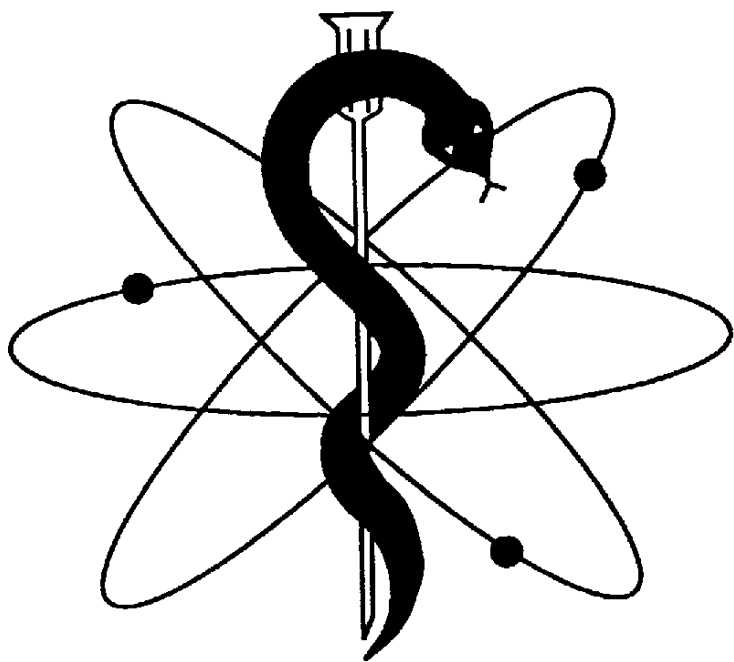


Klinisk fysiologiske og  
nuklearmedicinske undersøgelser  
på Herlev Hospital

2002  
(med rettelser 2009)



## INDHOLD

---

ERYTROCYT- OG PLASMAVOLUMEN .....	7
LEUKOCYTSKINTIGRAFI.....	7
BINYREMARVSKINTIGRAFI .....	8
PARATHYREOIDEASKINTIGRAFI.....	8
SOMATOSTATIN-RECEPTOR-SKINTIGRAFI (OCTREOSKAN) .....	8
THYREOIDEASKINTIGRAFI .....	9
ARBEJDSSELEKTROKARDIOGRAFI, (ARBEJDS-EKG).....	10
ISOTOPKARDIOGRAFI (MUGA).....	10
MYOKARDIESKINTIGRAFI.....	11
KNOGLESKINTIGRAFI.....	13
OSTEODENSITOMETRI (DEXASKANNING) .....	14
LUNGEFUNKTION, SPIROMETRI.....	15
LUNGEFUNKTION, DIFFUSIONSKAPACITET .....	15
LUNGESKINTIGRAFI.....	16
BLØDNINGSSKINTIGRAFI .....	17
GALDEVEJSSKINTIGRAFI.....	17
LEVER-MILTSKINTIGRAFI .....	18
MILTSKINTIGRAFI MED DENATUREREDE ERYTROCYTTER .....	18
MECKELS DIVERTIKEL SKINTIGRAFI.....	19
VITAMIN-B <sub>12</sub> -ABSORPTION (SCHILLINGS TEST) .....	19
GLOMERULÆR FILTRATIONSHASTIGHED, GFR .....	20
NYRESKINTIGRAFI .....	20
RENOGRAFI .....	21
RENOGRAFI MED ACE-HÆMMER.....	22
POSITRON EMISSIONS TOMOGRAFI MED 18F-FDG (18F-FDG PET-SKANNING).....	23
LYMFESKINTIGRAFI, SENTINEL NODE .....	24
HUDPERFUSIONSTRYK.....	25
SYSTOLISK BLODTRYK MED KULDEPROVOKATION.....	25
SYSTOLISK BLODTRYK PÅ OVEREKSTREMITETERNE .....	26
SYSTOLISK BLODTRYK PÅ UNDEREKSTREMITETERNE .....	26

**Adresse:**

Herlev Hospital:

Klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling Z, 4. sal, kvadrat P1  
Herlev Ringvej  
2730 Herlev

Ekspedition: Mandag-torsdag kl. 08.00-15.00, fredag kl. 08.00-14.00

Tlf.: 44 88 34 08

Fax: 44 88 34 11

E-mail: [Fysiologi@heh.regionh.dk](mailto:Fysiologi@heh.regionh.dk)

## Forord

Dette hæfte indeholder en beskrivelse af undersøgelser, der udføres på klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling på Herlev Hospital. Hæftet blev oprindeligt udarbejdet af de ansatte speciallæger på de tre klinisk fysiologisk/nuklearmedicinske afdelinger i det tidligere Københavns Amt og var tiltænkt alle læger med virke her. I denne udgave er der foretaget rettelser, således at den er tilpasset og målrettet undersøgelser som udføres på Herlev Hospital.

Det er vigtigt til stadighed at opdatere henvisende lægers viden om undersøgelsesrepertoiret så ressourcerne kan bruges optimalt. Opgørelser over det diagnostiske udbytte af klinisk fysiologisk/nuklearmedicinske undersøgelser viser, at ca. halvdelen af de foretagne undersøgelser giver et resultat, der har diagnostisk eller terapeutisk konsekvens.

Klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling på Herlev Hospital modtager patienter fra både hospitaler og fra primærsektoren.

### Om patientinformation

Det er vigtigt, at henvisende læge informerer patienterne om indikationen for og så vidt muligt forløbet af den rekvirerede undersøgelse. Oplysninger om de enkelte undersøgelsers formål, forløb og varighed er angivet i afdelingernes eksterne instrukser, der også indeholder patientvejledninger. Patientvejledningerne kan udleveres til patienterne eller fremsendes ved indkaldelse. På afdelingens hjemmeside ([http://www.herlevhospital.dk/menu/Afdelinger/Klinisk\\_Fysiologisk\\_Afdeling/](http://www.herlevhospital.dk/menu/Afdelinger/Klinisk_Fysiologisk_Afdeling/)) er alle patientvejledninger tilgængelige men kan også rekvireres ved henvendelse til afdelingen.

