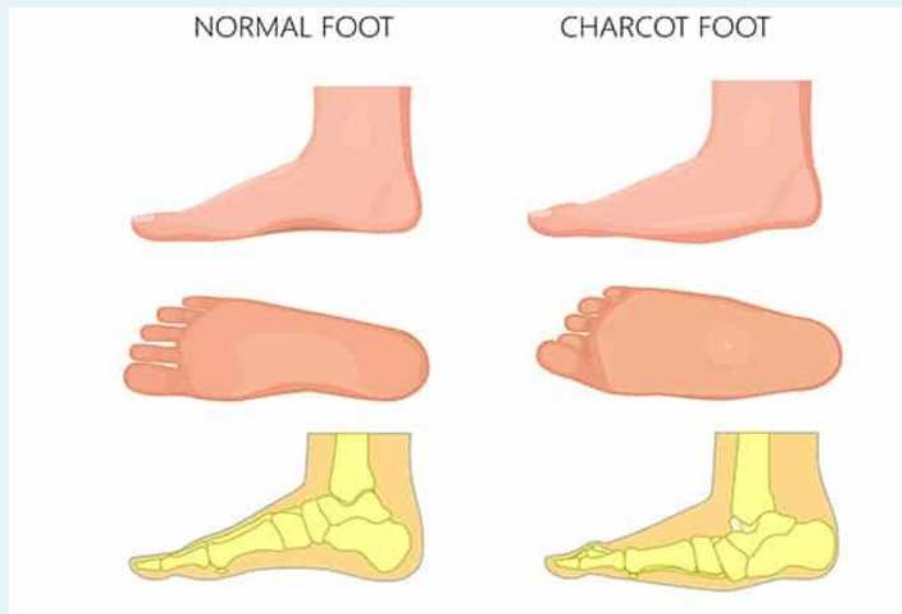


Charcot valg

Mis see on?

- Esmakordselt kirjeldatud 1868 prantsuse patoloogi Jean-Martin Charcot' poolt neurosüüfilisega (tabes dorsalis) patsientidel.
- Tihti valutu aseptiline luude ja liigeste destruktsiooniga kulgev deformeeriv põletikuline liigeshaigus
- Teised nimetused: charcot' liiges, neuropaatiline liiges



Pildil kujutatud Charcot jala lõpp-staadium.
<https://www.foothealthclinic.com.au/diabetes-charcot-foot-syndrome/>



Vasakul tüüpiline Charcot' jalg aktiivses põletikulises faasis: kuum, punetav ja turses.
Rosskopf et al.

Patofüsioloogia

- Põhialus: (perifeerne) neuropaatia
- Kaks teooriat:
 - Neurotraumaatiline: mittetundliku jala vm liigese (mikro)vigastus, mis süveneb patsiendi neuropaatia tõttu
 - Neurovaskulaarne: autonoomse närvisüsteemi neuropaatia, mille tõttu on suurenenud verevarustus jäsemesse → luutekke ja resorptsiooni tasakaalu häirumine → osteopeenia
- Kõige tõenäolisem on eelneva kahe teooria kombinatsioon
- Immuunsüsteemi regulatsiooni häirumine – Charcot artropaatiaga patsientidel proinflammatoorsete tsütokiinide tase tõusnud, antiinflammatoorseid tsütokiine vähem → pikk ja tugev põletikureaktsioon⁷
- Perifeersete veresoonte haigusel tõenäoline protektiivne efekt^{7,8} – toetab neurovaskulaarset teooriat

Etioloogia

- Diabeet, neurosüüfilis, leepra, krooniline alkoholism, seljaaju vigastus, syringomyelia, spina bifida/müelomeningotseele, steroidide kasutamine, kaasasündinud tundlikushäire jne (kui põhjustab sensoorset ja/või autonoomset neuropaatiat siis kuulub listi)
- Inglise keelest S mnemoonik⁴: sugar, syphilis, steroid use, syringomyelia, spinal cord injury, spina bifida, scleroderma, scaly disease (leepra)
- Tänapäeval kõige sagedasem: diabeet

Charcot artropaatia

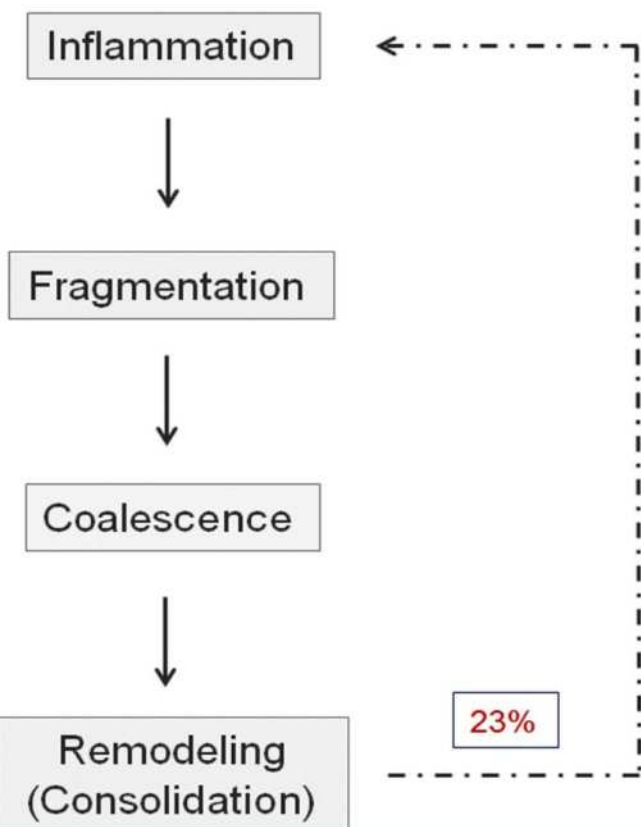
- Mitte ainult hüppeliigese tasemel ja distaalsemal
- Kogu jala ulatuses: puusad, põlved
 - Vanasti oli sagedaimaks põhjuseks süüfilis ning põlveliigese haaratus
- Õlaliiges – väga harv, enamasti seotud syringomyeliaga
- Lülisammas – enam lülisamba alaosas, raske eristada osteomüeliidist
- Harvem ka teistes ülajäseme liigestes

