

for korte, for små og for det meste inkluderer raske personer. Der er ikke fundet nogen reduktion af en farmakologisk vægtregulerende behandling på mortalitet og kardiovaskulær morbiditet. I fremtiden bør det være et krav, at et slankemiddel kun kan godkendes, hvis der gennemføres et studie med en varighed på flere år og med en statistisk styrke, der gør det muligt at opnå robuste data om mortalitet, kardiovaskulær morbiditet og bivirkninger.

Behandlingen af overvægtige personer med hypertension er fortsat livsstilsændringer i form af rygeophør, forsøg på vægttab og øget motion. Det er svært at tabe i vægt, så hos mange personer vil en kvalitativ ændring af kosten derfor være lettere at gennemføre. Det er af interesse, at *dietary approach to stop hypertension* (DASH)-kosten, der er fedtfattig, men indeholder rigelige mængder af frugt og grønsager, har en signifikant blodsænkende effekt [7]. Endvidere kan restriktion af salt hos hypertensive personer have en gunstig effekt på blodtrykket [8]. Den overvægtige patient med hypertension vil ofte også have dyslipidæmi, hvorfor det er vigtigt at måle lipiderne sammen med et fasteblodglukose, således at patienten kan risikostratificeres, og en eventuel rationel farmakologisk behandling kan initieres på et så objektivt

grundlag som muligt. Den overvægtige person med hypertension som eneste risikofaktor skal påbegynde farmakologisk behandling af hypertensionen efter de almindelige retningslinjer, samtidig med at livsstilsbehandling initieres. Den farmakologiske behandling bør således initieres inden en eventuel effekt af livsstilsbehandling.

**KORRESPONDANCE:** Sten Madsbad, Endokrinologisk Afdeling, Hvidovre Hospital, 2650 Hvidovre. E-mail: sten.madsbad@hvh.regionh.dk

**ANTAGET:** 15. november 2010

**FØRST PÅ NETTET:** 24. januar 2011

**INTERESSEKONFLIKTER:** ingen

#### LITTERATUR

1. Horvath K, Jeitler K, Siering U et al. Long-term effects of weight-reducing interventions in hypertensive patients: systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2008;168:571-80.
2. Rucker D, Padwal R, Li SK et al. Long term pharmacotherapy for obesity and overweight: updated meta-analysis. *BMJ* 2007;335:1194-9.
3. Ibsen H. Antihypertensive treatment and risk of cardiovascular complications: is the cure worse than the disease? *J Hypertens* 2009;27:221-3.
4. Siebenhofer A, Horvath K, Jeitler K et al. Long-term effects of weight-reducing drugs in hypertensive patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(3): CD007654.
5. James WP, Caterson ID, Coutinho W et al. Effect of sibutramine on cardiovascular outcomes in overweight and obese subjects. *N Engl J Med* 2010;363:905-17.
6. Padwal RS, Majumdar SR. Drug treatments for obesity: orlistat, sibutramine, and rimonabant. *Lancet* 2007;369:71-7.
7. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N Engl J Med* 2001;344:3-10.
8. Obarzanek E, Proschan MA, Vollmer WM et al. Individual blood pressure responses to changes in salt intake: results from the DASH-Sodium trial. *Hypertension* 2003;42:459-67.

## <sup>82</sup>Rubidium-PET kan blive den nye myokardieskintigrafi

Philip Hasbak & Andreas Kjær

### RESUME

Nuklearkardiologien har siden 1970'erne hovedsageligt været baseret på gammakamera teknologi. Mens gammakameraerne har gennemgået en rivende udvikling, har antallet af perfusionstracere været få. Sideløbende er hjertepositronemissionstomografi (hjerte-PET) kun blevet udført på centre med adgang til cyclotron med kortlivede isotoper og på et meget begrænset antal patienter. Antallet af PET-skannere er steget markant i Danmark og med introduktion af generatorproduceret <sup>82</sup>Rubidium (<sup>82</sup>Rb) kan hjerte-PET med <sup>82</sup>Rb blive en mulig afløser for den traditionelle myokardieskintigrafi.

