

^{18}F 's indflydelse på $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafier

Hvordan påvirker ^{18}F -annihilationsstråling antallet af counts inden for $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -spektret?

Hvor lang tid skal der gå efter en PET-skanning, inden der kan udføres en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi, uden at resultatet påvirkes? Hvordan påvirker annihilationsstrålingen fra ^{18}F en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi? Det er de spørgsmål, der undersøges i bachelorprojektet, som artiklen er bygget op om.

På de nuklearmedicinske afdelinger udføres der stadig mange skintigrafier med den radioaktive isotop $^{99\text{m}}\text{Tc}$, da de er billige og gennemtestede.

Positron Emissions Tomografi (PET) er en undersøgelse under rivende udvikling. Antallet af PET-skanninger, der bliver udført på landets nuklearmedicinske afdelinger, er stadig stigende (1).

I takt med at antallet af PET-skanninger stiger, øges også risikoen for, at en patient får foretaget en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi efter en PET-skanning.

Spørgsmålet er, om annihilationsstrålingen fra isotopen ^{18}F , som benyttes ved PET-skanninger, påvirker resultatet af en skintigrafi med $^{99\text{m}}\text{Tc}$? Det var ikke muligt at finde svaret på dette spørgsmål i litteraturen, derfor valgte vi at undersøge det i vores bachelorprojekt.

Forsøget er baseret på en PET-skanning, hvor der benyttes isotopen ^{18}F koblet til sukkerstoffet FDG (FluorDeoxyGlukose). ^{18}F -FDG samles de steder i kroppen, hvor der er høj metabolisme, eks. hjernen og tumorer (2,6). Til PET-skanningerne får patienten injiceret 370 MBq ^{18}F -FDG i en vene.

Der findes en del forskellige typer $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafier, og for at begrænse omfanget af undersøgelsen har vi valgt at basere forsøget på $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3-renografier. Isotopen $^{99\text{m}}\text{Tc}$ kobles sammen med MAG3 (mercaptuacetyltriglycine). $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 bliver udskilt via nyrerne til urinen (3). Til renografien injiceres patienten med 50 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3.

Annihilationsstrålerne fra ^{18}F har en energi på 511keV (4), mens der til en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi måles i et energivindue på 140keV \pm 10 % (5). Det betyder, at alle stråler med en energi uden for dette vindue ikke tælles med i resultatet. Det var ikke forventet, at annihilationsstrålingen fra ^{18}F ville influere betydeligt på en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi.

Bachelorprojektet viser, at en aktivitet på kun ca. 0,8 MBq ^{18}F gav samme antal counts i $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -energivinduet som 50 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

Det betyder, at selv meget små aktiviteter af isotopen ^{18}F vil påvirke antallet af counts ved en renografi eller en anden type $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi – og derved også resultatet. Selvom ^{18}F har en halveringstid på ca. 2 timer, er det muligt, at en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi vil blive påvirket, hvis patienten dagen forinden har fået udført en PET-skanning med ^{18}F -FDG.

Bachelorprojektet skraber kun overfladen af spørgsmålet om, hvordan ^{18}F -stråling påvirker en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi. For endeligt at besvare spørgsmålet om, hvorvidt ^{18}F -isotopen påvirker en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi, er det nødvendigt med yderligere forskning inden for feltet.

Metode

Til at undersøge spørgsmålet er det valgt at undersøge ^{18}F 's indflydelse på en MAG3-renografi. Forsøget er designet ud fra MAG3-renografier udført på Herlev Hospital.

Til forsøget benyttes et Victoreen-nakkefantom for ikke at udsætte patienter for unødvendig stråling. Mellem fantomet og Philips ADAC CardioMD-gammakameraet placeres et stykke grisespæk for at simulere dæmpningen af strålerne, der ville forekomme i en patients hud og fedtlag (se figur 1).

Målingerne er udført med en opløsning på 64x64, en LEHR-kollimator og et energivindue på 140keV \pm 10 %. En vandig opløsning af 50 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ hældes i fantomets hulrum svarende til halsen (se figur 1). I hullet svarende til luftrøret placeres der et prøveglas indeholdende stigende aktiviteter af isotopen ^{18}F (se figur 1).