Epidemioloogia

- 0,1% diabeetikutest
- 13% kõrge riskiga diabeetikutest
- Kuni 35% perifeerse neuropaatiaga diabeetikutest
- Tüüpiliselt on patsient 50ndates või 60ndates
- Haaratud enamasti üks jäse, bilateraalne haaratus 5,9 – 39,3% juhtudest
- Meestel ja naistel esineb enamus uuringutes võrdselt, mõnede hinnangul meestel enam suhtega 3:1

Haiguse kulg

Charcot Foot



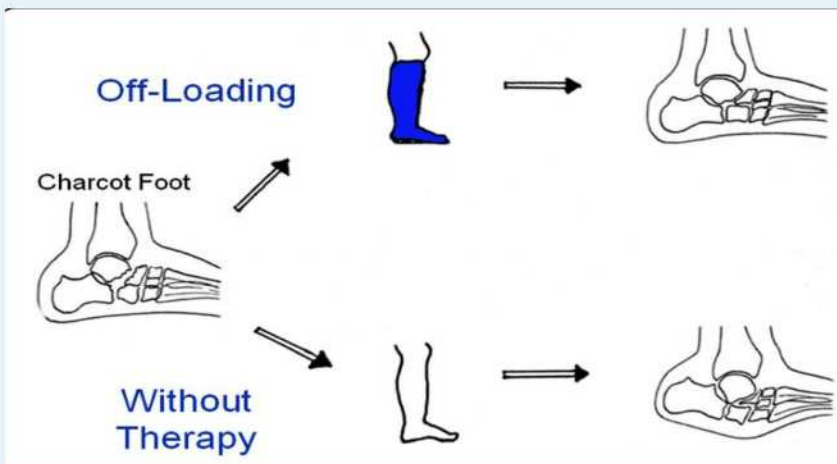
Haiguse tüüpiline kulg, korduvhaigestumise sagedus
23%

Roskopf et al.

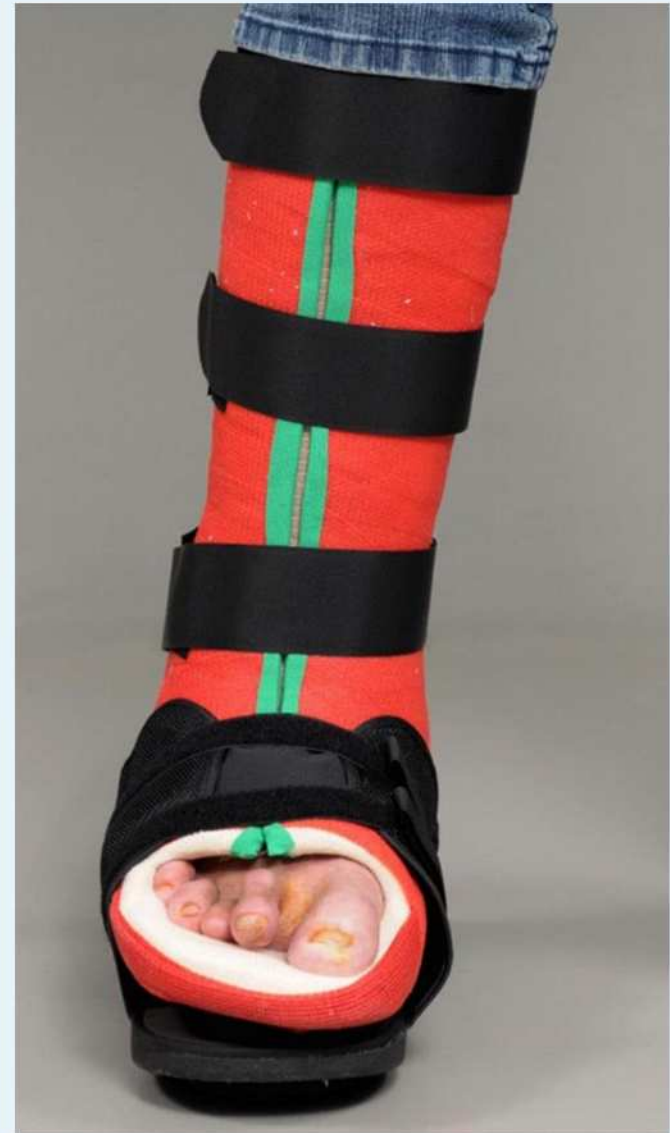
- Põletik – punane, soe, turses jalg, tihti valutu või vähevalulik
- Fragmentatsioon – osteopeeniast tingitud fraktuuride teke, liigeste hävinemine põletikust
- Väheaktiivsem/inaktiivne faas, kus põletik hakkab taanduma, tekivad luulised uusmoodustised (vabakehad, osteofüüdid)
- Konsolidatsioon – destruktsioonide luustumine, deformatsioon.

Ravi

- Akuutne faas
 - Immobilsatsioon ning stressi vähendamine jäsemele
- Postakuutne faas
 - Kirurgilised meetodid deformatsioonide korrigeerimiseks



Konservatiivse ravi eesmärk.
Roskopf et al.



Roskopf et al.

Klassifikatsioonid

- Sanders & Frykberg – anatoomiline klassifikatsioon
- Eichenholtz – kliinilis-radioloogiline klassifikatsioon
- Brodsky – anatoomiline klassifikatsioon

Sanders-Frykberg klassifikatsioon



Tsoon I – MTP ja IP liigesed; Tsoon II – TMT liigesed; Tsoon III – tarsaalliigesed; Tsoon IV – ülemine ja alumine hüppeliiges; Tsoon V – kandluu. Tsoon II ja III on kõige sagemini haaratud, vastavalt 45% ja 35% juhtudest.