I midt-1970'erne tog nuklearkardiologien fart med opdagelsen af den radioaktive kaliumanalog thallium-201 (<sup>201</sup>Tl). Fordelingen af traceren under be-

lastning og i hvile vistest at kunne give objektiv information om myokardiets perfusion noninvasivt med et gamma-kamera [1]. <sup>201</sup>Tl er på trods af nogle gode biologiske egenskaber ikke optimal til klinisk billeddannelse; og med introduktionen af de <sup>99m</sup>Technetium (Tc)-mærkede perfusionstracere (<sup>99m</sup>Tc-sestamibi og <sup>99m</sup>Tc-tetrofosmin) i begyndelsen af 1990'erne havde man brugbare alternativer. Disse tracere havde bedre fysiske egenskaber end <sup>201</sup>Tl. <sup>99m</sup>Tc's fotopeak på 140 keV er optimal energi for gammakameradetektion, og halveringstiden på seks timer muliggjorde administration af en højere aktivitetsmængde, end det var muligt med mere langlivet <sup>201</sup>Tl. Dette resulterede i bedre tællestatistik og billedkvalitet med bedre signal-støj-forhold. Kombinationen af forbedrede tracere og fremskridt i gamma-

### OVERSIGTSARTIKEL

Klinik for Klinisk Fysiologi, Nuklearmedicin & PET, Rigshospitalet

Vil perfusionsundersøgelser af hjertet fremover blive udført på positronemissionstomografi/computer-tomografi-skannere frem for gammakameraer? Her er vist Siemens PET-CT Biograph 64 Truepoint installeret på Klinik for Klinisk Fysiologi, Nuklearmedicin & PET, Rigshospitalet.



kamerateknikken muliggjorde kombinerede perfusions- og elektrokardiogramstyrede *single-photon computed tomography* (SPECT)-undersøgelser. Den fortsatte udvikling af software muliggjorde bestemmelse af venstre ventrikels vægbevægelse, vægfortykkelse og uddrivningsfraktion, hvilket i dag er en integreret del af nuklearkardiologien og har medført en markant stigning i brugen af undersøgelsen. Selv om SPECT-baseret myokardieskintigrafi fortsat er den dominerende metode for hjerteperfusionsbilleddannelse har PET-teknologien en række fordele, der gør den særdeles interessant til hjerteundersøgelser. I Nordamerika og Japan er anvendelsen af hjerte PET med  $^{82}\text{Rb}$  da også steget markant de seneste år. Det er bl.a. sket som en konsekvens af den store vækst i antallet af PET-skannere i den vestlige verden. I Danmark er antallet af PET- og hybrid PET/computertomografi (CT)-skannere således øget gennem de seneste år, så der aktuelt er ca. 25 skannere installeret på danske hospitaler. Fokus har primært været på brugen af fluorodeoxyglukose ( $^{18}\text{F}$ -FDG)-traceren og diagnosticering af patienter inden for det onkologiske område. Den kliniske brug af kardiologisk PET har i Danmark og Europa været begrænset til få specialiserede centre, og i modsætning til i USA har det øgede antal PET- og PET/CT-skannere endnu ikke ændret det forhold. Manglen på kommercielt tilgængelige PET-tracere og manglen på afklaring af økonomisk kompensation i en række europæiske lande har været fremført som en af de største hindringer. På trods af disse faktorer er der overbevisende tekniske grunde til at forvente fortsat vækst i hjerte PET som rutineundersøgelse.

#### DEN KLASSISKE MYOKARDIESKINTIGRAFI

I Danmark er  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -baserede perfusionstracere de mest populære til myokardieskintigrafi.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  elueres fra en  $^{99}\text{molybdæn}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -generator, har halveringstid på seks timer og henfalder ved at udsende 140 keV monoenergetiske gammastråler. Efter ekstraktion fra

blodet akkumuleres de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -baserede perfusionstracere til myocyten svarende til mitokondrieaktiviteten. Myokardieskintigrafier udføres på SPECT-systemer, der er baseret på det traditionelle Anger gammakameradesign: Kollimator plus skintillations-detektor, der er koblet til fotomultiplirrør. Billedoptagelsen foregår ved rotation af detektorerne omkring patienten. Denne proces kaldes SPECT. For at få en retningsbestemmelse på gammastrålerne benyttes kollimator (en blyplade med parallelle huller) på gammakameraerne, hvilket resulterer i, at tælleeffektiviteten for en kollimeret SPECT-detektor er i størrelsesordenen 0,01%. Til sammenligning har en moderne PET-skanner en tælleeffektivitet på ca. 0,5%. Ved at erstatte skintillatorerne med *solid-state*-detektorer som f.eks. cadmium-zink-tellurid (CZT) muliggøres et mere kompakt design, og samtidig øges energiopløsningen. Flere kommercielle udbydere har fremvist kameraer med denne nye teknik, hvilket har resulteret i fysisk mindre, dedikerede hjertekameraer (D-SPECT, Spectrum-Dynamics, CardiArc HD-SPECT Advantage, GE Healthcare Discovery NM 530c). Disse kameraer burde i teorien være mindst lige så gode til at demonstrere perfusion i venstre ventrikel som de eksisterende SPECT-kameraer og med væsentlig kortere optagetid.

