
Vergleich von Ganzkörper-MSCT in Niedrigdosistechnik und konventioneller Radiographie in der Diagnostik des Multiplen Myeloms

M. Cohnen, P. Kröpil

Das Staging von Patienten mit Multiplem Myelom, einem niedrig malignen B-Zell-Lymphom mit unkontrollierter Proliferation atypischer Plasmazellen und diffuser oder multi-lokulärer Infiltration des Knochenmarkes sowie sukzessiver Osteodestruktion, erfordert von bildgebenden Verfahren eine sensitive Detektion von osteolytischen Läsionen des Skelettsystems. In der klinischen Praxis dominiert die konventionelle Radiographie eindeutig gegenüber anderen Bildgebungsverfahren. Die Computertomographie hat in den vergangenen Jahren neben der Einführung der Spiraltechnik weitere wichtige technische Entwicklungen erfahren. Die Implementierung der Mehrzeilentechnologie ermöglichte eine hochauflösende und sensitive Darstellung des gesamten Skelettsystems. Neben der hohen Ortsauflösung ergeben sich kurze Scanzeiten, sodass das gesamte Skelettsystem in ca. 30 s untersucht werden kann. Daher stellt dieses für die Patienten angenehme und bequeme Untersuchungsverfahren eine elegante Alternative zum konventionell-radiographischen Ganzkörperstaging bei Patienten mit Multiplem Myelom dar. Die diagnostische Wertigkeit von Niedrigdosisprotokollen der Computertomographie vor allem bei Hochkontrastobjekten wurde in mehreren Studien an unterschiedlichen Organsystemen gezeigt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Potenz einer modernen Ganzkörper-MSCT an einem 64-Zeilen Scanner im Vergleich zur konventionellen Projektionsradiographie im Staging des Multiplen Myeloms zu untersuchen und die Gleichwertigkeit oder eine Überlegenheit der MSCT zu belegen.

An 29 Patienten mit gesichertem Multiplem Myelom (Stadium I–III nach Durie und Salmon) wurde sowohl mittels konventioneller Projektionsradiographie („Pariser Schema“) als auch mittels Ganzkörper-MSCT eine Staging-Untersuchung durchgeführt. 11 Patienten wiesen zum Untersuchungszeitpunkt laborchemische Zeichen eines Krankheitsprogresses auf.

Die Computertomographie erfolgte bei einer Kollimation von 64 x 0,6 mm, einer Röhrenspannung von 100 kV, einem effektiven Röhrenstrom-Zeit-Produkt von 100 mAs als Niedrig-Dosis-Protokoll. Durch eine automatische Dosismodulation (Care Dose 4.0, Siemens, Erlangen, Deutschland), welche zu einer Anpassung der Röhrenstromstärke in Abhängigkeit von der durchstrahlten Objektdicke führt, konnte das Röhrenstrom-Zeit-Produkt um weitere ca. 25% gesenkt werden. Die Quellbilder wurden als axiale 2-mm-Schichten in überlappende Technik rekonstruiert. Es wurden Anzahl, Größe und diagnostische Sicherheit lytischer Skelettläsionen ermittelt und mit den Befunden der konventionell-radiographischen Untersuchung verglichen. Aus dem Patientenprotokoll, welches routinemäßig für jede CT-Untersuchung angefertigt wird, wurden für alle Studienpatienten neben Röhrenspannung und Röhrenstrom-Zeit-Produkt auch der CT Dose Index (CTDI) der Untersuchung sowie das Dosis-Längen-Produkt (DLP)

Tab. 1: Effektive Dosiswerte [mSv] für relevante Organe bei Männern und Frauen durch Ganzkörper Niedrig-Dosis-MSCT, abgeschätzt mittels CT-EXPO 1.5.

