

Grunnkurs i radiologi ved UiB: Nukleærmedisin

Læringsmål i grunnkurset er å formidle grunnleggende kunnskap i nukleærmedisin slik at dere:

- kan rekvirere nukleærmedisinske undersøkelser (inkl. PET) på en hensiktsmessig måte
- forstå beskrivelsene og
- har grunnleggende ferdigheter til å tolke bildene og sammenligne dem med morfologisk bildediagnostikk som CT, ultralyd eller MR.

Anbefalt **eksamensforberedelse** i grunnkurs i radiologi er kursmaterialet på <https://mitt.uib.no> inkl. prøveeksamen der. Denne veilederen er ment som **fordypning**. Den bygger på:

- nettforedlesningene som ligger ut fritt tilgjengelig på <http://www.uib.no/radionett/nuklear> og som kan spilles av på nettbrett eller mobil, også offline,
- undervisningsmodulene inkl. øvingsspørsmål som ligger ut på <https://mitt.uib.no> for medisinstudenter ved Universitet i Bergen (UiB) eller på <https://nukit.helse.net/moodle> for leger i spesialisering i nukleærmedisin eller andre yrkesgrupper,
- originale undersøkelser i anonymisert format som ligger ut på undervisningsserveren <https://nukoa.ihelse.net> i Norsk helsenett/sykehusnettverk [1]. Disse er oppført i slutten av hvert kapittel. Alle undervisningskasus ligger på undervisningsserveren <https://mitt.uib.no> i anonymisert men ellers originalt format. Alt som dere trenger er en egnet sykehuscomputer, bl.a. de to computere ved studentinformasjon på Armauer Hansens hus. Påloggingsinformasjon finner dere på <https://mitt.uib.no>, brukerdokumentasjon ligger ut på YouTube, både for konvensjonell [scintigrafi](#) og [PET](#).

Det er vanskelig med å anbefale noen lærebøker. For de som kan tysk, er Schicha [2] mitt favorittvalg. Den er samtidig fokusert på det vesentlige og forståelig. Rootvelt [3] er meget kortfattet, men dessverre vanskelig å forstå for de fleste. Den mest oppdaterte lærebok på et skandinavisk språk er Birk et al. fra 2011 [4]. Min engelske favoritter er Metteler [5] and Bennet [6]. Referanseverket fra 2004 er Ell og Gambhir [7], men den har nesten 3000 sider.

Denne introduksjonen i nukleærmedisin har gjennomgått flere versjoner siden 2011. Spesielt takker jeg dr. Torjan Haslerud, overlege ved PET-senteret for korrektur og nyttige innspill. Ved eventuelle feil i undervisningsmaterialet (eller ved spørsmål) vennligst skriv meg mail eller bruk diskusjonsforum på de ulike kurs på <https://nukoa.ihelse.net>.

Bergen, 21.05.2017

Martin Biermann, professor II

Med. ansvarlig overlege, NM/PET-senter, Rad. avd. HUS

Spesialist i nukleærmedisin – medisinsk informatikk (Tyskland) –

martin.biermann@uib.no

<http://www.uib.no/personer/Martin.Biermann>

Grunnkurs i radiologi: Nukleærmedisin.....	1
Kasusliste NM/PET: Tekniske detaljer	3
Oversikt.....	4
Del 1: organ imaging.....	5
Thyreoidescintigrafi	6
Nyrescintigrafi	13
Hjertediagnostikk	16
Lungescintigrafi	20
Hjerne	23
Del 2: tumor imaging.....	26
Skjelettscintigrafi	27
Tumorscintigrafi	34
Jodscintigrafi (I-131)	35
MIBG-scintigrafi (I-123-MIBG og I-131-MIBG)	36
Somatostatinreseptorscintigrafi.....	37
Parathyreoideascintigrafi.....	39
F-18-FDG-PET	41
Andre PET-tracere	46
C-11-cholin-PET	47
Ga-68-DOTATOC –PET	48
Referanser.....	49

Kasusliste NM/PET: Tekniske detaljer

Ved slutten av hvert kapittel i denne veilederen er det oppført utvalgte kasus med typiske funn. Undervisningsserver <https://nukoa.ihelse.net> inneholder mer enn 200 utvalgte kasus fra Haukeland Universitetssykehus. Antall undersøkelser utvides fortløpende og vil etter hvert inkludere undersøkelser tatt ved de fleste nukleærmedisinske avdelinger i Norge [1].

Alle kasus er anonymiserte. De opprinnelige kasus har pasient-ID fra NUC001 til NUC099 med felles fødselsdato 1.1.1900 og etternavn "Undervisning". I kasuslisten refereres kun til pasient-ID.

Alle bilder og serier som er relevante til diagnosen er kopiert til den nye fiktive pasient-ID NUC001 ... NUC099. Når dere klikker på linkene i kasuslisten vil dere få opp de originale svar som ble gitt da undersøkelsen ble gjennomført. Noen ganger er svarene ganske detaljerte, noen ganger er de knappere. I veilederen legger jeg vekt på de viktigste *teaching points* som bildene illustrerer. **De viktigste teaching points fremheves i fett skrift.**

Dataene skal dere se på med **programpakken Segami Oasis**. Med støtte fra Universitet i Bergen og Norsk forening for nukleærmedisin drifter Helse Vest IKT en dedisert undervisningsserver i sykehusnett, <https://nukoa.ihelse.net>. For å se på bildene trenger dere i tillegg en Oasis-klient. Den kan kalles opp på sykehusmaskiner med snarvei «Oasis Prod». Påloggingsinformasjon finner dere på de ulike kursene på <https://mitt.uib.no>.

Jeg har laget to YouTube videoer, som forklarer hvordan en bruker systemet for å vise konvensjonell [scintigrafi](#) og [PET/CT](#) undersøkelser. I tillegg fins det en kortfattet brukerveiledning på <https://nukoa.ihelse.net/student/oasis>. Dere kan for øvrig få opp noen online hjelp med å trykke «F1» når dere er pålogget i Oasis.

Dere kan bruke følgende computere for å se på kasus med Oasis:

- De 2 sykehuscomputere ved studentinformasjon på Armauer Hansens hus ved UiB,
- Alle maskiner på PET-senter samt Oasis-maskinene på H-112 (biblioteket) og H-113 (auditorium) ved Radiologisk avdeling. Det forutsetter at maskinene eller rommene ikke er i bruk.
- Dedisert maskin ved nukleærmedisin ved Universitetssykehus i Nordnorge i Trømsø.
- Snart utvalgte maskiner ved St. Olavs universitetssykehus i Trondheim.

Det søkes for tiden om tilgang for de ulike nukleærmedisinske avdelingene i Helse Sørøst.

Oversikt

Fra et klinisk perspektiv kan nukleærmedisin deles inn i 2 overordnede problemstillinger:

- Ikke-invasiv fremstilling av organfunksjon (*organ imaging*)
- Tumordiagnostikk (*tumor imaging*).

For begge typer av problemstillinger kan det brukes ulike modaliteter, nemlig konvensjonell [scintigrafi](#) med gammakamera og [positronemisjonstomografi \(PET\)](#). Men: Dette er en forskjell som er mer interessant for de som driver med nukleærmedisin enn de som henviser. La oss derfor velge et klinisk perspektiv.

Ved fremstilling av **organfunksjon** brukes vanligvis delkroppsscintigrafi fokusert på det organet under interesse: i noen tilfeller er det 2-dimensjonal statisk scintigrafi (som for [thyreoidea](#)), 2-dimensjonal dynamisk scintigrafi (som for nyre) eller 3-dimensjonal scintigrafi (som for hjerte og hjerne). En KAN også bruke PET (hjerne og evt. hjerte). **Ved alle organscintigrafier velger en et sporstoff som tas opp eller transporteres av organet som undersøkes.** En trenger også en **modell** som beskriver funksjonen av organet. Feilfunksjon i et organ kan være for mye opptak (= **hot spot**; f. eks. varm knute i en thyreoideascintigrafi) eller for lite opptak (= **cold spot**; f. eks. kald knute ved thyreoideascintigrafi eller et infarkt ved myokardscintigrafi). De radioaktive sporstoffene som brukes kan være helt spesifikke til et organ (som jod-123 eller jod-131 for thyreoidea eller Tc-99m-MAG₃ for nyre) eller relativt uspesifikke som Tc-99m-MIBI, som tas opp i mitokondrier i hjerte- og skjelettmuskulatur og i leveren.

Ved **tumor imaging** bruker vi konvensjonell scintigrafi like mye som PET. **Sporstoffet ved en tumorscintigrafi velges ut slikt at tumorvevet tar opp sporstoffet**, og 95 % av all tumorscintigrafi er basert på hot spot imaging. Det er bare unntaksvis at vi leter etter cold spots (f. eks. når vi karakteriser kjente levermetastaser ved somatostatinsreseptorscintigrafi). *Konvensjonell scintigrafi* har fordelen at den er billigst og universelt tilgjengelig. Vi begynner vanligvis med en helkroppsscintigrafi, som viser hele pasienten i en projeksjon forfra og bakfra. Finner vi noe på helkroppsbildene eller ønsker vi å se en spesielt interesserende region 3-dimensionalt, tar vi SPECT (= Single Photon Emission Computed Tomography), som er en 3-D-akkvisisjon med et gammakamera. SPECT kan f. eks. tas ved skjelettscintigrafi når pasient har et bildefunn et sted som er vanskelig å lokalisere i planare bilder eller når helkroppsscintigrafi *ikke* viser oss noe som forklarer pasientens symptomatikk. Ellers kan vi ta *PET*. PET har fordelen av en betydelig høyere oppløselighet, billedtaking går raskere og vi får alltid 3-dimensjonale bilder. PET brukes i økende grad, også i Norge [8].

Ved tumor imaging kan det radioaktive sporstoffet som brukes være helt *spesifikk* til en gitt tumortype (som jod-123 eller jod-131 for thyreoideacancer eller jod-MIBG for feokromocytom) eller en gruppe tumores (som somatostatinsreseptorscintigrafi ved nevroendokrine tumores). Ellers kan den være *uspesifikk* som f. eks. F-18-FDG: den tas opp i mange solide tumores men også i betennelsesceller og for øvrig fysiologisk i hjernen og hjerte.

[Skjelettscintigrafi](#) har en viss særstilling i henhold til denne klassifikasjonen. Metoden kan nemlig brukes for å kartlegge *alle* typer prosesser i skjelett, ikke bare maligne. Jeg har likevel valgt å avhandle metoden under "*tumor imaging*" pga. den typiske kombinasjonen av helkroppsscintigrafi med 3-dimensjonal billedtaking av utvalgte interesseområder, men egentlig er det en organ-scintigrafi.

Del 1: organ imaging

Vi skal fokusere på 5 organer:

- **Thyreoidea**
- **Nyre**
- **Hjerte**
- **Lunge**
- **Hjerne**

Skjelett avhandles under “*tumor imaging*”. Utover disse 6 klassiske organer fins det organspesifikke protokoller for funksjonell bildediagnostikk av:

- Tåreveier (tåreveisscintigrafi)
- Spyttkjertler
- Svelgefunksjon (dynamisk øsofagusscintigrafi)
- Magetømming (ventikkelscintigrafi etter testmåltid)
- Ektopisk ventrikkelslimhinne (Meckel-scintigrafi)
- Gastrointestinal blødning (blødningsscintigrafi med Tc-99m-merkede erythrocytter)
- Betennelse (leukocyttscintigrafi med Tc-99m-merkede anti-granulocyt-antistoff-fragmenter eller leukocytt-merking med Tc-99m-HMPAO)
- Funksjon av lymfeveier: Sentinel node scintigrafi for å identifisere vaktpost-lymfeknuten før operasjoner for ca. mammae eller malignt melanom; dynamisk lymfografi ved lymfødem.
- ...

Disse inngår IKKE i pensum i medisinstudiet!

Thyreoidescintigrafi

Ved [thyreoidescintigrafi](#) visualiseres produksjon av thyreoideahormon i skjoldbruskkjertelen.

Vi bruker ca. 75 MBq Tc-99m-pertechnetat (TcO_4) (voksendose). Stoffet tas direkte ut av technetium-[generatoren](#) og fortynnes med 0.9 % NaCl-løsning og injiseres intravenøst. Tc-pertechnetat er et stort anion som blir konsentrert av natrium-jodid-symporter i thyreoidea-cellene (thyreocytterne) på samme måte som jodid. I motsetning til jodid inngår pertechnetat IKKE i hormonsyntesen. Pertechnetat forlater dermed thyreocytterne i løpet av noen få minutter. Jodid bygges derimot inn i thyreoideakolloid og lagres i flere dager. Dette utnyttes ved radiojodbehandling, der jod-131 bestråler det endokrin aktive thyreoideavevet i flere dager.

Fordelene med Tc-99m-pertechnetat for thyreoideadiagnostikk er:

- Minst stråleeksponering til pasienten (Tc-99m- TcO_4 forlater thyreoidea etter noen minutter; jodid lagres i kolloid med en biologisk halveringstid på flere dager),
- Billig (kommer rett av Mo/Tc-generatoren; I-123 og I-131 må leveres på undersøkelsesdagen),
- Rask (I-123 gis i en meget lav dose slik at en må vente i ca. 4 timer eller før bildetaking inntil nok jod er konsentrert i thyreoidea).

Avhengig av sykdommen som er under utredning bør pasienten slutte med thyreostatisk medikasjon (carbimazol, propylthiouracil) mellom 2 – 3 dager (Graves sykdom) og 2 uker (toksisk struma) før planlagt scintigrafi. **Pasientene skal ikke ha hatt nylig kontrastmiddel-CT** eller annen jodtilførsel i store mengder (som f. eks. "helsekost" som kelp). Sporstoffet tas ikke opp når thyreoidea "bader" i jod. Er en i tvil om det foreligger jodkontaminasjon kan en bestemme jodid i spontanurin (sendeprove til Aker sykehus i Oslo).

Det injiseres ca. 75 MBq Tc-99m-pertechnetat i en armvene. Sporstoffet tas opp i noen få minutt. Bildetaking tar 10 min og begynnes ca. 15 – 20 min p. i. Technetium-oppak i thyreoidea angis i prosent av injisert aktivitet. Under euthyreose (= normal thyreoideafunksjon) vil en normal thyreoidea ta opp ca. 0,5 – 2 %. **Ved forhøyet stoffskifte (hyperthyreose) er opptak over 1 % unormalt.** Hvis det ikke foreligger aktuelle stoffskifteverdier bør en blodprøve analyseres for **serum-TSH**.

