

# Metaboliske og endokrine knoglesygdomme

Michel Bach Hellfritzsch  
Overlæge  
Røntgen og Skanning  
Aarhus Universiteteshospital

1

## Osteoporose:

osteoporose som en tilstand, »...karakteriseret ved lav knoglemassen og mikroarkitekturelle forandringer medførende øget fragilitet (skørhed), og som følge heraf en øget tendens til frakturer«.

<https://www.danskknoleselskab.dk/>

2

## Osteoporose: Definition

### Osteoporose enten

- En knogledensitet (BMD) 2,5 SD eller mere under middelværdien for unge raske individer (T-score  $\leq -2,5$ ) i columna eller hofte ved DXA-skanning

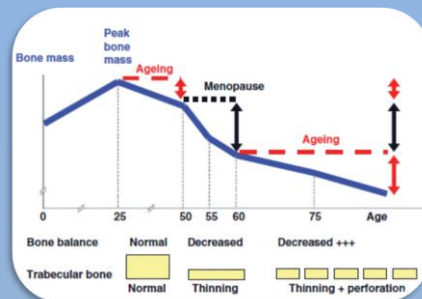
### eller

- Lavenergifrakstur i columna eller hofte
- (Distale antebrachium, proximale humerus, pelvis og fodledsregion)

3

## Osteoporose: Begreber

- PBM (Peak Bone Mass) opnås i 20-30 års alderen
- 80% af knoglens brudstyrke kan relateres til BMD (Bone Mineral Density)
- 20% relateres til grundsubstansen og 3D strukturen
- Fra PBM og ti år frem ligevægt.
- Herefter irreversibelt knogletab på  $\frac{1}{2}$ -1% af PBM/år
- Øget perimenopausalt knogletab (2-6% i columna)
- Tilbage til  $\frac{1}{2}$ -1% igen



Maria Luisa Brandi. Microarchitecture, the key to bone quality. Rheumatology 2009;48:iv3-iv8

4

# Osteoporose: Begreber

Radiologi: Halisterese

DXA-skanning:

- Osteopeni
- Osteoporose

2018

**Tabel 2.** Tolkning af T-score i ryg eller hofte baseret på måling af BMD ved DXA-scanning.

T-score > -1	Normal
T-score mellem -1 og -2,5	Osteopeni
T-score ≤ -2,5	Osteoporose*

\*) Bemærk at én patient med lavenergifraktur i ryg eller proksimale femur per definition har osteoporose uanset resultatet af DXA-scanningen (jf. Afsnit 1).

2023

**Faktaboks 1.** Definition af osteoporose hos voksne.

- T-score ≤ -2,5; i columna eller hofte, målt ved DXA-scanning eller
- Lavenergifrakstur: i columna eller hofte\*

\*) Andre lavenergifrakture er ofte også et udtryk for osteoporose og bør føre til udredning herfor, inkl. frakture i distale underarm, proksimale overarm, bækken og ankelregionen.

(Vi ser først noget når 30(-50)% af knoglemassen mangler).

Dansk knoglemedicinsk Selskab 2018 og 2023

5

# Osteoporose: Årsager

## Primær

- Senil osteoporose
- Postmenopausal osteoporose

## Sekundær

Ydre faktorer  
Indre faktorer

**Faktaboks 2.** Typer af osteoporose.

**Primær (idiopatisk) osteoporose**

- Postmenopausal osteoporose
- Senil osteoporose
- Sjældne former:
  - Juvenil- og adult-idiopatisk osteoporose
  - Graviditetsrelateret osteoporose

**Sekundær osteoporose**

2023

6

## Osteoporose: Patogenetiske faktorer

### Ydre faktorer, eksempler

- Fejlnæring
  - Mangel på kalcium og D-vitamin, anorexia nervosa
- Ændret belastning
  - Immobilisation
- Påvirkning af farmaka og toksiner
  - Tobaksrøg, alkohol, glukokortikoider

### Indre faktorer, eksempler

- Gastrointestinale sgd.
  - Malabsorption
  - Gastrointestinale lidelser
- Ændret hormon- og cytokininniveau
  - Mb. Cushing
  - Reumatoid artrit
- Genetiske tilstande
  - Osteogenesis imperfecta

7

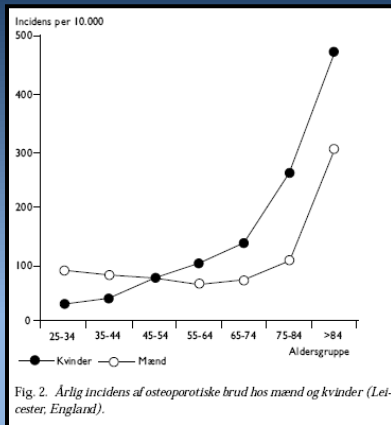


Fig. 2. Årlig incidens af osteoporotiske brud hos mænd og kvinder (Leicester, England).

Klaringsrapport. Osteoporose.  
Dansk knoglemedicinsk Selskab. 2000

I Danmark er der årligt omkring 10.000 hoftenære frakturer, 7.000 frakturer i distale underarm og (>?)2.000 kompressionsfrakturer i ryggen, som kan tilskrives osteoporose

Dansk knoglemedicinsk Selskab. 2018

Twentyfive percent of these patients (Hip fractures) die within 12 months (USA)

M. Sundaram (2009, Skeletal Radiol., 38:841-853)

8

### Rtg. af håndled/rod.



Mand 62 år



Kvinde 60 år

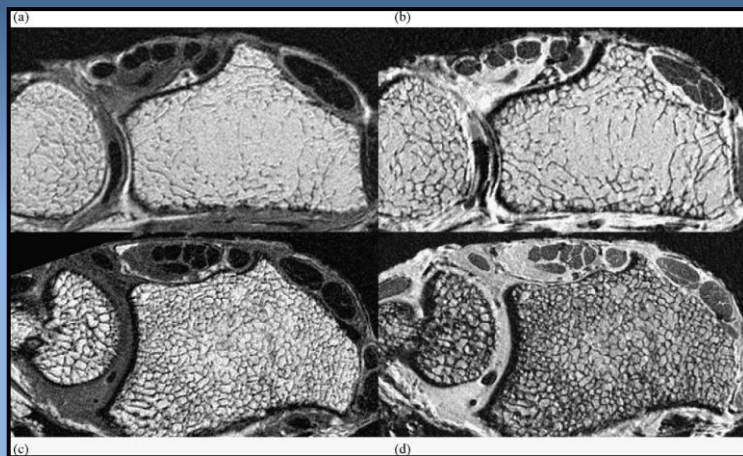
9

Gradient echo

Spin echo

“with osteoporotic spine fractures”