Målingerne startede med 0,0 MBq ^{18}F , og herefter blev aktiviteten hævet med 0,1 MBq ^{18}F for hver måling, dvs. 0,0 MBq,



Af bioanalytiker //
Nini Hansen
Rigshospitalet
Diagnostisk Center
Klinik for Klinisk Fysiologi
og Nuklearmedicin

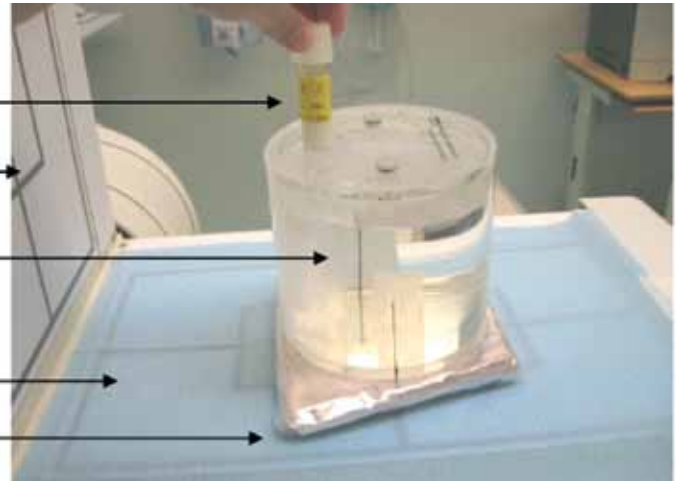


Af bioanalytiker //
Trine Jenny Madsen
Gentofte Hospital
Røntgen- og skanningsafdeling,
Nuklearmedicin

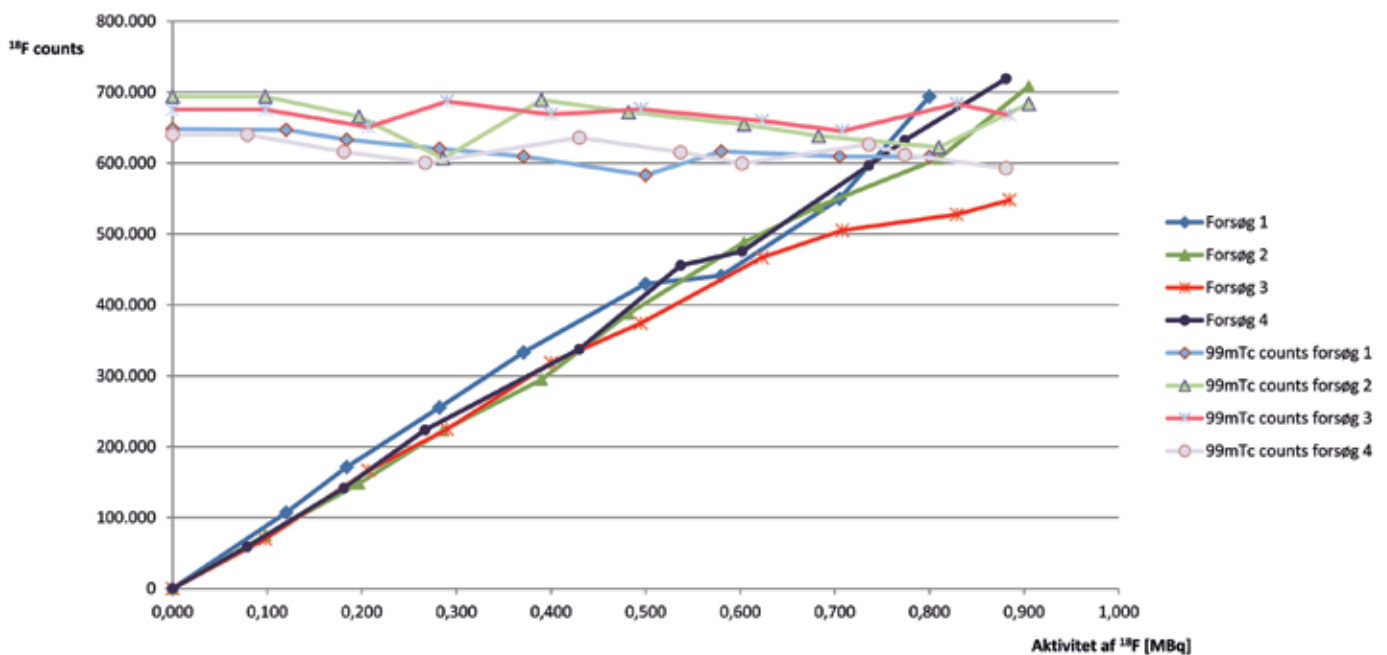
Vejledere: Inge Buch og Jann Bjerre Lohse

