

Ali Ayache
Dr. med.

Ganganalyse bei gekoppelten Tumor- Knieendoprothesen – Untersuchung von biomechanischen Belastungscharakteristika, die zum mechanischen Prothesenversagen führen können

Fach/ Einrichtung: Orthopädie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Rudi Georg Bitsch

Aktueller Standard bei der Behandlung von kniegelenksnahen malignen Tumoren ist der Extremitätenerhalt durch Resektion des tumortragenden Knochenabschnitts und Implantation von modularen Tumor- Knieendoprothesen. Auf Grund verbesserter chirurgischer Verfahren innerhalb multimodaler Therapiekonzepte werden nunmehr keine signifikanten Unterschiede in der Lokalrezidivrate oder dem Gesamtüberleben im Vergleich zwischen dem Extremitätenerhalt und den ablativen chirurgischen Behandlungsalternativen beobachtet. Der Extremitätenerhalt mit Hilfe von modularen Tumorendoprothesen geht allerdings einher mit einer hohen Rate an Komplikationen, von denen die häufigsten die aseptische Lockerung, das mechanische Versagen des Kopplungsmechanismus sowie die Protheseninfektion und die Wundheilungsstörung sind. Die Protheseninfektion und die Wundheilungsstörung stehen im Zusammenhang mit dem Ausmaß des chirurgischen Eingriffs, der Größe des Implantats sowie der Grunderkrankung und den notwendigen Begleittherapien.

In der aktuellen Literatur liegen mehrere Publikationen zu Ganganalysen an Patienten mit modularen gekoppelten Knieendoprothesen vor. Vergleichende Untersuchungen zwischen Patienten mit Tumorendoprothesen ohne Revision und Patienten mit Tumorendoprothesen nach stattgehabter Revision auf Grund eines mechanischen Prothesenversagens sind nicht bekannt.

Ziel dieser Studie war es durch die Ganganalyse biomechanische Belastungscharakteristika von implantierten gekoppelten Tumor- Knieendoprothesen zu untersuchen, die zu mechanischen Komplikationen führen können.

Hierfür wurden insgesamt 18 Patienten mit implantierten gekoppelten Tumor-Knieendoprothesen aus dem Mutars®- Endoprothesensystem mit Hilfe einer 3D-Ganganalyse untersucht. Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit betrug 66,2 Monate (Min: 3 Monate; Max: 157 Monate). Das Patientenkollektiv wurde in Hinblick auf die Fragestellung in eine Gruppe ohne Revision, bestehend aus 11 Patienten, und eine Gruppe mit erfolgter Revision auf Grund eines mechanischen Prothesenversagens, bestehend aus sieben Patienten, aufgeteilt.

Bei der Auswertung der anamnestischen, operativen und klinischen Daten zeigte sich für die Verteilung von Enneking Score, Karnofsky Index, Geschlecht, Body- Mass- Index, Alter bei Ersteinbau, Beinlängendifferenz, Kraftgrad der Kniegelenksexension, verwendetem Kopplungsmechanismus und Tumorlokalisation zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied. Es konnte allerdings ein statistisch signifikanter Einfluss der extraartikulären Resektion sowie der radiologisch gemessenen Defektlänge auf das mechanische Prothesenversagen und dem daraus folgenden Revisionseingriff festgestellt werden.

Bei der Analyse der Gangparameter konnte als Ausdruck der allgemeinen funktionellen Beeinträchtigung eine im Mittel verlangsamte Gehgeschwindigkeit des gesamten

Patientenkollektiv festgestellt werden. Darüber hinaus konnte für den Anteil der monopedale Standphase am Gangzyklus, als besten Indikator für die Stützfähigkeit einer Extremität, ein signifikant kleinerer Wert für die Extremitäten mit Endoprothese gegenüber den nicht operierten Extremitäten gemessen werden. Wobei hervorzuheben ist, dass für die Patienten mit revidierter Endoprothese im Vergleich zu den Patienten ohne Revision die mittlere Gehgeschwindigkeit nicht signifikant langsamer war, und die relative Dauer der monopedalen Standphase der Extremitäten mit revidierter Endoprothese nicht signifikant kürzer war als diejenige der nicht- revidierten Extremitäten. Dies deutet darauf hin, dass das mechanische Prothesenversagen mit operativer Revision nicht zu einer signifikant weiteren Verschlechterung der Extremitätenfunktion führt.