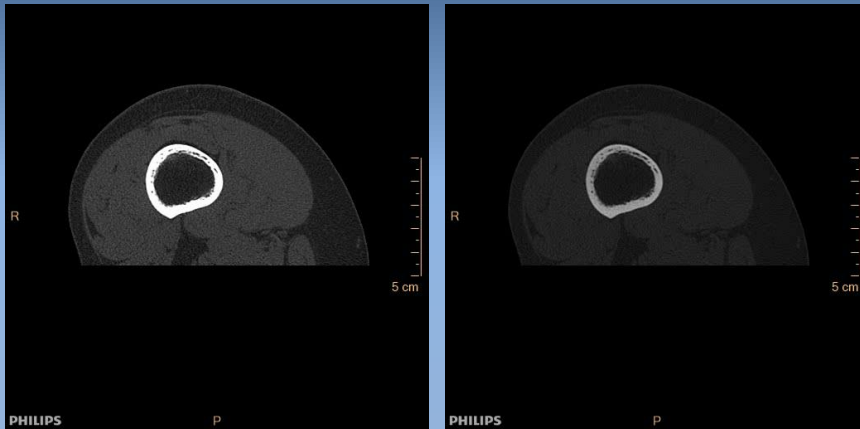
“an age matched donor without insufficiency fractures”



J.S. Bauer, T.M. Link / European Journal of Radiology 71 (2009) 440–449

10

## Cortical porøsitet



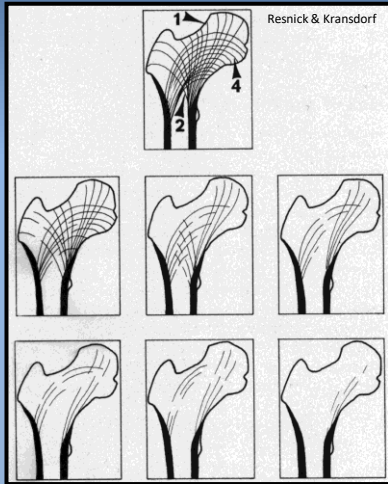
11

## Osteoporose: 17- og 82-årig mand.



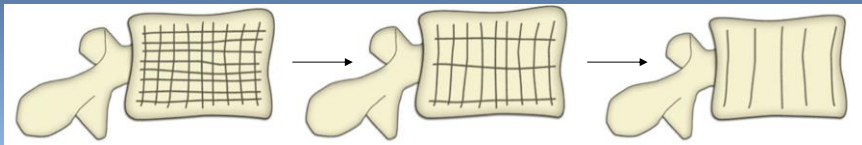
12

## Osteoporose: 17- og 82-årig mand.

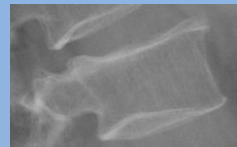


13

## Osteoporose: Columna



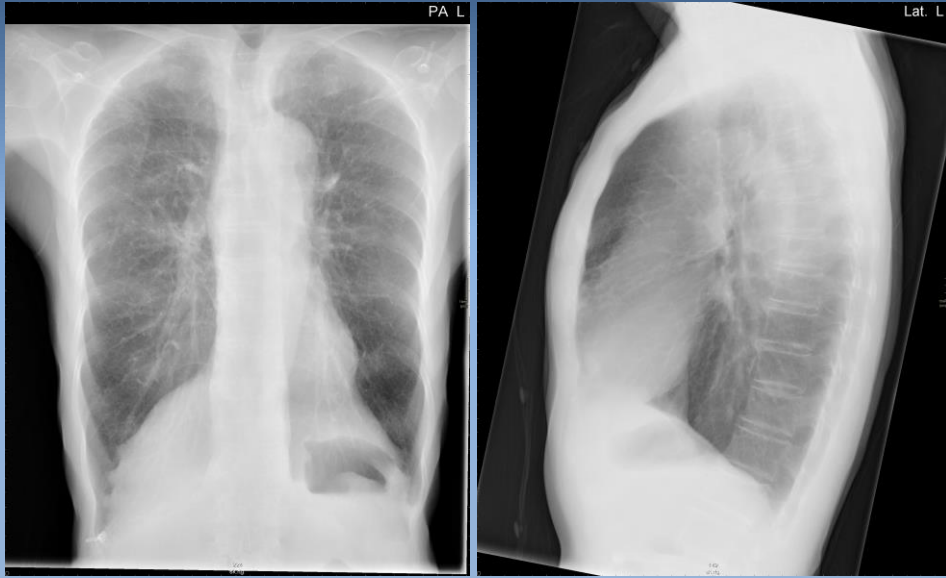
Tab af først horisontelle trabekler, og senere også vertikale trabekler.



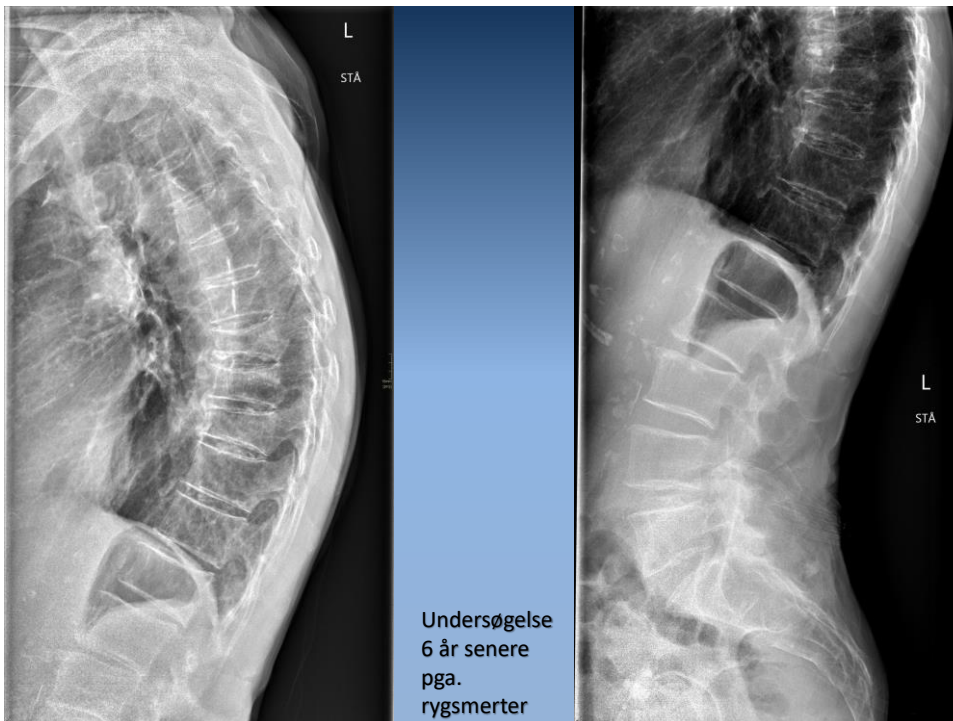
Chang et al.: "Imaging Findings of Metabolic Bone Disease" RadioGraphics 2016

