

Leitlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Computertomographie

- Aufgrund der Beschlüsse des Vorstands der Bundesärztekammer vom 10. April
1992 -

Bundesärztekammer

Vorwort

Die Leitlinien zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik, die vor 4 Jahren vom Vorstand der Bundesärztekammer verabschiedet wurden und sich in der Zwischenzeit in der Praxis bewährt haben, werden jetzt durch Leitlinien für die Computertomographie ergänzt. Die Darstellung überlagerungsfreier Querschnittsbilder der einzelnen Körperabschnitte im Computertomogramm liefert für das ärztliche Handeln diagnostisch wichtige und sonst zum Teil nicht erreichbare Informationen. Die Projektionsmessungen der Schwächungsunterschiede der Strahlung, ihre rechnerische Verarbeitung und eine differenzierte Bildgebung erfordern eine stetige technische Überwachung. Die Untersuchungstechnik, speziell die Wahl der Aufnahmeparameter, muß die Größe der Strahlenexposition berücksichtigen.

Die ärztlichen Qualitätsanforderungen für die Computertomographie beschreiben die charakteristischen Bildmerkmale, welche die organotypischen Strukturen und Dichteunterschiede darstellen, die wichtigen Bilddetails und feinen Dichtemuster sowie die kritischen Bildelemente, die für die Erfassung initialer und feiner pathologischer Veränderungen die Voraussetzung sind. Die Kriterien der Bildqualität fassen den derzeitigen medizinischen Standard der Computertomographie allgemein zusammen.

Die Hinweise zur Untersuchungstechnik machen Angaben über die Aufnahmeparameter, die Rekonstruktion der CT-Werte, die geeignete Fenstereinstellung und die Bilddokumentation, die zur geforderten Bildqualität führen. Die physikalischen und technischen Kenngrößen geben die für die Qualitätssicherung wichtigen Parameter an, die in Abnahme- und Konstanzprüfungen als Maßnahmen der Qualitätssicherung festgelegt und kontrolliert werden.

Der Katalog der diagnostischen Qualitätsforderungen und die Empfehlungen zur Untersuchungstechnik sollen den anfordernden und untersuchenden Ärzten Hinweise zur Optimierung der Computertomographischen Untersuchung geben. Die Kenntnis der zu erwartenden Bildinformation ist eine entscheidende Voraussetzung für eine kritische Indikationsstellung, die bei der relativ hohen Strahlenexposition besonders zu beachten ist.

Die Leitlinien beschreiben die diagnostischen Kriterien und allgemeinen Prinzipien der Computertomographie. Von ihnen kann bei besonderer Indikation oder zur Minimierung der Strahlenexposition des Patienten abgewichen werden.

Die ärztlichen Qualitätsanforderungen und die Angaben zur Untersuchungstechnik und Dokumentation dienen auch den ärztlichen Stellen als Grundlage ihrer Beurteilung und ihrer Empfehlungen. Die Erfahrungen mit den Leitlinien der Computertomographie sollen gesammelt und später kritisch gewertet werden.

Prof. Dr. med. Hans-Stephan Stender, Vorsitzender des Arbeitskreises IV
"Radiologie" des Ausschusses "Qualitätssicherung ärztlicher Berufsausübung" der
Bundesärztekammer

Leitlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Computertomographie

- Aufgrund der Beschlüsse des Vorstands der Bundesärztekammer vom 10. April 1992 -

Präambel

Adäquate Bildqualität und optimaler Strahlenschutz erfordern in der Computertomographie eine exakte ärztliche Indikationsstellung, eine zielorientierte Abstimmung der Untersuchungstechnik auf die angestrebte Information und eine Minimierung der Strahlenexposition.

Die Computertomographie erstellt transversale Schichtaufnahmen (Computertomogramme), die differenzierte Körperquerschnitte abbilden. Die Computertomogramme sind nicht die direkte Aufzeichnung der Intensitätsverteilung wie in einem Projektionsradiogramm, sondern die bildliche Rekonstruktion von Projektionsmessungen der Schwächungsunterschiede, die über Rechenprozesse der Faltung und Rückprojektion erfolgt. Dabei ordnet ein Computer rechnerisch den Punkten einer Bildmatrix Werte zu, die auf einem elektronischen Sichtgerät in ein Grautonbild umgesetzt werden.

Im Computertomogramm werden die in der Schicht gelegenen Gewebe mit ihren anatomischen Strukturen weitgehend objektgerecht in einer hohen Dichtedifferenzierung dargestellt.

Die Bildqualität hängt vor allem von der Strahlendosis, der Zahl der Projektionen, der Schichtdicke, den geeigneten Faltungskernen, der organbezogenen Fenstereinstellung sowie von der Kürze der Meßzeit ab. Die Beschriftung der einzelnen Schichten muß übersichtlich, zweckmäßig angeordnet und gut lesbar sein.

Die Fehlermöglichkeiten sind bei diesem Verfahren größer als in der allgemeinen Röntgendiagnostik. Die Maßnahmen der technischen und diagnostischen Qualitätssicherung haben daher besondere Bedeutung, wenn eine ausreichende ärztliche Information mit einer vertretbar geringen Strahlenexposition des Patienten erreicht werden soll.

Ärzte, die die Computertomographie verantwortlich durchführen, müssen umfassende Kenntnisse und Erfahrungen in der Indikation, Untersuchungstechnik, Auswertung und Beurteilung der Computertomographie der verschiedenen Körperregionen besitzen. Voraussetzung für eine eigenverantwortliche Tätigkeit in der Computertomographie sind eingehende Erfahrungen in der allgemeinen Röntgendiagnostik und Kenntnisse in den anderen bildgebenden Verfahren. Die weiterbildungsrechtlichen Voraussetzungen für die Computertomographie müssen erfüllt sein.

Ärztliche Qualitätsanforderungen

Die ärztlichen Qualitätsanforderungen orientieren sich an den Darstellungsmöglichkeiten der Computertomographie und zielen auf die Beantwortung klarer Fragestellungen. Der ärztlichen Beurteilung liegen die zusammengefügt aneinandergrenzenden Schichten zugrunde, die ein übersichtliches Bild des untersuchten Körpervolumens geben.

Die Qualitätskriterien dieser Schichtbilder umfassen:

1. charakteristische Bildmerkmale
2. wichtige Bilddetails und
3. kritische Bildelemente.

Die *charakteristischen Bildmerkmale* beschreiben die anatomischen organotypischen Strukturen und gewebebedingten Dichteunterschiede, die durch geeignete Faltungskerne und organbezogene Fenstereinstellungen gut erkennbar dargestellt sind.

Wichtige Bilddetails bezeichnen die feinen Strukturen und Dichtemuster, deren Erkennbarkeit für die diagnostische Beurteilung von Bedeutung ist und die durch eine geeignete Technik abgebildet sein sollen.

Die *kritischen Bildelemente* heben die Bildstrukturen und Dichteunterschiede hervor, die für die Erfassung diskreter pathologischer Veränderungen Voraussetzung und für die Qualität der computertomographischen Untersuchung wesentlich sind.

