

Frakturrisiko ved myelomatose

Version 1. 12.06.2026

Udarbejdet af:

Astrid Toft Christiansen, Fysioterapeut, MSc. Stud. Afdelingen for Fysio- og ergoterapi, Aarhus Universitetshospital

Christine Astrup Daniel Larsen, Fysioterapeut, Afdelingen for Ergo- og Fysioterapi, Rigshospitalet

Nina Andersen, MD, Ph.d. stud., Hæmatologisk afdeling, Odense Universitetshospital

Lene Kongsgaard Nielsen, Overlæge, Afdeling for Blodsygdomme, Regionshospitalet Gødstrup

Thomas Lund, Ledende overlæge, Hæmatologisk afdeling, Vejle Sygehus

Indhold

Frakturrisiko ved myelomatose	1
Udarbejdet af:	1
Kort baggrund om knoglesygdom ved myelomatose	3
Baggrund for frakturrisiko af patienter med myelomatose.....	3
Frakturrisikovurdering, vejledning til gradering:	6
Regioner:	7
Læsevejledning og begrebsafklaring.....	9
Grad 1 – Lav frakturrisiko	10
Træningsvejledning Grad 1 – til patienten.....	10
Grad 1 - beskrivelse af behov i forbindelse med henvisning til genoptræning/kræftrehabilitering.....	10
Grad 2 – Moderat frakturrisiko	11
Træningsvejledning Grad 2 – til patienten.....	11
Grad 2 - beskrivelse af behov i forbindelse med henvisning til genoptræning	12
Grad 3 – Høj frakturrisiko	14
Træningsvejledning Grad 3 – til patienten.....	14
Grad 3 - beskrivelse af behov i forbindelse med henvisning til genoptræning	15
Referencer.....	17
Bilag 1 – Oversigt over værktøjer	19
Bilag 2 – Illustration af lokalisation	24
Bilag 3- Illustration af kortikalis.....	25

Kort baggrund om knoglesygdom ved myelomatose

Myelomatose (knoglemarvskræft) er en alvorlig uhelbredelig kræftform [1]. Et af de mest invaliderende symptomer ved sygdommen er, at der sker et excessivt knogletab, som oftest ses som osteolyser eller huller i skelettet [2]. Dette medfører smerter for patienten samt øget risiko for knoglebrud. Flertallet af patienterne har allerede dette på diagnosetidspunktet, og sværhedsgraden af knoglesygdommen har det med kun at øges gennem patientens levetid [3]. Graden af knogletab vurderes bedst ved hjælp af en CT-scanning; for ekstremiteter kan konventionel røntgen dog også benyttes. På grund af patologiske knogletab har der historisk været en meget restriktiv tilgang til træning for disse patienter. Moderne behandling har heldigvis kraftigt ændret patienternes fremtidsudsigter [2]. De fleste patienter kan nu se frem til at leve flere år med sygdommen, og medicin kan bremse nedbruddet af knoglemasse. Den meget restriktive tilgang til træning risikerer nu at blive en begrænsning for patientens samlede livskvalitet. Der foreligger meget sparsom evidens på området, og denne vejledning er danske eksperter bedste bud på, hvordan man afvejer gevinsten ved træning for denne patientgruppe op imod risici.

Formålet med retningslinjen

Formålet med denne retningslinje er:

1. At beskrive et redskab til vurdering af frakturrisikoen hos patienter med myelomatose forud for træningsinterventioner.
2. At beskrive træningsanbefalinger, der er tilpasset frakturrisikoen.

Vejledningen bygger på konsensus, klinisk erfaring og litteratur om knoglemetastaser, da der på nuværende tidspunkt ikke foreligger evidensbaserede redskaber til vurdering af knoglelæsioner ved myelomatose i relation til træning. Træningsanbefalingerne fungerer som et udgangspunkt, hvorfra belastningen kan tilpasses individuelt gennem pro- eller regression af intensitet og volumen af træningen, afhængigt af smerter, muskelstyrke og patientens generelle træningserfaring.

Baggrund for frakturrisiko af patienter med myelomatose

Der findes flere redskaber, som kan anvendes som støtte til vurdering af frakturrisiko ved metastaser i knoglerne. Fælles for disse er, at de primært er udviklet til kirurgisk beslutningstagning og ikke til vurdering af knoglens belastningstolerance i relation til træning. De mest anvendte eller

relevante redskaber er Spinal Instability Neoplastic Score (SINS), Mirels score, A novel scoring system og Myeloma Spine and Bone Damage Score (MSBDS). Alle redskaberne er beskrevet i bilag 1.

Vurdering af risiko for frakturer hos patienter med knoglemetastaser eller myelomatose er en kompleks klinisk udfordring, hvor flere faktorer spiller ind. Et af de mest anvendte redskaber til dette formål er Mirels scoringssystem (se bilag 1), som kombinerer kliniske, radiologiske og anatomiske parametre for at estimere frakturrisiko og behov for profylaktisk kirurgisk stabilisering [4]. Systemet tildeler point baseret på fire faktorer: smerte, læsionens størrelse, læsionens karakter (lytisk, sklerotisk eller blandet) samt læsionens lokalisation. Larsen et al. (2024) anvendte Mirels score i deres træningsstudie og havde i denne forbindelse ingen træningsrelaterede frakturer [5]. Selvom Mirels score er bredt anvendt i klinisk praksis, er systemet primært udviklet og valideret til metastatiske knoglelæsioner fra solide tumorer og er utilstrækkeligt valideret til patienter med myelomatose [6]. Toci et al. (2021) fandt, at Mirels score havde en lav sensitivitet hos patienter med myelomatose, hvilket medførte risiko for at overse patienter med reel frakturfare [6]. I de oprindelige valideringsstudier udgjorde myelomatose mindre end 15 % af de inkluderede læsioner [7]. Flere studier har siden påpeget, at myelomatoselæsioner adskiller sig både biologisk og mekanisk fra metastatisk knoglesygdom, hvorfor frakturrisikoen bør vurderes med dette in mente [6, 8, 9].

