

## Zusammenfassung

Marie-Christine Köhl  
Dr. med.

### **Retrospektive Evaluation dosimetrischer und klinischer Parameter bei adjuvanter Bestrahlung des linksseitigen Mammakarzinoms in Atemanhalt (DIBH) im Vergleich zu freier Atmung**

Fach/Einrichtung: Radiologie  
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Patrick Naumann

Ziel der vorliegenden retrospektiven Arbeit ist es, den Nutzen der inspiratorischen Atemanhaltetechnik (Deep Inspiration Breath Hold, DIBH) bei der adjuvanten Bestrahlung des linksseitigen Mammakarzinoms zu quantifizieren.

Durch die tiefe Inspiration im Rahmen von DIBH wird das Herz weiter vom Zielvolumen entfernt und somit weniger Strahlung ausgesetzt. Es ist schon lange bekannt, dass sich durch die Strahlenbelastung bedrohliche kardiale Spätschäden wie zum Beispiel eine koronare Herzerkrankung oder eine Herzinsuffizienz entwickeln können. Dieses Risiko kann durch Fortschritte bei der Bestrahlung gesenkt werden. Aber trotz der mittlerweile hochpräzisen und individualisierten Radiotherapie, die zur Erhöhung der Überlebensraten des Mammakarzinoms wesentlich beiträgt, kann es zu radiogener Spättoxizität mit erhöhter Letalität kommen. Durch die DIBH-Technik, die auch bei der Radiotherapie beweglicher Zielvolumina, wie z.B. bei Leber- oder Lungenkarzinomen Anwendung findet, kann das Komplikationsrisiko durch Schonung der strahlensensiblen Risikoorgane gesenkt werden.

In der vorliegenden Studie wurden 102 Patientinnen in Rahmen einer brusterhaltenden Therapie bzw. nach Mastektomie linksseitig adjuvant bestrahlt. Die Planung erfolgte jeweils einmal in Ruheatmung und anschließend in DIBH. Die Risikoorgane Herz, linker Ventrikel und linke Koronararterie (left anterior descending, LAD) wurden auf den entsprechenden CT- Schichten konturiert und verglichen. Die ermittelten Dosis- und Volumenparameter wurden mit den Daten des Planungssystems zusammen ausgewertet.

Die Deep Inspiration Breath Hold- Technik zeigte deutlich positive Ergebnisse. Durch die Zunahme des Lungenvolumens wanderte das Herz weiter aus dem Strahlengang und wurde zum Teil erheblich weniger belastet. Besonders die LAD, die aufgrund ihrer thoraxwandnahen Lage sehr gefährdet ist, erhielt eine wesentlich geringere Strahlendosis, allerdings nicht bei allen Patientinnen. In Einklang mit bisher, beziehungsweise zwischenzeitlich publizierten Daten, zeigte sich eine teilweise breite Streuung der Dosiswerte und Planparameter.

Neben dem überwiegenden Teil der Patientinnen, bei denen DIBH eine wesentlich geringere Strahlenbelastung bedingte, gab es auch wenige, bei denen sich durch DIBH kein Vorteil zeigte. Allerdings betraf dies in dem Patientengut lediglich 2 von 102 Frauen, bei denen weder eine Verbesserung der kardialen, noch der pulmonalen Strahlenbelastung durch DIBH zu erreichen war. Die übrigen erhielten zumeist hochsignifikant geringere Herz- und Lungendosen.

Ein Nachteil von DIBH ist, dass der Patient sehr gut mitarbeiten muss und durch die Atemmanöver die Bestrahlungsdauer im Vergleich zu Behandlung in freier Atmung deutlich verlängert ist. Viele Arbeitsgruppen beschäftigen sich daher mit diesem Problem und suchen nach Selektionskriterien. Genannt wird zum Beispiel der Einfluss der Bestrahlungstechnik. In dieser Arbeit wurde 3D- CRT mit IMRT verglichen und bei beiden Formen konnte eine bessere Risikoorganschonung durch DIBH gezeigt werden. Deren Indikation ist im Wesentlichen abhängig von der Tumorage, also dem Zielvolumen. Weiterhin ist die Lage des Herzens im Thorax und dessen Entfernung von der Thoraxwand wichtig. Die Distanz wird durch DIBH bei normaler Anatomie und Lungenfunktion vergrößert. Außerdem spielen das Ruhelungenvolumen und die Volumenzunahme eine Rolle bei der Überlegung ob DIBH sinnvoll ist. Interessant ist auch die Ausgangsbelastung der LAD, die besonders bei hohem Ausgangswert mit Hilfe des DIBH, deutlicher geschont werden kann. Insgesamt konnte jedoch kein Selektionsparameter identifiziert werden.