Værdien af myokardieskintigrafi i den diagnostiske/prognostiske vurdering og opfølgning af patienter med iskæmisk hjertesygdom (IHS) er veldokumenteret [2, 3, 4]. Undersøgelsen udbydes på alle nuklearmedicinske afdelinger i Danmark og efterspørges i stor grad af de kardiologiske afdelinger, også selv om antallet af udførte myokardieskintigrafier fortsat er lavere i Danmark/Europa end i USA [5]. Patienter, der kan gennemføre en normal myokardieskintigrafi med arbejdsbelastning – dog fraset patienter med diabetes [6] og kronisk nyresvigt [7] – har en god prognose med en etårsrisiko for død eller nonfatal myokardieinfarkt på < 1%, mens patienter med abnorm undersøgelse har en tilsvarende årlig risiko på ca. 6%. Patienter, der gennemfører normal farmakologisk belastningstest, har en lidt højere årlig risiko [8], formentlig fordi patienter, der ikke er i stand til at gennemføre en arbejdstest, har højere klinisk risiko for iskæmisk hjertesygdom.

Myokardieskintigrafiens præcision til vurdering af iskæmi, viabilitet og ventrikelfunktion gør undersøgelsen til et vigtigt og omkostningseffektivt klinisk værktøj [9, 10]. Men myokardieskintigrafien lider af begrænsninger, hvilket åbner op for andre teknikker til vurdering af IHS. Nonuniforme attenuationsarterfakter reducerer specificiteten og medfører inkonklusive test, specielt hos kvinder og overvægtige patienter [11, 12]. Ydermere kan den lave opløsning og

hjerter/baggrund-ratio forklare nogle falsk negative resultater [13]. Myokardieskintigrafien muliggør kun semikvantitativ bedømmelse af ændringer i den regionale vævsperfusion, og undersøgelsens fysiske begrænsninger tillader ikke absolut kvantitering af perfusion [14], selv om der på det seneste er gjort forsøg herpå [15]. Selv med *state of the art*-myokardieskintigrafi er det derfor ikke muligt at påvise perfusionsabnormaliteter ved fysiologiske tilstande, der resulterer i ensartet perfusionsreduktion i myokardiet, hvilket kan være tilfældet hos patienter med »balanceret« iskæmi [16] (f.eks. trekarssygdom, diffus endotelial dysfunktion og/eller mikrovaskulær sygdom).

### POSITRONEMISSIONSTOMOGRAFI SOM ALTERNATIV

Ved PET-undersøgelser benyttes en klasse af radioaktive tracere, der henfalder ved emission af en positronpartikel, som har samme masse som en elektron, men med positiv ladning. Afhængigt af positronens energi tilbagelægger den en afstand op til få millimeter, før den neutraliseres af en elektron. Positron og elektron undergår en proces kaldet positronannihilation, hvorved deres kombinerede masse transformeres til energi ( $E = mc^2$ ) i form af to gammafotoner, hver med en energi på 511 keV, der bevæger sig i hver sin retning med en relativ vinkel på 180°. Hvis disse gammafotoner registreres i koincidens af den ring af detektorer, der omgiver patienten i et PET-kamera, er det muligt på basis af et stort antal hændelser at skabe et billede af radiotracerfordelingen. Ved hjerte-PET opnås ikke bare bedre spatial opløsning og højere sensitivitet [17] sammenholdt med myokardieskintigrafi udført på gamma-kameraer; der kan også udføres robust attenuationskorrektion. På de moderne hybride PET/CT-skannere benyttes lavdosis-CT som attenuationskorrektion, hvor man tidligere i ikkehybrid PET-skannere benyttede eksterne transmissionskilder.

De dominerende kliniske PET-perfusionstracere har siden 1980'erne været  $^{13}\text{N}$ -mærket ammoniak,  $^{82}\text{Rb}$  og  $^{15}\text{O}$ -mærket vand [18, 19, 20].  $^{13}\text{NH}_3$  og  $\text{H}_2^{15}\text{O}$  produceres begge i cyclotron, mens  $^{82}\text{Rb}$  elueres fra en generator. Internationalt har man benyttet  $^{13}\text{NH}_3$  og  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ , primært til forskningsbrug. På trods af *Food and Drug Administrations* godkendelse i 1989 er det først med den kommercielle lancering af en  $^{82}\text{Rb}$ -generator (CardioGen-82, Bracco Diagnostics, Inc., New Jersey, USA) de seneste år, at  $^{82}\text{Rb}$ -brugen er steget voldsomt i Nordamerika og har overtaget markedet som den mest benyttede PET-perfusionsmærker. CardioGen-82 er fortsat ikke registreret i Europa, men afventer snarlig godkendelse fra *European Medicines Agency*.

