

**BEGEISTERT VON SPECT-CT:** Dr. Thomas Green vom Crouse Hospital, Dr. Donald Neumann und Dr. Manuel Cerqueira von der Cleveland Clinic (von oben).

# Hybrid SPECT·CT – der kleine Unterschied

Viele medizinische Einrichtungen sehen die Zukunft der molekularen Bildgebung im Einsatz von Hybrid-SPECT·CT-Systemen, um eine genauere Diagnose und einen verbesserten klinischen Arbeitsablauf zu erzielen.

Von Dr. Joanna Downer

Die Versorgung der Patienten hat an der Cleveland Clinic in Ohio und dem Crouse Hospital in Syracuse, New York, oberste Priorität, Hand in Hand mit modernster diagnostischer Technologie. „Die Fortschritte in der Hybrid-SPECT·CT-Technologie haben zu Veränderungen in der medizinischen Praxis geführt“, sagt Dr. Donald Neumann, Arzt der Abteilung für Molekulare und Funktionale Bildgebung an der Cleveland Clinic. Neumanns Hauptinteresse sind onkologische Anwendungen. „Gemeinsam liefern die funktionalen Bilder von SPECT und die koregistrierten anatomischen Bilder der CT präzisere diagnostische Informationen als die herkömmliche Bildgebung“, sagt er. Die meisten Gehirnuntersuchungen führe die Klinik mit Hybrid-SPECT·CT-Bildgebung durch, da die CT-Bilder eine präzise Schwächungskorrektur liefern. Und für seltene Untersuchungen, zum Beispiel mit Octreotide oder ProstaScint®, seien die Schwächungskorrektur und die anatomische Lokalisierung für den Chirurgen äußerst wichtig. „ProstaScint-Studien werden von Urologen nicht allgemein anerkannt“, erläutert Neumann, „da die anatomische Genauigkeit bisher alles andere als ideal war. Wir könnten bei der Befundung eines SPECT-Bildes eine

„Anreicherung im mittleren Bauchraum“ beschreiben, aber der Urologe will es genauer wissen. Doch selbst der direkte Vergleich eines CT-Scans und eines ProstaScint-Scans hilft meist nicht bei der Lokalisierung. Die Koregistrierung von SPECT·CT jedoch erhöht die diagnostische Gewissheit des befundenen Arztes und die Akzeptanz seiner Diagnose beim Überweisungsarzt.“

Ebenso können Studien mit Octreotide auf traditionellem SPECT einen Bereich mit einer konzentrierten Anreicherung im oberen rechten Quadranten zeigen, aber ob das die Leber oder der Darm ist, wird oft erst bei der Operation deutlich. „Die automatische Koregistrierung von funktionellen und anatomischen Bildern schafft in solchen Fällen Klarheit“, sagt Neumann.

## Chirurgische Anwendungen

Ebenso ist die Hybrid-Bildgebung laut Neumann für die Erkennung der Wächterlymphknoten bei Melanomen am Kopf und Rumpf sowie für die präoperative Lokalisierung von parathyreoiden Läsionen von großer Bedeutung. Die eindeutigen, koregistrierten anatomischen Informationen sind in diesen Fällen für die Planung der Operation wichtig. „Die



AM CROUSE HOSPITAL in Syracuse, New York, wird SPECT·CT vor allem in der kardiologischen Bildgebung eingesetzt.

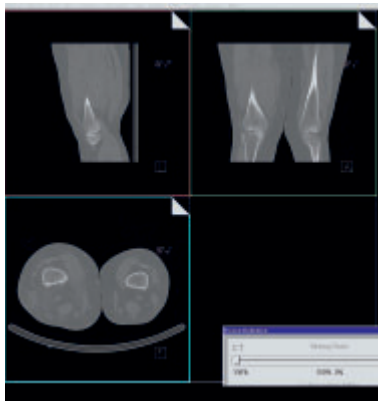


AUF DER ONKOLOGIE liegt der Hauptfokus für SPECT·CT an der Cleveland Clinic in Ohio.

