

Statusartikel

Fald, skrøbelighed og frakturer hos ældre

Ditte Beck Jepsen^{1, 2}, Morten Tange Kristensen^{3, 4}, Henrik Palm⁵, Søren Overgaard^{4, 5}, Pia Agnete Eiken⁶, Charlotte Suetta^{7, 4} & Jesper Ryg⁸

1) Geriatrik Afdeling, Odense Universitetshospital, 2) Klinisk Institut, Syddansk Universitet, 3) Fysio- og Ergoterapiafdelingen, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg og Frederiksberg Hospital, 4) Institut for Klinisk Medicin, Københavns Universitet, 5) Ortopædkirurgisk Afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg og Frederiksberg Hospital, 6) Endokrinologisk Afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg og Frederiksberg Hospital, 7) Geriatrik Afdeling, Københavns Universitetshospital – Bispebjerg og Frederiksberg Hospital, 8) Afdeling for Medicinske Sygdomme, Københavns Universitetshospital – Herlev og Gentofte Hospital

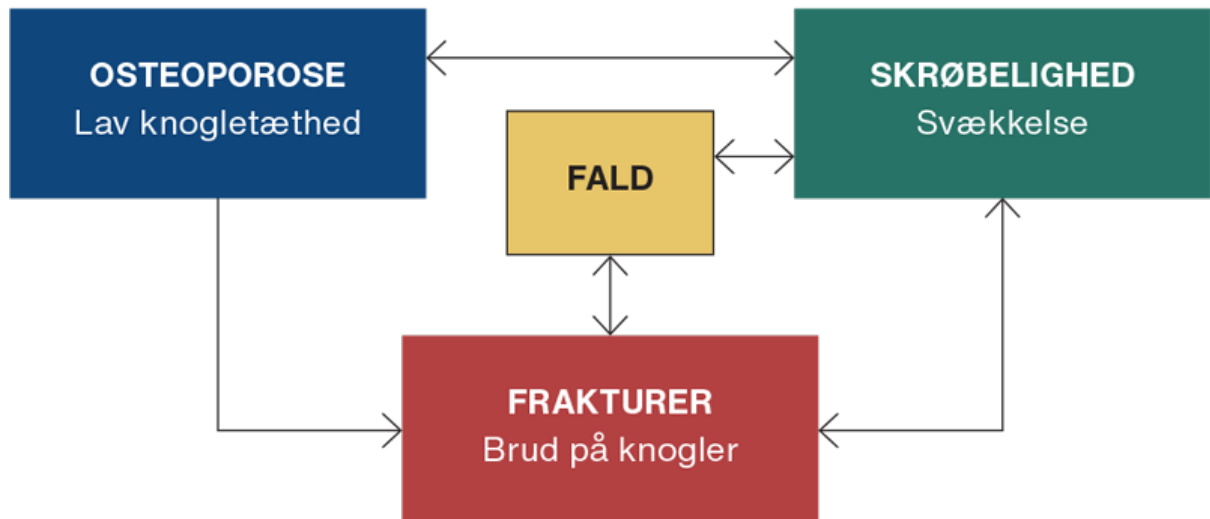
Ugeskr Læger 2026;188:V01260033. doi: 10.61409/V01260033

HOVEDBUDSKABER

- Fald er hyppige og alvorlige hos ældre og forbundet med skrøbelighed.
- Fald medfører ofte frakturer med store konsekvenser for helbred, livskvalitet, selvstændighed og dødelighed.
- Fald kan ikke helt undgås, men kan langt hen ad vejen forebygges via en systematisk og tværfaglig indsats.