Generelt er undersøgelserne skånsomme, idet der oftest kun foretages en enkelt venepunktur, og idet der kun ekstremt sjældent opstår bivirkninger fra de injicerede radioaktive lægemidler. Ved de fleste undersøgelser kræves det, at patienten kan ligge stille under et gammakamera eller til en trykmåling, hvor motorisk uro kan umuliggøre undersøgelsen. Ved enkelte belastningsundersøgelser som f.eks. lungefunktion eller arbejdslektrokardiografi kræves patientens Kooperation for gennemførelse med tilfredsstillende resultat, hvilket henvisende læge bedes overveje. Ved PET-skanning skal patienten kunne overholde mindst 5 timers faste inden undersøgelse og en evt diabetes skal være kendt og velreguleret.

### Om radioaktive lægemidler til diagnostisk anvendelse

Ved en række undersøgelser gives intravenøs injektion af et radioaktivt lægemiddel. Da patienten påføres en vis stråledosis, har den henvisende læge en forpligtelse til at sætte sig ind i undersøgelsens stråledosis og informere patienten om risiko herved. Den henvisende læge har desuden pligt til at tage stilling til undersøgelsens berettigelse, ikke kun aktuelt, men også i forhold til tidligere undersøgelser udført med ioniserende stråling (røntgen- og nuklearmedicinske undersøgelser). Ved henvisning skal derfor oplyses om sådanne undersøgelser og patientjournalen bør indeholde en begrundelse for valg af undersøgelse. Med disse oplysninger vil lægerne på klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling kunne vurdere og godkende om undersøgelsen gennemføres.

Risikoen for skadevirkning på levende væv som følge af ioniserende stråling afhænger af den afsatte energi og cellernes følsomhed. Enheden Sievert (Sv) beskriver den organvægtede virkning på hele organismen af en given stråledosis. Den årlige stråledosis fra naturen, den såkaldte baggrundsstråling, er i gennemsnit 3 mSv til hver indbygger i Danmark. Yderligere bidrager medicinske undersøgelser i gennemsnit med 1 mSv, overvejende fra røntgenundersøgelser. Stråledosis ved de nuklearmedicinske undersøgelser er af samme størrelsesorden som ved røntgenundersøgelser. I beskrivelsen af hver enkelt undersøgelse er den maksimale vægtede stråledosis anført sidst i afsnittet "Metode". Den angivne dosis gælder for voksne. Til sammenligning kan oplyses, at stråledosis ved røntgenundersøgelse af thorax er 0,01 mSv, ved i.v.-urografi 2-3 mSv og ved CT-skanning af abdomen 5-7 mSv. Risikoen for at få cancer

senere i livet øges som gennemsnit fra 25 % med ekstra 0,01 % per mSv, således vil en stråledosis på 1 mSv på længere sigt øge risikoen fra de 25 % der gælder for hele befolkningen til 25,01%

Der er særlige behov for information og hensyntagen ved undersøgelser af gravide kvinder, kvinder der ammer samt børn og unge. Generelt gælder, at børn og unge har en større følsomhed for ioniserende stråling, så risikoen er 2-3 gange højere pr. mSv end tilsvarende for voksne. Ved nogle få nuklearmedicinske undersøgelser udskilles den radioaktive isotop med modermælken. Ved disse undersøgelser skal moderen holde pause med amningen, oftest i 12 eller 24 timer. Under graviditeten er fosteret mest følsomt for ioniserende stråling i 8. - 16. graviditetsuge. Graviditet er ikke en absolut kontraindikation for nuklemedicinsk undersøgelse. Dog udskydes undersøgelsen så vidt muligt og hvis ikke risikoen for moderen ved *ikke* at blive undersøgt vurderes at være langt større end risikoen for barnet ved, at moderen bliver undersøgt.

## **Om rekvisition af undersøgelse**

### **Herlev hospital**

Ved undersøgelse af indlagte patienter fremsendes/faxes henvisning til klinisk fysiologisk afdeling ZA 54P1 (fax 44 88 34 11). Fra nettet hentes speciel henvisning til myokardieskintigrafi, lungefunktionsundersøgelse samt PET/CT skanning. Herefter vil rekvirerende afdeling blive kontaktet telefonisk og få tid til undersøgelsen. Journalen skal følge patienten til undersøgelsen (udgår med tiden). Evt. spørgsmål rettes til koordinatoren på DECT-telefon 82-888.

Ambulante undersøgelser rekvireres telefonisk på telefon 44 88 34 08 på hverdage i tidsrummene 8.00-12.00 samt 13.00-15.00, fredag 8.00-12.00. Den aftalte tid til undersøgelse påføres henvisningen, som sendes/faxes til klinisk fysiologisk afdeling (fax 44 88 34 11).

Akutte undersøgelser kan rekvireres telefonisk ved aftale med vagthavende læge på klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling:

Herlev Hospital: 44 88 44 88, DECT-telefon: 82 396

Henvisende afdeling skal sørge for evt. transport af patienten.

### **Primærsektoren, private klinikker og andre hospitaler**

Tid til undersøgelser rekvireres ved fremsendelse af henvisning pr. post (Herlev Hospital, Klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling Z 54P1, Herlev Ringvej 75, 2730 Herlev), fax (44 88 34 11) eller elektronisk. Fra nettet hentes speciel henvisning til myokardieskintigrafi og lungefunktionsundersøgelse. Der kan ikke henvises til PET/CT skanning fra primærsektor eller private klinikker, men gerne fra andre hospitaler.

Henvisningen skal være tydeligt underskrevet af henvisende læge og med anførsel af ydernr. og kontakttelefonnummer. Henvisningen skal indeholde oplysninger om formodet diagnose, indikation for undersøgelsen, resultat af relevante undersøgelser og transportmåde. Foreligger særlige forhold af betydning for undersøgelsen, bedes disse også anført (f.eks graviditet, antihypertensiv behandling, p-kreatinin ved renografi, medicinstatus ved myokardieskintigrafi, bekymring for undersøgelse, behov for tolk m.v.).

Klinisk fysiologisk/nuklearmedicinsk afdeling indkalder patienten pr. brev vedlagt information om den planlagte undersøgelse.

### **Om transport**

Sengeafdelingerne bestiller portørtransport af indlagte patienter.

Ambulante patienter skal selv sørge for transport, evt. via transportabonnement eller efter aftale med den henvisende afdeling/ambulatorium.

Hvis en patient henvist fra primærsektoren eller andet hospital ønsker transport, skal dette påføres henvisningen.