Die Qualität des Computertomogramms (CT-Bildes) und die Optimierung des diagnostisch auswertbaren Inhaltes werden durch zahlreiche Parameter von der Signalaufbereitung über die Meßwertvorverarbeitung, Filterung, Rückprojektion, Fensterung, Bilddarstellung bis zur Bilddokumentation beeinflusst. Im Hinblick auf die erwarteten diagnostischen Informationen und den optimalen Strahlenschutz werden Mindestanforderungen für die Untersuchung der verschiedenen Organe und Körpergebiete beschrieben. Vom dargestellten Standard kann in begründeten Fällen abgewichen werden.

Hinweise zur Untersuchungstechnik

Die Nutzung der diagnostischen Möglichkeiten der Computertomographie und die Erfüllung der Qualitätsanforderungen zwingen zum Einsatz einer gut abgestimmten Untersuchungstechnik, die in ihren allgemeinen Prinzipien aufgeführt werden soll. Dabei ist in der Regel die spezielle ärztliche Fragestellung für das gewählte technische Vorgehen bestimmend.

I. Lagerung und Einstellung

Der zu untersuchende Körperabschnitt muß exakt festgelegt werden. Die Lagerung des Patienten erfolgt in reproduzierbarer Weise. Das Meßfeld soll dem zu untersuchenden Körperquerschnitt angepaßt werden. Die Position wird durch ein Computerradiogramm (Übersichtsbild) exakt festgehalten. Die geplanten Schichtaufnahmen können in ihm markiert werden.

II. Aufnahmeparameter

Die Aufnahmespannung liegt in der Regel um 125 kV (85 — 140 kV). Das Strom-Zeit-Produkt (mAs) ist abhängig vom Untersuchungsobjekt und dem diagnostisch tolerablen Rauschen. Es befindet sich in der Regel zwischen 60 und 600 mAs. Aus Gründen der Strahlenexposition sollte es möglichst niedrig gewählt werden.

Die Aufnahmeparameter müssen allgemein so gewählt werden, daß das Bildelementrauschen die Erkennbarkeit von diagnosewichtigen Strukturen und Dichtedifferenzen nicht wesentlich einschränkt.

III. Strahlendosis

Die Strahlendosis wird frei in Luft in der Drehachse des Systems bei allen verwendeten Spannungen, Filterwerten und Schichtdicken mit voller Rotation gemessen. Dabei wird zunächst das Längendosisprodukt mit einer mindestens 10 cm langen Ionisationskammer ermittelt. Aus dem Längendosisprodukt wird dann durch Division mit der normierten Schichtdicke die Dosis in der Systemachse bestimmt (s. DIN 6868 Teil 53). Diese Dosis darf nicht mehr als 50 mGy betragen.

Die Dosis in der Systemachse ist ein von den Betriebsbedingungen abhängiger Meßwert, der als Basis zur Berechnung der Organdosen mit den entsprechenden Konversionsfaktoren dient.

IV. Schichtgeometrie

Die Dicke der Schicht, die einem CT-Bild zugrunde liegt, kann zwischen 1 und 10 mm betragen. Bevorzugte Einstellungen zur übersichtlichen Darstellung eines Körperabschnittes sind Schichtdicken von 4 bis 8 mm, bei speziellen Fragestellungen, insbesondere zur Abbildung von feinen Details, beträgt die Schichtdicke 1 bis 2 mm.

Für Übersichtsdarstellungen sind aneinandergrenzende Schichten zu wählen. Das Gleiche gilt für die Aufzeichnung regionaler Feinstrukturen im hochauflösenden Computertomogramm. Einzelne lokale Schichten von 1 bis 2 mm Dicke zur Ergänzung der Übersichtsschichten liefern infolge einer besseren Ortsauflösung in Richtung der Längsachse des Patienten Einblick in die Strukturfeinheiten. Die Anzahl der Schichten hängt von der ärztlichen Fragestellung und der Anatomie ab. Die Neigung der Schichtebene muß den anatomischen Gegebenheiten angepaßt werden.

V. Bilddarstellung

Das aus den Meßwerten rekonstruierte CT-Bild wird in einer zweidimensionalen Matrix von CT-Werten (Matrixgröße bis 1024^2) dargestellt. Im Monitorbild werden diesen Werten dann Grautöne zugeordnet. Zur Rekonstruktion können verschiedene Faltungskerne eingesetzt werden. Von dem untersuchten Körperteil und der ärztlichen Fragestellung hängt es ab, ob ein leicht glättender, ein konturverstärkender oder ein spezieller Faltungskern gewählt wird. Rauschglättung oder Feinstrukturakzentuierung beeinflussen die diagnostische Aussagemöglichkeit. Für die einzelnen Gewebe und Körperregionen bieten organbezogene Rekonstruktionsparameter günstige Voraussetzungen.

Die vergrößerte Darstellung von bestimmten Bereichen des Meßfeldes durch wählbare Zoomfaktoren schränkt den auflösungsbegrenzenden Einfluß der Bildmatrix ein.

Die Dichte einer umschriebenen Region kann zur Bildanalyse gemessen und als Mittelwert angegeben werden.

Bei primär isodensen oder in der Dichte schwer abzugrenzenden Gewebearten und Organstrukturen ist eine Differenzierung durch Kontrastmittelgabe herbeizuführen (z.B. Verdauungstrakt, Gefäße, parenchymatöse Organe, Tumoren).

VI. Fenstertechnik

Die Schwächungswerteskala umfaßt CT-Zahlen von +3000 bis -1000 Hounsfield-Einheiten (HE), die bei der Bilddarstellung in 10 bis 30 graduierte Graustufen übertragen werden können. Dabei hängt die Zahl der Dichtewerte pro Grauton von der Fensterbreite ab. Die Fenstertechnik ist eine Methode, die einen kleinen

Ausschnitt der CT-Werte, den diagnostisch interessierenden Bereich, in der Grauskala von Schwarz bis Weiß abbildet und so zu einer Kontrastanhebung führt. Die einzelnen Organe und Gewebe sind bei einer charakteristischen Fensterlage und Fensterbreite optimal darzustellen und zu beurteilen. Speziell bei pathologischen Veränderungen müssen aber die Fensterlage und die Fensterbreite variiert werden, da so die anfallenden Informationen erweitert werden. Die Bilddokumentation mit Standardeinstellungen reicht diagnostisch oft nicht aus.

VII. Bilddokumentation

Die Wiedergabe des im Fenster enthaltenen CT-Wertebereiches erfolgt meist linear, seltener nichtlinear mit spezieller Kennlinie (look-up-table). Die Darstellungsmatrix besitzt üblicherweise bis zu 1024^2 Bildelemente.

