

Statusartikel

Stressfrakturer

Sebastian Dayagi Lund¹, Jasmin Garoussian¹, Jonathan Jetsmark Bjerre-Bastos¹, Ulrich Fredberg² & Kristoffer Weisskirchner Barfod³

1) Ortopædkirurgisk Afdeling M, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg Hospital, 2) Stadionklinikken i Aarhus, 3) Idrætskirurgisk Enhed M51, Ortopædkirurgisk Afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg Hospital

Ugeskr Læger 2025;187:V06250495. doi: 10.61409/V06250495

HOVEDBUDSKABER

- Stressfrakturer udvikles snigende og overses ofte på røntgenundersøgelse; UL-skanning er ofte bedre, men er meget operatørafhængig.
- MR-skanning er guldstandard for tidlig påvisning.
- Nye data fremhæver relative energy deficiency in sport og lavt energiindtag som centrale risikofaktorer.

Forståelse for stressfrakturer (SF) er afgørende, da disse skader udgør ca. 10% af alle sportsrelaterede knoglelidelser [1, 2]. Skaderne forekommer overvejende blandt individer, der udøver repetitiv og højintensiv træning, såsom atleter og militært personel. Derudover er kvinder særligt disponeret til SF. Bortset fra gentagen mekanisk belastning skyldes den højere forekomst et samspil mellem utilstrækkeligt kalorieindtag, hormonelle forstyrrelser og lav knogletæthed (BMD): relative energy deficiency in sport (RED-S) [3].

Mikrotraumer i knoglevæv er et almindeligt fænomen, der opstår som respons på repetitiv belastning. SF er et resultat af disse mikrotraumer, der akkumuleres i knoglevævet over tid, og når belastninger overstiger knoglens evne til at reparere sig, brækker knoglen [4].

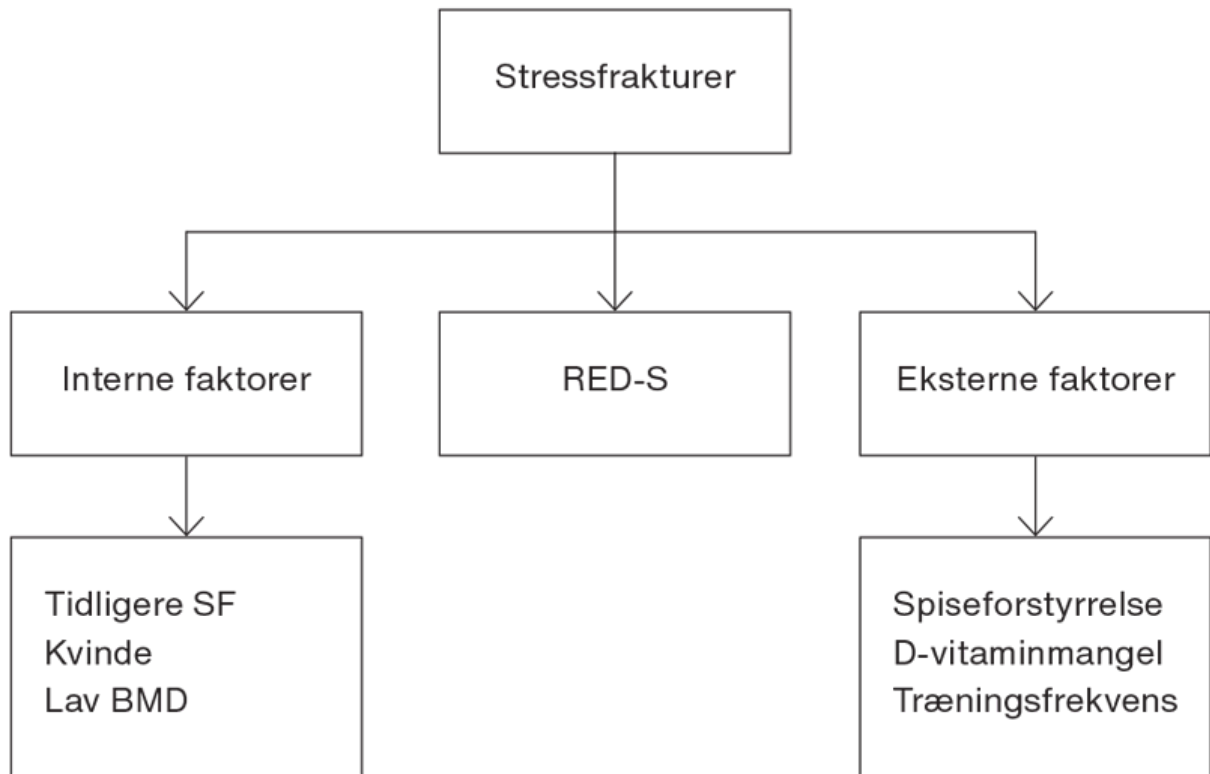
Formålet med denne artikel er at skabe et overblik over den aktuelle viden om SF med fokus på ætiologi, klinisk præsentation og strategier for diagnostik og behandling.

