

Aus der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie,

Direktor: Prof. Dr. med. D. Kohn

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

**Abhängigkeit der Distrahierbarkeit des Hüftgelenks von
Geschlecht, präoperativem Bewegungsumfang und
Arthrosegrad**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2012

vorgelegt von: Nicole König

geb. am: 19.12.1976 in Saarbrücken

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Abstract	6
3	Einleitung.....	8
4	Material und Methoden.....	11
4.1	<i>Patienten</i>	<i>11</i>
4.2	<i>Hüftarthroskopie – Lagerungs- und Traktionstechnik</i>	<i>15</i>
4.2.1	Lagerungstechnik.....	15
4.2.2	Traktion	17
4.3	<i>Fluoroskopische Untersuchung und Bildanalyse.....</i>	<i>20</i>
4.3.1	Röntgenbildverstärker – Gerät und Einstellung.....	20
4.3.2	Zeitpunkte – Nullstellung, Traktion und Traktion/Distension	20
4.3.3	Bilddigitalisierung und Bildanalyse	21
4.3.4	Digitale Bildbearbeitung und Messung der Gelenkspaltweite	21
4.3.5	Berechnungsformeln.....	24
4.4	<i>Auswertung und Statistik.....</i>	<i>31</i>
5	Ergebnisse.....	32
5.1	<i>Patienten</i>	<i>32</i>
5.2	<i>Gelenkspaltweite im Vergleich Traktion versus Traktion/Distension</i>	<i>35</i>
5.3	<i>Einflussfaktoren auf die Hüftgelenkdistraktion</i>	<i>37</i>
5.3.1	Diagnosen.....	37
5.3.2	Geschlechtsunterschiede bei der Gelenkdistraktion	43
5.3.3	Einfluss einer Voroperation auf die Hüftgelenkdistraktion	50
5.3.4	Einfluss des präoperativen passiven Rotationsumfangs des Hüftgelenks auf die Distrahierbarkeit.....	52

5.3.5	Einfluss des präoperativen passiven Flexionsumfangs des Hüftgelenks auf die Distrahierbarkeit.....	60
5.3.6	Einfluss des Arthrosegrads auf die Gelenkdistraktion	62
6	Diskussion.....	70
7	Literaturverzeichnis.....	77
8	Danksagung	84

1 Zusammenfassung

Eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Arthroskopie des zentralen Kompartiments des Hüftgelenks ist die adäquate Distraction der Gelenkflächen von Femurkopf und Facies lunata des Azetabulums. Durch ausreichende Distraction können die intraartikuläre Übersicht und die Manövrierbarkeit arthroskopischer Instrumente verbessert und das Risiko iatrogenen Knorpel- und Labrumläsionen reduziert werden. Die applizierte Traktionskraft stellt in Abhängigkeit von ihrer Größe, Einwirkdauer und Richtung eine Gefahr für Nerven und Weichteile dar. Methoden zur Verbesserung der Gelenkdistraction bzw. Reduktion von Traktionskräften sind Lagerungstechnik, Muskelrelaxation, Distension des Gelenkvakuums und Kapselrelease. Es wird vermutet, dass die Distraction von Femurkopf und Azetabulum von multiplen Faktoren bestimmt wird. In der vorliegenden Arbeit wurde die Hypothese, dass die Distraction signifikant durch das Geschlecht, Voroperationen, präoperatives Bewegungsausmaß, Diagnose und Ausmaß degenerativer Veränderungen beeinflusst wird, in einer prospektiven in-vivo Studie überprüft.

116 Hüftgelenke von 114 Patienten standen für die Untersuchung zur Verfügung. Über die epidemiologischen Daten hinaus wurden präoperativ folgende Parameter erhoben: Vorliegen und Art einer Voroperation, Bewegungsumfang des Hüftgelenks, röntgenologischer Arthrosegrad nach Tönnis und die intraoperative Hauptdiagnose. Alle Arthroskopien wurden von einem Operateur in standardisierter Technik bzgl. Lagerung, Gelenkpositionierung, Traktion, Portalanlage, Distension und Anfertigung von Röntgenbildern durchgeführt. Es wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten fluoroskopische Aufnahmen des Hüftgelenks angefertigt: Unmittelbar vor Traktion (Nullstellung), während alleiniger Anwendung von Traktion (Traktion) sowie nach Anwendung von Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (Traktion/Distension). Nach Digitalisierung der auf Röntgenfolie analog ausgedruckten Röntgenbilder wurden diese mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms bearbeitet, und die jeweilige Gelenkspaltweite an vier verschiedenen, auf jedem Röntgenbild reproduzierbaren Gelenkbereichen vermessen. Es folgte die Berechnung der jeweiligen Distanzzunahme nach Traktion bzw. nach Traktion/Distension zur

statistischen Untersuchung eines möglichen Einflusses auf die Gelenkdistraktion durch Geschlecht, Voroperationen, präoperatives Bewegungsausmaß, Diagnose und Ausmaß degenerativer Veränderungen.

In der vorliegenden Untersuchung ließ sich ein hochsignifikanter Effekt der Distension auf die Gelenkdistraktion nachweisen. Im klinisch-operativ wichtigen Bereich (lateralen Pfannenerker und lateraler Übergang Fossa acetabuli – Facies lunata) konnte die Gelenkspaltweite um 48% (lateralen Pfannenerker) bzw. 41% (lateralen Übergang Fossa acetabuli – Facies lunata) im Vergleich zur Gelenkspaltweite nach alleiniger Anwendung von Traktion gesteigert werden. Die intraoperative Diagnose, Voroperationen und präoperatives Flexionsausmaß hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Distrahierbarkeit von Kopf und Pfanne. Faktoren für eine schlechtere Gelenkdistraktion waren das männliche Geschlecht und nur tendenziell eine kleinere präoperative Rotationsamplitude des Hüftgelenks. Einen signifikanten bis hochsignifikanten Einfluss auf die Distrahierbarkeit stellt der Arthrosegrad nach Tönnis dar. So kam es im Vergleich zu nicht degenerativ veränderten Gelenken bei einem Arthrosegrad von 1 nach Traktion zu einer Reduktion der Gelenkspaltzunahme von durchschnittlich 23,8% und bei kombinierter Anwendung von Traktion und Distension von durchschnittlich 15,9%. Bei einem Arthrosegrad von 2 war die Gelenkspaltzunahme um 24,6% (nach Traktion) bzw. 22,4% (bei kombinierter Anwendung von Traktion und Distension) vermindert.

Bei der präoperativen Beurteilung der Distrahierfähigkeit eines Hüftgelenks muss sein Arthrosegrad berücksichtigt werden. Bei einem höheren Arthrosegrad besteht ein größeres Risiko, dass das Hüftgelenk nicht ausreichend oder weniger distrahiert werden kann. Die Patienten müssen in diesen Fällen über das Risiko aufgeklärt werden, dass eine Arthroskopie des zentralen Kompartiments nicht möglich oder mit einem erhöhten Risiko für iatrogene Knorpel- und Labrumverletzungen verbunden ist. Weitere Faktoren für eine schlechtere Gelenkdistraktion sind das männliche Geschlecht und nur tendenziell eine kleinere präoperative Rotationsamplitude des Hüftgelenks. Die intraoperative Diagnose und Voroperationen haben keinen signifikanten Einfluss auf die Distrahierfähigkeit von Kopf und Pfanne. Vor der Portalanlage zum zentralen Kompartiment sollte das Gelenkvakuum durch Punktion mit einer Nadel aufgehoben werden, um eine bessere Distraktion und damit

verbesserte Bedingungen für das Einbringen von Arthroskop und Zusatzinstrumenten zu gewährleisten.

2 Abstract

One of the most important preconditions for arthroscopy of the central compartment of the hip joint is a sufficient distraction of femoral head and the acetabulum. Adequate distraction allows a comprehensive arthroscopic overview and eases maneuverability of instruments. Moreover, distraction reduces the risk of iatrogenic complications such as chondral and labral lesions. The applied distraction force endangers nerves and soft tissues depending on its magnitude, duration and direction. Common methods to improve distraction and to reduce the necessary traction forces are the technique of patient positioning, muscle relaxation, breakage of the joint vacuum by distension and a capsule release. Other factors may influence the distraction of the femoral head and the acetabulum. In this prospective in vivo study the effect of sex, previous operations, preoperative range of motion, diagnosis and the grade of joint degeneration on hip joint distraction was evaluated.

116 hip joints of 114 patients were studied. Epidemiological data and information on previous operations were collected. Preoperatively, range of motion, radiological degree of joint degeneration staged by Tönnis and the leading intraoperative diagnosis were evaluated. All arthroscopies were performed by one surgeon in a standardized technique including positioning of the patient, traction, portal placement, distension and radiological evaluation. At three different times during the operative process fluoroscopic radiographs of the hip joint were taken: Before traction was applied (starting position), after traction only (traction) and when traction was combined with distension (traction/distension). After digitizing the printed radiographs the images were evaluated with an image processing software and the joint space was measured at four locations on every image respectively. The radiologic increase of the joint space after the application of traction or the combination of traction and distension was compared to the joint space at the starting position to examine the influence of sex, previous operations, preoperative range of motion, diagnosis and the grade of joint degeneration on hip joint distraction.

A highly significant effect of the distension on joint distraction was found. The joint space width in the clinically important area of the acetabular rim and the lateral

acetabular fossa was increased by 48% (lateral rim) and 41% (lateral acetabular fossa) respectively compared to the joint width after traction only. The intraoperative diagnosis, previous operations and the preoperative range of flexion had no significant effect on distraction of femoral head and acetabulum. Males had a significantly lesser distraction compared with females, and there was a tendency for small distraction if the preoperative range of rotation was smaller. The most significant effect on distraction was shown for the grade of joint degeneration. In patients with osteoarthritis grade 1 of Tönnis the increase of joint space width was smaller by average of 23,8% with traction only and by 15,9% with traction/distraction compared to hip joints Tönnis grade 0. In patients with Tönnis grade 2 arthrosis the increase of joint space width was highly significantly reduced by an average of 24,6% (after traction) and 22,4% (after traction and distension), respectively.

In the preoperative planning and discussion with the patient, the negative effect of osteoarthritis on hip distraction and potential consequences of insufficient distraction need to be considered. Patients have to be informed about potential iatrogenic complications such as chondral and labral lesions during arthroscopy of the central compartment. Eventually, arthroscopy of the central compartment of the hip joint may not be possible. Other factors that have a negative effect on hip joint distraction are the male gender and to a lesser degree a reduced preoperative rotatory range of motion of the hip joint. The intraoperative diagnosis and previous operations do not influence the distractibility of femoral head and acetabulum. Before portal placement to the central compartment the intraarticular vacuum should be released by inserting a cannula.

3 Einleitung

Die Hüftarthroskopie wurde als invasives diagnostisches Verfahren, vor allem aber auch als minimalinvasive Alternative zu offenen Operationen, in den letzten Jahren zunehmend weiterentwickelt und an einigen Zentren als fester Bestandteil des Leistungsangebotes etabliert. Im Zuge dieser Entwicklung ist es zu einer Standardisierung der Operationstechnik, zur Weiterentwicklung der Instrumentarien und zur Verbesserung der technischen Möglichkeiten gekommen. Dies hat zum einen zu einem besseren Verständnis bekannter und zur Definition bislang unbekannter Erkrankungen des Hüftgelenks beigetragen und neue Hinweise zum Verständnis der funktionellen Anatomie und zur Pathogenese geliefert, was eine bessere Abgrenzung von normalen und pathologischen Befunden erlaubt.

Nach DORFMANN lässt sich das Hüftgelenk arthroskopisch in zwei Kompartimente unterteilen (Dorfmann, Boyer et al. 1988; Dorfmann und Boyer 1999). Das zentrale oder „tiefe“ Kompartiment besteht aus der Facies lunata, der Fossa acetabuli, dem Ligamentum capitis femoris und den vorwiegend belasteten Anteilen des Femurkopfes. Abgegrenzt durch das Labrum acetabulare befinden sich im peripheren oder „oberflächlichen“ Kompartiment die vorwiegend unbelasteten Anteile des Femurkopfes, der Femurhals, die Plicae synoviales, sowie die Gelenkkapsel mit ihrer zirkulären Verstärkung, der Zona orbicularis.

Aufgrund der anatomischen Eigenheiten des Hüftgelenks gestaltet sich die arthroskopische Intervention technisch anspruchsvoll. Sowohl der arthroskopische Zugang als auch die Beweglichkeit von Arthroskop und Instrumenten im Hüftgelenk sind schwieriger als in anderen Gelenken. Verantwortlich dafür sind ein dicker Weichteilmantel, die Nähe zu zwei neurovaskulären Bündeln, ein straffer Kapsel-Bandapparat mit dem Ligamentum iliofemorale als kräftigstem Band des menschlichen Organismus (Putz 1988), ein vergleichsweise kleiner Binnenraum, der permanente Kontakt von Femurkopf und –pfanne und die zusätzliche Abdichtung des zentralen Gelenkanteils durch das Labrum acetabulare. Ohne Traktion trennt die Gelenkflächen nur ein dünner Flüssigkeitsfilm, so dass das zentrale Kompartiment nur unter Distraction des Femurkopfes von der Gelenkpfanne arthroskopiert werden

kann (Byrd 1994; Byrd und Chern 1997; Dienst, Götter et al. 2002). Das peripher des Labrums gelegene Kompartiment kann dagegen wesentlich besser ohne Traktion arthroskopiert werden (Klapper, Silver et al. 1989; Dorfmann und Boyer 1999; Dienst, Götter et al. 2001; Dienst 2005).

Eine zu geringe Distraction des Femurkopfes von der Facies lunata erschwert die Portalanlage zum zentralen Kompartiment, die Sichtbedingungen während der Arthroskopie und die Erreichbarkeit verschiedener Gelenkstrukturen bei der diagnostischen und operativen Hüftarthroskopie. Das Risiko iatrogenen Läsionen an Knorpel und Labrum ist in solchen Fällen erhöht (Dienst 2006). Auf der anderen Seite kann die Traktionskraft nicht beliebig gesteigert werden. Es wurde gezeigt, dass große Zugkräfte und lange Traktionszeiten zu Dehnungsschäden von Nerven (N. ischiadicus, N. femoralis), und zu direkten Druckläsionen in der Genital- und Leistenregion sowie der Knöchelregion führen können (Eriksson, Arvidsson et al. 1986; Glick 1990; Byrd 1994; Funke und Munzinger 1996; Griffin und Villar 1999). So besteht im Genitalbereich nicht nur das Risiko einer direkten Weichteilverletzung von Penis, Skrotum und Schamlippen, sondern auch der N. pudendus ist durch seinen oberflächlichen Verlauf über dem Sitzbein durch den Druck des Gegenzugstabs gefährdet. Auch die Hautnerven im Knöchelbereich können durch die hier eng anliegende Manschette des Traktionsschuhs verletzt werden.

Der Traktionskraft wirken verschiedene Kräfte entgegen: Die aktive muskuläre Gegenspannung, das vom Labrum acetabulare aufrechterhaltene Vakuum zwischen den Gelenkflächen von Femurkopf und Acetabulum, sowie der passive Widerstand der peri- und intraartikulären Weichteilgewebe (Eriksson, Arvidsson et al. 1986). Auf die Notwendigkeit einer vollständigen Paralyse der hüftübergreifenden Muskulatur durch den Anästhesisten wird von verschiedenen Autoren hingewiesen (Dienst 2009). Daten über den Einfluss dieser Maßnahme liegen jedoch nicht vor. Der Einfluss des Gelenkvakuums auf die Gelenkdistraction wurde von zwei verschiedenen Arbeitsgruppen untersucht. BYRD und CHERN (Byrd und Chern 1997) beschrieben einen signifikanten Effekt der Distension, also Aufheben des Gelenkvakuums durch Injektion von Flüssigkeit in das Gelenk, in vivo. Die Distraction konnte hier um durchschnittlich 22% gesteigert werden. DIENST et al. (Dienst, Seil et al. 2002) analysierten in einer Studie an Leichenhöften den quantitativen Effekt der

alleinigen Traktion verglichen mit dem Effekt von Traktion und Distension in Kombination mit unterschiedlichen Gelenkstellungen, um die Bedingungen einer adäquaten Distraction mit minimalen Traktionskräften zu definieren. Die Autoren konnten zeigen, dass unter Applikation von Traktionskräften zwischen 250 und 300 N, welche auch in vivo angewendet werden, die Distraction des Hüftgelenkes signifikant um den Faktor 1,59 – 2,25 zunahm, wenn das Gelenkvakuum aufgehoben wurde. GRÜN et al. konnten im Rahmen einer weiteren Studie an Leichenhüftgelenken zeigen, dass die Distraction durch ein Kapselrelease gesteigert werden kann (Dienst, Grün et al. 2004). ERIKSSON et al. (Eriksson, Arvidsson et al. 1986) vermuteten, dass das Gelenkvakuum ungefähr die Hälfte des totalen Widerstands gegen die Distraction bei nicht anästhesierten Probanden ausmacht. Auffällig bei der Analyse der Daten der Leichenversuche durch DIENST et al. (Dienst, Seil et al. 2002; Dienst, Grün et al. 2004; Dienst, Morgenthaler et al. 2005) und der in-vivo-Untersuchungen durch BYRD und CHERN (Byrd und Chern 1997), sowie ERIKSSON et al. (Eriksson, Arvidsson et al. 1986) sind die großen Standardabweichungen der Distractionswerte. Dies entspricht der operativen Erfahrung aller Hüftarthroscopieure. Die operative Konsequenz der Studienergebnisse ist die Notwendigkeit der Gelenkdistension durch Punktion des Gelenks mit einer Spinalnadel, bevor die Portale zum Hüftgelenk angelegt werden (Funke und Munzinger 1994; Mc Carthy und Busconi 1995; Villar 1995; Funke und Munzinger 1996). Das Risiko iatrogenen Labrum und Knorpelverletzungen kann so durch die verbesserte Distraction reduziert werden.

Die klinisch-operative Erfahrung einer großen Varianz der Gelenkdistraction und die entsprechenden Ergebnisse der Leichen- und in-vivo-Untersuchungen (Byrd und Chern 1997; Dienst, Seil et al. 2002) legen die Vermutung nahe, dass die Distraction von Femurkopf und Acetabulum von weiteren Faktoren bestimmt wird. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Distraction signifikant durch das Geschlecht, Voroperationen, präoperatives Bewegungsausmaß, Diagnose und Ausmaß degenerativer Veränderungen beeinflusst wird. In der vorliegenden Arbeit wurde diese Hypothese in einer prospektiven in-vivo-Studie überprüft.

