

Arndt Lukas Bodenberger
Dr. med.

Einfluss der Kontrastmittelphase und virtuell monoenergetischen Rekonstruktion der Spektral-Computertomographie auf die quantitative Atemwegs- und Lungenparenchymanalyse

Fach/Einrichtung: Radiologie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Mark Oliver Wielpütz MHBA

Die quantitative Computertomographie unterstützt die Erfassung von pathologischen Veränderungen bei Lungenerkrankungen wie der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung, Asthma bronchiale, Mukoviszidose oder der idiopathischen Lungenfibrose. Das Kontrastmittelenhancement des Lungenparenchyms und der Atemwegswand stellt im Rahmen der Lungenerkrankungen einen nützlichen Surrogatparameter für die Detektion von aktiver Entzündung dar. Jedoch ist die Quantifizierung des Kontrastmittelenhancements der Atemwegswand nur in wenigen Studien systematisch untersucht worden.

Das Ziel dieser Studie bestand in der Untersuchung des Einflusses von Kontrastmittelphase und virtuell monoenergetischer Rekonstruktion der Spektral-Computertomographie auf die quantitative Lungenparenchym- und Atemwegsanalyse. Darauf aufbauend sollte die Quantifizierung des Kontrastmittelenhancements von Lungenparenchym und Atemwegswand erfolgen.

Zu diesem Zweck wurde eine retrospektive Studie mit insgesamt 234 lungengesunden Patient*innen durchgeführt, die eine Spektral-Computertomographie-Untersuchung des Thorax erhalten hatten. Die Patient*innen wurden in eine Gruppe mit nativen Aufnahmen und drei Gruppen mit entweder venöser, pulmonal-arterieller oder system-arterieller Kontrastmittelphase eingeteilt. Zu jeder Untersuchung wurden eine konventionelle Rekonstruktion und zehn virtuell monoenergetische Rekonstruktionen im Bereich von 40 keV bis 160 keV erstellt. Die Rekonstruktionen wurden mit einer wissenschaftlichen Software hinsichtlich des Lungenparenchyms und der Atemwege ausgewertet. Zur Messung der Atemwegsdimensionen wurde dabei die parameterfreie Integral-basierte Methode verwendet. Die Steigung der Hounsfield-Einheiten-Spektralkurve wurde aus den Dichtewerten des Lungenparenchyms und der Atemwegswand berechnet, um das jeweilige Kontrastmittelenhancement zu quantifizieren.

Es ließ sich ein signifikanter Einfluss der Kontrastmittelphase und der keV-Zahl der virtuell monoenergetischen Rekonstruktion auf die Lungendensitometrie nachweisen. Die Dichtewerte des Lungenparenchyms nahmen mit fallender keV-Zahl und steigender Kontrastmittelkonzentration zu. Die Atemwegparameter Wanddicke und Wandanteil wurden in der konventionellen Rekonstruktion nicht signifikant durch die Kontrastmittelphase beeinflusst. In den virtuell monoenergetischen Rekonstruktionen zeigten die Atemwegparameter vor allem in den arteriellen Kontrastmittelphasen eine Erhöhung im niederenergetischen Bereich. Die Dichtewerte der Atemwegswand wiesen Maxima bei 40 keV auf, die in den arteriellen Kontrastmittelphasen besonders prominent waren. Die Steigung der Hounsfield-Einheiten-Spektralkurve für die Dichtewerte des Lungenparenchyms und der Atemwegswand zeigte signifikante Unterschiede zwischen der nativen Gruppe und den Kontrastmittel-gestützten Gruppen sowie zwischen den venösen und arteriellen Computertomographie-Aufnahmen.

Die Studie bestätigt somit den signifikanten Einfluss, den das Kontrastmittel und die keV-Stufen der virtuell monoenergetischen Rekonstruktionen auf die Dichtewerte des Lungenparenchyms nehmen. Es ließ sich weiterhin bestätigen, dass die parameterfreie Integral-basierte Methode zur Messung der Atemwegdimensionen in der konventionellen Rekonstruktion auch bei Kontrastmittel-gestützten Untersuchungen im Vergleich zu nativen Aufnahmen verlässliche Werte ermittelt. In den virtuell monoenergetischen Rekonstruktionen kommt es allerdings im niederenergetischen Bereich vor allem in der arteriellen Kontrastmittelphase zu einer Überschätzung der Atemwegdimensionen. Es konnte gezeigt werden, dass die Dichtewerte der Atemwegswand ebenfalls in Abhängigkeit der Kontrastmittelphase in den virtuell monoenergetischen Rekonstruktionen Richtung 40 keV ansteigen. Die Steigung der Hounsfield-Einheiten-Spektralkurve konnte somit erfolgreich das Kontrastmittelenhancement des Lungenparenchyms und der Atemwegswand quantifizieren. Die Methodik ermöglicht nicht nur die Unterscheidung von nativen und Kontrastmittel-gestützten Aufnahmen, sondern auch eine Differenzierung zwischen venösem und arteriellem Kontrastmittelenhancement. Damit kann die Spektral-Computertomographie in weiteren Studien zur Untersuchung des Kontrastmittelenhancements bei Patient*innen mit entzündlichen Atemwegserkrankungen eingesetzt werden.