Eichenholtz klassifikatsioon

- Loodi 1966, oli algselt kolmeastmeline röntgenoloogiline klassifikatsioon.
- Modifitseeritud versioonil lisatud staadium 0 – ilma röntgenleiuta

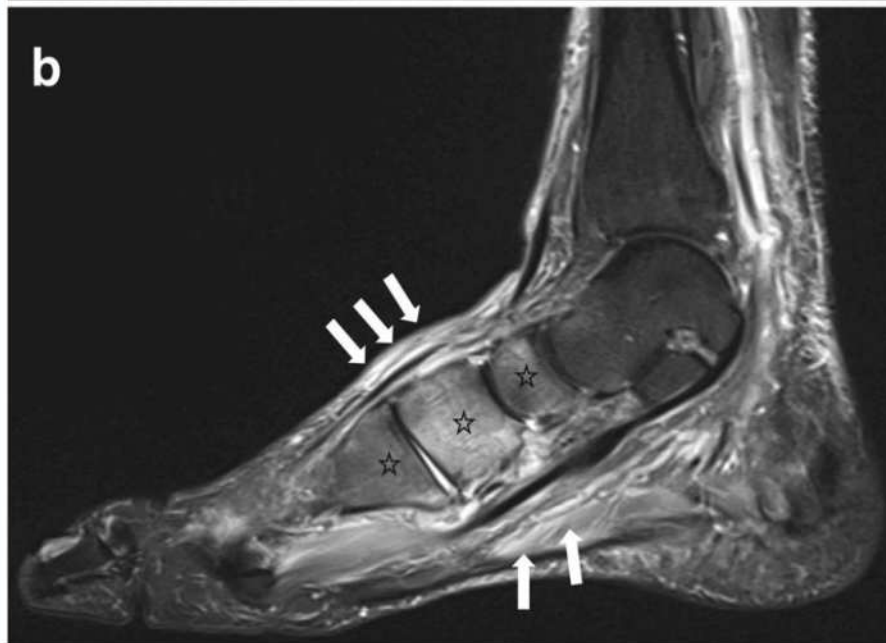
Stages	Description
0 (Inflammatory)	Clinical findings: localised warmth, oedema and erythema Plain radiography findings: minimal, if any, abnormalities MRI typically reveals subchondral bone marrow oedema with or without non-displaced pathological fracture
1 (Development)	Clinical findings: localised warmth, marked oedema and erythema Plain radiography findings: focal bone demineralisation (early), debris formation at the articular margins, fragmentation of subchondral bone plain radiography, subluxation, dislocation and periarticular fractures
2 (Coalescence)	Clinical findings: continued but decreased warmth, oedema and erythema Plain radiography findings: absorption of fine debris, fusion of large fragments of adjacent bones and/or new periosteal bone formation
3 (Remodelling)	Clinical findings: decreased or absent warmth, oedema and erythema Plain radiography findings: remodelled and new bone formation, decreased osteosclerosis and/or possible gross residual deformity

Eichenholtz modifitseeritud klassifikatsioon selgitustega.
Mautone et al.

Eichenholtz 0



a – Röntgenogrammил leid puudub
(klassifikatsiooni definitsioon)



b – sag STIR kujutis. Luuturse,
pehmete kudede turse, liigesesisene
vedelik, võivad olla ka
subkondraalsed mikrofraktuurid
(antud uuringul ei esine, peaks
hindama T1 kaalutud kujutisel)

Eichenholtz 1



1 (Development)

Clinical findings: localised warmth, marked oedema and erythema

Plain radiography findings: focal bone demineralisation (early), debris formation at the articular margins, fragmentation of subchondral bone plain radiography, subluxation, dislocation and periarticular fractures

Kõige varajasem leid röntgenpiltidel: subkondraalse luu hõrenemine, märgitud musta noolega.

Mautone et al

Eichenholtz 1



Subtalaar-, tibiotalaar-, talonavikulaar-, calcaneocuboidliigeste ning taluse ja eesmise calcaneuse destruktsioon. Luulised fragmentid hävinenud liigese ümbruses.



Metatarsaalluude fraktuurid MTP- liigeste destruktsiooni ja luuliste fragmentidega liigeste ümbruses. **a** – koronaarne STIR kujutis, **b** – sellele vastav röntgenogramm.

Eichenholtz 2



2 (Coalescence)

Clinical findings: continued but decreased warmth, oedema and erythema

Plain radiography findings: absorption of fine debris, fusion of large fragments of adjacent bones and/or new periosteal bone formation

Tüüpiline Charcot artropaatia TMT liigestes: liigespindade destruktsioon, kerge subluksatsioon, luuline proliferatsioon ja skleroos.

Mautone et al

Eichenholtz 3



3 (Remodelling)

Clinical findings: decreased or absent warmth, oedema and erythema

Plain radiography findings: remodelled and new bone formation, decreased osteosclerosis and/or possible gross residual deformity



Tüüpiline III tsooni lõpp-staadium: **a** – kliiniline pilt; **b** - “rocker-bottom” deformiteet. Taluse pea on suunatud inferioorsemale, cuboid on dislotseerunud inferioorsemale.