Udover Mirels score eksisterer også andre redskaber, herunder det rygspecifikke værktøj SINS (se bilag 1) [10]. Redskabet er ligeledes udviklet med henblik på kirurgisk beslutningstagning og ikke til vurdering af knoglens belastningstolerance i forbindelse med træning, og anvendeligheden hos patienter med myelomatose er begrænset.

MSBDS blev udviklet med henblik på at vurdere skeletrelaterede hændelser hos patienter med myelomatose baseret på CT-scanninger, særligt i forbindelse med højdosisbehandling (se bilag 1). Selvom MSBDS er et pålideligt redskab, er der begrænset evidens for den prædiktive værdi af scoren. Scoringssystemet anvendes til at identificere øget risiko for fraktur, men er ikke koblet til konkrete handlingsanvisninger i relation til fysisk aktivitet [11].

På baggrund af begrænsningerne i eksisterende redskaber udviklede Toci et al. et myelomatose-specifikt scoringssystem med afsæt i Mirels, men justeret til faktorer, der blev vurderet relevante for patienter med myelomatose [6]. Systemet bygger på fire variable: læsionsstørrelse (areal), læsions-

latens (tid fra myelomatose-diagnose til læsionens opståen), tilstedeværelse af smerter (ja/nej) samt metafysær lokalisation (se bilag 2). Studiet viste, at læsioner større end 5 cm² var associeret med øget frakturrisiko, og at metafysær lokalisation medførte højere risiko end diafysær eller epifysær placering (bilag 2). Med en cut-off værdi på 6 point var det nye scoringssystem væsentligt mere sensitivt end Mirels score samtidig med, at en høj specificitet blev opretholdt i identifikationen af patienter, der bør henvises til videre ortopædkirurgisk eller avanceret billeddiagnostisk vurdering. Værktøjet er efter vores viden udelukkende vurderet i en enkelt artikel [6].

Risikofaktorer for fraktur ved patienter med myelomatose:

En central faktor for frakturrisiko hos patienter med myelomatose er kortikal involvering (se billede i bilag 3). Kortikalisinvolvering defineres som erosion af kortikalis, hvor CT viser gennembrud, udtynding eller destruktion af den normale korteks. Omer Or et al. (2021) fandt, at 92 % af læsionerne, der førte til fraktur hos patienterne, involverede kortikalis [12].

Læsionsstørrelse var ligeledes en gennemgående risikofaktor i litteraturen [6, 7, 11], særligt i kombination med kortikal involvering samt tilstedeværelsen af tidligere eller aktuelle knoglebrud [10, 13-15]. Disse faktorer blev i forfattergruppen vurderet til at have potentiel biomekanisk betydning for knoglens belastningstolerance og dermed betydning for frakturrisiko i relation til fysisk aktivitet og træning. Samme faktorer har gjort sig gældende i konsensus-anbefalinger for risikovurderinger af patienter med knoglemetastaser fra 2022 [16].

Retningslinjens frakturrisikovurdering er baseret på ovenstående litteratur og tager udgangspunkt i CT-scanninger (herunder CT af skelettet samt øvrige CT-scanninger), som allerede indgår i kontrolforløbet for patienter med myelomatose. Der er således ikke indikation for at foretage CT-scanning udelukkende med henblik på vurdering af frakturrisiko, men ved klinisk tegn på progression eller ændret knoglesygdom.

Frakturrisikovurderingen skal forstås som et redskab til systematisk risikovurdering på baggrund af eksisterende billeddiagnostik med henblik på at understøtte kliniske beslutninger om fysisk aktivitet og træning. Der er truffet en række faglige valg i udarbejdelsen af retningslinjen med afsæt i ovenstående litteratur samt arbejdsgruppens kliniske vurderinger for at sikre en mere ensartet og klinisk anvendelig vurdering af træningsrelateret frakturrisiko hos patienter med myelomatose.

Frakturrisikovurdering, vejledning til gradering:

Frakturrisikoen for en patient med myelomatose vurderes på baggrund af CT-scanning af skelettet.

Frakturrisikoen vurderes selvstændigt for 6 regioner:

1. Columna + bækken er styrende for de overordnet træningsanbefalinger (se nedenfor).

Ud fra nedenstående regioner, angives lokale træningsanbefalinger for den enkelte region:

2. Costae + sternum
3. Højre overekstremitet
4. Venstre overekstremitet
5. Højre underekstremitet
6. Venstre underekstremitet

Vurderingen af frakturrisiko inddeles i grad 1, grad 2 eller grad 3. Grad 3 udgør den højeste risiko for fraktur. Hver risikogradering har en tilhørende træningsvejledning beskrevet nedenfor. Columna + bækken risikovurderes som den første region (trin 1 i flowchart), da denne region altid aktiveres ved træning, og risikoen for fraktur i denne region vil være begrænsende for træning af de øvrige regioner.

Hvis der fx er en grad 2 eller 3 risikovurdering i columna + bækken, vil patienten skulle træne efter denne risikovurdering, selvom der forekommer grad 1 risikovurdering i de øvrige regioner. Hvis alle regioner derimod er grad 1 fraset højre overekstremitet, der er grad 3, kan patienten træne efter grad 1 anbefaling for alle regioner fraset højre overekstremitet, der skal træne efter grad 3 anbefaling. Når columna + bækken er gennemgået i trin 1, gennemgås trin 2 for alle øvrige regioner en ad gangen.