Indikasjoner for thyreoidescintigrafi:

- Obligat: **Før radiojodbehandling for hyperthyreose.** Når pasienter har lang reisevei er det vanlig praksis i Norge å samordne scintigrafi og radiojodbehandling på én dag; ellers prøver vi å utrede pasienten med scintigrafi først og så bestille I-131-kapselen for terapi deretter.
- Svært ønskelig: Alle pasienter med **uklar hyperthyreose.** Hos pasienter med Graves sykdom er ultralyd med farge-Doppler som regel tilstrekkelig. Den vil da vise økt perfusjon i hele parenkymet. Når hyperthyreosen skyldes toksiske knuter er scintigrafi referansemetoden og langt mer spesifikk enn ultralyd.
- Ønskelig: Pasienter med mistenkt thyreoiditt.
- Nyttig: I kombinasjon med ultralyd når hyperthyreote pasienter (TSH lavere enn nedre normalområde) utredes for knuter. Ultralyd og ultralyd-veiledet biopsi blir ofte mer målrettet når det i tillegg foreligger en scintigrafi. Det er IKKE lov å ta finnålsbiopsi fra hormonproduserende "varme" knuter (se nedenfor). Når en undersøker en multiknutet

struma vil scintigrafi ofte vise knuter med redusert eller manglende hormonproduksjon, det er de knutene som bør undersøkes nærmere med ultralyd-veiledet finnålsbiopsi.

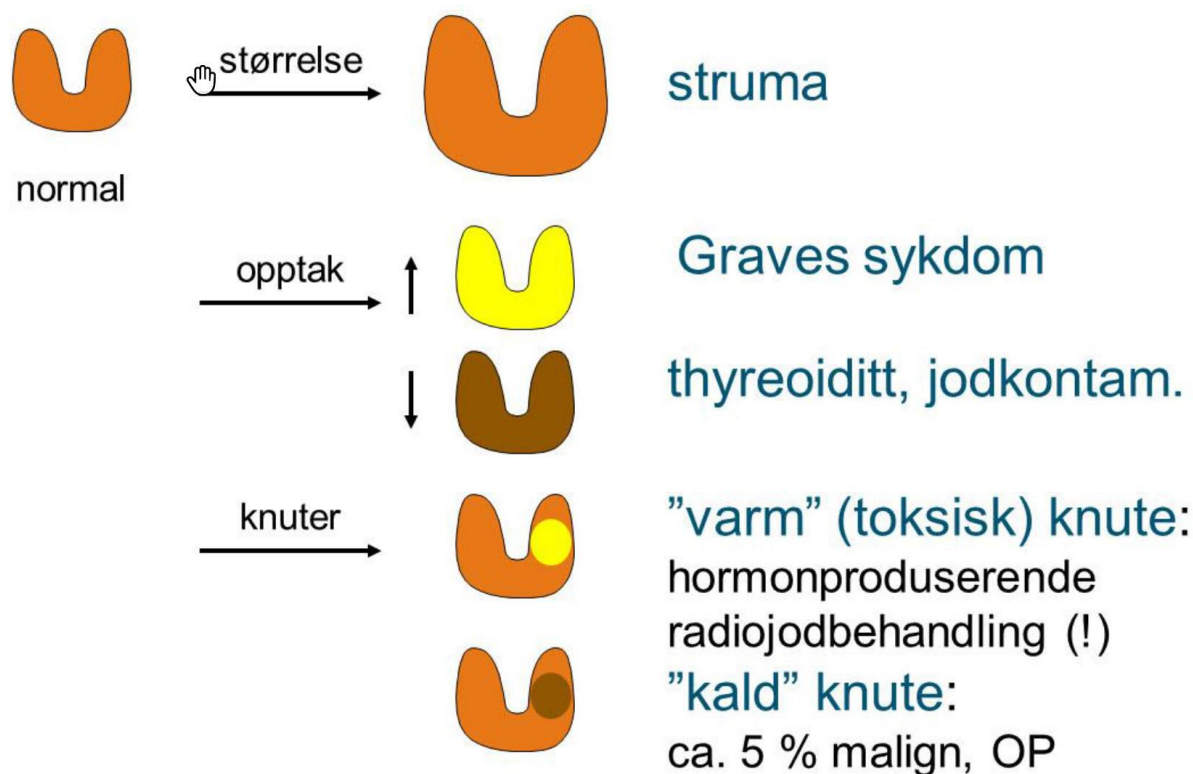


Fig. 1: Thyreoidescintigrafi

Typiske funn er:

- **Diffust forhøyet opptak** er typisk for **Graves sykdom** (diffust opptak i en normal stor eller diffust forstørret kjertel). Unntaksvis kan også pasienter med Hashimotos thyreoiditt ha økt opptak, spesielt når de har høy TSH.
- **Diffust nedsatt opptak er typisk for en thyreoiditt** (f. eks. Hashimotos thyreoiditt og atrofisk thyreoiditt) og ved jodkontaminasjon (som f. eks. etter en kontrastmiddel-CT).
- **Fokalt økt opptak** i en knute representerer et **toksisk adenom**, dvs. en thyreoideaknute som produserer thyreoideahormon uavhengig av TSH-nivå. Toksiske knuter er **praktisk talt ALLTID benigne**. Det frarådes å ta biopsi fra dem: toksiske knuter vil ofte ha et alterert cellebilde under mikroskopet som kan feiltolkes som en "follikulær neoplas", noe som kan gi en feil operasjonsindikasjon. Toksiske knuter har ingen tendens til spontanremisjon og behandles oftest med **radiojod**. Ved toksisk knutestruma ses opptak i flere "varme" knuter eller i en hel kjertel.
- Fokalt nedsatt opptak i en knute kalles "kald" knute. Kalde knuter har en viss (ca. 5 %) risiko å være maligne. **Alle kalde knuter i thyreoidea må utredes med ultralyd-veiledet finnålsbiopsi for å utelukke malignitet.**
- Opptak i thyreoideavev kan også nedregulert ("supprimert"). Dette skjer når pasienten har forhøyet stoffskifte slik at hypofysen slår av TSH-produksjonen. Normalt thyreoideavev vil da vise kun lite eller intet opptak mens de hormonproduserende knuter vil være "varme".

Thyreoidescintigrafi bør ALLTID kombineres med ultralyd, helst ultralyd av den samme undersøkeren som beskriver scintigrafien. Dette har 2 grunner:

- Thyreoidescintigrafi har en begrenset geometrisk oppløsning.
- Kalde knuter (= knuter uten opptak) kan være lett å overse i scintigrafien.

Selv om ultralyd er den viktigste bildediagnostiske metoden i thyreoideautredning er scintigrafi den ENESTE metoden som kan avbilde hormonproduksjon i en knute. Doppler-ultralyd kan vise økt perfusjon i knuter, men både varme og kalde knuter kan ha økt perfusjon!

Jodopptaket i thyreoideavev utnyttes terapeutisk ved **radiojodbehandling**:

- Ved Graves sykdom er målsetning å fjerne hormonproduksjon fra kjertelen totalt (såkalt ablativ behandling). Det er ca. 50 % sjanse at en M. Graves "brenner ut" under medikamentell behandling. Hvis sykdommen ikke roer seg ned etter ca. 6 – 24 måneders behandling med carbimazol eller pasienten ikke tåler medikamentell behandling er det indikasjon for definitiv behandling, enten radiojod eller operasjon. I Norge brukes mest radiojodbehandling med mindre pasient har aktiv endokrin orbitopati. Hos pasienter med latent orbitopati eller risikofaktorer (særlig røyking) gis radiojod under kortisonbehandling. Alternativt kan organet fjernes med en *near total* thyreoidektomi. Operasjon er første valg hos pasienter med endokrin orbitopati, fordi radiojodbehandling kan føre til en oppblussing av immunreaksjonen med forverring av endokrin orbitopati.
- Ved toksiske knuter eller struma er målsetningen å fjerne hormonproduksjon i det toksiske vevet, men helst ikke i resten av kjertelen. Her gi vi behandlingen mens pasienten er TSH-supprimert slik at vi unngår jodopptak i ikke toksisk vev. Evt. behandling med carbimazol bør seponeres i 1, helst 2 uker.

Ved radiojodbehandling svelger pasient en gelatine-kapsel. Kapselen inneholder ca. 500 – 800 MBq jod-131-natriumjodid (I-131). Kapselen svelges med litt vann. Jodid er et salt som absorberes raskt i duodenum. Jodid tas opp i thyreoideavev via natrium-jodid-symporteren og lagres deretter som preformet hormon (thyreoglobulin) i thyreoideafolliklene. Strålingen som utgår fra I-131 i thyreoideafolliklene har en rekkevidde i kroppen på 1 – 2 mm. Den treffer dermed hovedsakelig det hormonproduserende vevet i thyreoidea, ikke vev som er supprimert.

De første dagene etter behandling emitterer pasient radioaktivitet. Det anbefales god personlig hygiene (urin og alle andre utskillelser er radioaktive!). Dessuten bør pasienten sove på et eget rom. Langvarig tett kontakt med små (< 5 år) barn og gravide bør unngås i minst i en uke.

Etter radiojodbehandling må det tas blodprøver (TSH, FT4) ca. hver 4. (M. Graves) eller 6.(toksisk struma) uke. Når FT4 faller bør en begynne substitusjon med thyroxin (Levaxin®). Spesielt ved M. Graves skal en IKKE vente til TSH stiger. Ofte er pasientene da allerede hypothyreote, noe som – for ukjente årsaker – øker risikoen for en manifestasjon eller forverring av endokrin orbitopati.

Kasuistikker

De følgende 4 kasuistikker er tatt fra gruppeundervisningen i 3. studieår. Alle scintigrafikasus inkluderer en serie av ultralydbilder: vanligvis et horisontalsnitt gjennom høyre + venstre thyreoidealapp, 1 lengesnitt gjennom høyre og 1 lengdesnitt gjennom venstre thyreoidealapp og 2 snittplan (horisontal + vertikal) gjennom alle knuter.

Nuc099

Hvis dere ønsker å sammenligne de 4 første undersøkelser slik som jeg pleier å gjøre i undervisningen last inn pasienten NUC099 – der har jeg trikset og lagret bildene til alle 4 pasientene som én undersøkelse hos én fiktiv pasient. Pasient NUC099 er satt sammen av NUC020, NUC021, NUC022 og NUC023.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre (eller hva skal du kunne se/gjøre?)
IMPAX	Se på rådataene til scintigrafien. I tillegg har jeg lagret et bilde med Oasis som viser kvantitering av opptaket i en region of interest (ROI) rundt høyre og venstre thyreoidealapp. Sammenlign scintigrafiene med hverandre.
Oasis	Velg ut pasienten. Velg ut undersøkelsen som heter "thyreoideascintigrafi" med dato 07.12.2006. Dobbeltklikk på undersøkelsesprotokoll "General NM Viewer". Konnektor "Static series" skal nå vise "4 items inserted". Klikk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy. Se på hvordan den antatte intensiteten av opptaket i organet og i bakgrunnen endrer seg: Det er bare fargekodingen av pikslene som endrer seg – tallverdien av hver pixel (= counts over hele telleperioden) forblir jo konstant. Når dere velger varme farger eller minker toppverdien i fargeskalaen ser det ut om organet blir større. Dette illustrerer at der er umulig å kvantitere organstørrelse i en scintigrafi. Bare for de spesielt interesserte: Prøv å legge en interesseregion (ROI) rundt hver thyreoidea. Alle pasienter har fått injisert samme mengde radioaktivitet. Vi har kalibrert kamera med et fantom: 40 000 counts/minutt representerer ca. 1 % opptak i thyreoidea.

Nuc020

Normal thyreoideascintigrafi hos en 40 år gammel kvinne. Ultralyd viste en 5 mm ekkofattig knute i høyre lapp som bifunn.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på rådataene til scintigrafien. I tillegg har jeg lagret et bilde med Oasis som viser kvantitering av opptaket i en region of interest (ROI) rundt høyre og venstre thyreoidealapp. Sammenlign scintigrafi med ultralydbildene av samme pasient.
Oasis	Velg ut pasienten. Velg ut undersøkelsen som heter "thyreoideascintigrafi" (eller lignende). Dobbeltklikk på undersøkelsesprotokoll "thyroid". Klikk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy. Se på hvordan den antatte

	intensiteten av opptaket i organet og i bakgrunnen endrer seg: Det er bare fargekodingen av pikslene som endrer seg – tallverdien av hver pixel (= counts over hele telleperioden) forblir jo konstant. Når dere velger varme farger eller minker toppverdien i fargeskalaen ser det ut om organet blir større. Dette illustrerer at det er umulig å kvantitere organstørrelse i en scintigrafi.
--	--

Nuc021

Intenst opptak i en noe forstørret kjertel hos en 39-år gammel mann med Graves sykdom.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på rådataene til scintigrafien. I tillegg har jeg lagret et bilde med Oasis som viser kvantitering av opptaket i en region of interest (ROI) rundt høyre og venstre thyreoidealapp. Sammenlign scintigrafi med ultralydbildene av samme pasient. Kjertelen er noe forstørret. Den har dessuten et typisk "spettet" ekkomønster som er noe ekkorikt gjennomsett av utallige små områder med fokal betennelse. Doppler-ultralyd viser økt perfusjon.
Oasis	s. o. Inntrykket at kjertelen ikke har mye høyere opptak enn hos pas. Nuc020 er et artefakt – softwaren pleier å automatisk skalere bilder sånn at det varmeste piksel i et bilde avbildes med 100 % på fargeskalaen. Men dette er et artefakt.

Nuc022

52-år gammel kvinne med knutestruma etter tidligere hemithyreoidktomi venstre side.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du kan se/gjøre
IMPAX	Se på rådataene til scintigrafien. I tillegg har jeg lagret et bilde med Oasis som viser kvantitering av opptaket i en region of interest (ROI) rundt høyre og venstre thyreoidealapp. Sammenlign scintigrafi med ultralydbildene av samme pasient. Ultralyd beviser at det ikke fins thyreoideavev på venstre halsside. Gjenværende høyre lapp er forstørret. Knuten som ligger kaudalt har IKKE opptak i scintigrafien. Dette er en "kald" knute. Vevet som har opptak kranialt på høyre side er <i>normalt</i> thyreoideavev. At knuten ikke har opptak har flere konsekvenser: <ul style="list-style-type: none"> • Det må tas finnålsbiopsi for å utelukke malignitet. (Jeg tok en biopsi i samme seanse – resultatet var en benign kolloidknute.) • Knuten kan ikke behandles med radiojod fordi den ikke har opptak.
Oasis	s. o.