Hüpertroofiline ja atroofiline vorm

- Hüpertroofiline

- Liigese destruktsioon ja fragmentatsioon
- Skleroos
- Osteofüütide moodustumine
- Võib meenutada väljendunud osteoartroosi
- Puhtalt hüpertroofiline vorm harv, tihti segu atroofilisest ja hüpertroofilisest (nt. algselt atroofiline, edasi hüpertroofiline)

- Atroofiline

- Luu resorptsioon, mis võib näida kirurgilise amputatsioonina
- Ei ole skleroosi ja osteofüüte
- Ägedama kuluga
- Enam raskust mittekandvates liigestes ülajäsemel, näiteks syringomyeliaga
- Puhas atroofiline vorm on sagedasem kui hüpertroofiline



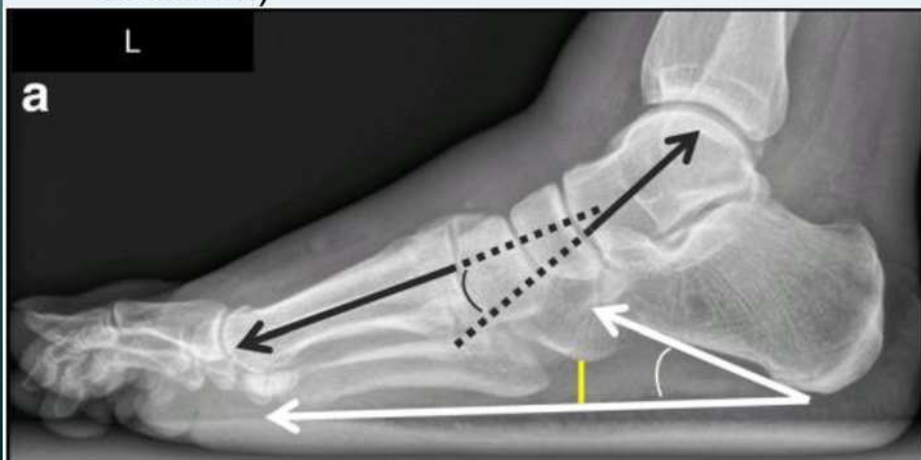
Osteolüütiline vorm - teravate piiridega õlavarreluupea osteolüüs.
Valge nool: luufragmendid aksillaarretsessis, must nool: luufragmendid subskapulaarretsessis



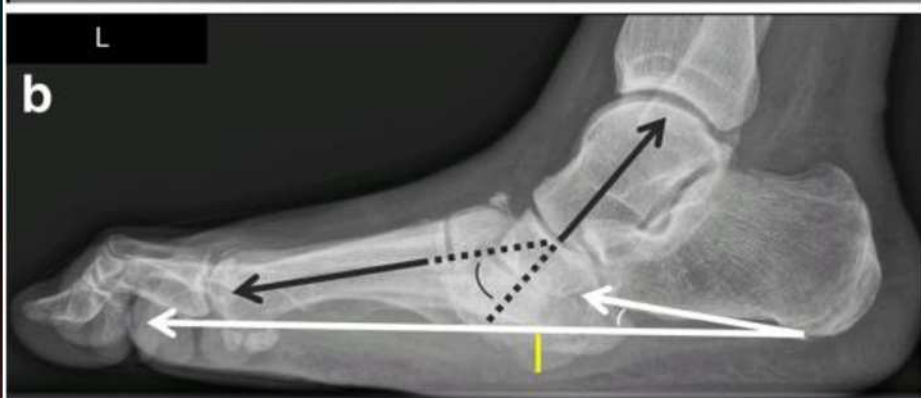
Hüpertroofiline vorm – noolega tähistatud talonavikulaarliigese osteofüüt, mis tavalisest suurem. Vaata lisaks ka jalalaba luude struktuurimuutusi ning ebaühtlast talonavikulaarliigest

Röntgen

- Klassikaliselt põhiline modaliteet haiguse diagnoosimiseks ja staadiumi hindamiseks
- Oluline luude seisundi ning asendi hindamisel
- Luude asendi hindamine on vajalik koormusel (dorsoplantaarne ja külgpilt seistes!)



a – Algne pilt. Must – Meary nurk. Valge nurk – Kandluu kallak. Kollane joon – os cuboideumi kõrgus.