4 Material und Methoden

4.1 Patienten

Die Datenerhebung für die vorliegende Arbeit erfolgte prospektiv. Von Januar 2007 bis Dezember 2007 wurden in der Orthopädischen Universitätsklinik des Saarlandes Homburg/Saar 155 Hüftgelenke von 153 Patienten von einem Operateur arthroskopiert. Die Daten von 39 Arthroskopien konnten aufgrund fehlender oder qualitativ nicht adäquater intraoperativer fluoroskopischer Bilder nicht in die Auswertung mit eingeschlossen werden. Es standen somit die Daten von 116 Arthroskopien bei 114 Patienten für die weitere Untersuchung zur Verfügung.

Über die epidemiologischen Daten hinaus wurden folgende Parameter erhoben: Vorliegen und Art einer Voroperation, Bewegungsumfang des Hüftgelenks, röntgenologischer Arthrosegrad und die intraoperative Hauptdiagnose.

Der Bewegungsumfang für Beugung und Rotation wurde präoperativ bei der körperlichen Untersuchung des Patienten mit einem Winkelmesser bestimmt. Für die spätere Analyse erfolgte eine Einteilung in Gruppen (s. Tab. 1a, b).

Gruppe	Umfang
1	0° - 90°
2	91° - 105°
3	106° - 120°
4	> 120°

Tab. 1a: Präoperativer Beugeumfang

Gruppe	Umfang
1	0° - 30°
2	31° - 60°
3	61° - 90°
4	> 90°

Tab. 1b: Präoperativer Rotationsumfang

Bei allen Patienten lagen präoperativ eine Röntgenbeckenübersicht a.p. und eine seitliche Projektion in Lauenstein – Technik vor. Auf den Röntgenaufnahmen wurde der röntgenologische Arthrosegrad nach Tönnis (Tönnis und Heinecke 1999) bestimmt (s. Tab. 2).

Grad	Charakteristika
0	keine Arthrosezeichen
1	geringe Gelenkspaltverschmälerung, geringe Osteophytenbildung, geringe subchondrale Sklerose an Femurkopf oder Azetabulum
2	kleine Zysten in Femurkopf oder Azetabulum, zunehmende Gelenkspaltverschmälerung, mäßige Femurkopfentrundung
3	große Zysten, starke Gelenkspaltverschmälerung oder Verlust des Gelenkspalts, schwere Femurkopfdeformität, avaskuläre Nekrose

Tab. 2: Röntgenologischer Arthrosegrad nach Tönnis (Tönnis und Heinecke 1999)

Die Hauptdiagnosen wurden dem Operationsprotokoll entnommen und folgenden Diagnosegruppen zugeordnet:

1. Arthrose / degenerative Knorpelschäden
2. Femoroazetabuläres Impingement
3. Chondromatose / freie Gelenkkörper
4. Psoastendinitis, Ruptur des Lig. capitis femoris
5. Dysplasie
6. Sonstiges

4.2 Hüftarthroskopie – Lagerungs- und Traktionstechnik

4.2.1 Lagerungstechnik

Alle Patienten wurden in Rückenlage arthroskopiert (Dienst 2006) (s. Abb. 1). Die Lagerung erfolgte auf einem Extensionstisch der Firma Maquet (Rastatt, Deutschland). Als Ergänzung zum regulären Extensionstisch wurde ein dicker, relativ weich gepolsterter Gegenzugstab zur Vermeidung von Nerven- und Weichteilläsionen im Leisten- und Genitalbereich verwendet (s. Abb. 2).



Abb. 1: Lagerung auf dem Extensionstisch



Abb. 2: Lagerung mit einem dicken, relativ weich gepolsterten Gegenzugstab

Beide Füße wurden nach ausreichender Polsterung mit 2-3 Watterollen bis über die Knöchelregion hinaus zur Vermeidung von Irritationen des N. cutaneus dorsalis medialis und des N. peroneus superficialis fest im Lederschuh fixiert. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die Ferse durch den Schuh fest auf die Metallplatte gezogen wurde, mit Fixation des oberen Sprunggelenkes in Neutralstellung.

Die Gelenkpositionierung erfolgte aufgrund der Ergebnisse einer Studie an Leichenhüftgelenken in 10 – 15° Flexion und 10° Abduktion. DIENST und Mitarbeiter konnten in dieser Gelenkstellung eine Verbesserung der Distractionswerte nachweisen (Dienst, Seil et al. 2002). Hinsichtlich der Gelenkstellung in der Frontalebene wurden die Patienten zunächst unter Abduktion beider Hüftgelenke von ca. 20-30° mittig auf den Gegenzugstab gezogen. Beide Füße wurden in den

Traktionsmodulen fixiert, es erfolgte ein manuelles, kräftiges Herausziehen des Auslegearms der kontralateralen, dann der ipsilateralen Seite. Durch die Traktion der Gegenseite wurde ein Abkippen des Beckens während der Traktionsphase vermieden. Das kontralaterale Hüftgelenk wurde auf eine Abduktion von 20 -30° bei Neutralrotation und 0° Extension eingestellt.

Das ipsilaterale Bein wurde von der ca. 20-30° abduzierten Stellung adduziert, bis das Gegenzugstabpolster dem Adduktionsdruck einen leichten Widerstand entgegensetzte. Die Hüfte wurde so auf eine Abduktion von ca. 10° eingestellt. Die Modularretierung zur Rotation wurde geöffnet und nach Spontaneinstellung wieder arretiert. Meist stellte sich dabei das Hüftgelenk spontan in einer leichten Außenrotationsstellung von ca. 10° ein.

4.2.2 Traktion

Es erfolgte eine unsterile Distraktionskontrolle mit dem Röntgenbildwandler. Die Traktionskraft wurde nicht gemessen und nur anhand der über das Bein und Knie manuell gefühlten Spannung eingestellt. Meist wurde das Traktionsmodul hierfür etwa hälftig herausgedreht. Die ersten beiden fluoroskopischen Bilder, das erste in Ausgangsstellung ohne Traktion und das zweite unter Traktion, wurden für die spätere Auswertung angefertigt und auf Röntgenfilm ausgedruckt. Die Position der Traktionsspindel in Traktionsstellung wurde markiert. Nach der Hautdesinfektion wurde die Traktion wieder vollständig nachgelassen, um die Traktionszeit möglichst gering zu halten.

Nach Hautdesinfektion und sterilem Abdecken erfolgte die Punktion des peripheren Kompartiments ohne Traktion über das proximale ventrolaterale Portal. Nach Einführen der 70°-Optik wurde der ventrale Labrum-Femurkopfknorpel-Übergang eingestellt und unter Sicht das ventrale Portal angelegt. Die Punktionsnadel wurde dazu nach Kapselperforation vor das ventrale Labrum geschoben und ein Führungsdraht eingeführt (s. Abb. 3).

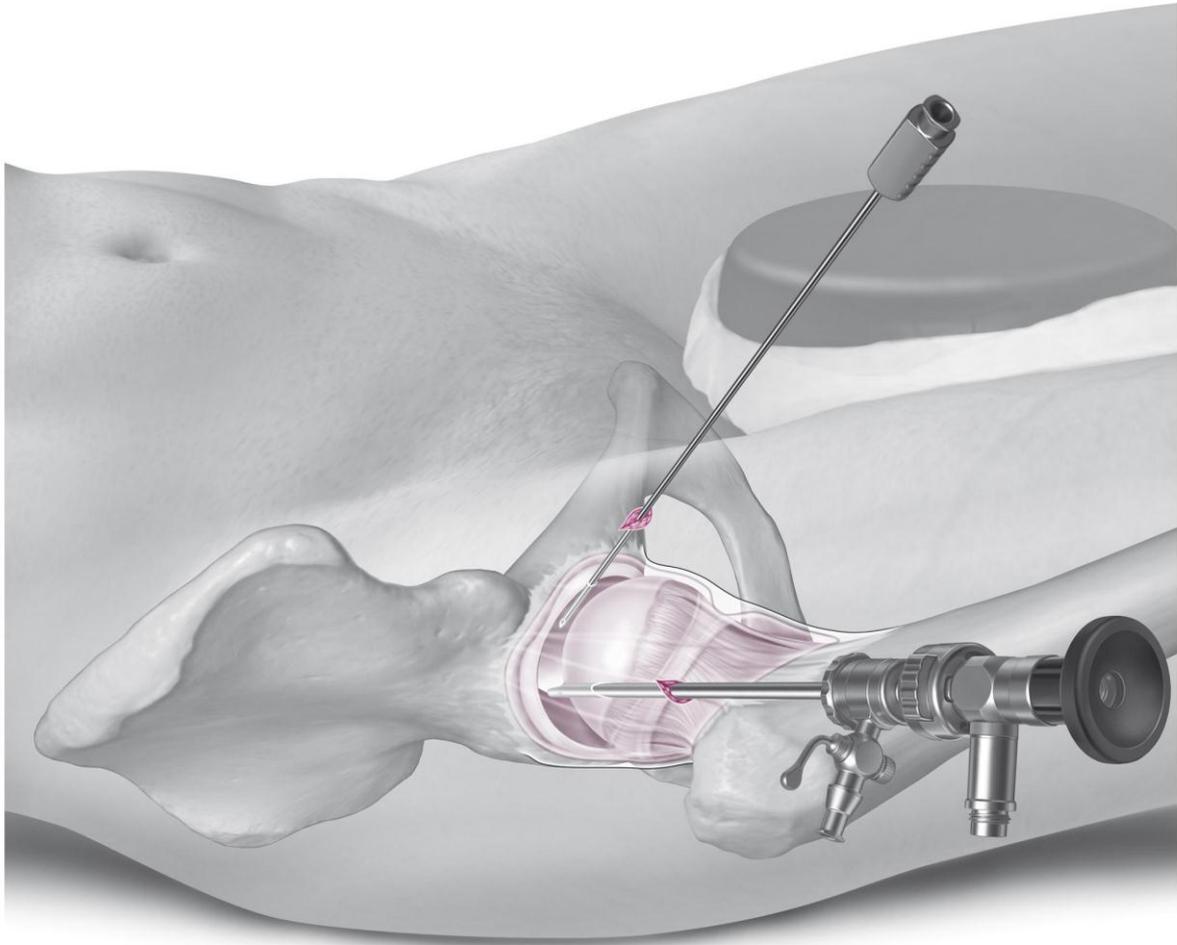


Abb. 3: Anlage des ventralen Portals

Das Hüftgelenk wurde nun erneut distrahiert, das Zugspindelmodul wurde dazu bis zu der zuvor markierten Stellung herausgedreht. Der Führungsdraht wurde unter Sicht zwischen Labrum und Femurkopfknochen in das zentrale Kompartiment vorgeschoben. Das Gelenkvakuum wurde im Zuge der Distraction, Distension mit der Arthroskopiespülflüssigkeit und Verschieben des Drahtes gebrochen. Es folgte die dritte fluoroskopische Kontrolle und Ausdruck des entsprechenden Röntgenbilds (s. Abb. 4).



Abb. 4: Dritte fluoroskopische Kontrolle nach Distension über das ventrale Portal

4.3 Fluoroskopische Untersuchung und Bildanalyse

4.3.1 Röntgenbildverstärker – Gerät und Einstellung

Zur intraoperativen fluoroskopischen Untersuchung kam ein Röntgenbildwandler/ -verstärker mit C-Bogen der Firma Siemens (Erlangen, Deutschland) zum Einsatz. Dieser wurde nach steriler Abdeckung über dem Operationsgebiet im postero-anterioren Strahlengang eingestellt. Es wurde streng darauf geachtet, dass während der nachfolgend angefertigten Bilderserie stets ein definierter Abstand zwischen Operationstisch bzw. Patient und Röntgenbildwandler/ -verstärker eingehalten wurde, um so projektionsbedingte Fehler zwischen den drei Dokumentationszeitpunkten zu eliminieren. Der C-Bogen wurde dazu während des unsterilen Traktionstests von der Gegenseite über dem Patienten im postero–anterioren - Strahlengang installiert. Die Tischhöhe wurde für die spätere Arbeitshöhe des Operateurs optimiert. Nach korrekter fluoroskopischer Einstellung des Hüftgelenks wurden die Höhenposition und Dreh- und Verkippmöglichkeiten des Bildwandlers arretiert und die Position des Operationstischs nicht mehr verändert. Der C-Bogen wurde zum Desinfizieren und Abdecken zurückgezogen und für die Arthroskopie wieder über den Patienten hineingefahren.

4.3.2 Zeitpunkte – Nullstellung, Traktion und Traktion/Distension

Es wurden zu drei Zeitpunkten fluoroskopische Aufnahmen des Hüftgelenks angefertigt: Unmittelbar vor dem unsterilen Traktionstest (Nullstellung), während des unsterilen Traktionstests bei kräftiger Traktion (Traktion) und bei der Arthroskopie nach Traktion, Gelenkdistension mit Arthroskopiemedium und Verschieben des Drahtes in das zentrale Kompartiment (Traktion/Distension).

Eine Messung der Traktionskräfte erfolgte nicht. Die Zuverlässigkeit einer Messung zwischen Fußaufnahme und Traktionsspindel ist fraglich. Je nach Ausrichtung der Traktionsspindel kommt es zu erheblichen Biege- und Verdrehmomenten, die beispielsweise die von Verformungstensiometern angegebenen Werte signifikant beeinflussen. Gespräche mit der Fa. Maquet bereits Ende der 90er Jahre hatten ergeben, dass eine CE-Zertifizierung solcher Tensiometer nicht möglich sei. Die

notwendige Traktionskraft wurde anhand der Weichteilspannung über Ober-, Unterschenkel und insbesondere Kniegelenk abgeschätzt. Während der Traktion beim unsterilen Traktionstest wurde jedoch der Rückschub der Traktionsspindel markiert und für die Röntgenaufnahme bei Traktion/Distension wieder eingestellt.

4.3.3 Bilddigitalisierung und Bildanalyse

Die direkt nach der fluoroskopischen Aufnahme auf Röntgenfolie ausgedruckten analogen Bilder wurden mit Hilfe eines hochauflösenden Röntgenstereometrieanalyse (RSA) – Scanners (Umax Mirage II) digitalisiert, bearbeitet und vermessen.

4.3.4 Digitale Bildbearbeitung und Messung der Gelenkspaltweite

Die auf oben genannte Weise erhaltenen digitalen Röntgenbilder wurden mit einem Bildbearbeitungsprogramm (Adobe Photoshop 7.0, Adobe Systems, USA) bearbeitet. Jedes digitale Bild setzt sich aus einzelnen Bildpunkten (Pixeln) zusammen. Jedem Pixel wiederum kann ein eindeutig festgelegter Punkt (x / y) im Koordinatensystem zugeordnet werden. Somit sind Berechnungen anhand geometrisch hergeleiteter Formeln möglich, was die Grundlage zur Bildbearbeitung und Bildvermessung bietet. Vor der eigentlichen Vermessung wurden bei jedem Bild Helligkeit und Kontrast so eingestellt, dass es in der Folge gut zu bearbeiten war. Anschließend wurde mit Hilfe zweier Punkte, die in jedem Bild gut reproduzierbar waren, eine geometrische Figur konstruiert, mit deren Hilfe bei allen Bildern (Neutralstellung, Traktion, Traktion in Kombination mit Distension) an definierten Stellen die Gelenkspaltweite gemessen werden konnte.

Zunächst wurden in jedem Bild zwei Punkte festgelegt und eingezeichnet, die Koordinaten der Punkte wurden notiert. Dies war zum einen der laterale Rand der Gelenkpfanne / Pfannenerkerspitzenpunkt (ohne Osteophyten) P_E und zum anderen der unterste Punkt der Pfanne P_T , der durch die Basis der Köhlerschen Tränenfigur gebildet wird. Ein Grund für die Wahl dieser Punkte war die Tatsache, dass sie in jedem Röntgenbild gut reproduzierbar sind. Zum anderen stellt ihre Verbindungslinie die Neigung des Azetabulums bzw. die Pfanneneingangsebene dar, so dass die

Verwendung dieser Linie bei der Konstruktion einer geometrischen Hilfsfigur zur Gelenkspaltvermessung unanfällig für Messfehler bzw. Auswertungsfehler durch unterschiedliche Kippungen des Beckens ist. Aus den Koordinaten dieser Punkte wurde ein dritter Punkt P_0 berechnet und eingezeichnet, dieser stellt als weiterer Eckpunkt mit P_E und P_T ein gleichschenkeliges, rechtwinkeliges Dreieck dar.

Danach wurden fünf Hilfslinien zur Festlegung definierter Punkte zur Messung der Gelenkspaltweite eingezeichnet. Die beiden Schenkel P_0 - P_T und P_0 - P_E wurden als 0° - und 90° -Linie definiert, dazwischen wurden drei weitere Linien, jeweils im Abstand von $22,5^\circ$, also bei $22,5^\circ$, 45° und $67,5^\circ$ eingezeichnet. Zur Konstruktion dieser Hilfslinien wurde zunächst mit Hilfe einer Funktion des Grafikprogramms der Winkel der Verbindungslinie P_0 - P_T im Koordinatensystem abgelesen. Zu dem abgelesenen Wert wurden jeweils durch Addition von $22,5^\circ$ die erwähnten Linien berechnet. Die 90° -Linie stellte hierbei eine Kontrollfunktion dar. Aus der vorangehenden Beschreibung ergibt sich, dass die Verbindungslinie zwischen P_0 und P_E und die Linie, die man durch Addition von 90° zum abgelesenen Winkel der Verbindungslinie P_0 - P_T erhält, identisch sein müssen. Wichtig war, dass die Linien jeweils großzügig den Gelenkspalt überschritten, und so fünf Schnittpunkte mit dem Hüftkopf (subchondrale Grenzlamelle) und mit dem Pfannenrand (subchondrale Grenzlamelle) erzeugten, welche die Messpunkte für die Bestimmung der Gelenkspaltweite darstellten. Die Distanz zwischen den jeweils gegenüberliegenden Punkten wurde als radiologische Gelenkspaltweite des Hüftgelenkes definiert. Diese wurde mit Hilfe einer Formel nach Ablesen der Koordinaten der Messpunktpixel ebenfalls in Pixel berechnet.

Zusätzlich wurde auf jedem Bild der Hüftkopfradius und die Länge der Verbindungslinie P_E – P_T gemessen. Für jedes Bild wurde aus diesen beiden Werten ein Mittelwert gebildet. Innerhalb einer Operations-Bilderserie (Neutralstellung, Traktion, Traktion/Distension) konnten so die geringen projektionsbedingten Fehler zwischen den drei Einstellungen korrigiert werden.