Die Dokumentation mit einer Video- oder Laserkamera auf Film muß die Grauwerte bei geeigneter Bildrekonstruktion und Fensterung mit möglichst geringem Informationsverlust wiedergeben. Die Formatgröße der Filmdokumentation ist so zu wählen, daß die Feinstrukturen und geringen Dichteunterschiede übersichtlich und gut erkennbar abgebildet sind. Die lückenlos dokumentierten Schichtbilder einer Untersuchungsserie stellen alle für die Beurteilung wichtigen Untersuchungsschritte dar und sind nach Bedarf durch Ausschnittsvergrößerungen zu ergänzen.

Eine Kontrastmittelgabe ist mit der Art der Verabreichung und der Menge auf dem Film aufzuzeichnen.

VIII. Artefakte

Artefakte sind veränderte Muster oder nicht stochastische Störungen im rekonstruierten Bild, die im Objekt nicht vorhanden sind. Sie werden in der Regel verursacht vom untersuchten Patienten (Bewegungsartefakte, Partialvolumeneffekte, Aufhärtungseffekte u.ä.) oder durch das Meßsystem (fehlerhafte Meßwerterfassung, Detektorempfindlichkeitsänderung, Projektionsfehler, Kalibrierfehler, Rekonstruktionsfehler). Die Bildartefakte behindern die visuelle, vor allem aber auch die quantitative Auswertung der Computertomogramme .

IX. Quantitative Computertomographie

Die quantitative Computertomographie liefert relative und absolute Werte der Dichte der Gewebe. Voraussetzung ist, daß CT-Geräte eingesetzt werden, die über eine hohe Genauigkeit, gute Linearität, Homogenität und Reproduzierbarkeit der CT-Zahlen verfügen.

Die quantitative Bestimmung des Mineralgehaltes des Knochens ermöglicht die getrennte Messung von spongiösem und kompakten Knochen mit einer ausreichenden Genauigkeit.

Physikalische und technische Kenngrößen

Die CT-Bilder sind das Ergebnis des Zusammenwirkens komplexer technischer und mathematischer Systeme. Dabei muß gewährleistet sein, daß die CT-Zahlen ortsunabhängig ein konstantes Verhältnis zu den gemessenen Schwächungswerten aufweisen und das berechnete Bild die feinen Dichtedifferenzen (Kontrastauflösung) und Detailveränderungen (Ortsauflösung) objektgerecht wiedergibt.

Um exakte Computertomogramme zu erstellen und die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, müssen die Parameter der Bildqualität festgelegt und überprüft werden (s. DIN 6868, Teil 6 und 53).

1. Die **Richtigkeit** der CT-Zahl wird mit einem Prüfkörper in einem Tomogramm, das mit den praxisüblichen Betriebswerten und Rekonstruktionsalgorithmen erstellt wurde, überprüft. Die CT-Zahl ist allgemein von der Röhrenspannung, Strahlenfilterung und Objektstärke unabhängig. Die gemessene CT-Zahl von Wasser soll 0 ± 4 HE betragen.
2. Die **Linearität**, die den linearen Zusammenhang zwischen der errechneten CT-Zahl und dem linearen Schwächungskoeffizienten im Objekt wiedergibt, ist für die richtige Wertung, vor allem aber für die Genauigkeit der quantitativen Computertomographie entscheidend. Die Abweichung soll ± 5 CT-Zahlen nicht überschreiten.
3. Die **Homogenität** fordert, daß die CT-Werte eines homogenen Objektes in den verschiedenen Objektabschnitten in engen Grenzen gleich sind. So soll der Betrag der Differenz der CT-Zahlen zwischen einer peripheren und zentralen Fläche eines Prüfkörpers ≤ 8 sein.
4. Das **Bildelementrauschen** ist die örtliche Schwankung der CT-Zahlen einzelner Bildelemente. Es hat großen Einfluß auf das räumliche Auflösungsvermögen bei niedrigem Kontrast. Das Rauschen hängt vor allem von der Strahlendosis ab. Eine Reduktion des Rauschens auf die Hälfte erfordert eine Dosiserhöhung auf das 4fache. Auch eine Verkleinerung der Schichtdicke macht, wenn eine Erhöhung des Rauschens vermieden werden soll, eine deutliche Dosiserhöhung notwendig.

Das Bildrauschen nimmt bei Anwendung eines leicht glättenden Faltungskernes bei gleichzeitiger Minderung der räumlichen Auflösung ab, während die Auflösung bei niedrigem Kontrast dabei steigt. Das Bildelementrauschen soll in einer Region von ca. 10% der Schnittfläche des Prüfkörpers gemessen werden. Die ärztliche Fragestellung und die notwendige Bildqualität müssen entscheiden, welche Größe des Bildrauschens und welche dazu reziproke Patientendosis vernünftigerweise akzeptabel sind.

5. Räumliche Auflösung bei hohem und niedrigem Kontrast

Beide Kenngrößen sind voneinander abhängig und für die Bilddarstellung von diagnostisch wichtigen Strukturen und die Bildqualität bestimmend.

Die **räumliche Auflösung bei hohem Kontrast** gibt an, welche Details in der Schichtebene bei Kontrasten $> 10\%$ dargestellt werden. Sie wird beeinflusst durch den Faltungskern, die Detektorgröße, die Breite des Transmissionsstrahls im Objekt, den Objekt-Detektorabstand, die Größe des Brennflecks der Röntgenröhre und die Matrixgröße.

Die **räumliche Auflösung bei niedrigem Kontrast (Kontrastauflösung)** gibt an, welche Details mit nur geringem Dichteunterschied zur Umgebung noch erkennbar abgebildet werden können. Das Rauschen begrenzt die Kontrastauflösung entscheidend. Mit einem Kontrast-Detail-Diagramm kann die Wahrnehmungsschwelle für den Nachweis von Kontrast und Detailgröße exemplarisch ermittelt werden. Dabei ist auch der Einfluß des Faltungskernes und der anderen Aufnahmeparameter festzustellen. Die Dosis und das von ihr abhängige Bildrauschen beeinflussen stark die Niedrigkontrastauflösung.

Als Richtwerte für die Auflösung bei bestimmtem Kontrast gelten bei einer Dosis von etwa 30 mGy, gemessen frei Luft in der Systemachse, folgende Größen (DIN 6868, Teil 53):

Räumliche Auflösung bei mehr als 10% Kontrast:
kleinstes erkennbares Strukturelement:

im Schädel-CT $\leq 0,8$ mm

im Ganzkörper-CT $\leq 1,2$ mm

Räumliche Auflösung bei 0,5% Kontrast:
kleinstes erkennbares Strukturelement:

im Schädel-CT ≤ 7 mm

im Ganzkörper-CT ≤ 12 mm

Zur weiteren Analyse der räumlichen Auflösung bei einem bestimmten Kontrast kann als spezielle Methode die Modulationsübertragungsfunktion (MÜF) bestimmt werden.

6. Schichtdicke

Die Schichtdicke wird bestimmt in der Mitte des Meßfeldes als Abstand der beiden Punkte, bei denen die Bildfunktion auf 50% abgesunken ist. Wegen des Einflusses der Schichtdicke "S" auf die Detaildarstellung dürfen bestimmte Dickeabweichungen nicht überschritten werden, z.B. bei einer Schichtdicke ≥ 8 mm ist die Grenzabweichung $\pm 10\%$ zulässig. Bei Schichtdicken ≤ 8 mm aber ≥ 2 mm sind $\pm 25\%$ und bei Schichtdicken ≤ 2 mm sind Abweichungen von $\pm 50\%$ tolerabel (DIN 6868, Teil 53).