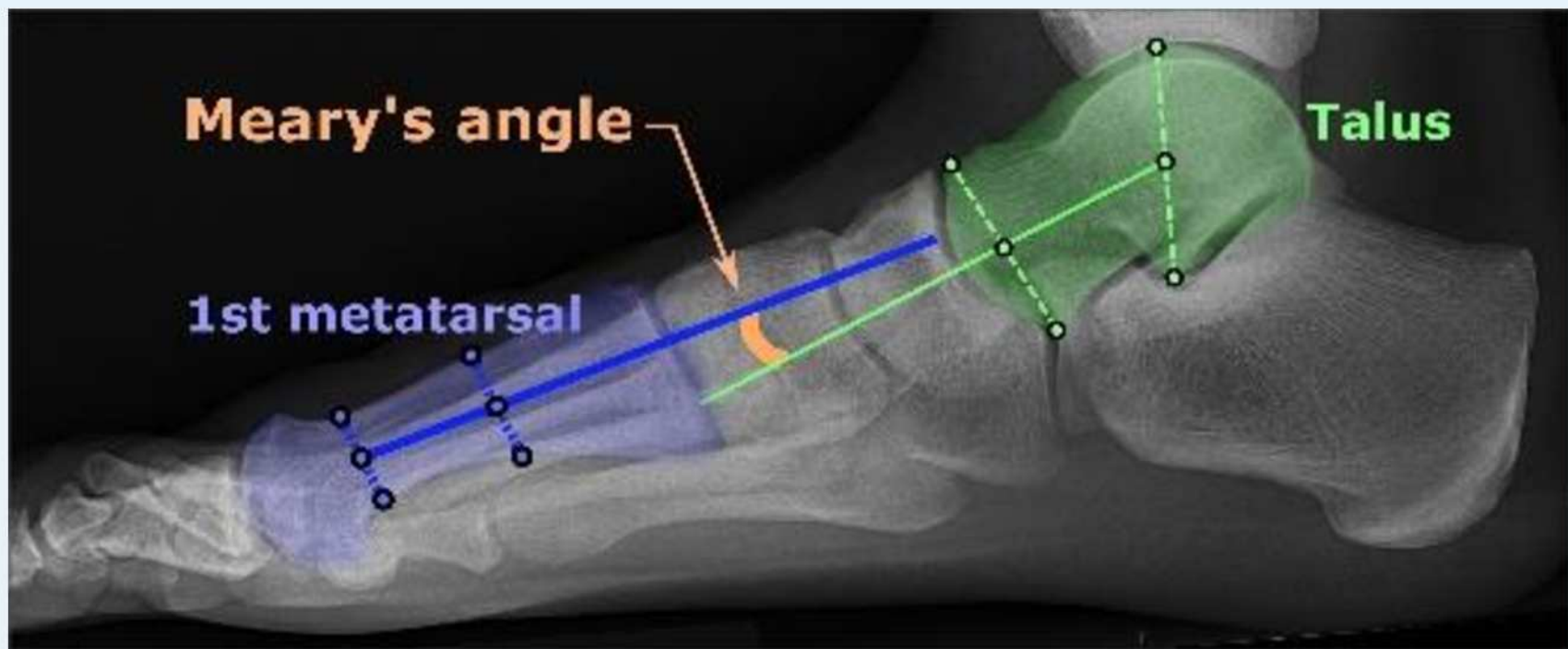


b – tüüpiline Charcot jala jätk 10 kuud hiljem. Meary nurga suurenemine, kandluu kallaku vähenemine ja os cuboideumi nihkumine inferioorsele

Roskopf et al.

Meary nurk

- $>4^{\circ}$ konveksiteet alla – pes planus, $>4^{\circ}$ konveksiteet üles – pes cavus
- Charcot jala kontekstis Meary nurk suureneb lampjalgususe suunas
- Muutuse raskus: kerge $<15^{\circ}$; keskmine $15-30^{\circ}$; raske $>30^{\circ}$



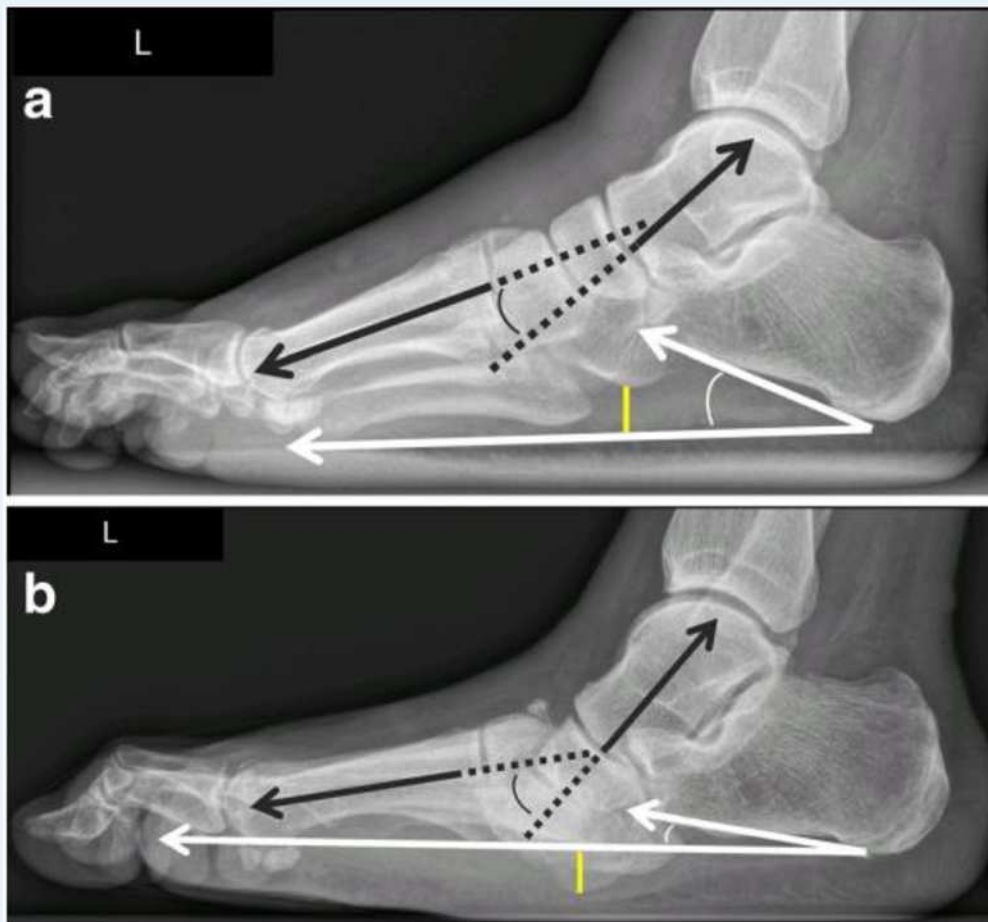
Kandluu kallak

- Jällegi üks lampjalgsuse hindamiseks kasutatav mõõtmine
- Norm – 20 - 30° ; pes planus <18° ; pes cavus ≥30°



Wikipedia. By Mikael Häggström - Own work, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61558804>