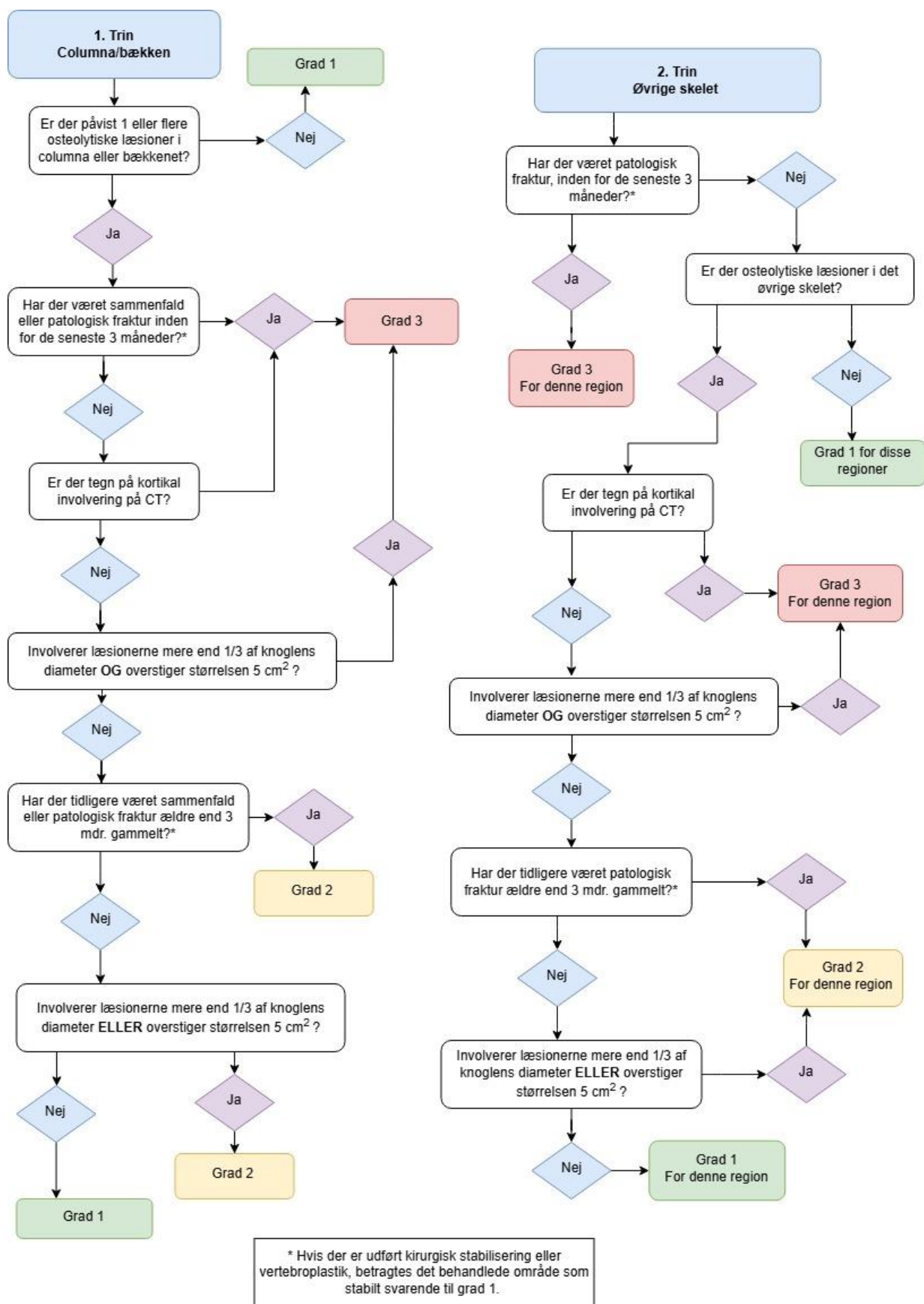
Regioner:

<u>Columna + Bækken</u>	<u>Costae + sternum</u>
Vertebrae fra C1 – L5	Costae 1-12
Os sacrum	Sternum
<u>Overekstremitet – inddeles i højre/venstre</u>	<u>Underekstremitet – inddeles i højre/venstre</u>
Clavicula	Os coxae
Scapula	(eksklusiv øvre hoftekam, fri af SI-leddet)
Humerus	Femur
Ulna	Patella
Radius	Tibia
Hånd og fingre	Fibula
	Foden

Frakturrisikovurderingen udgør således en vurdering af hver af regionerne: columna+bækken, overekstremitet højre/venstre, underekstremitet højre/venstre og costae + sternum.

Se særlige forhold ved involvering af costae og/eller sternum under beskrivelse af træningsanbefalingerne for grad 2 og 3.

Figur 1: Flowchart til at guide kliniker til vurdering af frakturrisiko og tilhørende gradering.



Læsevejledning og begrebsafklaring

Inddelingen af frakturrisiko for de enkelte grader skal laves fra højeste frakturrisiko: Hvis der ikke er opfyldte kriterier for grad 3, går man til grad 2, hvis disse ikke er opfyldt, er man i grad 1.

Graderne er udarbejdet ud fra graderingen af columna/bækken. Dermed er det columna/bækken, der er afgørende for den primære træningsanbefaling, se under ”Frakturrisikovurdering, vejledning til gradering”.

Hvem foretager vurderingen?

Frakturrisikovurderingen laves på behandlende afdelingen, ud fra de CT-scanninger der foreligger. Det er op til den enkelte afdeling at afgøre og sikre at de terapeuter/sygeplejersker/læger der foretager vurderingen, har de rette kompetencer.

**Særligt for henvisning til kræftrehabilitering jf. §119 sundhedsloven*.*

Vi anbefaler, at alle patienter med nydiagnosticeret myelomatose vurderes og vejledes individuelt af en fysioterapeut, i henhold til retningslinjen. Direkte henvisning til kræftrehabilitering bør kun foretages, når der er begrænset knogleinvolvering, jf. grad 1 for alle regioner, da ikke alle kommuner tilbyder individuel vurdering ved terapeut inden opstart af træning jf. §119.

Henvisningen skal altid indeholde notat vedrørende frakturrisikovurderingen. Patienter med højere frakturrisiko bør henvises til genoptræning (jf. Sundhedslovens §140), da de ofte oplever et funktionstab i forbindelse med deres sygdom. Den enkelte fysioterapeut i kommunen kan herefter vurdere, om patienten er kandidat til kræftrehabilitering.

Repetitions Maximum:

Repetition Maximum (RM) angiver den maksimale belastning, en person kan løfte et givent antal gentagelser i en styrkeøvelse med korrekt teknik. 1RM er den tungeste vægt, der kan løftes én gang, mens 10RM er den tungeste vægt, der kan løftes 10 gange. RM anvendes til at fastsætte træningsintensitet og til at monitorere udviklingen i muskelstyrke. Niveauet er individuelt og afhænger blandt andet af patientens aktuelle styrke og træningserfaring.