Organ	Frauen effektive Dosis [mSv]	Männer effektive Dosis [mSv]
Schilddrüse	7,0	6,9
Mamma	5,5	
Leber	5,0	5,1
Ovarien	4,3	
Testes		5,2
Knochenmark	4,1	3,9
Skelett	8,7	8,4
Uterus	4,6	

bestimmt Die effektive Dosis der MSCT sowie der Projektionsradiographien wurde mittels kommerzieller Software (CT-EXPO 1.5; XL-Dose 2.12) abgeschätzt.

Mittels CT-Technik wurde die Detektion eines osteolytischen Befalls von Skelettanteilen bis zu 7fach (am Achsenskelett) gesteigert (Abb. 1). 46 osteolytische Befunde an 18 Patienten wurden ausschließlich mittels MSCT nachgewiesen; am Stammskelett erreichte die unterschiedliche Osteolysendetektion statistische Signifikanz ($p \leq 0,001$). Insbesondere Osteolysen bis 3 mm Größe ließen sich mit der MSCT besser erkennen. Am Stammskelett wurde die diagnostische Sicherheit der erhobenen Befunde durch die Computertomographie signifikant gesteigert ($p < 0,02$). Dies betraf sowohl osteolytische Läsionen (49 Befunde, 14 Patienten) als auch die Freiheit von Osteolysen in einem Skelettabschnitt (64 Befunde, 16 Patienten). Bei 17 Patienten erfolgte in mindestens einer Körperregion eine Sicherung fraglicher konventionell erhobener Befunde. Bei 18,2% der im Krankheitsprogress befindlichen Patienten wurde auf Grundlage der MSCT das Therapieregime geändert. Coronare und sagittale MPR erwiesen sich der konventionellen Diagnostik in der Detektion von Wirbelkörperfrakturen überlegen und steigerten an den Extremitäten signifikant die diagnostische Sicherheit der axial detektierten Befunde ($p < 0,05$). Bei einer konstanten Röhrenspannung von 100 kV und einem durchschnittlichen Röhrenstrom-Zeit-Produkt von $75,9 \pm 0,39$ mAs (Mittelwert [MW] \pm Standardabweichung [SD]) ergab sich ein mittlerer CTDI von $2,99 \pm 0,39$ (MW \pm SD) sowie ein DLP von $408,5 \pm 57,55$ (MW \pm SD). Für die 13 weiblichen Patientinnen wurden ein Röhrenstrom-Zeit-Produkt von $73,5 \pm 10,82$ mAs und ein mittlerer CTDI von $2,89 \pm 0,42$ sowie ein DLP von 354 ± 54 ermittelt; für die 16 männlichen Patienten ergaben sich entsprechend $77,8 \pm 9,11$ mAs als Röhrenstrom-Zeit-Produkt, $3,07 \pm 0,36$ als CTDI sowie 405 ± 51 als DLP. Durch die Entwicklung und Anwendung von Niedrigdosisprotokollen konnte die effektive Dosis im Vergleich zur Standard-Dosis-MSCT um bis zu 87% gesenkt werden und lag in unseren Untersuchungen mit ca. 4,8 mSv nur geringgradig höher als die des konventionellen Myelom-Stagings (1,3–4,4 mSv). Tabelle 1 zeigt die entsprechenden effektiven Dosiswerte für relevante Organe.