$^{82}\text{Rb}$  er en monovalent kalium-kation-analog og ekstraheres fra plasma via myocytternes Na/K-ATPase [19].  $^{82}\text{Rb}$  har en fysisk halveringstid på 75 sekunder og produceres i generator ved henfald af  $^{82}\text{Sr}$  (Strontium ( $^{82}\text{Sr}$ )). Moderisotopen  $^{82}\text{Sr}$  har en fysisk halveringstid på 25 dage, hvorfor  $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$ -generatoren udskiftes hver fjerde uge. Generatoren er klar til ny eluering hver 10 min.  $^{82}\text{Rb}$ 's korte halveringstid og den hurtige opbygning af radioaktivitet i generatoren afkorter optageprotokollen markant sammenholdt med SPECT, og en kombineret hvile/belastningsundersøgelse kan udføres på 20 min, hvilket øger patientkomfort og -kapacitet.

Som nævnt er myokardieskintigrafien en robust undersøgelse til at diagnosticere IHS, kvantitere infarktudbredning og vurdere udbredningen af områder med reversibel iskæmi. Gennemgang af flere studier indikerer, at den gennemsnitlige sensitivitet for detektion af angiografiske stenoser > 50% er 87% (spændvidde: 71-97%), mens den gennemsnitlige specificitet er 73% (spændvidde: 36-100%) for myokardieskintigrafi [21]. Ved brug af de nyeste metoder til attenuationskorrektion øges specificiteten [21]. For hjerte-perfusions-PET er den tilsvarende sensitivitet 91% (spændvidde: 83-100%), mens den gennemsnitlige specificitet er 89% (spændvidde: 73-100%) [22].

Sensitivitet og specificitet af PET-perfusionsundersøgelser synes således at være højere end rapporteret for SPECT [23], mens den prognostiske værdi af  $^{82}\text{Rb}$ -hjerte-PET kun er belyst i få studier [24, 25] og ikke endeligt afklaret.

SPECT-baseret myokardieskintigrafi tillader kun semikvantitativ perfusionsbestemmelse i venstre ventrikel. Problemet med relativ perfusionsbestemmelse er, at det som regel kun er området, der forsynes af



### FAKTABOKS

Fordele ved  $^{82}\text{Rb}$ -perfusionsmyokardieskintigrafi frem for eksisterende  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -baseret myokardieskintigrafi:

- Hurtig optageprotokol, hvilket øger patientkomfort og behandlingskapacitet (hvile + belastning = 20 min).
- Bedre spatial opløsning, følsomhed og robust attenuationskorrektion.
- Mulighed for absolut flow-quantificering, hvilket øger den diagnostiske information.
- *Gated* optagelse med bestemmelse af venstre ventrikels udryddningsfraktion kan udføres meget tæt på maksimal belastning, hvilket muliggør demonstration af iskæmiske vægbevægelighedsabnormaliteter.
- Lavere effektiv stråledosis til såvel patient (4-5 mSv versus 5-8 mSv pr. undersøgelse) som personale (0,45 mikro-Sv versus 2,8 mikro-Sv pr. undersøgelse).



TABEL 1

Effektive doser for voksne patienter fra de radiofarmaka, der benyttes inden for nuklearkardiologien.

Radiofarmakon	Halveringstid	Procedure	Effektiv dosis <sup>a</sup>	Typisk dosis, MBq	Effektiv, dosis, mSv
<sup>99m</sup> Tc-sestamibi	6 h	Hvile	9 mikro-Sv	700-900	6,3-8,1
		Belastning	7,9 mikro-Sv	700-900	5,5-7,1
<sup>99m</sup> Tc-tetrofosmin	6 h	Hvile	7,6 mikro-Sv	700-900	5,3-6,8
		Belastning	7,0 mikro-Sv	700-900	4,9-6,3
<sup>201</sup> Thallium-klorid	73 h	Hvile eller belastning	220 MBq	80 -130	17,6-28,6
<sup>13</sup> N-ammoniak	10 min	Hvile eller belastning	2 mikro-Sv	370-740	0,7-1,5
<sup>82</sup> Rubidium-klorid	75 s	Hvile eller belastning	3,4 mikro-Sv	1.100-1.500	3,7-5,1
<sup>15</sup> O-vand	112 s	Hvile eller belastning	0,93 mikro-Sv	700-1.500	0,7-1,4

a) Effektiv dosis er en organvægtet helkropsdosis. Kilde: [40].

en koronararterie med den mest udtale stenose, der visualiseres som en aktivitetsdæmpning/defekt. Dette vanskeliggør afdækningen af balanceret flerksyngdom [26, 27]. Dette problem gælder såvel SPECT som PET, men med PET har man teknisk muligheden for at kvantitere hjertets perfusion udtrykt i ml/min/g væv og måling af den koronare flowreserve ved at benytte dynamiske optagelser og tracerkinetiske modeller [28, 29]. Dette vil kunne afdække »balanceret« iskæmi og diffus IHS [30].

