



Diagnostikum

G R A Z S Ü D W E S T

EDITORIAL

Ausgabe 1 · 2001

Mehrschicht
(4-Schicht)-Spiral-
Computer-
tomographie

Technischer
Hintergrund

Mehrschicht
(4-Schicht)-
Spiral-CT
und

Screening:
Neue
Trends

Koronare
Herz-
krankheit
(KHK)

Bronchial-
karzinom-
Screening mit
Niedrigdosis-
Mehrschicht-CT

Kolorektales
Karzinom –
Virtuelle
Mehrschicht-
CT-Colonoskopie

*Liebe Kolleginnen
und Kollegen,
liebe Freunde des Hauses,*

immense technische Entwicklungen im Bereich der Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) führen zu einer deutlichen Vertiefung und Verbreiterung der Schnittbilddiagnostik. Der damit verbundene erhebliche Wissenszuwachs sowie Etablierung neuer Untersuchungstechniken erfordert nicht nur professionelles Know-how der Betreiber, denn wechselnde und ständig neue Indikationsfelder stellen auch eine immer größer werdende Herausforderung an zuweisende Ärzte dar.

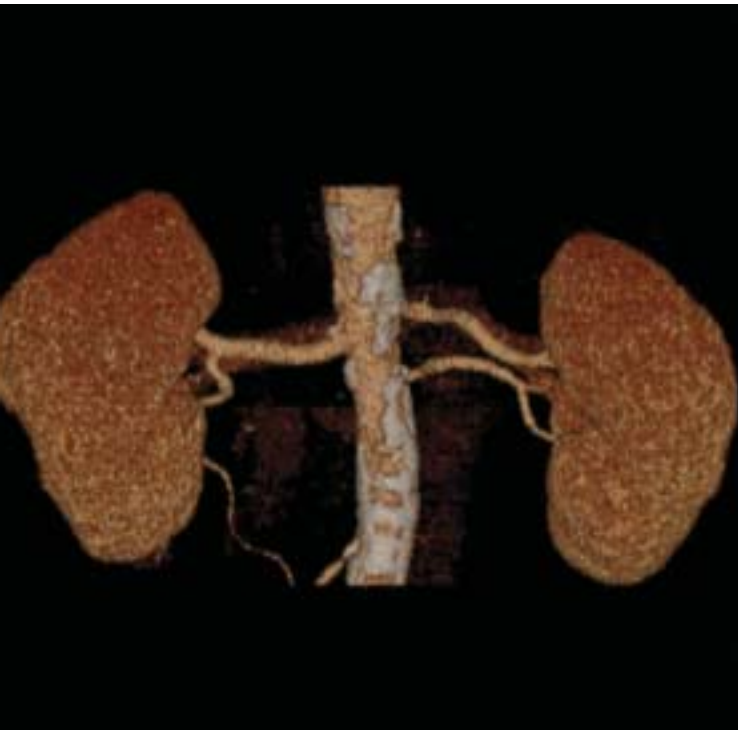
Aus diesem Grund haben wir uns entschlossen, ein periodisch erscheinendes Journal mit aktuellen Themen aus der Radiologie herauszugeben. Der Inhalt unserer ersten „DIAGNOSTIKUM“ befasst sich mit der revolutionären Mehrschicht Spiral-CT-Technologie, welche neue Dimensionen in der bildgebenden Diagnostik setzt. Wir sind sehr stolz, als private bzw. ambulante Betreiber einer solchen Hochleistungs-4-Schicht-CT-Maschine in Österreich die Vorteile dieser Technologie direkt Ihren Patienten weitergeben zu können.

Wir hoffen, Ihnen mit dem vorliegenden Heft eine Verbesserung Ihres Verständnisses und Ihres Informationsstandes zur Weiterentwicklung der radiologischen Diagnostik zu vermitteln und wünschen Ihnen viel Spaß und Interesse beim Lesen.