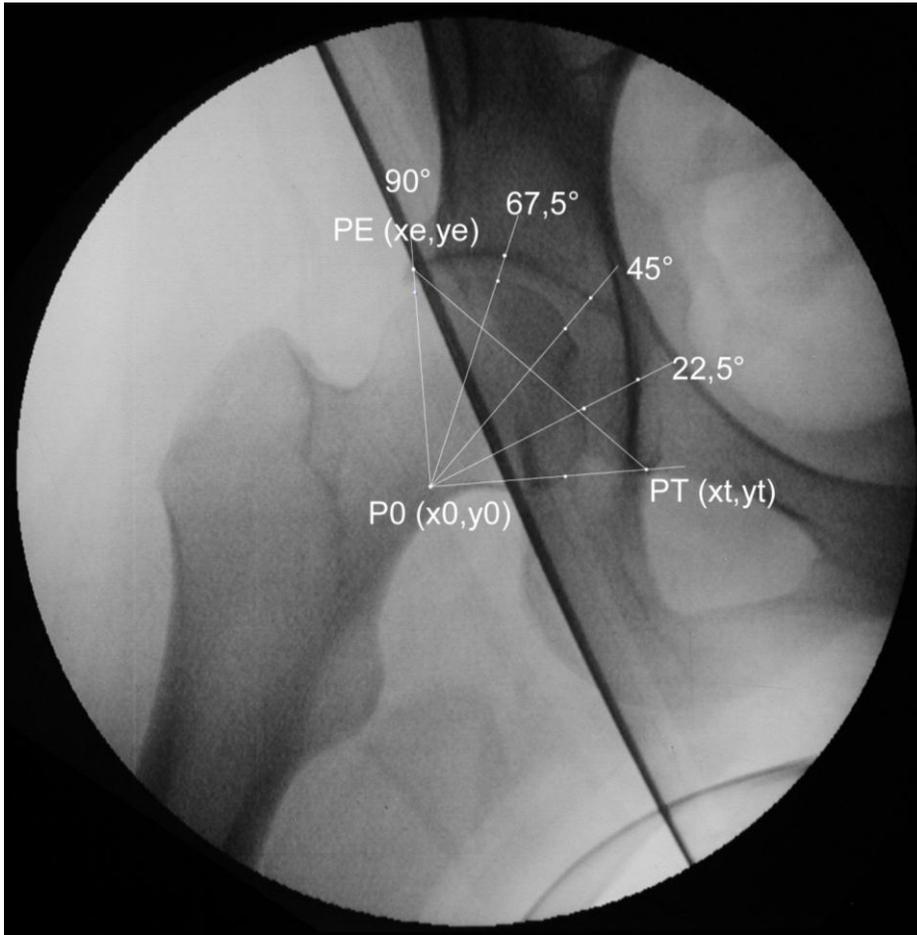


Abb. 5: Digitale Bildbearbeitung

4.3.5 Berechnungsformeln

Koordinatenberechnung des Punktes P_0 :

Aus den Koordinaten der beiden Punkte P_E und P_T wurde der Punkt P_0 so berechnet, dass er die Spitze eines gleichschenkeligen, rechtwinkligen Dreieckes mit P_E und P_T als den beiden anderen Eckpunkten darstellt. Ein gleichschenkeliges, rechtwinkliges Dreieck entspricht der Hälfte eines Quadrates, dessen Diagonale gleich der Hypotenuse des Dreieckes ist. Dabei gilt, dass die Höhe des Dreieckes gleich der Hälfte der Hypotenusenlänge ist. Unter dieser Voraussetzung lassen sich zur geometrischen Formelherleitung zur Berechnung des Punktes P_0 zwei Hilfsdreiecke konstruieren, welche kongruent sind und durch Drehung um den Mittelpunkt der Hypotenuse $P_M (x_m/y_m)$ mit einem Drehwinkel von 90° ineinander übergehen. Es handelt sich um die rechtwinkligen Dreiecke ABC und $AB'C'$.

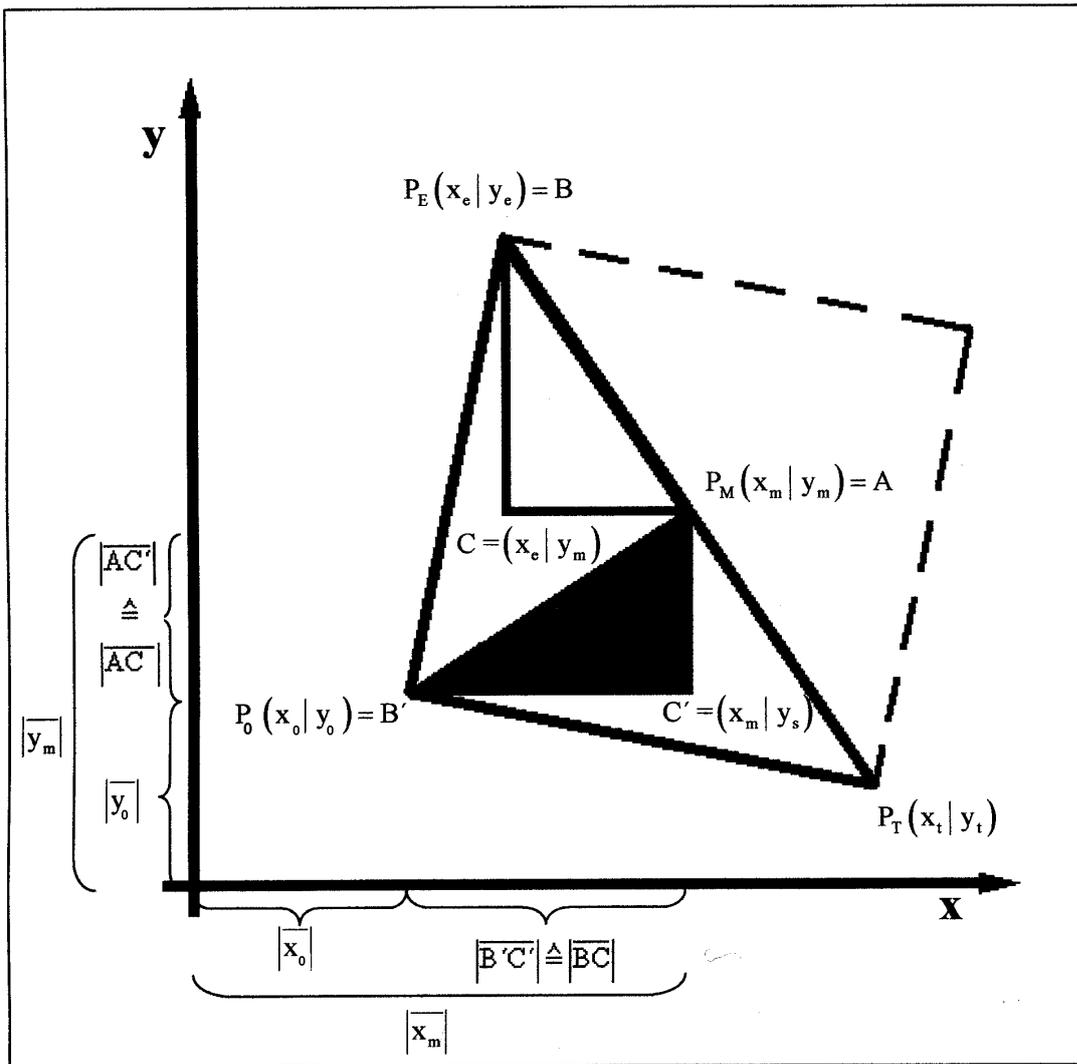


Abb. 6: Geometrische Formelherleitung zur Koordinatenberechnung des Punktes P_0

Als Voraussetzung gilt, dass der Mittelpunkt einer Strecke P_M zwischen zwei bekannten Punkten P_E und P_T sich aus deren Koordinaten folgendermaßen berechnet.

$$P_M(x_m / y_m) = P_M \left(\frac{x_e + x_t}{2} \mid \frac{y_e + y_t}{2} \right)$$

Durch die Kongruenz der beiden Dreiecke ACB und $AB'C'$ gilt weiter, dass

$$|\overline{AC'}| = |\overline{AC}| = x_m - x_e.$$

Somit lässt sich y_0 durch Einsetzen bekannter Koordinaten berechnen.

$$y_0 = y_m - |\overline{AC'}|$$

$$y_0 = y_m - (x_m - x_e)$$

$$y_0 = y_m - x_m + x_e$$

$$y_0 = \frac{y_e + y_t}{2} - \frac{x_e + x_t}{2} + \frac{2x_e}{2}$$

$$y_0 = \frac{y_e + y_t - x_e - x_t + 2x_e}{2}$$

$$y_0 = \frac{1}{2}(y_e + y_t - x_e + x_t)$$

Zur Berechnung von x_0 gilt als Voraussetzung, aufgrund der Kongruenz der beiden

Dreiecke, dass $|\overline{B'C'}| = |\overline{BC}| = y_e - y_m$.

So wird auch die Berechnung von x_0 durch Einsetzen bekannter Koordinaten möglich.

$$x_0 = x_m - \overline{BC}$$

$$x_0 = x_m - \overline{BC}$$

$$x_0 = x_m - (y_e - y_m)$$

$$x_0 = x_m - y_e + y_m$$

$$x_0 = \frac{x_e + x_t}{2} - \frac{2y_e}{2} + \frac{y_e + y_t}{2}$$

$$x_0 = \frac{x_e + x_t - y_e + y_t}{2}$$

$$x_0 = \frac{1}{2}(x_e + x_t - y_e + y_t)$$

Berechnung der Hüftgelenkspaltweite in Pixel:

In der digitalen Bildbearbeitung wurden durch Ablesen die Koordinaten der Messpunktpixel des Hüftkopfrandes P_{K_0} (x_{K_0} / y_{K_0}) und des Pfannenrandes P_{Pf} (x_{Pf} / y_{Pf}) ermittelt. Der Abstand zweier beliebiger Punkte im Koordinatensystem lässt sich durch den Satz des Pythagoras berechnen. Dies ist möglich, wenn auf den beiden Punkten ein rechtwinkeliges Dreieck errichtet wird, dessen Hypotenuse durch die Strecke zwischen den Punkten gebildet wird.

Im rechtwinkligen Dreieck gilt: $a^2 + b^2 = c^2$

Als weitere Voraussetzung gilt, dass $a = y_{Pf} - y_{K_0}$ und $b = x_{Pf} - x_{K_0}$ ist.

Somit lässt sich c , also der Abstand des Kopfrandes vom Pfannenrand in Pixel folgendermaßen berechnen:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = (y_{Pf} - y_{Ko})^2 + (x_{Pf} - x_{Ko})^2$$

$$c = \sqrt{(y_{Pf} - y_{Ko})^2 + (x_{Pf} - x_{Ko})^2}$$

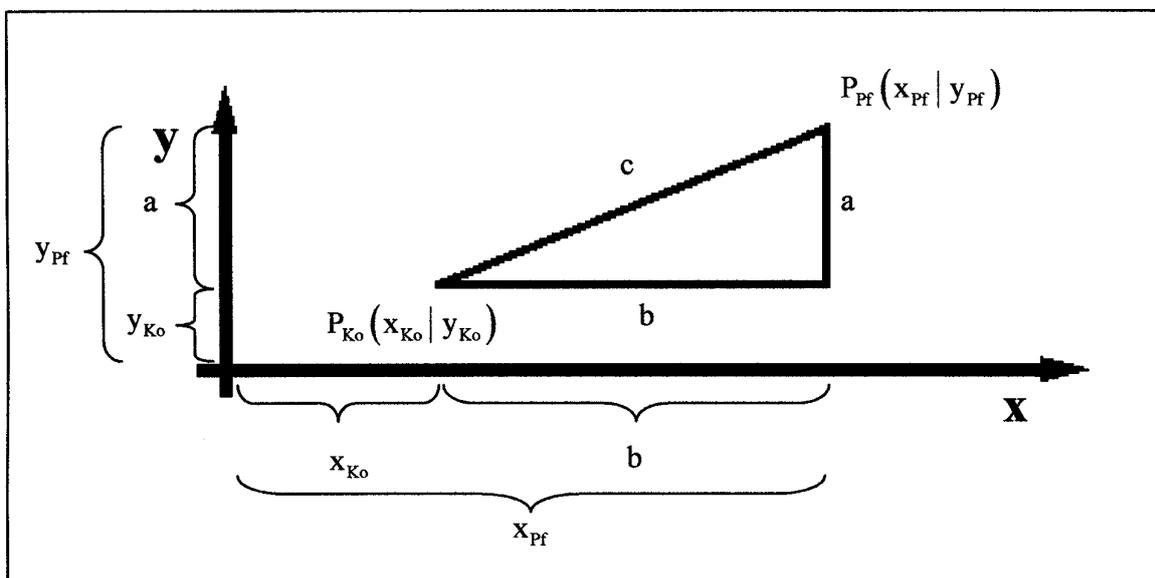


Abb. 7: Geometrische Formelherleitung zur Berechnung der Hüftgelenkspaltweite in Pixel

Berechnung der Länge der Verbindungslinie PE – PT:

Wie bereits in vorherigen Berechnungen erwähnt gilt im rechtwinkligen Dreieck:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Als weitere Voraussetzung gilt, dass $a = x_e - x_t$ und $b = y_e - y_t$.

Somit lässt sich c als Länge der Verbindungslinie PE – PT in Pixel folgendermaßen berechnen:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = (x_e - x_t)^2 + (y_e - y_t)^2$$

$$c = \sqrt{(x_e - x_t)^2 + (y_e - y_t)^2}$$

Berechnung des Größenfaktors 1 und 2 und des mittlerern Größenfaktors:

Der Größenfaktor 1 errechnet sich jeweils aus dem Verhältnis der Länge der Verbindungslinie PE – PT, gemessen in den Röntgenbildern unter Traktion sowie unter Traktion in Kombination mit Distension des Gelenkes, zum gemessenen Wert in Neutralstellung:

$$GF_1 = \frac{PE - PT_{Traktion}}{PE - PT_{Neutral}} \quad \text{bzw.} \quad GF_1 = \frac{PE - PT_{Traktion+Distension}}{PE - PT_{Neutral}}$$

Gleichermaßen entspricht der Größenfaktor 2 dem Verhältnis der Kopfradien:

$$GF_2 = \frac{r_{Traktion}}{r_{Neutral}} \quad \text{bzw.} \quad GF_2 = \frac{r_{Traktion+Distension}}{r_{Neutral}}$$

Der mittlere Größenfaktor GF_m entspricht schließlich dem Mittelwert aus Größenfaktor 1 und 2:

$$GF_m = \frac{GF_1 + GF_2}{2}$$

Berechnung der korrigierten Gelenkspaltweite:

Zur Berechnung der korrigierten Gelenkspaltweite (im Folgenden als Gelenkspaltweite bezeichnet) wurde jeweils der gemessene Wert an entsprechender Stelle mit dem jeweils ermittelten mittleren Größenfaktor multipliziert.

Berechnung der relativen Distanzzunahme:

An den vier definierten Stellen (22,5°, 45°, 67,5°, 90°) wurde jeweils die korrigierte Gelenkspaltweite unter Traktions- und Distensionsbedingungen zur Gelenkspaltweite in Nullstellung des Gelenks ins Verhältnis gesetzt und so die relative Gelenkspaltzunahme ermittelt.

4.4 Auswertung und Statistik

Zum Vergleich der Gelenkspaltzunahme zwischen Traktion und Traktion/Distension wurden jeweils Mittelwert, Median, Standardabweichung, Minimum und Maximum im Bereich der definierten Gelenkbereiche (22,5°, 45°, 67,5°, 90°) berechnet. Die Mittelwerte der Differenzen wurden einem t-Test für gepaarte Stichproben unterworfen.

Ein möglicher Einfluss der Hauptdiagnose auf die Gelenkspaltzunahme wurde jeweils mit Hilfe einer univariaten Varianzanalyse analysiert. Zur Untersuchung des Einflusses des Geschlechts wurden jeweils in jedem Messbereich die Mittelwerte und Standardabweichungen der Gelenkspaltzunahme bei den männlichen und weiblichen Patienten berechnet und im Anschluss einem t – Test bei gepaarten Stichproben unterworfen. Der Einfluss von Rotation, Flexion und Arthrosegrad wurde jeweils mit Hilfe einer Regressionsanalyse sowie einer univariaten Varianzanalyse untersucht. Im Falle statistischer Signifikanz wurde zusätzlich eine post-hoc-Testung durchgeführt.

Die statistischen Tests erfolgten mit der Statistiksoftware SPSS® (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), die Ergebnisse mit $p < 0,05$ wurden als signifikant betrachtet. Die graphische Auswertung erfolgte mit SigmaPlot® (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

5 Ergebnisse

5.1 Patienten

Von Januar 2007 bis Dezember 2007 wurden in der Orthopädischen Universitätsklinik des Saarlandes Homburg/Saar 155 Hüftgelenke von 153 Patienten von einem Operateur arthroskopiert. Die Daten von 39 Arthroskopien konnten aufgrund fehlender oder qualitativ nicht adäquater intraoperativer fluoroskopischer Bilder nicht in die Auswertung mit eingeschlossen werden. Es standen somit die Daten von 116 Arthroskopien bei 114 Patienten für die weitere Untersuchung zur Verfügung. Das Durchschnittsalter der 61 weiblichen und 53 männlichen Patienten betrug 38 Jahre (12 - 68). Es wurden 60 rechte und 56 linke Hüftgelenke arthroskopiert. Die mittlere Körpergröße lag bei den Männern bei 180 cm (165 – 198 cm), bei den Frauen bei 167 cm (152 – 180 cm). Das mittlere Körpergewicht betrug bei den männlichen Patienten 83 kg (62 – 108 kg), bei den weiblichen Patienten 64 kg (49 – 90 kg).

Tabelle 3 zeigt den präoperativen mittleren Bewegungsumfang.

Flexion	114° (70 – 140°)
Extension	1°(-10 – 10°)
Außenrotation	37° (0 – 90°)
Innenrotation	16° (-15 – 80°)
Abduktion	36° (0 – 70°)
Adduktion	26° (0 – 60°)

Tab. 3: Präoperativer mittlerer Bewegungsumfang

Den an konventionellen Röntgenbildern gemäß der Einteilung nach Tönnis (Tönnis und Heinecke 1999) ermittelten Arthrosegrad zeigt Tabelle 4.

Arthrosegrad	Anzahl Hüftgelenke		
	gesamt 116 (100%)	w 62 (53%)	m 54 (47%)
0	33 (28%)	23 (20%)	10 (9%)
1	49 (43%)	25 (21%)	24 (21%)
2	32 (27%)	13 (11%)	19 (16%)
3	2 (2%)	1 (1%)	1 (1%)

Tab. 4: Arthrosegrad nach Tönnis (Tönnis und Heinecke 1999)

Eine Voroperation war bei 17 Patienten erfolgt. Bei einer Patientin wurde im Kindesalter eine Epiphysiolyse capitis femoris mittels Kirschnerdrahtosteosynthese stabilisiert, 8 Patienten hatten sich einer periazetabulären Umstellungsosteotomie unterzogen, bei 2 Patienten war eine offene Operation bei femoroazetabulärem Impingement erfolgt, 6 Patienten hatten bereits eine Hüftarthroskopie in der Anamnese.