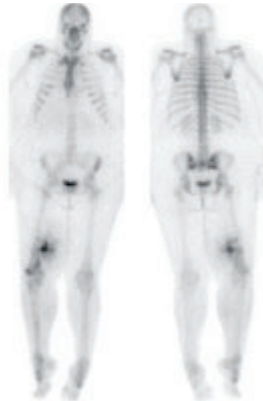
Koregistrierung liefert oft mehr Informationen als zwei getrennt durchgeführte Scans“, fügt er hinzu. „Zum Beispiel lokalisiert die Koregistrierung bei Patienten mit offensichtlichen ektopischen parathyreoiden Läsionen diese Läsionen für den befundenden Arzt, und sie hilft dem Chirurgen, die Läsionen vor der Operation zu beurteilen“, sagt Neumann. „Handelt es sich um Weichteilgewebe, Fettgewebe, Kalzifizierungen, wie groß ist die Läsion?“

Die Antworten auf diese Fragen könnten laut Neumann zu einem effektiveren Diagnoseverfahren, besserer Operationsplanung und weniger zusätzlichen Bildgebungsstudien führen. Ihm sind mehrere Fälle bekannt, bei denen Chirurgen – Gammasonde in der Hand – die koregistrierten Bilder im Operationssaal benutzt haben, um mit deren Hilfe zum Beispiel eine komplizierte Lymphknotendissektion durchzuführen. „Mit dem Einsatz

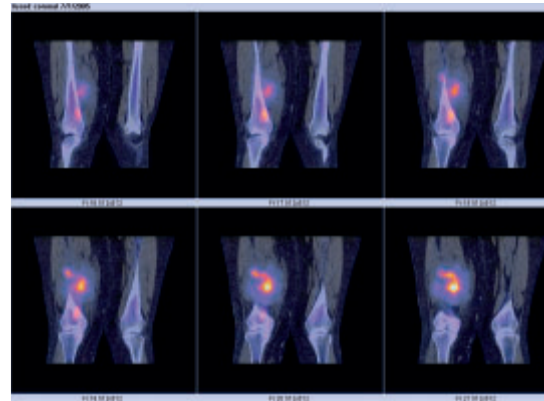
## Fallbeispiel 1



**SPIRAL-CT-REKONSTRUKTIONEN** zeigen minimale Sklerose im unteren Ende des rechten Femurs.



**EIN TC-99m-MDP-Ganzkörper-Scans** zeigt eine Anreicherung im Weichteilgewebe des rechten Oberschenkels und im unteren rechten Femur.



**DIE KOREGISTRIERTEN BILDER** zeigen eine Anreicherung im Weichteilgewebe, die bis in den Knochen reicht. Die Region entspricht den sklerotischen Veränderungen, die auf den CT-Bildern zu erkennen waren.

### Fallgeschichte:

Eine 24-jährige Patientin, die kürzlich mit Weichteil-Ewing-Sarkom des rechten Oberschenkels diagnostiziert worden war, wurde für einen Ganzkörper-Scans zur Detektion von weiter entfernten Knochenmetastasen an die Nuklearmedizin überwiesen. Der Ganzkörper-Scans auf der Symbia T6 zeigte eine hohe Anreicherung von Tc-99m MDP im Weichteilgewebe des rechten Oberschenkels, aber es wurden keine definitiven weiter entfernten Knochenmetastasen entdeckt. Eine SPECT-Studie mit der Symbia T6 wurde zur Befundung des rechten Oberschenkels durchgeführt.

### Klinische Frage:

Die Anreicherung im distalen rechten Femur wurde einer Gefäßüberversorgung durch das Weichteilsarkom zugeschrieben. Ist diese Anreicherung auf die Weichteile beschränkt?

**Radiopharmazeutikum:** 20,6 mCi Tc-99m MDP, I.V.

### SPECT-Akquisitionsparameter:

Matrix 128, Zoom 1,0, 25 Sek/Projektion, nichtkreisförmige Umlaufbahn, 3-Grad-Winkelprojektion

### CT-Akquisition:

130 kVp, 80 mAs, Kollimation 6 x 3,0 mm, Rotation 0,6 Sek, Pitch 1,5

### Befund:

Die koregistrierten Bilder der fokalen Symbia T6-Studie zeigen, dass die Anreicherung eindeutig im Femur und nicht nur im benachbarten Weichteil ist. Eine genauere Betrachtung des CT-Bildes offenbarte eine subtile permeative Sklerose im rechten Femur, die mit dem Gebiet der Tc-99m-MDP-Anreicherung auf SPECT übereinstimmte.

## Fallbeispiel 2

### Fallgeschichte

Eine 51-jährige Patientin mit einem Gewicht von 147 kg und einer Größe von 165 cm (BMI 54 kg/m<sup>2</sup>), mit Bluthochdruck und erhöhtem Cholesterinspiegel, wurde von einem Chirurgen für eine voroperative Befundung überwiesen. Die Patientin war nicht in der Lage, Sport zu treiben. Die Studie wurde innerhalb eines Tages unter Adenosinbelastung durchgeführt. Obwohl es keine Vorgeschichte von Schmerzen im Brustbereich gab, bestand für sie selbst im symptomlosen Zustand aufgrund der vorhandenen kardiovaskulären Risikofaktoren und der herabgesetzten körperlichen Aktivität ein großes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

### Klinische Frage:

Hat die Patientin Verschlüsse in den Koronararterien, die während der Operationsbelastung Probleme verursachen könnten?

