

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden mobile Siloxane in biologischen Matrices (Blut und Gewebe) sowie in „Biomaterialien“ (Silicongelimplantate) nachgewiesen. Die hierzu eingesetzte Analysenmethode GC-MS gilt im industriellen Bereich als etablierte Methode für die Siloxananalytik, jedoch hat sie sich noch nicht im selben Maß für Untersuchungen von Siliconkontaminationen aus Silicongelimplantaten in biologischen Matrices durchgesetzt. Die Bestimmungsgrenze der zu untersuchenden Siloxane lag bei 2 pg/µL (Injektionsmethode), so daß mit diesem Verfahren im SIM-Modus Spurenanalytik betrieben werden konnte.

Die Migration der niedermolekularen, cyclischen Siloxane D3-D6 aus einem intakten Silicongelimplantat in ein lipidreiches Medium und ihre Fähigkeit zur Akkumulation in diversen Geweben sind aus Labor- und Tierstudien bekannt. Daher sollte in dieser Arbeit untersucht werden, ob diese Spezies in biologischen Matrices nachweisbar sind und ob sie weiterhin mit der Alterung von Silicongelimplantaten in Zusammenhang stehen.

Die Optimierung der Probenvorbereitung mit Spikeversuchen für den Nachweis von cyclischen Siloxanen aus Plasma und Vollblut zeigte, daß eine nahezu quantitative Extraktion (80-90%) möglich ist. Lediglich für D3 waren die Wiederfindungsraten deutlich geringer.

Die Anzahl der untersuchten Humanproben ist zu gering für statistisch abgesicherte, allgemeingültige Aussagen und erlaubt keine Übertragung der Ergebnisse auf alle Implantatträgerinnen. Vielmehr soll diese Arbeit neue analytische Ansätze zum Nachweis von Siliconkontaminationen aufzeigen.

Üblicherweise wird versucht, Siliconkontaminationen im Blut oder Geweben von Implantatträgerinnen mittels elementspezifischer (Silicium)Analyse nachzuweisen. Allerdings existiert kein "Normalwert" für dieses Element im Blut und in Geweben. Hinzu kommt, daß die Siliciumkonzentration in Abhängigkeit von der Ernährung und vom Lebensalter stark schwankt. Diese Schwankung beträgt ein Vielfaches von den durch die Siloxane beigetragenen Anteil am Siliciumgesamtwert. Somit ist Silicium als Tracer für Siliconkontaminationen in diesen Matrices nicht geeignet.

D3-D6 konnten weder im Plasma noch im Vollblut von Kontrollprobanden nachgewiesen werden. Jedoch wurden die anthropogenen Siloxane in diesen Probenmatrizes von Frauen mit Silicongelimplantaten nachgewiesen. Die Konzentration von D3 lag im Plasma im Bereich von 6 bis 12 ng/mL und im Vollblut zwischen 20 und 28 ng/mL. D4 konnte im Plasma mit 14 bis 50 ng/mL und im Vollblut mit 79 bis 92 ng/mL nachgewiesen werden. Die höheren Homologen D5 und D6 konnten nur in einer Probe detektiert werden. Jedoch lassen die ermittelten Siloxankonzentrationen in Plasma und Blut keinen Zusammenhang mit Implantatstatus, Implantationszeit oder Zeitspanne nach Explantation erkennen.

In Kapseln und Geweben um Siliconprothesen wurde dagegen ein Zusammenhang zwischen Siloxankonzentration und Implantatstatus gefunden. Sogar aus intakten Implantaten war die Migration der Siloxane in das das Implantat umgebende Kapselgewebe nachweisbar. Die Siloxankonzentrationen in den diversen Geweben lagen zwischen 9 und 1333 ng/g. Insbesondere im Kapselgewebe entsprach die Anreicherung der Siloxane ihrer Verteilung in den Implantathüllen. Je weiter die Gewebe vom Implantat entfernt waren, desto verschiedener waren die Siloxanverteilungen. Eine Anreicherungstendenz für die Gewebe konnte aufgrund der geringen Probenanzahl nicht nachgewiesen werden.

In dieser Arbeit wurden die Extrakte der diversen biologischen Matrizes mit GC-MS im SIM-Modus vermessen. Eine Absicherung und damit gute Ergänzung dieser Meßergebnisse könnte mit einem elementspezifischen Detektor wie dem AED, der ebenfalls mit einem Gaschromatographen gekoppelt wird und damit die Durchführung von Speziesanalytik erlaubt, erzielt werden. Weiterhin könnte die Aufgabe der Extrakte mit einem cool-on Column-Injektor direkt auf die Chromatographiesäule oder mit einem Kaltaufgabesystem, welches die Injektion größerer Extraktvolumina durch Lösungsmittelentfernung erlaubt, eine Verbesserung der Bestimmungsgrenze für die cyclischen Siloxane ermöglichen.

Die Charakterisierung unbekannter Siloxane in Geweben war mit der zur Verfügung stehenden apparativen Ausstattung nicht möglich. Hierzu müßte zum einen nach der Separation eine sehr schonende Ionisierung der Substanzen erfolgen, damit das Molekülion erzeugt wird und zum anderen ein Massenspektrometer verwendet werden, welches große Fragmente registrieren kann.

Die Abbauprodukte der Siloxane, die Silanole, sind in dieser Arbeit unberücksichtigt geblieben. Der Abbau von Silicon wird in der Literatur nur in der Leber beschrieben, jedoch ist das Lebergewebe nicht so leicht zugänglich wie eine Blutprobe. Vielmehr ist dies mit einem chirurgischen Eingriff verbunden, der medizinisch nicht notwendig ist. Im Gegensatz hierzu steht die Explantation von vermutlich defekten Implantaten, in deren Verlauf dann Kapsel- und Brustgewebe zugänglich werden. Die Untersuchungen von Blut und Gewebe könnten aber auf den Nachweis von Silanolen ausgeweitet werden.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte die Kombination der Siloxanspeziesanalytik mit der elementspezifischen Detektion von Silicium und Platin zum Nachweis von Siliconkontaminationen in humanen Geweben erfolgreich eingesetzt werden.

Die Untersuchung von explantierten Silicongelprothesen verschiedener Hersteller liefert die Möglichkeit der Zusammenfassung der untersuchten Siloxane über alle Implantathersteller in der jeweiligen Implantatgeneration. Ein Einfluß der Implantationszeit auf die Siloxankonzentration in der Elastomerenhülle und dem Gel ist nicht erkennbar. Beim Auftreten der Implantatdefekte „Siliconbluten“ und Ruptur konnten geringere Siloxankonzentrationen in Hüllen und Gelen dieser Implantate im Vergleich zu intakten der gleichen Generation nachgewiesen werden. Demnach sind die Siloxane D4-D6 mit am „Siliconbluten“ beteiligt. Weiterhin waren die Konzentrationen aller analysierten Siloxane in Hüll- und Gelproben der Frauen mit Silicon in der Leber gegenüber denen ohne Silicon in der Leber stark erhöht.

Mit den hier beschriebenen Ergebnissen lassen sich folgende Transportvorgänge für Siloxane im Organismus postulieren: Die mobilen Siloxane migrieren aus dem Gel in die Implantathülle. Von dort migrieren sie durch die Hülle und können bei „Siliconbluten“ auf der Hülle auch visuell nachgewiesen werden. Von der Implantathülle können die Siloxane dann von Makrophagen aufgenommen und in das umliegende Kapselgewebe und in die weiter entfernten Gewebe transportiert werden. Weiterhin ist der Übergang der Siloxane in das lymphatische und Blutsystem aus diesen Geweben möglich.