Wegen der deutlich höheren Dosis bei kleinen Schichtdicken für ein vorgegebenes Rauschen ist stets eine strenge Indikationsstellung für die hochauflösende Computertomographie erforderlich.

Schematische Übersicht der Qualitätssicherung in der Computertomographie

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1. Anfertigung eines **Computerradiogramms (Übersichtsbildes)** des zu untersuchenden Körperabschnittes zur orientierenden Darstellung, Lokalisationshilfe sowie Einstellung und Markierung der Schichtebenen.
2. **Übersichtsdarstellung** in lückenlosen Computertomogrammen mit den diagnostisch wichtigen Dichteunterschieden und Organstrukturen des Körperabschnittes.
3. **Spezielle Darstellung** der Organe und Gewebe eines Körperabschnittes mit Unterscheidung in
 - **Bildmerkmale**, die regionale Dichteunterschiede und organtypische Strukturen beschreiben
 - **wichtige Details**, die die diagnoserelevanten Feinstrukturen und Dichtemuster aufführen
 - **kritische Elemente**, die als Bildinhalt für die diagnostische Erkennung feiner Veränderungen bedeutsam und für die Qualität der computertomographischen Untersuchung wesentlich sind.

II. Angaben zu Untersuchungstechnik und Dokumentation

- **Computerradiogramm (Übersichtsbild)** zur Einstellung, Festlegung und Markierung der Schichtebenen

- **Lagerung des Patienten und Einstellung der Gantry** (Gantrystellung in Winkelgraden angeben); Angabe der Liegendposition
- **Fakultative Kontrastmittelgabe:** Kontrastfüllung des Verdauungstraktes (oral oder rektal) und von Hohlorganen oder Hohlräumen, Kontrastmitteldarstellung von Gefäßen und Parenchym durch Bolusinjektion oder i.v.-Infusion
- **Aufnahmespannung** als Spitzenwert der Röhrenspannung (kVp), Gesamtfilterung in mm Al-Gleichwert, Strom-Zeit-Produkt (mAs).
- **Meßzeit** in Sekunden
- **Schichtdicke** in mm, hochauflösende Technik ≤ 2 mm
- **Schichtfolge**, lückenlos oder in regelmäßigen bzw. unregelmäßigen Abständen
- **Gesamtzahl der Schichten**
- **Fenstereinstellung**
Fensterlage in HE
Fensterbreite in HE
- **Bildrekonstruktion**
Rekonstruktionsparameter, organspezifische Parameter, Faltungskern, Zoomfaktor
- **Bildnachverarbeitung**
Vergrößerung, Histogramm, Dichteprofilsschnitt, Zeitdichtekurve, ROI-Technik.
Bildsubtraktion, Bildaddition, sekundäre Rekonstruktionen in sagittaler oder koronarer Schnittebene, 3D-Rekonstruktionen.
- **Bilddokumentation** auf Film (Videokamera, Laserkamera) in den diagnostisch wichtigen Graustufenbereichen. Einzelbildgröße, Format der Bildserie und Anzahl der Bilder müssen eine nachträgliche einwandfreie Beurteilung ermöglichen
- **Bilddokumentation** der aufnahmetechnischen und personenbezogenen Daten: **Patientenidentifikation** (Name, Geburtsdatum, überweisende Institution), Institutsidentifikation, untersuchungstechnische Angaben: Position der Schichtebene, Schichtdicke Bildnummer, Fensterbreite, Fensterlage, Belichtungsdaten, Meßzeit, Kontrastmittelgabe

- Die Dosis, gemessen frei in Luft in der Systemachse, ist unter Beachtung einer ausreichenden Bildqualität möglichst niedrig zu wählen. Sie darf 50 mGy nicht überschreiten.
- **Spezielle CT-Techniken:** Dynamisches CT, Spiral-CT, Xenon-CT, quantitatives CT, 2-Spektrentechnik.

Katalog diagnostischer Qualitätskriterien und Angaben zur Untersuchungstechnik

Thorax

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1. **Computerradiogramm (Übersichtsbild)** mit Aufzeichnung der Schichtebenen.
2. **Übersichtsdarstellung des Thorax**
 - Ausnutzung des ganzen Meßfeldes
 - Abbildung von der Thoraxspitze bis zum dorsalen Zwerchfellrecessus im "Lungen- und Weichteilfenster"
 - Gleichbleibende Atemlage, in der Regel in Inspiration
 - Lückenlose Schichtfolge
 - Abhängig von der Fragestellung sind Schichtdicke, geeignete Fensterung, Faltungskerne, Meßfeldausschnitte und Teilbereichsrekonstruktionen (Zoomfaktor) zu wählen
 - Zur Differenzierung der Gefäße von der Umgebung erfolgt eine der Fragestellung angepaßte KM-Injektion
 - Zur Bestimmung der wahren Größe eines Details Wahl eines möglichst engen Fensters
 - Variation der Fenstereinstellung zur Dichte- und Strukturdifferenzierung der verschiedenen Gewebe und Organe
 - Keine Darstellung in der sogenannten Doppelfenster-Technik

3. Spezielle Darstellungen

a) Lunge

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der Lungengefäße bis in die Peripherie und der Bronchien mit ihren Verzweigungen verlaufsabhängig im Lungenkern
- Lungendichte abhängig von der Atemlage
- Differenzierung der Hilusstrukturen (Gefäße, Bronchien und Lymphknoten) durch ausreichende Kontrastmittelgabe zur Anhebung des Gefäßkontrastes
- Abgrenzung im Pleuralbereich: kostal, mediastinal, diaphragmal

Hochauflösende Computertomographie:

(Schichtdicke ≤ 2 mm, kantenbetonter Faltungskern):

Lobuläre Arterien, interlobuläre Septen, interstitielle Verdickungen, praelobuläre Bronchien

Wichtige Bilddetails:

(bei Größenbeurteilung Partialvolumeneffekt beachten)

- Rundlicher Einzelschatten < 2 mm

Kritische Bildelemente:

- kleine periphere Gefäße
- noduläre Verdichtungen (Größe, Lage, Anordnung)
- intranoduläre Verkalkungen
- Bronchuswandverdickungen und Bronchuserweiterungen
- Hohlräume mit der Art der Begrenzung
- Anordnung der Pleuraverdickungen.

b) Mediastinum

Charakteristische Bildmerkmale:

