

Diana Bardarova

Dr. med.

Variabilität im Vergleich verschiedener Softwareverfahren zur Quantifizierung des Lungenemphysems in der Multidetektor-Computertomographie der chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung

Fach/Einrichtung: Radiologie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Mark Oliver Wielpütz

Die COPD mit einer steigenden Prävalenz zählt zu den häufigsten Erkrankungen weltweit. Durch eine chronisch-entzündliche Reaktion - meist auf inhalative Noxen - ist die COPD durch die Obstruktion der kleinen Atemwege und die irreversible Destruktion des Lungenparenchyms, dem so genannten Emphysem, charakterisiert. Aufgrund systemischer Komplikationen führt die COPD oft zu erheblichen Einschränkungen der Lebensqualität und schließlich zum Tod. Deshalb spielt die Früherkennung dieser Krankheit eine zentrale Rolle. Hierbei kommt die Lungenfunktionsuntersuchung zum Einsatz, die eine globale Beurteilung der Atemwegsobstruktion ermöglicht. Informationen über die regionale Verteilung und Ausprägung der pulmonalen Pathologien liefert hingegen die MDCT. Mit mehreren hundert Schichtaufnahmen ist die manuelle Auswertung der MDCT-Datensätze sehr zeitintensiv und damit nicht umsetzbar. Daher kommen computergestützte und zum Teil vollautomatische Nachverarbeitungsmethoden zum Einsatz. Mittlerweile existieren unterschiedliche Softwaretools, die eine Densitometrie-basierte Emphysemquantifizierung zulassen. Inwiefern deren Ergebnisse in der Vorbereitung einer Lungenvolumenreduktion anwendbar und vergleichbar sind, war Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Im Rahmen dieser Studie erhielten 49 Patienten mit COPD im fortgeschrittenen Stadium eine Ganzkörperplethysmographie und eine MDCT-Untersuchung zur eventuellen Planung einer endoskopischen Lungenvolumenreduktion. Für die densitometrische Emphysemanalyse kamen zwei wissenschaftliche und drei kommerzielle vollautomatische CT-basierte Tools zum Einsatz. Bei der intern entwickelten Software YACTA, programmiert von Oliver Weinheimer, und Airway Inspector, basiert auf der Plattform „3D-Slicer“, handelt es sich jeweils um wissenschaftliche Tools. Dagegen zählen lowATT von TeraRecon, Pulmo 3D von Siemens Medical Solutions und LungCT von Philips Medical zu den kommerziellen Tools. Bei dem Vergleich zwischen den Densitometrie-Tools lag der Fokus sowohl auf der Datenverarbeitung, den Segmentierungsvorgängen als auch auf den Messergebnissen für die Parameter LV, EV und EI. YACTA und Pulmo 3D bestimmten zusätzlich die MLD. Die Messvariation zwischen den Densitometrie-Tools wurde anhand der Bland-Altman-Methode statistisch ausgewertet. Hierfür wurden für die Parameter LV, EV, EI und MLD paarweise die Inter-Software-Differenzen und Inter-Software-Mittelwerte bestimmt und graphisch aufgeführt. Weiterhin wurde die Korrelation zwischen den Messergebnissen aus der densitometrischen Emphysemanalyse und der Ganzkörperplethysmographie ausgewertet.

Airway Inspector und LungCT wurden aus der weiteren Analyse ausgeschlossen, da diese Tools nur wenige Datensätze analysieren konnten.

Die Mittelwerte der parametrischen Variablen (LV und EV) bzw. die Medianwerte der nichtparametrischen Variablen (EI und MLD) wiesen bei den drei verbliebenen Tools signifikante Unterschiede auf (p -Wert $<0,001$). Bezüglich des Parameters EI als Maß für die Emphyseausprägung ergab sich eine Messvariation mit mittleren Inter-Software-Differenzen von -5,0 bis -1,7%. Das weiteste Übereinstimmungsintervall reichte dabei von -25,5 bis 18,8%. Daraus ergaben sich relativ hohe Variationskoeffizienten (1,4-3,3). Des Weiteren zeigte sich eine hohe Korrelation ($r=0,77-0,91$) zwischen dem densitometrisch ermittelten LV und der TLC aus der Ganzkörperplethysmographie.

Aufgrund einer hohen Anzahl von fehlerhaften Analysevorgängen empfiehlt sich vor Anschaffung einer Software die Analyse einer relevanten Anzahl von eigenen Datensätzen aus dem Zielkollektiv. Die Inter-Software-Messvariation der ausgewählten Densitometrie-Tools liegt mit mehr als 10% außerhalb der geschätzten natürlichen Schwankungsbreite und klinisch akzeptabler Grenzen für die Auswahl des passenden Therapieverfahrens. Dies erschwert die Etablierung der Densitometrie als reproduzierbares diagnostisches Verfahren im klinischen Alltag. Die Messergebnisse der vollautomatischen Densitometrie-Tools erfordern eine Validierung durch einen erfahrenen Radiologen. Damit können offensichtliche Fehlerquellen insbesondere bei den Segmentierungsvorgängen minimiert werden.