Epidemiologi og ætiologi

Epidemiologien af SF varierer i forhold til aktiviteten. SF forekommer særligt blandt sportsaktive, professionelle atleter, militært personel og personer med osteoporose/osteopeni eller spiseforstyrrelser. En stor del af den viden, der er tilgængelig, tager afsæt i studier lavet på militære aspiranter [5].

Risikofaktorer for SF kan inddeles i interne og eksterne faktorer (**Figur 1**).

FIGUR 1 De primære risikofaktorer for stressfrakturer.



BMD = knogletæthed; RED-S = relative energy deficiency in sport;
SF = stressfraktur.

Interne faktorer

Kvindeligt køn er isoleret set en risikofaktor. Et studie fra 2017, der undersøgte incidensen af SF hos atleter af begge køn, fandt en fordobling i risiko for udvikling af SF hos kvinder sammenlignet med mænd [6, 7].

Tidligere historik med SF øger risikoen for at udvikle en ny SF op mod 5-6 gange, uanset køn [8, 9].

Relative energy deficiency in sport

RED-S er en betydelig risikofaktor for SF og er kendetegnet ved forekomst af lav energitilgængelighed på grund af for ringe fødeindtagelse og som følge heraf menstruationsforstyrrelser samt nedsat BMD. Alle tre elementer behøver ikke være til stede for at stille diagnosen [10].

Den lave energitilgængelighed påvirker fysiologiske funktioner og har konsekvenser for atletens sundhed. Lav energitilgængelighed medfører østrogenmangel samt hormonelle ændringer i bl.a. leptin- og kortisolniveauer, som kan medføre reduktion i BMD [11].

Eksterne faktorer

Spiseforstyrrelser og andre psykologiske lidelser relateret til kost, kropsoptagelse og træningsadfærd er blevet

identificeret blandt kvindelige atleter med SF [1]. Unge kvindelige atleter med sekundær amenoré har 12,9 gange øget risiko for udvikling af SF [12].

Ernæringsmæssige mangler, herunder D-vitamin- og calciummangel, er tidligere blevet vist at være relateret til øget forekomst af SF [13].

Typen af træning, frekvensen og manglende restitution er vigtige faktorer, der øger risikoen for SF. Ligeledes øger dårligt fodtøj, f.eks. slidte løbesko, eller hårdt underlag risikoen [4].

Klinisk præsentation og diagnostisk udredning

Diagnosen stilles ud fra anamnese, objektiv undersøgelse og billeddiagnostik. SF er hyppigst lokaliseret til vægtbærende knogler. De hyppigste frakturer ses i tibia, os naviculare og metatarserne (specielt femte metatars), men SF kan ses i stort set alle knogler. SF's lokalisation afhænger af sportsaktiviteten.

Anamnese

Typisk præsentation involverer lokaliseret smerte udviklet over 2-4 uger med forværring ved aktivitet. Smerter kan senere i forløbet manifestere sig i hvile [6]. Grundig smerteanamnese er vigtig, og dernæst klarlægges eksterne og interne risikofaktorer, herunder træningsanamnese, for at kortlægge aktivitetstype og eventuelle ændringer i aktiviteten, f.eks. nylig øgning af volumen, intensitet eller fodtøj.

Objektiv undersøgelse

Objektiv undersøgelse bør indeholde inspektion for hævelse, rødme, palpation over brudstedet og undersøgelse for indirekte ømhed samt evt. hoppetest, hvor smerterne typisk vil forværres. Det er sjældent, at alle fund er til stede.

