

Verständnis von Materialien verbessert Hüftimplantate

Forschungsteam am Max-Planck-Institut für Eisenforschung veröffentlicht neueste Erkenntnisse zur Materialabnutzung in Hüftimplantaten

2015 wurden in den Industrieländern 1,8 Millionen Hüftoperationen durchgeführt. Aufgrund der höheren Lebenserwartung wird die Zahl der Hüftendoprothesen schätzungsweise auf 2,8 Millionen bis 2050 ansteigen. Am Ende des letzten Jahrtausends hielten künstliche Hüftprothesen nur etwa 10 Jahre. Seitdem haben sich Ärzte verstärkt mit Materialwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern zusammengetan, um länger haltbare Implantate zu bauen, mit dem Ziel, Revisionsoperationen nach der Implantation zu vermeiden. Die Forscher befassen sich unter anderem mit der Freisetzung von winzig kleinen Metallpartikeln und Ionen aus dem Implantat in das umgebende Gewebe, ein Prozess, der durch kombinierte Mikrobewegungen und Korrosion zwischen den modularen Teilen der künstlichen Hüfte beschleunigt wird. Um die zugrundeliegenden Mechanismen auf atomarer Ebene zu identifizieren, analysierten Dr. Michael Herbig, Leiter der Gruppe „Materialwissenschaft der mechanischen Kontakte“ am Max-Planck-Institut für Eisenforschung (MPIE), und sein Team, Kobalt- und Titanlegierungen, die in Hüftimplantaten verwendet werden. In Zusammenarbeit mit Prof. Alfons Fischer und Prof. Markus Wimmer vom Rush University Medical Center in Chicago, USA, modellierten die Wissenschaftler die Belastungen und die Umgebung des Hüftgelenks experimentell im Labor. Die Ergebnisse wurden kürzlich in der Fachzeitschrift Advanced Science veröffentlicht.

„Hüftimplantate bestehen oft aus einem kobalthaltigen Gelenkkopf, der auf einem Schaft aus einer Titanlegierung befestigt ist. Kombinierte Reibung und Korrosion an der Verbindungsstelle von Kopf und Schaft führen zur Freisetzung von Metallpartikeln und Ionen in den Körper des Patienten. Das umliegende Gewebe wird gereizt, was eine Revisionsoperation des Implantats erforderlich machen kann“, erklärt Dr. Shanoob Balachandran, Erstautor der Publikation zusammen mit seiner Kollegin Dr. Zita Zacharia, beide Postdoktoranden der Gruppe Mechanische Kontakte.

Mit Hilfe mehrerer hochauflösender Mikroskopietechniken konnte gezeigt werden, dass die Reibung zwischen Oberschenkelkopf und -schaft zu einem Relief auf der Oberfläche der Titanlegierung führt. „Die Unebenheiten ragen aus der Oberflächen der Titanlegierung heraus und verkratzen die gegenüberliegende Oberfläche der Kobaltlegierung. Dadurch wird deren natürliche Schutzschicht verletzt und es kommt zur weiteren Korrosion des Kobaltkopfes. Und dies wiederum führt zur Freisetzung von Metallionen“, erklärt Herbig. „Aber wie kann dieser Prozess gehemmt werden und wie beeinflussen die in der Gelenkflüssigkeit vorhandenen Proteine die Auflösung der Legierungen? Dies wäre der nächste Schritt unserer Forschung, um den Weg für die Entwicklung tribokorrosionsbeständiger Legierungen für medizinische Anwendungen zu ebnen“, so Zacharia.

Originalpublikation:

S. Balachandran, Z. Zachariah, A. Fischer, D. Mayweg, M. A. Wimmer, D. Raabe, M. Herbig: Atomic scale origin of metal ion release from hip implant taper junctions. In: Advanced Science 2020, 1903008

Weitere Informationen:

<https://www.mpie.de/4267292/hip-implants>