Asymptomatiske risikopatienter med koronararteriesygdom bør tilbydes sekundær profylaktisk behandling. Nuklearkardiologiske undersøgelser, såvel SPECT som PET, er ikke i stand til at visualisere aterosklerose i koronararterierne [31, 32]. Det er CT meget bedre til. Derfor er de nyeste hybrid PET/CT (64-slice) skannere interessante, da de kan udføre højopløsnings-hjerte-CT på samme niveau som andre 64-slice-CT-skannere. Hybrid PET/CT tillader derfor ægte integration af anatomi og funktion (fusion af CT-angiografi og perfusionsdata), og det er spændende, hvorledes denne mulighed vil blive benyttet fremover.

I modsætning til SPECT-myokardieskintigrafi begynder billedoptagelsen med <sup>82</sup>Rb umiddelbart efter tracerinjektion, og optagetiden er meget kort. Et EKG-gated studie under farmakologisk belastning kan derfor afdække venstre ventrikels udrykningsfraktion (LVEF) og vægbevægelighed i tæt relation til belastningspeak. Hos normalpersoner antyder enkelte EKG-gatede studier, at LVEF stiger under farmakologisk belastning med adenosin. Hos patienter med IHS er stigningen i LVEF (i hvile versus ved adenosinbelastning) omvendt korreleret til graden af koronararteriestenoser bestemt ved koronararteriografi (KAG) [33]. Endvidere har patienter med flerksyngdom og hovedstammestenose peak-LVEF-fald uden samtidigt at have sikre semikvantitativt bedømte perfusionsabnormiteter. Dette kan potentielt øge den

diagnostiske og prognostiske præcision, men værdien af denne information er ikke endeligt afdækket.

<sup>18</sup>F-mærkede perfusionstracere [34, 35] er blevet introduceret for nylig. De har meget høj first-pass-ekstraktion (> 90%) og vil være meget ideelle til bestemmelse af absolut flow. Endvidere vil perfusionstracerne kunne distribueres som enkeltpatientdoser, en fordel frem for <sup>82</sup>Rb, hvor afdelingen binder sig til en generator i en måned og kræver et stort antal patienter for at være omkostningseffektiv. De første erfaringer med disse tracere tyder på en endnu bedre billedkvalitet sammenlignet med de eksisterende PET-perfusionstracere, om end man stadig savner kliniske erfaring.

### STRÅLEBELASTNING

Positronemitterende tracere vil typisk medføre mindre strålebelastning for patienten end SPECT-tracere, især grundet deres korte halveringstider. Effektive doser (Tabel 1) ved rutinemæssigt gennemførte hvile- og belastningsundersøgelser er mindre end ved SPECT-undersøgelser [36]. Grundet forskelle i radio-traceradministration og omstændighederne ved belastningstesten er strålebelastningen for personalet ca. seks gange mindre ved en kombineret hvile- og belastningsundersøgelse sammenholdt med de <sup>99m</sup>Tc-baserede radiotracer [37, 38]. Så ud fra en strålehygiejnisk synsvinkel er PET derfor SPECT overlegen.

### FREMTID

#### Krav om hurtig undersøgelse?

Ved <sup>82</sup>Rb-undersøgelsen kan en kombineret belastnings- og hvileundersøgelse afvikles på ca. 20 min, mens de <sup>99m</sup>Tc-baserede SPECT-undersøgelser oftest gennemføres som en todagesprotokol, hvor belastnings- og hvileundersøgelsen udføres på to separate dage. Behovet for hurtige undersøgelser afhænger af, hvilke patienter man får henvist. På hospitaler med invasiv kardiologisk funktion er der et særligt behov



for at kunne tilbyde perfusionsundersøgelser af kort undersøgelsesvarighed, idet en stor del af patienterne med iskæmisk hjertesygdom har et akut eller et subakut forløb, der kræver hurtig beslutning om revaskulariseringsstrategi. Patienter med ustabil angina pectoris eller non-STEMI bør revaskulariseres med perkutan koronarintervention inden for tre døgn efter indlæggelsen og med *coronary artery by-pass grafting* (CABG) inden for 5-7 dage ifølge Sundhedsstyrelsens Hjertepakke. Af logistiske årsager er det også hensigtsmæssigt at kunne udføre undersøgelsen på en enkelt dag for patienter, der er biddende langt fra den nuklearmedicinske afdeling, hvor en ambulant undersøgelse over to dage giver større transportmæssige udfordringer. Endvidere vil en ultrahurtig perfusionsundersøgelse lette håndteringen af patienter i telemetri, idet ophold/ventetid uden for kardiologisk afdeling minimeres. Men for patienter, der undersøges på indikationen mistanke om IHS, er dette hurtige *set-up* næppe nødvendigt.