### **Tolkebistand**

Hvis en patient henvist fra primærsektoren eller andet hospital har behov for tolkebistand, skal dette påføres henvisningen med information om, hvilket sprog patienten taler

### **Om undersøgelsesvar**

De fleste undersøgelser besvares skriftligt senest dagen efter udførelse. Svarkema med den anvendte radioaktive dosis skal opbevares i patientjournal på lilla støtteark "Klinisk fysiologisk/nuklearmedicinske svar". Der kan medfølge billeddokumentation, der også skal opbevares. Der kan endnu ikke sendes elektroniske svar. Patienten orienteres om undersøgelsens resultat af den henvisende afdeling/læge.

## **ERYTROCYT- OG PLASMAVOLUMEN**

Metode	Begge volumina bestemmes efter fortyndingsprincip ved injektion af radioaktivt mærket albumin og ved kulilte-inhalation til mærkning af erythrocytter. Forholdet mellem de målte værdier angiver kroppens hæmatokrit, der normalt er få procent lavere end den venøse hæmatokrit. Stråledosis: cirka 2 mSv Undersøgelsen kan kombineres med en osteodensitometri (dexaskanning) mhp. korrelation til fedtfri kropsvægt.
Indikation	Vurdering af polycytæmi.
Svar og tolkning	Afgives i skema med angivelse af normalværdier (køns- og overfladekorrigerede).

## **LEUKOCYTSKINTIGRAFI**

Metode	Autologe leukocyter, mærket in vitro med $^{99m}\text{Tc}$ , injiceres intravenøst, og fordelingen i kroppen visualiseres med et gammakamera efter 3-4 timer, og evt. ét døgn efter injektionen ved mistanke om knoglefoci. Stråledosis: cirka 10 mSv
Indikation	Lokalisering af inflammatoriske og infektiøse foci Absces Osteomyelitis Febris causa ignota
Svar og tolkning	Hos normale ses optagelse i knoglemarven i det aksiale skelet, proximale femora og humeri samt i milt og lever. Patologisk aktivitetsoptagelse vil blive beskrevet, og dokumentation i form af billeder vil følge med svaret.

### **BINYREMARVSKINTIGRAFI**

Metode	Adrenergt væv optager meta-jod-benzyl-guanidin ( $^{123}\text{I}$ -MIBG). Billedoptagelsen foregår 24 timer efter i.v. injektion. Der foretages skintigrafi af hele kroppen med henblik på metastasepåvisning. Ved maligne MIBG-optagende tumorer foretages efter ønske kvantificering af optagelsen med henblik på behandling med $^{131}\text{I}$ -MIBG. Stråledosis: cirka 5 mSv
Indikation	Fæokromocytom Neuroblastom (Andre tumorer af neuroendokrin oprindelse).
Forudsætning	Der er ca. 1 uges leveringstid på $^{123}\text{I}$ -MIBG.
Svar og tolkning	På det normale 24-timers billede fremstilles hjertet og leveren. Der er desuden svag optagelse i nyrer og baggrund. Ved benigne eller maligne fæokromocytomer ses øget optagelse i binyren og evt. metastaser. Binyrehyperplasi kan vise sig ved let øget (evt. asymmetrisk) aktivitetsoptagelse.

### **PARATHYREOIDEASKINTIGRAFI**

Metode	Parathyreoideaskintigrafi udføres som udvaskningsskintigrafi med skintigrafi 5 min. og 2 timer efter indgift af $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -isonitrit (MIBI), idet dette udvaskes betydeligt hurtigere fra thyreoideavæv end fra parathyreoideavæv. Derved kan adenomer og hyperplasi i glandulae parathyreoideae påvises – foruden ektopisk lejret kirtelvæv. Der suppleres ofte med thyreoideaskintigrafi og ultralydundersøgelse.  Stråledosis: cirka 6 mSv
Indikation	Udredning af hyperparathyroidisme samt forud for operativt indgreb ved parathyreoideaadenom

### **SOMATOSTATIN-RECEPTOR-SKINTIGRAFI (OCTREOSKAN)**

Metode	Mærkning af somatostatin-analog ( $^{111}\text{In}$ -Octreoskan), i.v. indgift og efterfølgende visualisering med gammakamera  Stråledosis: cirka 10 mSv
Indikation	Mistanke om tumorer med somatostatinreceptorer (f.eks. carcinoidtumor, medullær thyreoideacancer, hypofysetumor og pancreastumorer).
Svar og tolkning	Beskrivelse af patologiske opladningers lokalisation.

### THYREOIDEASKINTIGRAFI

Metode	<p>Intravenøst injiceret <math>^{99m}\text{Tc}</math>-pertechnetat optages hurtigt i fungerende thyreoideavæv. Fordelingen af det radioaktive lægemiddel visualiseres med gammakamera. Thyreoideaskintigrafi bør foretages inden indgift af jod-holdige medikamenter, herunder jodholdige røntgenkontraststoffer, idet dette hæmmer optagelsen i glandula thyreoidea. Skintigrafi kan også foretages med <math>^{123}\text{I}</math> og <math>^{131}\text{I}</math> afhængig af problemstillingen.</p> <p>Stråledosis: cirka 2 mSv</p>
Indikation	<p>Struma (dog ikke Eltroxinbehandlet): Klassificering af diffus og nodøs struma. Solitær palpabel knude. Intrathorakal struma.</p> <p>Hypertyreose: Adenom, diffus/multinodøs struma, Graves sygdom.</p> <p>Andre: Kongenit myksødem. Cancer thyreoideae (kontrol). Postoperativ kontrol.</p>
Supplerende undersøgelse	<p>Før behandling af hyperthyreose, ved kontrol af c. thyreoideae samt ved intratorakal struma kan suppleres med skintigrafi og/eller beregning af optagelsen efter indgift af <math>^{123}\text{I}</math>- eller <math>^{131}\text{I}</math>.</p>
Svar og tolkning	<p>I svaret vises i reglen et oversigtsskintigram med anatomiske markører samt et detailbillede af gl. thyreoidea (pinholeoptagelse). Svaret indeholder en vurdering af de skintigrafiske fund.</p>