Grad 1 – Lav frakturrisiko

Obligatorisk for denne kategori:

- Fravær af osteolytiske forandringer, der påvirker kortikalis
- Ingen aktuelle eller tidligere patologiske frakturer
- Små læsioner er tilladt: ingen læsioner $\geq 5 \text{ cm}^2$, og ingen læsioner, der udgør $> 1/3$ af knoglens diameter

Træningsvejledning Grad 1 – til patienten

Hvis patienten har én eller flere regioner klassificeret som grad 2 eller 3, tilpasses vejledningen for den enkelte region i overensstemmelse med den pågældende gradering.

Sagt til patienten:

Du har begrænset knogleinvolvering og dermed ingen begrænsning for fysisk aktivitet og træning. Vær opmærksom på smerter i hverdagen og under træning. Stop straks en øvelse, hvis du oplever pludselig eller kraftig smerte.

Du bør træne i henhold til sundhedsstyrelsens anbefalinger.

- Kondition
- Muskelstyrke
- Balancetræning

Grad 1 - beskrivelse af behov i forbindelse med henvisning til genoptræning/kræftrehabilitering

Patienten har lidt tab af muskelstyrke, kondition og funktionsevne på grund af sygdom, behandling og indlæggelse. Patienten har behov for generel genoptræning af disse funktioner. Da patientens sygdom over tid kan reducere knoglestyrken, er det vigtigt at modarbejde dette ved vægtbærende motion samt belastning på skelettet i det daglige for at stimulere til øget knoglestyrke.

Patienten skal være opmærksom på smerter i det daglige samt under træning og skal stoppe en øvelse eller aktivitet øjeblikkeligt ved akut opstået smerte.

Der tilrådes en vægtbelastning i styrketræning svarende til 6-12 Receptions Maximum (RM) for de regioner, der er vurderet til grad 1 frakturrisiko.

Grad 2 – Moderat frakturrisiko

Kriterier:

Columna/bækken:

En eller flere osteolytiske læsioner i columna **uden tegn** på kortikalt gennembrud, og som opfylder ét eller flere af nedenstående kriterier:

- Læsionen er $\geq 1/3$ af knoglens diameter **ELLER** $\geq 5 \text{ cm}^2$ (men ikke begge dele, for så er det grad 3)
- Tidligere sammenfald/patologisk fraktur, som er ældre end 3 mdr., og som vurderes stabil*

* Ved usikkerhed omkring stabilitet anbefales konferering med ortopædkirurgisk afdeling.

Øvrige skelet:

Ved en eller flere osteolytiske læsioner i det øvrige skelet (se regioner) **uden tegn** på kortikalt gennembrud:

- Læsionen er $\geq 5 \text{ cm}^2$ **eller** involverer $\geq 1/3$ af knoglens diameter, men ikke begge dele, for så er det grad 3
- Tidligere patologisk fraktur, som er ældre end 3 mdr., og som vurderes stabil*

* Ved usikkerhed omkring stabilitet anbefales konferering med ortopædkirurgisk afdeling.

Træningsvejledning Grad 2 – til patienten

Du skal være opmærksom på smerter i det daglige samt under træning og skal stoppe en øvelse eller aktivitet øjeblikkeligt ved akut smerte under aktivitet og træning.

Det er vigtigt, at du løfter på en skånsom måde og undgår at bøje dig langt frem i ryggen, især hvis det sker hurtigt eller med vægt i hænderne. Undgå at dreje eller vride ryggen kraftigt, især når du bærer vægt.

Brug i stedet benene, hold ryggen så ret som muligt, og før tingene tæt ind til kroppen, når du løfter.

Du kan træne:

- Kondition – gerne med gang eller cykling, trappegang
- Muskelstyrke generelt
- Balancetræning
- Bevægelighed af ryggen

Ved knogleinvolvering af en eller flere regioner i det øvrige skelet skal patienten være opmærksom på belastning af dette område. Belastning bør tilpasses, og ved smerter skal patienten reducere eller ophøre med belastning af området.

Forslagene til træning og aktivitetsniveau er vejledende. De skal hjælpe dig med gradvist at øge belastningen og tilpasse træningen til det, din krop kan klare.

Særligt ved grad 2- og 3-involvering af costae og/eller sternum:

Undgå at belaste den ene side af overkroppen mere end den anden og undgå direkte tryk mod brystkassen. Forsøg i stedet at bevæge dig og træne symmetrisk og gradvist øge belastningen – og vær altid opmærksom på smerter. Følg derudover de anbefalinger, du har fået for de øvrige områder af kroppen, herunder ryg og bækken.

Grad 2 - beskrivelse af behov i forbindelse med henvisning til genoptræning

Patienten har lidt tab af muskelstyrke, kondition og funktionsevne på grund af sygdom, behandling og indlæggelse. Patienten har behov for generel genoptræning af disse funktioner. Da patientens sygdom over tid kan reducere knoglestyrken, er det vigtigt at modarbejde dette ved vægtbærende motion samt belastning af skelettet i det daglige for at stimulere til øget knoglestyrke.

Der tilrådes en vægtbelastning i styrketræning svarende til 18 RM.

Forslagene til trænings- og aktivitetsintensitet er vejledende og skal anvendes som støtte til graderet eksponering og løbende individuel tilpasning.

Patienten skal være opmærksom på smerter i det daglige samt under træning og skal stoppe en øvelse eller aktivitet øjeblikkeligt ved akut opstået smerte.

Det er vigtigt, at patienten løfter på en skånsom måde og undgår at bøje sig langt frem i ryggen, især hvis det sker hurtigt eller med vægt i hænderne. Undgå forceret vrid og rotation af columna, særligt under vægtbelastning. Brug i stedet benene, hold ryggen så ret som muligt, og før tingene tæt ind til kroppen, når der løftes.

Grad 2-involvering af region: over/underekstremitet:

Patienten skal være opmærksom på belastning af (indsæt involverede område), grundet moderat frakturrisiko. Belastning bør tilpasses, og ved smerter skal patienten reducere eller ophøre med belastning af området.

Særligt ved grad 2- og 3-involvering af:

Costae og/eller sternum: Undgå unilateral belastning og direkte tryk mod thorax; anvend symmetrisk, graderet belastning med respekt for patientens smerter. Resterende træningsanbefalinger jf. gradering af regioner og columna/bækken.