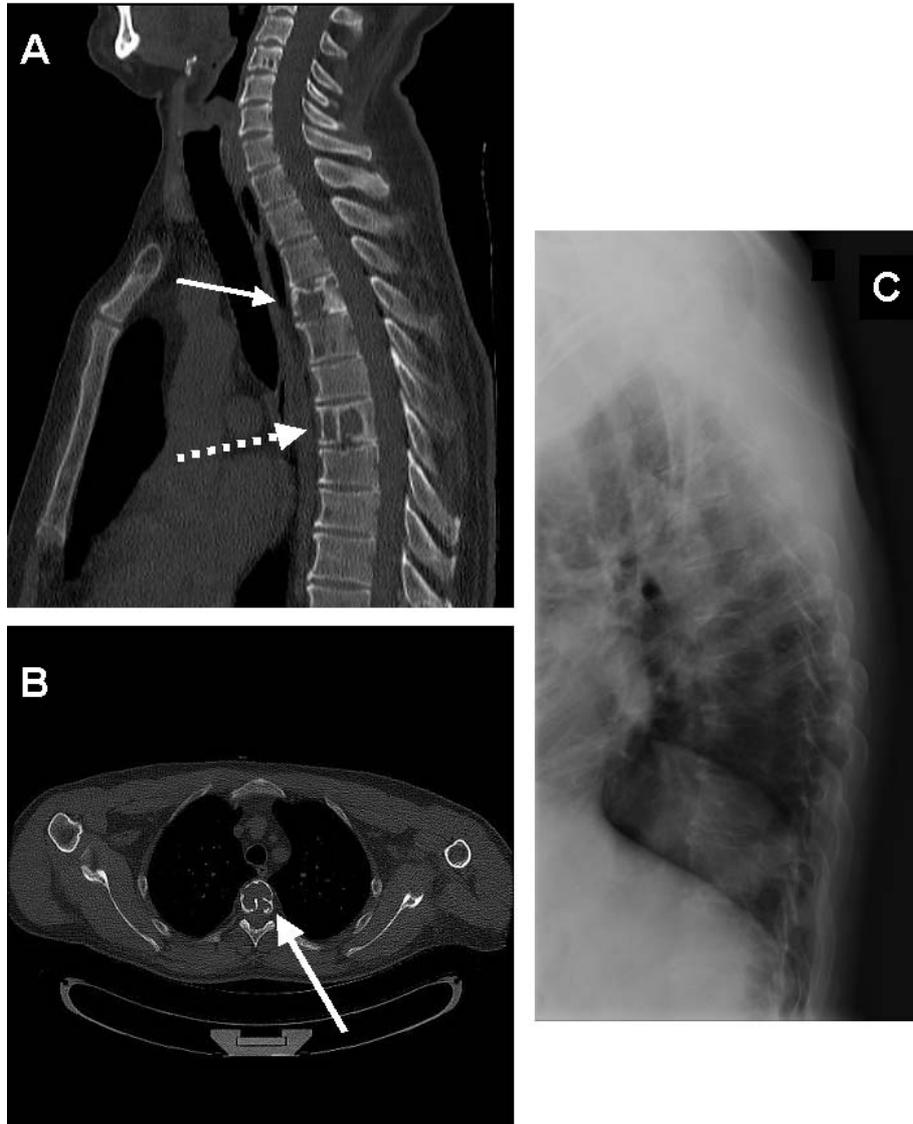


Abb. 1: Diagnostik am Achsenskelett. Osteolytische Herdbefunde (→) an der BWS lassen sich mittels sagittaler MPR (A) und axialen CT-Bildern (B) detektieren, während die konventionelle Radiographie (C) durch Überlagerungsphänomene geprägt ist und die Läsionen nicht eindeutig zeigt.

Zusammenfassend ist die Ganzkörper-MSCT der konventionellen Projektionsradiographie in der Detektion von Osteolysen hinsichtlich Anzahl, Größe sowie diagnostischer Sicherheit insbesondere in der Beurteilung des Stammskeletts überlegen und kann in Niedrig-Dosis-Technik als neue Standardmethode im Staging des Multiplen Myeloms empfohlen werden. Die geringe Mehrbelastung sollte zur weiteren Optimierung der Niedrigdosisprotokolle anspornen, stellt jedoch unserer Ansicht nach aufgrund der immensen klinisch-therapeutischen Vorteile keinen Hinderungsgrund dar, die MSCT als das der Projektionsradiographie eindeutig überlegene, für die Patienten wesentlich angenehmere und breit verfügbare Standardverfahren im Staging des Multiplen Myeloms zu implementieren.