### Radiopharmazeutikum:

Ruhe: Myoview-Dosis: 15 mCi

Belastung: Myoview-Dosis: 45 mCi

### SPECT-Akquisitionsparameter:

Matrix 128 x 128, Zoom 1,0 mag; 8 Bins, 90°-Konfiguration; LEHR-Kollimatoren; 64 Ansichten; Step and Shoot; Ruhe 25 Sek/Bild; Belastung 20 Sek/Bild

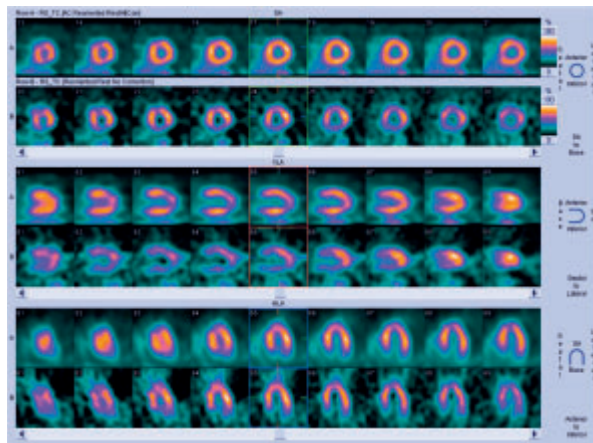
### CT-Akquisition (Ruhe und Belastung):

130 kV, 13 mAs, Kollimation 6 x 3,0 mm, 5 mm-Schichten, Pitch 1,0

*Courtesy of The Cleveland Clinic*

### Befund:

Das SPECT-Bild zeigt ohne koregistrierte CT-Schwächungskorrektur eine deutliche Verringerung der Aktivität in der Hinterwand, was auf die Schwächung oder auf einen früheren Infarkt zurückzuführen sein könnte. Nach CT-Schwächungskorrektur erscheinen die Bilder gleichförmig und enthalten keinen Nachweis auf einen Infarkt oder eine Erkrankung der Koronararterie. Die Ergebnisse sind eindeutig, und die Patientin kann ohne weitere Tests oder Befundung operiert werden.



MYOKARDIALE PERFUSIONS-SPECT – mit und ohne CT-Schwächungskorrektur. Der Hinterwanddefekt in den unkorrigierten Bildern (untere Reihen) erscheint in den CT-schwächungskorrigierten Bildern mit normaler Anreicherung (obere Reihen).

von SPECT-CT in der Bildgebung haben wir bereits vieles von dem, was der Chirurg für die Planung benötigt“, bemerkt Neumann. „Oft ist es nicht nötig, eine weitere Ganzkörper-Magnetresonanz oder -CT anzuordnen, denn die mit dem Hybridsystem erhaltenen CT-Bilder sind mit denen eines konventionellen, allein stehenden CTs identisch.“

## Vorteile für Arbeitsablauf und Genauigkeit

Dr. Thomas Green vom Crouse Hospital in Syracuse, New York, ist nach den ersten zwei Monaten mit der Hybrid-SPECT-CT-Bildgebung sehr zufrieden. Green benutzt das System recht häufig für die Herzbildgebung und hat

es außerdem für die Lokalisierung von Infektionen eingesetzt, indem weiße Blutkörperchen markiert werden, ferner um die Ursachen von Magen-Darm-Blutungen zu identifizieren und um Knochenscans und andere typische onkologische Anwendungen durchzuführen. „Hybrid-SPECT-CT ist für Herzanwendungen eine sehr große Hilfe“, sagt Green, der an dem Krankenhaus Leiter der Radiologie und Direktor der Nuklearmedizin ist. „Die Schwächungskorrektur mit der koregistrierten CT reduziert falsch-positive Ergebnisse, die von der Schwächung in darüberliegenden Weichteilen verursacht werden. Dies hat bereits bei der Tumorklassifizierung in den Bauchorganen geholfen.“