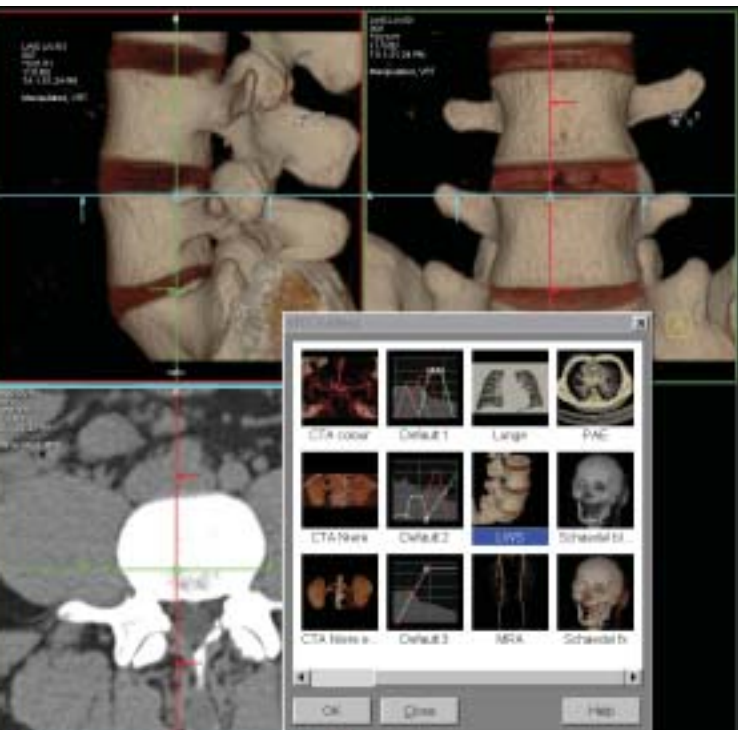
PS: Selbstverständlich finden Sie diese und mehr Informationen auf unserer Homepage: www.diagnostikum-graz.at

Weiters möchten wir Ihnen auf diesem Wege frohe Weihnachten und ein gesundes und erfolgreiches 2002 wünschen.

Über Anregungen bzw. Themenvorschläge würden wir uns sehr freuen (e-mail: radiologie@diagnostikum-graz.at).



Mehrschicht-Spiral-CT-Angiographie der Bauch-aorta und der Nierenarterien mit Darstellung beider Nieren.



Mehrschicht-Spiral-CT der Lendenwirbelsäule mit 3D-Nachverarbeitung.

MEHRSCHICHT (4-SCHICHT)-SPIRAL-COMPUTER-TOMOGRAPHIE

Die nicht-invasive Erkennung und Charakterisierung von Erkrankungen ist die primäre Domäne der Radiologie. Mit der Einführung der Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT haben sich neue Dimensionen in der Früherkennung von Erkrankungen aufgetan. Die schnelle Aufnahmezeit (**4 Bilder in 500 Millisekunden**), die überlappende Dünnschichttechnik (**0,5 mm Schichtdicke**) und die **niedrige Patientendosis** eröffnen neue Untersuchungsperspektiven und Algorithmen wie z.B. die Untersuchung des Herzens unter besonderer Berücksichtigung der Herzkranzgefäße, das Bronchialkarzinomscreening bei Hochrisikopatienten (Niedrigdosis-Mehrschicht-CT), die virtuelle CT-Colonoskopie (als nicht-invasiver Screening-Test für das kolorektale Karzinom), die hochauflösende Untersuchung der Nasennebenhöhlen, des Felsenbeines, der Wirbelsäule, 3-D-Darstellungen der Gelenke uvm.