- Erkennung der pleuro-mediastinalen Grenzen
- Vorderes Mediastinum mit supraaortalen Arterien, der V. cava superior mit den brachiocephalen Ästen und V. azygos
- Aorta ascendens und descendens (Lage, Weite, Wand, intraluminale Struktur)
- Arteria pulmonalis mit rechtem und linkem Hauptast
- Trachea mit Hauptbronchien und Verzweigungen
- Lymphknoten insbesondere paratracheal, retrosternal, paravertebral
- Differenzierung Gefäß vs. Lymphknoten durch KM-Bolusinjektion
- Erkennbarkeit von Oesophagus, perioesophagealem und retrokardialem Gewebe, retrosternalem Gewebe und paravertebralem Raum
- Zwerchfell und Zwerchfellschenkel

Wichtige Bilddetails:

5 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Kleine mediastinale Verdichtungen, Weite und Wand der Gefäße
- Dichteunterschiede in den Gefäßen
- Trachea mit paratrachealem Gewebe
- Trachealbifurkation mit Lymphknotenregionen
- Paravertebrale und retrosternale Verdichtungen

c) Thoraxwand

Charakteristische Bildmerkmale:

- Pleura, pleurale Grenzen, Knochenstrukturen von Rippen und Sternum, Weichteile mit Muskulatur

d) Herz

Charakteristische Bildmerkmale:

- Abgrenzung der Herzkontur, epikardiales Fettgewebe, parakardialer Bereich, Dicke der Herzwände und Septen
- Bei spezieller Fragestellung bolusartige KM-Injektion mit rascher Schichtfolge: Einblick in Größe und Form der Herzhöhlen, Darstellung von Verlauf und Dicke des Septum interventriculare
- Herzwanddicke

II. Angaben zu Untersuchungstechnik und Dokumentation

- Lagerung und Einstellung: zentrische Rückenlage (selten auch Bauch- oder Seitenlage)
- Computerradiogramm (Übersichtsbild) mit Markierung der Schichtebenen
- Kontrastmittel zur Darstellung der Gefäße und ihrer Differenzierung
- Aufnahmespannung 120 — 140 kV, mAs: angepaßt an Fragestellung
- Meßzeit: < 5 sec
- Schichtdicke: 8 (4 — 10) mm, hochauflösendes CT: 1 — 2 mm
- Schichtfolge: lückenlose Schichten
- Fensterlage, lufthaltige Lunge -800 bis -400 HE, Weichteile +4 bis +60 HE, Fensterbreite, lufthaltige Lunge 800 bis 2500 HE, Weichteile 400 bis 600 HE, Fensterlage, Mediastinum +40 bis +60 HE,
Fensterbreite 400 bis 600 HE,
Bilddarstellung: bis zu 1024²,
Hochauflösende CT (HR-CT) in der Regel 512² bis 1024² Matrix, Zoomfaktor 2,5 bis 5
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: lückenlose Bildserie im Lungen- und Weichteilfenster
- Spezielle Techniken: dynamisches CT

Abdomen

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1. **Computerradiogramm (Übersichtsbild)** des Abdomens mit Markierung der Schichtebenen

2. **Übersichtsdarstellung** des Abdomens

— Von der Zwerchfellkuppel bis zum Beckenboden mit lückenlosen Schichten in möglichst gleicher Atemlage

— Abhängig von der Fragestellung Begrenzung auf einen Teil des Abdomens

— Zur besseren Unterscheidung der Strukturen: Orale Kontrastierung des Magens, Dünn- und Dickdarms

— Fensterwahl zur organbezogenen Dichtedifferenzierung und Erfassung der Organ Grenzen von Leber, Gallenblase, Milz, Pankreas, Nieren, Nebennieren, Prostata, Harnblase

Differenzierung des Retroperitonealraumes mit paravasalem und paravertebralem Gewebe und Lymphknoten

— Erfassung der Aorta abdominalis und der V. cava inferior, des Truncus coeliacus, der Aa. renales, der V. portae, der V. mesenterica

— Darstellung des Beckens mit Genitalorganen, Weichteilen, Gefäßen und Lymphknoten sowie des Beckenskeletts
Differenzierung der Gefäße und Nachbargewebe durch i.v.-Kontrastmittelgabe

— Bauchdecke mit Begrenzungen, Innenstrukturen und Dichtedifferenzen.

Organbezogene Änderung der Fenstereinstellung während des Untersuchungsablaufes zur besseren Dichteauflösung und Strukturerkennung. Die spezielle Untersuchungsstrategie wird durch die Fragestellung bestimmt.

3. Spezielle Darstellung

a) Leber

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der gesamten Leber mit Lobus quadratus und caudatus
- Gleichmäßige Dichte, unterbrochen durch die Struktur von Gefäßen und Ligamenten
- Leberpforte mit Ästen der Pfortader und der großen Gallengänge
- Erkennbarkeit der großen Lebervenen, der Gallenblase mit Wand und Nachbargewebe
- Nach i.v.-KM-Gabe Differenzierung der Gefäße und Verbesserung der Dichteauflösung des Leberparenchyms

Wichtige Bilddetails:

- Strukturen < 3 mm Größe, im Niedrigkontrast 10 mm. (Einschränkungen infolge Atemverschieblichkeit)

Kritische Bildelemente:

- Umschriebene Dichteabweichungen mit Art ihrer Begrenzung
- Erweiterung der Pfortaderäste oder Gallengänge
- Konturunregelmäßigkeiten oder umschriebene Vorwölbungen
- Dichteänderung des Gallenblaseninhaltes und der Gallenblasenwand

b) Milz

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der gesamten Milz mit Milzhilus und Konturen
- Erkennbarkeit der Milzhilusgefäße
- Verhalten zu den Nachbargeweben wie Pankreasschwanz, Magenfundus und Kolon
- Dichteabweichungen in Beziehung zu den Gefäßen

- Erkennung von Nebenmilzen

Wichtige Bilddetails:

5 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Umschriebene und segmentale Dichteänderungen einzeln oder disseminiert
- Veränderungen der Kontur zu den Nachbarorganen

c) Pankreas

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung des gesamten Pankreas mit den Konturen von Pankreaskopf, -körper und -schwanz (abhängig vom retroperitonealem Fettgewebe)
- Abgrenzungen und Identifikation der Nachbarorgane (Magen, Duodenum, Leber, Milz, Nebennieren, Niere)
- Gute Erkennbarkeit des D. choledochus und Duodenums
- Abgrenzung der V. lienalis und der A. mesenterica superior, der V. cava inferior und der V. mesenterica superior
- Nach i.v.-KM-Injektion ausreichende Kontrastierung des Pankreasparenchyms, ggf. dünnere Schichten zur Erfassung des Pankreasganges

Wichtige Bilddetails:

3 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Geringe umschriebene Dichteänderungen
- Erkennbarkeit des D. pancreaticus und choledochus
- Umschriebene Konturänderungen

II. Angaben zur Untersuchungstechnik und Dokumentation

(Leber, Milz, Pankreas)

- Lagerung und Einstellung: zentrische Rückenlage, möglichst gleiche Atemlage
- Computerradiogramm (Übersichtsbild) mit Markierung der Schichtebenen
- Kontrastmittelgabe in der Regel oral zur Kontrastierung von Magen, Dünn- und Dickdarm
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- mAs: organbezogen und abhängig von der Fragestellung
- Meßzeit: < 5 sec
- Schichtdicke: 8 — 10 mm, zur höheren Ortsauflösung 2 — 4 mm
- Schichtfolge: lückenlos
- Fenstereinstellung: Fensterlage: Leber +60 HE, Pankreas +45 HE, Fensterbreite: 200 HE bis 600 HE
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Bildserie der untersuchten Region in den diagnostisch wichtigen Graustufenbereichen, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine zuverlässige Beurteilung erlauben
- Kontrastmittelgabe zur Gefäßdarstellung oder Parenchymdifferenzierung (Bolusinjektion)
- spezielle Techniken: dynamisches CT nach Kontrastmittel-Bolusinjektion.