Ein weiteres Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist, dass die mittlere Herzbelastung nicht mit der Belastung der Herzkranzgefäße, spezielle der LAD, gleichgesetzt werden kann, was auch in der Literatur gefunden wird. Die gemessenen Parameter weisen zum Teil eine große Streubreite auf und beim Vergleich mit anderen Studien teilweise sehr differierende Werte. Der Konsens ist aber, dass DIBH überwiegend deutliche Vorteile hinsichtlich der Risikoorganschonung hat und letztendlich die strahleninduzierten Spätschäden an Herz und Lunge vermindern kann und damit auch die Mortalität.

In Übereinstimmung mit der Literatur kann die Tangentialbestrahlung für die Restbrustradiatio empfohlen werden, die IMRT ist für schwer erreichbare Tumoren, beziehungsweise schwierige Zielvolumina, wegen ihrer höheren Konformalität zur Umgebung, zu bevorzugen.

Bei der Auswertung der Herzlage relativ zur Brustwand kann keine deutliche Abhängigkeit des Erfolgs von DIBH vom Herz- Thorax- Abstand gefunden werden. Als Konsequenz sollte auch bei großem Abstand nicht auf DIBH verzichtet werden, da sich auch hier die Strahlendosis auf Herz und LAD noch weiter reduzieren lässt.

Die Untersuchung des Ausgangslungenvolumens auf den Effekt von DIBH zeigte nicht den Vorteil eines hohen Wertes in Atemruhelage auf die Schonung des Herzens. Durch DIBH

wurde die beste Wirkung bei den Patientinnen mit einem mittleren Ruhelungenvolumen erreicht. Aber im Gegensatz zu einigen Veröffentlichungen kann auch bei großem Ausgangslungenvolumen nicht auf DIBH verzichtet werden, da auch bei diesen Patientinnen das Herz zum Großteil noch weiter aus dem Strahlengang entfernt werden kann.

Bezüglich des Einflusses der LAD- Belastung in Atemruhelage auf die Wirkung von DIBH wird hier davon abgeraten, bei einer geringen Ausgangsbelastung auf DIBH zu verzichten.

Da die LAD sehr strahlensensibel ist und eine exponierte Lage hat, muss sie besondere Beachtung finden. In Übereinstimmung mit vielen anderen Arbeiten wurde eine deutliche Differenz zwischen der mittleren Strahlenbelastung des Herzens und der Belastung der LAD beobachtet, die wesentlich höhere Werte zeigte.

Diese Problematik wird schon sehr lange in der Literatur diskutiert und lenkt das Hauptinteresse auf die Schonung dieser empfindlichen Struktur. Es sollte eine Optimierung der Konturierung erfolgen um eine maximale Schonung zu erreichen.

Unter Beachtung der Risikofaktoren durch Vorerkrankungen und der individuellen Voraussetzungen, muss die notwendige Strahlentherapie an jeden einzelnen Patienten angepasst werden, denn nicht alle Patientinnen profitieren von der Atemanhaltechnik, abhängig von der Thoraxform, der Lungenkapazität und -funktion, der Herzgröße und -lage und letztendlich der möglichen Mitarbeit. Zur genauen Analyse von Spätschäden durch die Bestrahlung im Rahmen der brusterhaltenden Therapie des Mammakarzinoms und der Langzeiteffekte von DIBH werden weitere Studien erwartet. Eine genaue Korrelation der kardialen Toxizitäten mit den verwendeten Strahlendosen muss ermittelt werden zur Vorhersage der kardialen Morbidität und Mortalität.

Auch wenn die Methode des inspiratorischen Atemanhaltens aufwendiger ist, wird aus den Ergebnissen dieser Untersuchung deutlich, dass ihre Anwendung dringend empfohlen werden kann, wenn die entsprechenden Voraussetzungen bezüglich der technischen Expertise und die Eignung der Patienten vorhanden sind. Die Strahlenbelastung der Risikoorgane und speziell der LAD wird deutlich verringert und damit die toxische Schädigung des Herzens.