

Tanja Borchers
Dr. med.

Jens Uwe Müller
Dr. med.

**Das Fettembolierisiko in Abhängigkeit von zementierter und zementfreier
Prothesenschaftverankerung sowie der Einfluß der Zementviskosität auf die
Knochenmarkfett-Intravasation und Zementpenetration**

Zwei Tierexperimentelle Studien zu aktuellen Problemen der Hüftendoprothetik

Tanja Borchers

Geboren am 16.09.1975 in Duisburg
Reifeprüfung 1995 in Braunschweig
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom WS 1995/96 bis WS 2002/03
Physikum im April 1998 an der Universität Heidelberg
Klinisches Studium in Heidelberg
Praktisches Jahr in Heidelberg und den USA
Staatsexamen im November 2002 an der Universität Heidelberg

Jens Uwe Müller

Geboren am 02.08.1974 in Nürnberg
Reifeprüfung 1994 in Frankfurt am Main
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom SS 1996 bis WS 2002/03
Physikum im März 1998 an der Universität Heidelberg
Klinisches Studium in Heidelberg
Praktisches Jahr in Heidelberg und Belgien
Staatsexamen im September 2002 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Orthopädie
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. S.J. Breusch

Akuter Blutdruckabfall, Hypoxämie und plötzlicher Herzstillstand sind bekannte und dramatische Komplikationen im Rahmen des operativen Hüftgelenkersatzes. Ursächlich werden sie auf das Eintreten von Fett, Knochenmark und knöchernem Debris in das venöse System zurückgeführt, die dort, verstärkt durch die Aktivierung der Gerinnungs-Kaskade, zu thrombembolischen Prozessen führen. Der Anstieg des intramedullären Druckes spielt pathogenetisch dabei die größte Rolle. Dieser Zusammenhang ist in der aktuellen Literatur genauso anerkannt wie die Erkenntnis, dass der langfristige Erfolg von zementierten Hüftendoprothesen entscheidend von einer möglichst guten Verzahnung von Zement und spongiösem Knochenlager abhängig ist. Dabei wird die Zementpenetration ausser von der Spongiosaqualität und der effizienten Reinigung des spongiösen Knochenlagers wesentlich von der Höhe des applizierten Druckes bei der Zementeinbringung beeinflusst. Die Anwendung zementkomprimierender Techniken und die resultierenden Druckerhöhungen im Markraum zugunsten einer optimierten Verzahnung stehen wiederum im Gegensatz zu dem Interesse, das bestehende Fettembolierisiko durch schonende Präparationstechniken zu minimieren.

Im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchungen standen die Fragen, inwiefern unter in vivo Bedingungen die Zementpenetration von der Zementviskosität abhängt und wie die

Viskosität die Fetteinschwemmung in das venöse System beeinflusst. Desweiteren sollte untersucht werden, ob ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Fetteinschwemmung aus dem Markraum in das drainierende Gefäßsystem zwischen einer zementierten und einer zementfreien Prothesenschaftverankerung unter standardisierten Bedingungen nachweisbar ist.

Für die Studienreihe zum Einfluss der Zementviskosität wurden unter realitätsnahen Operatiosbedingungen die Femora von 14 Merino-Schafen bilateral, simultan zementiert, wobei moderne Zementiertechniken wie retrograde Zementapplikation, gepulste Druckspülung und verlängerte Druckbeaufschlagung berücksichtigt worden waren. Mit Hilfe einer Zementkompressionsmaschine wurde ein hohes Maß an Standardisierung gewährleistet. Im Seitenvergleich konnte so isoliert der Einfluss von hochviskösem (Palacos®) und niedrigviskösem (Osteopal®) Zement auf die Zementpenetration und die Knochenmarkfetteinschwemmung untersucht werden. An einem modifizierten Modell wurde in einer weiteren Studienreihe mit 16 Tieren bilateral ein Hüftendoprothesenschaft implantiert und dabei gleichsam das venöse Blut via eines Katheter in der Vena iliaca externa aus dem OP-Gebiet zur quantitativen Fettbestimmung gesammelt. Auch in dieser Reihe wurde der Markraum nach Randomisierung auf einer Seite entsprechend dem sogenannten „Goldstandard“ für die Einbringung von Zement (Palacos®) vorbereitet, indem u.a. Markraumstopper und Jet Lavage eingesetzt wurden. Die Gegenseite wurde für die zementfreie Implantation mittels speziell gefertigter, anatomisch adaptierter Raspeln präpariert, wobei ebenfalls die gepulste Druckspülung verwendet wurde. Die sondergefertigte Hüftprothesensäfte wurden bei Verwendung von Zement nach der Kompressionsphase manuell implantiert. Bei zementfreier Implantation kam ein spezielles Schlaginstrumentarium zum Einsatz, um eine standardisierte Kraftaufwendung beim Einschlagen der Prothese zu produzieren.

Die quantitativen Fettbestimmung der gesammelten Blutproben erfolgte für beide Studienreihen mittels einem etablierten klinisch-chemischen Verfahren. Die qualitative Fettzusammensetzung war zuvor mittels Gaschromatographie gesichert worden. Anhand von Mikroradiographien der Knochenschnitten, die aus den Femora der Viskositätsstudienreihe gefertigt wurden, wurde zusätzlich der Vergleich der Zementpenetration von Osteopal® und Palacos® unternommen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigten, dass unter in vivo Bedingungen niedrigvisköser Zement im Stadium der Dünflüssigkeit trotz angemessener Druckapplikation geringere Penetrationsraten erzielte und zusätzlich mit einem hohen Zementinvasationsrisiko einherging. Hochvisköser Zement dagegen ermöglichte eine bessere Zementverzahnung, besaß aber gleichzeitig ein höheres Risiko hinsichtlich der Fetteinschwemmung. Somit stehen unsere Ergebnisse einerseits im Widerspruch zu den meisten in vitro Studien, die bislang niedrigviskösem Zement bessere Penetrationseigenschaften zusprachen. Andererseits werden unsere Ergebnisse durch eine Vielzahl von Daten aus verschiedenen Endoprothesenregistern gestützt, die bei Verwendung von hochviskösem Zement bessere klinische Langzeitergebnisse dokumentieren konnten. Desweiteren bestätigten unsere experimentell gewonnenen Ergebnisse die klinisch gemachte Beobachtung, dass die Verwendung von Zement gegenüber einer zementfreien Schaftverankerung mit einem, gemessen an der eingeschwemmten Fettmenge, signifikant erhöhten Fettembolierisiko einhergeht. Bei der Mehrzahl der Probeniere konnte auf der zementierten Seite ein Zusammenhang zwischen der Implantation des Markraumstoppers und den Maxima der Fetteinschwemmung hergestellt werden. Unsere Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer sorgfältigen Markraumpräparation besonders bei der zementierten Schaftverankerung. Die Spülung des spongiösen Lagers mittels Jet Lavage sollte vor der Insertion eines Markraumstoppers erfolgen, um das Fettembolierisiko durch Reduktion thrombogenen Materials bereits zu diesem Zeitpunkt wirkungsvoll zu senken, ohne andererseits von dem

Primärziel, der Etablierung optimaler Bedingungen für eine lange Prothesenschaftszeit, abzuweichen.