Nieren, Nebennieren, Retroperitonealraum

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

a) Nieren

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der Nieren mit Randkontur und Nierenpolen
- Homogene Parenchymdarstellung

- Perirenalraum mit Faszien
- Abgrenzung des Nierenbeckens und der Kelche mit peripelvinem Gewebe
- Nierenhilus mit Gefäßen
- Nach Kontrastmittelgabe: Differenzierung in Nierenrinde, Markpyramiden, Nierenbecken und Ureter

Wichtige Bilddetails:

3 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Geringe Dichteunterschiede im Nierenparenchym
- Art der Randkontur der Niere
- Kleine Verdichtungen im peripelvinen und perirenalraum
- Kleine Verkalkungen

b) Nebennieren

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der Nebennieren in ihrer variablen Form in dünneren Schichten (2 — 4 mm)
- Begrenzung und Konturverlauf
- Erfassung der Dichte und umschriebener Dichteänderungen sowie Verkalkungen
- Abgrenzung zu den Nachbargeweben (Niere, Nierengefäße, Pankreas, Milzgefäße, V. cava inferior, perirenales Gewebe)

Wichtige Bilddetails:

5 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Erfassung der Form und Begrenzung der Nebennieren
- Umschriebene geringe Dichteänderungen

c) Retroperitonealraum und große abdominale Gefäße

Charakteristische Bildmerkmale:

- Abbildung des Retroperitonealraumes vom Zwerchfell bis zum Beckenboden
- Erkennbarkeit von vergrößerten Lymphknoten retroperitoneal, paravasal, paravertebral, retrocrural und in der Nachbarschaft von Niere, Leber, Milz und Mesenterium
- Erfassung von Weichteilstrukturen peri- und pararenal, perivascular und praevertebral
- Darstellung der Aorta, des Abganges und des Verlaufes ihrer Äste
- Weitere Differenzierung der Arterien nach Kontrastmittelinjektion im Hinblick auf Wandbeschaffenheit und Lumenweite
- Erfassung der V. cava inferior und ihrer Zuflüsse, insbesondere der Vv. renales

Wichtige Bilddetails:

5 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Differenzierung von kleinen weichteildichten Strukturen (Lymphknoten, Gefäße, nicht kontrastierter Dünndarm)
- Erkennung intraluminaler Gefäßveränderungen

II. Angaben zu Untersuchungstechnik und Dokumentation

(Nieren, Nebennieren, Retroperitonealraum)

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage, keine Gantry-Kippung, möglichst gleiche Atemlage

- Computerradiogramm (Übersichtsbild): übersichtliche Darstellung des gesamten Abdomens mit Markierung der Schichtebenen
- Kontrastmittelgabe: bei Untersuchungen des Retroperitonealraumes ist die orale Kontrastierung des Verdauungstraktes in der Regel notwendig, bei gezielten Untersuchungen der Nebennieren kann darauf verzichtet werden
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV, mAs organbezogen und von der Fragestellung abhängig
- Meßzeit: < 5 sec
- Schichtdicke: 8 — 10 mm (Nebennieren: 2 — 4 mm)
- Schichtfolge: lückenlose Schichten
- Fenstereinstellung: +40 HE, Fensterbreite 120 — 600 HE
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Bildserie der untersuchten Region in den diagnostisch wichtigen Graustufenbereichen, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine zuverlässige Beurteilung ermöglichen
- Spezielle Techniken: Dynamisches CT nach bolusartiger Kontrastmittelinjektion

Becken

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung von der Aortenbifurkation bis zum Beckenboden
- Abgrenzung der gefüllten Harnblase und der Harnblasenwand mit perivesikalem Bereich
- Erkennung des Uterus mit Portio und parametranem Gewebe
- Abbildung der Prostata und Samenblasen mit Begrenzungen
- Erkennung des Rektums mit Rektumwand und perirektalem Gewebe
- Zuordnung der Arterien und Venen und Differenzierung ihrer Dichte

- Unterscheidung der Weichteilstrukturen und der vergrößerten Lymphknoten
- Darstellung des Beckenskelettes, der Ilio-Sakral-Gelenke und der Hüftgelenke
- Erfassung von Veränderungen der Knochenstruktur und der anliegenden Weichteile
- Abgrenzung der Beckenmuskulatur und Beckenwand
- Erkennung der Ureteren nach i.v.-Kontrastmittelgabe

Wichtige Bilddetails:

5 — 10 mm

Kritische Bildelemente:

- Differenzierung der Beckenweichteile mit Gefäßen, Ligamentum teres und den Lymphknoten
- Erkennung der Ureteren im kleinen Becken
- Dichtedifferenzierung von Prostata, Uterus, Rektumwand, pararektalem und praesakralem Gewebe

II. Angaben zu Untersuchungstechnik und Dokumentation

(Becken)

- Lagerung und Einstellung: zentrische Rückenlage
- Computerradiogramm (Übersichtsbild) mit Markierung der Schichtebenen
- Kontrastmittelgabe: Orale Füllung von Rektum und Dickdarm oder rektale Auffüllung, ggf. Scheidenmarkierung (Tampon)
- Intravenöse Gabe eines nierengängigen Kontrastmittels zur Darstellung der großen Arterien und Venen des Beckens, der Harnblase und der Ureteren
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV, mAs: organbezogen und von der Fragestellung abhängig
- Meßzeit: < 5 sec

- Schichtdicke: 5 — 10 mm
- Schichtfolge: lückenlos
- Fenstereinstellung: Fensterlage +50 HE
- Fensterbreite: 200 — 600 HE
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Bildserie der untersuchten Region in diagnostisch wichtigen Graustufenbereichen, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

Schädel

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

Computerradiogramm (Übersichtsbild), abhängig von der Fragestellung, nur bei Untersuchung der Orbita, der Schädelkalotte und des Gesichtsschädels, Markierung der Schichtebenen

a) Hirnschädel

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung des gesamten Zerebrums vom Foramen magnum bis über die Mantelkante
- Darstellung der äußeren und inneren Liquorräume von Großhirn, Zerebellum und Hirnstamm, Form, Größe und Begrenzung der Ventrikel
- Entsprechend der klinischen Fragestellung u.U. auch Darstellung der knöchernen Strukturen von Schädelbasis und Kalotte
- Nach Kontrastmittelgabe: Nachweis der größeren basalen Gefäße sowie von Gefäßstrukturen im Bereich der Sylvi'schen Fissur und deutliche Anreicherung der Plexus, Differenzierung von Strukturen mit geringen Dichteunterschieden.