## ARBEJDSELEKTROKARDIOGRAFI, (ARBEJDS-EKG)

- udføres kun som led i myokardieskintigrafi

Metode	Efter optagelse af hvile-EKG, arbejder patienten siddende på ergometercykel under standardiserede forhold mens der tages EKG, puls og blodtryk.
Indikation	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Patienter med symptomer på iskæmisk hjertesygdom (diagnostisk).</li><li>2. Patienter med typisk angina pectoris:<ul style="list-style-type: none"><li>• Vurdering af prognosen (risikostratificering - KAG behov?).</li><li>• Vurdering af funktionskapacitet (basis for fysisk træning/rehabiliteringsforløb).</li><li>• Vurdering af effekt af medicinsk antianginøs behandling/mekanisk revaskularisering.</li></ul></li></ol> <p><i>Kommentar:</i> Hos patienter med typisk angina pectoris, er der af diagnostiske årsager ikke indikation for arbejdstest. Afhængigt af symptomernes sværhedsgrad, effekten af eventuel antianginøs behandling samt individuelle holdninger kan sådanne patienter henvises direkte til KAG.</p>
Kontraindikation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Akut myokardieinfarkt og ustabil angina pectoris, indtil tilstanden har været stabil i &gt; 1 døgn.</li><li>• Symptomgivende aortastenose.</li><li>• Perikarditis, myokarditis, endokarditis.</li><li>• Svær hypertension (sBT &gt;200 mmHg, dBT &gt;110 mmHg).</li><li>• Svær, ikke-kardial sygdom.</li><li>• Febrilia.</li></ul>
Svar og tolkning	På svarark er udfyldt et skema med angivelse af puls- og BT-respons. Det skriftlige svar vil indeholde oplysninger om arbejdstid og – belastninger, og det beskrives hvorfor cyklingen ophørte, puls- og BT-respons, om testen udløste kardielle smerter og eventuelle EKG-forandringer.

## ISOTOPKARDIOGRAFI (MUGA)

Metode	Mængden af blod i venstre ventrikel registreres i systole og diastole vha <sup>99m</sup> Tc-mærkede af autologe erythrocytter (RBC) eller indsprøjtning af human serum albumin (HSA) og visualisering på gammakamera.  Stråledosis: cirka 6 mSv
Indikation	Kontrol under behandling med kardiotoxiske stoffer Symptomer på hjerteinsufficiens
Svar og tolkning	I svarskema angives værdier for venstre ventrikels ud drivningsfraktion (ejection fraction, EF, der angiver forholdet mellem slagvolumen og slutdiastolisk volumen) som et udtryk for venstre ventrikels pumpefunktion.

## MYOKARDIESKINTIGRAFI

### Metode

Undersøgelsen baserer sig på, at en intravenøst givet flowmarkør ( $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI/tetrofosmin) optages i fungerende myokardieceller proportionalt med vævsgennemblødningen. Områder med nedsat gennemblødning vil fremtræde med nedsat aktivitet i skintigrammet.

Undersøgelsen udføres med tomografisk teknik og samtidig ekg-synkroniseret optagelse, hvorved også kvantitative variable for venstre ventrikels funktion kan bestemmes.

Undersøgelsen har til formål at vise regionale ændringer i myokardiets gennemblødning i hvile, samt at påvise eventuelle ændringer i gennemblødningen under belastning. Patienterne tilbydes enten dynamisk eller farmakologisk belastning:

#### Dynamisk belastning

Dynamisk arbejde som ved arbejdstest foretrækkes i de tilfælde, hvor patienten kan medvirke – se arbejd-EKG ovenfor.

#### Farmakologisk belastning

Alternativ når en dynamisk belastning ikke er gennemførlig. Effekten kan sidestilles med fysisk arbejde.

Vasodilaterende stoffer: Adenosin og dipyridamol.

Inotropika: Dobutamin.

#### Protokol

2-dags; hvor stressundersøgelsen udføres dag 1 og evt. suppleres med hvileundersøgelse dag 2

Såfremt stressundersøgelsen er normal, vil der ikke blive udført hvileundersøgelse

Stråledosis: cirka 6 mSv for stressundersøgelsen og cirka 6 mSv for hvileundersøgelsen

### Indikation

Diagnostisk hvor arbejdstest på forhånd skønnes tvivlsom/uigennemførlig: Forandringer i hvile-EKG som gør tolkning af iskæmiske EKG-forandringer usikker (primært venstresidigt grenblok). Funktionsbegrænsning af anden årsag (claudicatio, ledsygdom, lungesygdom).

Diagnostisk uafklaret efter traditionel arbejdstest:

Traditionel arbejdstest ikke patologisk, men den præsterede arbejdskapacitet er utilstrækkelig til at en definitiv konklusion kan drages.

Traditionel arbejdstest viste signifikante ST-segment forandringer, men patienten fik ingen symptomer.

Traditionel arbejdstest uden patologiske objektive forandringer, men patienten fik brystmerter.

Vejledende ved strategivalg i forbindelse med koronar revaskularisering:

Vurdering af hvorvidt en angiografisk grænsesignifikant koronarstenose er

## Hjertet

---

hæmodynamisk betydende.

Vurdering af eventuel tilstedeværende myokardiel viability og hibernation

Risikostratificering

En normal myokardieskintigrafi er associeret til en god prognose uanset KAG-fund.

Kontraindikation

Ved farmakologisk belastning med adenosin eller dipyridamol: Svær obstruktiv lungesygdom.

Ved dynamisk belastning gælder de samme kontraindikationer, som ved den traditionelle arbejdstest.

Svar og tolkning

Beskrivelse af myokardiets (venstre ventrikel) relative perfusionsfordeling, beskrivelse af eventuelle relative perfusionsdefekter, samt om de er reversible eller irreversible. Med svaret følger tomografiske billeder af venstre ventrikels perfusion og beskrivelse af arbejds-EKG. Venstre ventrikels volumina og uddrivningsfraktion beregnes og den regionale kontraktilitet beskrives.