Grad 3 – Høj frakturrisiko

Kriterier (ét eller flere af nedenstående):

- Kortikal involvering på CT defineret som gennembrud, udtynding eller destruktion af kortikalis
- Osteolytisk(e) læsion(er) i skelettet, der udgør:
 - $\geq 1/3$ af knoglens diameter **og samtidigt er $\geq 5 \text{ cm}^2$**
- Aktuell eller nylig patologisk fraktur for ≤ 3 måneder siden, herunder vertebralt sammenfald*

*Hvis der er udført kirurgisk stabilisering eller vertebroplastik, betragtes det behandlede område som stabilt svarende til grad 1.

Træningsvejledning Grad 3 – til patienten

Det anbefales, at du laver ikke-vægtbærende motion fx øvelser siddende eller liggende, cykling med let belastning på kondicykel, samt let vægtbærende motion såsom gang. Løb er ikke tilrådeligt, da det grundet stød kan medføre knoglebrud.

Du skal være opmærksom på smerter i det daglige samt under træning og skal stoppe en øvelse eller aktivitet øjeblikkeligt ved akut opstået smerte.

Det er vigtigt, at du løfter på en skånsom måde og undgår at bøje dig langt frem i ryggen, især hvis det sker hurtigt eller med vægt i hænderne. Undgå at dreje eller vride ryggen kraftigt, især når du bærer vægt. Brug i stedet benene, hold ryggen så ret som muligt, og før tingene tæt ind til kroppen, når du løfter.

Du kan træne:

- Udførsel af dagligdagsaktiviteter
- Gåture
- Siddende øvelser uden vægt
- Stående øvelser uden vægt

Ved knogleinvolvering af en eller flere regioner i det øvrige skelet skal patienten være opmærksom på belastning af dette område. Belastning bør tilpasses, og ved smerter skal patienten reducere eller ophøre med belastning af området.

Særligt ved nylig fraktur indenfor de seneste 3 måneder samt ved osteolytiske læsioner, der vurderes til grad 3 (i en eller flere regioner i det øvrige skelet), skal patienten være særligt opmærksom på belastning af de involverede områder. Belastning bør reduceres eller helt undgås.

Særligt ved grad 2- og 3-involvering af costae og/eller sternum:

Undgå at belaste den ene side af kroppen mere end den anden og undgå direkte tryk mod brystkassen. Forsøg i stedet at bevæge dig og træne symmetrisk og gradvist øge belastningen – og vær altid opmærksom på smerter. Følg derudover de anbefalinger, du har fået for de øvrige områder af kroppen, herunder ryg og bækken.

Grad 3 - beskrivelse af behov i forbindelse med henvisning til genoptræning

Patienten har lidt tab af muskelstyrke, kondition og funktionsevne på grund af sygdom, behandling og indlæggelse og har behov for genoptræning af disse funktioner. Sygdommen har medført progredierende knogletab, så patienten har pådraget sig fraktur eller er i høj risiko for fraktur.

Der tilrådes en vægtbelastning i styrke/udholdenhedstræning svarende til 25 RM.

Forslagene til trænings- og aktivitetsintensitet er vejledende og skal anvendes som støtte til gradueret eksponering og løbende individuel tilpasning.

Patienten kan udføre ikke-vægtbærende motion samt let vægtbærende motion som gang og cykling på kondicykel. Løb/hop er ikke tilrådeligt, da denne type vægtbærende motion kan medføre patologisk fraktur.

Patienten skal være opmærksom på smerter i det daglige samt under træning og skal stoppe en øvelse eller aktivitet øjeblikkeligt ved akut opstået smerte.

Det er vigtigt, at patienten løfter på en skånsom måde og undgår at bøje sig langt frem i ryggen, især hvis det sker hurtigt eller med vægt i hænderne. Brug i stedet benene, hold ryggen så ret som muligt, og før tingene tæt ind til kroppen, når der løftes. Undgå forceret vrid og rotation af columna, særligt under vægtbelastning.

Særligt ved grad 2- og 3-involvering af costae og/eller sternum:

Undgå unilateral belastning og direkte tryk mod thorax; anvend symmetrisk, graderet belastning med respekt for patientens smerter. Resterende træningsanbefalinger jf. gradering af regioner og columna/bækken.

Grad 3-involvering af region: over/underekstremitet:

Patienten skal være opmærksom på belastning af (indsæt involverede område), grundet osteolytiske læsioner med høj frakturrisiko. Belastning bør tilpasses, og ved smerter skal patienten reducere eller ophøre med belastning af området.

