

2. Einleitung

Klinische und radiologische Langzeituntersuchungen zeigen eine gesteigerte Arthroseentwicklung als Folge der Meniskektomie am Kniegelenk (FAIRBANK 1948; JOHNSON et al. 1974; SCOTT et al. 1986; MORGAN et al. 1991; DeHAVEN et al. 1995; ALTENBURGER et al. 1998; LYNCH et al. 1983; McDERMOTT und AMIS 2006). Auf die wichtige Funktion des Meniskus als Stoßabsorber (VOLOSHIN und WOSK 1983), als Vermittler der tibiofemorale Kraftübertragung (MacCONNAIL 1950; RADIN et al. 1984; FITHIAN et al. 1990; RAUNEST et al. 1990; ALLEN et al. 2000; FUKUDA et al. 2000) oder als zusätzlicher Stabilisator bei defizientem vorderem Kreuzband (MARKOLF et al. 1976; LEVY et al. 1982; SHOEMAKER et al. 1986; ALLEN et al. 2000) wurde hingewiesen. In weiteren Studien konnte eine propriozeptive Rolle der Menisken (ZIMMY et al. 1988) oder die Funktion der Menisken bei der Lubrikation und Ernährung des hyalinen Gelenkknorpels (MacCONNAIL 1950; RENSTROM und JOHNSON 1990) gezeigt werden. Ziel einer operativen Intervention ist damit der Erhalt der Menisken und die Entwicklung von Operationsverfahren zur Reparatur und Refixation.

Anfangs wurden bei der Therapie von Meniskusverletzungen offene Operationstechniken angewendet, die innerhalb der letzten 20 Jahre durch die Entwicklung arthroskopischer Techniken verdrängt wurden. Offene Zugänge, mit Ausnahme solcher zur Meniskustransplantation, werden nahezu nicht mehr angewendet. Die arthroskopischen Techniken minimierten die Risiken, die mit dem offenen Eingriff einhergingen. Zudem wurde der Zugang zu Anteilen der Gelenkhöhle möglich, die beim offenen Vorgehen unerreichbar blieben (MORGAN et al. 1986; SCHULTE et al. 1996).

Zur arthroskopischen Meniskusrefixation stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung. Die ursprüngliche „Inside-to-outside“-Technik fixiert den abgetrennten Meniskusteil in einer Nahtschlinge an der intakten Meniskusbasis und leitet die Fadenenden nach außen aus. Durch einen zusätzlichen Hautschnitt von außen wird die Gelenkkapsel dargestellt und die ausgeleiteten Fadenenden geknotet (SCHULTE et al. 1996). Die arthroskopischen Techniken wurden durch die „Outside-to-inside“-Technik erweitert. Hier wird ein Fadenende durch eine Stichinzision von der Außenseite der Gelenkkapsel durch die Meniskusbasis und das zu refixierende Meniskusstück in das Kniegelenk eingebracht und in gleicher Weise von außen über eine weitere Stichinzision wieder durch das Meniskusfragment und die Meniskusbasis

zurückgeholt. Auch hier erfolgt die Knotensicherung von extrakapsulär (RODEO et al. 1996; WARREN 1985; MORGAN et al. 1986). Die aktuelle Stufe der Entwicklung arthroskopischer Techniken zur Meniskusrefixation stellen die vollständig intraartikulären, sogenannten „All-inside“-Techniken dar, die keine zusätzlichen Zugänge zur Gelenkkapsel erfordern und daher methodenabhängig eine Minimierung neurovaskulärer Risiken und/oder Verkürzung der Operationsdauer bewirken (MORGAN et al. 1991; REIGEL et al. 1996). Bei der „All-inside“-Meniskusrefixation lassen sich Nahttechniken von Techniken unterscheiden, bei denen implantierbare Refixationsmaterialien durch arthroskopische Standardzugänge zur Stabilisierung von Menisken angewendet werden. Während die „All-inside“-Nahttechniken durch eine per Knoten geschlossene Fadenschleife den Vorteil der höheren Ausreißkraft einer konventionellen Meniskusnaht mit den Vorteilen der Risikoarmut des „All-inside“-Konzepts zu vereinigen sucht, führt die Anwendung der implantatgebundenen „All-inside“-Techniken methodenabhängig zu einer Verkürzung der Operationsdauer (MORGAN et al. 1991; REIGEL et al. 1996).