# Knogler

---

## **KNOGLESKINTIGRAFI**

Metode	En <sup>99m</sup> Techneium bisphosphonatforbindelse bindes til knoglernes hydroxyapatit og afspejler knoglevævets blodforsyning og metaboliske aktivitet (remodellering).  Stråledosis: cirka 5 mSv
Indikation	Neoplasmer: Udredning af knoglesmert Påvisning af metastaser og, vurdering af effekt af behandling af knoglemetastaser Lokalisation af knogleproces før knoglebiopsi C. occulta  Fraktur: Mistanke om fraktur trods røntgen negativt fund, herunder stress-frakturer Frakturkomplikationer (mistanke om avaskularitet/sekvestrering, pseudoartrose) Udredning af knoglesmerter  Infektioner: Akut og kronisk osteomyelitis Discitis  Artropatier: Lokalisation/udbredning/aktivitet af arthritis Tidlig påvisning af artrose Vurdering af løshed af ledalloplastikker
Svar og tolkning	Beskrivelse af knoglefoci og om muligt svar på den kliniske problemstilling.
Supplerende undersøgelse	Ved mistanke om infektiøst fokus kan suppleres med leukocytskintigrafi. Ved mistanke om Charcotfod eller refleksdystrofi (posttraumatisk smertesyndrom) kan suppleres med tre-faset skintigrafi

## **OSTEODENSITOMETRI (DEXASKANNING)**

Metode	<p>Knoglemineralindholdet bestemmes ud fra absorptionen af røntgenstråler ved to energiniveauer.</p> <p>Stråledosis: cirka 0,1 mSv</p>
Indikation	<p>Vurdering af regionalt knoglemineralindhold angivet som tæthed (Bone Mineral Density, BMD) i lumbalcolumna og hoftenære femur.</p> <p>Vurdering af helkropsmineralindhold angivet som mængde (Bone Mineral Content, BMC).</p> <p>Bestemmelse af totalt og regionalt kropsindhold af fedtvæv og fedtfrit væv f.eks. ved lymfødem</p> <p>Se Sundhedsstyrelsens til enhver tid gældende tilskudsregler for medicinsk behandling af osteoporose (<a href="http://www.sst.dk">www.sst.dk</a>)</p>
Svar og tolkning	<p>De målte værdier for knoglemineralindhold angives i skemaform, hvor resultaterne sammenholdes med normalværdier for unge (T-score) og normalværdier for jævnaldrende (Z-score). Der justeres for køn og etnisk baggrund.</p> <p>Værdier for fedtvæv og fedtfrit væv (totalt eller regionalt) angives som absolutte værdier og % af skannede volumen (helkrop, over- eller underekstremitet)</p>
Kontraindikation	<p>Ved nylig indgift af peroral jodholdig kontrast bør der gå en uge før det kan forventes at knoglemineralindholdet i columna lumbalis kan bestemmes.</p> <p>Vurdering af frakturrisiko/osteoporose kan ikke finde sted i relation til metalimplantater</p>

## LUNGEFUNKTION, SPIROMETRI

Metode	Vurdering af lungernes statiske og dynamiske volumina med spirograf. Ved mistanke om obstruktiv lungelidelse kan reversibilitet undersøges efter inhalation af Bricanyl ( $\beta_2$ -adrenerg stimulator) eller Atrovent (cholinerg hæmning).
Forudsætning	Patienten skal være i stand til at kooperere til undersøgelsen. Ønskes vurdering af bronkodilaterende medicin må patienten ikke indtage denne medicin i 4 timer før undersøgelsen.
Indikation	Påvisning af obstruktiv eller restriktiv lungelidelse. Vurdering af reversibilitet ved bronkodilatation. Præoperativ vurdering. Vurdering af flow-volumen kurver ved inspiratorisk stridor.
Svar og tolkning	Svar afgives på skema med angivelse af målte lungevolumina og procent af normalværdier (køn- og alderskorrigerede).

## LUNGEFUNKTION, DIFFUSIONSKAPACITET

Metode	Patienten sluttes ved hjælp af et mundstykke til en pneumotachograf og ventilerer en meget lav koncentration af kulilte i en inaktiv gas (neon eller metan). Ud fra forholdet mellem kulilte i den inspirerede og den ekspirerede gas beregnes diffusionen af kulilte over den alveolære membran.
Forudsætning	Patienten skal være i stand til at kooperere ved undersøgelsen. Aktuell hæmoglobin skal foreligge.
Indikation	Vurdering af emfysem (kun ved anvendelse af bodybox). Vurdering af dysnø. Kontrol af sygdomme, der medfører fortykkelse af alveolevæg (lungefibrose, støvlunger, LED). Kontrol af strålebehandling eller kemoterapi.
Svar og tolkning	Svar afgives på standardskema med angivelse af diffusionskapacitet (målt) samt korrigeret til hæmoglobin 9,0 mmol/l samt angivelse af procent af normalværdier (alders-, højde- og kønskorrigeret).

## LUNGESKINTIGRAFI

Metode	<p>Perfusionsskintigrafi: <math>^{99m}\text{Tc}</math>-albuminpartikler (ca. 20 <math>\mu\text{m}</math> store) injiceret i.v., fordeles som lungernes perfusion. Der optages skintigrammer af lungerne i op til 6 projektioner. Er der en defekt på perfusionsskintigrafien suppleres undersøgelsen med:</p> <p>Ventilationsskintigrafi: Der inhaleres <math>^{81m}\text{Krypton}</math>, der fordeles som lungernes ventilation. Der optages op til 6 skintigrammer.</p> <p>Stråledosis: cirka 3 mSv</p>
Forudsætning	Lungeemboli er meget lidt sandsynlig såfremt der foreligger en D-dimer under 0,5 mg/l.
Indikation	Mistanke om akut lungeemboli, evt. effekt af behandling. Før større lungeresektioner (regional lungefunktion).
Svar og tolkning	Hvis fordelingen af den inhalerede gas er normal i det område, hvor perfusionsdefekten med $^{99m}\text{Tc}$ -albuminpartikler er lokaliseret, tyder resultatet på lungeemboli. Kompromitteret ventilation i området tyder derimod på anden lungelidelse (kronisk bronchitis, emfysem, asthma bronchiale eller følger efter tidligere emboli). Er der et infiltrat på røntgen af thorax, der svarer til en perfusions- og ventilationsdefekt, kan der være tale om pneumoni, ekssudat, stase, infarkt, atelektase eller tumor.
Supplerende undersøgelse	Før større lungeresektioner kan de enkelte lungeafsnits andel i den samlede funktion beregnes ved regional lungefunktion. Der skal foreligge aktuel værdi for forceret ekspiratorisk volumen (FEV) og maksimal voluntær ventilation (MVV) til beregning af restfunktion.