Referencer

1. Kønig, S.F.o.S.M. *Statistik på myelomatose – træthed, knoglesmerter & infektion*. 2025 [cited 2025 07.04.2026]; Available from: Statistik på myelomatose – træthed, knoglesmerter & infektion Kræftens Bekæmpelse.
2. Johansen, M., et al., *Novel Developments in the Treatment of Multiple Myeloma-Associated Bone Disease*. *Cancers (Basel)*, 2023. **15**(23).
3. Oortgiesen, E.B., et al., *No decrease in fracture risk despite 15 years of treatment evolution for multiple myeloma patients: A Danish nationwide case-control study*. *Bone*, 2020. **134**: p. 115299.
4. Jawad, M.U. and S.P. Scully, *In brief: classifications in brief: Mirels' classification: metastatic disease in long bones and impending pathologic fracture*. *Clin Orthop Relat Res*, 2010. **468**(10): p. 2825-7.
5. Larsen, R.F., et al., *Exercise in newly diagnosed patients with multiple myeloma: A randomized controlled trial of effects on physical function, physical activity, lean body mass, bone mineral density, pain, and quality of life*. *Eur J Haematol*, 2024. **113**(3): p. 298-309.
6. Toci, R.G., et al., *Can a Novel Scoring System Improve on the Mirels Score in Predicting the Fracture Risk in Patients with Multiple Myeloma?* *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 2021. **479**(3): p. 521-530.
7. Mirels, H., *Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnosing impending pathologic fractures*. *Clin Orthop Relat Res*, 1989(249): p. 256-64.
8. Mukkamalla, S.K.R. and D. Malipeddi, *Myeloma Bone Disease: A Comprehensive Review*. *Int J Mol Sci*, 2021. **22**(12).
9. Hershkovich, O., et al., *Proximal femoral multiple myeloma pathological fractures, impending and actual fractures - a patient survival study*. *BMC Cancer*, 2024. **24**(1): p. 917.
10. Bostel, T., et al., *Comparative Analyses of Two Established Scores to Assess the Stability of Spinal Bone Metastases Before and After Palliative Radiotherapy*. *Front Oncol*, 2021. **11**: p. 753768.
11. Tagliafico, A.S., et al., *Development and definition of a simplified scoring system in patients with multiple myeloma undergoing stem cells transplantation on standard computed tomography: myeloma spine and bone damage score (MSBDS)*. *Cancer Imaging*, 2020. **20**(1): p. 31.
12. Or, O., et al., *Prediction of Long Bone Fractures in Multiple Myeloma Patients in an Advanced Imaging World*. *Isr Med Assoc J*, 2021. **23**(8): p. 501-505.
13. Borggreffe, J., et al., *Association of QCT Bone Mineral Density and Bone Structure With Vertebral Fractures in Patients With Multiple Myeloma*. *J Bone Miner Res*, 2015. **30**(7): p. 1329-37.
14. Pierro, A., et al., *Whole-Body Low-Dose Multidetector-Row CT in Multiple Myeloma: Guidance in Performing, Observing, and Interpreting the Imaging Findings*. *Life (Basel)*, 2021. **11**(12).
15. Atrash, S., et al., *FRAX is a robust predictor of baseline vertebral fractures in multiple myeloma patients*. *Bone*, 2019. **121**: p. 134-138.
16. Campbell, K.L., et al., *Exercise Recommendation for People With Bone Metastases: Expert Consensus for Health Care Providers and Exercise Professionals*. *JCO Oncology Practice*, 2022. **18**(5): p. e697-e709.
17. Wang, Y., et al., *Expert consensus on a multidisciplinary approach for the management of multiple myeloma-related bone disease*. *Cancer Pathog Ther*, 2025. **3**(4): p. 280-292.

18. Osterhoff, G., et al., *Management of Pathological Thoracolumbar Vertebral Fractures in Patients With Multiple Myeloma: Multidisciplinary Recommendations*. Global Spine Journal, 2023. **13**(1_suppl): p. 85S-93S.
19. Zijlstra, H., et al., *Identifying predictive factors for vertebral collapse fractures in multiple myeloma patients*. Spine J, 2020. **20**(11): p. 1832-1839.
20. Campbell, G.M., et al., *Assessment of Bone Fragility in Patients With Multiple Myeloma Using QCT-Based Finite Element Modeling*. J Bone Miner Res, 2017. **32**(1): p. 151-156.
21. Anitha, D., et al., *Risk of vertebral compression fractures in multiple myeloma patients: A finite-element study*. Medicine (Baltimore), 2017. **96**(2): p. e5825.
22. Park, S.-S., et al., *Risk Stratification Strategies and Implementation of Exercise Training in Patients with Multiple Myeloma*. Current oncology reports, 2025. **27**(12): p. 1448-1463.
23. Lee, E.M. and B. Kim, *Clinical significance of trabecular bone score for prediction of pathologic fracture risk in patients with multiple myeloma*. Osteoporos Sarcopenia, 2018. **4**(2): p. 73-76.
24. Muchtar, E., et al., *Bone mineral density utilization in patients with newly diagnosed multiple myeloma*. Hematol Oncol, 2017. **35**(4): p. 703-710.

Bilag 1 – Oversigt over værktøjer

Værktøj / metode	Oprindeligt formål	Administration / anvendelse	Evidens for brug	Anvendt hos patienter med myelomatose	Kommentarer	Koblet til fysisk aktivitet/træning	Kilder
Mirels' score	Udviklet til vurdering af behov for kirurgisk stabilisering af metastatiske knoglelæsioner i lange rørknogler.	Simpelt scoresystem med maksimalt 12 point: Smerte Mild = 1 Moderat = 2 I aktivitet = 3 Størrelse <1/3 af korteks = 1 1/3-2/3 af korteks = 2 > 2/3 af korteks = 3 Lokalisation Overekstremitet = 1 Underekstremitet = 2 Trokanter region = 3 Læsionstype Lytisk = 3 (blastisk = 1 /mixet = 2, men er irrelevant for myelomatose, da de altid er lytiske) Ved score over 8 anbefales kirurgisk vurdering.	Valideret til metastatiske læsioner. Omer Or et al. fandt signifikant højere Mirels-score i gruppen af MM-patienter med fraktur sammenlignet med patienter uden fraktur (10 vs. 7). Toci et al. beskriver, at smertegradering kan være svær at administrere i scoren grundet lav reproducerbarhed i <i>inter-rater</i> reliabilitets-test.	Anvendt til vurdering af frakturrisiko i flere studier med myelomatose patienter, dog oftest til at udelukke patienter fra at deltage. Der findes, efter vores viden, ingen klare træningsanbefalinger ud fra scoren [5, 12].	Udviklet til rørknogler med metastaser; her er sensitivitet 91%, specificitet 35%, dermed risiko for overestimering af frakturrisiko[4]. Toci et al. fandt at Mirels score havde en sensitivitet i en myelomatose kohorte på 38 % og specificitet på 87%.	Larsen et al. 2024 anvendte Mirels' score til at evaluere knoglesygdom ved patienter med MM og beslutte restriktioner i forhold til træning. Wang et al. 2025 et al. anbefaler brug af Mirels til vurdering af ekstremiteter.	Larsen et al. 2024[5] Omer Or et al. 2021[12] Toci et al. 2019[6] Wang et al. 2025[17]
Novel scoring system	Udviklet til at forbedre estimering af frakturrisiko ud fra Mirels' score tilpasset patienter med myelomatose.	Baseret på radiologiske og kliniske parametre, scores følgende: Læsions latenstid < 6 måneder = 0 6 mdr. – 1 år = 2 >1 år = 4 Læsions størrelse (cm²) < 5 cm² = 0 ≥ 5 cm² = 2 Lokation i knoglen Diafyse el. epifysen = 0	Ét studie viser muligt forbedret sensitivitet og sammenlignelig specificitet ift. Mirels' score til patienter med myelomatose. Ikke bredt valideret eller implementeret i klinisk praksis.	Udviklet og testet til patienter med myelomatose, men kun på en kohorte af i alt 16 frakturer.	Artiklen diskuterer latenstiden for den første læsion og hvorvidt denne parameter bør inkluderes i scoringssystemet.	Ikke undersøgt	Toci et al. 2019[6]

