

Ioannis Tsakiris
Dr. med.

Strahlendosisreduktion in der hochauflösenden Computertomographie zur quantitativen Beurteilung der Lungenparenchymdestruktion

Geboren am 21.04.1982 in Karlsruhe
Staatsexamen am 07.05.2008 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: DKFZ (Radiologie)
Doktorvater: Professor Dr. med. H.-U. Kauczor

Bei der COPD handelt es sich um eine weltweit häufige Lungenerkrankung, die in Zukunft einen noch höheren Stellenwert einnehmen wird. Schon jetzt befindet sie sich an sechster Stelle der häufigsten Todesursachen in Deutschland, Tendenz weiter steigend. Zur Diagnose und Klassifizierung der Erkrankung kommt u.a. die Lungenfunktionsdiagnostik zum Einsatz. Als bildgebendes Verfahren der Wahl hat sich auf Grund der technischen Möglichkeiten schon sehr früh die CT durchgesetzt. Die hohe räumliche Auflösung ermöglicht die Detektion der pathologischen Veränderungen schon in einem frühen Stadium. Insbesondere seit Einsatz der 3D-HRCT sind auch kleinste Progressionen der COPD detektierbar, so dass sich die CT auch zum Therapiemonitoring und zur Verlaufskontrolle eignet. Da jedoch die CT mit Röntgenstrahlen arbeitet, sind die Patienten bei der Untersuchung einer gewissen Strahlendosis ausgesetzt. Umso mehr, je höher die räumliche Auflösung der entstehenden Aufnahmen sein sollen. Dies trifft auf die detailreiche Darstellung des Lungenparenchyms mittels 3D-HRCT zu. Aus diesem Grund nahm sich die vorliegende Studie der Strahlendosisreduktion bei dieser Art der CT-Untersuchung an.

Weder aus ethischen noch aus medizinischen Gründen wäre eine mehrfache Untersuchung der Patienten mit unterschiedlicher Strahlendosis zu rechtfertigen gewesen. Deshalb wurde eine Rausch-Simulationssoftware eingesetzt, die den Bildern mehr digitales Rauschen hinzufügt, je niedriger die zu simulierende Strahlendosis sein soll. 10 weibliche und 20 männliche Patienten wurden für die Studie rekrutiert und mit der Standarddosis von 150 mAs gefahren. In 10er-Schritten wurden mit Hilfe der Simulationssoftware Simulationen zwischen 10 und 100 mAs rekonstruiert. Erstmals wurden reelle und simulierte CT-Datensätze nicht subjektiv von Radiologen auf Bildqualität bewertet. Stattdessen wurde eine quantitative Analyse des Lungenvolumens, des Gesamt-Emphysemvolumens sowie des Volumens in den einzelnen Emphysemvolumenklassen durchgeführt und jeweils der reelle mit dem mit entsprechender simulierter Strahlendosis erhaltenen Datensatz miteinander verglichen. Die Ergebnisse dieses Vorgehens waren somit nicht von der klinischen Erfahrung des Befunders abhängig, sondern objektiv reproduzierbar.

Bevor jedoch die Rausch-Simulationssoftware herangezogen werden konnte, musste sie erst einmal auf Validität überprüft werden. Ein Wasserphantom sowie 11 Tiere wurden mit 150 mAs sowie mit 100–10 mAs reell gefahren sowie mit 100–10 mAs auch simuliert und reelle mit

simulierten Datensätzen miteinander verglichen. Die Simulationssoftware zeigte durchweg ein höheres Rauschen als im entsprechenden reellen Datensatz, d.h., es wurde mehr Rauschen hinzugefügt, als reell zu erwarten gewesen wäre. Der Kurvenlauf in Simulation und reellen Bildern korreliert ansonsten gut. Bei den Tieren zeigte sich, unter Beachtung der in der Klinik relevanten Abweichungen, eine gute Korrelation zwischen den Werten der reell gefahrenen Untersuchungen und der simulierten. Damit kommt die eingesetzte Simulationssoftware bei den Simulationen hinreichend genug an die Realität heran und kann zur Untersuchung der COPD eingesetzt werden.

Bei den COPD-Untersuchungen wurde der Umstand berücksichtigt, dass Abweichungen des Emphysemindex $< 2\%$ in der klinischen Routine nicht relevant sind. Damit konnte bei der quantitativen Auswertung die Strahlendosis bis auf 30 mAs reduziert werden. Bei der mittleren Lungendichte war hierbei sogar eine Reduktion bis auf 20 mAs möglich.

Die quantitative Auswertung der Emphysemvolumenklassen konnte zeigen, dass die Strahlendosis bei Überwiegen großer Emphysemvolumenklassen bis auf 50 mAs reduziert werden kann. Dabei stieg mit zunehmendem Rauschen die Fehlerrate bei der Detektion insbesondere der kleinen Emphysemvolumenklassen.

Als Fazit der Studie bleibt festzuhalten, dass zum einen die verwendete Rausch-Simulationssoftware reelle Verhältnisse hinreichend adäquat wiedergibt und somit eingesetzt werden kann, um unnötige zusätzliche Strahlenexposition der Studienpopulation zu vermeiden.

Zum anderen konnte gezeigt werden, dass bei der CT des Thorax bei COPD-Patienten die Strahlenexposition signifikant gesenkt werden kann, ohne quantitative Einbußen machen zu müssen.