14

# 79-årig kvinde

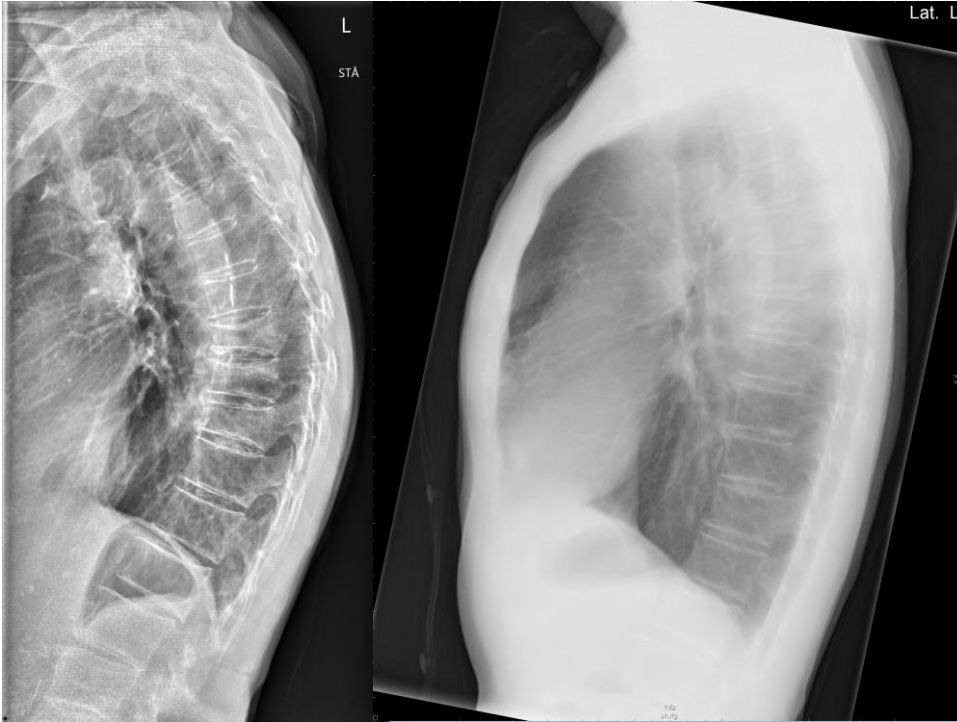


15



16





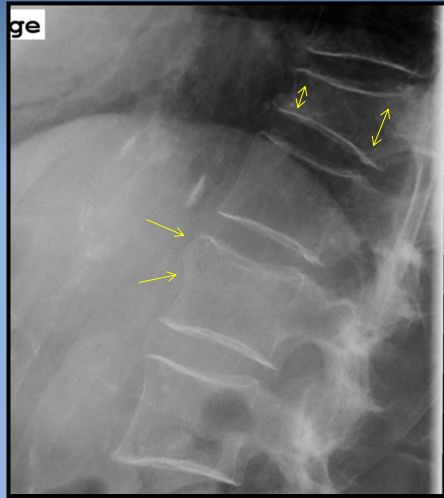
17

### Osteoporose: 90-årig kvinde



18

Osteoporose: 90-årig kvinde



19



20

## Osteoporose: Rtg. columna

En beskrivelse bør indeholde oplysninger om såvel:

- Fraktur antal,
- Lokalisation og
- Type samt
- Den procentuelle højdereduktion.

Herigennem kan der ikke alene opnås en større diagnostisk præcision, men også bedre mulighed for at vurdere progression i en spinal osteoporoseudvikling.

Klaringsrapport. Osteoporose. Dansk knoglemedicinsk Selskab. 2000

21

## Røntgen af columna thoracolumbalis

- Da såvel symptomatiske som asymptomatiske kompressionsfrakturer indikerer behandling og er af betydning for behandlingsvalg anbefales denne undersøgelse på relativ vid indikation ved diagnostik af osteoporose, herunder ved:

Rygsmarter forenelige med mulig kompressionsfraktur

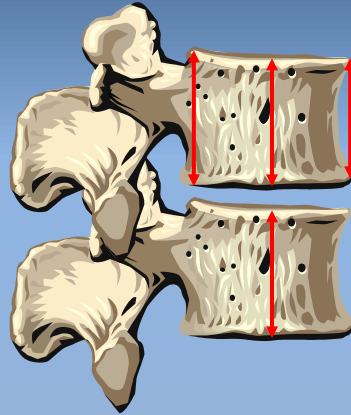
- En dokumenteret eller anamnestisk højdereduktion på mere end henholdsvis 2 og 4 cm
- Thorakal kyfose
- Costa-crista afstand < 2 fingersbredder
- Postmenopausale kvinder og mænd ældre end 50 år med en hoftenær lavenergifraktur
- Stor variation i BMD (> 1 SD) imellem de enkelte lændehvirvler ved DXA-scanning
- 

Pga. en relativ stor strålebelastning er opfølgende røntgenbilleder kun indiceret i de tilfælde, hvor en mulig nytillkommen kompressionsfraktur må formodes at have terapeutiske konsekvenser. På nyere DXA-scannere kan der foretages *Vertebral Fracture Assessment* (VFA), hvorved det er muligt at diagnosticere kompressionsfrakturer med en mindre strålebelastning end ved en konventionel røntgenoptagelse.

www.promedicin.dk

22

- Røntgen af columna thoracolumbalis
  - Er ikke egnet til at påvise eller bedømme graden af knogletæthed, men er indiceret, når der er mistanke om fraktur, Højdereduktion skal være mindst 20% (sammenfald <20% er ikke sikkert prognostisk for efterfølgende frakturer):
    - Ved rygsmertter og rygdeformiteter
    - Ved højdereduktion (> 4cm) for at påvise hvirvelkompressioner eller andre knoglesygdomme

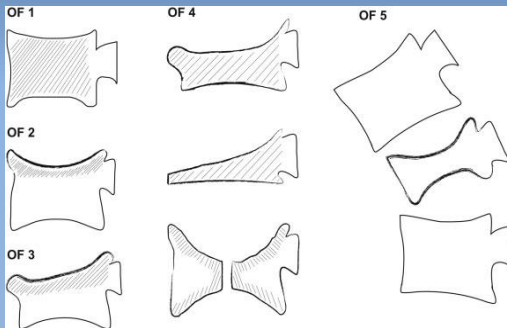


Sundhed.dk (09-09-24)

23

## Eksempler på typer af sammenfald

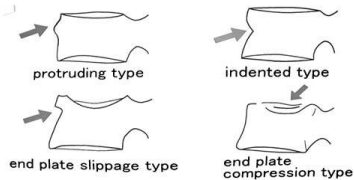
“Ninety-five percent of the fractures belonged either to OF 2, OF 3, or OF 4 types”



The primary osteoporosis diagnostic criteria



Yoshida's classification



Classification of Osteoporotic Thoracolumbar Spine Fractures: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU), Global Spine Journal 2018, Vol. 8(25) 465-495