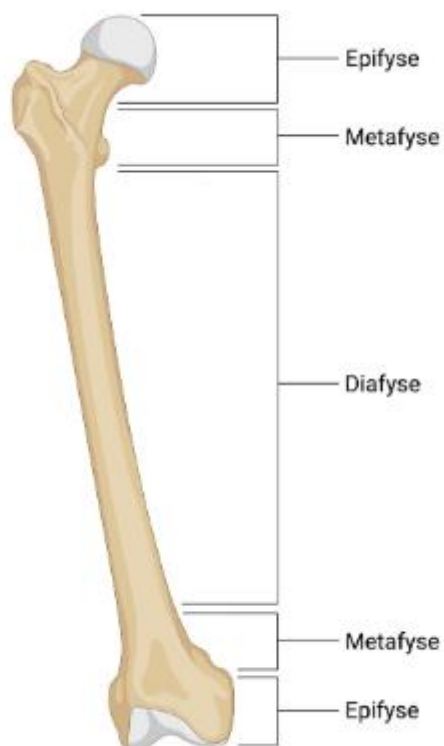
		Metafyse = 3 Smerter Nej = 0 Ja = 2 Med mulighed for op til 11 point, og cut-off på 6 for øget risiko for fraktur					
SINS (Spinal Instability Neoplastic Score)[14]	Vurdering af spinal instabilitet ved neoplastisk sygdom	Kræver kliniske og radiologiske data. Lokalisation C0–C2 (overgang) = 3 C3–C6 = 2 C7–T2 / T11–L1 = 3 T3–T10 = 1 L2–L4 = 2 L5–S1 = 3 Smerter (mekaniske) Nej = 0 Ja (lejring/belastning) = 3 Knoglelæsion type Blastic = 0 Blandet = 1 Lytisk = 2 Spinal alignment Normal = 0 Deformitet (kyfose/skoliose) = 2 Subluksation/translation = 4 Vertebralt sammenfald Ingen = 0 < 50% = 2 ≥ 50% = 3 Posterior element involvering Nej = 0 Ja = 3 Den samlede score (0–18) kategoriserer læsionen som: Stabil 0-6 Potentielt instabil 7-12 Instabil 13-18	Valideret til vurdering af spinal instabilitet. Wang et al. 2025 og Osterhoff et al., 2023, et al. anbefaler brug af SINS til vurdering af spinal stabilitet.	Anvendes ved neoplastiske læsioner inkl. myelomatoselæsioner i columna	Vurderer instabilitet, ikke direkte frakturrisiko	Osterhoff skriver at ved SINS <7 kan træning udføres med rygsåneprincipper og superviseret af fysioterapeut.	Wang et al. 2025[17] Osterhoff et al., 2023[18] Zijlstra et al., 2020[19]

		Anvendes til at identificere behov for yderligere vurdering, fx ved ortopædkirurg eller rygkirurg.					
Finite Element Analysis (FEA)	Biomekanisk estimering af knoglestyrke	Kræver avanceret CT-baseret computermodellering, ikke muligt at gøre for den enkelte kliniker.	Studier viser forbedret prædiktation af frakturrisiko, dog fandt Campbell et al., udfordringer med at prædiktere fraktur hos kvinder.	Ikke udviklet til myelomatose, men undersøgt i populationen i begrænset omfang.	Ikke implementeret klinisk.	Ikke koblet til fysisk aktivitet.	Borggreffe, J, et al., 2015[13] Campbell GM et al., 2017[20] Anitha et al. 2017[21]
Fracture Risk Assessment Tool (FRAX)[19]	Prædiktering af 10-årsrisiko for osteoporotisk fraktur eller hoftefraktur.	Onlineværktøj baseret på kliniske risikofaktorer +/- knogledensitet. Herunder alder, reumatoid artrit ja/nej, tidligere steroidindtag, tidligere fraktur.	Anbefales ikke ved sekundære knoglesygdomme som myelomatose. Atrash et al., 2019 viste at udredning af FRAX-score kunne prædikere for vertebrale frakturer hos patienter med myelomatose.	Ikke udviklet til myelomatose, men undersøgt i populationen i begrænset omfang.	Tager ikke højde for osteolytiske læsioner.	Ikke koblet til fysisk aktivitet.	Atrash et al., 2019[15]
Modificeret Lodwick-Madewell klassifikation[21]	Klassificering af lytiske knoglelæsioner baseret på morfologi (grad I–III) med henblik på vurdering af aggressivitet/malignitet	Radiologisk vurdering baseret på billeddiagnostik (typisk røntgen/CT) Destruktionsmønster (lytisk læsion) Velafgrænset = 0 plettet/ujævn mønster = 1 Diffust/aggressivt = 2 Kortikal involvering Intakt = 0 Udtynding/ partiel destruktion = 1 Gennemgående destruktion = 2 Periostal reaktion Ingen = 0 Tilstede = 1 Bløddelskomponent Ingen = 0 Tilstede = 1	Begrænset evidens; baseret på enkeltstudie	Anvendt i studie til at identificere patienter med øget frakturrisiko i relation til fysisk aktivitet.	Ikke specifikt udviklet til myelomatose eller frakturrisiko; anvendt pragmatisk i træningskontekst.	Park et al. anvendte klassifikationen til at identificere patienter i risiko for fraktur i forbindelse med træning. Ved grad II eller højere anbefales yderligere evaluering inden træning.	Park et al. 2025[22]