Nuc023

52-år gammel kvinne med hyperthyreose.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	<p>Se på rådataene til scintigrafien. I tillegg har jeg lagret et bilde med Oasis som viser kvantitering av opptaket i en region of interest (ROI) rundt høyre og venstre thyreoidealapp.</p> <p>Sammenlign scintigrafi med ultralydbildene av samme pasient.</p> <p>Ultralyd viser en "varm" knute sentralt i høyre thyreoidea. Resten av kjertelen (dvs. øvre polen av høyre lapp) og hele venstre lapp er supprimert grunnet TSH-suppresjon under hyperthyreosen.</p> <p>I tillegg viser ultralyd en ekkofattig knute innenfor den supprimerte venstre lapp. Denne knuten respekterer ikke helt sin kapsel og danner en liten satellitt kaudalt. Denne knuten ser suspekt ut og må biopsieres! Jeg tok en ultralyd-veiledet finnålsbiopsi i samme seanse. Den viste papillær thyreoideacancer! Pasienten fikk dermed IKKE en radiojodbehandling for sitt toksiske adenom som opprinnelig planlagt, men en total thyreoidektomi som behandling for thyreoideacancer (som ble histologisk bekreftet) og sin hyperthyreose.</p>
Oasis	s. o.

Nuc024 (fakultativ)

54-år gammel kvinne med hyperthyreose.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	<p>Se på rådataene til scintigrafien. I tillegg har jeg lagret et bilde med Oasis som viser kvantitering av opptaket i en region of interest (ROI) rundt høyre og venstre thyreoidealapp.</p> <p>Sammenlign scintigrafi med ultralydbildene av samme pasient.</p> <p>Scintigrafi viser kun meget svakt opptak i kjertelen selv om pasienten er hyperthyreot. UL viser en normalt utseende kjertel. Den mest sannsynlige diagnosen er da destruktiv thyreoiditt ("Hashitoksikosis"), ikke Graves (som ville ha forhøyet opptak). Eneste differensialdiagnose er at pasienten kunne ha hvert jodkontaminert. Hun hadde ikke tatt noen CT men tok noe helsekost (som noen ganger inneholder store mengder av jod). Jodid i en spontanurinprøve var normal, ikke forhøyet som ved jodkontaminasjon. Dermed er diagnosen Hashitoksikosis. I denne situasjonen er behandling med carbimazol/propylthiouracil eller jodbehandling uten poeng. Pasienten behandles symptomatisk med betablokker og en venter til sykdommen fører til spontanremisjon eller hypothyreose (i hvilket tilfelle pasienten substitueres med thyroxin).</p>
Oasis	s. o.

Nuc026 (fakultativ)

Graves sykdom hos en 15 år gammel jente. Hun hadde Graves sykdom over flere år og fikk jodbehandling på Haukeland samme dag.

[Rapport i intranett](#)

Nuc027 (fakultativ)

Klassisk knutestruma. Sammenlign scintigrafi og ultralyd.

[Rapport i intranett](#)

Nuc028

Toksisk knute i venstre thyreoidealapp før og etter jodbehandling. Vi har kun få pasienter som får scintigrafi etter en jodbehandling – det er nemlig blodverdiene (fT4 og TSH) som dokumenterer suksess av en behandling for hyperthyreose. Er de normalisert etter behandling trengs ikke ny scintigrafi.

[Rapport i intranett](#)

Nuc025

40 år gammel mann med kul på høyre halsside. Ved denne undersøkelsen viser jeg ingen scintigrafi – den er nemlig ikke tatt. **Scintigrafi har INGEN plass i primærutredning av en kul på halsen – her er det kun ultralyd som gjelder. Det er ikke lov å ta en kontrastmiddel-CT for primærutredning heller – den gjør nemlig en etterfølgende thyreoideascintigrafi og jodbehandling umulig i noen uker. Pasientene med kul på halsen og/eller mistenkt thyreoidealidelse må primærutredes med ultralyd!**

UNNTAK er pasienter med lav eller supprimert TSH eller klinisk manifest hyperthyreose. I ultralyd kan det nemlig være svært vanskelig å skille mellom toksiske knuter (som er praktisk talt alltid godartete) og suspekke ekkofattige kalde knuter med ultralyd – det er kun mulig med scintigrafi. Derfor er det vesentlig å vite pasientens TSH også ved ultralyd. Er TSH supprimert er nemlig en varm knute en aktuell diagnose! Er en solitær knute stor nok for å kunne ha en funksjonell relevant hormonproduksjon (> 4 – 6 ml) og er TSH normal er en varm knute utelukket, og en kan spare seg scintigrafi (er ikke sikker om en kan spare seg scintigrafi => kan jo evt. dreie seg om en kald knute).

Diagnosen “thyreoideacancer” ble etablert med en finnålsbiopsi av en suspekt halslymfeknute. Basert på denne utredningen fikk pasient en total thyreoidektomi med høyresidig halslymfeknutetoilette. Vi skal følge pasienten videre i del 2 om “tumor imaging”.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på ultralyd og beskrivelsen

Nyrescintigrafi

Vi skal konsentrere oss om **dynamisk nyrescintigrafi med Tc-99m-MAG₃**, såkalt isotopnefrografi.

Dynamisk nyrescintigrafi (Tc-99m-MAG₃)

Tc-99m-MAG₃ blir utskilt av de proksimale tubuli. Opptak og utskillelse representerer dermed tubulusfunksjon, ikke glomerulusfunksjon. Normalt er begge rimelig godt korrelert. **Tc-99m-MAG₃ er vår arbeidshest** – den gir oss informasjon om funksjonssidefordeling, konsentrasjon, avløpsforhold og total nyrefunksjon i løpet av en undersøkelse på ca. 30 min. Kurven av counts/minutt i interesseregion over høyre og venstre nyre heter renogram. Dere skal lære å tolke de typiske renogrammer ved normal nyrefunksjon, asymmetrisk nedsatt nyrefunksjon og dilatasjon og obstruksjon av urinveiene – se [forelesning](#) for detaljene.

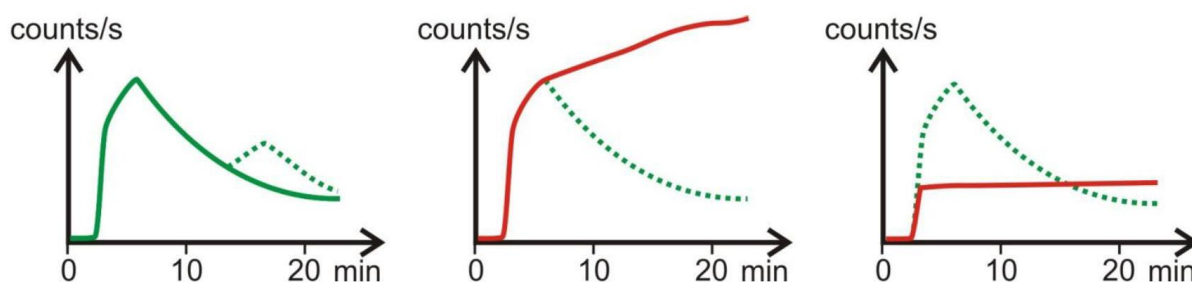


Fig. 2: Normal renogram (venstre), "klatretype" (senter), og "isostenuritype" (høyre). En normal nyre konsentrerer sporstoffet raskt og skiller det ut innen 15 – 20 min. Klatretypen ses når avløpssystemet er obstruert men nyren fortsatt har funksjon. Isostenuritype ses når en skadet nyre ikke lengre klarer å konsentrere sporstoffet.

Hva metoden yter:

- "One-stop shop" for funksjonssidefordeling, avløpsforhold i urinveiene (urodynamisk relevant obstruksjon som kan skade nyren?) og total nyrefunksjon (målt som MAG₃-clearance, som gjenspeiler tubulær funksjon).
- Ved dilaterte urinveier kan diuresescintigrafi skille mellom nyrer som må avlastes pga. urodynamisk relevant obstruksjon (= "klatrekurve" med god nyrefunksjon), dilatasjon av urinveiene UTEN urodynamisk relevant obstruksjon (hvis nyrebekken tømmer seg etter furosemid-injeksjon [9]) og obstruerte nyrer som allerede er ødelagt. Diuresescintigrafi er mye i bruk selv om metoden ikke har blitt validert i prospektive randomiserte studier som måler *outcomes* av behandling [10].

Hva metoden IKKE yter:

- Ved nyresvikt er hovedsakelig glomerulusfunksjon av interesse og ikke tubulusfunksjon. Er glomeruli ødelagt, regenererer de nemlig ikke. Hvis glomerulær funksjon skal bestemmes, kan vi utføre *dynamisk nyrescintigrafi med Tc-99m-DTPA*, som er glomerulær filtrert. Utskillelse av DTPA skjer dessverre så langsomt at en får meget dårlige bilder. På HUS bruker vi metoden kun unntaksvis, f. eks. ved undersøkelse av friske nyredonorer. En kan også utføre samme metoden UTEN bildetaking, bare for kvantitering av glomerulær filtrasjonsrate (GFR) basert på blodprøver. I dette tilfelle kan undersøkelsen utføres også hos pasienter med nyresvikt.

- MAG3-scintigrafi fremstiller ikke parenkymet med god nok oppløsning. En må bruke andre metoder som ultralyd, uro-MR eller uro-CT. Ønsker en å fremstille nyrefunksjon i tett korrelasjon med morfologi (som f. eks. ved flere nyreanlegg) bruker vi *statisk nyrescintigrafi med Tc-99m-DMSA* (se nedenfor).

Statisk nyrescintigrafi (Tc-99m-DMSA)

DMSA-scintigrafi (ikke Pensum) er en metode som vi ofte bruker når vi ønsker å fremstille nyrefunksjon i tett korrelasjon med morfologi. DMSA blir tatt opp og lagret i distale tubuli som en *stay-put tracer*. Bildene tas 3 – 4 timer p.i. enten planart i 2 projeksjoner (ant. + post.) eller som SPECT. Det er fortsatt omstridt i hvilken grad opptak i distale tubuli skyldes glomerulær filtrasjon eller direkte opptak fra blodbanen i distale tubuli [11]. DMSA-scintigrafi er avhandlet i en spesiell [nettforelesning om nyrescintigrafi](#) fra 2006 (Flash-format, ikke støttet av mobile enheter).

Hva metoden yter:

- Ikke-invasiv gullstandard for funksjonssidefordeling ved dårlig nyrefunksjon, også ved komplisert anatomi med flere nyreanlegg (se nettforelesning for et eksempel).
- Fremstille parenkymskader ved pyelonefritt særlig hos barn, både i akutt og kronisk fase. Områder med nedsatt opptak representerer akutt inflammasjon (akutt fase) eller arrvev (etter gjennomgått pyelonefritt).

Hva metoden IKKE yter:

- Metoden sier ingenting om avløpsforhold. Her brukes dynamisk scintigrafi med MAG3, oftest som diuresescintigrafi med injeksjon av furosemid 20 min p.i.

Nuc030

Normal symmetrisk nyrefunksjon.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssiden med renogramm. Sammenlign med serien av bildene i perfusjonsfasen (venstre panel) og utskillelsesfasen (høyre panel). Husk at vi ser på pasienten bakfra – høyre nyre er på høyre siden av skjermen! En CT har omvendt orientering!
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut pasienten. Velg protokoll "Renal". Trykk på "Go"-knappen. Programmet laster in seriene og drar automatiske ROI. Se på movien av de akkvirerte data og sammenlign movien med de statiske bildene. Hvis bildene hopper opp og ned lå pasienten ikke rolig!

Nuc031

Pasient med unilateral obstruksjon (22.01.2009). Etter operasjon forbedret tømning (26.01.2010), til slutt normalt renogramm (13.10.2010).

[Rapport i intranett](#)

Nuc032 (fakultativ)

Pasient med dilaterte urinveier. Typisk renogramforløp ved diuresescintigrafi – nyrene tømmer seg gradvis etter furosemid i.v. 20 min etter injeksjon (p.i.). Konstant nyrefunksjon over tid er et tegn på at det ikke foreligger noen obstruksjon som skader nyren. UL og MR for korrelasjon.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssiden med renogramm. Sammenlign med CT. Husk at CT har omvendt orientering! Jeg har også lastet inn den opprinnelige ultralyd-undersøkelsen som viser et dilatert nyrebekken på venstre side.

Nuc034 (fakultativ)

Unilateral atrofisk nyre med asymmetrisk nyrefunksjon.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssiden med renogramm. Sammenlign med Uro-CT. Husk at CT har omvendt orientering!

Hjertediagnostikk

Myokardscintigrafi

Myokardscintigrafi påviser perfusjon av myokard med tracere som tas opp i hjertemuskel.

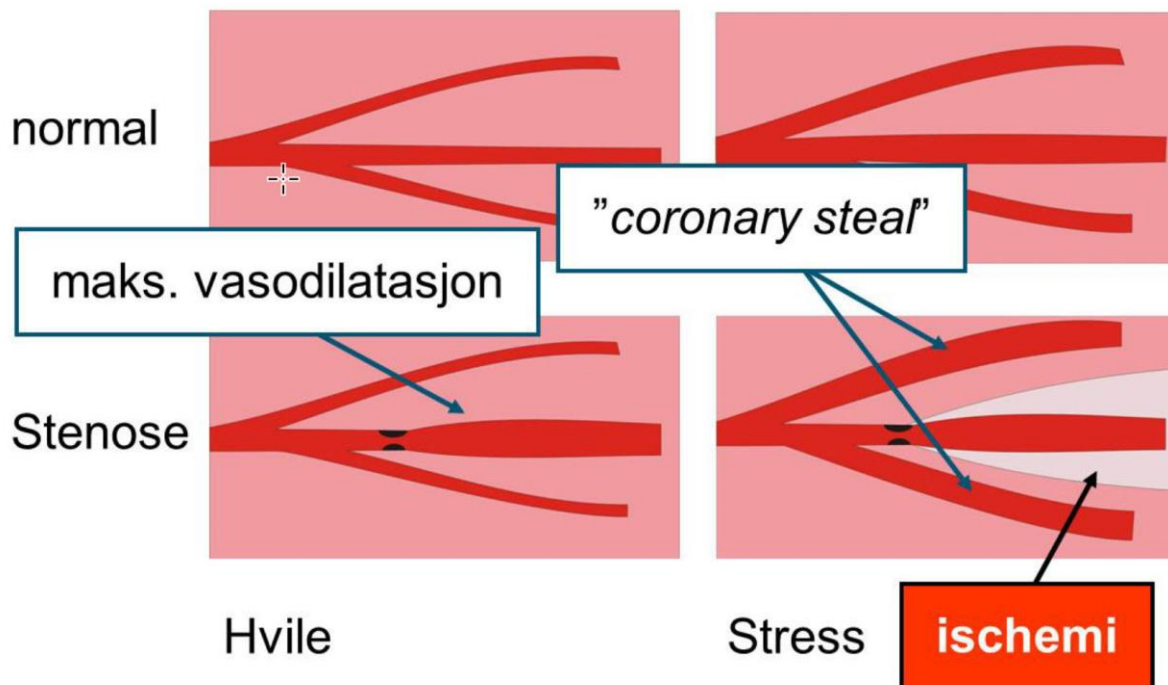


Fig. 3. Myokardischemi under stress.