Tabelle 5 zeigt die arthroskopisch ermittelten Diagnosen.

Diagnose	Anzahl Hüftgelenke		
	gesamt 116 (100%)	w 62 (53%)	m 54 (47%)
Arthrose/ degenerative Knorpelschäden	25 (22%)	14 (13%)	11 (9%)
femoroazetabuläres Impingement	48 (41%)	18 (14%)	30 (27%)
Chondromatose / freie Gelenkkörper	11 (9%)	3 (3%)	8 (6%)
Psoassehnenpathologie	3 (3%)	2 (2%)	1 (1%)
Dysplasie	16 (14%)	14 (12%)	2 (2%)
Sonstiges	13 (11%)	11 (9%)	2 (2%)

Tab. 5: Intraoperative Diagnosen

5.2 Gelenkspaltweite im Vergleich Traktion versus Traktion/Distension

Unter Einbeziehung aller Patienten zeigte die Traktion nach vorheriger Distension an allen Messpunkten (22,5°, 45°, 67,5° und 90°) eine hochsignifikante ($p < 0.001$) Zunahme der röntgenologischen Gelenkspaltweite im Vergleich zur alleinigen Traktion (Tab. 4, Abb. 1). Im Messbereich 22,5° war die Zunahme um einen Mittelwert von 0,43 am kleinsten, im Bereich 67,5° um einen Mittelwert von 0,93 am größten. Auch unter alleiniger Traktion war die Zunahme der Gelenkspaltweite im Messbereich 67,5° am größten, gefolgt von den Messwerten im Bereich der 90°, der 45°- und der 22,5°-Messlinie.

Winkel	Zunahme der Gelenkspaltweite				p - Wert
	Traktion		Traktion/Distension		
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung	
22,5	1,20	0,46	1,63	0,50	< 0,001
45	1,59	0,82	2,25	0,85	< 0,001
67,5	1,95	0,96	2,88	1,10	< 0,001
90	1,86	0,79	2,62	0,93	< 0,001

Tab. 6: Zunahme der Gelenkspaltweite unter Traktion (T) und unter Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (T+D) im Vergleich zu Nullstellung (zur Definition der Winkel vergleiche Abb. 5, Seite 23)

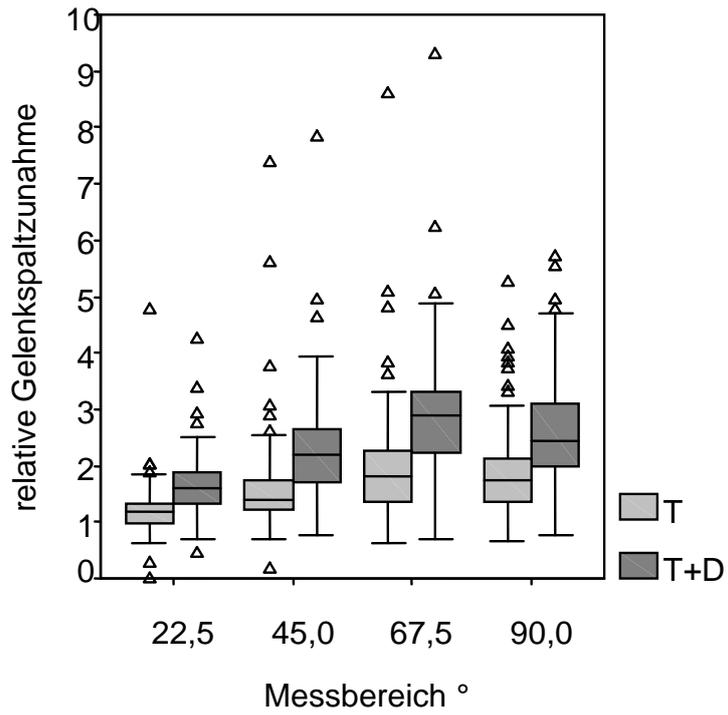


Abb. 8: Zunahme der Gelenkspaltweite unter Traktion (T) und unter Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (T+D) im Vergleich zur Nullstellung

5.3 Einflussfaktoren auf die Hüftgelenkdistraktion

5.3.1 Diagnosen

Die zugrunde liegende Hüfterkrankung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Gelenkdistraktion, weder ohne noch mit vorheriger Distension (Abb. 2a-d, Abb. 3a-d). Tendentiell ließen sich Patienten mit einer Psoassehnenpathologie (Diagnose 4) und Hüftdysplasie in den operativ wichtigen Messbereichen bei 67,5° und 90° besser distrahieren.

Abb. 9a-d: Einfluss der Diagnose auf die Hüftgelenkdistraktion unter Traktion (T) .
Arthrose/degenerative Knorpelschäden (1), femoroazetabuläres Impingement (2), Chondromatose/freie Gelenkkörper (3), Psoassehnenpathologie (4), Dysplasie (5), Sonstiges (6)

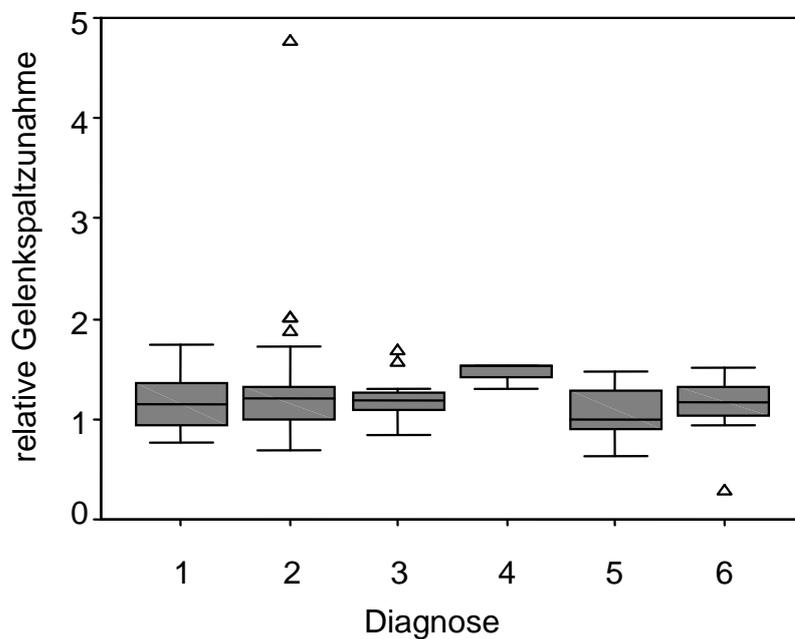


Abb. 9a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5° (zu den Diagnosen siehe Text)

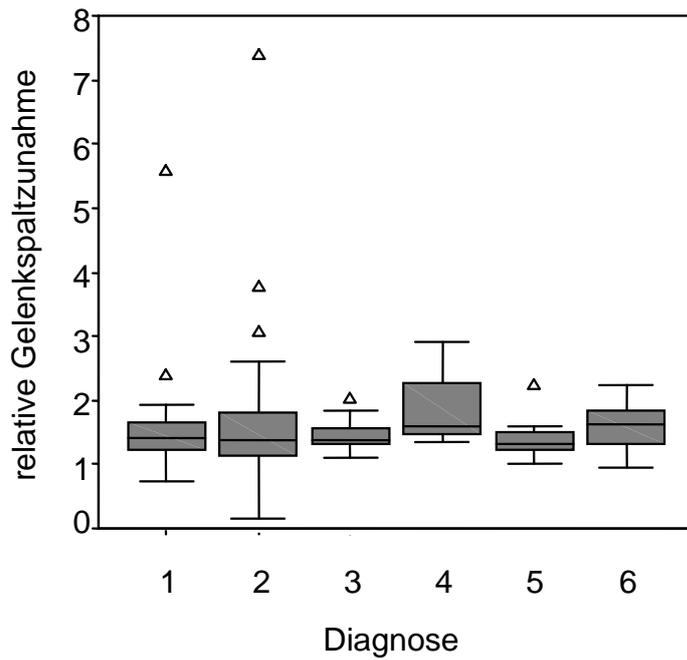


Abb. 9b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

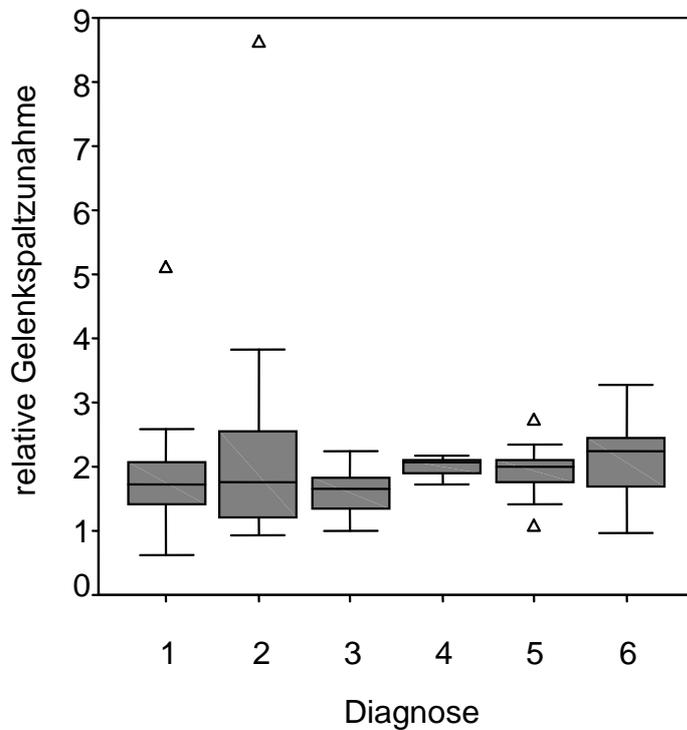


Abb. 9c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 67,5°

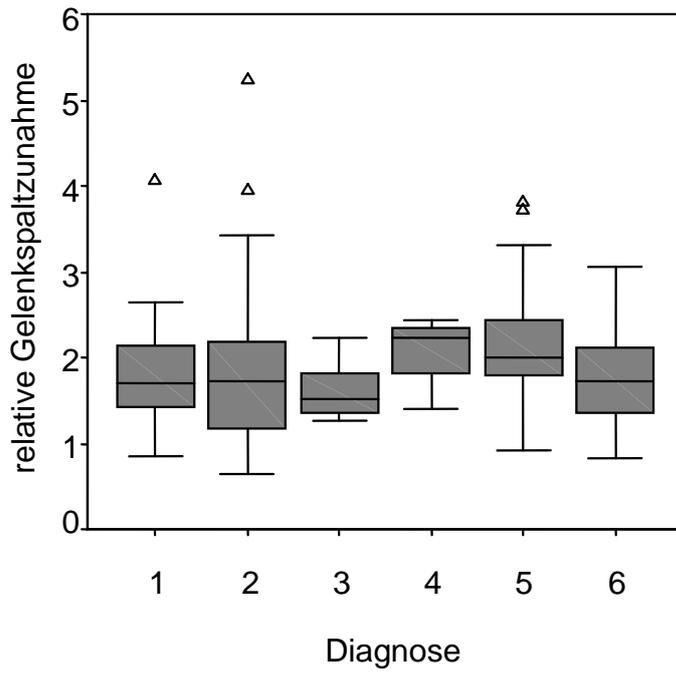


Abb. 9d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

Abb. 10a-d: Einfluss der Diagnose auf die Hüftgelenkdistraktion unter Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (T+D). Arthrose/degenerative Knorpelschäden (1), femoroazetabuläres Impingement (2), Chondromatose/freie Gelenkkörper (3), Psoassehnenpathologie (4), Dysplasie (5), Sonstiges (6)

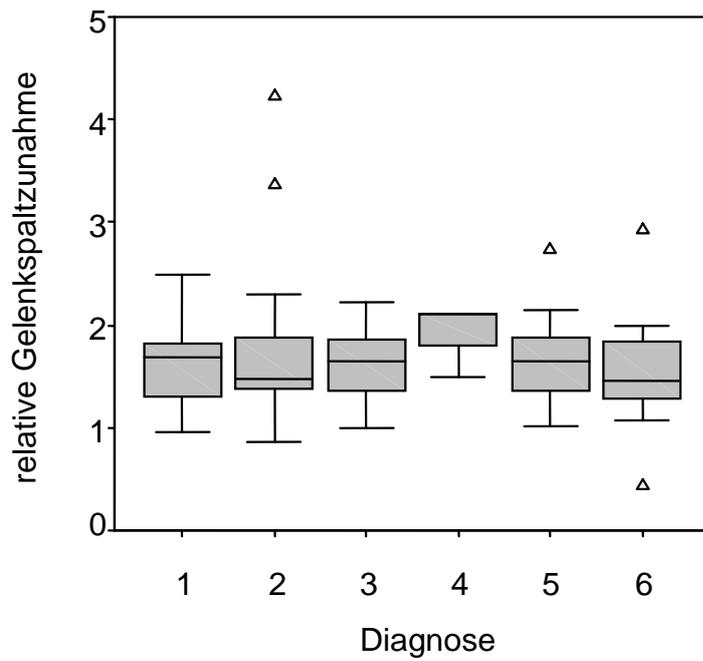


Abb. 10a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

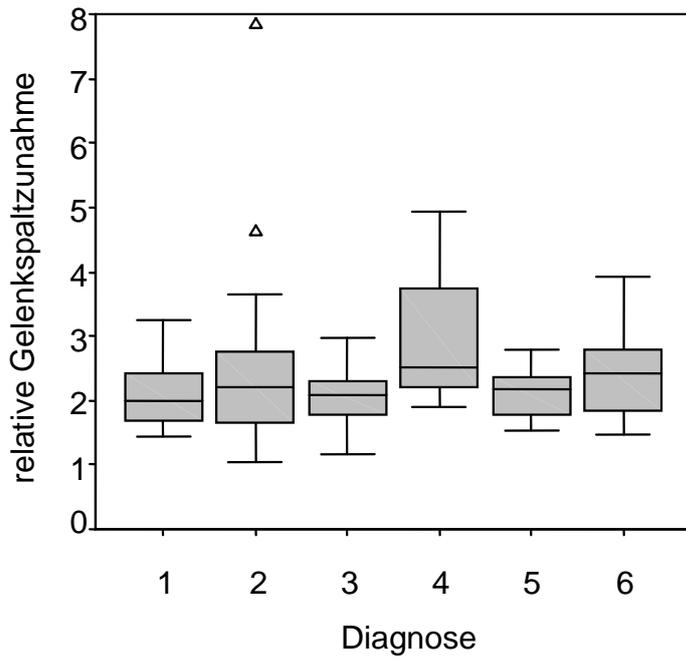


Abb. 10b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

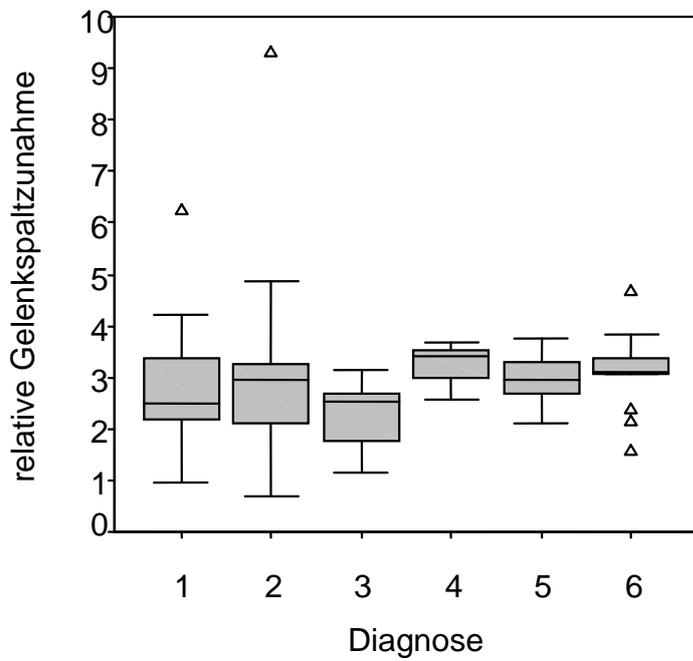


Abb. 10c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 67,5°

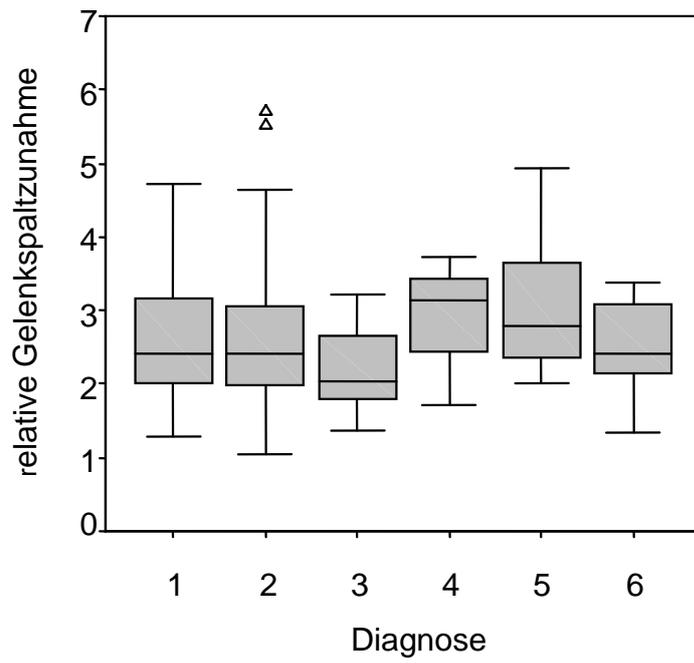


Abb. 10d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

5.3.2 Geschlechtsunterschiede bei der Gelenkdistraktion

Die Zunahme der röntgenologischen Gelenkspaltweite war bei Frauen an allen Messpunkten größer, signifikant war dieser Unterschied vorwiegend für Werte unter alleiniger Traktion (s. Tab. 7 und Abb. 11 und 12).