Figur 1: Forsøgsopstilling med fantomet placeret på grisespæk, viklet ind i plastik. Fantomet står på gammakameraet, som blev benyttet til målingerne. Fantomet indeholder en opløsning af ca. 50MBq ^{99m}Tc. Prøveglasset indeholder ¹⁸F i stigende aktiviteter, 0,1; 0,2; 0,3-0,9MBq.

Plastrør indeholdende ¹⁸F og NaCl opløsning
 Detektor I
 Fantom indeholdende H₂O og ^{99m}Tc
 Detektor II med afslækningspapir
 Grisespæk indpakket i plast



Figur 2: Forsøgsopstillingen



Tabel 1: Tabellen viser sammenhængen mellem ¹⁸F aktivitet og antallet af counts indenfor ^{99m}Tc vinduet ved tilstedeværelsen af ^{99m}Tc. Kurverne fra forsøg 1-4 viser antallet af counts fra ¹⁸F. Antallet af counts fra ¹⁸F stiger lineært med aktiviteten af ¹⁸F. Allerede ved 0,8 MBq ¹⁸F opnås samme antal counts fra ¹⁸F som fra ^{99m}Tc counts forsøg 1-4, som er nulmålingerne, udført på ca. 50 MBq ^{99m}Tc.

0,1 MBq, 0,2 MBq osv. Forsøget blev stoppet, da antallet af counts fra ^{18}F var det samme som antallet af counts fra de 50 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Dette blev opnået ved en aktivitet omkring 0,8 MBq ^{18}F .

Inden hver måling på isotopen ^{18}F blev der udført en måling på fantomet's indhold af $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Denne "nulmåling" udføres, for at vide hvor mange counts der stammede fra $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

For at holde aktiviteten af $^{99\text{m}}\text{Tc}$ på 50 MBq tilsatte vi hver time omkring 5 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ til fantomet, da $^{99\text{m}}\text{Tc}$ har en halveringstid på 6 timer.

Forsøget blev gentaget over fire dage, hvor fantomet hver morgen blev skyllet for eventuelle rester fra den forrige dags forsøg. På hver af de fire dage blev der udført en kontrol af gammakameraet med en fladkilde bestående af isotopen ^{57}Co for at sikre, at gammakameraets komponenter fungerede.

Resultater og diskussion

Resultaterne viser, at antallet af counts fra isotopen ^{18}F stiger lineært med aktiviteten af ^{18}F inden for $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet som forventet (tabel 1). Til gengæld skal der kun omkring 0,8 MBq ^{18}F til, før lige så mange counts stammer fra ^{18}F som fra de 50 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

Et billede fra en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi udført ved tilstedeværelse af omkring 0,8 MBq ^{18}F vil derfor være kraftigt påvirket og den diagnostiske værdi af billedet være mindsket.

Hvor lang tid skal der gå imellem PET og renografi?:

I samråd med en nuklearmedicinsk læge (Herlev Hospital) er det vurderet, at antallet af counts fra isotopen ^{18}F kun må udgøre 1 % af det samlede antal counts målt inden for $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet.

Ud fra dette og ^{18}F 's fysiske halveringstid på 2 timer skal der derfor gå ca. 36 timer efter injektion med ^{18}F , før der bør udføres en renografi.

Noget af det injicerede ^{18}F -FDG vil sætte sig i hjernen, og en del bliver udskilt i urinen via nyrerne (6,7). Men de konkrete værdier for, hvordan ^{18}F -FDG fordeles og udskilles i kroppen, kendes ikke. Derved kan der ikke tages højde for den biologiske udskillelse af ^{18}F -FDG i beregningen.