Ito et al: Osteoporos Int (2006) 17: 1584-1591

24

## Frakturer

- Træthedsbrud (Fatigue fracture) / stress fraktur:
  - Overbelastning af normal knogle
- Insufficiensfraktur:
  - Normal belastning af svækket knogle eksempelvis ved metaboliske knoglesygdomme

25

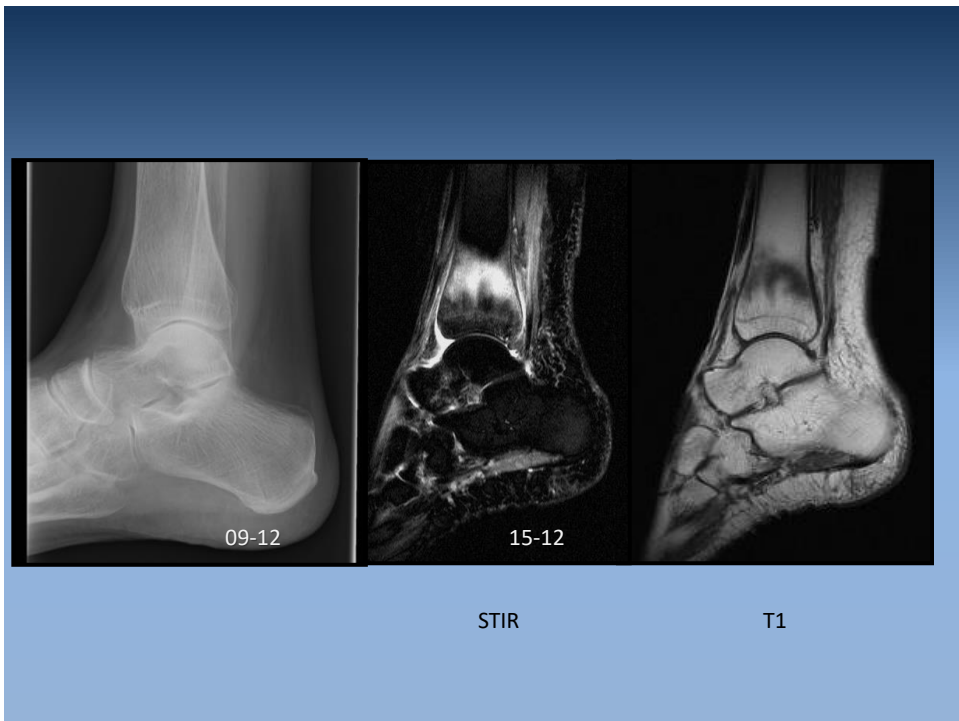
## Osteoporose

- Insufficiensfraktur:
  - Sacrum
  - Os pubis
  - Sternum
  - Acetabulum
  - Tibia og fibula
  - Calcaneus
  - Metatarser

26



27



28

## Forandringer?



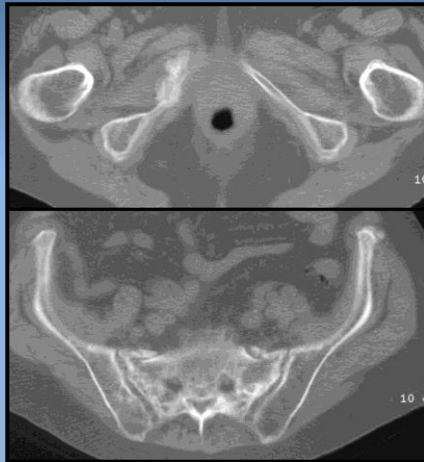
29

## Osteoporose: Insufficiensfraktur



30

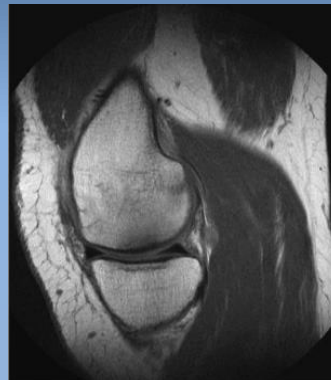
## Osteoporose: Insufficiensfraktur



31

## Osteoporose: Subchondral insufficiensfraktur

Tidligere tolket som osteonekrose (SONK). Ses også i caput femoris



Gómez et al. "Nonspinal Fragility Fractures", *Semin Musculoskelet Radiol* 2016;20:330-344.

32



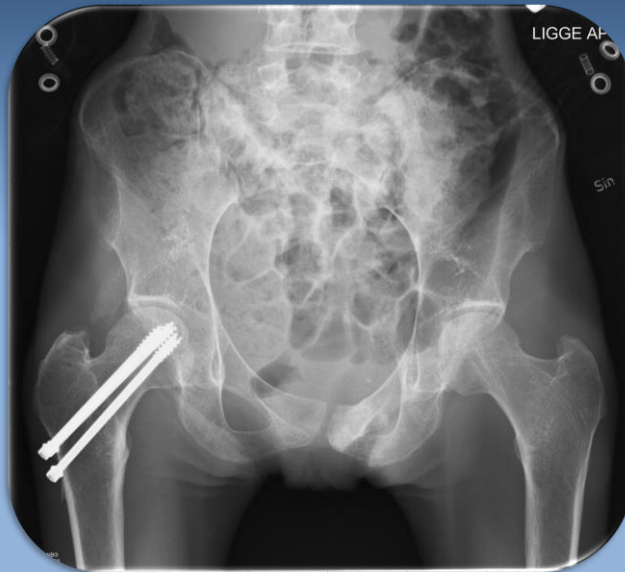
## Case



69-årig kvinde med smerter i venstre hofte efter vridtraume, ej faldet.

33

Kvinde obs. fraktur ved venstre hofte.

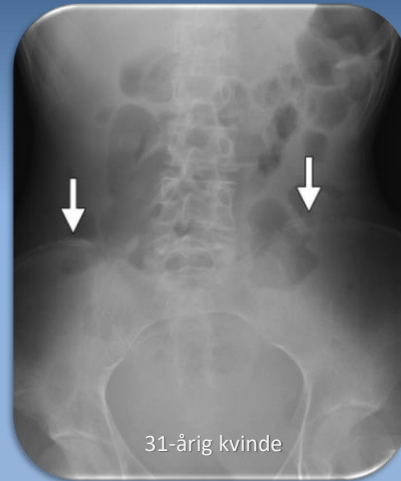


34

## Anorexi

Muskuloskeletale  
komplikationer:

- Osteopeni
- Osteoporose
- Insufficiensfrakturer
- Knoglemarvsatrofi
- Skeletal myopati
- Skeletal umodenhed



