

Steffen Braun

Dr. sc. hum.

Rückseitiger Verschleiß bei künstlichen Hüftpfannen und künstlichen Tibiaplateaus

Fach/Einreichung: Orthopädie

Doktorvater: Prof. Dr. J. Philippe Kretzer

Der primäre Verschleißprozess in der Endoprothetik findet an den artikulierenden Gleitflächen der Gelenkpartner statt. Dabei können freigesetzte Verschleißpartikel eine komplexe entzündliche Gewebereaktion bis hin zur periprothetischen Osteolyse verursachen. Vor allem kleinere und fibrillenartige Polyethylen-Partikel zeigen hinsichtlich einer Zytokinfreisetzung und Knochenresorption die höchste Aktivität. Neben dem primären Verschleiß können in modularen Implantatsystemen allerdings auch sekundäre Verschleißprozesse auftreten. Beispielsweise kann aufgrund von Mikrobewegung zwischen einer Hüftpfanne und einem Hüft-Insert oder zwischen einem Tibiaplateau und einem Tibia-Insert ein rückseitiger Verschleiß stattfinden.

Periprothetische Osteolysen am Azetabulum treten häufig hinter der Pfanne im Bereich der Schraubenlöcher auf. Auch in der Knieendoprothetik sind Osteolysen häufig unterhalb des Tibiaplateaus und im Bereich von tibiaseitigen Schraubenlöchern zu beobachten. Hierbei steht in der Diskussion, ob ein rückseitiger Polyethylen-Verschleiß in einem klinisch relevanten Maß auftritt und, ob dieser sich hinsichtlich der Partikelgröße, Morphologie und dem osteolytischen Potential von artikulationsseitig generierten Verschleißpartikeln unterscheidet. Des Weiteren wird hierzu eine Partikelmigration von artikulationsseitig generierten Verschleißprodukten hinter die Pfanne zum Azetabulum kontrovers diskutiert. In der Knieendoprothetik werden vermehrt Tibiaplateaus aus einer Cobalt-Chrom-Legierung mit hochpolierten Oberflächen angeboten, um den Gesamtverschleiß und somit das Risiko einer Osteolyse zu reduzieren. Allerdings liegt für diesen vermeintlichen Verschleißvorteil keine quantitative Evidenz vor.

Bisher sind keine validen Methoden zur quantitativen Messung von rückseitigem Polyethylen-Verschleiß im Sinne eines Materialabtrags in der Hüft- und Knieendoprothetik bekannt. Zudem sind keinerlei Erkenntnisse über die Charakteristik dieser rückseitig generierten

Verschleißprodukte vorhanden. Im Rahmen dieser Promotion wurden daher geeignete Methoden zur isolierten Generierung und Erfassung von rückseitigen Polyethylen-Verschleißpartikeln in modularen Hüftpfannen und Tibiaimplantaten entwickelt und validiert. Darüber hinaus wurde dieser Verschleiß quantifiziert und dessen Partikel erstmalig isoliert charakterisiert. Zudem wurden die Migrationseigenschaft von artikulierenden Verschleißpartikeln innerhalb eines künstlichen Pfannensystems und die Effektivität von Verschlusskappen untersucht.

In den getesteten modularen Pfannensystemen konnte rückseitiger Polyethylen-Verschleiß verifiziert und quantitativ gemessen werden. Der rückseitige Verschleiß lässt sich allerdings deutlich unter 1 % des Gesamtverschleißes einordnen. Rückseitiger Verschleiß zeigt sich dabei signifikant abhängig von der Pfannenbelastung und dem Implantatdesign. Zudem besitzt das quervernetzte Polyethylen auch bei einem pfannenseitigen Verschleiß gegenüber konventionellem Polyethylen eine höhere Verschleißbeständigkeit. Darüber hinaus konnte eine Partikelmigration vom Artikulationsbereich hinter die Pfanne nachgewiesen werden. Vorhandene Verschlusskappen zeigten nur eine geringe Effektivität bei der Vermeidung einer Partikelwanderung hinter die Pfanne.

Auch bei Knieendoprothesen konnte rückseitiger Verschleiß verifiziert und quantitativ gemessen werden. Er betrug bis zu 30 % des Gesamtverschleißes und macht damit selbst bei modernen Verankerungsmechanismen einen erheblichen Anteil aus. Zudem konnte für hochpolierte Cobalt-Chrom-Tibiaplateaus ein Verschleißvorteil gegenüber unpolierten Titan-Plateaus ermittelt werden.

Die in modularen Pfannen und Tibiaplateaus rückseitig generierten Verschleißpartikel sind deutlich kleiner und ovaler als die artikulationsseitigen Verschleißprodukte. Während pfannenseitig Partikelgrößen im Bereich von 60 bis 80 nm produziert wurden, liegen die an der Rückseite von Tibia-Inserts generierten Verschleißprodukte im Größenbereich von 100 und 176 nm.

Die Migration von rückseitig und artikulationsseitig generierten Verschleißpartikeln hinter die Pfanne könnte ursächlich dafür sein, dass sich ein relevantes Maß an Polyethylen-Verschleißprodukten am knöchernen Azetabulum ansammelt und für die klinisch beobachteten Osteolysen pfannenseitig verantwortlich ist. Die Vermeidung dieser

Partikelmigration hinter die Pfanne unterstreicht dabei die Bedeutung einer effektiven Pfannenabdichtung. Der rückseitige Verschleiß an Tibia-Inserts steht in einem deutlich größeren Verhältnis zum Gesamtverschleiß als bei künstlichen Hüftpfannen und deutet dabei auf einen klinisch relevanten Verschleiß hin.

Die Ergebnisse der Arbeit besitzen eine hohe Relevanz für die Endoprothetik. Zudem bieten die entwickelten Methoden Werkzeuge, um zukünftig weitere Einflussfaktoren auf den rückseitigen Verschleiß an verschiedenen Implantatsystemen zu untersuchen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen können dann Implantate gezielt zur Verschleißreduktion weiter entwickelt werden.