### Økonomi

PET og SPECT vil i den nærmeste fremtid formentlig blive udbudt parallelt. Ved  $^{82}\text{Rb}$  har en nuklearmedicinsk afdeling en stor udgiftspost på generatorindkøbet. Omvendt gælder, at jo flere undersøgelser man udfører, jo lavere bliver omkostningen pr. patient.

På Rigshospitalet regner vi med at undersøge ca. 15 patienter om ugen. Herved er udgifterne til  $^{82}\text{Rb}$  (generator + infusionsystem + utensilier) ca. 3.000 kr. pr. patient mod myokardieskintigrafiens (kit + isotop + utensilier) ca. 1.750 kr. pr. patient. Samtidig forventes dog besparelser i personaleudgifterne, da en kombineret belastnings- og hvileundersøgelse udføres på 20 minutter mod myokardieskintigrafiens todagesprotokol. Den øgede diagnostiske præcision ved PET sammenlignet med den klassiske myokardieskintigrafi er blevet belyst under amerikanske forhold ved *Merhige et al* [39]. De konkluderer, at udredning af patienter med intermediær prætestrisiko for iskæmisk hjertesygdom med  $^{82}\text{Rb}$ -hjerne-PET medfører en 50% reduktion i antallet af KAG og revaskulariseringsprocedurer og en 30% reduktion i udredningsomkostningerne sammenlignet med SPECT.

### KONKLUSION

$^{82}\text{Rb}$ -PET har en række fordele i form af bedre billedkvalitet, mindre strålebelastning og kortere undersøgelsestid. Med den hastige udbredelse af PET/CT-skannere forventer vi, at metoden vil blive udbredt også i Danmark.

**KORRESPONDANCE:** Philip Hasbak, Klinik for Klinisk Fysiologi, Nuklearmedicin & PET, Rigshospitalet, 2100 København Ø. E-mail: philip.hasbak@rh.dk