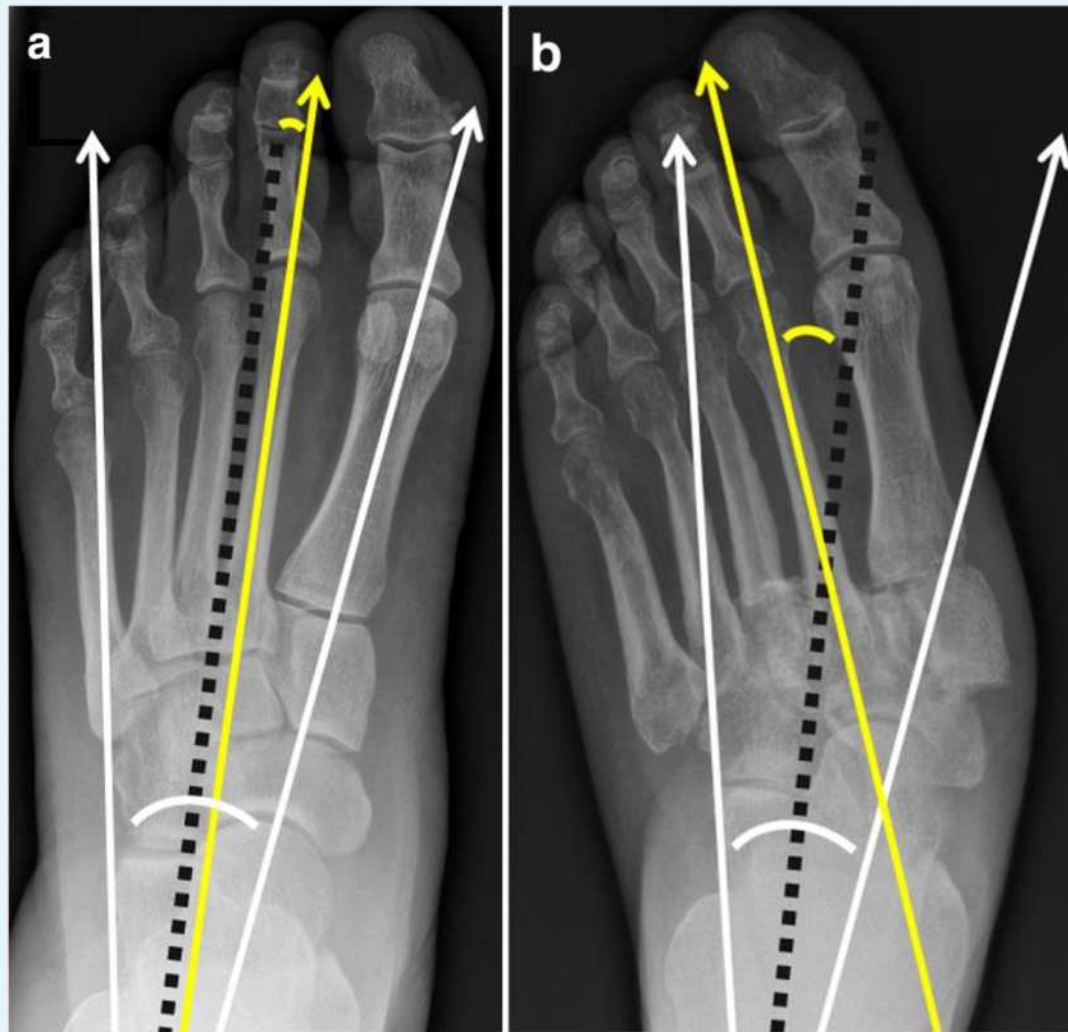
Os cuboideumi kõrgus



- Os cuboideumi alaserv on os calcaneuse alaservast V metatarsaalluu pähiku alaservani kulgevast joonest kõrgemal
- Keskmine norm on 1,2 cm
- Asend allpool horisontaalset joont (nagu pildil b) on seotud haavandumisega*

* Wukich DK, Raspovic KM, Hobizal KB, Rosario B. Radiographic analysis of diabetic midfoot charcot neuroarthropathy with and without midfoot ulceration. *Foot Ankle Int.* 2014;35(11):1108–1115. doi:10.1177/1071100714547218

Hindfoot-forefoot nurk



- Labajala tagumise ja eesmise osa vaheline nurk, Charcot jalaga distaalse osa abduktsioon ja valgusdeformatsioon süvenevad
- Näitab Lisfranc liigese (sub)luksatsiooni

Lateraalne valge joon: calcaneuse lateraalse korteksiga paralleelne joon

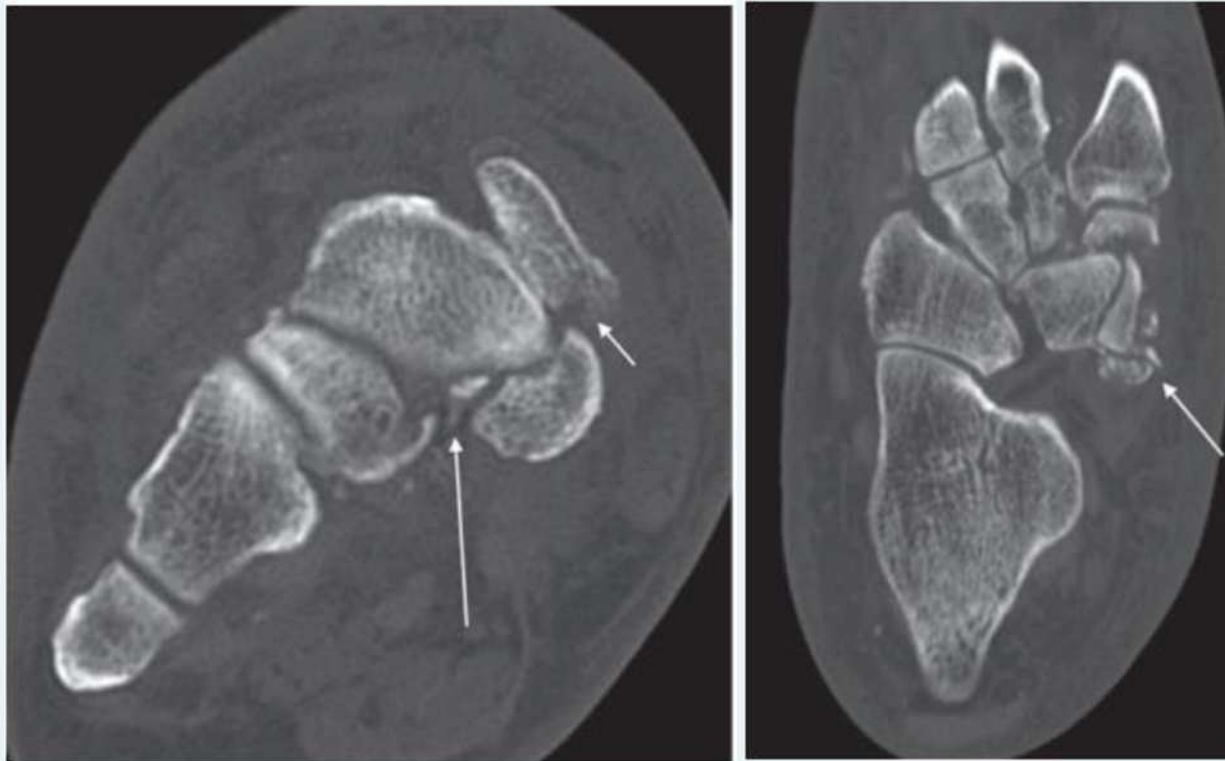
Mediaalne valge joon: taluse pea ja kaela kesktelg