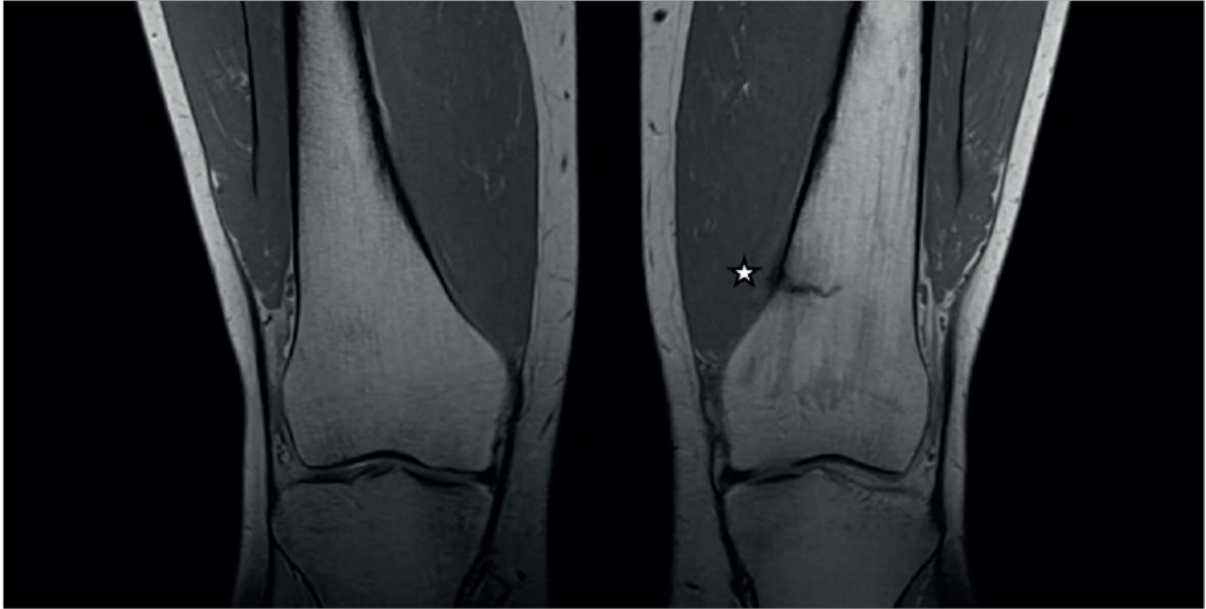
Røntgenundersøgelse

I den tidlige fase af en SF er konventionel røntgenundersøgelse ofte negativ. Sensitiviteten er kun ca. 15%, første gang patienten søger læge, og kun ca. 50% ved followup [14]. Det kan tage 3-4 uger, før ændringer optræder i metafyserne, og 4-6 uger i diafysen. I knogler, der overvejende består af spongiøst knoglevæv, som f.eks. os calcaneus eller collum femoris, ses SF som en sklerotisk linje vinkelret på trabeklerne. I kortikalt knoglevæv ser man periostale reaktioner [14, 15].

MR-skanning

MR-skanning er guldstandard til diagnosticering af SF med sensitivitet og specificitet beskrevet på hhv. 88% og 100% [16]. Derudover kan MR-skanning detektere knoglemarvsødem uger før, at der kan ses radiologiske forandringer [17] (Figur 2).

FIGUR 2 Stressfraktur (stjerne) i tibia.