Bei den Nahttechniken werden resorbierbare und permanente Materialien in unterschiedlichen Nahtstärken verwendet. Gängige Nahtstärken sind 0 USP und 2-0 USP. Als Nahttechniken unterscheidet man vertikale (Loop-, Matratzennaht) von horizontalen Nähten (Matratzennaht) (KOHN und SIEBERT 1989, RIMMER et al. 1995; ASIK et al. 1997). Für die vertikalen Nähte zeigten sich messbare Vorteile der Refixationsstabilität, wenn Kräfte senkrecht an die simulierten Korbhenkelrisse der Nahtmeniskuspräparate angelegt wurden (KOHN und SIEBERT 1989, RIMMER et al. 1995, ASIK et al. 1997, POST et al. 1997, SONG und LEE 1999, BARBER und HERBERT 2000, WALSH et al. 2001, SEIL et al. 2001, BECKER et al. 2002, BARBER et al 2004, ZANTOP et al. 2004, KOCABEY et al. 2006). Eine neuere Studie, die Scherkräfte auf die Refixationsstelle wirken ließ, konnte dagegen die Überlegenheit horizontaler Matratzennähte nachweisen (ZANTOP et al 2006). Bei den arthroskopisch implantierbaren Meniskus-Refixationsmaterialien stehen Implantate in Form von Klammern, Fixierclips, Schrauben, mit Widerhaken bewehrte Pfeile oder Nahtankern zur Verfügung. In den meisten vergleichenden Studien stellte sich ein signifikant messbarer Vorteil der Nahttechniken gegenüber den implantatgebundenen Refixationsmaterialien hinsichtlich der Refixationsstabilität heraus (DERVIN et al. 1997, BOENISCH et al. 1999, SONG und LEE 1999, BARBER et al 2000, BECKER et al. 2001, WALSH et al. 2001, ASIK und SENER 2002, BECKER et al. 2002, BELLEMANS et al. 2002, DÜRSELEN et al. 2002, RANKIN et al. 2002, McDERMOTT et al. 2003, SEIL et al. 2003, STAERKE et al. 2004).

Die meisten dieser Studien verwendeten kontinuierliche Belastungsprotokolle zur Stabilitätsuntersuchung der unterschiedlichen Nahtmaterialien und Refixationsimplantate (KOHN und SIEBERT 1989, ASIK ET AL 1997 und 2002, DERVIN et al. 1997, POST et al. 1997, BOENISCH et al. 1999, SONG und LEE 1999, BARBER und HERBERT 2000, BECKER et al. 2001, WALSH et al. 2001, RANKIN et al 2002, BARBER et al. 2004, ZANTOP et al. 2004). Ein neuerer Aspekt des Studiendesigns bezieht auch den zyklischen Charakter von repetitiver Be- und Entlastung mit ein (SEIL et al. 2000, 2001 und 2003, BECKER et al. 2001 und 2002, BELLEMANS et al. 2002, DUERSELEN et al. 2002, McDERMOTT et al. 2003, STAERKE et al. 2004, CHANG et al. 2005, KOCABEY et al. 2006, ZANTOP et al. 2004, 2005 und 2006).

RAY et al. (1981) und BARBER und GURWITZ (1988) wiesen in ihrer Arbeit über das Resorptionsverhalten von PDS-Nähten einen Rückgang der Risskraft durch zunehmende Inkubationszeit nach. Weitere Arbeiten erweiterten und verfeinerten diese Ergebnisse (GREENWALD et al. 1994, IKADA und TSUJI 2000, OOI und CAMERON 2002, FIELD und STANLEY 2004, MILLER et al. 2004). In einer Arbeit von ARNOZKY und LAVAGNINO (2001) wurden erstmalig auch komplexer ausgeformte implantierbare Refixationsmaterialien in kontinuierlichen Belastungsversuchen unter Hydrolysebedingungen untersucht.

In der vorliegenden Arbeit sollten die In-Vivo-Bedingungen einer Meniskusrefixation möglichst realitätsnah nachgebildet werden. Der Ansatz der zyklischen Belastung der Refixation wurde aufgegriffen und durch einen stufenweisen Anstieg der Belastung bis zum Versagen ergänzt, um eine der Nachbehandlungssituation ähnliche Lastentwicklung zu simulieren. Zudem wurde die intraartikuläre Hydrolyse durch die Synovialflüssigkeit durch die Inkubation der Präparate in Zellkulturmedium simuliert.

Das Ziel war es, in einem standardisierten in-Vitro – Modell an Schweinemenisken zu überprüfen,

- 1.) ob die Verwendung unterschiedlicher Naht- und Refixationsmaterialien unter zyklischer Belastung zu unterschiedlichen Versagenskräften führt und
- 2.) welchen Effekt die Hydrolyse auf die Stabilität der unterschiedlichen Naht- und Refixationsmaterialien hat.