Wichtige Bilddetails:

2 — 4 mm

Kritische Bildelemente:

- Differenzierung von grauer und weißer Substanz sowie der Basalganglien
- Erfassung umschriebener Dichteänderungen
- Klare Abgrenzung vom umgebenden Knochen
- Nachweis kleiner intrazerebraler Verkalkungen
- Bei Darstellung der Knochenstrukturen Unterscheidung von kortikalem und spongiossem Knochen

b) Gesichtsschädel

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der Weichteil- und Knochenstrukturen des gesamten Gesichtsschädels, beginnend vom Kinn bis über die Frontobasis
- Beurteilbarkeit der Weichteilstrukturen, der luftgefüllten Kompartimente sowie der Knochenstrukturen
- Nach Kontrastmittelgabe deutliche Abgrenzung der größeren Gefäße
- Erfassung von lokalen Dichteänderungen sowie vergrößerter Lymphknoten

Wichtige Bilddetails:

- Bei Darstellung von Weichteilveränderungen 2 — 4 mm, bei Darstellung von Knochenveränderungen ≤ 2 mm

Kritische Bildelemente:

- Nachweis umschriebener Form- und Dichteänderungen, Intaktheit der knöchernen Elemente speziell der Wände der NNH

c) Spezielle Darstellungen

1. **Hypophyse:**

Charakteristische Bildmerkmale:

- Abbildung der gesamten Hypophyse einschließlich der knöchernen Begrenzung der Sella

- Erkennbarkeit der Hypophyse, des Hypophysenstils sowie der suprasellären Zisternen
- Kontrastmittelgabe zur Differenzierung kleiner intrasellärer Tumoren ebenso wie zur Abgrenzung großer Tumoren gegenüber dem Hirngewebe

Wichtige Bilddetails:

≤ 2 mm

Kritische Bildelemente:

- Differenzierung kleiner intrasellärer Weichteilveränderungen
- Beurteilbarkeit der Hypophysenhöhe

2. Felsenbeine

Charakteristische Bildmerkmale:

- Abbildung der knöchernen Strukturen der gesamten Pyramide einschließlich des inneren und äußeren Gehörganges
- Erkennbarkeit der Innenohrstrukturen sowie der Gehörknöchelchen
- Beurteilung der luftgefüllten Räume von Mittelohr und Mastoid
- Nachweis pathologischer Weichteilveränderungen sowie ossärer Destruktionen und von Frakturen

Wichtige Bilddetails:

≤ 1 mm

Kritische Bildelemente:

- Strukturen des Innenohrs (Cochlea, Bogengänge).
- Nachweis der Gehörknöchelchen
- Beurteilung der Pneumatisation
- Differenzierung feiner Knochenstrukturänderungen

3. **Schädelbasis**

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der ossären Strukturen der Schädelbasis mit den Foramina und Fissuren
- Nachweis veränderter Weichteilstrukturen, insbesondere in den benachbarten Anteilen der NNH, der Sella und des Foramen magnum

Wichtige Bilddetails:

≤ 1 mm

Kritische Bildelemente:

- Beurteilbarkeit der Knochenstrukturen im Bereich der Frontobasis, des Canalis opticus und des Orbitadaches
- Intakte Begrenzung der Stirnhöhlenhinterwand, des Sinus sphenoidalis und Sinus ethmoidalis
- Veränderungen des Canalis caroticus

4. **Orbita**

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung von Bulbus, Nervus opticus und Augenmuskeln
- Abgrenzbarkeit des retrobulbären Fettes
- Intaktheit der knöchernen Begrenzung der Orbita
- Darstellung des Canalis opticus

Wichtige Bilddetails:

Weichteile 2 — 4 mm

Knochen ≤ 1 mm

Kritische Bildelemente:

- Darstellung der Nervus opticus in seinem gesamten Verlauf

- Durchmesser von Nervus opticus und Augenmuskulatur
- Nachweis von Frakturen
- Erfassung der V. ophthalmica

II. Angaben zu Untersuchungstechnik und Dokumentation

a) Hirnschädel

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage, Gantrykipfung parallel zur Orbitomeatallinie, exakt seitensymmetrische Lagerung
- Ein Computerradiogramm (Übersichtsbild) ist für Routineuntersuchungen nicht obligat. Wird dieses angefertigt, mit Markierung der Schichtebenen
- Kontrastmittelgabe: i.v.-Kontrastmittelgabe in Abhängigkeit von der Fragestellung, ausreichende Kontrastmitteldosis (mindestens 1 ml/kg Körpergewicht)
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit: < 10 sec
- Schichtdicke: 3 — 10 mm (basale Schichten \leq 5 mm, oberhalb der Sellaeingangsebene \leq 10 mm)
- Fenstereinstellung: Fensterlage +35 — 40 HE, Fensterbreite 100 — 150 HE
- Bildrekonstruktion: Organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Dokumentation der gesamten untersuchten Region, wobei bei Nachweis pathologischer Veränderungen diese vollständig sein muß mit Nachweis der daran anschließenden unauffälligen Regionen. Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen.

b) Gesichtsschädel

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage mit symmetrischer Einstellung, Gantrykipfung etwa in der Infraorbitomeatallinie, alternativ direkt koronare Schichten in Bauch- oder Rückenlage mit angepaßter Gantrykipfung (Zahnartefakte!)
- Computerradiogramm (Übersichtsbild): Darstellung des gesamten untersuchten Bereiches, jedoch nicht obligat

- Kontrastmittelgabe: entsprechend der klinischen Fragestellung Gabe von KM i.v.
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit: < 10 sec
- Schichtdicke: 2 — 5 mm (bei sekundären Rekonstruktionen ≤ 2 mm)
- Schichtfolge: lückenlos
- Fenstereinstellung: Darstellung der Weichteile +40 HE, Fensterbreite 100 — 600 HE
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Bildserie der gesamten untersuchten Region, in Abhängigkeit von der Fragestellung auch Dokumentation im Knochenfenster, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

c) spezielle Darstellungen

1. **Hypophyse**

- Lagerung und Einstellung: Untersuchung in Bauch- oder Rückenlage mit direkt koronarer Schnitfführung und dazu adaptierter Gantrykipfung, alternativ Untersuchung in Rückenlage mit dünnen (< 2 mm) axialen Schichten und Anfertigung von Sekundärrekonstruktionen
- Computerradiogramm (Übersichtsbild): Darstellung des untersuchten Bereiches mit Markierung der Schichtebenen
- Kontrastmittelgabe: In der Regel notwendig
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit: < 10 sec
- Schichtdicke: 1,5 — 4 mm
- Fenstereinstellung: Fensterlage +35 HE, Fensterbreite 100 — 250 HE
- Bilddokumentation: Darstellung sowohl im Weichteil- als auch Knochenfenster, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

