

Anja Karin Oßwald

Dr. med.

## **Identifikation hämodynamischer Risikofaktoren für eine retrograde Aortendissektion Typ A nach Aortendissektion Typ B mit Hilfe der Computational Fluid Dynamics-Technologie**

Promotionsfach: Chirurgie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Arjang Ruhparwar

Die retrograde Typ A Aortendissektion ist eine bekannte Komplikation der Aortendissektion Typ B und mit einer hohen Mortalität behaftet. Ziel dieser Studie war es mittels Computational Fluid Dynamics-Simulationen funktionelle Risikofaktoren für eine retrograde Typ A Aortendissektion bei Patienten mit Aortendissektion Typ B zu identifizieren.

Hierfür wurden computertomographische Angiographien von Patienten, die eine retrograde Typ A Aortendissektion im Rahmen einer chronischen Typ-B-Dissektion (n=5) oder nach einer thorakalen endovaskulären Aortenreparatur (n=5) entwickelten, retrospektiv ausgewertet. In die Kontrollgruppe wurden zehn Patienten eingeschlossen, die kein weiteres vaskuläres Ereignisse nach der initialen Aortendissektion Typ B hatten. Bei Computational Fluid Dynamics-Simulationen wird die Kontrastmittelkinetik zwischen virtuellen Messpunkten in einem polyedrischen Gitternetz simuliert und gemessen. Zur Erstellung dieses virtuellen 3D-Modells erfolgte eine teil-automatisierte Segmentierung der Aorta aus den Angiographiedatensätzen. Hämodynamische Parameter während der Systole wurden mittels zeitunabhängiger Steady-State-Simulationen in Star-CCM+ erhoben. Hierfür wurde ein laminarer Blutfluss mit einer Geschwindigkeit von 0,8 m/s angenommen und das Blut wurde als newtonsche Flüssigkeit mit einer Dichte von  $1050 \text{ kg/m}^3$  und einer Viskosität von  $0,004 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  betrachtet. Druck, Strömungsgeschwindigkeit und Wall Shear Stress wurden distal der Arteria subclavia, der späteren Eintrittsstelle der retrograden Typ A Aortendissektion und in der Umgebung im Aortenbogen für beide Gruppen quantifiziert und mittels Mann-Whitney-U-Test statistisch ausgewertet (Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ).

In der Gruppe der retrograden Typ A Dissektionen zeigte sich eine signifikante Erhöhung des Wall Shear Stress distal der Arteria subclavia (Mittelwert: 15,10 Pa, Spannweite 5,15 Pa -

31,30 Pa) im Vergleich zur Umgebung (Mittelwert: 5,15 Pa, Spannweite 2,94 Pa - 9,62 Pa), ( $p < 0,001$ ). In der Kontrollgruppe war kein signifikanter Unterschied des Wall Shear Stress festzustellen (6,05 Pa an der Arteria subclavia verglichen mit 5,02 Pa an der Wand des Aortenbogens,  $p$ -Wert = 0,247). Der Wall Shear Stress distal der Arteria subclavia war bei den Patienten mit retrograder Typ A Dissektion im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant erhöht (15,10 Pa vs. 6,05 Pa,  $p$ -Wert  $< 0,002$ ). Des Weiteren konnte in der Gruppe mit retrograde Typ A Aortendissektion an der späteren Dissektionsstelle eine geringe Erhöhung des Druckes (3825,8 Pa) im Vergleich zu der Umgebung (3549,8 Pa) und zu der Kontrollgruppe (3501,7 Pa distal der Arteria subclavia) nachgewiesen werden, jedoch ohne statistische Signifikanz. Die Strömungsgeschwindigkeiten stellten sich in beiden Gruppen ähnlich dar. Die Auswertung der klinischen Parameter ergab einen signifikanten Unterschied im Durchmesser Aorta ascendens, 4,5 cm in der RTAD-Gruppe im Vergleich zu 3,6 cm in der Kontrollgruppe ( $p$ -Wert = 0,023).

In dieser Studie konnte eine Korrelation zwischen erhöhtem Wall Shear Stress distal der Arteria subclavia und dem Auftreten retrograder Typ A Aortendissektion gezeigt werden. Ein dauerhaft erhöhter Wall Shear Stress kann bedingt durch eine Endothelzellschädigung zu einer Schwächung der Aortenwand und somit zur Progression oder Entstehung von neuen Dissektionsstellen führen. Des Weiteren zeigte sich ein Aortendurchmesser über 4 cm als prädisponierend für diese Komplikation. Die Bestimmung funktioneller Parameter kann daher in Kombination mit klinischen Risikofaktoren einen prädiktiven Wert in der Risikostratifizierung von retrograder Typ A Aortendissektion in Patienten mit Typ-B-Aortendissektionen haben. Um Therapieempfehlungen aussprechen zu können oder ein Screeningverfahren zu entwickeln, sind jedoch weitere Studien zur Validierung der Ergebnisse notwendig.