Fald er blandt de hyppigste og mest alvorlige hændelser hos ældre og udgør et centralt klinisk problem i relation til skrøbelighed [1]. Omkring hver tredje person over 65 år oplever mindst ét fald årligt, og risikoen stiger markant med alderen, ved multimorbiditet og er uløseligt forbundet med skrøbelighed [2, 3]. Da gruppen af danskere over 65 år udgør mere end 1,2 mio. personer, betyder det, at der hvert år forekommer 400.000 fald i Danmark – svarende til ca. 46 fald i timen. Fald er sjældent en tilfældig hændelse, men afspejler ofte nedsat muskelstyrke samt reduceret balance og gangfunktion [2]. Konsekvenserne kan være betydelige for den enkelte ældre i form af skader inklusive frakturer, akut og varigt funktionstab, tab af selvstændighed, social isolation, bekymring for nye fald, nedsat livskvalitet og øget mortalitet [4, 5]. Samtidig medfører faldrelaterede frakturer – ofte på baggrund af osteoporose – betydelige samfundsøkonomiske omkostninger knyttet til akutte indlæggelser, kirurgi, rehabilitering og pleje [6]. På grund af heterogenitet blandt ældre, som falder, anvendes Clinical Frailty Scale (CFS) i stigende grad til vurdering af skrøbelighed som udtryk for biologisk alder og funktionel reserve; CFS foreligger i en dansk valideret version [7]. Behandlingen af disse patienter involverer i stigende grad både hospitalsbaserede, kommunale og fremadrettet regionale indsatser, hvilket stiller krav om bedre sammenhæng og koordinering på tværs af sektorer. Fald, frakturer og osteoporose bør derfor forstås som kliniske manifestationer af skrøbelighed snarere end isolerede hændelser og repræsenterer et centralt indsatsområde i forebyggelse og behandling af skrøbelighed hos ældre (Figur 1).

FIGUR 1 Sammenspil mellem fald, skrøbelighed, osteoporose og fraktur.



Omfang og konsekvenser af fald

Faldrisikoen hos ældre er betydelig, og i et kohortestudie blandt hjemmeboende ældre medførte 24% af faldene alvorlige skader, og 6% førte til fraktur [8]. Andre studier har vist, at op til 70% af fald resulterer i forskellige former for skader, og at omkring 2% af fald fører til hoftefraktur [9].

Hos ældre borgere med skrøbelighed og samtidig osteoporose medfører fald en markant øget risiko for lavenergifrakturer, herunder rygsammenfald og hoftefrakturer [4]. Immobilisering i forbindelse med smerter og frakturer kan yderligere forværre skrøbeligheden ved at accelerere en nedadgående spiral af funktionstab, øget afhængighed og forhøjet mortalitet [10].