De 2 aktuelle tracere er Tc-99m-MIBI og Tc-99m-tetrofosmin. Begge tas opp i hjertemuskel avhengig av perfusjon omtrent som radioaktive mikrosfærer. Opptaket er i mitokondria og er avhengig av et intakt membranpotensial i mitokondria. Er mitokondria skadet er opptaket redusert sammenlignet med normal vital myokard. Både Tc-99m-MIBI og Tc-99m-tetrofosmin er derfor **kombinerte perfusjons- og vitalitetstracere!**

Den klassiske traceren for [myokardscintigrafi](#) var Tl-201. Metoden er forlatt fordi Tl-201 gir høy stråleeksponering til nyrene og Tl-201 emitterer en så myk gamma-stråling at bildene blir dårlige hos adipøse pasienter.

Tc-99m-MIBI og Tc-99m-tetrofosmin er såkalte stay-put-tracere. Er traceren først tatt opp i myokard så blir den der. Den optimale protokollen for Tc-99m-MIBI og Tc-99m-tetrofosmin er 2-dagers-protokollen: 1 dag med SPECT etter stress, 1 dag med SPECT etter enda en injeksjon i hvile. Gitt vestnorsk geografi bruker vi 1-dagers protokoller. En kan velge stress-hvile eller hvile-stress. Den første undersøkelsen tas med redusert aktivitet (typisk 250 MBq), den andre med høy aktivitet (typisk 800 MBq eller mer) slik at en inhomogenitet i opptak under stress ikke forstyrrer hvile-bildene eller at homogent opptak i hvile ikke forstyrrer deteksjon av en defekt under stress.

Istedenfor å stresse pasienten på ergometersykel eller løpebånd kan en bruke farmakologisk "stress". Det gis en kort infusjon av en potent vasodilatator (adenosin eller dipyridamol) som dilaterer koronararteriene og dermed fremkaller "coronary steal" (Fig. 3). De viktigste kontraindikasjoner er

kronisk bronkitt/astma og første grads AV-blokk. Pasienten skal være fastende og ikke hatt kaffe (motvirker effekten av adenosin) eller nikotin (er en koronar vasokonstriktor).

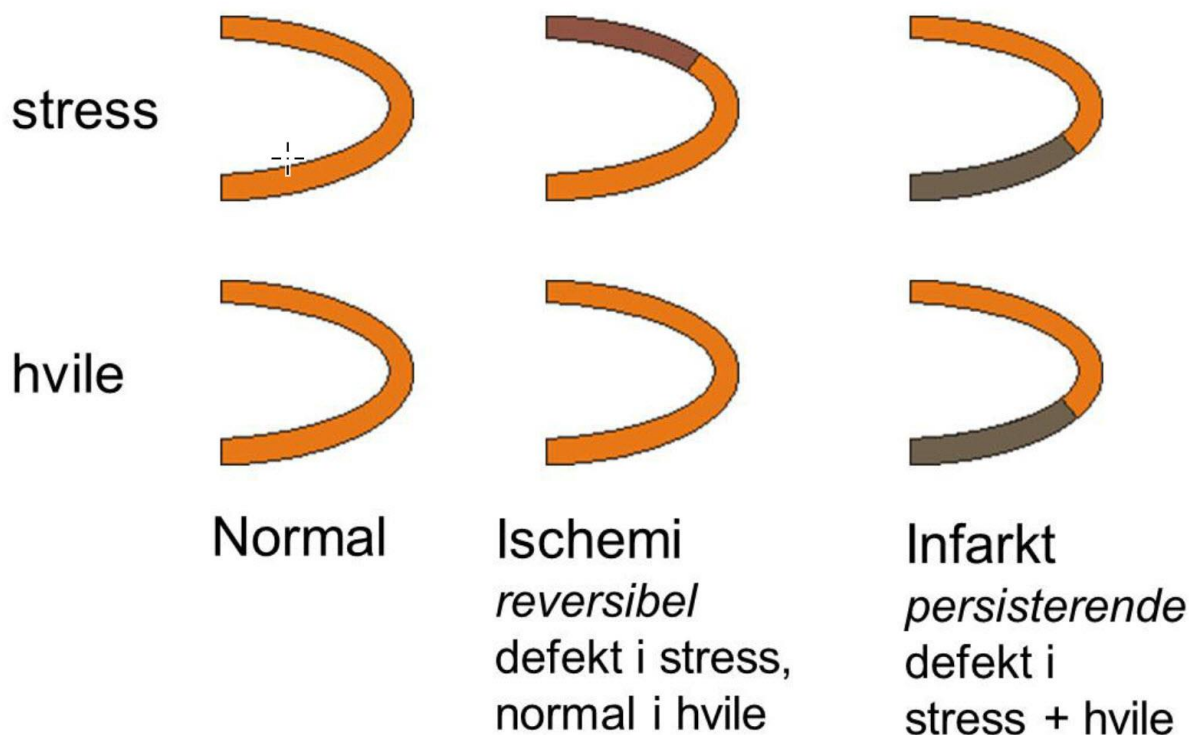


Fig. 4: Typiske funn ved myokardscintigrafi

Hva metoden yter:

- Myokardscintigrafi måler perfusjon i myokard – den fremstiller ikke koronaranatomi.
- Generelt aksepterte indikasjoner er bl. a.: Screening for koronarsykdom hos pasienter med risikofaktorer og negativ arbeids-EKG, risikostratifisering etter gjennomgått hjerteinfarkt (dersom en ikke gjennomfører koronarangiografi), påvise hemodynamisk relevans av kjente koronarstenoser etter koronarangiografi [12].
- Metoden sier ekstremt mye om prognosen (samme som stress-ekkokardiografi med kontrast [13]) – se foliene i [forelesningen](#).

Hva metoden IKKE yter:

- Et svakt punkt av metoden er at den er basert på RELATIV kvantitering av myokardperfusjon. Dvs. vi trenger et godt (eller i hvert fall bedre) perfundert “referanseområde” for å kunne påvise mindre perfunderte områder i myokard som iskemiske. Det er derfor viktig å monitorere evt. blodtrykksfall ved arbeids-EKG. I tillegg bruker vi gated-SPECT for å karakterisere myokardial pumpefunksjon etter belastningen. Det er også sannsynlig at økt bildekvalitet ved SPECT-CT (som vi utfører på Haukeland siden 2/2009) fører til en viss forbedring av metoden [13]. – Myokard-PET med O-15-vann kan kvantitere perfusjon i ABSOLUTE enheter (dvs. ml/min per gram myokard), men metoden er dyr og brukes vanligvis kun i forskning.

- Metoden kan ikke helt skille mellom en transmural myokardinfarkt og “hibernerende” myokard (myokard som er uten pumpfunksjon grunnet utpreget ischemi i hvile), som vil vise funksjonell forbedring etter revaskulasjon. Her brukes F-18-FDG-PET eller hjerte-MR.

Pitfalls:

- Suboptimal belastning.
- Global ischemi kan unngå deteksjon.
- Ved venstre grenblokk i EKG ses ofte nedsatt traceropptak i septum UTEN at det trenger å foreligge ischemi (!).

Andre nukleærmedisinske metoder

I tillegg til myokardscintigrafi fins metoder som karakteriserer andre aspekter av hjertefunksjon: ventrikulær pumpfunksjon med Tc-99m-merkede erytrocytter (“radionuklidventrikulografi”, “MUGA”), myokardial vitalitet etter hjerteinfarkt (F-18-FDG-PET), myokardial innervasjon (I-123-MIBG) hos pasienter med hjertesvikt. En kan også bruke PET for myokardial perfusjon: mulige tracere er O-15-vann, N-13-ammoniak og Rb-82 (generator-basert, opptak via Na-K-pumpe som Tl-111).

Nuk040

Normal myokardperfusjonsscintigrafi

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll “Cardiogam” (for ren SPECT) eller “Cardiogam AC_CT) for SPECT-CT-serien.

Nuk042

Ischemi i anterior vegg.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis. De patologiske funn er fremhevet med pil.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll “Cardiogam” (for ren SPECT) eller “Cardiogam AC_CT) for SPECT-CT-serien.

Nuk043

Myokardinfarkt i inferior vegg.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis. De patologiske funn er fremhevet med pil.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll "Cardiogam" (for ren SPECT) eller "Cardiogam AC_CT) for SPECT-CT-serien.

Lungescintigrafi

Lungeperfusjonsscintigrafi brukes hovedsakelig til:

- Påvise/utelukke lungeemboli. Som første valg anses i Norge angio-CT. Hvis den er inkonklusiv eller det er mistanke om multiple små *perifere* embolier eller hvis det foreligger kontrastmiddelallergi eller nyresvikt brukes lungeperfusjonsscintigrafi.
- Funksjonssidefordeling før pneumektomi hos pasienter med dårlig lungefunksjon og hos barn med kongenitale lungearteriestenoser.

Ved lungeembolidiagnostikk kjører vi som regel SPECT, for sidefordeling tar vi planare bilder ant. + post.

For å fremstille lunge**ventilasjon**, bruker vi en radioaktiv gass eller et radioaktivt merket aerosol. I Norge hovedsakelig Tc-99m-merkede karbonpartikler (Teknegas[®]) eller Tc-99m-DTPA-aerosol. Disse innåndes av pasienten over ca. 5 minutter.

For å fremstille lunge**perfusjon**, brukes Tc-99m-merkede mikroalbumin-aggregater (MAA). Disse har en partikkelstørrelse som er større enn en kapillarene (> 10 µm). Stoffet injiseres intravenøst mens pasienten ligger på benken. Hver 100. kapillar plugges så med et MAA-partikkel i løpet av noen timer. Tracer fungerer dermed som radioaktiv merkede mikrosfærer – fordelingen er proporsjonal til perfusjon. Er et kar blokkert av en embolus, når traceren ikke fram til kapillarseng som ligger etter blokkaden. Noe som igjen resulterer i en opptaksdefekt på scintigrafien. Ser på den nye nettførelsesningen om [lungescintigrafi](#)!

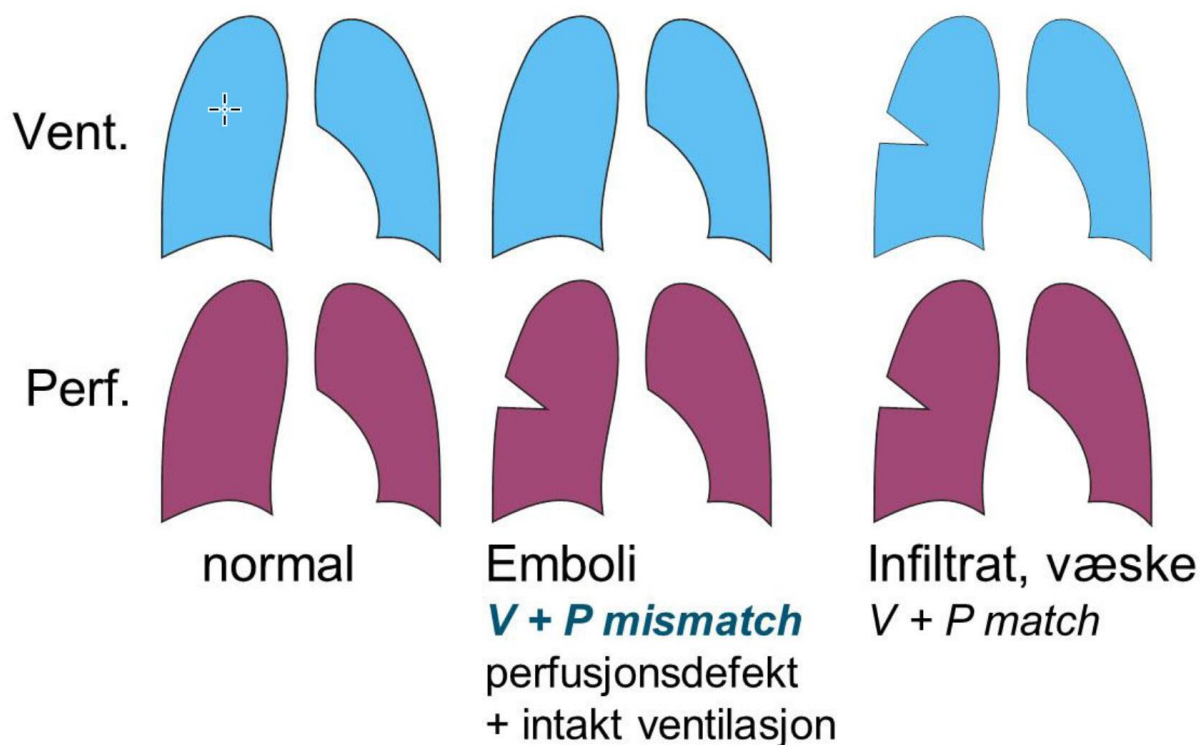


Fig. 5: Typiske funn ved lungescintigrafi

Det typiske funnet ved en emboli er en **triangulær perifer (sub-) segmental perfusjonsdefekt** – eller helst flere av dem. Problemet er at pleuravæske (f. eks. i lappespalt) eller et pneumotisk infiltrat (f. eks. lobærpneumoni) kan gi lignende perfusjonsdefekter. Ved pleuravæske er normalt perfundert lungevev fortrent slik at det oppstår en defekt i perfusjonsscintigrafi. Ved infiltrater vil Euler–Liljestrand mekanismen resultere i sekundær hypoperfusjon av hypoventilerte lungeområder. Også dette imponerer som en perfusjonsdefekt.

Det fins flere metoder for å ta seg av dette problemet:

- Se etter infiltrater eller pleuravæske på en enkel **røntgen thorax** i 2 plan. Ses perfusjonsdefekten i transparent lungevev tolkes dette som emboluspekt.
- Ta en perfusjonsscintigrafi som SPECT-CT (helst med CT under normal respirasjon slik at SPECT og CT er tatt i omtrent samme respirasjonsfase – en normal thorax-CT tas jo under full inspirasjon!). Samme prinsipp, men mer pålitelig fordi vi har snittbilder.
- **Ventilasjonsscintigrafi.** Den beste konvensjonelle metoden er Tc-99m-Technegas®. I en Technegas®-generator produseres mikroskopiske karbonpartikler som er radioaktivt merket med Tc-99m. Disse inhaleres av pasienten. Så tas ventilasjonsscintigrafi. Deretter injiserer man Tc-99m-MAA for perfusjonsscintigrafien mens pasienten ikke skifter posisjon på kamerabenken, og det tas perfusjonsscintigrafi. Det klassiske tegn på emboli er en **ventilasjons-perfusjons-mismatch** – dvs. intakt ventilasjon, men defekt perfusjon. En **ventilasjons-perfusjons-match** tyder på infiltrat eller pleuravæske.