# Mave-tarmkanal

---

## BLØDNINGSSKINTIGRAFI

Metode  $^{99m}\text{Tc}$ -albumin eller  $^{99m}\text{Tc}$ -mærkede autologe erythrocytter injiceres intravenøst, og fordelingen i kroppen visualiseres med et gammakamera. Der foretages sekvensskintigrafi med patienten i rygleje.

Stråledosis: cirka 6 mSv

Indikation Akut gastrointestinal blødning.  
Påvisning af blødning fra lever, milt og retroperitoneale organer.

Svar og tolkning Der ses aktivitetsoptagelse svarende til blodfylden i abdominalorganer og større kar, samt en vis udskillelse til nyrepelvis og urinblære. Blødning i mave-tarmkanalen vil ses som en aktivitetsophobning af varierende udseende, afhængig af det tarmsegment, hvor blødningen sker.

## GALDEVEJSSKINTIGRAFI

Metode Efter i.v. injektion af en forbindelse ( $^{99m}\text{Tc}$ -HIDA) følges optagelse i hepatocytter og udskillelsen til galden med skintigrafi, der udføres som sekvensoptagelser med 5-10 minutters mellemrum i 60 minutter.

Stråledosis: cirka 3 mSv

Forudsætning Patienten skal faste i 4 timer inden undersøgelsen.

Indikation Mistanke om akut cholecystitis.  
Påvisning af patologiske galdeafløb ved f.eks. leverruptur, anastomoseanlæggelse, galdefistel, galdevejslæsion eller galdevejsatresi.  
Kontrol af endoprotese-funktion

Svar og tolkning Ved akut cholecystitis aflukkes ductus cysticus af ødem, som forhindrer fyldning af galdeblæren, men ikke afløbet til tarmen. Fyldning af galdeblæren udelukker akut cholecystit. Påvisning af passage til tarmkanalen udelukker en total ekstrahepatisk galdevejsobstruktion.  
Falsk positive svar kan ses hos patienter med abnorm galdeproduktion f.eks. efter langvarig faste.

### **LEVER-MILTSKINTIGRAFI**

Metode	Tin eller aluminium-colloid mærket med $^{99m}\text{Tc}$ optages i det reticuloendoteliale system i lever, milt og knoglemarv. En fokal proces i leveren fremtræder som en aktivitetsdefekt grundet manglende Kupffer-celler i processen. Ved nedsat leverfunktion kan ses relativt øget optagelse i organismens øvrige reticuloendoteliale system og uensartet leveroptagelse.  Stråledosis: cirka 2 mSv
Indikation	Mistanke om hæmangiom i leveren. Mistanke om miltinfarkt, milttumor, miltcyste, miltruptur.
Svar og tolkning	En beskrivelse af leveren og miltens størrelse og aktivitetsfordeling.
Supplerende undersøgelse	Ved påvist defekt udføres tomografi.

### **MILTSKINTIGRAFI MED DENATUREREDE ERYTROCYTTER**

Metode	Normalt sekvestrerer milten beskadigede erythrocytter, hvorfor denaturerede $^{99m}\text{Tc}$ mærkede erythrocytter elektivt optages i miltvæv.  Stråledosis: cirka 2 mSv
Indikation	Resterende miltvæv efter splenektomi Bimilte
Svar og tolkning	Beskrivelsen vil indeholde svar på den problemstilling, der er fremført på henvisningssedlen.

### MECKELS DIVERTIKEL SKINTIGRAFI

Metode  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetat bindes til celler, som indeholder jodid-pumpe, hvorfor der ses aktivitetsoptagelse i thyreoidea, spytkirtler og ventrikelslimhinde. Ektopisk ventrikelslimhinde (Meckels divertikel) kan derfor påvises.

Stråledosis: cirka 2 mSv

Indikation Mistanke om Meckels divertikel.

Svar og tolkning Svaret vil indeholde en beskrivelse af eventuel patologisk optagelse i abdomen som tegn på ektopisk venstrikelslimhinde (Meckels divertikel).

### VITAMIN-B<sub>12</sub>-ABSORPTION (SCHILLINGS TEST)

Metode Peroralt indgivet vitamin B<sub>12</sub> mærket med  $^{57}\text{Co}$  optages i kroppen fra tyndtarmen ved tilstedeværelse af intrinsic factor. 1 time efter indgift af radioaktivt mærket vitamin B<sub>12</sub> per os gives injektion intramuskulært med ikke-radioaktivt vitamin B<sub>12</sub>, og udskillelsen af radioaktivt mærket B<sub>12</sub> vitamin måles ved opsamling af døgnurin. Normalt udskilles over 10 % af den indgivne dosis i urinen i løbet af det første døgn.

Stråledosis: cirka 0,01 mSv

Indikation Anaemia perniciosa  
Malabsorption

Svar og tolkning I skemaform angives den procentvise udskillelse af indtaget dosis.

## GLOMERULÆR FILTRATIONSHASTIGHED, GFR

Metode	GFR kan bestemmes ud fra plasma-forsvindingskurven efter en bolus af et stof, der kun fjernes fra kroppen gennem glomerulær filtrering i nyrerne. Hyppigst anvendes $^{51}\text{Cr-EDTA}$ , hvor der i tidsintervallet 3-4 evt. 24 timer efter intravenøs injektion tages blodprøver til bestemmelse af plasmakoncentrationen ved tælling i gamma-tæller.  Stråledosis: cirka 0,01 mSv
Indikation	Præoperativ vurdering. Kontrol af nyrefunktion ved progressiv nyresygdom. Kontrol under behandling med nefrotoksiske farmaka (kemoterapi).
Svar og tolkning	GFR opgives i $\text{ml min}^{-1}$ og relateret til standardoverflade $1,73 \text{ m}^2$ . P-kreatinin og P-karbamid kan være normale i området fra normal GFR ( $100\text{-}120 \text{ ml} \times \text{min}^{-1}$ ) til ca. $30 \text{ ml min}^{-1}$ , og normal P-kreatinin udelukker derfor ikke en betydelig nyrefunktionsnedsættelse. Svarkemaet udtrykker den normaliserede værdi i procent af en køns- og alderskorrigeret normalværdi og der sammenlignes med evt. tidligere målte værdier. Et fald på 14 % antages at være signifikant.
Supplerende undersøgelse	Undersøgelsen kan suppleres med renografi eller nyreskintigrafi, hvorefter clearance for den enkelte nyre eller dele heraf kan udregnes.