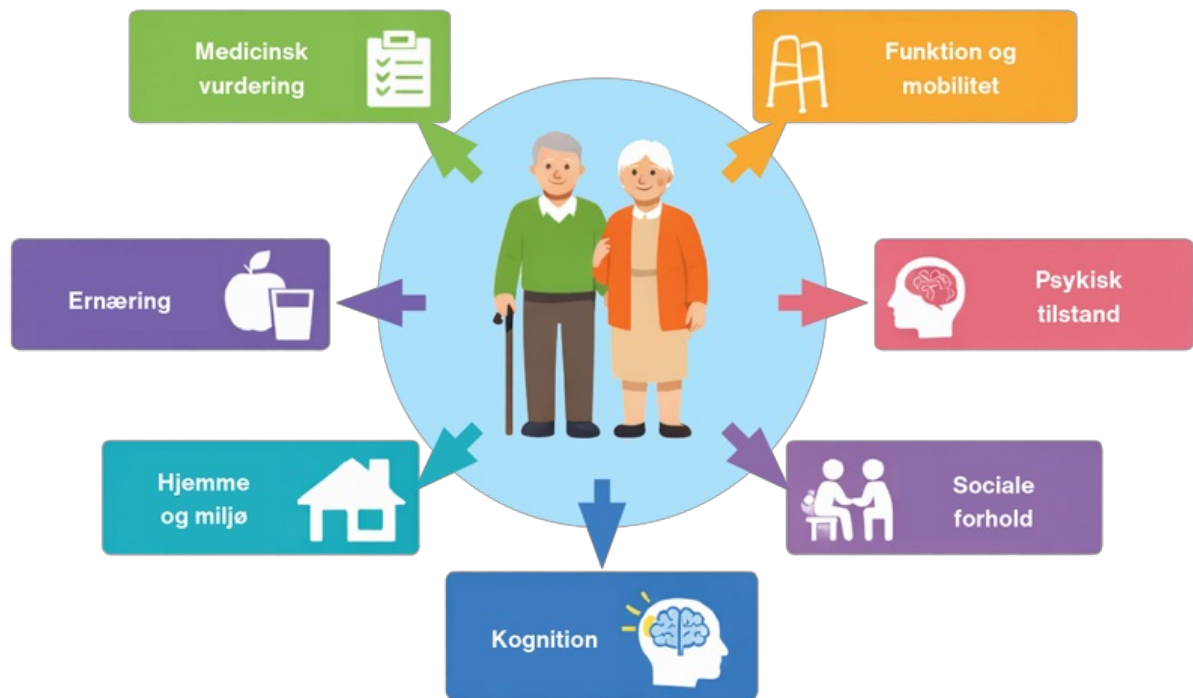
Ud over de direkte fysiske skader, som et fald kan medføre, findes der også en række mindre iøjnefaldende, men lige så alvorlige konsekvenser, som påvirker ældres livskvalitet. Efter et fald er bekymring for at falde igen en af de mest almindelige psykologiske konsekvenser [11]. Bekymring for fald kan medføre, at den ældre undgår daglige aktiviteter, som tidligere understøttede fysisk aktivitet, hvilket kan accelerere funktionstab, føre til nedsat livskvalitet og yderligere øge risikoen for efterfølgende fald [11]. Den kliniske betydning af samspillet mellem skrøbelighed, fald, osteoporose samt frakturer understreger behovet for integrerede strategier for at forebygge yderligere fald og funktionstab hos ældre. Ved behandling af hoftefraktur bør der derfor være systematisk fokus på skrøbelighed gennem hele patientforløbet, herunder kirurgi, indlæggelse og genoptræning, da skrøbelighed påvirker komplikationsrisiko, rehabiliteringspotentialer og behandlingsudfald [12].

Opsporing, forebyggelse og behandling

Systematisk opsporing af faldrisiko er en forudsætning for effektiv forebyggelse og behandling af fald. I internationale faldguidelines foreslås en algoritme for henvisning til faldudredning, hvori vurdering af skrøbelighed nu er en væsentlig risikomarkør [13]. Faldrisikoen er multifaktoriel, hvorfor forebyggelse af fald hos ældre kræver en integreret og multimodal tilgang. Ved faldudredning anvendes *Comprehensive Geriatric*

Assessment (CGA), som er en multidimensionel, tværfaglig og systematisk vurdering, der har til formål at identificere medicinske, funktionelle, psykosociale og miljømæssige problemstillinger [14]. I relation til faldudredning fungerer CGA og i stigende grad CFS som et centralt klinisk redskab til at identificere modificerbare risikofaktorer og danne grundlag for individualiserede, multidomænebaserede forebyggende interventioner (Figur 2) [13].

FIGUR 2 Domæner ved Comprehensive Geriatric Assessment.



Evidensbaserede strategier omfatter fysisk træning, hvor styrke- og balancetræning har vist sig at reducere antal fald med 23% [15]. Træningsprogrammer, der er designet til at forebygge fald hos ældre, har også vist sig at forebygge faldrelaterede skader, herunder frakturer [16]. Desuden er medicingennemgang essentiel, da polyfarmaci og uhensigtsmæssig medicinering øger risikoen for fald og frakturer; en systematisk medicingennemgang bør derfor indgå i alle faldudredningsprogrammer [13].