Hva metoden yter:

- Lungeemboli hos pasienter med kontrastmiddelallergi eller nedsatt nyrefunksjon.

Hva metoden IKKE yter:

- Metoden sier IKKE hvor akutt eller gammel en lungeemboli er. De fleste perfusjonsdefekter etter lungeemboli persisterer selv etter suksessfull antikoagulasjonsterapi. Det kan lønne seg å ta bilder også etter avsluttet behandling slik at en har et utgangspunkt for å kunne diagnostisere ny tilkomne embolier.

Nuk045

Normal lungeventilasjons- og perfusjonsscintigrafi.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll "Pulmogam".

Nuk046

Lungeventilasjons- og perfusjonsscintigrafi ved multiple lungeembolier.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis. De patologiske funn er fremhevet med pil.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll "Pulmogam".

Hjerne

Nukleærmedisinsk bildediagnostikk av hjernen er et STORT felt med mange ulike tracere for utredning av mange ulike tilstander. Vi fokuserer kun på 2 metoder som vi har etablert i det siste:

- DopAmin-Transporter (DAT)-scintigrafi med I-123-FP-CIT (DATScan®)
- F18-FDG-PET av hjernen.

DAT-scintigrafi

[DAT-scintigrafi](#) brukes for å utrede pasienter med tremor og/eller parkinsonisme. Ved Parkinsons sykdom degenererer de dopaminerge nevroner som sitter i *substantia nigra* i diencephalon. Disse sender ut dopaminerge aksoner opp til basalgangliene. Aksonene tar opp dopamin fra synapsen gjennom spesielle transportproteiner (dopamin-reuptake). Disse kan synliggjøres med radioaktivt merkede kokain-analoga, bl.a. I-123-FP-CIT (DATScan®; den eneste som er igjen på markedet). Stoffet injiseres intravenøst. SPECT tas etter 3 timer.

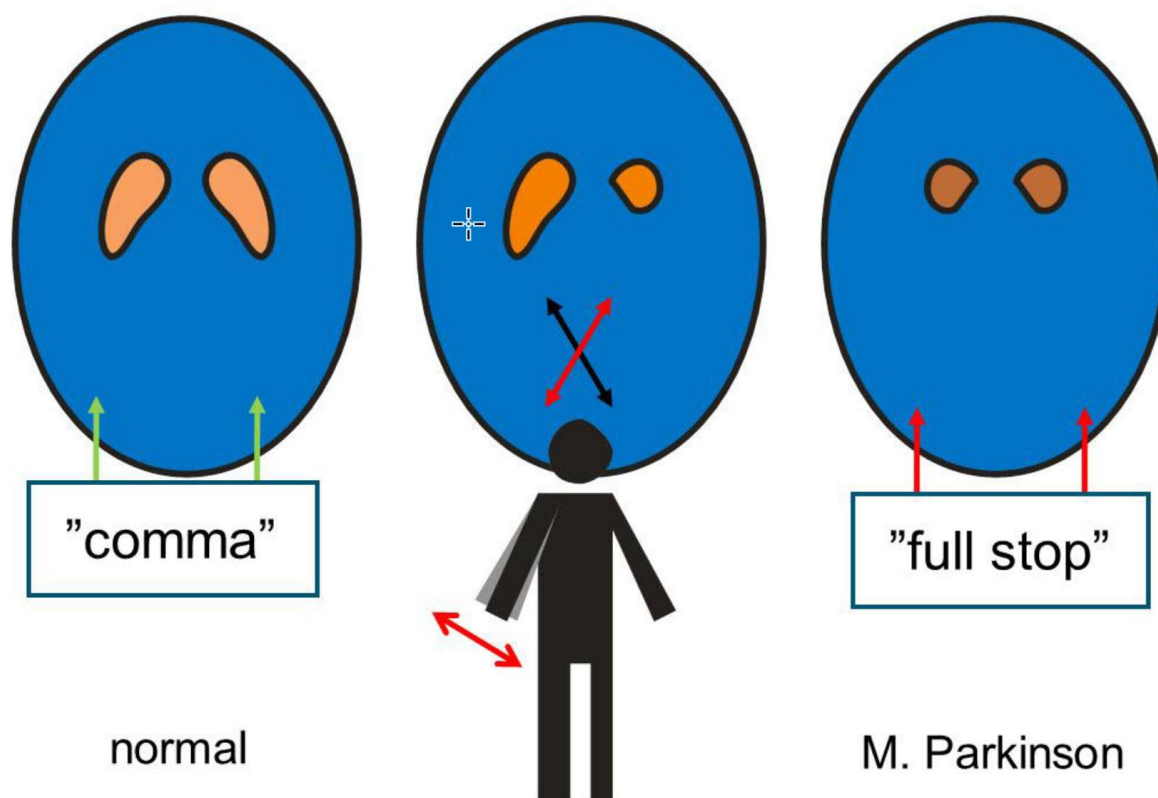


Fig. 6: Typiske funn ved DAT-scintigrafi.

Hos normale ses symmetrisk opptak i nucleus caudatus (ligger anteriort) og putamen (ligger posteriort): "comma-sign". Ved sekundær parkinsonisme (medikament-indusert) eller essensiell tremor (behandles med beta-blokker) vil DAT-scintigrafi også være normal.

Ved Parkinsons sykdom går opptaket ned først i putamina mens opptak i nucleii caudati persisterer: "full stop". Sykdommen kan være asymmetrisk. **Klinisk symptomatikk (f. eks. tremor) er på motsatt side til nedsatt opptak i basalganglia.**

I tillegg fins andre nevrodegenerative sykdommer enn, f. eks. multippel systematrofi (MSA). Ved MSA ses oftest nedsatt opptak både i nuclei caudati og putamina. Hvis i tvil om diffensialdiagnosen, vil F-18-FDG-PET vise nedsatt opptak i basalganglia ved MSA, men ikke ved M. Parkinson.

NUC050

Normal DAT-scintigrafi. Basalganglia er formet som et "komma".

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis "DAT Neuro Receptors at..."
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll "CerSPECT".

NUC051

DAT-scintigrafi ved avansert M. Parkinson. Nedsatt opptak i basalganglia. Spesifikk opptak kun i nuclei caudati (som ligger anteriort), ikke relevant opptak i putamina (som ligger posterior) – "full stop sign", typisk for avansert M. Parkinson.

[Rapport i intranett](#)

NUC053

DAT-scintigrafi ved begynnende M. Parkinson. Husk at klinikken krysser over. Dvs. Hvis tremor dominerer i en kroppshalvdel ses ofte en *kontralateral* opptaksdefekt i putamen (se skjema i forelesningen!)

[Rapport i intranett](#)

Hjerne-PET med F-18-FDG

F-18-FDG-PET viser **typisk fysiologisk glukoseopptak i grå substans i cortex, basalganglia, thalamus og cerebellum**. Ved hjerneperfusjonsscintigrafi med Tc-99m-ECD (en kombinert perfusjons- og vitalitetstracer i hjernen) ser en opptak i samsvarende områder, bare at oppløsningen og kontrast er så mye dårligere at det trengs ekstrem erfaring i nevronukleærmedisin for å kunne tolke bildene. Siden oppstart av egen FDG-produksjon på Haukeland i mars 2011 har vi derfor faset ut ECD for alle indikasjoner som ikke handler om perfusjon og erstattet dem med F-18-FDG-PET.

F-18-FDG-PET er en utmerket metode for å kartlegge hjernefunksjon ved ulike nevrodegenerative tilstander inkl. demens [14]. Metoden krever mye erfaring. En god oversikt fins i en nylig oversiktsartikkel [15]. F-18-FDG-PET av hjernen er veletablert ved:

- **Demens.** Når en pasient debuterer med hukommelsessvikt kan en FDG-PET vise typiske opptaksdefekter i parietotemporal assosiasjonskortex. Disse er i begynnelsen ofte unilaterale og progredierer over tid. Det er typisk at primær korteks (visuell, sensomotorisk) blir spart ut.

Demens ved M. Parkinson (såkalt Lewy-Body-Demens) viser lignede forandringer. Diagnosen etableres med en DAT-scintigrafi. Frontotemporal nedsatt metabolisme fins ved frontotemporal demens. For å enklere kunne tolke bildene brukes spesielt programvare. Hjernen blir tilpasset til en referansehjerne. Så tas det målinger av opptaket i alle cortexområder. Disse sammenlignes med en referansedatabase av en serie "normale" hjerner.

- **Epilepsi.** Ved temporallappsepilepsi ses nedsatt opptak på den patologisk siden i fasen mellom attackene (interiktalt). Under en attack ses derimot økt opptak i ECD eller FDG-bilder! Hos pasienter med hyppige angrep er det derfor best å injisere FDG under EEG-kontroll.
- **Gliomer.** Lavgradige gliomer har ikke økt FDG-opptak, høygradige har. Første valg for gliomdiagnostikk er C11-metionin-PET. Traceren, som er en radioaktiv merket aminosyre, har i motsetning til FDG ikke noe opptak i normalt hjernevev. Denne undersøkelsen ble etablert på Haukeland i april 2017.
- **Cerebrale lymfomer.** Cerebrale lymfomer har opptak som er mye mer intenst enn det normale cortex.

OBS: "Normale metastaser" ved ca. coli etc. er **vanskelige å se i en hjerne-PET** fordi opptaket i metastasene er omtrent like intenst om i cortex! En normal FDG-PET i hjernen utelukker ikke hjernemetastaser.

NUC055 (fakultativ)

FDG-PET hos en pasient med terapiresistent temporallappsepilepsi hø. side.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis og med neurostat.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll "PET-CT Neuro".

NUC057 (fakultativ)

55 år gammel kvinne med hukommelsestap. Normal FDG-PET.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på oversiktssidene laget med Oasis og med neurostat.
Oasis	Kun for spesielt interesserte. Velg ut studien. Velg protokoll "PET-CT Neuro".

Del 2: tumor imaging

Vi skal fokusere på følgende metoder:

- **Skjelettscintigrafi** (som også kan anses som en form av "*organ imaging*" – se nedenfor)
- **Tumorspesifikke sporstoff:**
 - Jod-scintigrafi (thyreoideacancer)
 - MIBG-scintigrafi (for tumores av det sympatiske nervesystemet)
 - Somatostatinreseptor-scintigrafi
- **Uspesifikke sporstoff brukt for tumor imaging:**
 - F-18-FDG (fluor-merket druesukker – brukt for de aller fleste solide tumores)
 - C-11 cholin/C-11 acetat (brukt for prostatacancer og urotelcancer)

Skjelettscintigrafi

Skjelettscintigrafi er både en metode som brukes ved "tumor imaging" og som en organscintigrafi. Den kan nemlig brukes for å kartlegge alle slags prosesser i skjelett, ikke bare maligne. Jeg har likevel valgt å avhandle metoden under "*tumor imaging*" pga. den typiske kombinasjonen av helkroppsscintigrafi med 3-dimensjonal billedtaking av utvalgte interesseområder.

Ved Skjelettscintigrafi injiseres et bisfosfonat, Tc-99m-MDP (eller en lignende substans som f. eks. T-99m-HDP) intravenøst. Stoffet fordeler seg i hele kroppen og utskilles via nyrene. Stoffet er "osteotrop" (engelsk: bone-seeking) og tas opp i områder med mineralisasjon [16]. Senbildene tas 3 – 4 timer etter injeksjon. Dessuten kan bildene tas rett etter injeksjon som såkalt 3-fase-scintigrafi (arteriell fase 0 – 1 min p. i., bløtvevsfase ca. 5 – 10 min p. i., senfase ≥ 3 timer).

Indikasjoner er hovedsakelig:

- Lete etter beinmetastaser ved ca. prostatae, ca. mammae, ca. pulmonis
- Påvise infeksjon i skjelett: osteitt, osteomyelitt
- Påvise inflammasjon i skjelett (som ved revmatoid artritt)
- Påvise løsning av leddproteser (med eller uten infeksjon)
- Som et ledd i utredning i behandling av primære beinsvulster

Stoffet tas opp i områder med økt omsetning av beinsubstans:

- Metastaser: f. eks. ca. prostatae, ca. mammae, ca. pulmonis
- Inflammasjon: osteomyelitt, osteitt
- Artrose (såkalte degenerative forandringer)
- Frakturer (også ved stressfrakturer i nedre ekstremitet som kan være vanskelige på påvise ved konvensjonell røntgen)
- Primære beinsvulster (særlig osteosarkom, Ewing-sarkom).

degenerativt

artrose:

- glenohumeral
- acromioclavikulær
- hofte
- kne

columna:

- intervertebralledd
- takplate(r)
- kompresjonsfraktur



traumatisk

fraktur:

- costa solitært
- costaseriefaktur
- spiralfaktur
- stressfraktur

annet

inflammasjon

- dentogen
- osteitt, osteomyelitt
- beininfarkt

reaktivt

- hele Uex ved avlastning
- kontaminasjon

Fig. 6: Benigne funn.

metastaser

Typiske funn:

- costa solitært
- costa langstrekt
- halv virvel
- hel virvel
- ekstremitet

Typer:

- "varm":
opptak i selve tumorvev:
osteoplastiske met.,
osteosarkom
- "kald":
opptak i det *friske*
beinvevet rundt met.:
osteolytiske met.

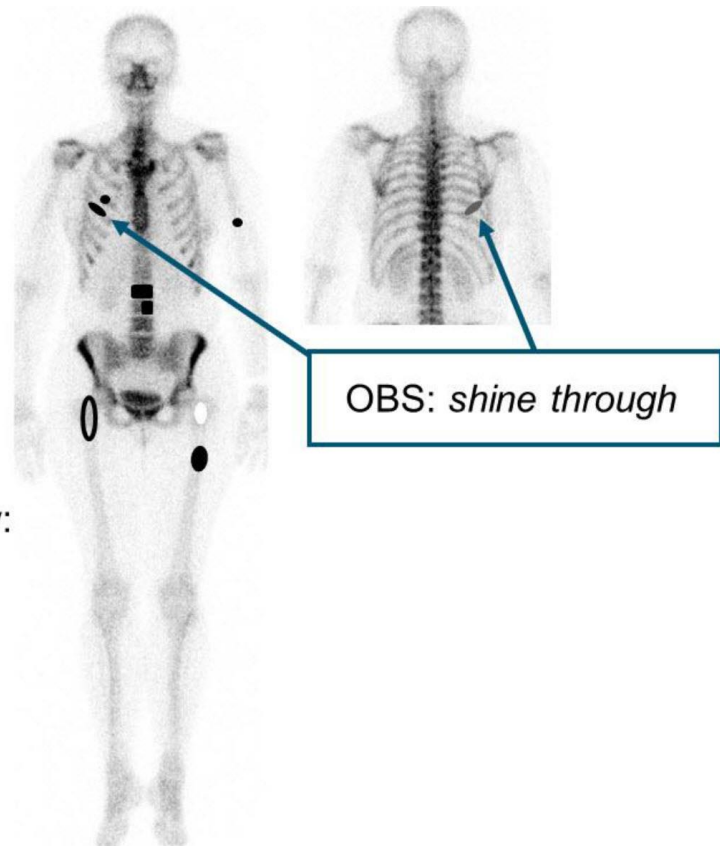


Fig. 7: Maligne funn.