TECHNISCHER HINTERGRUND

Bei der Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT handelt es sich um ein neues Verfahren, das einen weiteren Durchbruch in der bildgebenden Diagnostik darstellt. Wie bei der herkömmlichen CT wird der menschliche Körper von einem dünnen Röntgenstrahl abgetastet, während eine Röntgenröhre um den Körper des Patienten rotiert. Neu ist die deutlich höhere Geschwindigkeit, mit der sich die Röntgenröhre um den Patienten dreht (2 mal pro Sekunde) und der Einsatz von mehreren (4) Detektorreihen, was zusammen zu einer dramatischen Leistungsverbesserung um den Faktor 3 bis 8 gegenüber bisherigen (Ein- oder Zweischicht) Spiral-CT's führt.

Der erhebliche Leistungsgewinn kann dazu genutzt werden, dünnere Schichten (3-D-Bildgebung) einzusetzen, die Untersuchungsdauer zu verkürzen (z.B.



Mehrschicht-Spiral-CT des Abdomens unter besonderer Berücksichtigung der Gefäße und des Beckenskelettes.

Leberuntersuchungen in 5 Sekunden), oder Röntgenkontrastmittel einzusparen (Kostenreduktion). In den meisten Fällen wird eine Verbesserung in allen drei Bereichen möglich.

Als Folge der Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT hat sich die CT von einem Querschnittsverfahren zu einem **3-D-Verfahren** weiterentwickelt, das beliebige Schnittebenen – angepasst an die individuelle Anatomie und medizinische Problemstellung der einzelnen Patienten – erlaubt. Gleichzeitig werden dreidimensionale Darstellungen ermöglicht, die in ihrer Bildqualität an anatomische Darstellungen heranreichen.

MEHRSCHICHT (4-SCHICHT)- SPIRAL-CT UND SCREENING: NEUE TRENDS

Bei all dieser Euphorie darf natürlich die Frage nach der **Kostenwahrheit** nicht ignoriert werden. Jedes Screening-Programm sollte natürlich nur auf Erkrankungen zielen, welche – unabhängig vom Alter – unausweichlich zu schwerer Erkrankung und zum Tode führen (z.B. Bronchialkarzinom, kolorektales Karzinom, koronare Herzerkrankung). **Effektive Screening-Verfahren** resultieren in der frühzeitigen Erkennung der jeweiligen Erkrankung und ermöglichen durch die erfolgreiche bzw. rechtzeitige Behandlung eine signifikante Senkung von Mortalität und Kosten. Screening-Verfahren, welche auf Erkrankungen zielen, die nicht zwingend mit einer erhöhten Mortalität einhergehen (z.B. Früherkennung

des Nierenzellkarzinoms in der alten Population) sind weder zielführend respektive sinnvoll noch kosteneffektiv.

Wesentlich ist, dass zum Zeitpunkt der Erkennung einer bestimmten Erkrankung allgemein anerkannte therapeutische Richtlinien für diese vorliegen. Erkrankungen, deren Erkennung keine therapeutische Konsequenzen nach sich zieht bzw. deren Erkennung zum Zeitpunkt der Entdeckung nur mehr palliative Behandlungsmaßnahmen möglich macht (z.B. metastasierendes Bronchial- oder Pankreaskarzinom), machen die Früherkennung sinnlos.

Außerdem sollte es sich bei der ausgewählten Erkrankung um eine mit hoher Prävalenz in der Bevölkerung handeln, sonst

könnte man keine Kosteneffektivität ableiten. Diese kann zusätzlich noch erhöht werden, wenn sie auf Bevölkerungsgruppen mit hohem Erkrankungsrisiko (z.B. Raucher und Bronchialkarzinom) zielt.