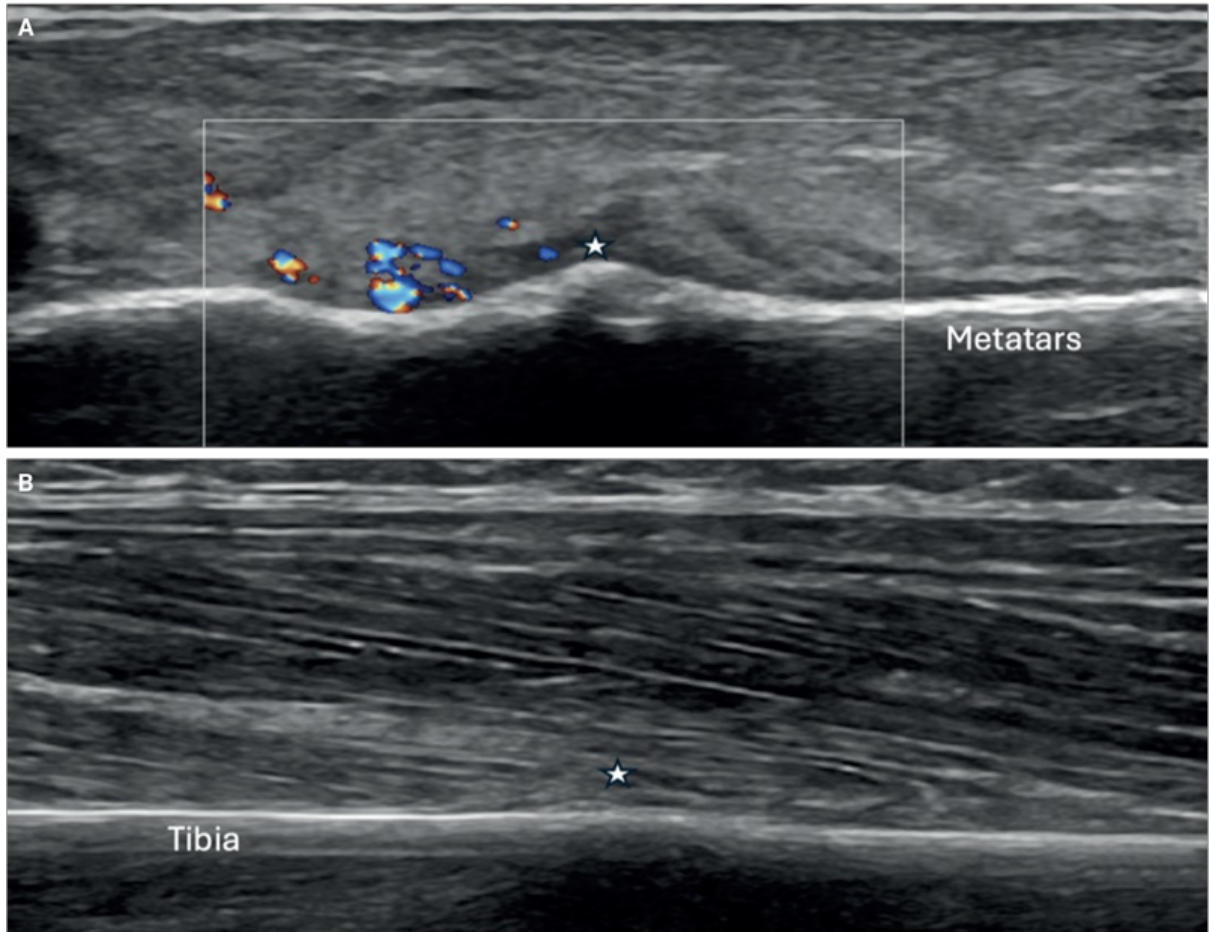
CT

Konventionel CT kan primært visualisere brud på corticalis og dermed ikke forstadier til SF [18, 19]. Nyere CT-teknologier, herunder DECT (dual-energy CT), kan derimod detektere knoglemarvsødem og knoglemetabolisme med høj sensitivitet og specificitet [20].

Ultralydskanning

Point-of-care (klinisk) UL-skanning anvendes i stigende omfang til diagnostik af SF. Metoden er lettilgængelig, billig, effektiv og uden stråling, men er meget operatørafhængig. UL-skanning er specielt velegnet til de lange rørknogler (f.eks. tibia og metatarser), hvor sensitiviteten er højere end ved røntgenundersøgelse [15, 18]. Ved UL-skanning kan der ses selv minimale konturspring, periostale blødninger, callusdannelse og øget Doppler-flow (se **Figur 3**), og forandringerne kan relateres med stor sikkerhed til de kliniske symptomer [21].

FIGUR 3 A. Stressfraktur (stjerne) i metatars. Der er callusdannelse og øget Doppler-flow. **B.** Stressfraktur (stjerne) i tibia. Der er uskarphed af periosten med let callusdannelse (hvilket giver slagskygge).



Knogleskintigrafi

Før MR-skanningen var knogleskintigrafien guldstandard til diagnosticering af SF grundet den høje sensitivitet med påvisning af øget knoglemetabolisme. Knogleskintigrafi mangler dog specificitet og anvendes i dag sjældent [15].

