

Stephanie Susanne Pienta  
Dr. med. dent.

## **Möglichkeiten der 3D-Sonographie von Knochenmetastasen in der Routinediagnostik und Therapieplanung**

Geboren am 15.08.1975 in Mannheim  
Reifeprüfung am 29.07.1995 in Künzelsau  
Studiengang der Fachrichtung Zahnmedizin vom WS 1995/96 bis WS 2000/01  
Physikum am 01.04.1998 an der Universität Heidelberg  
Klinisches Studium in Heidelberg  
Staatsexamen am 21.12.2000 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Radiologie  
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. rer. nat. Ulrich Mende

Anhand der Bildgebung von 106 Tumorpatienten (n=139 Metastasen), die im Zeitraum zwischen April 1997 und März 2001 in der strahlentherapeutischen Ambulanz der Universitätsklinik Heidelberg vorstellig wurden, erfolgte eine retrospektive Auswertung der zur Diagnostik und Therapieplanung angefertigten Unterlagen. Ausgangspunkt für die retrospektive Analyse stellte die Sonographie dar, die bei bekannten oder vermuteten Raumforderungen im Bereich des Skelettsystems routinemäßig zur Überprüfung der einzustellenden bzw. eingestellten Bestrahlungsfelder durchgeführt wurde (Qualitätssicherung). Intention war es durch die Überlagerung von Röntgenbild und 3D-Sonographie die Anzahl der Schnittbildverfahren (CT und MRT) bei analoger diagnostischer Aussagekraft zwecks Kosteneinsparung zu minimieren. Anhand festgelegter Parameter: maximale Metastasenausdehnung, Metastasenvolumen, maximaler Durchmesser, Größe des Kortikalisdefektes und des begleitenden Weichteilprozesses sollten die sonographischen Daten mit den Daten der vorhandenen Bildgebung (CT, MRT und Röntgen) verglichen werden. Hierzu standen 62 Computertomogramme, 16 Magnetresonanztomogramme, sowie 90 Röntgenaufnahmen zur Verfügung. Darüber hinaus konnte bei 38 Metastasen eine Verlaufskontrolle nach Strahlentherapie angefertigt werden. Neben der Größenänderung unter Radiatio konnten Änderungen im Durchblutungsverhalten und strukturelle Veränderungen beurteilt werden.

Es konnte gezeigt werden, dass die Sonographie bei der Diagnostik von oberflächlich gelegenen Metastasen vor allem im Bereich des Sternums, der Schädelkalotte und der Mandibula äquivalente Aussagen zur CT hinsichtlich der maximalen Metastasenausdehnung ( $p=0,0963$ ), des Kortikalisdefektes ( $p=0,4407$ ) und des paraossären Tumoranteils ( $p=0,6286$ ) treffen konnte. Gegenüber der konventionellen Röntgendiagnostik erwies sich die Sonographie bei Lokalisation der Metastasen im Bereich der Extremitäten, des Schultergürtels und der Rippen als überlegene Methode. Hoch signifikante Unterschiede wurden bezüglich der Breiten- und Tiefenausdehnung ( $p<0,0001$ ), des maximalen Tumordurchmessers ( $p=0,0001$ ), als auch hinsichtlich der Weichteil-

komponente ( $p < 0,0001$ ) der Knochenmetastasen beobachtet. 58,9% ( $n=53$ ) der Metastasen, die im Ultraschall im Mittel einen Weichteilprozess von  $7,8 \pm 6,7$  mm aufwiesen, blieben ohne entsprechendes röntgenologisches Korrelat. Weiterhin lag ein signifikanter Größenunterschied hinsichtlich der Darstellung des Kortikalisdefektes ( $p=0,0048$ ) vor. Alle untersuchten Parameter kamen im Ultraschall größer zur Darstellung als in der entsprechenden Röntgenaufnahme. Während sonographisch bei größtenteils intakter Kortikalis bereits Verdünnungen ( $n=19$ ) und Aufsplitterungen ( $n=12$ ) der knöchernen Struktur nachgewiesen werden konnten, wurden im Röntgenbild 23,5% der Kortikalisdefekte nicht als solche erkannt. Der durchschnittlich gemessene knöcherne Defekt lag im Ultraschall bei diesen Metastasen bei  $14,2 \pm 13,1$  mm.

Bei in ihrer Größe den Schallkopf (54 mm) überschreitenden ossären Läsionen konnten hinsichtlich des maximalen Tumordurchmessers ( $p=0,0113$ ), des begleitenden Weichteilprozesses ( $p=0,0195$ ), sowie hinsichtlich der Längen- ( $p=0,0115$ ) und Tiefenausdehnung ( $p=0,0361$ ) signifikante Unterschiede gegenüber der Darstellung im CT beobachtet werden. Kleine Metastasen wiesen gegenüber der CT nur geringfügige (nicht signifikante) Abweichungen auf.

Weiterhin konnten wir zeigen, dass anhand struktureller Kriterien (Vaskularisation der Metastase) und morphologischer Gesichtspunkte (Metastasendurchmesser, Tiefeninfiltration, Größe des Kortikalisdefektes und Weichteilprozesses) eine Charakterisierung der Knochenmetastasen und damit die Zuordnung zu einem bestimmten Primärtumor möglich war.

Ein initiales Ansprechen der Metastasen auf die durchgeführte Strahlentherapie war bereits 2 Wochen nach Abschluss der Radiatio festzustellen. Im Vergleich zum Ausgangsbefund war eine signifikante Reduktion des Tumolvolumens ( $p=0,0269$ ), der Tiefeninfiltration ( $p=0,0069$ ), sowie des begleitenden Weichteiltumors ( $p=0,0380$ ) zu beobachten. Die deutlichste Response auf die durchgeführte Strahlentherapie zeigte sich anhand der Metastasendurchblutung ( $p=0,0010$ ). Eine signifikante Größenreduktion des Kortikalisdefektes ( $p=0,0329$ ) war 6-12 Wochen nach Therapieende zu beobachten.

Zusammenfassend stellt die Sonographie eine wichtige Ergänzung zum Röntgenbild und den Schnittbildverfahren CT und MRT dar. Aufgrund der gegenüber der Röntgendiagnostik überlegenen Darstellung des begleitenden Weichteilprozesses kommt der Sonographie im Rahmen der Qualitätssicherung bei der Einstellung und Überprüfung der Bestrahlungsfelder (Feldkontrolle) eine wichtige Rolle in der Therapieplanung zu. Gerade bei gering ausgeprägten, oberflächlich gelegenen Metastasen stellt sie eine kostengünstige Alternative zur CT und MRT dar und vermeidet die zusätzliche Verwendung ionisierender Strahlung. Bei ausgedehnten (den Schallkopf in mehreren Dimensionen überschreitenden) Metastasen bzw. bei Metastasenlokalisation im Schallschatten von Luft und komplex aufgebauten Knochenstrukturen sind der Ultraschalldiagnostik jedoch technische Grenzen gesetzt. Die 3D-Sonographie erlaubt, festgelegte Geräteeinstellungen und reproduzierbare Schnittebenen vorausgesetzt, eine Einschätzung des Therapieerfolgs anhand festgelegter Parameter (Volumen, Struktur, Durchblutung).