Jedes diagnostische Verfahren sollte einer großen Bevölkerungszahl zugänglich, möglichst nicht invasiv und kosteneffektiv sein. Idealerweise sollten die Kosten derartiger etablierter Untersuchungsverfahren vom Sozialversicherungsträger getragen werden. Andernfalls – wie bei bestimmten Untersuchungen der Fall – sollte die Untersuchung relativ kostengünstig sein oder die Kosten von der privaten Krankenversicherung übernommen werden, um die Methode einer breiten Bevölkerungsschicht

zugänglich zu machen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die hohen Investitionskosten in diese neue vielversprechende CT-Technologie sowohl durch den deutlich verbesserten Patientenkomfort (signifikant geringere Strahlenbe-

lastung, signifikant kürzere Untersuchungszeit und signifikant bessere Bildauflösung), das neue bzw. umfassendere Untersuchungsspektrum nicht invasiver Untersuchungen sowie international (USA und Japan) etablierte und kosteneffektive neue

Screeningtests mehr als gerechtfertigt erscheint.

Der Inhalt der ersten Auflage unserer „DIAGNOSTIKUM“ konzentriert sich im Wesentlichen auf ausgewählte Kapitel der in der Einleitung angekündigten Themen.

KORONARE HERZKRANKHEIT (KHK)



Mehrschicht-Spiral-CT des Herzens mit 3-D-Darstellung der linken Herzkranzarterie und ihrer Äste (weißer Bildpfeil) und der rechten Herzkranzarterie (oranjer Bildpfeil).

Die KHK ist die führende Todesursache in der industrialisierten Gesellschaft und betrifft ca. 10 % der Bevölkerung. Jedes Jahr werden mehr als 300 von 100.000 Einwohnern Opfer eines Herzinfarktes, welcher sehr häufig das erste Symptom der KHK ist. Die Risikofaktoren sind gut bekannt: Hypercholesterinämie, Nikotin-

konsum, Bewegungsmangel, Hochdruck, Diabetes, genetische Ursachen uvm.

Die Morbidität der KHK stellt eine ungeheure Belastung für jedes Sozialversicherungssystem dar. Aus diesem Grund werden derzeit große Bestrebungen unternommen, die Früherkennung von Patienten mit suspek-

ter KHK und Hochrisikopatienten zu verbessern.

Ein diagnostischer Ansatz liegt in der **Erkennung und Quantifizierung von Koronarkalk**, dem Ausdruck der koronaren Arteriosklerose. Die Pionierarbeiten von Agatson und Mitarbeitern haben – unter Verwendung älterer Hard- und vor allem Software-CT-Technologien – den Koronarkalk von klinisch symptomlosen und klinisch symptomatischen KHK-Patienten bestimmt. Ein eminenter Nachteil der verwendeten bisherigen Technologien bestand in der mangelhaften Reproduzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse bei Kontroll-Untersuchungen.

Mit Hilfe der Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT (für diese Untersuchungen ist die 4-Schicht CT essentiell) kann die Herausforderung der Koronarkalkquantifizierung durch einen vollkommen neuen diagnostischen Ansatz seriös angenommen und (bisher zurecht) skeptische Meinungen aus kardiologischen Kreisen somit ausgeräumt werden. Durch gleichzeitige Erfassung von 4 x 1,0 mm dicken Schichten



während einer Diastole (500 Millisekunden entspricht der Aufnahmezeit) werden nun höchstauflösende bewegungsfreie und somit artefaktfreie Bilder der Herzkrankzgefäße gewonnen. Das oft limitierende Problem einer prospektiven EKG-Triggierung bei Patienten mit Arrhythmien wird durch retrospektive EKG-Analyse und 1 mm dünne Schichtrekonstruktionen minimiert. Durch die Erfassung der Herzkrankzgefäße und der Verkalkung in einem Volumensegment gibt es auch keine signifikanten Abweichungen bei Kontrolluntersuchungen und somit eine hervorragende Reproduzierbarkeit der Methode.