31-årig kvinde

*Bowden et al. (2013)*

35

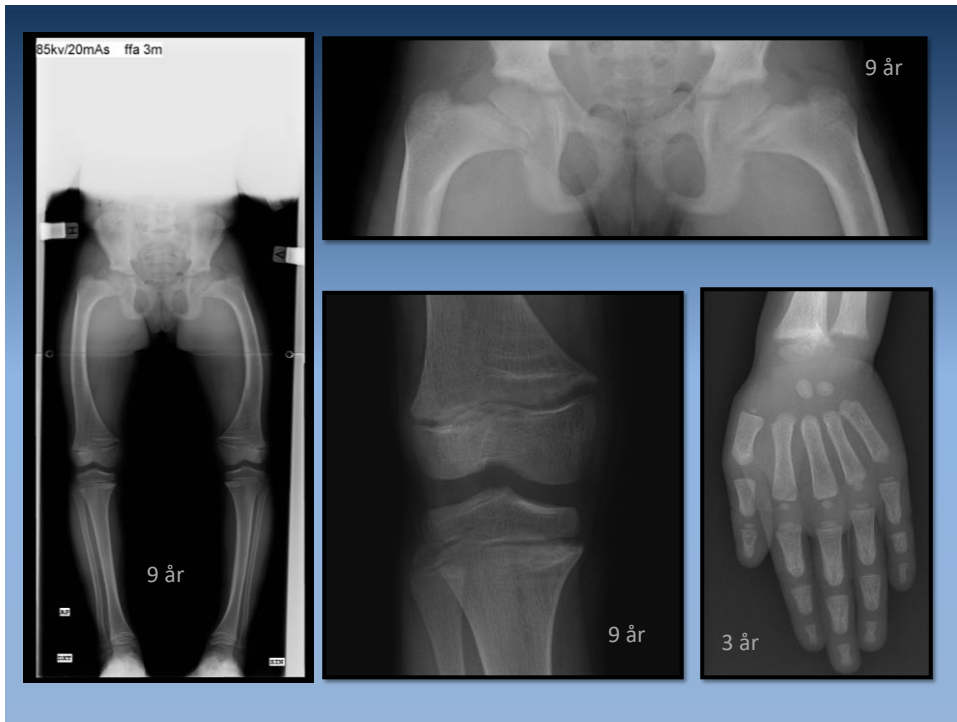
## Knoglemarvskonvertering

*Bowden et al: Radiology of eating disorder, Radiographics, Volume 33 Number 4*



Knoglemarvsforandring hos en 29-årig kvinde med svær anorexia nervosa og aldersmatchet kvinde: Konvertering fra rød til gul knoglemarv.

36



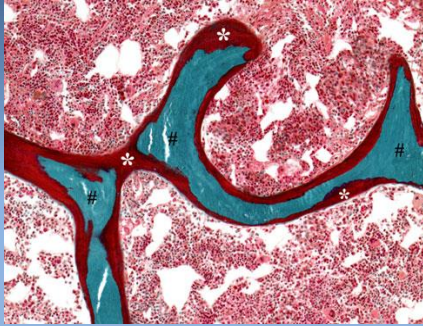
37

## Rachitis og osteomalaci

- Mangeltilstande
  - Vitamin D
  - Calcium
  - Fosfor
  - Chelatorer i diæten
- Absorption
  - Gastrisk
  - Biliær
  - Enterisk
- Renal tubulær
  - Proximal tubulær
  - Proximal og distal tubulær
  - Distal tubulær (Tubulær acidose)
    - Primær
    - Sekundær
- Renal osteodystrofi
- Sjældne former og associationer

39

## Osteomalaci



The photomicrograph of a patient diagnosed with osteomalacia shows interconnected trabeculae that contains central regions of mineralized bone (#) covered almost completely by an excessive amount of unmineralized osteoid matrix (\*). The marrow contents consist of an unremarkable amount of hematopoietic elements and intermixed fat cells (Stain, Goldner trichrome; original magnification, X 10). Unnanuntana Clin Orthop Relat Res (2011) 469:2194–2206

- Osteomalaci: "Bløde knogler"
- Manglende deponering af calciumsalte i osteid væv
- Ofte omtalt som "Voksen rachitis" – men osteomalaci ses også hos børn.

40

## Osteomalaci

### Klinik:

- Afhængig af ætiologi
- Fællestræk:
  - Muskelsvaghed
  - Knoglesmerter ved palpation
  - Deformitet, især af vægtbærende knogler: Pelvis, femur, tibia, columna.

41

## Osteomalaci: Radiologi

- Nedsat knogletæthed
- Forgrovet trabekulering
- Tab af kortikal afgrænsning
- Pseudofrakturer
  - Increment fractures, Looser lines (1920), Milkman's syndrome (1934), Umbau zonen.
- Deformiteter

42

## Osteomalaci

- Nedsat knogletæthed
- Forgrovet trabekulering
- Tab af kortikal afgrænsning
- Pseudofrakturer
  - Bilateralt, symmetrisk, vinkelret på knoglens overflade



Yochum &amp; Rowe

43

## Osteomalaci

- Nedsat knogletæthed
- Forgrovet trabekulering
- Tab af kortikal afgrænsning
- Pseudofraktur
  - Bilateralt, symmetrisk, vinkelret på knoglens overflade



Yochum & Rowe

44

## Rachitis

- Systemisk sygdom hos spædbørn og mindre børn.
- Affektion af meta-/epifyser.
- Sjælden sygdom i den vestlige verden.

45

## Rachitis

- Klassisk vit-D mangel billede i 6-12 mdr. alderen.
- Årsager: Vit-D mangel eller metabolisme defekt, utilstrækkelig solesponering, malabsorption, kronisk acidose, renal tubulær defekt (Vit-D resistent rakit).

46

## Rachitis

- Radiolucente knogler, med forgrovet trabekulær tegning.
- Især forandringer i lange rørknoglers vækstzoner.
- Breddeøgede epifyseskiver med irregulære metafyser. Ingen hvid zone med provisorisk calcifikation (ZPC).
- Bowing, frakturer, nedsat knoglelængde, skoliose.
- Breddeøgning af costochondrale overgang.

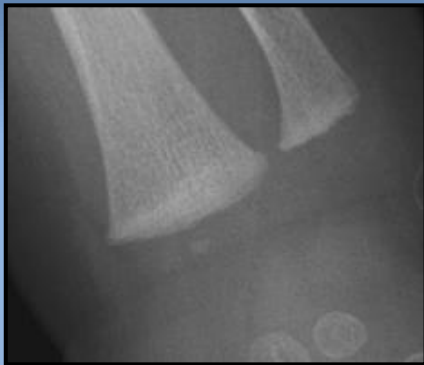
47

## 9 måneder gammel dreng



48

## 17 måneder gammel pige og 9 måneder gammel dreng



49



9 måneder gammel dreng



50

9 mdr. gammel

Andet barn: 1 år gammel



51

## Hyperparathyroidisme

- Primær
  - Øget PTH sekretion (Diffus hyperplasi, solitært eller multiple adenomer).
- Sekundær
  - Induceret pga. vedvarende hypocalcæmisk stimulus (hyppigst nyresygdom med kronisk forhøjet se-fosfat -> nedsat se-calcium).
- Tertiær
  - Langvarig sekundær hyperparathyroidisme, udvikler relativ autonom parathyroidea funktion.