		Lav score → mindre aggressiv læsion Høj score → mere aggressiv knogledestruktion og øget frakturrisiko					
Myeloma Spine and Bone Damage Score (MSBDS)	Udviklet til at vurdere knogleskade og frakturrisiko blandt MM-patienter, som er kandidater til højdosisbehandling.	MSBDS scores ud fra CT-scanning, hvor point gives i relateret til knogleskade og instabilitet. Den samlede score er summen af alle fund. Lytiske læsioner < 10 mm = 1 ≥ 10 mm = 2 Kortikal destruktion Delvis = 1 Gennemgående = 2 Vertebralt sammenfald (kollaps) Let/moderat = 2 Svær = 3 Posterior væginvolvering Nej = 0 Ja = 2 Pedikel/bageste elementer Nej = 0 Ja = 2 Ekstramedullær udbredelse Nej = 0 Ja = 2 Multiple læsioner Nej = 0 Ja = 1 Samlet score: 0–5 = Lav risiko 6–10 = Moderat risiko 10 = Høj risiko, behov for akut kirurgisk eller radiologisk konsultation.	To studier, et udviklingsstudie af redskabet og et valideringsstudie af samme forfattere.	Udviklet og anvendt specifikt hos patienter med myelomatose	Vurderes ikke implementeret klinisk.	Fokuserer på knogleskade og instabilitet; ikke specifikt udviklet til frakturrisiko eller træningsvejledning	Tagliafico et al. 2020[11]

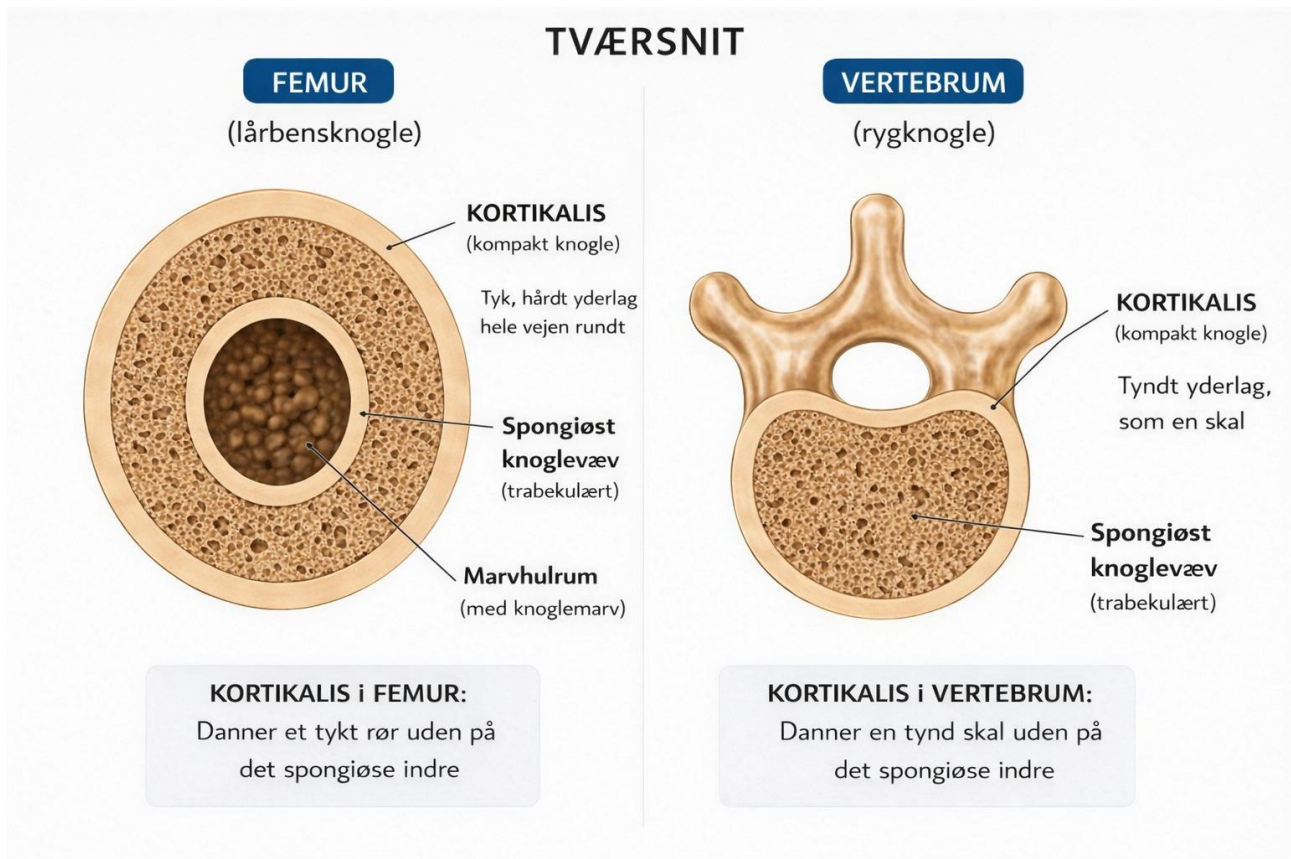
Trabecular bone score (TBS)	TBS er udviklet til at vurdere frakturrisiko hos patienter med osteoporose.	TBS udregnes fra DXA-scanninger som evaluering af knoglemikroarkitekturen.	Meget lav evidens for brug af denne score til MM.	Undersøgt hos patienter med myelomatose i begrænset omfang.	I Danmark er DXA-scanninger ikke rutine ved MM. Wang et al. 2025[17] underbygger i deres anbefaling, at DXA ikke bør anbefales i forbindelse med MM.	Ikke fundet	Mi Lee et al, 2018[23]
Bone Mineral Density (BMD)	Anvendt I udredning og vurdering hos patienter med osteoporose.	Knogledensitet målt med DXA-scanning.	Muchtar et al., 2016, fandt hos 173 MM-patienter ingen signifikant korrelation mellem osteolytisk knoglesygdom og knogledensitetsmål.	Undersøgt hos patienter med myelomatose i begrænset omfang.	I Danmark er DXA-scanning ikke rutine ved MM. Wang et al. 2025 [17] underbygger i deres anbefaling, at DXA ikke bør anbefales i forbindelse med MM.	Ikke fundet	Muchtar et al. 2017 [24]

Bilag 2 – Illustration af lokalisation



Danmarks Nationalleksikon

Bilag 3- Illustration af kortikalis



Figur: AI-genererede billeder