2. **Felsenbeine**

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage, exakte symmetrische Lagerung
- Computerradiogramm (Übersichtsbild): Nicht obligat
- Kontrastmittelgabe: In der Regel nicht notwendig
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit: ≤ 10 sec
- Schichtdicke: ≤ 2 mm mit lückenloser Schichtfolge
- Fenstereinstellung: Fensterlage +200 HE, Fensterbreite 3000 bis 4000 HE
- Bildrekonstruktion: Hochauflösender Rekonstruktionsalgorithmus, evtl. selektive rechnerische Vergrößerung der Innenohrstrukturen
- Bilddokumentation: Komplette Serie der gesamten untersuchten Region mit Darstellung im Knochenfenster, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

3. **Schädelbasis**

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage, Kippung der Schichtebene parallel zur Frontobasis, exakte symmetrische Einstellung, alternativ bzw. entsprechend der klinischen Problematik auch direkt koronare Schichten
- Computerradiogramm (Übersichtsbild): Darstellung der untersuchten Region
- Kontrastmittelgabe: In der Regel nicht notwendig
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit: < 10 sec
- Schichtdicke: ≤ 2 mm mit lückenloser Schichtfolge
- Fenstereinstellung: Fensterlage +200 HE, Fensterbreite 3000 bis 4000 HE
- Bildrekonstruktion: Hochauflösender Rekonstruktionsalgorithmus

— Bilddokumentation: Vollständige Dokumentation der untersuchten Region mit Ausspielung im Knochenfenster, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

— Spezielle Technik: intrathekale KM-Gabe

4. Orbita

— Lagerung und Einstellung: Direkt koronare Aufnahme in Bauch- oder Rückenlage mit adaptierter Gantrykipfung, alternativ axiale Schichten ≤ 3 mm mit Anfertigung von Sekundärrekonstruktionen

— Computerradiogramm (Übersichtsbild): Darstellung des untersuchten Bereiches mit Markierung der Schichtebenen

— Kontrastmittelgabe: In Abhängigkeit von der Fragestellung KM i.v.-Gabe in ausreichender Dosierung

— Aufnahmespannung: 120 — 140 kV

— Meßzeit: < 10 sec

— Schichtdicke: 2 — 5 mm (Rekonstruktionen: ≤ 2 — 3 mm), Schichtfolge: lückenlos

— Fenstereinstellung: Fensterlage +40 HE, Fensterbreite 200 bis 600 HE

— Bildrekonstruktion: Organspezifische Parameter, hochauflösender Rekonstruktionsalgorithmus

— Bilddokumentation: Bildserie der gesamten Untersuchungsregion im Weichteil- und bei entsprechender Fragestellung auch im Knochenfenster, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

Wirbelsäule

I. Ärztliche Qualitätsanforderungen

— Computerradiogramm (Übersichtsbild): Vollständige Darstellung des untersuchten WS-Abschnittes, eindeutige Höhenlokalisierung, Markierung der Schichtebenen

— Kontrastmittelgabe: Bei der Untersuchung von Bandscheibenveränderungen fakultativ

Charakteristische Bildmerkmale:

- Darstellung der gesamten Wirbel mit umgebenden paravertebralen Weichteilen und Muskeln
- Nachweis von Form und Weite des Spinalkanals mit den Recessus laterales und den Wirbelbogengelenken
- Abbildungen des Duraschlauches, der Ligamente und des epiduralen Fettes
- Nach Kontrastmittelgabe i.v.: Differenzierung der epiduralen Venen und der prävertebralen Gefäßstrukturen
- Nach Kontrastmittelgabe intrathekal: Differenzierung des Myelon bzw. der Wurzeln innerhalb des Subarachnoidalraumes

Wichtige Bilddetails:

2 — 5 mm

Kritische Bildelemente:

- Erfassung der intraspinalen Weichteilstrukturen
- Dichteunterschied zwischen Bandscheibengewebe und Nervenwurzeln sowie Dura
- Form der Bandscheibe
- Weite des Spinalkanals

II. Angaben zu Untersuchungstechnik und Dokumentation

1. HWS

- Lagerung und Einstellung: Untersuchung in Rückenlage. Bei der Fragestellung nach Bandscheibenvorfall Kippung der Gantry parallel zur Bandscheibe des untersuchten Segmentes. Bei anderen Fragestellungen Untersuchung des gesamten Bereiches in gleicher Gantrykippung
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit: < 5 sec

- Schichtdicke: 1,5 — 4 mm, Schichtfolge: lückenlos mit vollständiger Abbildung des gesamten untersuchten Bewegungssegmentes
- Fenstereinstellung: Fensterlage +40 HE, Fensterbreite 100 bis 400 HE
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Bildserie der untersuchten Region in diagnostisch wichtigen Graustufenbereichen und mit eindeutig nachvollziehbarer Höhenzuordnung. Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen
- Spezielle Technik: Intrathekale Kontrastmittelgabe

2. BWS

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage, Gantrykipfung möglichst parallel zur Bandscheibenebene
- Kontrastmittelgabe: In der Regel nicht notwendig
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV
- Meßzeit : < 5 sec
- Schichtdicke: 2 — 4 mm
- Fenstereinstellung: Fensterlage +40 HE, Fensterbreite 100 bis 400 HE
- Bildrekonstruktion: organspezifische Parameter
- Bilddokumentation: Bildserie der untersuchten Region in diagnostisch wichtigen Graustufenbereichen und mit eindeutig nachvollziehbarer Höhenzuordnung, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen

3. LWS

- Lagerung und Einstellung: Rückenlage, Gantrykipfung möglichst parallel zur Bandscheibe des untersuchten Bewegungssegmentes (sekundäre Rekonstruktion aus dünnen Schichten ist nicht adäquat)
- Kontrastmittelgabe: In der Regel nicht notwendig, bei Zustand nach Operation oder bei Tumor kann eine Kontrastmittelgabe i.v. hilfreich sein
- Aufnahmespannung: 120 — 140 kV

- Meßzeit: < 10 sec
- Schichtdicke: 2 — 4 mm
- Schichtfolge: Lückenlose Dokumentation des gesamten Bewegungssegmentes, werden mehrere aneinander anschließende Segmente untersucht, müssen die Schichten den untersuchten Bereich vollständig darstellen
- Fenstereinstellung: Fensterlage +40 HE, Fensterbreite 100 bis 400 HE (Weichteile), Fensterlage +200 HE, Fensterbreite 2000 bis 4000 HE (Knochen)
- Bilddokumentation: Bildserie der gesamten untersuchten Region sowohl im Weichteil- als auch im Knochenfenster, Anzahl und Größe der Einzelbilder müssen eine nachträgliche Beurteilung zuverlässig ermöglichen
- Spezielle Technik: Untersuchung nach intradiskaler Kontrastmittelgabe, Untersuchung nach intradiskaler Kontrastmittelgabe

Bei der Suche nach Frakturen im Bereich der Wirbelsäule ist prinzipiell eine medio-sagittale Rekonstruktion anzufertigen und zu dokumentieren.