Interventionsstrategier bør desuden inkludere osteoporosebehandling, herunder kalk- og D-vitamintilskud, da kombinationen af fald og osteoporose markant øger risikoen for frakturer. Antiresorptiv behandling og anabolbehandling af osteoporose hos ældre er generelt både effektivt og sikkert og reducerer frakturrisikoen [17, 18]. Metaregressionsanalyser tyder på større absolut effekt af antiresorptiv behandling hos ældre, da frakturrisikoen stiger med alderen [17]. Ernæringsmæssige faktorer spiller en vigtig rolle i faldforebyggelse hos ældre. D-vitaminmangel er hyppig og associeret med nedsat muskelstyrke og -funktion. Studier har vist, at protein- og D-vitamininterventioner hos underernærede ældre kan reducere risikoen for fald, hvilket understøtter betydningen af at korrigere ernæringsmæssige mangeltilstande som led i faldforebyggelse [13, 19]. Desuden er miljømæssige tiltag såsom forbedret belysning, faldforebyggende tiltag i hjemmet og hjælpemidler vigtige komponenter [20].

Samlet set understøtter en multimodal indsats, der kombinerer træning, ernæring, komorbiditetsbehandling, medicingennemgang og osteoporosebehandling, en helhedsorienteret strategi til at reducere faldrisiko og frakturforekomst (Tabel 1). Denne tilgang er central i geriatrik og ortogeriatrisk praksis og repræsenterer en

evidensbaseret ramme for både primær og sekundær forebyggelse.

TABEL 1 Modificerbare risikofaktorer for fald.

Risikofaktor	Betydning for faldrisiko	Interventionsmulighed
Nedsat muskelstyrke, funktion og balance	Nedsætter stabilitet og øger risiko for snublen og fald	Styrke-, funktions- og balancetræning
Polyfarmaci	Øger risiko for svimmelhed, sedation og ortostatisk hypotension	Systematisk medicingennemgang
Synsnedsættelse	Reducerer evnen til at identificere forhindringer	Synskorrektion, tilpasning af omgivelser
Ortostatisk hypotension	Medfører svimmelhed og synkope	Justering af medicin, væskeoptimering
Dårlig ernæring og vægttab	Bidraget til sarkopeni og skrøbelighed	Ernæringsscreening og -intervention
D-vitamin- og kalciummangel	Associeret med muskelsvaghed og fald	Kostvejledning og tilskud
Uhensigtsmæssige boligforhold	Øger risiko for snublen og fald	Boligtilpasning og hjemmebesøg
Bekymring for fald	Medfører aktivitetsreduktion og funktionstab	Træning og multidisciplinær intervention
Alkoholoverforbrug	Nedsat balance, reaktionsevne og dømmekraft; øget risiko for svimmelhed og interaktion med medicin	Alkoholreduktion, rådgivning, screening, evt. henvisning til behandling

Fraktur som følge af fald

Frakturer hos ældre bør ikke ses som et isoleret problem, men som et symptom på et sygdomskontinuum med tiltagende skrøbelighed, osteoporose og faldrisiko medførende reduceret mobilitet, livskvalitet og øget mortalitetsrisiko. Frakturer opstår med stigende risiko med alderen. En 80-årig mand og kvinde har hhv. omkring 2% og 4% risiko for at pådrage sig en fraktur inden for det næste år [21]. Distale radiusfrakturer dominerer omkring 60-årsalderen efterfulgt af rygsammenfald og skulderfrakturer, mens hoftefrakturer hyppigst forekommer efter 80-årsalderen, hvor evnen til at afbøde fald er reduceret [21]. Kun 40% af hoftefrakturpatienter genvinder den tidligere basismobilitet ved udskrivning fra hospitalet, og omkring hver fjerde dør inden for det første år [21, 22]. Ved frakturbehandling er kirurgisk optimering afgørende. Hurtig, skånsom kirurgi med frakturtilpasset operationsmetode kombineret med perioperativ optimering af ernæring, væskebalance, smertebehandling og mobilisering reducerer funktionstab og understøtter rehabilitering [23, 24]. Tidlig mobilisering (≤ 12 t) er i et dansk registerstudie fra 2025 associeret med reduceret 30-dagesmortalitet efter hoftefrakturoperation [24], og mobilisering ≤ 24 t reducerer risikoen for infektioner, herunder lungebetændelse. Intensiv fysioterapi i den første postoperative uge er forbundet med bedre mobilitet, større sandsynlighed for udskrivning til eget hjem og øget overlevelse. Senere i genoptræningsforløbet kan træningsterapi forbedre mobilitet, ADL, muskelstyrke, balance og livskvalitet [25].