Messbereich		Geschlecht	Mittelwert	Standardabweichung	p – Wert
22,5	Traktion	m	1,13	0,30	0,110
		w	1,26	0,56	
	Traktion und Distension	m	1,55	0,46	0,095
		w	1,70	0,53	
45	Traktion	m	1,38	0,39	0,010
		w	1,77	1,05	
	Traktion und Distension	m	2,11	0,64	0,108
		w	2,37	1,00	
67,5	Traktion	m	1,69	0,57	0,008
		w	2,14	1,12	
	Traktion und Distension	m	2,65	0,96	0,042
		w	3,06	1,15	
90	Traktion	m	1,66	0,59	0,015
		w	2,00	0,85	
	Traktion und Distension	m	2,53	0,97	0,431
		w	2,67	0,88	

Tab. 7: Gelenkspaltweite in Abhängigkeit vom Geschlecht

Abb. 11a-d: Einfluss des Geschlechts auf die Hüftgelenkdistraktion unter Traktion alleine (T)

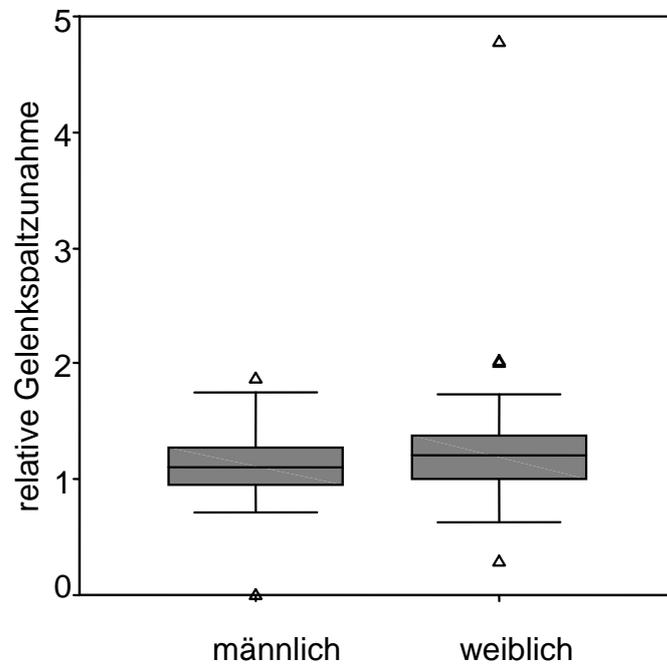


Abb. 11a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

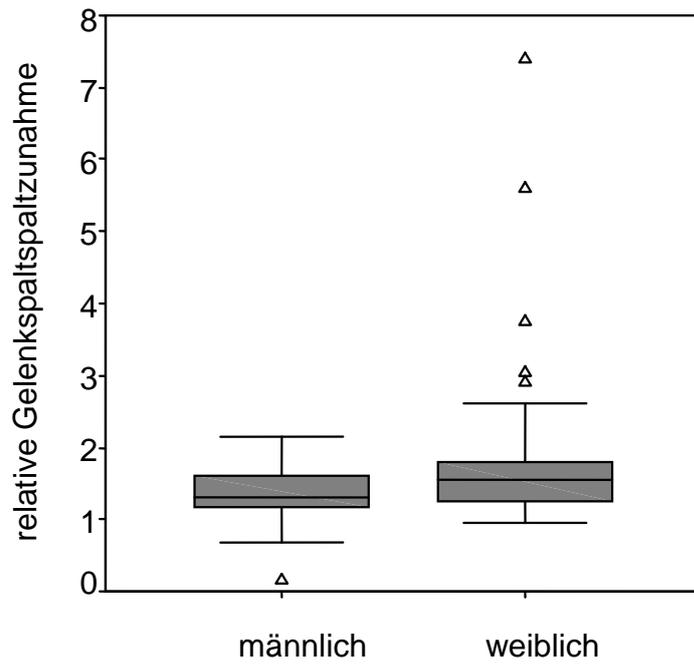


Abb. 11b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

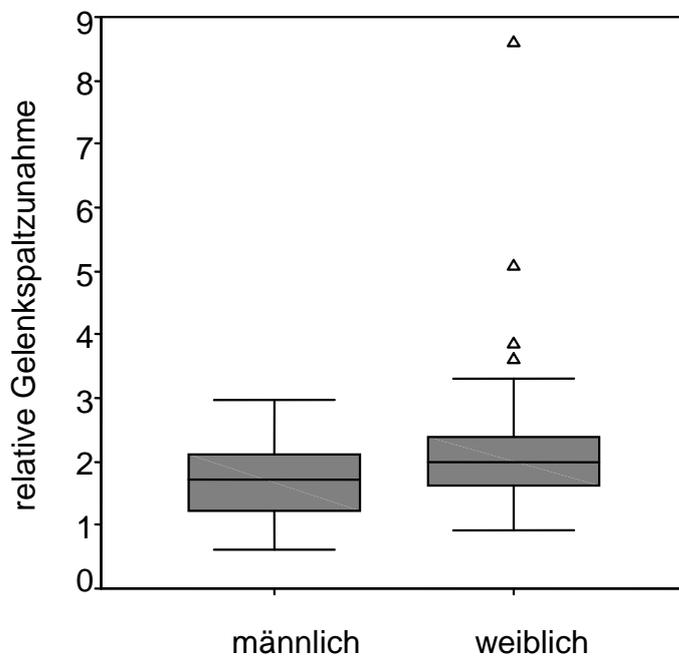


Abb. 11c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 67,5°

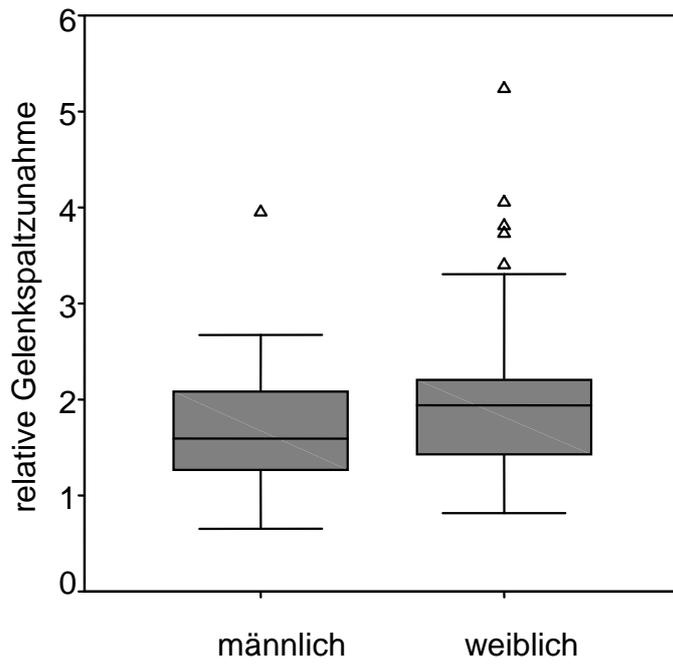


Abb. 11d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

Abb. 12a-d: Einfluss des Geschlechts auf die Hüftgelenkdistraktion unter Traktion in Kombination mit Gelenkdistension

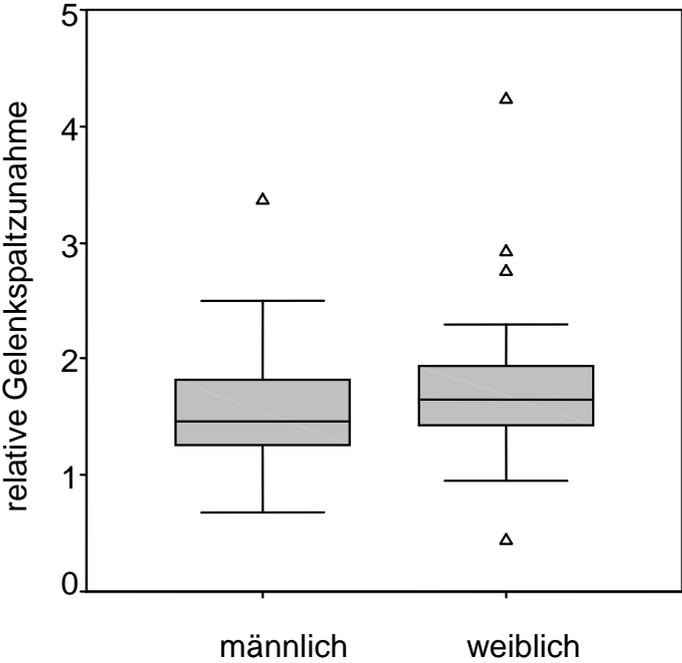


Abb. 12a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

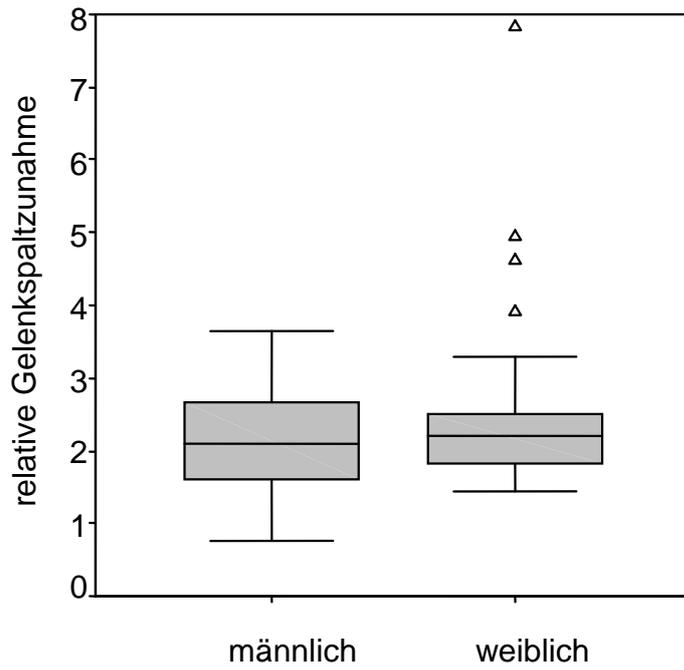


Abb. 12b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

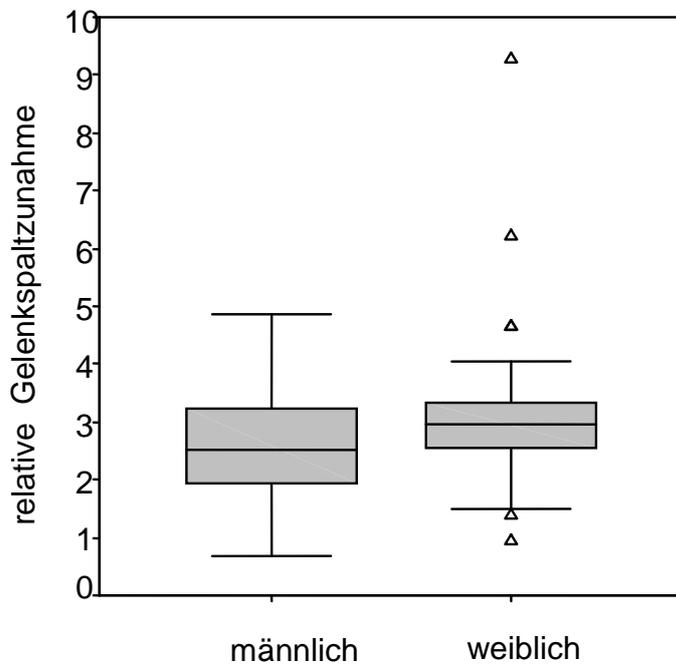


Abb. 12c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 67,5°

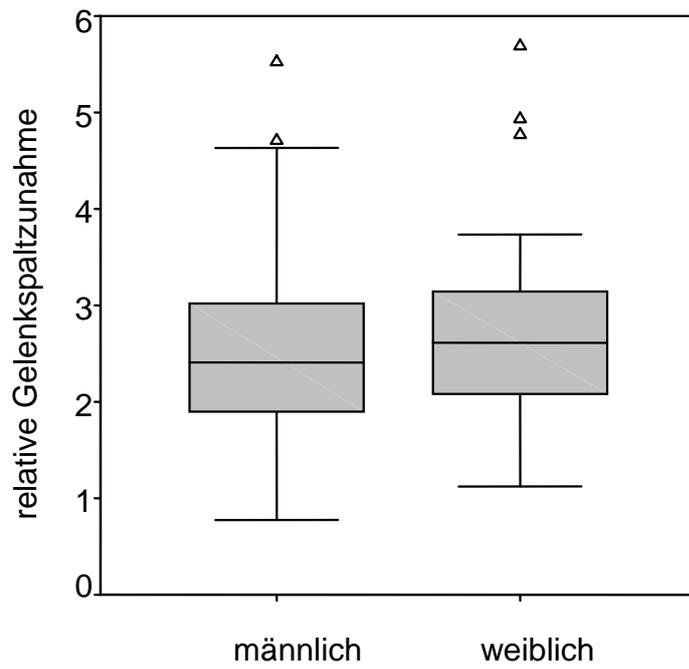


Abb. 12d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

5.3.3 Einfluss einer Voroperation auf die Hüftgelenkdistraktion

Ein signifikanter Einfluss von Voroperationen auf die Gelenkdistraktion konnte nicht nachgewiesen werden (Tab. 8).

Winkel		Vor- OP	Mittelwert	Standardabweichung	p - Wert
22,5	Traktion	ja	1,06	0,36	0,156
		nein	1,23	0,47	
	Traktion und Distension	ja	1,57	0,37	0,571
		nein	1,65	0,52	
45	Traktion	ja	1,40	0,36	0,310
		nein	1,63	0,88	
	Traktion und Distension	ja	2,14	0,65	0,504
		nein	2,29	0,88	
67,5	Traktion	ja	1,87	0,52	0,747
		nein	1,95	0,98	
	Traktion und Distension	ja	2,73	0,75	0,529
		nein	2,91	1,12	
90	Traktion	ja	1,94	0,89	0,608
		nein	1,84	0,73	
	Traktion und Distension	ja	2,59	0,84	0,837
		nein	2,64	0,91	

Tab. 8: Gelenkspaltweite in Abhängigkeit von Voroperationen

5.3.4 Einfluss des präoperativen passiven Rotationsumfangs des Hüftgelenks auf die Distrahierbarkeit

Sowohl die lineare Regressionsanalyse als auch die univariate Varianzanalyse zeigten, dass ausschließlich im Messbereich 90° für die Distractionswerte nach Traktion alleine eine statistisch signifikante Korrelation zwischen Rotationsumfang und Gelenkspaltweite bestand ($p = 0,002$, bzw. $p = 0,010$). Für die kombinierte Anwendung von Traktion und Distension ergab die lineare Regressionsanalyse im Messbereich 90° eine tendentiell größere Distraction bei größerem Rotationsumfang ($p = 0,054$). Die univariate Varianzanalyse konnte diese Signifikanz nicht bestätigen ($p = 0,232$), siehe Tab. 9a, b und 10, Abb. 13a-d, 14a-d.

Messbereich	relative Gelenkspaltzunahme	r^2	p
22,5°	0,15	0,000	0,879
45°	0,19	0,000	0,846
67,5°	1,07	0,011	0,289
90°	3,26	0,091	0,002

Tab. 9a: Regressionsanalyse zur Untersuchung des Einflusses des präoperativen passiven Rotationsumfangs auf die Gelenkspaltzunahme unter Traktion alleine (T)

Messbereich	relative Gelenkspaltzunahme	r²	p
22,5°	0,22	0,000	0,827
45°	0,19	0,000	0,849
67,5°	0,79	0,006	0,430
90°	1,95	0,034	0,054

Tab. 9b: Regressionsanalyse zur Untersuchung des Einflusses des präoperativen passiven Rotationsumfangs auf die Gelenkspaltzunahme unter Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (T+D)

Winkel	Signifikanz für Traktion	Signifikanz für Traktion + Distension
22,5°	p = 0,694	p = 0,318
45°	p = 0,910	p = 0,647
67,5°	p = 0,710	p = 0,632
90°	p = 0,010	p = 0,232

Tab. 10: Univariate Varianzanalyse zur Untersuchung des Einflusses des präoperativen passiven Rotationsumfangs auf die Gelenkspaltzunahme unter Traktion alleine (T) sowie in Kombination mit Distension (T+D)

Abb. 13a-d: Einfluss des präoperativen passiven Rotationsumfangs auf die Hüftgelenkdistraktion unter Traktion alleine (T)