Isotopen $^{99\text{m}}\text{Tc}$ er forsøgt fastholdt på 50 MBq under hele forsøget for at efterligne en renografi. Der er i forsøget ikke taget højde for, at en del af det injicerede $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 ikke vil samles i nyrerne, men fordeles i resten af kroppen. Under en renografi vil $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 udskilles til blæren. Herved vil aktiviteten i nyrerne mindskes hen over undersøgelsens forløb. Ved tilstedeværelse af en anden radioaktiv kilde, eks. ^{18}F , vil dennes påvirkning øges, når aktiviteten i nyrerne falder. Dette kan måske have en betydning for procentfordelingen mellem $^{99\text{m}}\text{Tc}$ og ^{18}F .

Vekselvirkning og attenuering:

Ved en renografi er $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet sat til 140keV ± 10 %. Det var derfor forventet, at en stor del af annihilationsstrålingen ville sorteres fra, da den har en energi på 511keV (4) og derfor ligger uden for $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet.

Bachelorprojektet viser, at en del af annihilationsstrålingen

fra ^{18}F dæmpes så meget, at de opnår energier inden for $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet. Det kan skyldes Comptonvekselvirkning med fantomet, kollimator eller grisespækket. Comptonvekselvirkning er, når annihilationsstrålerne rammer elektroner og afsætter så meget energi, at de afbøjede strålers energi kommer til at ligge inden for $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet (6).

To eller flere dæmpede stråler med energier under det valgte energivindue, kan ramme gammakameraets krystal samtidigt og blive registreret som en samlet stråle. På denne måde kan dæmpede stråler fra ^{18}F være med til at øge antallet af counts i $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -vinduet til trods for annihilationsstrålingens høje energi. Comptonvekselvirkningen ville også forekomme i en patients krop og derved influere på antallet af counts registreret i gammakameraet.

Fejlkilder:

Grundet begrænset tid er der kun udført fire forsøgsrækker, hvilket mindsker reliabiliteten af resultaterne. Resultaterne giver stadig et fingerpeg om, hvordan isotopen ^{18}F påvirker en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi.

Forsøgsopstillingen er baseret på, at der kunne lægges arealer og tælles antallet af counts inden for arealet. Dette er grunden til, at grisespækket ikke dækker hele gammakameraet, men kun lige under fantomet. Hos en patient ville det radioaktive fokus være helt indkapslet i hud og spæk.

Programmet, der skulle bruges til at lægge arealerne, gav ikke det samme antal counts, hver gang det samme areal blev lagt. Derfor fandt vi ikke resultaterne brugbare og var nødsaget til at benytte antallet af counts for hele gammakameraets areal.

Der er benyttet en LEHR-kollimator, selvom der til MAG3-renografier normalt benyttes LEGP-kollimatorer. Men det benyttede gammakamera havde ikke en LEGP-kollimator. Til $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafier som eks. knogleskintigrafier og myokardieskintigrafier benyttes LEHR-kollimatorer. Derfor mener vi, at resultaterne stadig kan bruges.

Konklusion og perspektivering

Bachelorprojektet viste, at annihilationsstrålerne fra ^{18}F -isotopen influerer kraftigt på en efterfølgende $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafi. Ses der udelukkende på resultaterne for den fysiske halveringstid, kan det konkluderes, at patienterne først bør få foretaget en renografi ca. 36 timer efter injektionen med ^{18}F -FDG fra PET-undersøgelsen.

Resultaterne kan ikke direkte overføres til patienter, idet forsøget er udført på et fantom og derfor ikke tager hensyn til den biologiske halvering af ^{18}F -FDG. Samtidig har fejlkilder influeret på resultaterne. Antallet af målinger i forsøget er heller ikke nok til at udforme en endelig konklusion.

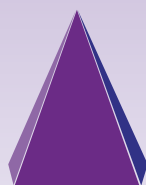
Resultaterne indikerer, at det er relevant at udføre yderligere forskning inden for området, da isotopen ^{18}F influerer på en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -måling. Det gælder både for renografier, som forsøget er baseret på og for andre skintigrafier, eks. myokardieskintigrafier og knogleskintigrafier.