Ortogeriatrici er en tværfaglig indsats, der bygger på et samarbejde mellem ortopædkirurger, geriater, sygeplejersker, fysioterapeuter m.fl. og sikrer helhedsorienteret behandling af skrøbelige frakturpatienter.

Ortogeriatrike tværfaglige modeller har vist sig at forbedre funktionsevne, reducere komplikationer og øge overlevelsen hos patienter med hoftefraktur [21, 26].

Fracture Liaison Service

Fracture liaison service (FLS) er et evidensbaseret internationalt koncept, hvor frakturpatienter systematisk identificeres via selektionsalgoritmer og får påbegyndt behandling af osteoporose under indlæggelse eller henvises til et tværfagligt ambulatorium for udredning, behandling og opfølgning af osteoporose, faldrisiko, medicin og relevant komorbiditet [27, 28]. Sundhedsaftalen for 2026 fastslår, at FLS skal udbredes til alle landets hospitaler, hvilket forventes at øge den osteoporotiske profylakse markant hos patienter med større frakturer.

Behandling af patienter, der lever med skrøbelighed, kræver individualiseret afstemning af mål for behandling og rehabilitering med involvering af patienten, så der tages hensyn til helbred, livskvalitet og præferencer.

Økonomi

Fald hos ældre udgør ikke alene et betydeligt sundhedsproblem for den enkelte patient, men også en væsentlig samfundsøkonomisk byrde. Nationale såvel som internationale analyser viser, at faldrelaterede skader beslaglægger en betydelig andel af sundhedsvæsenets ressourcer. De samlede danske sundhedsudgifter udgjorde ca. 278 mia. kr. i 2024 [29]. Opgørelser fra højindkomstlande anslår, at faldrelaterede skader hos ældre udgør 0,85-1,5% af de samlede direkte sundhedsudgifter [30]. Dette afspejler det omfattende ressourceforbrug knyttet til faldskader hos ældre og illustrerer, at fald blandt ældre ikke blot har store menneskelige konsekvenser, men også medfører betydelige økonomiske omkostninger i sundhedsvæsenet, som understreger behovet for effektive forebyggelsesstrategier.

Forskningsmæssige perspektiver

Fremtidig forskning bør fokusere på flere tværfaglige og sektorielle interventioner med fokus på at forbedre fysisk funktion, livskvalitet og mere selvstændighed og færre fald. Dette sker igennem en præcis risikostratificering, hvor funktionelle mål, skrøbelighedsvurdering og knoglesundhed integreres i klinisk beslutningstagning. Der er desuden behov for studier, der identificerer patienter med størst gavn af specifikke interventioner, og hvordan indsatsen bedst individualiseres på tværs af skrøbeligheds- og funktionsniveauer.

Der er behov for mere implementeringsforskning, som belyser, hvordan evidensbaserede fald- og frakturforebyggende tiltag bedst forankres i klinisk praksis på tværs af sektorer. Herunder bør organisatoriske modeller, samarbejdsstrukturer og arbejdsgange evalueres med fokus på kliniske effekter og ressourceudnyttelse.

Samtidig rummer nye teknologiske løsninger et betydeligt forskningspotentiale. Digitale funktionstests, sensorer og data fra hverdagsaktivitet kan bidrage til tidligere identifikation af øget faldrisiko. Kombinationen af kliniske vurderinger, funktionelle mål og teknologi kan understøtte mere målrettet og proaktiv forebyggelse i en aldrende befolkning.

Konklusion

Fald, skrøbelighed og frakturer udgør et komplekst klinisk syndrom, der bidrager væsentligt til funktionstab, morbiditet og mortalitet hos ældre. Disse faktorerers indbyrdes samspil skaber en selvforstærkende negativ spiral, hvor skrøbelighed øger risikoen for fald og frakturer, og frakturer yderligere accelererer skrøbelighedens

progression.