Must punktiirjoon: eelneva kahe joone vahelise nurga keskosa läbiv joon

Kollane joon: II metatarsaalluu kesktelg

KT

- Enamasti ei lähe vaja, röntgen katab vajaliku
- Operatiivse ravi planeerimiseks
- Väikeste murdude ja kahjustuste eristamiseks



Os naviculare ja os cuneiforme
mediale fraktuurid perifeerse
neuropaatiaga diabeetikul –
Eichenholtz I staadium

Radiograafiline mnemoonik

Charcot jala 5 D'd

- **D**ensity change (tiheduse muutus) – subkondraalne osteopeenia või skleroos
- **D**estruction (hävinemine) – luude fragmentatsioon ning imendumine
- **D**ebris – liigesesisesed vabakehad
- **D**istension (paisumine) – vedelik liigeses
- **D**isorganisation and dislocation – liigestumise häirumine

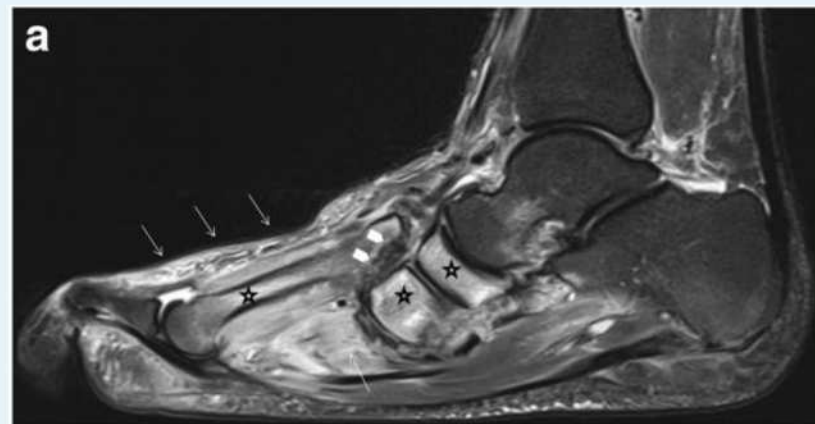
Ostemüeliit

- Aktiivse charcot artropaatia ja osteomüeliidi eristamine raske
- Sarnased tunnused MRT's:
 - Luuüdi väljendunud turse T1 tugeva langusega
 - Pehme kude turse
 - Liigesesisene efusioon
 - Pehme kude ja luu kontrasteerumine
 - Vedelikukogumite moodustumine

Osteomüeliit vs Charcot



b – Sag STIR kujutis, nahahaavand ja vedelikusignaaliuuris luudeni
c – Sag T1 kujutis, luuüdi signaali tugev langus os cuboideumis, luukontuuri mittevisualiseerumine

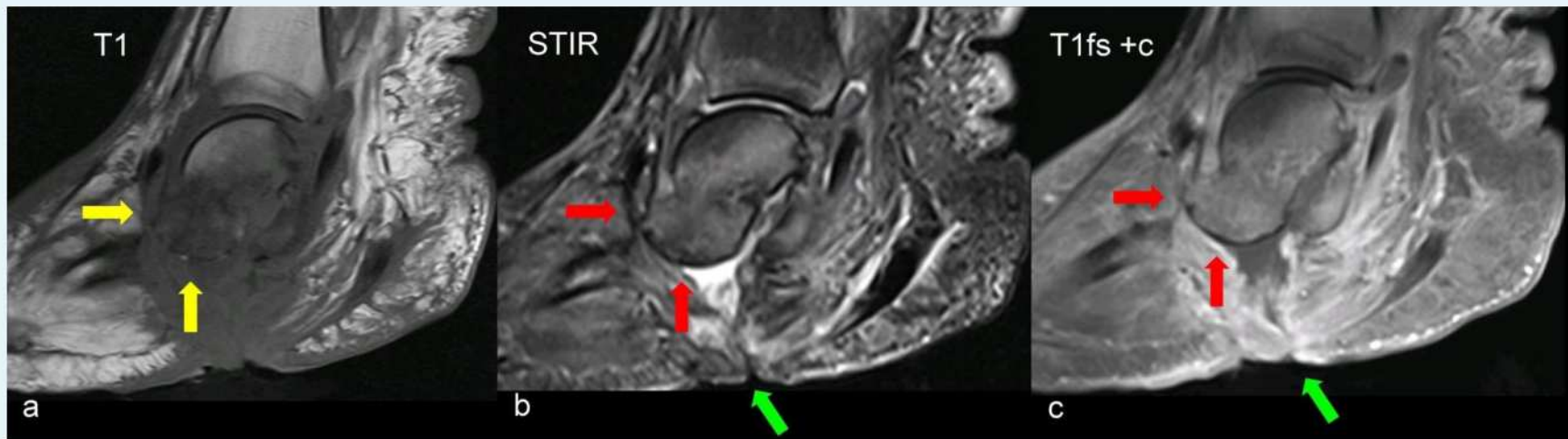


a – Sag STIR kujutis, metatarsaalluude dislokatsioon, väljendunud luuüdi ja pehmete kudede tursesignaali
b – Sag T1 kujutis, väljendunud luuüdi signaalilangus ning luude destruktsioon

