

Romy Finsterer

Dr. med. dent.

Technische Einflüsse auf die Quantifizierung des Lungenemphysems in der Dünnschicht-CT und Vergleich mit der Lungenfunktionsanalyse

Promotionsfach: Radiologie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Claus Peter Heußel

Ziel: Die detaillierte Charakterisierung und Quantifizierung des Emphysems ist wichtig für die Behandlungsplanung und für die Therapieüberwachung. Mit ca. 300 Bildern sind die Datensätze der Dünnschicht-MSCT manuell schwierig auszuwerten. Eine softwarebasierte quantitative Vordiagnose kann bei der Beurteilung hilfreich sein. Die Emphysemquantifizierung wird von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst. In der vorliegenden Analyse wurde untersucht, inwieweit die Atemlage, die Gabe von Kontrastmittel und das Vorliegen einer interstitiellen Lungenerkrankung einen Einfluss auf die Quantifizierung des Lungenemphysems aus der MSCT haben.

Materialien und Methoden: Retrospektiv wurden 221 inspiratorische, native Dünnschicht-MSCT-Datensätze mit den LFTs verglichen. Ergänzend wurde eine Subgruppenanalyse bei 102 COPD-Patienten Grad III + IV, 44 Patienten ohne COPD (Stadium 0) und 33 Patienten mit interstitiellen Lungenerkrankungen (ILD) durchgeführt. Weiterhin wurde bei 12 Patienten retrospektiv die Emphysemquantifizierung aus einer nativen mit einer kontrastverstärkten Dünnschicht-MSCT (Median 0 Tage, Bereich 0-4 Tage) verglichen. Die gepaarten in- und expiratorischen CT-Daten von weiteren 42 Patienten mit COPD III-IV wurden für die Analyse der Beeinflussung durch die Atemlage einbezogen. Zur automatischen Quantifizierung des Lungen- und Emphysemvolumens, des Emphysemindezes, der mittleren Lungendichte und der 15. Perzentile wurde die verfügbare YACTA-Software verwendet.

Ergebnisse im Vergleich CT/LFT: Das aus der CT abgeleitete Lungen- und Emphysemvolumen korreliert am besten mit dem intrathorakalen Residualvolumen und der totalen Lungkapazität ($r = 0,80-0,93$). Das Lungenvolumen ist deutlich kleiner bei Patienten mit ILD (3,8l) und größer bei COPD (7,2l) verglichen mit den gesunden Patienten (5,9l; $p < 0,0001$). Das Emphysemvolumen und der Emphysemindezes sind signifikant größer bei Patienten mit COPD im Vergleich zu den Gesunden (3,2l vs. 0,5l; $p < 0,0001$; 45% gegenüber 8%; $p < 0,0001$). Die mittlere Lungendichte und die 15. Perzentile sind wesentlich kleiner bei Patienten mit COPD (Median -877 / -985 HE, $p < 0,0001$) und signifikant größer bei ILD (-777 HE, $p < 0,0006$ / -914 HE, $p < 0,0001$) im Vergleich zu den Gesunden (-829 / -935 HE). Anscheinend leidet eine relevante Anzahl von COPD-Patienten nicht an einem Emphysem. Einzelne gesunde Patienten dagegen, welche die LFT-Kriterien der COPD nicht erfüllen, weisen Emphysemeigenschaften in der CT auf.

Ergebnisse im Vergleich Nativ/KM: Nach intravenöser Kontrastmittelgabe zeigt das mediane Lungenvolumen aus der CT eine leichte Reduktion um ca. 1%, während das mediane Emphysemvolumen eine relevante Senkung um 11% aufweist. Dies führt zu einer Abnahme des medianen Emphyseminindex um ca. 9%. Die mittlere Lungendichte (15. Perzentile) steigt nach KM-Gabe um ca. 18 HE (9 HE).

Ergebnisse im Vergleich Inspiration/Expiration: Das mediane Lungenvolumen und das Emphysemvolumen sinken bei Expiration um 16% bzw. 35% verglichen mit Aufnahmen in Inspiration. Dies führt zu einer Verringerung des Emphyseminindex um 21% in Expiration. Die mittlere Lungendichte zeigt in der Ausatmung einen klaren Anstieg mit einer medianen Zunahme um 25 HE. Die 15., 10. und 5. Perzentile zeigen einen expiratorischen Dichteanstieg jeweils von 7, 5 und 2 HE.

Schlussfolgerung: Die automatische Quantifizierung der Dünnschicht-CT-Datensätze liefert überzeugende Parameter und Messwerte, welche zwischen Emphysem, normalen Aufnahmen und Aufnahmen mit überlagerter ILD unterscheiden können. Pathophysiologisch korrelieren diese gut mit der Lungenfunktionsanalyse. Basierend auf der 75. Perzentile, könnten ein Emphyseminindex von bis zu 20%, eine mittlere Lungendichte größer -850 HE und eine 15. Perzentile größer -950 HE in der angewandten Darstellungstechnik (Dünnschicht, nativ, B40, YACTA) als normal betrachtet werden. Diese Messwerte könnten bei der Interpretation einzelner Untersuchungen hilfreich sein.

Weiterhin liefert die CT-Quantifizierung Emphysemmwerte, die deutlich von einer intravenösen Kontrastmittelgabe beeinflusst werden. Die beobachteten Veränderungen nach Kontrastverstärkung gehen mit einer höheren Dichte im Lungenparenchym einher. Deshalb ist die Menge des quantifizierten Emphysems nach Kontrastverstärkung reduziert und die Lungendichte erhöht. In Langzeitstudien sollten unverstärkte Aufnahmen als Referenz benutzt werden. Kontrastmittelverstärkte Aufnahmen sollten dafür nicht verwendet werden.

Die Ergebnisse im Vergleich Expiration/Inspiration deuten an, dass eine Emphysemquantifizierung anhand von Datensätzen in Expirationsstellung nicht mit einer Quantifizierung inspiratorischer Datensätze gleichgesetzt werden kann. Eine zusätzliche CT-Aufnahme in Expiration ist für die Dichtemessung nur unter funktionellen Gesichtspunkten sinnvoll.