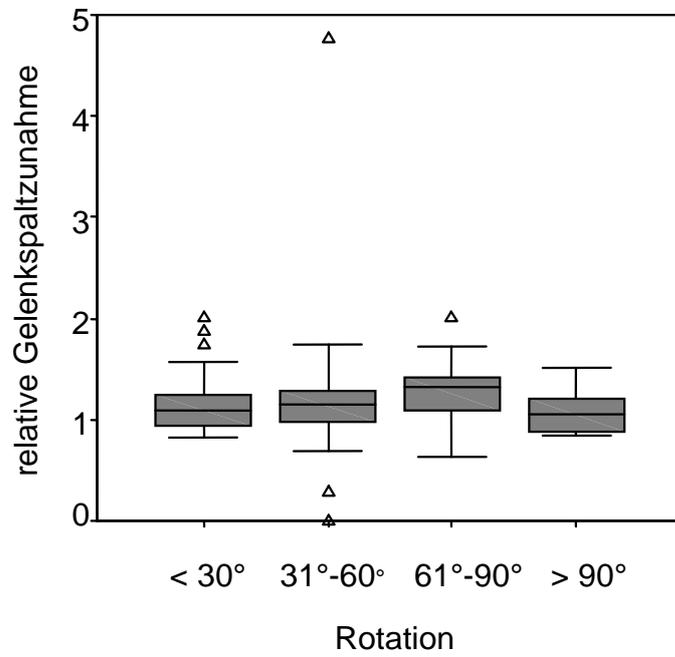


Abb. 13a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

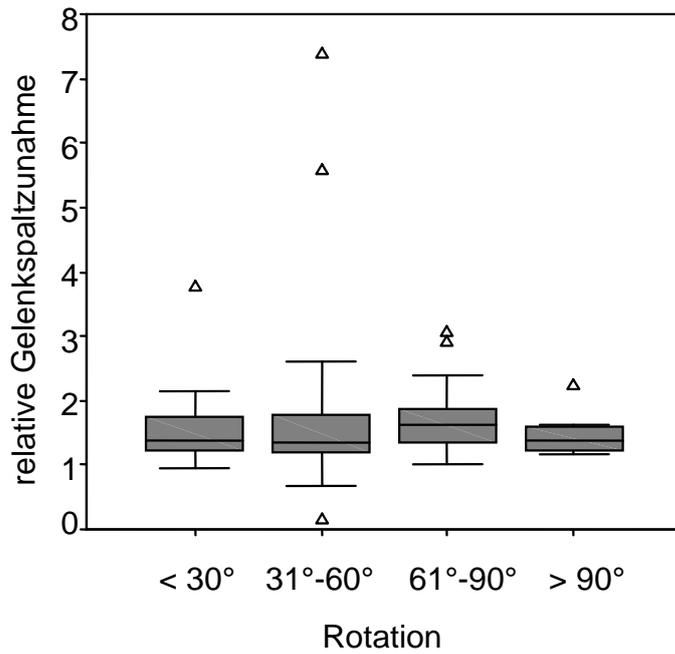


Abb. 13b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

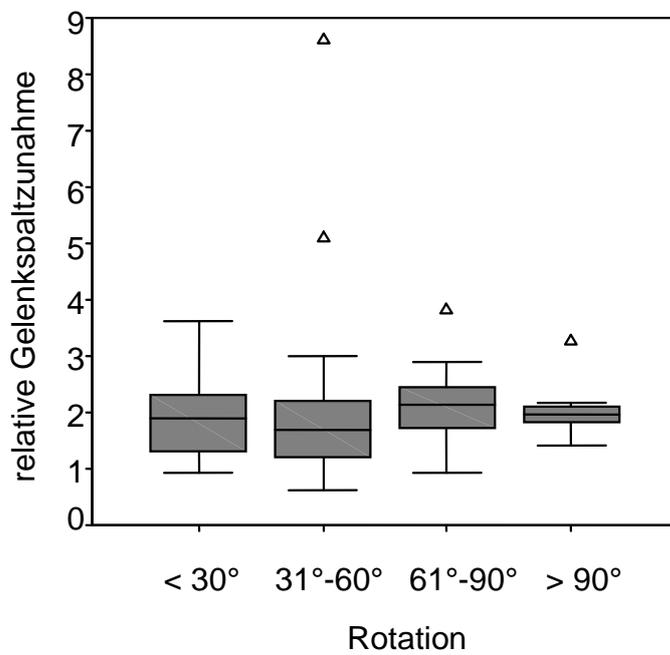


Abb. 13c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich $67,5^\circ$

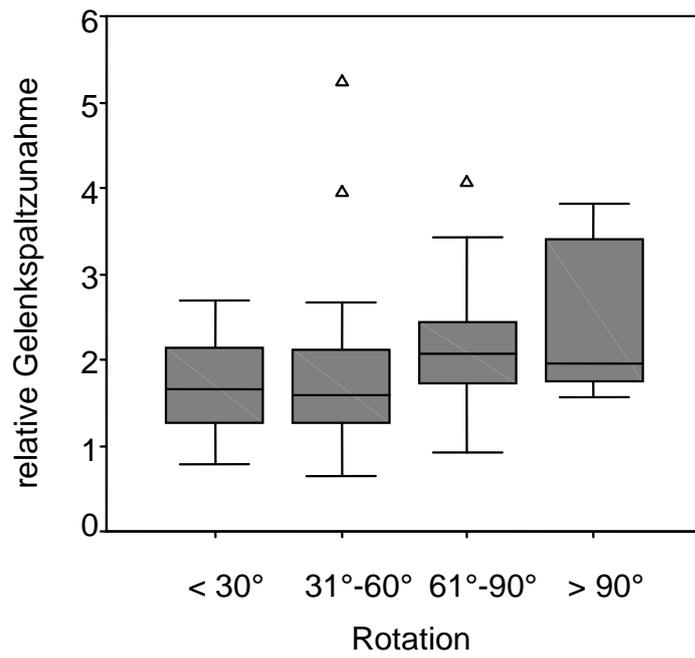


Abb. 13d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

Abb. 14a-d: Einfluss des präoperativen passiven Rotationsumfangs auf die Hüftgelenkdistraktion unter Traktion in Kombination mit Gelenksdistension (T+D)

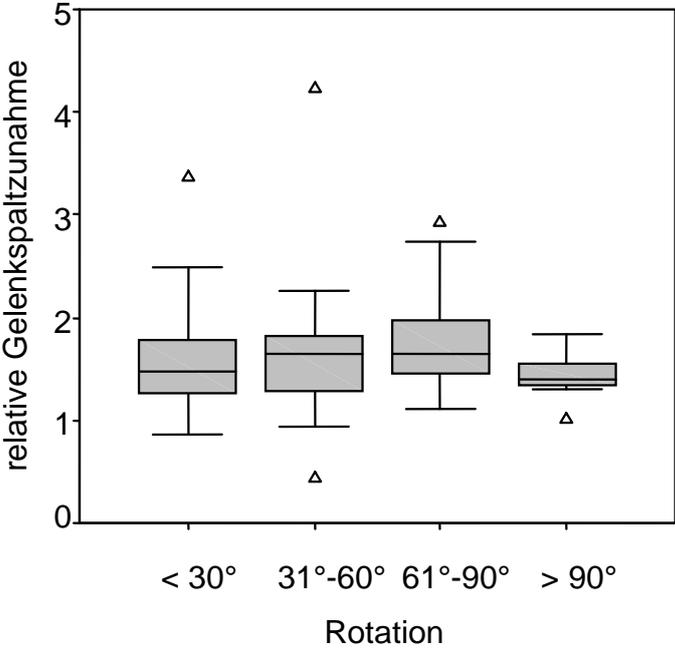


Abb. 14a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

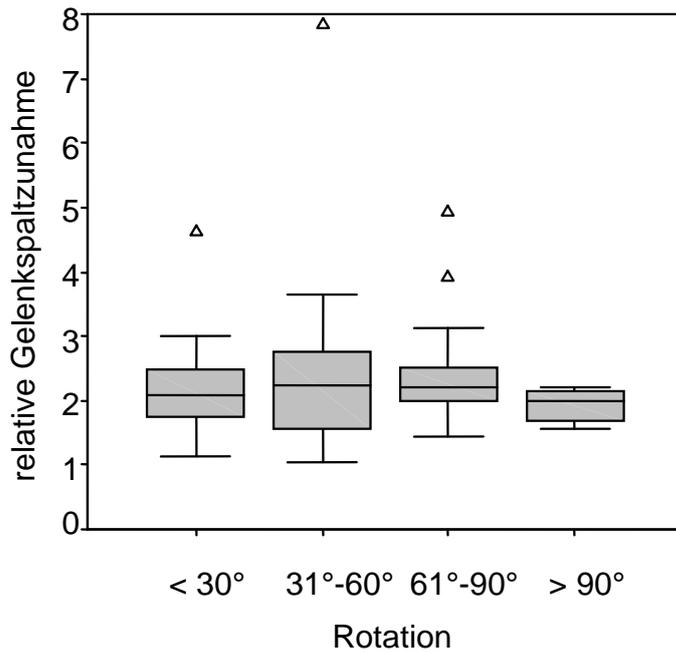


Abb. 14b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

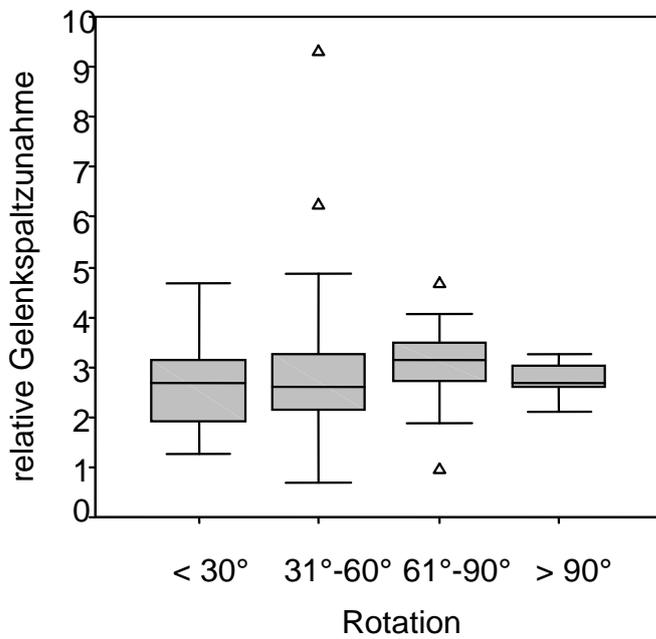


Abb. 14c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 67,5°

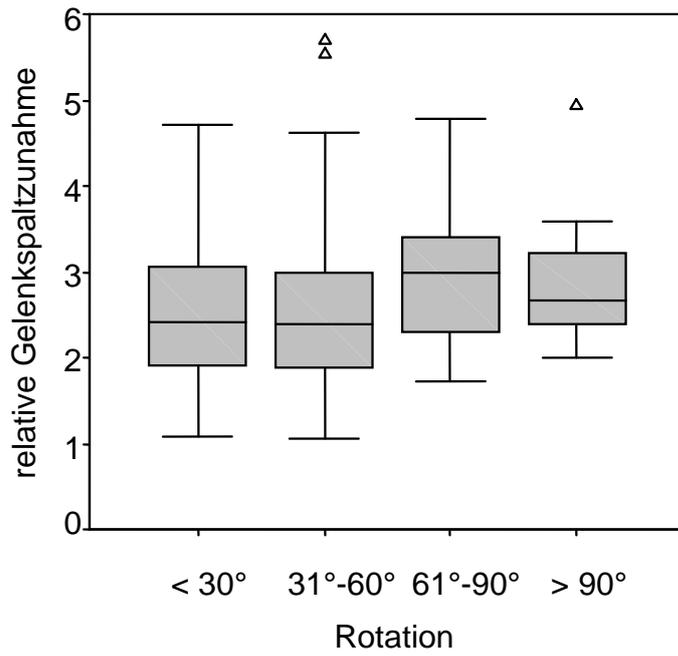


Abb. 14d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

5.3.5 Einfluss des präoperativen passiven Flexionsumfangs des Hüftgelenks auf die Distrahierbarkeit

Der Flexionsumfang des Hüftgelenks zeigte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Gelenkdistraktion. Lediglich bei Traktion in Kombination mit Distension ergab sich im Bereich der 67,5°-Linie eine tendentiell größere Distraktion bei größerem Flexionsumfang ($p = 0,073$).

Winkel	Signifikanz für Traktion	Signifikanz für Traktion + Distension
22,5	$p = 0,889$	$p = 0,245$
45	$p = 0,352$	$p = 0,263$
67,5	$p = 0,569$	$p = 0,073$
90	$p = 0,846$	$p = 0,175$

Tab. 11: Regressionsanalyse zur Untersuchung des Einflusses des präoperativen passiven Flexionsumfangs auf die Gelenkspaltzunahme unter Traktion alleine (T) sowie in Kombination mit Distension (T+D)

Winkel	Signifikanz für Traktion	Signifikanz für Traktion + Distension
22,5	p = 0, 866	p = 0,451
45	p = 0,396	p = 0,571
67,5	p = 0,619	p = 0,220
90	p = 0,711	p = 0,423

Tab. 12: Univariate Varianzanalyse zur Untersuchung des Einflusses des präoperativen passiven Flexionsumfangs auf die Gelenkspaltzunahme unter Traktion alleine (T) sowie in Kombination mit Distension (T+D)

5.3.6 Einfluss des Arthrosegrads auf die Gelenkdistraktion

Sowohl die lineare Regressionsanalyse als auch die univariate Varianzanalyse mit post-Hoc-Testung zeigte einen signifikanten, meist hochsignifikanten Einfluss des Arthrosegrads auf die Gelenkdistraktion, sowohl für die Distrahierbarkeit nach alleiniger Traktion als auch nach kombinierter Traktion und Distension (siehe Tab. 13a, b, Abb. 15 a-d, 16 a-d).

Messbereich	Relative Gelenkspaltzunahme			r ²	p
	Arthrosegrad 0	Arthrosegrad 1	Arthrosegrad 2		
22,5°	1,41	1,11	1,09	0,069	0,005
45°	1,90	1,50	1,40	0,051	0,017
67,5°	2,44	1,72	1,84	0,055	0,014
90°	2,27	1,74	1,71	0,072	0,005

Tab. 13a: Einfluss des Arthrosegrads auf die Gelenkdistraktion nach Traktion alleine (T). r² = Bestimmtheitsmaß der linearen Regressionsanalyse, signifikant, wenn p<0,05

Messbereich	Relative Gelenkspaltzunahme			r ²	p
	Arthrosegrad	Arthrosegrad	Arthrosegrad		
	0	1	2		
22,5°	1,84	1,60	1,43	0,096	0,001
45°	2,63	2,17	1,96	0,088	0,002
67,5°	3,40	2,74	2,59	0,077	0,003
90°	2,97	2,57	2,43	0,049	0,021

Tab. 13b: Einfluss des Arthrosegrads auf die Gelenkdistraktion nach Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (T+D). r² = Bestimmtheitsmaß der linearen Regressionsanalyse, signifikant, wenn p<0,05

Abb. 15 a-d: Einfluss des Arthrosegrads auf die Hüftgelenksdistraktion unter Traktion (T) alleine

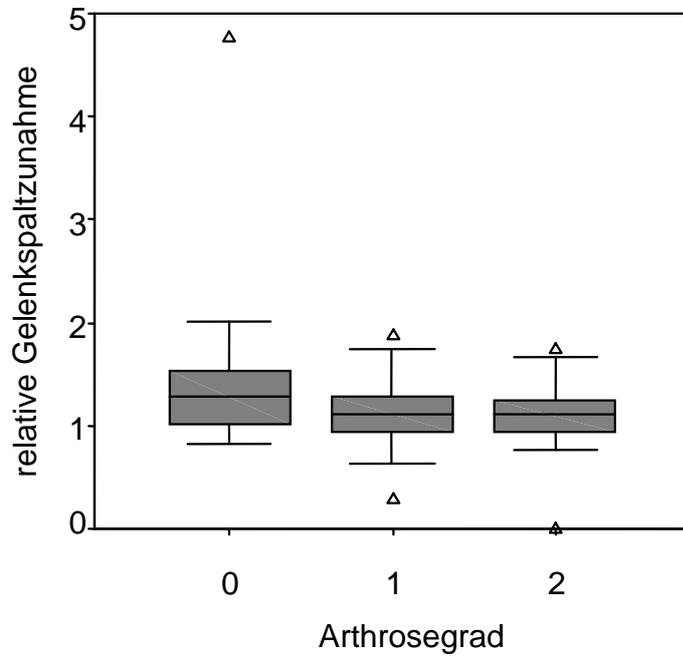


Abb. 15a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

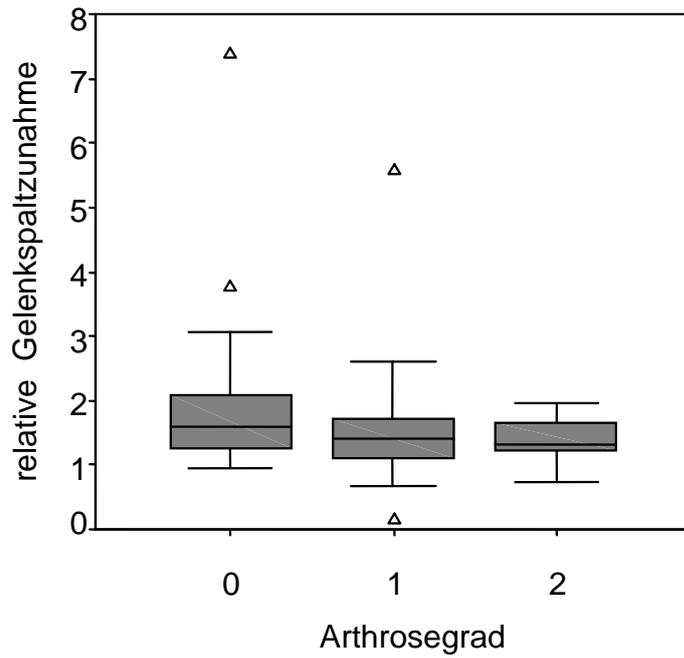


Abb. 15b: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 45°

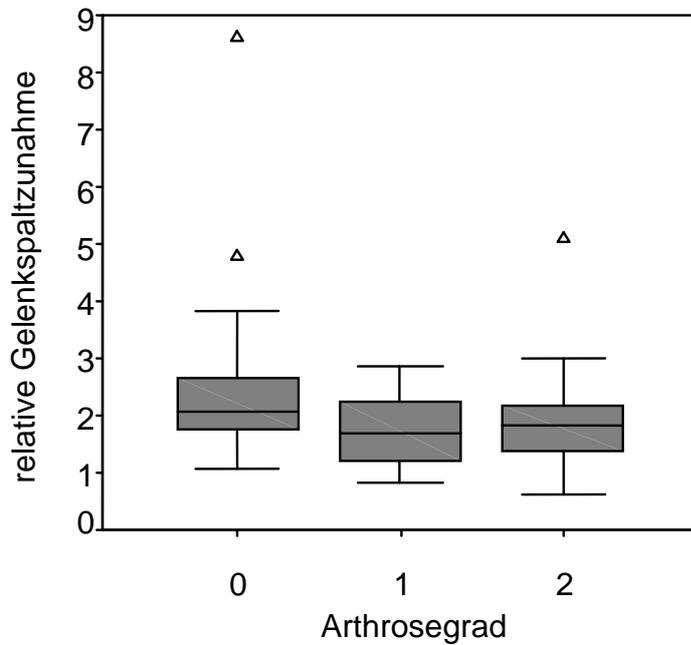


Abb. 15c: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 67,5°

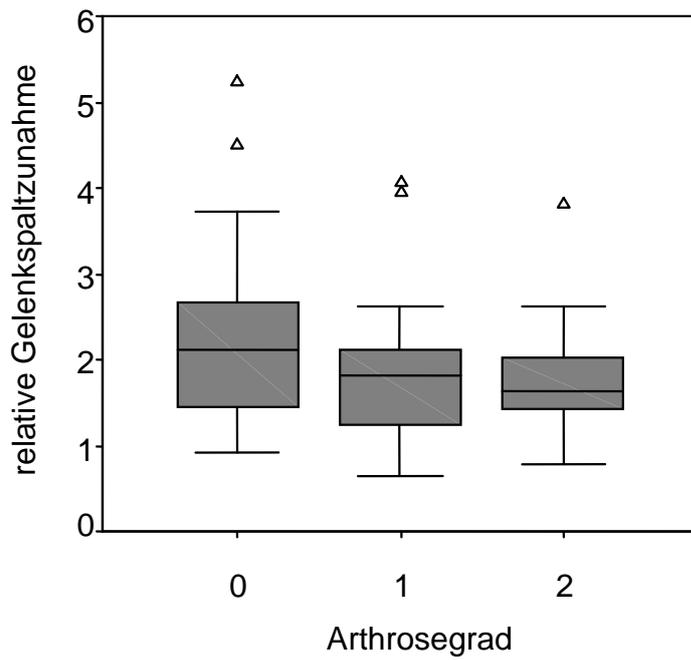


Abb. 15d: Relative Zunahme der Gelenkdistraction im Messbereich 90°

Abb. 16 a-d: Einfluss des Arthrosegrads auf die Hüftgelenksdistraktion unter Traktion in Kombination mit Gelenkdistension (T+D)

