, doi:10.1177/03635465030310063601 (2003).
- 30 Kijowski, R., Choi, J., Shinki, K., Del Rio, A. M. & De Smet, A. Validation of MRI classification system for tibial stress injuries. *AJR. American journal of roentgenology* **198**, 878-884, doi:10.2214/AJR.11.6826 (2012).
- 31 Warden, S. J., Davis, I. S. & Fredericson, M. Management and prevention of bone stress injuries in long-distance runners. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* **44**, 749-765, doi:10.2519/jospt.2014.5334 (2014).
- 32 Bergman, A. G., Fredericson, M., Ho, C. & Matheson, G. O. Asymptomatic Tibial Stress Reactions: MRI Detection and Clinical Follow-Up in Distance Runners. *American Journal of Roentgenology* **183**, 635-638, doi:10.2214/ajr.183.3.1830635 (2004).
- 33 Dobrindt, O. *et al.* Estimation of return-to-sports-time for athletes with stress fracture - An approach combining risk level of fracture site with severity based on imaging. *BMC musculoskeletal disorders* **13**, 139, doi:10.1186/1471-2474-13-139 (2012).

- 34 McInnis, K. C. & Ramey, L. N. High-Risk Stress Fractures: Diagnosis and Management. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation* **8**, S113-124, doi:10.1016/j.pmrj.2015.09.019 (2016).
- 35 Robertson, G. A. & Wood, A. M. Lower limb stress fractures in sport: Optimising their management and outcome. *World journal of orthopedics* **8**, 242-255, doi:10.5312/wjo.v8.i3.242 (2017).
- 36 Rosenthal, M. D., Moore, J. H. & DeBerardino, T. M. Diagnosis of medial knee pain: atypical stress fracture about the knee joint. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* **36**, 526-534, doi:10.2519/jospt.2006.2125 (2006).
- 37 Swenson, E. J., Jr. *et al.* The effect of a pneumatic leg brace on return to play in athletes with tibial stress fractures. *The American journal of sports medicine* **25**, 322-328, doi:10.1177/036354659702500309 (1997).
- 38 Allen, C. S. *et al.* The use of a pneumatic leg brace in soldiers with tibial stress fractures--a randomized clinical trial. *Military medicine* **169**, 880-884 (2004).
- 39 Moen, M. H. *et al.* The additional value of a pneumatic leg brace in the treatment of recruits with medial tibial stress syndrome; a randomized study. *Journal of the Royal Army Medical Corps* **156**, 236-240 (2010).
- 40 Busse, J. W. *et al.* Trial to re-evaluate ultrasound in the treatment of tibial fractures (TRUST): a multicenter randomized pilot study. *Trials* **15**, 206, doi:10.1186/1745-6215-15-206 (2014).
- 41 Schandelmaier, S. *et al.* Low intensity pulsed ultrasound for bone healing: systematic review of randomized controlled trials. *Bmj* **356**, j656, doi:10.1136/bmj.j656 (2017).
- 42 Busse, J. W. *et al.* Re-evaluation of low intensity pulsed ultrasound in treatment of tibial fractures (TRUST): randomized clinical trial. *Bmj* **355**, i5351, doi:10.1136/bmj.i5351 (2016).
- 43 Gan, T. Y., Kuah, D. E., Graham, K. S. & Markson, G. Low-Intensity Pulsed Ultrasound in Lower Limb Bone Stress Injuries: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Journal of Sport Medicine* **24**, 457-460, doi:10.1097/jsm.0000000000000084 (2014).
- 44 Yadav, Y. K., Salgotra, K. R. & Banerjee, A. Role of Ultrasound Therapy in the Healing of Tibial Stress Fractures. *Medical journal, Armed Forces India* **64**, 234-236, doi:10.1016/S0377-1237(08)80101-3 (2008).

Gå- jogg progresjon a.m. Warden³¹:

Forslag til løpsprogresjon for retur til idrettsfase ved stressreaksjon i tibia

All trening skal være smertefri!

Uke 1	Gå 9 minutter	Jogge 1 min	x 3
	<i>Hviledag</i>		
	Gå 8 minutter	Jogge 2 min	x 3
	<i>Hviledag</i>		
	Gå 7 minutter	Jogge 3 min	x 3

	2 hviledager		
--	--------------	--	--

Uke 2	Gå 6 minutter	Jogge 4 min	x 3
	<i>Hviledag</i>		
	Gå 5 minutter	Jogge 5 min	x 3
	<i>Hviledag</i>		
	Gå 4 minutter	Jogge 6 min	x 3
	2 hviledager		

Uke 3	Gå 2 minutter	Jogge 8 min	x 3
	<i>Hviledag</i>		
	Gå 2 minutter	Jogge 8 min	x 3
	<i>Hviledag</i>		
	Gå 2 minutter	Jogge 8 min	x 3
	2 hviledager		

Uke 4	Jogge 30 min		
	<i>Hviledag</i>		
	Løpe 30 min 60% av normal hastighet		
	<i>Hviledag</i>		
	Løpe 30 min 70% av normal hastighet		
	2 hviledager		

Uke 5	Løpe 30 min 80% av normal hastighet		
	<i>Hviledag</i>		
	Løpe 30 min 90% av normal hastighet		
	<i>Hviledag</i>		
	Løpe 30 min		
	2 hviledager		

Uke 6	Løp 30 min normal hastighet		
	Løp 30 min normal hastighet		
	<i>Hviledag</i>		
	Løp 30 min normal hastighet		
	Løp 30 min normal hastighet		
	2 hviledager		

Uke 7	Tilbake til normal trening i 2 uker etterfulgt av en rolig uke		
	(reperer denne syklusen 2 ganger (2 harde uker etterfulgt av en rolig uke))		