Außerdem habe die Koregistrierung von CT- und SPECT-Bildern auf dem Hybridsystem den diagnostischen Arbeitsablauf am Crouse erhöht. „Das Hybridsystem ist wesentlich benutzerfreundlicher, so dass wir Daten schneller bearbeiten können. Das wiederum beschleunigt die Diagnose und führt letztlich dazu, dass Patienten und ihre überweisenden Ärzte die Berichte zügiger erhalten. Je weniger Zeit wir für die Bearbeitung von Daten benötigen, desto mehr Zeit haben wir, um Patienten zu untersuchen.“

### Hilfe für adipöse Patienten

Die Vorteile der Hybridtechnologie bei der Schwächungskorrektur und Lokalisierung wurden auch von Dr. Manuel Cerqueira, Leiter der Molekularen und Funktionalen Bildgebung an der Cleveland Clinic, untersucht. Er setzte die Hybrid-SPECT·CT-Bildgebung für kardiologische Befunde bei adipösen Patienten ein. Die Cleveland Clinic hat zwei Chirurgen, die sich auf bariatrische Chirurgie spezialisiert haben, um gefährlich adipösen Patienten beim Gewichtsverlust durch die chirurgische Verkleinerung des Magens zu helfen.

Aber jeder Eingriff ist mit Risiken verbunden, insbesondere mit Herzinfarkten. Adipöse Patienten haben deutlich mehr kardiologische Risikofaktoren als Patienten mit Normalgewicht, so dass für sie während des perioperativen Zeitraums ein sehr hohes Risiko für kardiologische Ereignisse besteht. „Diese Patienten werden vor der Operation umfassend untersucht“, erläutert Cerqueira. „Da sie im Allgemeinen schwerer als 140 kg sind, verwenden wir die Hybridbildgebung für voroperative Herzbefunde.“ Die CT-Schwächungskorrektur gestattet eine genauere Korrektur der SPECT-Bilder, was für die Herzbefundung wichtig ist. Da sich die Hinterwand direkt neben dem Zwerchfell befindet und bei adipösen Patienten sehr tief liegt, wird das Messsignal in diesem Gebiet häufig erheblich abgeschwächt, manchmal sogar vollständig. Dichtes Brustgewebe hat bei adipösen Frauen einen ähnlichen Effekt auf SPECT-Bilder der Vorderwand des Herzens.

„Bei diesen Fällen kann mit traditionellem SPECT nicht eindeutig festgestellt werden,

ob die Minderanreicherung in der Hinter- oder Vorderwand durch einen abgelaufenen Herzinfarkt oder durch die Weichteilschwächung hervorgerufen wird“, sagt Cerqueira. „Durch den Einsatz der CT zur Korrektur von variabler Gewebedichte hilft uns die Hybrid-SPECT·CT-Technologie bei einer genaueren Beurteilung des Patienten.“ Obwohl die Schwächungskorrektur von SPECT-Studien auch mit Hilfe von Transmissionsquellen berechnet werden könne, sei die CT-Schwächungskorrektur detaillierter: „Wir können sogar den Kalziumscore des Patienten messen.“

„Bei einem adipösen Patienten hätten wir normalerweise eine vollständige Studie innerhalb von zwei Tagen durchgeführt. Die Belastungsstudie wäre zuerst vorgenommen worden und die Ruhestudie am nächsten Tag, so dass wir an beiden Tagen hohe Radionuklid Dosen geben können, um den Impulsverlust zu kompensieren“, sagt Cerqueira. „Jetzt benutzen wir lediglich 16 mCi des Technetium-Agens für die Ruhestudie und geben dann eine 45-mCi-Dosis für die Belastungsstudie. Wir schließen die Studie an nur einem Tag ab, und der Patient muss kein zweites Mal zu uns kommen. Wir haben vier e.cam-Gammakameras, aber wir benutzen bei jedem Patienten, der mehr als 140 kg wiegt, Hybrid-SPECT·CT für die Bildgebung.“

Zwar untersucht das Crouse derzeit noch nicht alle adipösen Patienten mit dem Hybrid-Scanner, aber man führt sämtliche kardiologischen SPECT-Studien mit der Hybrid-SPECT·CT-Bildgebung durch. „Nuklearmedizin ist bei adipösen Patienten immer an ihre Grenzen gestoßen, da darüberliegende Weichteile problematisch sind für die Photonen, die sie durchqueren müssen“, sagt Green. „Der Einsatz von kombinierter SPECT·CT hat bei der Schwächungskorrektur wirklich geholfen.“

### Blick in die Zukunft

„SPECT·CT-Technologie läutet eine neue Ära in der Nuklearmedizin ein“, sagt Neumann. „Die Technologie selbst ist so neu, dass sich weitere klinische Anwendungen ergeben, während wir uns hier unterhalten.“

## Fallbeispiel 3

### Fallgeschichte:

Eine 83-jährige Patientin, die mit hohem Fieber unbekannter Ursache und erhöhten weißen Blutkörperchen ins Krankenhaus eingeliefert worden war, wurde für eine Hybrid-SPECT-CT-Studie überwiesen, um einen Abszess auszuschließen oder zu bestätigen.