Die Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT stellt außerdem eine neue viel versprechende Methode zur **Erkennung signifikanter Einengungen und/oder Verschlüsse der Koronararterien dar**, welche im Anschluss an die Koronarkalkbestimmung problemlos durchgeführt werden kann. Absolut bewegungsfreie Bilder sind Voraussetzung. Mit hochauflösenden Untersuchungsparametern wie z.B. einer Kollimation von 4 x 1 mm und einem Tischvorschub von 3 mm pro Sekunde sowie einer Röhrendrehung von 500 Millisekunden erhält man hochauflösende Bilder: die Schichtdicke ist geringer als der Gefäßdurchmesser im proximalen und mittleren Segment der Herzkrankzgefäße. Initiale Vergleichsstudien zwischen der Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT und Herzkatheter-Untersuchungen de-

monstrieren das Potential dieser nicht invasiven Untersuchungsmethode. Zumindest der Ausschluss einer signifikanten koronaren Einengung der Herzkrankzgefäße kann mit hoher Sensitivität und Spezivität nachgewiesen werden.

Durch neue Software-Algorithmen kann nun sogar der Stenosegrad in extrem verkalkten Gefäßen oder in Gefäßen mit bereits implantierten Stent verlässlich quantifiziert werden. Durch diese Methode ist die Beurteilung der Herzkrankzgefäße um einen diagnostischen Schritt weiter – erstmals können verlässlich nicht nur signifikante

Stenosen beurteilt werden, sondern auch die Qualität der Stenose (Kalk, Fett, Thrombus) kann gut beurteilt werden. So hat mit der Einführung der Mehrschicht-Spiral-CT die Ära der nicht invasiven Erkennung und Quantifizierung der koronaren Herzerkrankung begonnen: ein wesentlicher Benefit für Patienten als auch für das Sozialversicherungssystem. Weitere prospektive und groß angelegte Studien sind in dieser Fragestellung jedoch notwendig, um das endgültige Potential dieser vielversprechenden Methode zu bestimmen.

BRONCHIALKARZINOM-SCREENING MIT NIEDRIGDOSIS-MEHRSCICHT-CT

Das Bronchialkarzinom ist sowohl bei Männern als auch bei Frauen die häufigste bösartige Erkrankung der westlichen Hemisphäre und fordert unter allen malignen Tumoren die meisten Todesopfer. Die Prävalenz des Bronchialkarzinoms liegt bei 60-70/100.000 Personen. Rauchen gilt schon lange als der bedeutendste Risikofaktor, wobei die Wahrscheinlichkeit, ein Bronchialkarzinom zu entwickeln, mit der Menge der gerauchten Zigaretten zunimmt, allerdings auch von weiteren Faktoren (Schadstoffgehalt, Inhalationstechnik etc.) beeinflusst wird.

Ursache der hohen Mortalität ist

einerseits die große Zahl von Neuerkrankungen am Bronchialkarzinom, andererseits aber auch die ausgesprochen schlechte Prognose. Zumal Bronchialkarzinompatienten lange symptomlos sind, wird das Bronchialkarzinom häufig erst in einem fortgeschrittenem **Stadium (III oder IV)** entdeckt. Die Heilungsrate zum Zeitpunkt der Entdeckung liegt dann bei **5-10 %**, die 5-Jahresüberlebensrate bei 10-15 %. Vergleichsweise steigt die 5-Jahresüberlebensrate bei Erkennung und gezielter Therapie des Bronchialkarzinoms im **Stadium I** auf **70-85 %**.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass der Einsatz dia-

agnostischer Verfahren eine Verlagerung des Diagnosezeitpunktes beim Bronchialkarzinom bewirken, die Therapie in einem früheren Tumorstadium erlauben und hierdurch die Sterblichkeit an diesem Tumor senken könnte. Bronchialkarzinom-Früherkennungsstudien basierend auf konventionellen Tho-



Mehrschicht-Spiral-CT der Lungen mit Darstellung des intrapulmonalen Gefäßbaumes.

raxröntgenaufnahmen und der Sputumzytologie führten zu wenig vielversprechenden Ergebnissen. Rezente Spiral-CT Studien zeigten bereits deutlich bessere Ergebnisse in der Früherkennung von Bronchialkarzinomen; der eminente Nachteil dieser (Ein- oder Zweischicht-) CT-Methode liegt jedoch in der vergleichsweise hohen Strahlenbelastung. Mit der Einführung der Mehrschicht- bzw. 4-Schicht-Spiral-CT ergeben sich neue Dimensionen in der Früherkennung von

Bronchialkarzinomen. Die eminenten Vorteile dieser Methode liegen in der sehr niedrigen Strahlenbelastung bei gleichzeitig sehr schneller Abtastung des Körpervolumens und hoher Bildauflösung.