Behandlingsstrategier

Behandling af SF afhænger af frakturens lokalisation og klassifikation. SF inddeles i højrisiko- og lavrisikofrakturet. Højrisikofrakturet opstår typisk i områder med begrænset blodforsyning og har øget komplikationsrisiko, mens lavrisikofrakturet forekommer i velvaskulariserede områder (Tabel 1) [2, 18, 19].

TABEL 1 Oversigt over høj- og lavrisikostressfrakturer.

Kategori	Højrisikostressfraktur	Lavrisikostressfraktur
Typisk lokalisation	Os naviculare, tibia (anterior), femurhals (superior), 5. metatars (basis)	Tibiaskaft (posterior), fibula, 2.-4. metatars, calcaneus, femurhals (inferior)
Blodforsyning	Lav blodforsyning	God blodforsyning
Helingstid	Langsom heling, ofte behov for langvarig aflastning eller kirurgi	Hurtigere heling, konservativ behandling er ofte tilstrækkelig
Komplikationsrisiko	Høj risiko for non-union eller fuld fraktur	Lav risiko for komplikationer
Behandling	Ofte immobilisering, aflastning og evt. kirurgi	Aflastning og gradvis genoptræning

Det primære behandlingsprincip for lavrisikofrakture er konservativ behandling med fokus på belastningsreduktion og gradvis genoptræning. Vægtbæring tilpasses fracturens lokalisation og sværhedsgrad. Hos patienter med tegn på lav energitilgængelighed, herunder RED-S, bør den konservative behandling suppleres med ernæringsmæssige interventioner [2].

Kirurgisk intervention er sædvanligvis forbeholdt højrisikofrakture, hvor der er øget risiko for displacering, forsinket heling eller non-union [19].

SF i collum femoris inddeles i to typer: en kompressions- og en tensionsfraktur, hvor førstnævnte er lavrisikofraktur, og sidstnævnte er højrisikofraktur. Kompressionsfrakturen opstår i den inferiore del af collum, hvor knoglen udsættes for kompression ved belastning, og er typisk stabil. Tensionsfrakturen opstår derimod i den superiore del, hvor trækkræfter kan trække bruddet fra hinanden, hvilket øger risikoen for displacering. Tensionsfrakturen behandles oftest kirurgisk for at undgå displacering.

SF i tibia ses hyppigere og er ofte lokaliseret til den posteromediale del af tibia. Disse lavrisikofrakture ses oftest hos løbere og responderer godt på aflastning [2, 19]. SF i den anteriore cortex er derimod mindre hyppig, men betragtes som højrisikofraktur, da blodforsyningen er dårligere med risiko for forsinket heling og non-union. Her kan det være nødvendigt med osteosyntese [2, 19, 22].

SF i os naviculare udgør en højrisikofraktur, specielt i den centrale tredjedel. Dette skyldes dårlig blodforsyning og risiko for manglende heling [2, 19]. Et systematisk review fra 2021 viste, at operativt behandlede SF i os naviculare havde en markant lavere refrakturfrekvens (1%) sammenlignet med nonoperativ behandling (24%) [22, 23].

Basis af femte metatars inddeles i tre zoner: Zone 1, den mest proksimale (tuberositas), behandles konservativt på grund af godt helingspotentiale. Zone 2 (Jones-fraktur) i overgangen mellem metafyse og diafyse udviser dårligere helingspotentiale, hvorfor kirurgi kan overvejes. Zone 3, i den proksimale diafyse, betragtes som højrisikozone og behandles typisk operativt for at opnå hurtigere tilbagevenden til sport [2, 22, 24, 25] (se Tabel 1).

Diskussion

Diagnosen stressfraktur er udfordrende. Symptomerne er ofte uspecifikke og snigende, og konventionelle røntgenbilleder er ofte normale, hvilket forsinker diagnosen.

Anamnesen bør indeholde smerteanamnese og kortlægning af interne og eksterne faktorer. Særligt skal der være fokus på kostindtagelse hos yngre personer, da spiseforstyrrelser øger risikoen for SF betydeligt. Atleter med spiseforstyrrelser eller lav energitilgængelighed giver ofte ikke en fuldt korrekt anamnese, hvilket gør det vanskeligt at identificere relevante risikofaktorer. RED-S (spiseforstyrrelse, amenoré og nedsat knoglemasse) er en kendt risikofaktor for udvikling af SF, men disse tilstande kan være skjulte og underdiagnosticerede [3, 11, 13, 26].

