

Christina Tremmel-Lehnert
Dr. med.

Untersuchungen zur Optimierung einer Carotis-Stent-Prothese

Geboren am 11.04.1963 in Karlsruhe
Reifeprüfung am 11.05.1982 in Bruchsal
Studiengang der Fachrichtung Medizin von SS 1983 bis WS 1989/90
Physikum am 11.09.1985 an der Universität Mainz
Klinisches Studium in Mainz
Praktisches Jahr in Bruchsal (Akadem. Lehrkrankenhaus der Universität Heidelberg)
Staatsexamen am 8.12.1999 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Chirurgie
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. T. Hupp

Studienziel: Anhand von geometrischen Vermessungen der humanen Carotisbifurkation (CB) soll zum einen gezeigt werden, daß der üblicherweise verwendete röhrenförmige Stent anatomisch nicht für die CB geeignet ist. Zum andern soll ein anatomiegerechtes Design für einen idealen Carotis-Stent vorgeschlagen werden.

Studiendesign: Prospektive Kohortenstudie

Material und Methode: Im Zeitraum von 5.–11.1998 wurden bei Sektionen insgesamt 118 CB entnommen. Die CB wurden in Flußrichtung mit einem schnellhärtenden Kunststoff (Palladur ®) gefüllt und nach 20 Minuten Aushärtzeit jeweils das Ausgußpräparat gewonnen. Zur Auswertung wurden als Grunddaten jeweils die Sektionsnummer, die Seite, das Geschlecht, Größe und Gewicht, Grunderkrankungen und Todesursache sowie der makroskopische Befund (Arteriosklerose (ASKL), ja oder nein) der CB erfaßt. Jedes Präparat wurde mit einem digitalen Meßschieber zur Erfassung der in Umfangsrichtung variierender Durchmesser (3D-Meßtechnik) und mit Hilfe eines Profilprojektors zur Erfassung von Durchmessern, Abständen und Winkeln (2D-Meßtechnik) geometrisch vermessen. Es wurden Durchmesser an definierten Stellen der A. carotis communis (ACC), der A. carotis interna (ACI) und der A. carotis externa (ACE) bestimmt. Weiterhin wurde die Krümmung der ACI im Abgangsbereich errechnet und die Abgangswinkel der ACE (α_e) und der ACI (α_i) zur Hauptströmungsrichtung vermessen.

Eine Querschnittsflächenberechnung (A) wurde aus den ermittelten minimalen und maximalen Durchmessern durchgeführt.

Ergebnisse: **1.** Der Median der Krümmungswerte im Verlauf der proximalen ACI unterscheidet sich signifikant von Null ($p < 0,0001$; Messung Profilprojektor). **2.** Der Querschnittsflächenvergleich der ACI am ersten Meßpunkt, unmittelbar am Abgang (AI1) mit dem zweiten distaleren Meßpunkt der ACI (AI2) zeigt ebenfalls einen signifikanten Unterschied ($p < 0,0001$; Messung Schieblehre). Das heißt, die ACI verjüngt sich in ihrem Verlauf. **3.** Die Winkelsumme α_i und α_e ergab bei der Gesamtheit der Carotiden einen Mittelwert von $44,85^\circ$ mit einer Standardabweichung von $16,70^\circ$, einem Minimum von $13,0^\circ$ und einem Maximum von 78° . **4.** Der Vergleich der CB mit und ohne ASKL hinsichtlich der Variabilität ergab eine höhere Variabilität bei den Präparaten mit ASKL ($p = 0,0541$). **5.** Ein Zusammenhang zwischen Body Mass Index (BMI) und den verschiedenen Querschnittsflächen der Carotis konnte nicht nachgewiesen werden.

Diskussion und Schlußfolgerung:

1. Da sich im Verlauf der proximalen ACI die Krümmung signifikant ($p < 0,0001$) von Null unterscheidet, entspricht der Verlauf der prox. ACI nicht der einer Geraden.
2. Da sich die Querschnittsflächendifferenz $AI1 - AI2$ ebenfalls signifikant ($p < 0,0001$) von Null unterscheidet, entspricht der Verlauf der prox. ACI auch nicht der einer Röhre bzw. eines Kreis-Zylinders.

Das bedeutet, daß der bisher üblicherweise im Bereich der humanen CB eingesetzte Röhrenstent anatomisch nicht in die CB, insbesondere nicht in den Verlauf der prox. ACI paßt. Weitere Ergebnisse, die auch gegen die Implantation eines röhrenförmigen Stents sprechen, sind die höhere Variabilität (Standardabweichungen, $p < 0,054$) der Winkelsummen α_i und α_e (= Winkel zwischen Hauptströmungsrichtung von ACC zu ACI bzw. ACE) bei Präparaten mit ASKL im Vergleich zu Präparaten ohne ASKL. Bei den im Zuge der Nebenfragestellungen untersuchten Zusammenhängen zwischen Geschlecht und den verschiedenen Querschnittsflächen zeigen sich keine deutlichen Ergebnisse. Ebenso unerwartet sind die nicht nachweisbaren Korrelationen zwischen dem errechneten Body Mass Index und den entsprechenden Querschnittsflächen im Gesamtkollektiv. Diese Ergebnisse der Nebenfragestellungen sind neben dem Hauptergebnis, daß ein röhrenförmiger Stent anatomisch nicht in die humane Carotisbifurkation paßt, als weitere Argumente zu werten, die für eine individuelle Ausmessung und Anfertigung eines anatomisch geformten Carotis-Stents sprechen. Unter Berücksichtigung der gewonnenen Daten wird als Lösungsentwurf ein mit CAD-System entworfener, anatomisch geformter Carotis-Stent als virtueller Prototyp, der individuell variierbar ist, vorgestellt.

Die Unterschiede unserer anatomisch geformten Stent-Prothese zum üblicherweise implantierten röhrenförmigen Stent sind:

1. eine winkel- und formangepaßte Konfiguration des Stents und
2. eine eingearbeitete Aussparung bzw. ein Auslaß für die A. carotis externa.