Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Medizinische Fakultät Mannheim
Dissertations-Kurzfassung

Volumenbestimmung der Nieren bei autosomal-dominanter polyzystischer Nierenerkrankung mittels KI-Techniken anhand von MRT- Aufnahmen

Autor: Laura Hansen
Institut / Klinik: Computerunterstützte Klinische Medizin
Doktorvater: Prof. Dr. F. G. Zöllner

Die autosomal dominante polyzystische Nephropathie (ADPKD) ist die häufigste genetische Erkrankung des Menschen (Torres et al., 2007). Trotz des Verlusts an funktionsfähigen Nephronen nimmt die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) erst spät im Verlauf der ADPKD ab (Grantham et al., 2011). Daher können Marker zur Messung der Nierenfunktion wie die GFR das Ausmaß des Krankheitsverlaufs insbesondere in den frühen Krankheitsstadien nicht bestimmen.
Das Gesamtnierenvolumen (TKV) spiegelt das Gesamtvolumen hunderter einzelner Zysten mit möglicherweise verheerenden Auswirkungen auf die Nierenfunktion wider (Grantham and Torres, 2016) und wurden durch die Europäische Arzneimittelagentur (EMA) und die Food & Drug Administration (FDA) als prognostischen bildgebenden Biomarker für den Einsatz in klinischen Studien (Sharma et al., 2017) anerkannt. Das TKV kann verwendet werden, um die Wirksamkeit potenzieller Therapiemöglichkeiten bei Patienten mit ADPKD zu bewerten (Irazabal et al., 2015).
Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, zu beweisen, dass das von einer trainierten CNN bestimmte TKV dem bestimmten TKV durch manuelle Annotation entspricht. Dies wurde erreicht, indem 100 unter ADPKD leidenden Patienten eingeschlossen und deren Nieren einschließlich der Zysten manuell segmentiert wurden. Im Anschluss wird auf Basis der generierten ROIs ein auf dem Prinzip des Deep Learning basierender Algorithmus, ein sogenanntes U-Net trainiert.
Die Ergebnisse der Datenauswertung zeigten, dass die mittlere Interobservervariabilität zwischen dem Verfasser der vorliegenden Arbeit und einem erfahrenen Radiologen 0,91 ± 0,06 mit einem Variationskoeffizienten von 0,07 für den dice score betrug. Die Kombination des U Nets mit cosine loss und Sharpness Aware Minimization ergab einen dice score (DSC) von 0,918 ± 0,04 für eine Patchgröße von 128 x 128 und 0,908 ± 0,05 für die Patchgröße von 96 x 96. Durch den automatisierten Segmentierungsansatz wurde eine hohe Genauigkeit auf einem Niveau erreicht, das mit den manuell annotierten Ergebnissen von dem Verfasser dieser Arbeit vergleichbar ist (Interobserver-Variabilität).
Die Kombination aus hoher Genauigkeit ohne die Notwendigkeit einer manuellen menschlicher Interaktion ist ein wichtiger Fortschritt sowohl für die klinische Praxis als auch für Forschungsstudien. Die Fähigkeit, die Prognose von Patienten mit ADPKD zu bestimmen, ist wichtig für die effektive lebenslange Behandlung der Krankheit und um die Wirksamkeit neuer Therapien bestimmen zu können (O'Neill et al., 2005). Durch die bildbasierte Beurteilbarkeit des Krankheitsverlaufs mittels Verfahren des maschinellen Lernens, und einer abschließenden Bewertung von Experten, entsteht in der Zukunft ein direkter Mehrwert für Patienten mit ADPKD. Eine mögliche Vorhersage der Prognose könnte bedeuten, dass Patienten schneller der richtigen Therapie zugeführt werden könnten und so potenziell einen Überlebensvorteil haben könnten. Ebenso könnten Übertherapien bei Patienten mit niedrigem Progressionsrisiko reduziert und die Nebenwirkungen einer intensivierten medikamentösen Therapie bei geringem Nutzen erspart werden und ein Maximum an Lebensqualität erhalten werden. Andererseits leitet sich daraus prospektiv die Weiterentwicklung etablierter, individualisierter Therapieverfahren ab.