Implementering af strukturerede modeller som CGA, FLS og ortogeriatriske samarbejdsprogrammer repræsenterer en evidensbaseret strategi, der integrerer diagnostik, behandling og sekundær forebyggelse. Den forestående integration af det nære sundhedsvæsen muliggør et skifte fra fragmenteret behandling til en proaktiv, sammenhængende indsats mod skrøbelighed, fald og frakturer. Denne tilgang kan reducere den samlede sygdomsbyrde og fremme livskvaliteten hos den ældre befolkning.

Korrespondance Ditte Beck Jepsen. E-mail: ditte.beck.jepsen@rsyd.dk

Antaget 11. marts 2026

Publiceret på ugeskriftet.dk 6. juli 2026

Interessekonflikter SO oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Novo Nordisk Fonden, Den Frie Forskningsfond, Heraeus, ExCom, Nordisk Ortopædisk Forening, Dansk Ortopædisk Selskab. PAE oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i UCB, Novo Nordisk, Boehringer Ingelheim. HP oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i SOL 1, Dansk Ortopædisk Selskab, Fragility Fracture Network, Denmark. 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 2026;188:V01260033

doi 10.61409/V01260033

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](#)

SUMMARY

Falls, frailty, and fractures in the elderly

Falls are among the most common and serious events in older adults and are closely associated with frailty. Falls frequently result in fractures, leading to substantial consequences for health, physical function, quality of life, independence, social isolation, and increased mortality. Although falls are often perceived as an inevitable part of ageing, this review finds that falls can be largely prevented through targeted exercise and their consequences mitigated through a systematic, multidisciplinary approach.

REFERENCER

1. Yang ZC, Lin H, Jiang GH et al. Frailty is a risk factor for falls in the older adults: a systematic review and meta-analysis. J Nutr Health Aging. 2023;27(6):487-595. <https://doi.org/10.1007/s12603-023-1935-8>
2. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. J Am Geriatr Soc. 1994;42(10):1110-7. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1994.tb06218.x>
3. Gade GV, Jørgensen MG, Ryg J et al. Development of a multivariable prognostic prediction model for 1-year risk of falling in a cohort of community-dwelling older adults aged 75 years and above (PREFALL). BMC Geriatr. 2021;21(1):402. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02346-z>
4. Parkkari J, Kannus P, Palvanen M et al. Majority of hip fractures occur as a result of a fall and impact on the greater trochanter of the femur: a prospective controlled hip fracture study with 206 consecutive patients. Calcif Tissue Int. 1999;65(3):183-7. <https://doi.org/10.1007/s002239900679>
5. Campbell AJ, Reinken J, Allan BC, Martinez GS. Falls in old age: a study of frequency and related clinical factors. Age Ageing. 1981;10(4):264-70. <https://doi.org/10.1093/ageing/10.4.264>
6. Sopina L, Hitz MF, Thygesen LC et al. Healthcare and productivity cost of osteoporosis: a Danish register-based quasi-experimental study. Osteoporos Int. 2025;36(5):865-874. <https://doi.org/10.1007/s00198-025-07453-w>