53

## Hyperparathyroidisme

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Knogle resorption</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Subperiostealt</li> <li>– Intracorticalt</li> <li>– Endostealt</li> <li>– Subchondralt</li> <li>– Subphysealt (Børn)</li> <li>– Trabekulært</li> <li>– Subligamentært og subtendinøst</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• "Brown tumors"</li> <li>• <b>Knogle sklerose</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ses hyppigst ved renal osteodystrofi og sekundær hyperparathyroidisme.</li> </ul> </li> </ul> |
|---|--|

54

## Primær hyperparathyroidisme

1. Acro-osteolyse
2. Grov trabekelstruktur
3. Corticulis udtynding med spiculering
4. Brown tumor
5. Subchondrale forandringer



Freyschmidt

55

## Case: Hyperparathyroidisme

- 61-årig mand.
- Indlagt med påvirkede nyreparametre.
- PTH 263.

59

# Hyperparathyroidisme

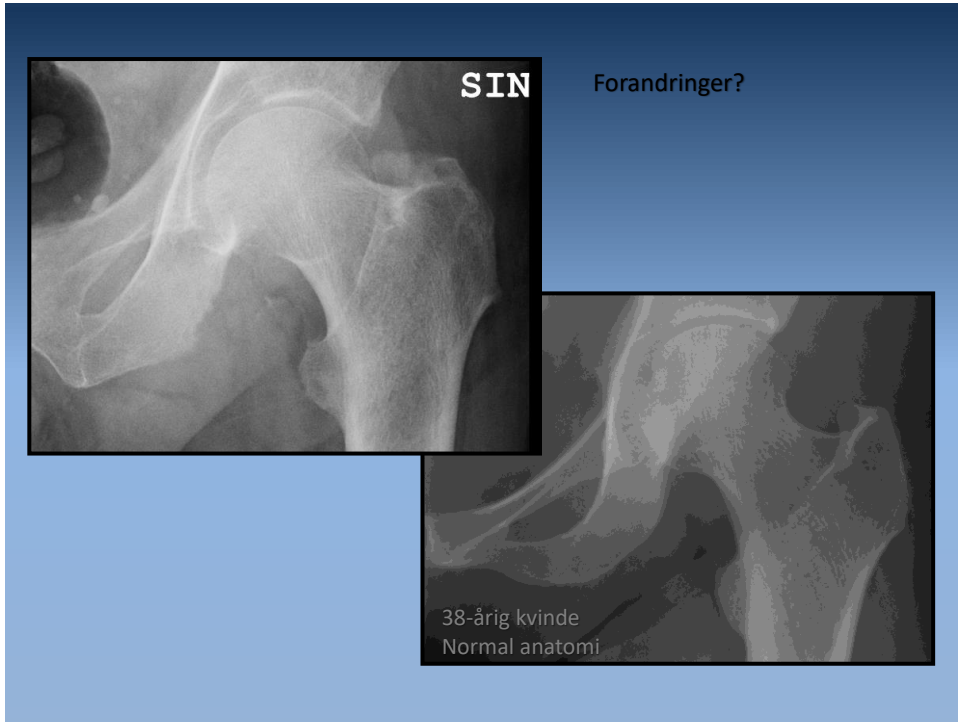


60

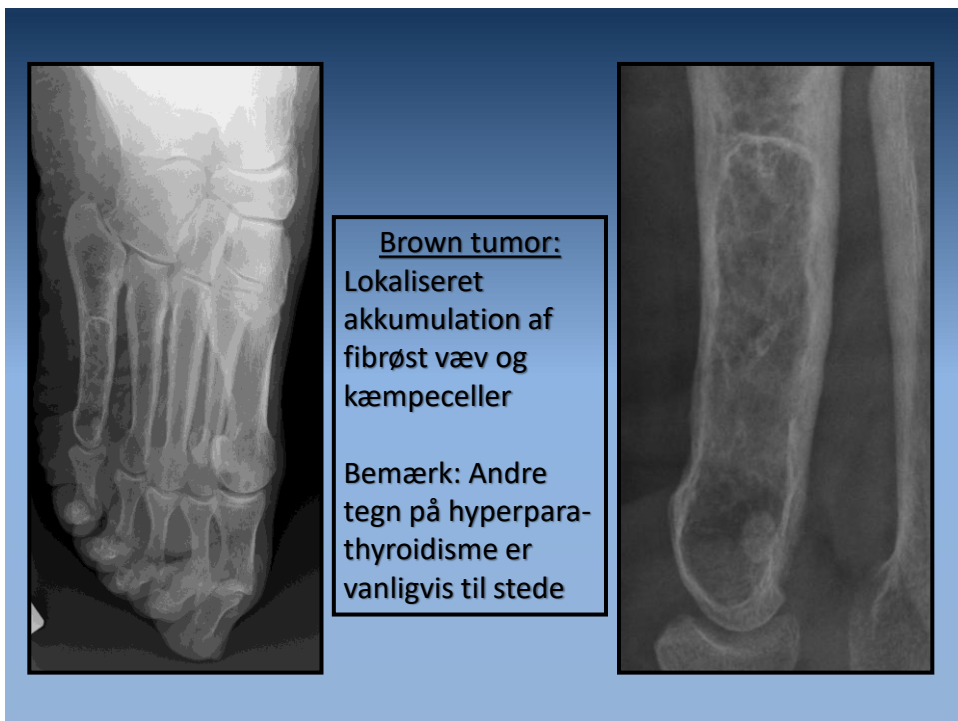


Forandringer?

61



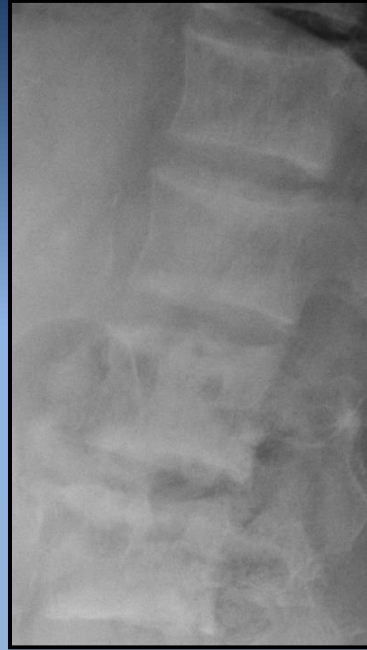
62



63

### Hyperparathyroidisme

- **Knogle sklerose:**
  - Ukendt årsag
  - Ses hyppigst ved renal osteodystrofi og sekundær hyperparathyroidisme.
  - Metafysært, kraniet og vertebrae



64

## Renal osteodystrofi

I varierende kombination ses symptomer på:

- Hyperparathyroidisme
- Rakit (Børn)
- Osteomalaci (Voksne)
- Osteosklerose
- Bløddels- og karforkalkninger
- Med flere