In unserem Institut verwenden wir derzeit für Bronchialkarzinom-Screeninguntersuchungen folgendes Untersuchungsprotokoll, welches die Aufnahme des gesamten Thorax während einer Atemanhaltepause (ca. 10-15 Sekunden) beinhaltet. Folgende Untersuchungsparameter werden verwendet: Schichtdicke 1 mm, 120 KV und (abhängig vom Körperhabitus) 10-30 Milli-Amperesekunden. Bei einer Röhrenbelastung von 10 Milli-Amperesekunden beträgt die effektive Strahlendosis 0,2 Milli-Sievert, was der Strahlenbelastung einer konventionellen Thoraxröntgenaufnahme in 2 Ebenen äquivalent ist.

Betont werden muss, dass mit der Mehrschicht-Spiral-CT bei gleicher Patientendosis hier überlagerungsfreie, hochauflösende CT-Bilder in 1 mm Schichtdicke (!) gewonnen werden.

Das aktuelle Problem in der Früherkennung des Bronchialkarzinoms und die daraus resultierende Auswirkung auf die Senkung von Morbidität und Mortalität, Verbesserung der Lebensqualität und sozioökonomische Aspekte etc. sind derzeit fehlende randomisierte Langzeiter-

gebnisse. Diese sind erst in ca. 5 Jahren zu erwarten. Bis dahin sollte unser ärztliches Handeln darauf ausgerichtet sein, den individuellen Patienten mit Hilfe dieser Untersuchungsmethode vor einem frühzeitigen Tod durch rechtzeitige Erkennung der Erkrankung zu helfen.

VIRTUELLE CT-BRONCHOSKOPIE: Dank der verbesserten Auflösung der dreidimensionalen Datensätze erbringt die Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT auch eine verbesserte Darstellung des Tracheobronchialsystems. Selbst kleinste Bronchien sind erkennbar; die Differenzierung zwischen normalen und ektatischen Bronchien ist wesentlich leichter geworden, die Grenzgröße der erkennbaren Stenosen und tumorösen Infiltrationen hat abgenommen. Die virtuelle Bronchoskopie, bisher begrenzt auf das zentrale Tracheobronchialsystem, lässt sich jetzt auch auf kleine segmentale und sogar subsegmentale Bronchien anwenden. Die klinische Wertigkeit der virtuellen Bronchoskopie ist allerdings noch nicht ausreichend geklärt, sie sollte daher komplementär zu anderen Darstellungsverfahren wie z.B. der multiplanaren Rekonstruktion zum Einsatz kommen. Im Gegensatz zur endoskopischen Bronchoskopie ist der „virtuelle“ Zugang mittels Mehrschicht (4-Schicht)-Spiral-CT nicht invasiv, gibt Aufschluss über das distal der Stenose gelegene Bronchialsystem und über die angrenzenden Lungenstrukturen.