### Klinische Frage:

Wird das hohe Fieber von einem Abszess verursacht?

### Radiopharmazeutikum:

In-111-markierte weiße Blutkörperchen, 545 Microcuries

### SPECT-Akquisitionsparameter:

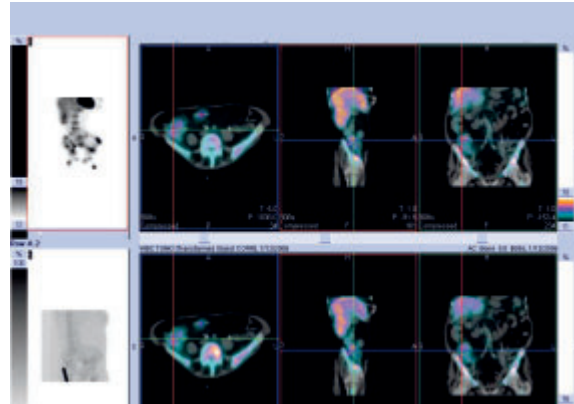
Matrix 128 x 128; Zoom 1,0; 30 Sek/Schritt; nichtkreisförmige Umlaufbahn bei 3-Grad-Schritten mit mittlereenergetischem Kollimator; Bildgebung 24 Stunden nach Injektion

### CT-Akquisitionsparameter:

130 kV, 17 mAs, Rotation 0,8 Sek

### Befund:

Eine Ganzkörperplanarbildgebung offenbarte eine unklare Anreicherung im rechten unteren Quadranten. Die In-111-markierte Studie der weißen Blutkörperchen mit SPECT·CT zeigt jedoch eindeutig einen Bereich mit hoher Anreicherung,



**ENTZÜNDUNGSBILDGEBUNG** mit SPECT·CT – planare Bilder (links) zeigen Anreicherung im rechten unteren Bauchraum. Koregistrierung mit Spiral-CT lokalisiert diese Anreicherung im Zökum.

ein Indikator für eine Infektion, die sich im Zökum befindet. Bei der Patientin wurde eine Antibiotikatherapie eingeleitet und ihre Medikamentierung umgestellt.

## Biographien

**Dr. med. Manuel Cerqueira** ist Leiter der Molekularen und Funktionalen Bildgebung und der Kardiologie in der Abteilung für Kardiovaskuläre Bildgebung der Cleveland Clinic. Der Schwerpunkt seiner Forschungs- und klinischen Interessen liegt im Einsatz der Nuklearmedizin und in anderen nichtinvasiven Bildgebungstechniken zur Identifizierung von Patienten mit Erkrankungen der Koronararterie und Patienten mit einem hohen Herzinfarkt- oder Todesrisiko durch eine Herzerkrankung. Vor Beginn seiner Tätigkeit an der Cleveland Clinic im Jahr 2004 war er Leiter der Kardiologie am Georgetown University Medical Center in Washington, D.C. Cerqueira, der in Portugal geboren wurde, hat einen Dokortitel der Medizin von der New York University School of Medicine.

**Dr. med. Dr. rer. nat. Donald Neumann** ist Arzt in der Abteilung für Molekulare und Funktionale Bildgebung an

der Cleveland Clinic und Direktor des Nuclear Radiology Fellowship Program. Zu seinen Forschungsinteressen gehört die Bewertung der physiologischen Bildgebung in der Onkologie. Er erhielt seinen Abschluss in Medizin von der Wright State University School of Medicine in Dayton, Ohio, und einen Dokortitel in Biomedizintechnik von der Case Western Reserve University in Cleveland, Ohio.

**Dr. Thomas Green** ist Leiter der Radiologie und Direktor der Nuklearmedizin am Crouse Hospital in Syracuse, New York, wo er seit 1999 tätig ist. Er erhielt seinen Dokortitel in Medizin vom Jefferson Medical College in Philadelphia, Pennsylvania. Er schloss seine Facharztausbildung (Residency) in Radiologie und seine Subspezialisierung (Fellowship) am University of New York Health Science Center in Syracuse ab.

*Autorin: Joanna Downer hat einen Dokortitel in Nuklearchemie von der Washington University in St. Louis, Missouri. Sie arbeitet als freiberufliche medizinische Autorin in Durham, North Carolina.*