**ANTAGET:** 5. februar 2010

**FØRST PÅ NETTET:** 28. juni 2010

**INTERESSEKONFLIKTER:** ingen

### LITTERATUR

- Zaret BL, Cohen LS. Cardiovascular nuclear medicine II: evaluation of perfusion and viability. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1977;46:37-42.
- Hesse B, Lindhardt TB, Acampa W et al. EANM/ESC guidelines for radionuclide imaging of cardiac function. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008;35:851-85.
- Marcassa C, Bax JJ, Bengel F et al. Clinical value, cost-effectiveness, and safety of myocardial perfusion scintigraphy: a position statement. *Eur Heart J* 2008;29:557-63.
- Hesse B, Tagil K, Cuocolo A et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005;32:855-97.
- Marcassa C, Delaloye AB, Cuocolo A et al. The regulatory background of nuclear cardiology in Europe: a survey by the European Council of Nuclear Cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006;33:1508-12.
- Shaw LJ, Iskandrian AE. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol* 2004;11:171-85.
- Venkataraman R, Hage FG, Dorfman T et al. Role of myocardial perfusion imaging in patients with end-stage renal disease undergoing coronary angiography. *Am J Cardiol* 2008;102:1451-6.
- Navare SM, Mather JF, Shaw LJ et al. Comparison of risk stratification with pharmacologic and exercise stress myocardial perfusion imaging: a meta-analysis. *J Nucl Cardiol* 2004;11:551-61.
- Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD et al. Stress myocardial perfusion single-photon emission computed tomography is clinically effective and cost effective in risk stratification of patients with a high likelihood of coronary artery disease (CAD) but no known CAD. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:200-8.
- Klocke FJ, Baird MG, Lorell BH et al. ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging—executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2003;108:1404-18.
- Rigo P, Van BP, Foulon J et al. Quantitative evaluation of a comprehensive motion, resolution, and attenuation correction program: initial experience. *J Nucl Cardiol* 1998;5:458-68.
- Tamaki N, Yonekura Y, Senda M et al. Value and limitation of stress thallium-201 single photon emission computed tomography: comparison with nitrogen-13 ammonia positron tomography. *Journal Nucl Med* 1988;29:1181-8.
- Aarnoudse WH, Botman KJ, Pijls NH. False-negative myocardial scintigraphy in balanced three-vessel disease, revealed by coronary pressure measurement. *Int J Cardiovasc Intervent* 2003;5:67-71.
- Ito Y, Katoh C, Noriyasu K et al. Estimation of myocardial blood flow and myocardial flow reserve by  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi imaging: comparison with the results of  $^{15}\text{O}$ -H<sub>2</sub>O PET. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30:281-7.
- Storto G, Soricelli A, Pellegrino T et al. Assessment of the arterial input function for estimation of coronary flow reserve by single photon emission computed tomography: comparison of two different approaches. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009, 13. juni (Epub ahead of print).
- Lima RS, Watson DD, Goode AR et al. Incremental value of combined perfusion and function over perfusion alone by gated SPECT myocardial perfusion imaging for detection of severe three-vessel coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:64-70.
- Rahmim A, Zaidi H. PET versus SPECT: strengths, limitations and challenges. *Nucl Med Commun* 2008;29:193-207.
- Schelbert HR, Wisenberg G, Phelps ME et al. Noninvasive assessment of coronary stenoses by myocardial imaging during pharmacologic coronary vasodilation. VI. Detection of coronary artery disease in human beings with intravenous N-13 ammonia and positron computed tomography. *Am J Cardiol* 1982;49: 1197-207.
- Selwyn AP, Allan RM, L'Abbate A et al. Relation between regional myocardial uptake of rubidium-82 and perfusion: absolute reduction of cation uptake in ischemia. *Am J Cardiol* 1982;50:112-21.
- Walsh MN, Bergmann SR, Steele RL et al. Delineation of impaired regional myocardial perfusion by positron emission tomography with H<sub>2</sub>(15)O. *Circulation* 1988;78:612-20.
- Klocke FJ, Baird MG, Lorell BH et al. ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging—executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging). *J Am Coll Cardiol* 2003;42: 1318-33.
- Di Carli MF, Dorbala S, Meserve J et al. Clinical myocardial perfusion PET/CT. *J Nucl Med* 2007;48:783-93.
- Schuijff JD, Poldermans D, Shaw LJ et al. Diagnostic and prognostic value of non-invasive imaging in known or suspected coronary artery disease. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006;33:93-104.
- Marwick TH, Shan K, Patel S et al. Incremental value of rubidium-82 positron emission tomography for prognostic assessment of known or suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1997;80:865-70.
- Yoshinaga K, Chow BJ, Williams K et al. What is the prognostic value of myocardial perfusion imaging using rubidium-82 positron emission tomography? *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1029-39.
- Uren NG, Crake T, Lefroy DC et al. Reduced coronary vasodilator function in infarcted and normal myocardium after myocardial infarction. *NEJM* 1994;331: 222-7.

27. Yoshinaga K, Katoh C, Noriyasu K et al. Reduction of coronary flow reserve in areas with and without ischemia on stress perfusion imaging in patients with coronary artery disease: a study using oxygen 15-labeled water PET. *J Nucl Cardiol* 2005;10:275-83.
28. Di Carli MF, Dorbala S, Meserve J et al. Clinical myocardial perfusion PET/CT. *J Nucl Med* 2007;48:783-93.
29. Parkash R, DeKemp RA, Ruddy TD et al. Potential utility of rubidium 82 PET quantification in patients with 3-vessel coronary artery disease. *J Nucl Cardiol* 2004;11:440-9.
30. Parkash R, DeKemp RA, Ruddy TD et al. Potential utility of rubidium 82 PET quantification in patients with 3-vessel coronary artery disease. *J Nucl Cardiol* 2007;11:440-9.
31. Schuijff JD, Wijns W, Jukema JW et al. Relationship between noninvasive coronary angiography with multi-slice computed tomography and myocardial perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:2508-14.
32. Di Carli MF, Dorbala S, Curillova Z et al. Relationship between CT coronary angiography and stress perfusion imaging in patients with suspected ischemic heart disease assessed by integrated PET-CT imaging. *J Nucl Cardiol* 2007;14:799-809.
33. Dorbala S, Vangala D, Sampson U et al. Value of vasodilator left ventricular ejection fraction reserve in evaluating the magnitude of myocardium at risk and the extent of angiographic coronary artery disease: A 82Rb PET/CT study. *J Nucl Med* 2007;48:349-58.
34. Madar I, Ravert HT, Du Y et al. Characterization of uptake of the new PET imaging compound 18F-fluorobenzyl triphenyl phosphonium in dog myocardium. *J Nucl Med* 2006;47:1359-66.
35. Huisman MC, Higuchi T, Reder S et al. Initial characterization of an 18F-labeled myocardial perfusion tracer. *J Nucl Med* 2008;49:630-6.
36. Thompson RC, Cullom SJ. Issues regarding radiation dosage of cardiac nuclear and radiography procedures. *J Nucl Cardiol* 2006;13:19-23.
37. Clarke EA, Notghi A, Harding LK. Are MIBI/tetrofosmin heart studies a potential radiation hazard to technologists? *Nucl Med Commun* 1997;18:574-7.
38. Schleipman AR, Castronovo FP, Jr., Di Carli MF et al. Occupational radiation dose associated with Rb-82 myocardial perfusion positron emission tomography imaging. *J Nucl Cardiol* 2006;13:378-84.
39. Merhige ME, Breen WJ, Shelton V et al. Impact of myocardial perfusion imaging with PET and 82Rb on downstream invasive procedure utilization, costs, and outcomes in coronary disease management. *J Nucl Med* 2007;48:1069-76.
40. International Commission on Radiological Protection (ICRP). Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. Oxford: Pergamon Press, 1998. ICRP Publication 80. 2009.