N. B. **Rent osteolytiske metastaser (særlig ved ca. renis og ca. thyreoideae) kan være svært vanskelige eller umulige å se på en skjelettscintigrafi !** Generelt er “hot spots” mye enklere å se på en scintigrafi enn “cold spots”. Et annet eksempel er varme versus kalde knuter i thyreoideascintigrafi. **Skjelettscintigrafi for metastasedeteksjon fungerer best som “hot spot”-diagnostikk som ved ca. prostatae** der mange metastaser er sklerotiske/osteoblastiske.

NUC001

Normal skjelettscintigrafi hos en 49 år gammel mann utredet for nydiagnostisert ca. prostatae.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	<p>Se på de ferdig lagrede bilde som heter “WB DUAL INTENSITY”.</p> <p>Les beskrivelsen i PACS.</p> <p>Bildet er laget med Oasis programmet og viser samme helkropp i 2 projeksjoner (anterior + posterior) 2 ganger: mørkt (ve. side) for en optimal fremstilling av ekstremiteten og lyst (hø. side) for en fremstilling av virvelsøylen.</p> <p>Sammenlign dette “fine” bildet med rådataene. Disse ligger også i PACS under navnet “bone WB”.</p> <p>Det er ikke så mye å se på skjermen på disse bildene. For en optimal fremstilling av bildene på skjermen må en nemlig bruke korrekt windowing og dessuten må fremstilling av bildene optimeres med filtrering og interpolering. Dessverre kan PACS-systemet hverken det ene eller det andre. Impax 6 kan kun center/width-windowing, noe som er beregnet for bruk i radiologi men uegnet for nukleærmedisin. Nukleærmedisinske data må derfor prosesseres og visualiseres med dediserte programpakker, som f. eks. Oasis. Den vanlige prosedyren er å bearbeide de akkvirerte data med en slik programpakke og deretter lagre resultatet som en screenshot i PACS. I DICOM-sjargong kalles disse screenshots “Secondary Captures”. For eksamensforberedelse skal dere kun se på de “Secondary Screenshots” (dvs. de prosesserte bildene), ikke på rådataene.</p>
WEB1000	<p>Velg “Alle plasseringer” (ikke bare webbuffer). Søk etter “Pasient-ID” = “NUC001”. WEB1000 viser serier med 2 frames som en movie-loop – trykk på stopp-knappen for å se på de enkle bildene i “bone WB”.</p>
Oasis (for spesielt interesserte)	<p>Søk etter “Pasient Id” NUC001</p> <p>Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll “Bones”. Programmet vil laste inn bildene “bone WB – Anterior” og “bone WB – Posterior”. Klikk på “GO...”-knappen nederst på skjermen.</p> <p>Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen.</p>

Nuc002

Normal skjelettscintigrafi hos en 13 år gammel gutt.

[Rapport i intranett](#)

Legg merke til **intenst fysiologisk traceropptak i alle vekstsonene** – bl.a. proksimal humerus, albue, costochondral overgang, vertebrae, iliosakralledd, acetabulum, trochanter major femoris, distal femur og proksimal tibia + fibula, ankel.

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bilde som heter "WB DUAL INTENSITY". Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC002 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "Bones". Programmet vil laste inn bildene "bone WB – Anterior" og "bone WB – Posterior". Klikk på "GO..."-knappen nederst på skjermen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen. Vekstsonene har intenst opptak. Skal en finne en metastase mot dette bakgrunnssignalet må en se på scintigrafien med varierende vinduer, helst interaktivt.

Nuc003

Multiple **beinmetastaser ved ca. prostatae**. Scintigrafi 2009 viser intenst metastasesuspekt opptak i sternum, proksimal høyre costa 4 og proksimal ve. costa 6. Scintigrafi 2010 viser et nytt metastasesuspekt fokus i begge iliosakralledd (venstre mer enn høyre – husk at posterior projeksjon er speilvendt!) og progresjon i costae. Pasient har hatt en tannbehandling i høyre underkjeve – sammenlign scintigrafien fra 2009 og 2010: fokuset avtar i intensitet. Det dreier seg altså ikke om en metastase!

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB 1_2 COMPARISON". Dette bildet sammenligner scintigrafien fra 2010 (venstre) og 2009 (høyre). Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC002 Velg ut undersøkelsen fra 2010 i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "Bones". Programmet vil laste inn bildene "bone WB – Anterior" og "bone WB – Posterior". Enkelt klikk på undersøkelsen fra 2009 i øvre halvparten av skjermen. Programmet vil nå laste inn de gamle bildene. Klikk på "GO..."-knappen nederst på skjermen. Bruk display-side "WB 1/2 COMPARISON" (oransje fane) for å sammenligne ny og gammel undersøkelse. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen. Metastasene ved ca. prostatae har ofte intenst opptak.

Nuc009

En 60 år kvinne med lungecancer og tidligere operert malignt melanom. Scintigrafien viser utbredt metastasering.

MDP-opptak i beinmetastaser kan variere sterkt: Noen metastaser hos denne pasienten "lyser" kraftig, noen har kun meget svakt opptak. Metastasen i ve. femur (se pil i PACS) har ganske svakt opptak, men kan likevel være assosiert med stor fare for fraktur! En må ta røntgen for å se hvor mye beinsubstans er igjen. Dersom det er en stor lyse ville en bestråle for å unngå en malign fraktur.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bilde som heter "WB DUAL INTENSITY". Les beskrivelsen i PACS. Se på pilen som peker mot metastaser i ve. femur.

Nuc010

74 år gammel pasient med ca. prostatae og vekttap. CT viste utbredt metastasering til skjelett og lever.

Skjelettscintigrafien er en såkalt "**Superscan**". En "superscan" ser ut som en scintigrafi i "super" kvalitet UTEN fokale funn. Det eneste som avslører at det foreligger **generelt metastasering til hele skjelett** er at **nyrene er knapt synlige** sammenlignet med det øvrige skjelettet. Ofte har disse pasientene pancytopeni fordi hele den hematopoetiske beinmarg er fortrenget av kreftvevet. Denne pasienten døde kort tid etter denne undersøkelsen.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY". Les beskrivelsen i PACS. For de som ønsker: Se på pasientens CT i beinvindu. Hele skjelettet er gjennomslutt av metastaser.

Nuc011

En 60 år gammel mann fikk utført skjelettscintigrafi for re-staging av ca. prostatae. Scintigrafien viser ingen metastaser, men han hadde et ett år gammel tilhelet spiralfraktur av høyre humerus, som har tydelig traceropptak.

[Rapport i intranett](#)

Enhver prosess som har med beindannelse å gjøre – f. eks. frakturtilheling – kan være synlig som økt MDP-opptak ved skjelettscintigrafi.

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY". Sammenlign med røntgenbilde av hø. humerus tatt 07.04.2009 (ligger også i PACS). Les beskrivelsen i PACS.

Nuc014 (fakultativ)

Pasient med ca. prostatae. Helkroppsscintigrafi + SPECT-CT bekken.

[Rapport i intranett](#)

Nuc015

En 66 år gammel mann ble diagnostisert med ca. prostatae Gleason 7b. PSA 16. Han fikk en skjelettscintigrafi for å påvise/utelukke skjelettmetastaser. Planar scintigrafi viste intenst opptak i 5. thorakalvirvel (Th5). For å bekrefte funnet, tok vi en SPECT-CT av thorax.

[Rapport i intranett](#)

SPECT er opptak av et volum med gammakamera.¹ [SPECT](#) er det samme i forhold til planar scintigrafi som CT (computer-tomografi = snittrøntgen) er i forhold til vanlige projeksjonsbilder i røntgen (f. eks. røntgen thorax). Som ved CT tas rådata fra alle retninger rundt pasienten, som deretter "rekonstrueres" for å danne et volum.

Disse dager tar vi SPECT helst som SPECT-CT. **SPECT-CT er kombinasjon av SPECT med computertomografi.**

SPECT-CT viste at det intense opptaket i Th 5 korrelerer med et stort destruert (osteolytisk) område i Th5 (CT-snitt 89) – beinmetastase sterkt sannsynlig!

I tillegg til beinmetastasen i Th5 viste CT av thorax en fortykkelse av øsofagusveggen på nivå med hjertet i snitt 120. Vi anbefalte en øsofagoskopi, og fortykkelsen viste seg å være et øsofaguskarsinom! Dette illustrerer at **det er helt vesentlig å granske begge deler ved en SPECT-CT: SPECT-volumet og CT-volumet!**

Til sist ser nøye på ramus ossis ischii begge sider: Ser dere patologi? PET-CT vil vise dere en stor FDG-positiv lyse i venstre ramus ossis ischii (= sannsynlig metastase fra ca. oesofagi) som er praktisk talt UMULIG å se på en planar scintigrafi. Hvis vi hadde begynt å granske alle asymmetrier i scintigrafi som potensielle metastaser ville vi produsert så mange falsk positive funn at metoden ville kommet i miskreditt.

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på det ferdig lagrede bildet som heter "WB DUAL INTENSITY". Se på de ferdig fusjonerte SPECT-CT bildene. Se på CT-serien "B70s". Les beskrivelsen i PACS.
Oasis	Se på SPECT-CT
PACS, Oasis	Se på pasientens PET-CT (kommer senere i denne veiledningen)

Nuc016 (fakultativ)

En 66 år gammel kvinne med operert cancer cardiae fikk utført skjelettsintigrafi i november 2005, som viste flere skjelettmetastaser. Funnene ble bekreftet i CT. Deretter ble det gjennomført systemisk kjemoterapi for å behandle metastasene.

[Rapport i intranett](#)

Scintigrafisk kontroll i januar viste økende opptak på flere steder i skjelett. Dette ville normalt bli tolket som progresjon, men her er det snakk om et "**flare fenomen**". Dette er en reaktiv økning av MDP-opptak i beinmetastaser under en suksessfull kjemoterapi! Vi kunne ha unngått denne problematikken hvis vi hadde passet på at kontrollen ikke hadde blitt tatt så tidlig. Når spørsmålet er "respons på kjemoterapi for skjelettmetastaser" av ca. mammae, ca. coli eller en annen solid cancer skal en vente 3 – 4 måneder før en tar ny skjelettsintigrafi. (For skjelettsarkomer og andre modaliteter som FDG-PET gjelder andre regler.)

¹ SPECT står for Single Photon Emission Computed Tomograph, dvs. snittbilddiagnostikk (CT) basert på emisjon av enkle fotoner (= gamma emisjoner), ikke foton-par, som i PET.

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY". Les beskrivelsen i PACS.
Oasis	Se på de originale bildene. Sammenligne SPECT og planare bilder.
PACS, Oasis	Se på pasientens PET-CT (kommer senere i denne veiledningen)

Nuc017 (fakultativ)

En 63 år gammel kvinne med allerede kjent malign tumor i høyre hofta, som viste seg å være et chondrosarkom. Undersøkelse utført som 3-fase-scintigrafi. I senfase helkroppsscintigrafi og SPECT-CT hofta.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY". Les beskrivelsen i PACS.
Oasis	For å se 3-fase-scintigrafi: Last inn undersøkelsen i "Bones" For å se SPECT-CT: Last inn undersøkelsen i "SPECT-CT"

Tumorscintigrafi

Vi legger fokus på 6 ulike metoder for å fremstille tumores.

Konvensjonell scintigrafi + SPECT-CT:

- Jodscintigrafi (I-131) ved ca. thyreoideae
- MIBG-scintigrafi (I-123-MIBG og I-131-MIBG) for feokromocytom og andre tumores av det sympatiske nervesystem
- Somatostatinreseptor-scintigrafi (In-111-octreotid) for nevroendokrine tumores som f. eks. karsinoid
- Tc-99m-MIBI (samme tracer som for myokardperfusjonsscintigrafi !) for parathyreoidea-scintigrafi.

Positronemisjonstomografi (PET):

- F-18-FDG-PET ("druesukker-PET") for de fleste solide tumores,
- C-11-cholin for ca. prostatae

Denne listen er ikke hogget i stein! Nyttige tracere forsvinner fra markedet (f. eks. I-131-kolesterol for binyrebarksvulster i 2009, Tc-99m-depreotid for somatostatinreseptor-scintigrafi i 2010) mens andre venter på godkjenning av legemiddelverket (f. eks. Ga-68-DOTATOC for somatostatinreseptor-scintigrafi).

Det er derfor at jeg legger vekt på de allmenne prinsipper som gjelder for tumorscintigrafi:

- **spesifikk tracer:** kun opptak i patologi, ikke i kroppen for øvrig; bildene kan ikke tolkes uten koregistrert CT eller MR-volum
- **uspesifikk tracer:** en må vite mye om hvor tracer tas opp i ulike vev (f. eks. F-18-FDG-opptak i inflammatoriske lymfeknuter eller i brunt fett) og må korrelere alle scintigrafiske funn med best mulig radiologi (som f. eks. KM-CT eller ultralyd).

Jodscintigrafi (I-131)

I-131 er et eksempel på en helt **spesifikk tracer**. I-131 tas opp via natrium-jodid-symporter i normalt thyreoideavev (intenst opptak) og i thyreoideacancer (svakere opptak – derfor imponerer ca. thyreoidea som scintigrafisk "kald" knute sammenlignet med normalt thyreoideavev).

Tracerretensjon med organifisering av jod fins **kun i thyreoideavev**. Transport av jod, men UTEN organifisering fins i spyttkjertlene, i magesekk og i brystvev (lakterende mamma – spebarnet må ha jod for sin egen gl. thyreoidea!). Tracer utskilles hovedsakelig via nyrene og tarm. Ved førstegangsbehandling ses også svakt opptak i lever grunnet metabolisering av I-131-merket thyreoideahormon. Kjente *pitfalls* er for øvrig radioaktivt spytt i øsofagus (derfor skal pas. drikke et glass vann før skanning) og retensjon av radioaktivitet i coecum coli.