Table 1 MRI features for differentiating an active Charcot foot from osteomyelitis. Information collected from Ahmadi et al. 2006 [25], Donovan and Schweitzer 2010 [29], Ergen et al. 2013 [2], Johnson et al. 2009 [28], Martin Noguerol et al. 2017 [30], Mautone and Naidoo 2015 [24], Schoots et al. 2010 [3], and Toledano et al. 2011 [20]

	Active Charcot foot	Osteomyelitis
Location of bone marrow abnormality (edema shown in fluid sensitive sequences, and reduction of fatty bone marrow shown in T1 sequences)	- o Pattern tends to be periarticular - o Usually involves several joints and bones (mostly tarso-metatarsal joints and metatarsophalangeal joints)	- o Tendency to involve a single bone with diffuse marrow involvement - o Usually affects weight-bearing surfaces of the toes, metatarsal heads, calcaneus, malleolus, and a special area in Charcot: cuboid (in rocker-bottom deformity) - o Develops almost exclusively by continuous spread of infection from skin ulcerations and sinus tracts
Sinus tracts	o Usually not present	o Often present
Skin ulceration (technician should mark the exact ulcer location)	o Can be present	- o Often present - o Often relationship to sinus tract
Fluid collections	- o Present - o Usually smaller than in case of infection, unless sinus tract is present	- o Present - o Usually larger than in active Charcot foot, unless a sinus tract exists over which the collection is drained (paradoxical decrease of size of fluid collection) - o Diffusion-weighted imaging (DWI) might help in differentiation abscesses from non-infected fluid collections
Subcutaneous fat	o Dorsal often with edema, plantar often normal	o Often disappears due to presence of cellulitis
Subchondral cysts	- o Typical image feature in chronic Charcot foot - o The presence of subchondral cysts indicates the absence of infection	- o Tendency to disappear in case of infection/osteomyelitis - o Best recognized if regular previous follow-up studies are present, which demonstrate the disappearance of the cysts
Intraarticular bodies	o The presence of intraarticular bodies indicates the absence of infection	o Often disappear in the setting of infection due to dissolution or obscuration by surrounding inflammation
"The ghost sign"	o Negative: a neuropathic joint without infection will not demonstrate the "ghost sign" because the bones are definitely destroyed and will look destroyed on all sequences	o Positive: bones that "disappear" on T1-weighted images and "reappear" (outline of the bone becomes visible again) after contrast administration (or on T2-weighted images)—suspicious of osteomyelitis—Fig. 21

Ghost sign



- T1 kujutisel luukontuur kohati kadunud, STIR ja kontrastainega sekventsidel luukontuur hästi jälgitav
- Aktiivse neuropaatilise artropaatiaga patsientidel luu hävineb ning luukontuur on kadunud kõikidel sekventsidel
- Loetakse patognoomiliseks osteomüeliidi puhul Charchot artropaatiaga, leiu täpsus on siiski uuringutes hindamata.

Nukleaarmeditsiin

- Tehneetsium 99m-MDP – tundlik, aga mittespetsiifiline. Ei erista aktiivsed neuropaatilist jalga muudest fraktuuridest ja põletikust
- Varajases staadiumis siiski mõeldav, kui MRT pole teostatav
- Märgistatud leukotsüütidega uuringud on spetsiifilisemad aga väiksema tundlikkusega
- MRT, FDG-PET/KT ja valgevereliblede stsintigraafia on sarnase tundlikkusega osteomüeliidi diagnoosimisel diabeetilise jalaga, kuid nukleaarmeditsiini meetodid on spetsiifilisemad*

*Lauri C, Tamminga M, Glaudemans A et al (2017) Detection of osteomyelitis in the diabetic foot by imaging techniques: a systematic review and metaanalysis comparing MRI, white blood cell scintigraphy, and FDG-PET. Diabetes Care 40:1111–1120

Koju kaasa

- Kliinik on väga oluline: diabeet, neuropaatia, valu ja selle tugevus, haavandid, jalanahk, kas on olnud traumad ja kas see võiks suuri kahjustusi tekitada? – kõike vaja teada
- Põhiline on röntgen ja pildid peaksid olema tehtud seistes
- Leidu kirjeldavad 5 D'd
- Väga varajases staadiumis, diagnoosi täpsustamiseks ja tüsistuste (infektsioon) hindamiseks MRT
- Osteomüeliit ja neuropaatiline artropaatia võivad tihti olla koos ning nende eristamine on keeruline

Kasutatud kirjandus

- 1) Roskopf, A.B., Loupatatzis, C., Pfirrmann, C.W.A. et al. The Charcot foot: a pictorial review. Insights Imaging 10, 77 (2019) doi:10.1186/s13244-019-0768-9
- 2) <https://emedicine.medscape.com/article/1234293-overview#showall>
- 3) <https://radiopaedia.org/articles/charcot-joint>
- 4) <https://radiopaedia.org/articles/charcot-joint-causes-mnemonic?lang=us>
- 5) <https://radiopaedia.org/articles/radiographic-features-of-a-charcot-joint-mnemonic?lang=us>
- 6) <https://emedicine.medscape.com/article/391989-overview#showall>
- 7) Kaynak G, Birsal O, Güven MF, Oğüt T. An overview of the Charcot foot pathophysiology. Diabet Foot Ankle. 2013;4:10.3402/dfa.v4i0.21117. Published 2013 Aug 2. doi:10.3402/dfa.v4i0.21117
- 8) Mautone, M. and Naidoo, P. (2015), Charcot neuroarthropathy: an imaging review. Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology, 59: 395-402. doi:10.1111/1754-9485.12325
- 9) Jones EA, Manaster BJ, May DA, Disler DG: Neuropathic osteoarthropathy: diagnostic dilemmas and differential diagnosis. Radiographics 2000, 20(spec no):S279-S293.