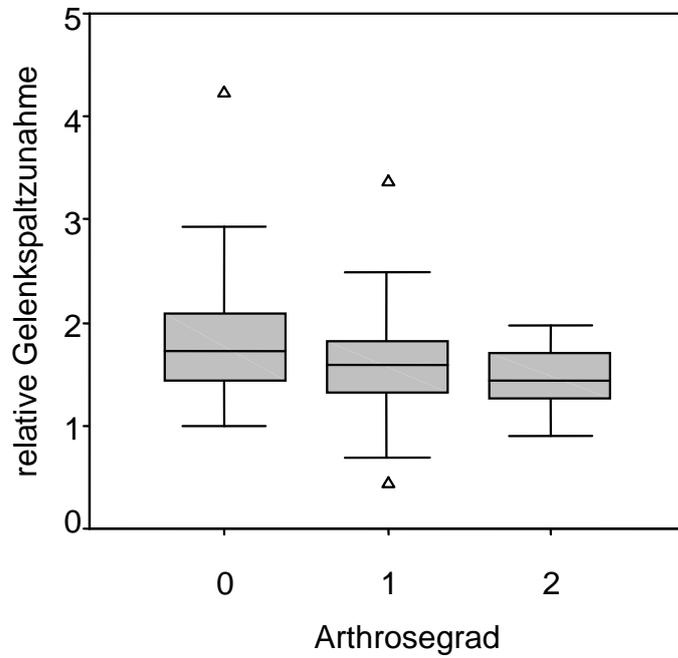


Abb. 16a: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 22,5°

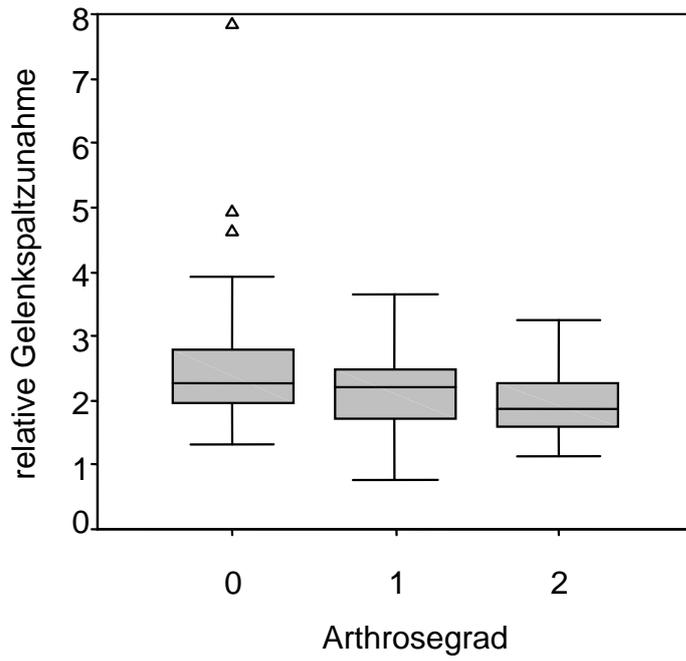


Abb. 16b: Relative Zunahme der Gelenkdistraction im Messbereich 45°

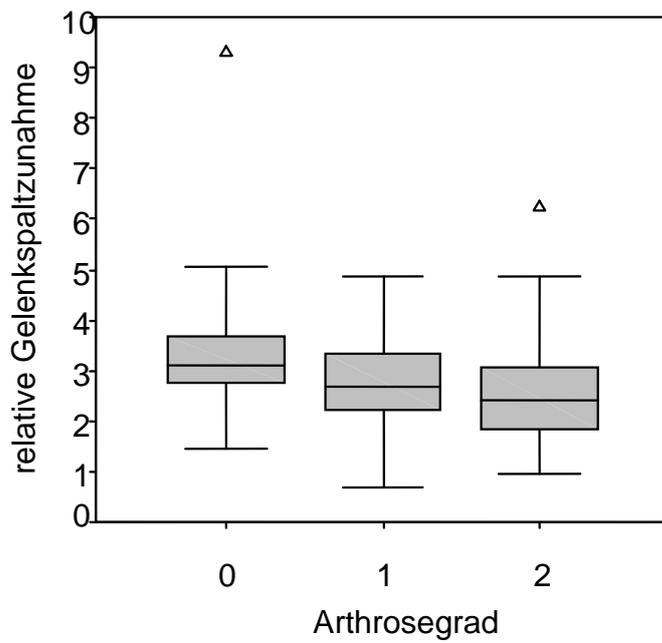


Abb. 16c: Relative Zunahme der Gelenkdistraction im Messbereich 67,5°

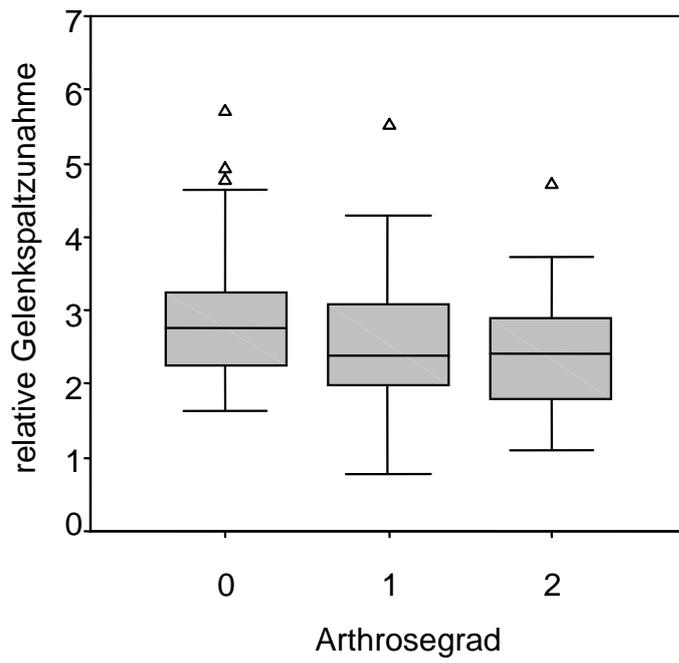


Abb. 16d: Relative Zunahme der Gelenkdistraktion im Messbereich 90°

6 Diskussion

Eine adäquate Distraction des Hüftgelenks ist eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Arthroskopie des zentralen Kompartiments. Mehr Raum vereinfacht die Portalanlage und Erreichbarkeit verschiedener Gelenkareale, verbessert die Sichtbedingungen, die Manövrierbarkeit von Arthroskop und zusätzlichen Instrumenten und verringert damit das potentielle Risiko intraartikulärer iatrogenen Läsionen im Bereich von Knorpel und Labrum. Die zur Überwindung von Muskelspannung, Weichteilwiderstand und Vakuumkraft notwendige Traktionskraft wird durch das mit zunehmenden Traktionskräften steigende Risiko potentieller Nervendehnungs- und Weichteilschäden im Bereich von Hüfte, Leiste, Perineum und oberem Sprunggelenk limitiert. So geht der größte Anteil der beschriebenen Komplikationen bei Hüftarthroskopen neben Lagerungsfehlern auf lange Traktionszeiten mit hohen Zugkräften zurück (Eriksson, Arvidsson et al. 1986; Glick 1990; Byrd 1994; Funke und Munzinger 1996; Griffin und Villar 1999; Sampson 2005).

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Gelenkdistraction durch Traktion nach vorheriger Distension im Vergleich zu alleinigen Traktion hochsignifikant größer war. Sowohl unter Traktion als auch unter Traktion und Distension war die Gelenkspaltzunahme im klinisch-operativ wichtigen Bereich, der 67,5°-Linie und der 90°-Linie, am größten. So nahm hier die Gelenkspaltweite nach Traktion um den Faktor 1,95 bzw. 1,86 zu, während sie nach zusätzlicher Distension um den Faktor 2,88 bzw. 2,62 zunahm und damit um 48 bzw. 41 % im Vergleich zur alleinigen Traktion gesteigert werden konnte.

Diese Ergebnisse bestätigen damit die Resultate der Arbeiten von BYRD und CHERN (Byrd und Chern 1997) und DIENST und Mitarbeitern (Dienst, Seil et al. 2002). BYRD und CHERN (Byrd und Chern 1997) untersuchten im Rahmen einer in vivo Studie an 11 Patienten, welche sich einer Hüftarthroskopie unterzogen, unter standardisierten Bedingungen die absolute Gelenkspaltzunahme nach Anwendung von Traktion alleine sowie nach Anwendung von Traktion in Kombination mit Distension. Die Distanzmessung erfolgte zwischen dem Pfannenerkerbereich und

dem kaudal davon liegenden Femurkopf, vergleichbar mit der 90°-Linie in unserer Untersuchung. Die Untersuchung ergab, dass die Gelenkdistraktion durch zusätzliche Distension in diesem Bereich um durchschnittlich 22% gesteigert werden konnte. Der mittlere Distensionseffekt war mit 22% kleiner als der in der vorliegenden Arbeit berechnete Wert von 41%. Wie in der vorliegenden Arbeit beobachteten BYRD und CHERN eine ähnlich große Varianz der Distraktionswerte. Die durch Distension hervorgerufene Zunahme variierte zwischen 0% und 81%. Auch DIENST und Mitarbeiter (Dienst, Seil et al. 2002) zeigten in einer Studie an 8 nicht fixierten Leichenhüftgelenken, dass die durch kombinierte Anwendung von Traktion und Distension hervorgerufene Distraktion signifikant größer war als unter alleiniger Anwendung von Traktion (Ausnahme bei 22,5° und 300 N Traktionskraft). Unter standardisierten Bedingungen wurde die absolute Gelenkspaltzunahme an definierten Gelenkbereichen, analog zu unserer Untersuchung im Bereich der 22,5°-, 45°-, der 67°- sowie der 90°-Linie, gemessen. Zur Analyse der absoluten Gelenkspaltzunahme nach Traktion alleine, sowie nach kombinierter Anwendung von Traktion und Distension, sowie zur Berechnung der relativen Distanzzunahme durch Distension im Vergleich zur Traktion alleine wurden alle Werte der Gelenkbereiche zusammengefasst betrachtet. Bei Traktionskräften zwischen 250 und 300 N, welche auch in vivo verwendet werden, wurde eine Vergrößerung des Gelenkspalts durch zusätzliche Distension zwischen 59 und 125% gemessen. Werden die Ergebnisse der hier vorliegenden Arbeit zusammengefasst für alle Messbereiche betrachtet, so beträgt die durch Distension zusätzlich hervorgerufene Gelenkdistraktion durchschnittlich 42%. Im klinisch-operativ wichtigen Bereich, der 67,5°-Linie und dem Pfannenerkerbereich (90°-Linie), war der Effekt der Distension am größten (48 und 41%), gefolgt von der 45°-Linie (42%) und den kaudalen Anteilen des Azetabulums (36%). DIENST und Mitarbeiter stellten den maximalen Effekt im Bereich der 45°-Linie, gefolgt von der 67,5°-, 90°- und 22,5°-Linie fest. Außerdem wurde der maximale Effekt der Distension bei Traktionswerten zwischen 200 und 250 N beobachtet. Ab Traktionskräften von 250 N machte die durch das Gelenkvakuum hervorgerufene Kraft mehr als die Hälfte des Gesamtwiderstands aus. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass der durch die Weichteilgewebe hervorgerufene Widerstand bei höheren Traktionskräften stieg. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass alle Studien einen signifikanten Effekt der Distension auf die Gelenkdistraktion belegen.

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass die zugrunde liegende Hüfterkrankung keinen signifikanten Einfluss auf die Gelenkdistraktion hatte. Tendentiell ließen sich Patienten mit einer Psoassehnenpathologie und einer Hüftdysplasie in den zugangstechnisch wichtigen Bereichen bei 67,5° und 90° besser distrahieren. Es ist zu vermuten, dass der signifikant größere Anteil des weiblichen Geschlechts mit diesen Erkrankungen und der geringe Anteil an degenerativen Veränderungen für diese Tendenz verantwortlich waren.

Die Zunahme der röntgenologischen Gelenkspaltweite war bei Frauen sowohl unter alleiniger Traktion als auch Traktion in Kombination mit Distension in allen Messpunkten tendentiell größer als bei Männern. Signifikant größer waren die Unterschiede an fast allen Messpunkten unter alleiniger Anwendung von Traktion, während dies in Kombination mit Distension lediglich bei 67,5° der Fall war. Mit diesen Ergebnissen bestätigt sich die klinische Beobachtung, dass sich weibliche Hüftgelenke häufig besser distrahieren lassen als männliche (Eriksson, Arvidsson et al. 1986; Dienst, Grün et al. 2004). Daten oder weitere Untersuchungen liegen zu dieser Beobachtung bislang nicht vor. Eine mögliche Ursache könnte die größere Gelenklaxizität bei Frauen sein. So haben Studien ergeben, dass eine Ligamentlaxizität entweder genetisch determiniert (Child 1986) oder erworben sein kann (Klemp und Chalton 1989). Als mögliche Faktoren für eine Gelenklaxizität wurden Rasse (Beighton, Solomon et al. 1973; Cheng, Chan et al. 1991), Alter (Beighton, Solomon et al. 1973; Bird, Tribe et al. 1978; Larsson, Baum et al. 1987; Silman, Day et al. 1987; Larsson, Baum et al. 1993; Hudson, Starr et al. 1995; Hakim, Cherkas et al. 2004; Jansson, Saartok et al. 2004), das Geschlecht (Beighton, Solomon et al. 1973; Bird, Tribe et al. 1978; Jessee, Owen et al. 1980; Al-Rawi, Al-Aszawi et al. 1985; Larsson, Baum et al. 1987; Silman, Day et al. 1987; Arroyo, Brewer et al. 1988; Bulbena, Duro et al. 1992; Larsson, Baum et al. 1993; Birrell, Adebajo et al. 1994; Decoster, Vailas et al. 1997; Hakim, Cherkas et al. 2004; Jansson, Saartok et al. 2004; Seckin, Tur et al. 2005) und hormonelle Faktoren (Liu, Al-Shaikh et al. 1997; Wojtys, Huston et al. 2002; Zazulak, Paterno et al. 2006; Hewett, Zazulak et al. 2007) diskutiert. So wurde eine höhere Inzidenz vermehrter Gelenklaxizität in der asiatischen, indischen, afrikanischen und arabischen Bevölkerung beschrieben (Beighton, Solomon et al. 1973). CHENG zeigte eine vermehrte Laxizität bei chinesischen im Vergleich zu kaukasischen Kindern (Cheng,

Chan et al. 1991). QUATMAN et al. untersuchten in einer Kohorten-Studie den Effekt von Geschlecht und Entwicklungsstatus auf die allgemeine Gelenklaxizität bei jungen Athleten. Präpubertär zeigten weibliche und männliche Probanden vergleichbare Ergebnisse im Hinblick auf die Beurteilung der Gelenklaxizität. Diese nahm im Gegensatz zu Männern bei Frauen ab Beginn der Pubertät zu, so dass sowohl peri- als auch postpubertär Frauen eine signifikant ($p < 0,001$) höhere Gelenklaxizität aufwiesen (Quatman, Ford et al. 2008). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen BORSA et al. (Borsa, Sauers et al. 2000). Sie zeigten bei der Untersuchung des Glenohumeralgelenks bei weiblichen Individuen eine vermehrte ventrale Gelenklaxizität und eine erhöhte generalisierte Gelenkhypermobilität (Borsa, Sauers et al. 2000). Auch JANSSON et al. konnten nachweisen, dass die allgemeine Gelenklaxizität alters- und geschlechtsabhängig ist. Während es bei männlichen Individuen mit zunehmendem Alter zu einem Abfall der Laxizität kam, wiesen weibliche Individuen mit 15 Jahren die höchste Gelenklaxizität auf, diese lag in jeder Altersklasse über der der Jungen ($p < 0,05$) (Jansson, Saartok et al. 2004). Analog dazu treten ab dem 12. Lebensjahr bei weiblichen Individuen häufiger Bandverletzungen auf (Tursz und Crost 1986; Shea, Pfeiffer et al. 2004), so ist beispielsweise die Inzidenz der vorderen Kreuzbandruptur bei weiblichen Jugendlichen zwei- bis achtmal höher als bei männlichen (Agel, Arendt et al. 2005). Als Ursache hierfür werden anatomische (Griffin, Agel et al. 2000), neuromuskuläre (Winter und Brookes 1991; Huston und Wojtys 1996; Ford, Myer et al. 2003; Hewett, Myer et al. 2004; Ford, Myer et al. 2005; Quatman, Ford et al. 2006) als auch hormonelle (Liu, Al-Shaikh et al. 1997; Wojtys, Huston et al. 2002; Zazulak, Paterno et al. 2006; Hewett, Zazulak et al. 2007) Faktoren diskutiert. Insbesondere der Zusammenhang zwischen Geschlechtshormonen und deren möglichem Einfluss auf die Gelenklaxizität und das Risiko einer vorderen Kreuzbandruptur wurden intensiv untersucht. Hormone beeinflussen möglicherweise die Synthese, den Abbau und die Belastbarkeit von Ligamenten. Der Einfluss von Geschlechtshormonen auf die Biologie von Bandstrukturen ist bislang nicht abschließend geklärt (Zazulak, Paterno et al. 2006; Hewett, Zazulak et al. 2007).

Von den 114 arthroskopierten Patienten hatten sich 17 bereits einer Voroperation unterzogen. Hierzu zählten Hüftarthroskopien, eine Kirschnerdrahtosteosynthese bei Epiphysiolysis capitis femoris im Kindesalter, offene Operationen bei

femoroacetabulärem Impingement und periartikuläre Umstellungsosteotomien. Das Ausmaß der postoperativen Weichteilreaktion, insbesondere der Narbenbildung und Fibrosierung, ist einerseits patientenassoziiert und hängt andererseits vom Ausmaß der chirurgischen Manipulation ab. In der vorliegenden Studie zeigte sich kein Unterschied in der Distrahierbarkeit von Patienten mit und ohne Voroperation. Eine Voroperation führt damit per se nicht zu einer schlechten Gelenkdistraktion. Die operative Erfahrung zeigt jedoch, dass Revisionsarthroskopien dennoch anspruchsvolle Eingriffe darstellen. Narbige Veränderungen der artikulären und periartikulären Weichteile, intraartikuläre Adhäsionen und Synovitiden beeinträchtigen die Arthroskopiebedingungen und müssen insbesondere beim weniger fortgeschrittenen Arthroskopeur bei der Operationsplanung berücksichtigt werden.

Der zu Studienbeginn vermutete Zusammenhang zwischen Rotations- und Beugeumfang und Zunahme der Gelenkspaltweite konnte nicht bestätigt werden. Ein signifikanter bzw. tendentieller Zusammenhang ergab sich ausschließlich für eine große Rotationsamplitude und der Vermessung bei 90° am Pfannenerker für die Untersuchung nach Traktion bzw. nach Traktion mit Distension. Es ist zu vermuten, dass die präoperative Bewegungseinschränkung nicht nur auf die morphologische Veränderung der Gelenkkapsel und periartikulären Weichteile zurückzuführen ist, sondern auch schmerzbedingt ist. Hier gilt es in einer weiteren Untersuchung zu klären, ob eine Vermessung des Bewegungsumfangs in Narkose zu einem signifikanten Zusammenhang führt.