Hvis det havde været muligt at udføre forsøget med de erfaringer, vi har tilegnet os, ville forsøget være blevet udformet anderledes. For at tage hensyn til det biologiske henfald af ^{18}F -FDG ville forsøget være udført på patienter, der i forvejen havde fået udført PET-skanninger med ^{18}F -FDG. Patienterne havde fået udført målinger med samme parametre som ved en renografi, dog med udeladelse af injektion af $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG₃.

Resultaterne havde så kunnet sammenlignes med resultater fra tidligere udførte renografier. På denne måde udsættes patienterne ikke for unødvendig stråling. PET-patienterne kunne få foretaget målingerne i forskellige tidsintervaller efter injektionen af ^{18}F -FDG. Ud fra målingerne kunne det så vurderes, hvornår ^{18}F ikke længere vil influere på renografiens resultater. Bachelorprojektet kan ikke endegyldigt besvare, hvorvidt ^{18}F påvirker $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafier, men viser, at selv en lille aktivitet af ^{18}F har en stor indflydelse på $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -skintigrafier. Det er derfor nødvendigt med yderligere forskning inden for området. ▣

Litteraturliste:

- (1) www.cancer.dk/Nyheder/nyhedsartikler/2011kv1/Ventetid+paa+skanning+i+Herlev.htm
- (2) <http://laegehaandbogen.dk/neurologi/undersogelser/pet-skanning-positron-emissions-tomografi-8233.html>
- (3) Jonson, Björn, et al. **Klinisk fysiologi**. Stockholm: Gads Forlag, 1998. ISBN 87-12-03694-3.
- (4) Powsner, Rachel A. og Powsner, Edward R. **Essential Nuclear Medicine Physics**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. ISBN 978-1-4051-0484-5.
- (5) Lohse, Jann Bjerre. **Nyreundersøgelser udført på klinisk-fysiologisk/nuklearmedicinske afdelinger**. Nyreundervisning KF praksis.ppt. 2010
- (6) Sampson, Charles B. **Textbook of Radiopharmacy, Theory and Practice**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1999. ISBN 90-5699-154-X.
- (7) Subhas, Naveen, et al. **Imaging of Pelvic Malignancies with In-Line FDG PET-CT: Case Examples and Common Pitfalls of FDG PET**. RadioGraphics. 25, 2005, 1031-1043.



BIOMEDICAL LABORATORY SCIENCE 12–15 JUNE

NML 2013 TRONDHEIM

UNIFIED DIVERSITY

The Nordic Congress for Biomedical Laboratory Scientists – NML-congress 2013 – will be held in Trondheim, Norway. The NML Congress is an important Nordic arena for professional updating, inspiration and networking for Biomedical Laboratory Scientists.

Scientific programme

The NML congress 2013 offers one plenary session and five parallel sessions each day, as well as several additional special sessions for in-depth learning in selected subjects. There will be lectures in the following subjects: Medical biochemistry, clinical pharmacology, haematology, coagulation, immunology, transfusion medicine, medical microbiology, histology and cytology, point of care-testing, preanalysis, biobanking, flowcytometry, education, management and ethics.

Language

The official congress language is English.

Posters and oral presentations

Abstracts for both oral and poster presentations at the NML Congress will be accepted.

Deadline for receipt of abstracts is **1 February 2013**.

Download application form and more information from the congress website www.nml2013.no.

Travel, accommodation and social events

Trondheim is the historic capital of Norway and the Congress social programme of the congress will give participants the opportunity to explore the city. Trondheim is located in the middle of Norway with easy access by direct plane from Copenhagen to Trondheim Airport Værnes. Hotels and social events can be booked through the on-line registration.

Website:

More information, scientific programme, poster information, prices and deadlines are to be found at the congress website www.nml2013.no.

NITO The Norwegian Institute of Biomedical Science welcomes you all to attend this exciting event in Trondheim June 2013!

VIGTIGE DATOER I 2013

1. februar: Frist for indsendelse af abstract til poster

1. marts: Tilmeldingsfrist tidlig pris

19. april: Sidste tilmeldingsfrist

12. juni: Kongressen åbner.