## NYRESKINTIGRAFI

Metode	En ravsyre-forbindelse ( $^{99\text{m}}\text{Tc-DMSA}$ ) optages i nyrens cortex og udskilles langsomt. Der opnås derfor gode billeder af nyreparenkymet, således at størrelsesforhold, nyrenes form og lejrning samt parenkymdefekter kan visualiseres. Desuden kan den enkelte nyres funktionsandel beregnes.  Stråledosis: cirka 1 mSv
Indikation	Nøjagtig vurdering af nyrens funktion forud for nefrektomi. Påvisning af defekter i nyreparenkymet (nyreinfarkt, cyster, ar efter pyelonephritis). Undersøgelsen anvendes især hos patienter med svært nedsat nyrefunktion (s-kreatinin $> 400 \mu\text{mol/l}$ ) hos hvem renografi med MAG-3 er mindre egnet.
Svar og tolkning	Nyreoptagelse i procent opgives for hver nyre.- funktionsfordeling. Ud fra skintigrammet vurderes nyrenes størrelse, form og lejrning samt placering af eventuelle defekter.
Supplerende undersøgelse	Den enkelte nyres GFR kan udregnes ved samtidig bestemmelse af $^{51}\text{Cr-EDTA}$ -clearance. Efter nyretraumer, hvor der skintigrafisk påvises defekter, kan suppleres med renografi for at afsløre eventuel uroplani.

## RENOGRAFI

### Metode

I liggende stilling gives bolusinjektion af et radioaktivt lægemiddel, der optages i nyrerne og udskilles med urinen. Der registreres en tidsaktivitetskurve – et renogram – for hver nyre i 20-30 minutter, og ved sekvensskintigrafi fremstilles en serie billeder af nyrernes udskillelsesforhold. Undersøgelsen kan forlænges med patienten kortvarigt i siddende stilling ved mistanke om vandrenyre eller suppleres med furosemidindgift for at øge diuresen ved mistanke om obstruktion af de fraførende urinveje.

Renografi kan udføres ved anvendelse af  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ .

Stråledosis: cirka 1 mSv

### Forudsætning

Patienten skal være velhydreret og skal 1 time inden undersøgelsen drikke 750 ml væske.

### Indikation

Vurdering af den enkelte nyres funktion og afløbsforhold. Endvidere fås grov information om morfologi.. Eksempler på anvendelse er kontrol af afløb og funktionsfordeling ved nyre- eller uretersten, maligne tilstande i bækkenet eller retroperitoneum, vurdering af funktionsfordeling forud for nefrektomi samt i forbindelse med udredning af mulig renal/renovaskulær hypertension.

### Svar og tolkning

Afgives i skemaform med angivelse af den enkelte nyres funktionsandel, tid til maksimum og restaktivitet. Renogrammer samt skintigrafiske sekvensbilleder til vurdering af morfologiske detaljer medsendes. Ved grafterenografi angives funktionsgrad.

Såfremt den enkelte nyres absolutte funktion ønskes vurderet må undersøgelsen suppleres med bestemmelse af den totale GFR (se foranstående).

## **RENOGRAFI MED ACE-HÆMMER**

Metode	<p>Falder en nyres perfusionstryk fx pga. nyrearteriestenose, vil nyren forsøge at bevare GFR ved øget reninsekretion. Renin omdanner angiotensin I til angiotensin II, der øger det glomerulære perfusionstryk. Er en nyre således afhængig af en høj koncentration af angiotensin II for at bevare GFR, vil indgift af en ACE-hæmmer medføre fald i GFR. Ved at sammenholde nyrenes funktionsfordeling og renogrammerne form med og uden indgift af ACE-hæmmer vil man kunne sandsynliggøre tilstedeværelsen af ensidig renal/renovaskulær hypertensionsårsag.</p> <p>Stråledosis: cirka 1 mSv</p>
Indikation	Mistanke om renal eller renovaskulær arteriel hypertension.
Forudsætning	<p>Udredning for sekundær hypertension (herunder renovaskulær hypertension) bør overvejes ved:</p> <p>Behandlingsrefraktær hypertension (&gt; 3 præparater i fuld dosering) hos yngre patienter (&lt; 40 år)</p> <p>ved meget højt blodtryk (&gt;180/110 mmHg vedvarende efter langvarig hvile) når en ellers velreguleret hypertension bliver vanskelig at regulere ved klinisk eller objektive tegn på udbredt arteriosklerose ved nyrefunktionsnedsættelse.</p>
Svar og tolkning	Ensidigt funktionstab under ACE-hæmning rejser mistanke om ensidig nyrearteriestenose.
Supplerende undersøgelse	Evt. ultralyd + doppler af nyrearterierne med bestemmelse af særlige flow indices. Arteriografi af nyrearterierne ved abnorm renografi eller ultralyd.

## **POSITRON EMISSIONS TOMOGRAFI MED 18F-FDG (18F-FDG PET-SKANNING)**

Metode	<p>Fluorodeoxyglucose mærket med 18-Fluor (<math>^{18}\text{F}</math>-FDG), optages i kroppens celler som normal glukose, men kan ikke omsættes og ophobes derfor intracellulært. Med et PET-kamera lokaliseres de områder i kroppen, hvor der er særligt høj FDG-optagelse. Cancer-celler har højt stofskifte og <math>^{18}\text{F}</math>-FDG anvendes derfor som tumorsporstof. Infektioner vil også kunne visualiseres med teknikken. Undersøgelsen udføres ofte sammen med CT af relevant region.</p> <p>Stråledosis: cirka 8 mSv Ved supplerende CT: i alt ca. 16 mSv</p>
Forberedelse	<p>Patienten skal faste i mindst 5 timer forud for undersøgelsen, men må godt drikke vand. Evt. diabetes oplyses ved bestilling af undersøgelsen. P-creatinin oplyses hvis der samtidig skal udføres diagnostisk CT-skanning. Patienten skal kunne ligge stille ca. 30 min. så evt. smertebehandling skal være optimeret inden undersøgelsen.</p>
Indikation	<p>Primærdiagnostik ved single pulmonary nodule (SPN), unknown primary (UP), hvor andre modaliteter ikke har givet resultat. Stadieinddeling af tumorer, recidivmistanke samt behandlingskontrol og hos udvalgte patienter til planlægning af stråleterapi.</p> <p>Ved monitorering af behandling kan patienten som hovedregel tidligst henvises 2 uger efter endt kemoterapi og 2-3 måneder efter endt stråleterapi.</p> <p>Udredning af infektion (feber af ukendt årsag).</p>
Svar og tolkning	<p>Svaret vil indeholde en beskrivelse af lokalisationen og graden af <math>^{18}\text{F}</math>-FDG ophobningen i kroppen samt en vurdering af den kliniske betydning heraf. Ved PET/CT skanning indeholder svaret en beskrivelse af PET-skanningen og en beskrivelse af CT-skanningen samt en samlet konklusion foretaget af en speciallæge i nuklearmedicin og en speciallæge i radiologi i fællesskab</p>