NUC079

Pasient med flere skjelettmetastaser av follikulær thyreoideacancer. Se på helkroppsscintigrafi + SPECT-CT tatt 11.03.2009. **I helkroppsscintigrafi er det umulig å si hvor columna-metastasen ligger. SPECT-CT viser at fokuset ligger i proc. transversus til Th6** – uten farepotensial for medulla og uten frakturfare. Siden pasienten ikke hadde noe lokal symptomatikk heller, trenger denne metastasen ikke ekstern stråleterapi.

For spesielt interesserte inkluderer re-staging med I-131-SPECT + F-18-FDG-PET 11/2009: beinmetastasen i høyre femur var I-131 og FDG-positiv mens metastasene i Th6 og høyre crista iliaca var kun I-131 positive.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY" og "Metastase i Th6" Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC079. Velg US tatt 11.03.2009 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "SPECT_CT". Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen. Bruk beinvindu. Ser du korrelatet til fokuset i jod-skann? Se nøye på kortikalis i aksial snitt 73 i CT.

NUC025 (fakultativ)

Spesielt interesserte kan se på dette kasus. Jeg har dokumentert hele forløpet med aidentifiserte bilder: peroperativ ultralyd, postoperativ ablasjonsbehandling med I-131. Til slutt: Re-staging med FDG-PET som viste en lymfeknutemetastase nederst på høyre halsside.

[Rapport i intranett](#)

MIBG-scintigrafi (I-123-MIBG og I-131-MIBG)

MIBG tas opp i sympatiske nerveendinger på samme måte som katekolaminer. Fysiologisk opptak i alle organer med sympatisk innervasjon, særlig spyttkjertler og hjerte. Eliminering via lever og urinveier. Preparatene som er tilgjengelige til oss i Norge viser dessuten uspesifikk pulmonalt opptak i tidlige (< 48 t) bilder. (Det gjelder ikke for carrier-free MIBG som våre radiokjemikere produserte for oss i Münster [17].)

NUC064

16 år gammel pasient med blodtrykkskrise. Spesifikt traceropptak (I-123-MIBG) i feokromocytom i hø. binyre. SPECT avslører at feokromocytomet er sentralt nekrotisk.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY" og "feokromocytom dxt." Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC001 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "SPECT_CT". Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen.

Somatostatinreseptorscintigrafi

Mange nevroendokrine tumores – hovedsakelig karsinoid og endokrin aktive pankreastumores som gastrinomer og insulinomer – eksprimerer **reseptorer for somatostatin** på celleoverflaten. Dette utnyttes ved somatostatinreseptorscintigrafi.

Det fins 3 tracere:

- **In-111-octreotid** er et **oligopeptid** bestående av 8 aminosyrer med affinitet til somatostatin-reseptor. In-111 har en halveringstid på 2.8 dager. Bildene tas vanligvis 4 t p.i. og 24 t. p.i.
- Tc-99m-merkede analoge. Bildene tas ca. 3 – 4 timer p.i.
- Ga-68-DOTATOC og Ga-68-DOTANOC-PET. Allerede i universell bruk over hele Europa. Billig fordi Ga-68 kommer ut av en generator som varer i mer enn et halvt år. En trenger ikke engang en syklotron! Dessverre har stoffet ikke tillatelse fra Norsk legemiddelverk ennå.

Hensikten med undersøkelsen er:

- Påvist ukjent tumor/metastaser.
- Undersøke om kjente metastaser eksprimerer somatostatin-reseptorer. Har pasienten flere metastaser med intenst octreotid-opptak er pasient kandidat for radionuklidbehandling med Y-90 eller Lu-177-DOTATOC. I Skandinavia er behandlingen etablert i Uppsala eller ved Rigshospitalet i København.

NUC060

Normal In-111-octreotid-scintigrafi hos en pasient med kirurgisk påvist nevroendokrin tumor i *papilla pancreatis*.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB 1_2 Comparison". Les beskrivelsen.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC001 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "SPECT_CT". Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen.

NUC061

Pasient med flere octreotid-positive metastaser.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
--------	----------------------

IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY", "mediastinal LN", "precaval LN". Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC001 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "SPECT_CT". Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen.

NUC062 (fakultativ)

Pasient med octreotid-negativ levermetastase. Den fortrenger milt og høyre nyre slik at en kan tenke at det handler seg om metastaser, men dette er fysiologisk opptak i disloserte organer!

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "WB DUAL INTENSITY". Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC001 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "SPECT_CT". Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen.

Parathyreoideascintigrafi

Jeg har inkludert et eksempel på en parathyreoideascintigrafi i undervisningen for å vise at **selv en helt uspesifikk tracer** som Tc-99m-MIBI (som ble egentlig utviklet for myokardperfusjonsscintigrafi !) **kan brukes for tumor imaging når en har et tilrettelagt protokoll.**

Svulstene i parathyreoidea er praktisk talt ALLTID godartet. Selv om jeg har undersøkt ca. 500 pasienter med hyperparathyroidisme på HUS mellom 2005 og 2011 har jeg ikke ennå sett et eneste karsinom *preoperativt!* (Vi har ca. 3 pasienter med tidligere karsinom i follow-up, så parathyreoidea-cancer fins.)

Den aller beste traceren for parathyreoidea er C-11-metionin [18]. Den er like uspesifikk som Tc-99m-MIBI. Den er bedre enn Tc-99m-MIBI kun fordi PET som billedtaksingsmetode har langt bedre oppløsning og kontrast enn SPECT. Traceren har blitt etablert på Haukeland universitetssykehus i april 2017 og brukes hovedsakelig for diagnosen av hjernesvulster.

Det bemerkes at bildediagnostikk for hyperparathyroidisme er svært ressurskrevende og best utført på spesialiserte sentre. En dedisert UL hals selv med en optimal maskin tar 20 – 30 min. På Haukeland PET-senter utfører vi ca. 80 slike undersøkelser per år med scintigrafi og ultralyd i én hånd. Fordi bildediagnostikken er så ressurskrevende må hyperparathyroidisme være biokjemisk påvist (forhøyt ionisert eller total serum-calcium pluss forhøyt PTH) ved minst 2 anledninger!

NUC038 (fakultativ)

Solitær parathyreoideaadenom kaudalt for nedre pol av høyre thyreoidalapp. SPECT-CT viser opptak i gl. thyreoidea samt parathyreoideaadenomet. Det er kun i kombinasjon med ultralyd at vi kan skjønne hva som er thyreoidea-opptak og hva som er parathyreoidea!

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene under pasient ID = NUC038: "parathyr 3 phases" Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter "Pasient Id" NUC038 Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll "SPECT_CT". Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på "Go"-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen. Grunnet en feil i PACS er CT-serien trunkert selv om den er fulstendig i PACS. Jeg må bytte ut kasus ved neste anledning.

NUC039 (fakultativ)

Pasient med ektopisk parathyreoideaadenom som ligger retrosternalt. Legg merke til at vi har kjørt diagnostisk CT med kontrast på SPECT-CT-kamera. Det er vi de eneste i Norge som gjør, men vi har innført det som rutine hos alle pasienter som har blitt operert for hyperparathyroidisme uten biokjemisk helbredelse. Det viser seg at kun 60 % av alle parathyreoideaadenomer har påvisbart MIBI-

opptak. Med kontrastmiddel-CT fanger vi opp en god del av de øvrige – parathyreoideaadenomer er nemlig sterkt perfundert og “lyser” i KM-CT tatt i tidlig arteriell fase.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene under pasient ID = NUC039 Les beskrivelsen i PACS.
Oasis (for spesielt interesserte)	Søk etter “Pasient Id” Velg ut undersøkelsen i øverste halvparten av skjermen. Dobbelt-klikk på protokoll “SPECT_CT”. Programmet vil laste inn bildene automatisk. Trykk på “Go”-knappen. Bruk Windowing-verktøy for å regulere fargeskalaen.

F-18-FDG-PET

F-18-FDG er radioaktivt merket druesukker (glukose). Stoffet tas opp fysiologisk i hjerne (alltid), i hjertet (i nærvær av insulin; ved fasting metaboliserer hjerte frie fettsyrer og har lavt FDG-opptak) og – svakt – i leveren. I motsetning til normal glukose utskilles FDG i urin. Nyrebekken og blære lyser derfor alltid, og det er normalt å se fokus med aktivitet i forløpet av uteterene.

Glukosemetabolisme er oppregulert ved mange solide svulster. FDG-PET er spesielt egnet for utredning av: hode/hals-cancer, thyroideacancer, lungecancer, øsofagus-cancer, brystkreft, kolorektalcancer, malignt melanom, lymfomer. Den er også egnet ved ca. ventrikuli (magesekk), osteosarkom, testiscancer og flere andre.

FDG-PET er IKKE egnet for utredning ved ca. prostatae; der trengs andre sporstoff som f. eks. C-11-cholin eller C-11-acetat (se kasus NUC090 nedenfor!). (Kanskje også et ord om at differenserte, low-grade svulster ikke er godt egnet for FDG-PET som f.eks low-grade lymfomer, GIST, nevroendokrine svulster, hepatocellulært carcinom? Eller at mikrometastaser ikke kan oppdages (falsk negative funn ved staging for sentinelnode-reseksjon?)

Pasientforberedelse ved FDG-PET omfatter (alt det følgende er eksamensrelevant!):

- Dersom det planlegges en diagnostisk CT med jodkontrast trengs en aktuell **serum-kreatinin** (blodprøve hos fastlegen eller ved innleggelse) for å utelukke nedsatt nyrefunksjon.
- Pasienten skal **IKKE** være fysisk aktiv (som f. eks. trening) dagen før undersøkelse, ellers tas for mye FDG opp i muskulaturen.
- Pasient skal **faste i minst 6 timer** før undersøkelsen, helst fra midnatt. Ellers sirkulerer for mye insulin i kroppen, noe som gir for mye FDG-opptak i bløtvevet. Pasienter med diabetes skal droppe frokost og frokost-relatert insulin/oral antiabetikum. Blodglukose skal ideelt være 6 – 8 mmol/l.
- Pasient **skal ikke fryse** på undersøkelsesdagen, ellers kan FDG-opptak i brunt fett i hals og mediastinum gjøre det umulig å tolke undersøkelsen.

NUC070

76 år gammel mann med kul i venstre aksille 4 år etter operasjon av et malignt melanom (føflekk-kreft) i venstre arm. Planen var da å utføre en systematisk lymfeknutetoilette i venstre aksille, forutsatt at pasienten **IKKE** hadde sykdom utenfor aksillen, dvs. fjerne metastaser.

Det ses intenst FDG-opptak i den kjente metastasen i venstre aksille men ingen spredning utover dette.

Pasienten fikk derfor utført operasjonen, som bekreftet diagnosen.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på de ferdig lagrede bildene som heter "PET AC coronal" og "axilla L". Les beskrivelsen. Se også på de "ferdig fusjonerte" seriene "axial fused" og "coronal fused" i PACS. Sjekk at det IKKE er mulig å endre CT-vindu eller PET-vindu på disse serier:

	Det er kun med en dedisert viewer for PET-CT (som f. eks. Oasis), der en kan variere CT og PET-vinduer uavhengig fra hverandre, at en kan granske en PET-CT undersøkelser!
Oasis	<p>Se på PET-undersøkelsen. Sjekk at det er mulig å endre CT-vindu og PET-vindu uavhengig fra hverandre.</p> <p>Se på den CT-korrigerede PET-serien "PET WB". Her bruker maskinen informasjon fra CT-datasett for å korrigere PET-bildene for attenuering av strålene i kroppen. Det er disse PET-bilder som vi vanligvis bruker for granskning.</p> <p>Se på den ukorrigerede serien "PET WB Uncorrected". Denne serien er en enkelt rekonstruksjon basert på "Filtered Backprojection"-algoritme. Se på "corona" artefaktet rundt hele kroppen. De ukorrigerede bilder brukes når vi er etter ganske små lesjoner (f. eks. små metastaser i lungen) eller når vi ser på kroppsregioner med bevegelsesartefakter (f. eks. basal lunge, diafragma) eller metallartefakter (f. eks. rundt en hofteprotese eller en pacemaker).</p> <p>Hvis du vil sammenligne "PET WB" og "PET WB Uncorrected" gå til fane "PET AC vs NAC" i Oasis – da kan du se på begge typer PET-volum samtidig.</p>

NUC071

Utgangspunkt hos denne 56 år gamle kvinnen var det samme som hos NUC070: Pasienten hadde hatt et melanom på ryggen som ble operert i 2007. Så oppdaget pasienten en kul i venstre aksille. Ultralyd på HUS viste en ekkofattig struktur på 1,8 x 2,2 cm i ve. aksille (se bilder i PACS). Ultralyd-veiledet finnålsbiopsi viste at dette var en metastase av melanomet. PET ble gjennomført for å utelukke fjernmetastaser før planlagt lymfeknutetoilette i venstre aksille.

FDG-PET viser utbredt metastasering i hele kroppen inkludert hjerne.

Den planlagte operasjonen ble avlyst. Pasient fikk bestråling av den hittil ukjente og klinisk asymptotiske (!) hjernemetastasen med gammakniv. Hun døde et år etter PET-undersøkelsen.

Rapport i intranett

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	<p>Se på "NUC071_coronalPET", "ve_ aksille", "ve_ lunge", "hjernemetastase".</p> <p>Se på lav-dose CT hjernen. Den viser at fokuset ligger i hjernen men fremstiller ikke selve metastasen. Se på supplerende MR-undersøkelse av hjernen som viser metastasen.</p>
Oasis	<p>Se på PET-undersøkelsen (anbefalt!)</p> <p>For å kunne se metastaser i de ulike kroppsregionene må en bruke tilpassede vinduer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • for metastaser i bløtvevet (f. eks. venstre aksille) bløtvevsvindu i CT • for metastaser i lunge lungevindu i CT • for metastasen i hjerne bløtvevs- eller hjernevindu i CT og spesielt tilpasset PET-vindu (slik an en kan se FDG-opptaket i metastasen mot det fysiologiske FDG-opptaket i cortex cerebri)

NUC072

71 år gammel mann med nydiagnostisert ca. oesophagei. Opptak i primærtumor og flere metastaser.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på "ACCT PET coronal", "ca oesophagei", "parapharyngela met.", "mediast. LK-met", "leverhilus met".
Oasis	Se på PET-undersøkelsen (anbefalt!) og slå opp de ulike lesjonene.

NUC073

77 år gammel kvinne med nydiagnostisert ca. pulmonis. Opptak i primærtumor og flere metastaser.

[Rapport i intranett](#)**NUC076**

Mann 69 år med ca. pulmonis. Preoperativ staging. 2 LK-metastaser i PET.