MR-skanning er guldstandard med høj sensitivitet og specificitet, men metoden er dyr og tidskrævende. Konventionel CT påviser primært kortikale frakturer og er mindre egnet til tidlige stressforandringer, mens DECT muliggør visualisering af knoglemarvsødem [20]. Point-of-care UL anvendes i tiltagende grad til at diagnosticere SF, og metoden er billig og hurtig, men operatøraftængig. Knogleskintigrafi bruges ikke længere grundet manglende specificitet, men var guldstandard før MR-skanning [15, 27].

Størstedelen af SF behandles konservativt med aflastning, evt. immobilisering og gradvis genoptræning, mens visse højrisiko-SF eller manglende heling af lavrisiko-SF kan indicere kirurgi. Valg af behandling kan være et dilemma, især hos konkurrenceatleter, som ønsker hurtig tilbagevenden til sport og derfor accepterer øget kirurgisk risiko, som i udvalgte tilfælde muliggør hurtigere mobilisering [2, 19, 22]. Psykologiske faktorer spiller også ind: Atleter med spiseforstyrrelser kan udvise nedsat COMPLIANCE med hvile og kostråd af frygt for vægtøgning eller fortab, hvilket yderligere komplicerer rehabiliteringen.

Fremtidig forskning bør fokusere på forebyggelse gennem optimeret træningsplanlægning, screening for risikofaktorer (D-vitaminmangel og RED-S) samt udvikling af bedre behandlingsstrategier. Især mangler der viden om, hvordan man bedst fremmer knogleheling og forebygger recidiv hos atleter.

Konklusion

SF kan og bør diagnosticeres tidligt for at undgå komplette brud og for at reducere tiden væk fra arbejde og sport. Individuelt tilpasset behandling og tværfaglig tilgang, øget bevidsthed og forskning på området er nødvendig for at forbedre forebyggelse og behandlingsresultater.

Korrespondance Sebastian Dayagi Lund. E-mail: Sl@writeus.dk

Antaget 14. oktober 2025

Publiceret på ugeskriftet.dk 22. december 2025

Interessekonflikter UF oplyser økonomisk støtte ved en række videnskabelige møder og til et UL-skanningskursus i Barcelona. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2025;187:V06250495

doi [10.61409/V06250495](https://doi.org/10.61409/V06250495)

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

SUMMARY

Stress fractures

Stress fractures (SF) are overuse injuries in athletes, often presenting with insidious, activity-related pain. Early

diagnosis is essential to avoid complications. Initial X-rays are often normal, potentially delaying treatment. Point-of-care US is increasingly used to diagnose SF but the method is operator-dependent. MRI is the diagnostic gold standard. Clinical suspicion should be high in at-risk individuals, including those with low energy availability. Timely imaging and individual management improve outcomes, as argued in this review.