## **LYMFESKINTIGRAFI, SENTINEL NODE**

Metode	<p>Et kolloid mærket med technetium injiceres peritumoralt eller pericikatricielt 1-4 steder, og transporteres med lymfen til den første lymfeknude (sentinel node, SN). Med skintigrafi kan lokaliseringen af denne lymfeknude påvises i to planer, og senere under operation kan operatøren ved hjælp af en detektor genfinde en eller flere lymfeknuder med optagelse af tracer. Disse lymfeknuder undersøges histologisk for metastaser/mikrometastaser.</p> <p>Stråledosis: cirka 1 mSv.</p>
Indikation	<p>Forud for operation for hudtumorer, mammatumorer, penis- og vulvacancer.</p>
Svar og tolkning	<p>Antal af tracer-depoter, tid fra injektion af tracer til optagelsestidspunkt (sædvanligvis 1-2 timer) anføres.</p> <p>Antal og lokalisering af mulige sentinel nodes beskrives.</p> <p>Ved injektion på underarm og underben, anføres hvorvidt der foreligger <i>in transit</i> lymfeknuder i fossa cubiti hhv. fossa poplitea. Der medfølger billeddokumentation i nogle tilfælde, markering på patientens hud, hvor SN er lokaliseret.</p>

### **HUDPERFUSIONSTRYK**

Metode	Ved anvendelse af en lyskilde og en fotocelle registreres farveskift i huden, der skyldes ændringer i blodfylden. Med blodtryksmanchet med tryk over systolisk blodtryk tømmes huden for blod, og ved langsom udluftning indtræder et farveskift ved det såkaldte hudperfusionstryk.
Indikation	Bestemmelse af det mest distale amputationsniveau på benene, hvor der er mulighed for heling af operationssår. Vurdering af sårhelingsmulighed Vurdering af heling ved hudtransplantat Supplerende blodtryksmåling ved mediasklerose, hvor indirekte målt blodtryk bestemmes for højt.
Svar og tolkning	De målte perfusionstryk angives i skemaform, og det vurderes ved hvilket amputationsniveau sandsynligheden for opheling er god.  Grænser: < 20 mmHg, ringe mulighed for heling. 20-40 mmHg, moderat mulig heling. > 40 mmHg, god mulighed for heling.

### **SYSTOLISK BLODTRYK MED KULDEPROVOKATION**

Metode	En kombineret afkøling af en mellempalanx og en let kropsafkøling med køletæppe kan udløse vasospasme. Herved falder det indirekte målte fingerblodtryk og differencen mellem armbloodtryk og målt fingersystolisk blodtryk angiver spasmegraden. Eventuelt åbnes karret ikke (lukningsfænomen).
Indikation	Påvisning af sekundært Raynaud-fænomen (vibrations-skade af hænderne, obs. sclerodemi). Kontrol af vasodilaterende behandling af Raynaud-fænomen.
Svar og tolkning	Svar afgives i skemaform med angivelse af trykfald for kølet finger i procent.  Grænser: 0-30 %: Raynaud-fænomen 30-63 %: Vasospasme/øget kuldefølsomhed > 63 %: Normal

### **SYSTOLISK BLODTRYK PÅ OVEREKSTREMITETERNE**

Metode	Systolisk blodtryk i fingerarterierne måles indirekte med plastmanchet på mellemphalanx og strækføler (strain gauge) på yderphalanx. Manchettrykket ved volumenøgningens start angiver fingerarteriernes systoliske blodtryk.
Indikation	Vurdering af blodtryk på fingrene på varme hænder til påvisning af obliterativ arterielidelse Mistanke om trombose/emboli Vurdering af sårhelingsmuligheder Mistanke om sekundært Raynaud-fænomen Følger efter AV-shunt
Svar og tolkning	Svar afgives i skemaform med angivelse af de målte tryk. Normalt er trykgradienten fra overarm til finger under 25 mm Hg.
Supplerende undersøgelse	Som led i undersøgelse af Raynaud-fænomen udføres desuden systolisk blodtryk med kuldeprovokation (se denne).

### **SYSTOLISK BLODTRYK PÅ UNDEREKSTREMITETERNE**

Metode	Systolisk blodtryk på ankelniveau måles indirekte med almindelig blodtryksmanchet og detekteres med strækføler (strain gauge). Tåtrykket måles på storetåen med plastmanchet og strækføler.
Indikation	Mistanke om arteriel insufficiens i benene Kontrol af claudicatioudvikling Mistanke om trombose/emboli Vurdering af helingsmuligheder af sår under knæledsniveau Vurdering af helingsmuligheder af varikøst ulcus Vurdering af amputationsniveau.
Svar og tolkning	De målte tryk angives i skema, hvor trykprocent ben/arm er beregnet med oplysning om normalværdier for trykprocent. Konklusionen vil indbefatte vurdering af helingsmulighed for sår samt risiko for gangræudvikling ved sår dannelse. Undersøgelsen vil efter behov suppleres med klinisk vurdering af termogrænse og UL-doppler.  Grænser: Normalt ankeltryk > 97 % af armtryk Normalt tåtryk > 64 % af armtryk Tåtryk < 25 mm Hg: Ringe helingsmulighed/gangræntrussel Ankeltryk < 50 mm Hg: gangræntrussel Ved udtalt trykgradient (40-60 mm Hg) fra ankel til tå obs. diabetes Ved trykgradient over 60 mm Hg mistanke om emboli Trykgradient under 40 mm Hg normal
Supplerende undersøgelse	Undersøgelsen kan udvides med hudperfusionstryk til vurdering af amputationsniveau.