

Gregor Nageler

Dr. med.

## **Deep Learning-Based Assessment of Internal Carotid Artery Anatomy to Predict Difficult Intracranial Access in Endovascular Recanalization of Acute Ischemic Stroke**

Fach/Einrichtung: Neurologie

Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. Ulf Neuberger

Die Dauer des Eingriffs im Rahmen einer endovaskulären Rekanalisation eines großen Gefäßverschlusses bei Patienten mit ischämischen Schlaganfall ist ein wichtiger Prädiktor für das klinische Ergebnis. Kürzlich wurde gezeigt, dass ein Winkel  $\leq 90^\circ$  der Arteria carotis interna prädiktiv für eine längere Thrombektomiezeit ist, weil er den erfolgreichen Zugang zum intrakraniellen Gefäßverschluss erschweren kann. Da das manuelle Ausmessen von Gefäßwinkeln nicht trivial und sehr untersucherabhängig ist, könnte ein automatisierter Deep Learning-Ansatz helfen, komplexe Thrombektomiefälle im Voraus zu identifizieren, um ggf. die entsprechenden personellen bzw. materialtechnischen Ressourcen bereitzustellen. Diese Arbeit hatte zum Ziel, eine Deep-Learning-Pipeline zu entwickeln, um diese kritischen Winkel der Arteria carotis interna in einer automatisierten Herangehensweise zu identifizieren.

Es wurden 379 CT-Angiographien von Patienten eingeschlossen, bei denen zwischen 01/2016 und 12/2020 eine Thrombektomie aufgrund eines großen Gefäßverschlusses der Arteria cerebri media durchgeführt wurde. Von diesen wurden 121 CT-Angiographien manuell segmentiert. Die verwendeten Label waren Aortenbogen, Arteria carotis communis und Arteria carotis interna. Diese Segmentierungen wurden genutzt, um ein nnUNet zu trainieren. Die verbliebenen 258 CT-Angiographien wurden durch das fertig trainierte nnUNet segmentiert und im Anschluss manuell verifiziert. Die Winkel der rechten und linken Arteria carotis interna wurden gemessen und in zwei Klassen aufgeteilt:  $\leq 90^\circ$  und  $> 90^\circ$ . Die Segmentierungen und gemessenen Winkel wurden genutzt, um ein Convolutional Neural Network zu trainieren, welches den Winkel der Arteria carotis interna bestimmt. Das nnUNet wurde mit dem Dice-Score als Metrik evaluiert und die Klassifikation mit Accuracy und Area under the curve. Die Assoziation zwischen Arteria carotis interna Winkel und Thrombektomiezeitstempeln wurde mit Median und Whitney-U Test untersucht. Weiterhin wurden zwei Convolutional Neural Networks trainiert, um Fälle hinsichtlich des Zeitstempels Punktion bis Darstellung des intrakraniellen Gefäßverschlusses zu klassifizieren.

Die mediane Thrombektomiedauer für Fälle mit einem Arteria carotis interna Winkel  $> 90^\circ$  war 48 Minuten und für Fälle mit  $\leq 90^\circ$  64 Minuten ( $p = 0.001$ ). Die Evaluation der Segmentierung zeigte Dice-Scores von 0.94/0.86 für Aorta und Arteria carotis communis/interna. Die Evaluation der Klassifikation hinsichtlich des Winkels der Arteria carotis interna zeigte eine Area under the curve von 0.92 und eine Accuracy von 0.85. Die vom Netzwerk prädizierte Klassifikation hinsichtlich Punktion bis Darstellung resultierte nicht in einem Netzwerk, welches eine zufällige Auswahl übertraf.

Die Assoziation zwischen Winkel der Arteria carotis interna und Thrombektomiedauer konnte verifiziert werden. Es wurde eine Deep Learning Pipeline für die semi-automatische Beurteilung des Arteria carotis interna Winkels geschaffen mit dem Potential zur vollständigen Automatisierung. Ziel weiterer Forschungsarbeiten wird es sein, die Potenz der neuronalen Netzwerke noch weiter zu erhöhen. Außerdem kann die entwickelte Pipeline genutzt werden, um weitere anatomische Merkmale auf die gleiche Art und Weise zu identifizieren.