66

## Renal osteodystrofi: Tumoral calcifikation



67

## Hypovitaminosis C (Skørbug)

### Klinik:

- Spontan hæmorrhagi pga. kapillærskørhed.
- Hævede led
- Irritabilitet
- Smerter

69

## Hypovitaminosis C (Skørbug)

- Osteopeni
- Radiodense zone med provisorisk calcifikation (Frankel line)
- Ring epifyse (Wimberger)
- Corner (Angle) sign
- Pelken's spur
- Scorbutic zone (Radiolucid) (Trummerfeld zone)
- Subperiosteal hæmoragi

70

## Hypovitaminosis C (Skørbug)

1. Generel osteopeni
2. Radiodense zoner med provisorisk calcifikation (Frankel linie)
3. Radiolucid zone (Trummerfeld zone/"scurvy line)
4. Pelkins sporer
5. Ring epifyse
6. Subperiostal blødning



Yochum &amp; Rowe

71



## Hypovitaminosis C (Skørbug)

1. Generel osteopeni
2. Radiodense zoner med provisorisk calcifikation (Frankel linie)
3. Radiolucid zone (Trummerfeld zone/"scurvy line")
4. Pelkins sporer
5. Ring epifyse
6. Subperiostal blødning



Chang et al.: "Imaging Findings of Metabolic Bone Disease" RadioGraphics 2016

72

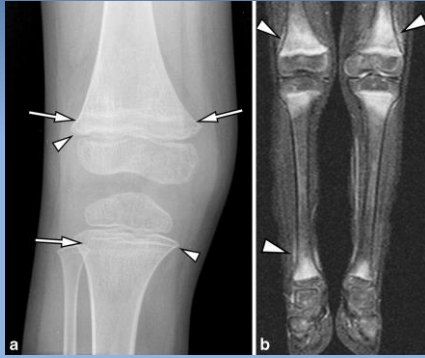
## Hypovitaminosis C (Skørbug)

- Børn testet for vit. C mangel de sidste 5 år
- 151 børn testet/32 børn med moderat til svær mangel:
  - 20 pga. jern overload (multiple transfusioner pga. seglcelle anæmi, thalassemi)
  - 4 med neurologiske sygdomme (3 autisme)
  - 3 KMT/kemoterapi
- 30 af børnene med multiple radiologiske undersøgelser (pga. grundsygdom)
- Kun tre med ekstremitetsundersøgelser (to med autisme og en med forsinket udvikling)

Golriz: "Modern American scurvy—experience with vitamin C deficiency at a large children's hospital", *Pediatr Radiol* (2017) 47:214–220

73

# Hypovitaminosis C (Skørbug)



3-årig dreng

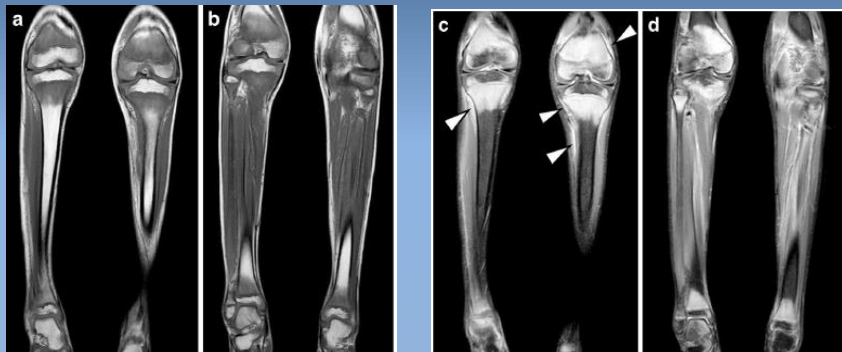


9-årig dreng

Golriz: "Modern American scurvy—experience with vitamin C deficiency at a large children's hospital", *Pediatr Radiol* (2017) 47:214–220

74

# Hypovitaminosis C (Skørbug)

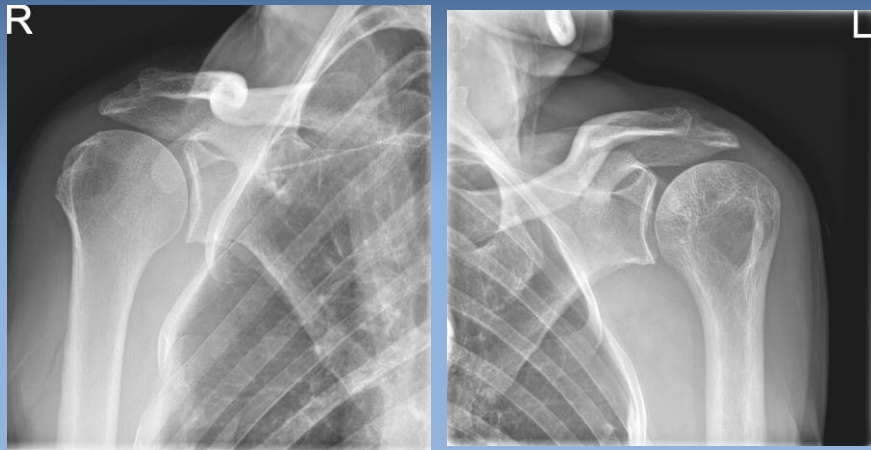


Golriz: "Modern American scurvy—experience with vitamin C deficiency at a large children's hospital", *Pediatr Radiol* (2017) 47:214–220

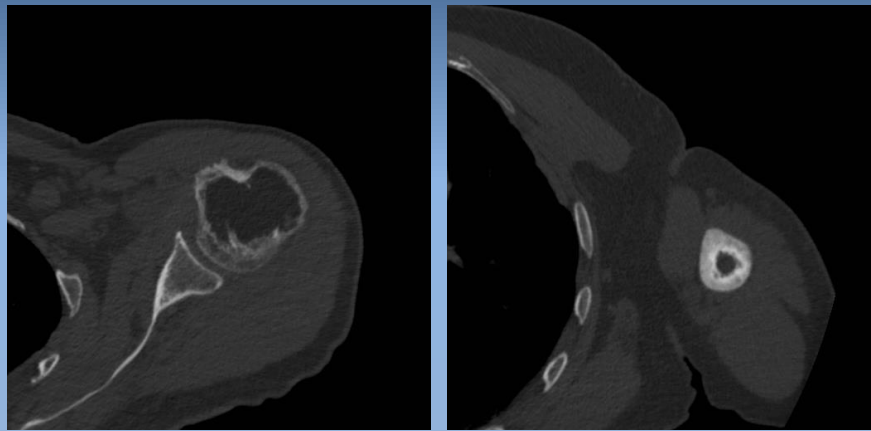


75

# 86-årig mand



76



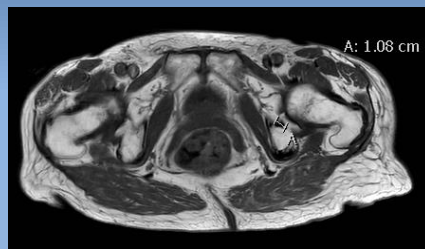
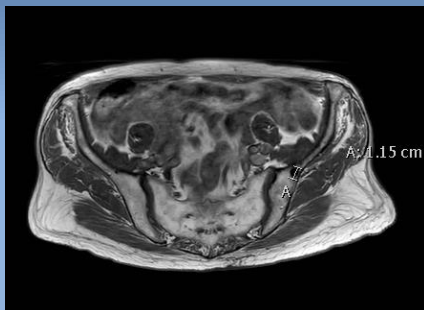
77