Der größte Einflussfaktor auf die Distrahierbarkeit des Hüftgelenks stellte in der vorliegenden Arbeit der Arthroseggrad nach Tönnis (Tönnis und Heinecke 1999) dar. Je fortgeschrittener die Koxarthrose, umso schlechter war die Distrahierbarkeit des Gelenks unabhängig von der Lokalisation. Der negative Einfluss der Arthrose war bei alleiniger Anwendung von Traktion ausgeprägter als nach Kombination von Traktion und Distension. So kam es im Vergleich zu nicht degenerativ veränderten Gelenken bei einem Arthroseggrad von 1 nach Traktion zu einer Reduktion der Gelenkspaltzunahme von durchschnittlich 23,8%, während die Reduktion bei kombinierter Anwendung von Traktion und Distension nur 15,9% betrug, bei einem

Arthrosegrad von 2 war die Gelenkspaltzunahme um jeweils 24,6 und 22,4% vermindert.

Es ist zu vermuten, dass die schlechte Distrahierbarkeit bei Vorliegen einer Koxarthrose in den morphologischen Veränderungen der artikulären und periartikulären Weichteile begründet liegt. So kommt es neben dem Verlust der Knorpelsubstanz zu osteophytären Anbauten und einer Verdickung und Fibrosierung der Gelenkkapsel (Roach und Miles 1991; Nonaka, Mita et al. 2002). Die Kapselfibrose ist einerseits eine Folge entzündlicher Prozesse analog zur posttraumatischen oder postoperativen Kapselfibrose. Zusätzlich resultiert die Koxarthrose in einer mechanisch- und schmerzbedingten Bewegungseinschränkung und Immobilität, die ihrerseits wiederum zu Kapsel- und Muskelkontrakturen führen. TARASEVICIUS et al. (Tarasevicius, Kesteris et al. 2007) untersuchten den intraartikulären Druck und die Elastizität der Hüftgelenkscapsel bei der Koxarthrose. Bei Vorliegen einer fortgeschrittenen Koxarthrose zeigte sich eine verminderte Elastizität der Kapsel, die wahrscheinlich die Hauptursache für die geringere Distrahierbarkeit eines arthrotisch veränderten Hüftgelenks darstellt.

Finden sich präoperativ bereits arthrotische Veränderungen, muss der Patient, über den begrenzten klinischen Erfolg hinaus, über das erhöhte Risiko aufgeklärt werden, dass eine ausreichende Distraction des Hüftgelenk zur Arthroskopie des zentralen Kompartiments möglicherweise nicht erreicht werden kann. Wenngleich Inzisionen oder gar Entfernungen von Kapselanteilen zu einer verbesserten Distraction führen können, wird die Distraction im Vergleich zu solchen Hüften, die keine oder nur beginnende degenerative Veränderungen aufweisen, geringer sein, die Instrumentenbeweglichkeit zusätzlich durch osteophytäre Anbauten reduziert sein und das Risiko für iatrogene Knorpel- und Labrumverletzungen steigen. Die Operationsmöglichkeiten im zentralen Kompartiment sind damit limitiert.

Vorteile der vorliegenden Arbeit waren ihre prospektive Planung und die in-vivo-Untersuchung während regulärer Operationsbedingungen. Im Vergleich zu Leichenstudien wurden Einflussfaktoren wie Tiefgefrierung, Fixation, Autolyse und Leichenstarre vermieden. Hinsichtlich Alter und zugrunde liegender Erkrankung

wurde ein inhomogenes Kollektiv mit einer nahezu ausgeglichenen Geschlechterverteilung analysiert. Es lagen standardisierte, reproduzierbare und damit vergleichbare Bedingungen zugrunde.

Potentielle Fehler durch Projektionsunterschiede können nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bei der Anfertigung der intraoperativen Röntgenbilderserie wurde streng darauf geachtet, dass stets ein definierter Abstand zwischen Operationstisch bzw. Patient und Röntgenbildwandler/ -verstärker eingehalten wurde. Dennoch ist durch die Anwendung von Traktion eine geringfügige Änderung der Beckenneigung oder ein Abheben des Beckens von der Unterlage nicht vollständig auszuschließen, was zu einer veränderten Projektion bei der Anfertigung der Röntgenbilder geführt hätte. Im Vergleich zu Leichenstudien (Dienst, Seil et al. 2002; Dienst, Grün et al. 2004; Dienst, Morgenthaler et al. 2005) konnte die Änderung der Gelenkspaltweite bzw. die Gelenkspaltzunahme lediglich als relativer und nicht auch als absoluter Wert gemessen werden. Relative Angaben sind unter Umständen für die klinische Tätigkeit weniger aussagekräftig, als dass aus ihnen nicht direkt praktische Konsequenzen wie Wahl der Instrumentengröße oder zu erwartende Manövrierbarkeit gezogen werden können.

Bei der präoperativen Beurteilung der Distrahierbarkeit eines Hüftgelenks muss sein Arthrosegrad berücksichtigt werden. Bei einem höheren Arthrosegrad besteht ein größeres Risiko, dass das Hüftgelenk nicht ausreichend oder weniger distrahiert werden kann. Die Patienten müssen in diesen Fällen über das Risiko aufgeklärt werden, dass eine Arthroskopie des zentralen Kompartiments nicht möglich oder mit einem erhöhten Risiko für iatrogene Knorpel- und Labrumverletzungen verbunden ist. Weitere Faktoren für eine schlechtere Gelenkdistraktion sind das männliche Geschlecht und nur tendentiell eine kleinere präoperative Rotationsamplitude des Hüftgelenks. Die intraoperative Diagnose und Voroperationen haben keinen signifikanten Einfluss auf die Distrahierbarkeit von Kopf und Pfanne. Vor der Portalanlage zum zentralen Kompartiment sollte das Gelenkvakuum mit einer Nadel aufgehoben werden, um eine bessere Distraktion und damit verbesserte Bedingungen für das Einbringen von Arthroskop und Zusatzinstrumenten zu gewährleisten.

7 Literaturverzeichnis

1. Agel, J., Arendt, E. A., Bershadsky, B. (2005). "Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review." *Am J Sports Med* 33(4): 524-30.
2. Al-Rawi, Z. S., Al-Aszawi, A. J., Al-Chalabi, T. (1985). "Joint mobility among university students in Iraq." *Br J Rheumatol* 24(4): 326-31.
3. Arroyo, I. L., Brewer, E. J., Giannini, E. H. (1988). "Arthritis/arthritis and hypermobility of the joints in schoolchildren." *J Rheumatol* 15(6): 978-80.
4. Beighton, P., Solomon, L., Soskolne, C. L. (1973). "Articular mobility in an African population." *Ann Rheum Dis* 32(5): 413-8.
5. Bird, H. A., Tribe, C. R., Bacon, P. A. (1978). "Joint hypermobility leading to osteoarthritis and chondrocalcinosis." *Ann Rheum Dis* 37(3): 203-11.
6. Birrell, F. N., Adebajo, A. O., Hazleman, B. L., Silman, A. J. (1994). "High prevalence of joint laxity in West Africans." *Br J Rheumatol* 33(1): 56-9.
7. Borsa, P. A., Sauers, E. L., Herling, D. E. (2000). "Patterns of glenohumeral joint laxity and stiffness in healthy men and women." *Med Sci Sports Exerc* 32(10): 1685-90.
8. Bulbena, A., Duro, J. C., Porta, M., Faus, S., Vallescar, R., Martin-Santos, R. (1992). "Clinical assessment of hypermobility of joints: assembling criteria." *J Rheumatol* 19(1): 115-22.
9. Byrd, J. W. (1994). "Hip arthroscopy utilizing the supine position." *Arthroscopy* 10(3): 275-80.

10. Byrd, J. W., Chern, K. Y. (1997). "Traction versus distension for distraction of the joint during hip arthroscopy." *Arthroscopy* 13(3): 346-9.
11. Cheng, J. C., Chan, P. S., Hui, P. W. (1991). "Joint laxity in children." *J Pediatr Orthop* 11(6): 752-6.
12. Child, A. H. (1986). "Joint hypermobility syndrome: inherited disorder of collagen synthesis." *J Rheumatol* 13(2): 239-43.
13. Decoster, L. C., Vailas, J. C., Lindsay, R. H., Williams, G. R. (1997). "Prevalence and features of joint hypermobility among adolescent athletes." *Arch Pediatr Adolesc Med* 151(10): 989-92.
14. Dienst, M. (2005). Hip arthroscopy without traction. *Operative hip arthroscopy*. JWT, B. Berlin, Heidelberg, New York, Springer: 17 - 180.
15. Dienst, M. (2006). "Hip arthroscopy. Technique for positioning and distraction." *Orthopade* 35(1): 33-40.
16. Dienst, M. (2009). *Operationssaal und Lagerung. Lehrbuch und Atlas Hüftarthroskopie Diagnostik - Technik - Indikationen*. M., D. München, Elsevier Urban & Fischer 59 - 72.
17. Dienst, M., Gödde, S., Seil, R., Hammer, D., Kohn, D. (2001). "Hip arthroscopy without traction: In vivo anatomy of the peripheral hip joint cavity." *Arthroscopy* 17(9): 924-31.
18. Dienst, M., Gödde, S., Seil, R., Kohn, D. (2002). "Diagnostische Arthroskopie des Hüftgelenks." *Operat Orthop Traumatol* 14: 1-15.

19. Dienst, M., Seil, R., Göttsche, S., Brang, M., Becker, K., Georg, T., Kohn, D. (2002). "Effects of traction, distension, and joint position on distraction of the hip joint: an experimental study in cadavers." *Arthroscopy* 18(8): 865-71.
20. Dorfmann, H., Boyer, T. (1999). "Arthroscopy of the hip: 12 years of experience." *Arthroscopy* 15(1): 67-72.
21. Eriksson, E., Arvidsson, I., Arvidsson, H. (1986). "Diagnostic and operative arthroscopy of the hip." *Orthopedics* 9(2): 169-76.
22. Ford, K. R., Myer, G. D., Hewett, T. E. (2003). "Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players." *Med Sci Sports Exerc* 35(10): 1745-50.
23. Ford, K. R., Myer, G. D., Toms, H. E., Hewett, T. E. (2005). "Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes." *Med Sci Sports Exerc* 37(1): 124-9.
24. Funke, E., Munzinger, U. (1994). "Indication and technique for hip arthroscopy: possibilities and limitations." *Schweiz Rundsch Med Prax* 83(6): 154-7.
25. Funke, E. L., Munzinger, U. (1996). "Complications in hip arthroscopy." *Arthroscopy* 12(2): 156-9.
26. Glick, J. (1990). *Complications of hip arthroscopy by the lateral approach. Arthroscopic surgery* Sherman OH, M. J. Baltimore, Williams & Wilkins: 193-201.
27. Griffin, D. R., Villar, R. N. (1999). "Complications of arthroscopy of the hip." *J Bone Joint Surg Br* 81(4): 604-6.
28. Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., Garrick, J. G., Hewett, T. E., Huston, L., Ireland, M. L., Johnson, R. J., Kibler, W. B.,

Lephart, S., Lewis, J. L., Lindenfeld, T. N., Mandelbaum, B. R., Marchak, P., Teitz, C. C., Wojtys, E. M. (2000). "Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies." *J Am Acad Orthop Surg* 8(3): 141-50.

29. Grün, U., Kohn, D., Dienst, M. (2004). Verbesserung der Hüftgelenkdistraktion durch Distension, Inzision der Zona orbicularis und zirkuläre Kapsulotomie der Gelenkkapsel: Eine Studie an Leichenhüftgelenken, Orthopädische Klinik, Universitätskliniken. Homburg / Saar.

30. Hakim, A. J., Cherkas, L. F., Grahame, R., Spector, T. D., MacGregor, A. J. (2004). "The genetic epidemiology of joint hypermobility: a population study of female twins." *Arthritis Rheum* 50(8): 2640-4.

31. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R. (2004). "Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes." *J Bone Joint Surg Am* 86-A(8): 1601-8.

32. Hewett, T. E., Zazulak, B. T., Myer, G. D. (2007). "Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review." *Am J Sports Med* 35(4): 659-68.

33. Hudson, N., Starr, M. R., Esdaile, J. M., Fitzcharles, M. A. (1995). "Diagnostic associations with hypermobility in rheumatology patients." *Br J Rheumatol* 34(12): 1157-61.

34. Huston, L. J., Wojtys, E. M. (1996). "Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes." *Am J Sports Med* 24(4): 427-36.

35. Jansson, A., Saartok, T., Werner, S., Renstrom, P. (2004). "General joint laxity in 1845 Swedish school children of different ages: age- and gender-specific distributions." *Acta Paediatr* 93(9): 1202-6.

36. Jessee, E. F., Owen, D. S., Jr., Sagar, K. B. (1980). "The benign hypermobile joint syndrome." *Arthritis Rheum* 23(9): 1053-6.
37. Klapper, R. C., Silver, D. M. (1989). "Hip arthroscopy without traction." *Contemp Orthop* 18: 687-693.
38. Klemp, P., Chalton, D. (1989). "Articular mobility in ballet dancers. A follow-up study after four years." *Am J Sports Med* 17(1): 72-5.
39. Larsson, L. G., Baum, J., Mudholkar, G. S. (1987). "Hypermobility: features and differential incidence between the sexes." *Arthritis Rheum* 30(12): 1426-30.
40. Larsson, L. G., Baum, J., Mudholkar, G. S., Srivastava, D. K. (1993). "Hypermobility: prevalence and features in a Swedish population." *Br J Rheumatol* 32(2): 116-9.
41. Liu, S. H., Al-Shaikh, R. A., Panossian, V., Finerman, G. A., Lane, J. M. (1997). "Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. A potential explanation for female athletic injury." *Am J Sports Med* 25(5): 704-9.
42. Mc Carthy, J. C., Busconi, B. (1995). "The role of hip arthroscopy in the diagnosis and treatment of hip disease." *Can J Surg* 38: S13-S17
43. Morgenthaler, K., Kohn, D., Dienst, M. (2005). Einfluss der Lagerung auf die Distraction des Hüftgelenkes. Eine experimentelle Untersuchung an frischen Leichen. Homburg / Saar, Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg.
44. Nonaka, H., Mita, K., Watakabe, M., Akataki, K., Suzuki, N., Okuwa, T., Yabe, K. (2002). "Age-related changes in the interactive mobility of the hip and knee joints: a geometrical analysis." *Gait Posture* 15(3): 236-43.

45. Putz, R. (1988). Anatomie und Funktion des Hüftgelenkes. Klinisch-radiologisches Seminar. Frommhold U, G. P. Stuttgart, Thieme. 18 Erkrankungen des Hüftgelenkes.
46. Quatman, C. E., Ford, K. R., Myer, G. D., Hewett, T. E. (2006). "Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: a longitudinal study." *Am J Sports Med* 34(5): 806-13.
47. Quatman, C. E., Ford, K. R., Myer, G. D., Paterno, M. V., Hewett, T. E. (2008). "The effects of gender and pubertal status on generalized joint laxity in young athletes." *J Sci Med Sport* 11(3): 257-63.
48. Roach, K. E., Miles, T. P. (1991). "Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age." *Phys Ther* 71(9): 656-65.
49. Sampson, T. (2005). "Complications of hip arthroscopy." *Tech Orthop* 20: 63-66.
50. Seckin, U., Tur, B. S., Yilmaz, O., Yagci, I., Bodur, H., Arasil, T. (2005). "The prevalence of joint hypermobility among high school students." *Rheumatol Int* 25(4): 260-3.
51. Shea, K. G., Pfeiffer, R., Wang, J. H., Curtin, M., Apel, P. J. (2004). "Anterior cruciate ligament injury in pediatric and adolescent soccer players: an analysis of insurance data." *J Pediatr Orthop* 24(6): 623-8.
52. Silman, A. J., Day, S. J., Haskard, D. O. (1987). "Factors associated with joint mobility in an adolescent population." *Ann Rheum Dis* 46(3): 209-12.
53. Tarasevicius, S., Kesteris, U., Gelmanas, A., Smailys, A., Wingstrand, H. (2007). "Intracapsular pressure and elasticity of the hip joint capsule in osteoarthritis." *J Arthroplasty* 22(4): 596-600.

54. Tönnis, D., Heinecke, A. (1999). "Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip." *J Bone Joint Surg Am* 81(12): 1747-70.
55. Tursz, A., Crost, M. (1986). "Sports-related injuries in children. A study of their characteristics, frequency, and severity, with comparison to other types of accidental injuries." *Am J Sports Med* 14(4): 294-9.
56. Villar, R. (1995). "Hip arthroscopy." *J Bone Joint Surg Br* 77: 517-518.
57. Winter, E. M., Brookes, F. B. (1991). "Electromechanical response times and muscle elasticity in men and women." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 63(2): 124-8.
58. Wojtys, E. M., Huston, L. J., Boynton, M. D., Spindler, K. P., Lindenfeld, T. N. (2002). "The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels." *Am J Sports Med* 30(2): 182-8.
59. Zazulak, B. T., Paterno, M., Myer, G. D., Romani, W. A., Hewett, T. E. (2006). "The effects of the menstrual cycle on anterior knee laxity: a systematic review." *Sports Med* 36(10): 847-62.

8 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Dieter Kohn für die Vergabe dieser Arbeit.

Herzlichen Dank an Priv.-Doz. Dr. med. Michael Dienst. Aufgrund seiner langjährigen klinischen Tätigkeit und wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der Hüftgelenksarthroskopie hat er wesentliche Beiträge zur Weiterentwicklung und Etablierung der Methode geliefert, vielen praktizierenden Kollegen den Zugang erleichtert und letztlich die Grundlage für diese Arbeit geliefert. Im Rahmen seiner Betreuung hat er mir zudem die Grundzüge wissenschaftlichen Arbeitens näher gebracht.

Bedanken möchte ich mich auch bei Dipl.-Math. Dr. rer. med. Thomas Georg, der die statistische Aufarbeitung der Daten durchgeführt hat, sowie bei Dr. med. Ulrich Grün, der mich zeitweise bei der Datenerhebung unterstützt hat, was aufgrund der räumlichen Distanz eine große Erleichterung war.

Ein sehr großer Dank gilt auch meinem Kollegen Dr. med. Bernhard Speth, dessen Erfahrung hinsichtlich der Anfertigung wissenschaftlicher Arbeiten eine wertvolle Hilfe war.

Ein ganz besonderer Dank gilt auch meinen Eltern Roswitha und Günter König, die mir das Medizinstudium ermöglicht und mir im Rahmen ihrer Erziehung Werte vermittelt haben, die mir nach wie vor in meinem Privat- und Berufsleben sehr hilfreich sind.

Danke an meinen Ehemann Dr. med. Waldemar Bartkowicki für seine uneingeschränkte Unterstützung in allen Lebenslagen, seine Zuverlässigkeit, für seinen Humor, seine Lebensfreude und ausgesprochene Begeisterungsfähigkeit, die das Leben mit ihm so besonders machen.

8.1.1