REFERENCER

1. Abbott A, Bird ML, Wild E, et al. Part I: epidemiology and risk factors for stress fractures in female athletes. *Phys Sportsmed*. 2020;48(1):17-24. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1632158>
2. Robertson GAJ, Wood AM. Lower limb stress fractures in sport: optimising their management and outcome. *World J Orthop*. 2017;8(3):242-255. <https://doi.org/10.5312/wjo.v8.i3.242>
3. Feingold D, Hame SL. Female athlete triad and stress fractures. *Orthop Clin North Am*. 2006;37(4):575-583. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2006.09.005>
4. Costa TMdRL, Borba VZC, Correa RGP, Moreira CA. Stress fractures. *Arch Endocrinol Metab*. 2022;66(5):765-773. <https://doi.org/10.20945/2359-3997000000562>
5. Milgrom C, Giladi M, Stein M, et al. Stress fractures in military recruits: a prospective study showing an unusually high incidence. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67(5):732-735. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.67B5.4055871>
6. Bergman R, Kaiser K. Stress reaction and fractures. *StatPearls Publishing*, 2025
7. Rizzone KH, Ackerman KE, Roos KG, et al. The epidemiology of stress fractures in collegiate student-athletes, 2004-2005 through 2013-2014 academic years. *J Athl Train*. 2017;52(10):966-975. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.8.01>
8. Wright AA, Taylor JB, Ford KR, et al. Risk factors associated with lower extremity stress fractures in runners: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49(23):1517-1523. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094828>
9. Tenforde AS, Sayres LC, McCurdy ML, et al. Identifying sex-specific risk factors for stress fractures in adolescent runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(10):1843-1851. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182963d75>
10. Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, et al. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *Br J Sports Med*. 2018;52(11):687-697. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099193>
11. Coelho AR, Cardoso G, Brito ME, et al. The female athlete triad/relative energy deficiency in sports (RED-S). *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2021;43(5):395-402. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1730289>
12. Nose-Ogura S, Yoshino O, Dohi M, et al. Risk factors of stress fractures due to the female athlete triad: differences in teens and twenties. *Scand J Med Sci Sports*. 2019;29(10):1501-1510. <https://doi.org/10.1111/sms.13464>
13. Lappe J, Cullen D, Haynatzki G, et al. Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *J Bone Miner Res*. 2008;23(5):741-749. <https://doi.org/10.1359/jbmr.080102>
14. Fredericson M, Jennings F, Beaulieu C, Matheson GO. Stress fractures in athletes. *Top Magn Reson Imaging*. 2006;17(5):309-325. <https://doi.org/10.1097/RMR.0b013e3180421c8c>
15. Sofka CM. Imaging of stress fractures. *Clin Sports Med*. 2006;25(1):53-62. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.08.009>
16. Gaeta M, Minutoli F, Scribano E, et al. CT and MR imaging findings in athletes with early tibial stress injuries: comparison with bone scintigraphy findings and emphasis on cortical abnormalities. *Radiology*. 2005;235(2):553-561. <https://doi.org/10.1148/radiol.2352040406>
17. Spitz DJ, Newberg AH. Imaging of stress fractures in the athlete. *Radiol Clin North Am*. 2002;40(2):313-331. [https://doi.org/10.1016/S0033-8389\(02\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0033-8389(02)00010-6)
18. Saunier J, Chapurlat R. Stress fracture in athletes. *Joint Bone Spine*. 2018;85(3):307-310. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2017.04.013>
19. McInnis KC, Ramey LN. High-risk stress fractures: diagnosis and management. *PM R*. 2016;8(3 suppl):S113-S124. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.09.019>
20. Foti G, Sanfilippo L, Longo C, et al. Diagnostic accuracy of dual-energy CT for bone stress injury of the lower limb. *Radiology*. 2024;313(2):e232415. <https://doi.org/10.1148/radiol.232415>
21. Syrop I, Fukushima Y, Mullins K, et al. Comparison of ultrasonography to MRI in the diagnosis of lower extremity bone stress injuries: a prospective cohort study. *J Ultrasound Med*. 2022;41(11):2885-2896. <https://doi.org/10.1002/jum.15977>

22. Paavana T, Rammohan R, Hariharan K. Stress fractures of the foot - current evidence on management. J Clin Orthop Trauma. 2024;50:102381. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102381>
23. Attia AK, Mahmoud K, Bariteau J, et al. Return to sport following navicular stress fracture: a systematic review and meta-analysis of three hundred and fifteen fractures. Int Orthop. 2021;45(10):2699-2710. <https://doi.org/10.1007/s00264-021-05147-6>
24. Mayer SW, Joyner PW, Almekinders LC, Parekh SG. Stress fractures of the foot and ankle in athletes. Sports Health. 2014;6(6):481-491. <https://doi.org/10.1177/1941738113486588>
25. Patel KA, Christopher ZK, Hubbard CE, O'Malley MJ. Stress fractures of the fifth metatarsal in athletes. J Am Acad Orthop Surg. 2021;29(12):507-517. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-20-01060>
26. Kale NN, Wang CX, Wu VJ, et al. Age and female sex are important risk factors for stress fractures: a nationwide database analysis. Sports Health. 2022;14(6):805-811. <https://doi.org/10.1177/19417381221080440>
27. Astur DC, Zanatta F, Arliani GG, et al. Stress fractures: definition, diagnosis and treatment. Rev Bras Ortop. 2015;51(1):3-10. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2015.12.008>