KOLOREKTALES KARZINOM – VIRTUELLE MEHRSCHICHT-CT-COLONOSKOPIE

Nach dem Bronchialkarzinom ist das kolorektale Karzinom die zweithäufigste Todesursache von Krebserkrankungen in der westlichen Welt. Die Inzidenz des kolorektalen Karzinoms ist bei Patienten mit familiärer Belastung deutlich höher. Die frühzeitige Erkennung solcher Hochrisikopatienten wäre sowohl wertvoll als auch kosteneffektiv. Die enge Beziehung zwischen adenomatösen Polypen und dem invasiven kolorektalen Karzinom (Adenom-Karzinom Sequenz) ist ätiologisch weitgehend akzeptiert. **Früherkennungsprogramme** bei symptomlosen Adenomträgern haben eine bis zu 50%ige Reduktion der Krebsmortalität aufgezeigt. Bisher verwendete Vorsorgeuntersuchungen weisen jedoch einige Nachteile auf. Der okkulte Blutnachweis im Stuhl hat methodischerweise viele Schwächen. Die Nachteile der Irrigoskopie sind neben dem Patientendiskomfort unter anderem auch relativ hohe Kosten, hohe Strahlenbelastung sowie die sehr variable, untersucher- und untersuchungsabhängige Aussagekraft. Die Endoskopie – zweifelsfrei der Goldstandard in der detaillierten Beurteilung des Dickdarms – bringt ebenfalls einige Nachtei-

le mit sich: die Invasivität (hoher Patientendiskomfort) und das nicht vernachlässigbare Komplikationsrisiko (z.B. Perforation). Verglichen mit den bisherigen oben genannten Techniken bietet die virtuelle Darstellung des Dickdarms mit Hilfe der Mehrschicht-Spiral-CT (**virtuelle Colonoskopie**) eine mögliche Alternative. Die schnelle Untersuchungszeit (ca. 15 Sekunden), die minimale Invasivität (rektale Luftinsufflation), geringe Strahlenbelastung und vergleichsweise niedri-



ge Kosten machen die Methode sehr interessant. In unserem Institut wird das gesamte Abdomen mit einer Kollimation von



Mehrschicht-Spiral-CT des Dickdarms bzw. virtuelle Mehrschicht-CT-Colonoskopie mit Darstellung einer polypösen Läsion im Colon transversum (weißer Bildpfeil).

4 x 1 mm und einer Schichtdicke von 1,25 mm untersucht. Dies resultiert in einer extrem hohen Bildauflösung (sog. isotropes Voxel) mit deutlich verbesserter 2-D- und 3-D-Bilddarstellung im Vergleich zu bisherigen (Ein- oder Zweischicht) CT-Untersuchungen. Mit dieser Methode können sessile Polypen ab einer Größe von 7 mm mit grosser Treffsicherheit

erkannt werden. Damit ist auch eine klinische Relevanz gegeben, zumal Polypen unter einer Größe von 5 mm ein vernachläss-

sigbar geringes Entartungsrisiko aufweisen (0,1 %). Hoher Kostenaufwand und eine extrem aufwendige Nachverarbeitung (3-D-Rekonstruktionen) waren bisher Grund genug, die Methode nur in großen amerikanischen und europäischen Kliniken anzuwenden. Die Nachteile der Methode liegen in der fehlenden Interventionsmöglichkeit (keine Biopsiemöglichkeit) und der möglichen Fehlinterpretation von Kotresten oder sog. flachen Adenomen. Von Bedeutung ist jedoch, dass durch das Potential dieser neuen Methode eine Stratifizierung der Patienten (Endoskopie notwendig ja oder nein) vorgenommen werden kann.



Impressum

Für den Inhalt verantwortlich:

Univ. Doz. Dr. Klaus W. Preidler, Univ. Doz. Dr. Dieter H. M. Szolar
 Weblinger Gürtel 25, 8054 Graz-Straßgang
 Tel. +43(316)2477, Fax +43(316)2477-24
 e-mail: radiologie@diagnostikum-graz.at; www.diagnostikum-graz.at
 Privat und alle Kassen

Herstellung:

Jost Druck & Medientechnik, A-8940 Liezen, www.jostdruck.com

Siemens **medical**
Solutions that help

Sprechen Sie mit uns:
E-Mail: imaging@siemens.at
 oder besuchen Sie uns im Internet:
www.siemensmedical.com