## 89-årig kvinde obs. fraktur efter fald



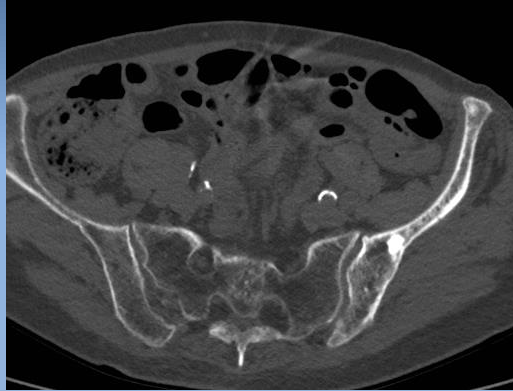
78

## MR skanning med multiple sklerotiske forandringer



79

## CT skanning med multiple sklerotiske forandringer

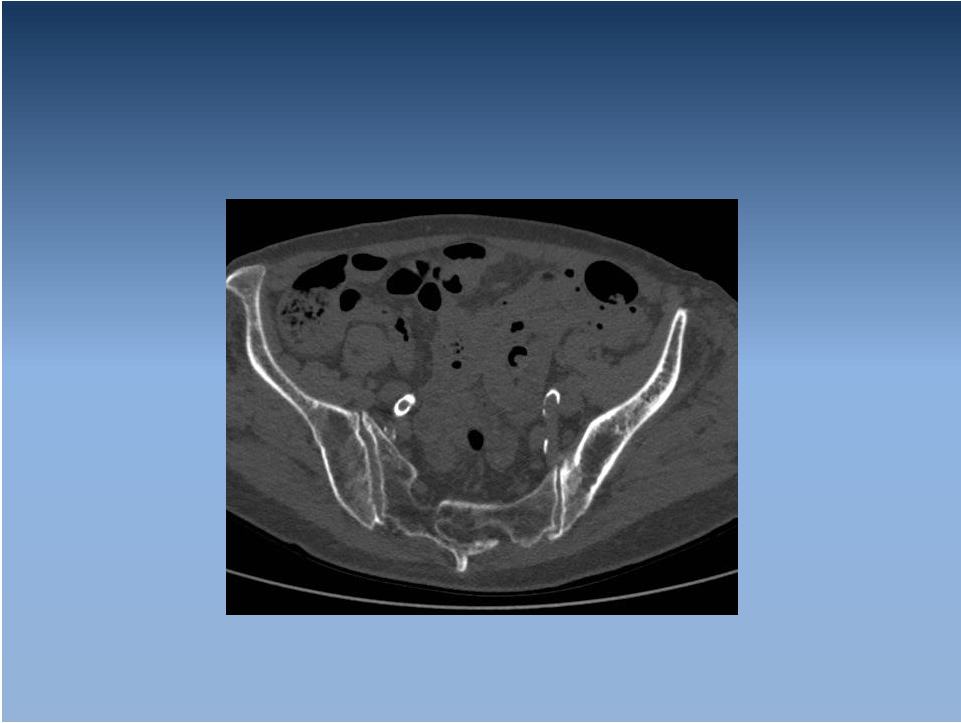


80

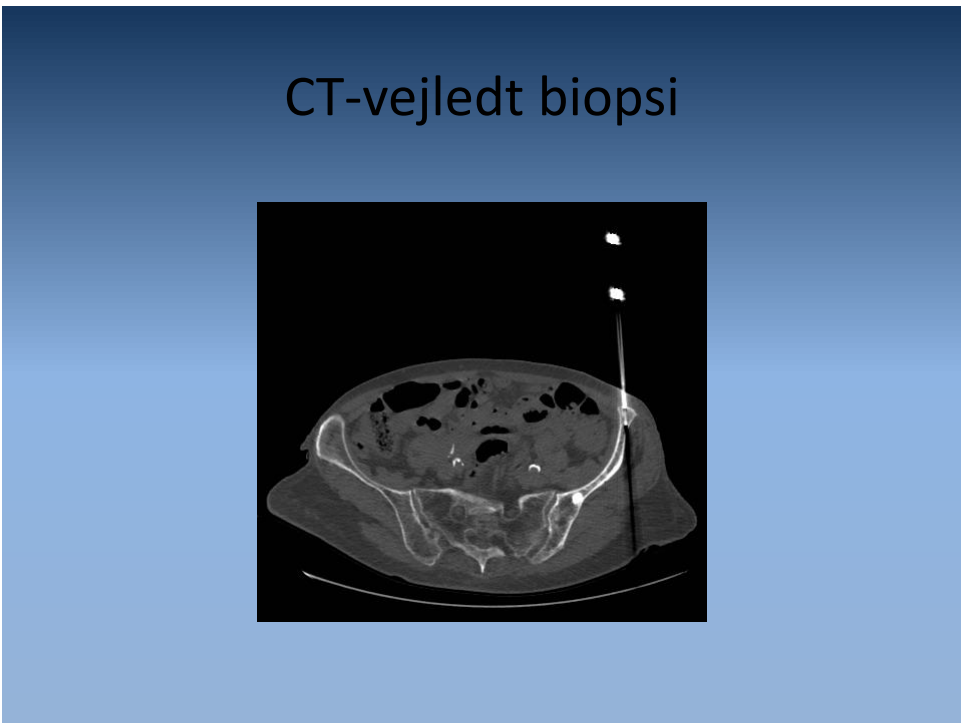
## Og generel ændret knoglestruktur



81



82



83

# Litteratur

- Bernhard et al.: "Stress fracture of the pelvis and lower limbs including atypical femoral fractures – a review". *Insights Imaging* (2015) 6:97-110.
- Bowden et al.: "Radiology of Eating Disorders", *RadioGraphics* (2013) 33:1171-93.
- Chang et al.: "Imaging Findings of Metabolic Bone Disease" *RadioGraphics* (2016) 36: 1871-1887.
- Golriz et al.: "Modern American scurvy—experience with vitamin C deficiency at a large children's hospital", *Pediatr Radiol* (2017) 47:214–220.
- Marshall et al.: "Imaging Features and Management of Stress Atypical and Pathologic Fractures", *RadioGraphics* (2018) 38:2173-2192.
- Shore et al.: "Rickets: Part I" *Pediatr Radiol* (2013) 43:140-151.
- Shore et al.: "Rickets: Part II" *Pediatr Radiol* (2013) 43:152-172.