7. Fournaise A, Nissen SK, Lauridsen JT et al. Translation of the updated clinical frailty scale 2.0 into Danish and implications for cross-sectoral reliability. *BMC Geriatr.* 2021;21(1):269. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02222-w>
8. Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319(26):1701-7. <https://doi.org/10.1056/NEJM198812293192604>
9. Milat AJ, Watson WL, Monger C et al. Prevalence, circumstances and consequences of falls among community-dwelling older people: results of the 2009 NSW Falls Prevention Baseline Survey. *N S W Public Health Bull.* 2011;22(3-4):43-8. <https://doi.org/10.1071/NB10065>
10. Christensen ER, Clausen A, Petersen TG et al. Excess mortality following a first and subsequent osteoporotic fracture: a Danish nationwide register-based cohort study on the mediating effects of comorbidities. *RMD Open.* 2023;9(4):e003524. <https://doi.org/10.1136/rmdopen-2023-003524>
11. Delbaere K, Crombez G, Vanderstraeten G et al. Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age Ageing.* 2004;33(4):368-73. <https://doi.org/10.1093/ageing/afh106>
12. Tian P, Yang Y, He T et al. Impact of frailty on postoperative complications in older adults after hip fracture: a systematic review of observational studies. *Front Med (Lausanne).* 2025;12:1667462. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1667462>
13. Montero-Odasso M, van der Velde N, Martin FC et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age Ageing.* 2022;51(9):afac205. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac205>
14. Stuck AE, Siu AL, Wieland GD et al. Comprehensive geriatric assessment: a meta-analysis of controlled trials. *Lancet.* 1993;342(8878):1032-6. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)92884-V](https://doi.org/10.1016/0140-6736(93)92884-V)
15. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;1(1):CD012424. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>
16. El-Khoury F, Cassou B, Charles MA et al. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2013;347:f6234. <https://doi.org/10.1136/bmj.f6234>
17. Sølling AS, Laursen NA, Harsløf T, Langdahl BL. Antiresorptive therapy for osteoporosis in older subjects. *Gerontology.* 2025;71(4):297-307. <https://doi.org/10.1159/000544781>
18. Hadzimuratovic B, Mattes D, Haschka J, Kocijan R. Bone anabolic treatment in older subjects: a narrative review. *Gerontology.* 2025;71(10):842-851. <https://doi.org/10.1159/000547313>
19. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Staehelin HB et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 2009;339:b3692. <https://doi.org/10.1136/bmj.b3692>
20. Clemson L, Stark S, Pighills AC et al. Environmental interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;3(3):CD013258. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013258.pub2>
21. Palm H, Damsgaard EMS. Ortopædi og osteoporosefrakturer. I: Stilling, M, Søballe K, Hvid I & Büniger C, red. Ortopædisk kirurgi. FADL's Forlag, 2023:kapitel 14
22. Dyer SM, Crotty M, Fairhall N et al. A critical review of the long-term disability outcomes following hip fracture. *BMC Geriatr.* 2016;16(1):158. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0332-0>
23. Palm H, Krashennikoff M, Holck K et al. A new algorithm for hip fracture surgery. Reoperation rate reduced from 18% to 12% in 2,000 consecutive patients followed for 1 year. *Acta Orthop.* 2012;83(1):26-30. <https://doi.org/10.3109/17453674.2011.652887>
24. Kristensen MT, Andersen IT, Viberg B, Pedersen AB. Time to mobilization in hours after surgery for hip fracture and 30-day mortality-a study on 36 229 patients from the Danish Hip Fracture Registry. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2025;80(8):glaf147. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaf147>
25. Hulsbæk S, Juhl C, Røpke A et al. Exercise therapy is effective at improving short- and long-term mobility, activities of daily living, and balance in older patients following hip fracture: a systematic review and meta-analysis. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2022;77(4):861-871. <https://doi.org/10.1093/gerona/ghab236>
26. Stenqvist C, Madsen CM, Riis T et al. Orthogeriatric service reduces mortality in patients with hip fracture. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2016;7(2):67-73. <https://doi.org/10.1177/2151458515625296>
27. Hansen L, Vestergaard P, Eiken PA. Frakturforebyggelsesprogrammer kan forebygge sekundære lavenergifrakturer. *Ugeskr Læger.* 2015;177(50):V05150451. <https://ugeskriftet.dk/videnskab/frakturforebyggelsesprogrammer-kan-forebygge->

[sekundaere-lavenergifraktureer](#)

28. Johansen A, Sahota O, Dockery F et al. Call to action: a five nations consensus on the use of intravenous zoledronate after hip fracture. Age Ageing. 2023;52(9):afad172. <https://doi.org/10.1093/ageing/afad172>
29. Danmarks Statistik. Udgifter til sundhed 2024, 2025. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=51108> (7. jan 2026)
30. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U et al. Cost of falls in old age: a systematic review. Osteoporos Int. 2010;21(6):891-902. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1100-1>