Bei Auswertung der biomechanischen Belastungscharakteristika zeigten sich, als Ausdruck der Leistungsminderung der betroffenen Extremitäten, in der Standphase verminderte antreibende und stabilisierende horizontale Scherkräfte an den gekoppelten Endoprothesen im Vergleich zu den gesunden Kniegelenken. Dies steht in einem kausalen Zusammenhang mit verminderten Drehmomenten in der Frontal- und Transversalebene. Dem gegenüber konnten für die revidierten Endoprothesen im Vergleich zu den nicht- revidierten Endoprothesen während der Standphase Intervalle mit erhöhter horizontaler und vertikaler Belastung nachgewiesen werden.

Zur Entlastung des leistungsgeminderten muskuloskelettalen Apparats an der betroffenen Extremität wird das Endoprothesengelenk von den Patienten bei Lastaufnahme in der Standphase gestreckt geführt, da so passiv die stabilste krafttragende Stellung am Kniegelenk erreicht wird. Dadurch entsteht das für gekoppelte Knieendoprothesen als „stiff knee“ in der Literatur bekannte rigide Bewegungsmuster in der Standphase, bei dem die physiologischen alternierenden Bewegungsradien der gesunden Kniegelenke von den Endoprothesengelenken mit signifikant kleineren Gelenkwinkeln nur angedeutet werden.

Wie diese Studie erstmals zeigen konnte, geht dieser Kompensationsmechanismus allerdings einher mit einem Extensionsmoment am Endoprothesengelenk, welches beim initialen Bodenkontakt etwa fünfmal größer ist als im gesunden Kniegelenk, im weiteren Verlauf der Standphase etwas zurückgeht, aber bis zum Ende der terminalen Standphase mit signifikant größeren Werten als im gesunden Kniegelenk bestehen bleibt.

Erstmals konnte diese Studie nachweisen, dass dieser Kompensationsmechanismus im Falle der bei mechanischem Prothesenversagen revidierten gekoppelten Knieendoprothesen signifikant ausgeprägter ist. Die revidierten Endoprothesen zeigen im Vergleich zu den nicht- revidierten Endoprothesen signifikant kleinere, sogar überstreckte Gelenkwinkel in der Standphase mit daraus folgenden signifikant größeren Extensionsmomenten.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass zur Kompensation der verminderten Leistungsfähigkeit der betroffenen Extremität, eine passive Stabilisierung der gekoppelten Tumor- Knieendoprothese notwendig wird. Die Konsequenz daraus ist ein um ein Vielfaches erhöhtes Drehmoment am Endoprothesengelenk. In der Patientengruppe mit mechanischem Prothesenversagen und operativer Revision ist die Stützfähigkeit des Beins mit Endoprothese zwar nicht wesentlich weiter beeinträchtigt, allerdings um den „Preis“ einer weiteren Verschlechterung der Gelenkführung. Dies hat eine erhöhte Belastung der Endoprothese mit erhöhten Drehmomenten zur Folge.

Somit könnte das erhöhte und protrahierte Extensionsmoment in der Standphase einen entscheidenden Einflussfaktor für das mechanische Prothesenversagen dieser Implantate darstellen.

Entscheidend ist also die Leistungsfähigkeit des muskuloskelettalen Apparats an der betroffenen Extremität. Dieses gilt es in den operativen Eingriffen zu schonen und durch eine

spezifische postoperative Rehabilitation zu trainieren, mit dem Ziel die gestreckte Führung des Endoprothesengelenks in der Standphase und die damit verbundenen erhöhten Drehmomente zu verhindern.

Ob durch ein physiologisches Gangmuster die hohen mechanischen Komplikationsraten von gekoppelten Tumor- Knieendoprothesen gesenkt werden können, muss allerdings durch zukünftige Studien geklärt werden.