# Internettet påvirker læge-patient-relationen

Erik Riiskjær<sup>1</sup>, Jette Ammentorp<sup>2</sup>, Jørn Flohr Nielsen<sup>3</sup> & Poul-Erik Kofoed<sup>2</sup>

## OVERSIGTSARTIKEL

1) Aarhus Universitet, Institut for Økonomi, 2) Sygehus Lillebælt/IRS, Syddansk Universitet, Forskningsinitiativ for Sundhedstjenesteforskning, og 3) Handelshøjskolen, Aarhus Universitet, Institut for Ledelse

## RESUME

Vi ved endnu kun lidt om, hvordan patienternes brug af internettet påvirker konsultationen. En gennemgang af 36 empiriske artikler fra 1999 til 2009 viser, at en stor del af patienterne anvender internettet til at søge information. Studiernes resultater peger dog samtidig på, at konsultationen indtil nu kun er påvirket i begrænset omfang, idet en række faktorer mindsker sandsynligheden for, at dialogen mellem læge og patient påvirkes. Resultaterne diskuteres med henvisning til tre klassiske modeller for samspil mellem læge og patient: den paternalistiske model, partnerskabsmodellen og forbrugermodellen.

Inden for sundhedsområdet har man i mere end tredive år diskuteret inddragelse af patienten i samspillet med lægen, uden at det har ført til markante ændringer [1]. Internettet er set som en mulighed til at fremme denne inddragelse [2].

I 2001 lancerede det engelske sundhedsvæsen begrebet ekspertpatienten som et ideal. Det vakte modstand i lægekredse. Årsagen var, at mange forestillede sig patienter »med en stak af udskrifter fra internettet, der forlangte specialbehandlinger, som var dårligt undersøgt, grundlæggende ikke passede på patienten, var astronomisk dyre eller alle tre dele på en gang. Eller som det måske værste, kunne det være en behandling, som lægen aldrig have hørt om« [3].

Der er skitseret tre modeller for samspil mellem patienten og den sundhedsprofessionelle [4]: Den paternalistiske model afspejler den passive, kompliante patients samspil med den aktive professionelle.

Partnerskabsmodellen deler ansvaret mellem patienten og den professionelle. Forbrugermodellen beskriver patienten som den aktive og autonome, der vælger udbyder efter egne behov. Modellerne kan ses som »oversættelser« på mikroniveau af institutionelle udviklinger på samfundets makroniveau [4].

Oversigtsartiklens formål er ud fra engelsksproget litteratur at belyse patienters sygdoms- og sundhedsrelaterede brug af internettet samt at undersøge, hvordan dette påvirker samspillet mellem lægen og patienten og i forbindelse hermed at se på lægers og patienters vurdering af internettet.

## MATERIALE OG METODER

Engelsksprogede artikler er søgt i Pubmed med følgende søgeord fra *medical subject heading terms*: »Internet«, »Physician-Patient Relations« og »Patient participation«. Søgningen gav 82 titler. Artikler blev inkluderet, hvis de omhandlede patienternes informationsindsamling på internettet, var relateret til konsultationen og derudover havde et empirisk indhold og en klar redegørelse for de anvendte metoder. Herved fandtes 26 originalartikler og ti litteraturgenemgange. Resultatet af søgningen vil blive beskrevet i forhold til referencerammen [4] og modellen i **Figur 1**.

## RESULTATER

### Teknologiudvikling

Internettet har udviklet sig i retning af øgede muligheder for individuel brug. En patient kan f.eks. oprette