[Rapport i intranett](#)**NUC074**

Pasienten på 77 med tidligere operert ca. coli. Diagnostisk CT (ligger i PACS sammen med PET) viste sannsynlig residiv i colostomi pluss en hydronefrose venstre side. Det fantes en mistenkelig lymfeknute ved siden av venstre ureter som ble ansett som årsak til hydronefrosen. PET tatt som staging før re-OP. PET bekreftet de to CT-diagnosene men viste i tillegg en tumorlesjon som IKKE hadde blitt oppdaget i CT (finn ut hvilken!). Pasient fikk ekstern stråleterapi grunnet inoperabilitet.

[Rapport i intranett](#)**NUC075**

Pasient med nydiagnostisert Hodgkin-Lymfom før og etter kjemoterapi. Sammenlign PET #1 (preterapeutisk med intenst opptak i flere lymfomer) og #2 etter 2 kurer med kjemoterapi (ingen opptak igjen selv om lymfomene fortsatt kan ses på CT).

[Rapporter i intranett](#)

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Sammenlign PET før og etter terapi.
Oasis	I Oasis kan en laste inn begge PET-undersøkelsene samtidig: Velg ut den første PET-CT-undersøkelsen og klikk på Application "PET-CT". Så klikk på den andre PET-CT-undersøkelsen. Begge lastes inn. Den første har blå faner, den andre røde. Nå kan begge undersøkelser sammenlignes direkte – se etter de oransje fanene.

NUC078 (fakultativ)

Pasient med epifarynx-cancer etter neoadjuvant kjemoterapi. **FDG-PET for doseplanlegging** til kurativ stråleterapi.

Dere skal kun se på doseplanleggings PET hals tatt 06.07.2011. Den er tatt mens pasienten er fiksert med maske i samme posisjon som under ekstern stråleterapibehandling. Alt tumorvev har FDG-opptak unntatt en lymfeknute i venstre kjevevinkel. Dette er sannsynligvis en effekt av den tidligere kjemoterapien, men det kan vi ikke bevise fordi vi ikke har en preterapeutisk PET.

Rapport i intranett

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på PET hals i doseplanleggingsposisjon.
Oasis	Last inn PET hals tatt 07.07.2011. Se på primærtumor i epipharynx og på den store lymfeknutemetastasen på høyre halsside. Legg merke til at pasienten ligger på et flatt bord der hodet er fiksert med maske i stråleterapi-posisjon.

NUC082

Pasient med opptak i brunt fett. **FDG-opptak i brunt fett kan lett forveksles med tumor**. Opptaket kan ødelegge en hel FDG-PET-undersøkelse når hals eller mediastinum skal utredes. Det som avslører at det ikke handler seg om tumorvev er at **CT viser fettvev i områdene med FDG-opptak**, ikke bløtvev som ved metastaser. Dessverre er koregistreringen av PET- og CT-datasett i halsen sjeldent helt perfekt. Diagnosen kan derfor være vanskelig hos enkelte. Det beste er å gjenta undersøkelsen.

Rapport i intranett

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på PET bildene av halsregionen.
Oasis	Last inn undersøkelsen. Brunt fett er best å se i den roterende maksimal-intensitets-projeksjonen (MIP).

NUC077 (fakultativ)

50år gammel kvinne med residiv av ca. thyreoideae. Dette kasus skal illustrere **gevinst av diagnostisk CT sammen med PET**. For utredning av hode/hals-pasienter har protokollen blitt standard på HUS. Ved de andre entiteter er en diagnostisk CT ofte "inngangsbilletten" til PET-diagnostikk, slik at den allerede foreligger på undersøkelsestidspunkt i PET.

Pasient fikk en rutinekontroll med ultralyd på HUS 9/2009. UL viste en ekkofattig lymfeknute supraclavikulært venstre side. Fordi pasienten hadde lang reisevei, tok jeg en finnålsbiopsi for sikkerhets skyld. Den viste papillær thyreoideacancer! Pasienten fikk preoperativ staging 11/2009:

- Jod-131-SPECT. Den trenger dere ikke å se på – den er komplett negativ.
- F-18-FDG-PET. Den er tatt som 2 undersøkelser: KM-CT hals + FDG-PET; helkropps-PET-CT (uten funn utenfor hals/mediastinum). Hals-CT viser: den kjente FDG-positive metastasen retroclavikulært venstre side (den var da allerede cytologisk bekreftet) pluss 2 ukjente lesjoner: 1 cystisk lymfeknutemetastase i høyre kjevevinkel, 1 FDG-positivt lokalresidiv i høyre

trachealvegg. *Begge lesjoner kan kun diagnostiseres i kontrastmiddel-CT, ikke i lavdose-CT uten kontrast.* Pasient ble reoperert 11/2009 og lymfeknutemetasasene retroclavikulært ve. side + i høyre kjevevinkel + lokalresidiv høyre side ble histologisk bekreftet.

- I tillegg har pasient en FDG-positiv lymfeknutemetatase under aortebuen, som vi ikke beskrev i 2009. Den ble bekreftet ved operasjon 1/2011.

[Rapport i intranett](#)

Pasientens sykdomshistorie slutter ikke her. Spesielt interesserte kan se på pasientens undersøkelser i 2010: Ved kontroll-PET 10/2010 fant vi et lite lokalresidiv på venstre halsside. Retrospektivt kan en se den i 2009. I tillegg fant vi en ny metastatisk lymfeknute med FDG-opptak i høyre kjevevinkel og kunne reprodusere den FDG-positive lymfeknuten under aortebuen. Pasienten ble operert enda en gang i 1/2011. Alle 3 diagnoser ble histologisk bekreftet.

Flere FDG-PET...

Jeg har aidentifisert en rekke undersøkelser, som IKKE inngår i pensum. Spesielt interesserte kan se på dem når de har lyst på flere kasus. Listen vil bli utvidet over tid.

N. B. Disse undersøkelser ligger IKKE i listen av obligatoriske kasus. Dere må søke direkte etter pasient-ID i IMPAX eller Oasis!

Pasient-ID	Diagnose
NUC080	ca. oesophagei; FDG-PET før og etter neoadjuvant kjemoterapi
NUC081	ca. oesophagei med metastase i epigastrium
NUC083	ca. coli med residiv
NUC085	ca. coli med residiv
NUC086	ca. pulmonis uten påvisbare metastaser

Andre PET-tracere

Ikke alle svulster har økt opptak av glukose. Det trengs andre merkestoff for dem. I det følgende skal vi se på C-11-cholin som markør for prostatacancer og Ga-68-DOTATOC for nevroendokrine tumores (NET).

C-11-cholin-PET

C-11-cholin og C-11-acetat brukes bl.a. for utredning av ca. prostatae, urotelcancer og hjernetumores. Fordelen med begge er at de ikke utskilles i noen særlig grad med urin. Ulempen er at halveringstid til C-11 er 20 min – derfor kan en bare skanne på produksjonsstedet.

Begge tracere fins i fluor-18-merkede varianter. Fluor-18 har fordelen at halveringstiden på 2 timer tillater leveranser fra andre institusjoner. Ulempen med F-18-acetat og F-18-cholin er at de utskilles med urin. For å kunne bedømme tumoropptak langs urinveiene tas ofte en dynamisk PET, der en påviser opptak før radioaktivitet ankommer i urinen.

Nuc090

Pasient med tidligere operert ca. prostatae. Stigende PSA.

C-11-cholin-PET ved Universitetet i Ulm/Tyskland viser cholin-opptak i en liten lymfeknute i CT-snitt 28 medialt for ve. acetabulum: Metastase!

N. B. Cholin-opptak i lymfeknuter og tarmslynger er normalt!

Rapport i intranett

System	Hva skal du se/gjøre
IMPAX	Se på "PETAC coronal", "LN pelvis L", "LK ve. lyske - fysiologisk"
Oasis	Se på PET-undersøkelsen (anbefalt!) og slå opp de ulike lesjonene.

Ga-68-DOTATOC -PET

Metoden har jeg allerede omtalt under "somatostatinreseptorscintigrafi". Ga-68-DOTATOC har fordelen at en får mye bedre bilder enn med In-111-octreotid og at det går fortere med en standardisert protokoll (helkropp i 3D på under 30 min; injeksjon og billedtaking på under 2 timer) versus billedtaking med individuelle protokoller over 2 dager. Det er søkt om tillatelse for å bruke stoffet i Norge, men stoffet er ennå godkjent av Legemiddelverket.

Nuc091

Pasient med metastasert neuroendokrin tumor. Ga-68-DOTATOC-PET ved Universitetet i Essen/Tyskland viser utbredt metastasering. Husk fysiologisk opptak i lever, milt, binyrene og nyrene. Ved Ga-68-DOTATOC-PET er det også mulig å se hypofysen hos de aller fleste pasienter. (In-111-octreotid har derimot en så begrenset oppløsning at synlig opptak i hypofyse er sjeldent. Ser vi opptak i hypofysen er det ofte assosiert med et hypofyseadenom.) I tillegg har senbilder med Ga-68-DOTATOC fysiologisk opptak i processus uncinatus av pankreas.

[Rapport i intranett](#)

System	Hva skal du kan se/gjøre
IMPAX	Se på "PET AC coronal", "Lever metastase", "paratracheal metastase", "C4 metastase"
Oasis	Se på PET-undersøkelsen (anbefalt!) og slå opp de ulike lesjonene. De oppmerksomme blant dere vil se at bildene er mye mer støyete enn de pleier å være ved FDG-PET. Det er samme type PET-skanner i Essen som vi har i Bergen – det er ikke skanneren som er årsaken. Årsaken er at positronene emittert fra Ga-68 har mye mer bevegelsesenergi enn fra F-18. Dermed reiser de mye lengre (ca. 5 – 8 mm vs. 1 – 2 mm) før de møter et elektron. Fotonparet (det som PET-skanneren detekterer) oppstår fra annihilasjonsstedet, ikke fra stedet der det var nuklidopptak. Derfor er bildene tatt med Ga-68 mye mer støyete en de med F-18. Det fysiologiske sporstoff-opptaket ved DOTATOC-scintigrafi er for øvrig det samme som ved In-111-octreotid: Sporstoffet tas opp i lever, milt, binyrene og nyrene og skilles ut med galle og urin.

Referanser

1. Biermann M (2016) A national e-learning platform for training specialists in Nuclear Medicine in Norway. *UPED-Skrift* 20156:7. doi: 10.13140/RG.2.1.3467.8162
2. Schicha H, Schober O (2007) *Nuklearmedizin*. Schattauer, Stuttgart
3. Rootwelt K (2005) *Nukleærmedisin*. Gyldendal Akademisk, Oslo
4. Birk Christensen C Loft, Annika, Hesse, Birger, Dansk Selskab for Klinisk Fysiologi og Nuklearmedisin (2014) *Klinisk nuklearmedisin*. Dansk Selskab for Klinisk Fysiologi og Nuklearmedisin ; i kommission hos Gad, [Frederiksberg]; [Kbh.]
5. Mettler FA (2012) *Essentials of nuclear medicine imaging*, 6th ed. Elsevier/Saunders, Philadelphia, PA
6. Bennett P, Oza UD (2015) *Diagnostic imaging: nuclear medicine*. Amirsys
7. Ell PJ, Gambhir S (2004) *Nuclear medicine in diagnosis and treatment*. Churchill Livingstone, Edinburgh
8. Stokmo HL, Reitan BC, Johnsen B, Gulati A, Kleven-Madsen N, Adamsen TCH, Biermann M (2015) Introduction of positron emission tomography into the Western Norwegian Health Region: Regional balance in resource utilization from 2009 to 2014. *Clin Physiol Funct Imaging*. doi: 10.1111/cpf.12335
9. Adeyoku AA, Burke D, Atkinson C, McKie C, Pollard AJ, O'Reilly PH (2001) The choice of timing for diuresis renography: the F + 0 method. *BJU Int* 88:1–5.
10. Piepsz A (2009) The predictive value of the renogram. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 36:1661–4. doi: 10.1007/s00259-009-1160-7
11. Melis M, de Swart J, de Visser M, Berndsens SC, Koelewijn S, Valkema R, Boerman OC, Krenning EP, de Jong M (2010) Dynamic and static small-animal SPECT in rats for monitoring renal function after ¹⁷⁷Lu-labeled Tyr³-octreotate radionuclide therapy. *J Nucl Med* 51:1962–8. doi: jnumed.110.080143 [pii] 10.2967/jnumed.110.080143
12. Følling M (2004) *Nukleærmedisinsk kardiologi*. *Hjerteforum* 17 Suppl. 5:170–174.
13. Pazhenkottil AP, Nkoulou RN, Ghadri JR, Herzog BA, Buechel RR, Kuest SM, Wolfrum M, Fiechter M, Husmann L, Gaemperli O, Kaufmann PA (2011) Prognostic value of cardiac hybrid imaging integrating single-photon emission computed tomography with coronary computed tomography angiography. *Eur Heart J*. doi: ehr047 [pii] 10.1093/eurheartj/ehr047
14. Tzoulis C, Tran GT, Schwarzlmüller T, Specht K, Haugarvoll K, Balafkan N, Lilleng PK, Miletic H, Biermann M, Bindoff LA (2013) Severe nigrostriatal degeneration without clinical parkinsonism in patients with polymerase gamma mutations. *Brain* 136:2393–2404. doi: 10.1093/brain/awt103
15. Willoch F (2010) *Nukleærmedisinsk bildediagnostikk*. In: Gjerstad L, Helseth E, Rootwelt T (eds) *Nevrologi og nevrokirurgi. Fra barn til voksen*, 5th ed. Vett og Viten, pp 123–135

16. Toegel S, Hoffmann O, Wadsak W, Ettliger D, Mien LK, Wiesner K, Nguemo J, Viernstein H, Kletter K, Dudczak R, Mitterhauser M (2006) Uptake of bone-seekers is solely associated with mineralisation! A study with ^{99m}Tc -MDP, ^{153}Sm -EDTMP and ^{18}F -fluoride on osteoblasts. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 33:491–4. doi: 10.1007/s00259-005-0026-x
17. Franzius C, Hermann K, Weckesser M, Kopka K, Juergens KU, Vormoor J, Schober O (2006) Whole-body PET/CT with ^{11}C -meta-hydroxyephedrine in tumors of the sympathetic nervous system: feasibility study and comparison with ^{123}I -MIBG SPECT/CT. *J Nucl Med* 47:1635–1642.
18. Yuan L, Liu J, Kan Y, Yang J, Wang X (2017) The diagnostic value of ^{11}C -methionine PET in hyperparathyroidism with negative ^{99m}Tc -MIBI SPECT: a meta-analysis. *Acta Radiol* 58:558–564. doi: 10.1177/0284185116661878