

Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Prof. Dr. med. D. Kohn

**Bestimmung der Patellahöhe
nach unikompartimenteller Knieendoprothese
– kurzfristige Ergebnisse einer
prospektiven Studie -**

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktor der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES
2010*

Vorgelegt von: Daniel Köhler,
geb. am 18.12.1974 in Georgsmarienhütte

für Sandra

Inhaltsverzeichnis

0. Abkürzungsverzeichnis	5
1. Zusammenfassung	6
1.1. Summary	8
2. Einleitung	
2.1. Knieendoprothetik	10
2.2. Indikation zur unikompartimentellen Prothese	12
2.3. Anatomie und funktionelle Bedeutung der Patella	13
2.4. Methodik zur Bestimmung der Patellahöhe	16
2.5. Hintergrund und Fragestellung der Arbeit	18
3. Patienten und Methoden	
3.1. Patienten	20
3.2. Methoden	21
3.3. Statistik	26
4. Ergebnisse	
4.1. Demographische Daten	27
4.2. Präoperative Patellahöhe	28
4.3. Analyse des Gesamtkollektivs	28
4.4. Ergebnisse nach Insall-Salvati	30
4.5. Ergebnisse nach Modifiziertem Insall-Salvati	32

5. Diskussion	35
6. Bibliographie	47
7. Anhang	
7.1 Patiententabelle	55
7.2 Statistische Rohdaten	56
7.3 Auswertung mit Post-hoc-Test	58
7.4 Auswertung mit T-Test	66
8. Danksagung	69
9. Curriculum vitae	70

0. Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
Abb.	Abbildung
AHB	Anschlussheilbehandlung
APO	Abtragung von Patellaosteophyten
bzw.	beziehungsweise
BP	Methode nach Blackburne-Peel
CD	Methode nach Caton-Deschamps
et al.	et alii
HTO	high tibia osteotomy, hohe Tibiakopfosteotomie
ILR	intraoperatives laterales Release
IS	Methode nach Insall-Salvati
KG	Krankengymnastik
M.	Musculus
MIS	modifizierte Insall-Salvati-Methode
N.	Nervus
prä-/postop	präoperativ, postoperativ
TEP	totale Endoprothese
UKP	unikompartimentelle Prothese

1. Zusammenfassung

41 Kniegelenke bei 37 Patienten nach unikompartimentellem Kniegelenkersatz (UKP) wurden hinsichtlich ihrer Patellahöhe unter Verwendung des Insall-Salvati- (IS) und des modifizierten Insall-Salvati- (MSI) Verhältnisses nachuntersucht.

Die Patellahöhe wurde präoperativ, 1 Woche, 6 und 12 Wochen postoperativ sowie in jährlichen Nachkontrollen bestimmt.

Die Patienten wurden nach Alter (<65Jahre; ≥65Jahre), Geschlecht, operierter Seite und der anschließenden postoperativen Heilbehandlung (stationäre Anschlussheilbehandlung, ambulante Krankengymnastik) in 4 Gruppen bzw. 8 Untergruppen eingeteilt.

Bei der statistischen Analyse kamen nach univarianter Varianzanalyse der post-Hoc-Test zum Vergleich der Zeitintervalle und der t-Test für unverbundene Stichproben beim Vergleich der Gruppen zum Einsatz.

Im Gesamtkollektiv zeigte der IS eine signifikante Abnahme für die Zeitintervalle „postoperativ – 1 Jahr postoperativ“ ($p = 0,042$), während beim MIS die Abnahme nur für das Zeitintervall „präoperativ – postoperativ“ signifikant war ($p = 0,019$).

Mittels der IS-Methode zeigten sich signifikante Patellarsehnenverkürzungen bei Männern (postoperativ – 6 Wochen postoperativ, postoperativ – 1 Jahr postoperativ) und bei Patienten, bei denen das linke Knie operiert wurde (postoperativ – 1 Jahr postoperativ). Bei den anderen Untergruppen konnten keine

signifikanten Verminderungen der Patellahöhe festgestellt werden. Innerhalb der Gruppen zeigten sich keine statistischen Unterschiede.

Mit der MIS-Methode ergaben sich in keinem Zeitintervall signifikante Unterschiede bei den einzelnen Untergruppen. Hingegen wiesen ältere Patienten (≥ 65 Jahre) gegenüber jüngeren Patienten (< 65 Jahre) eine signifikante Verminderung der Patellahöhe im Zeitintervall „postoperativ – 6 Wochen postoperativ“ auf. Ebenso zeigten Patienten, die eine stationäre Nachbehandlung absolviert hatten eine signifikante Verminderung der Patellahöhe für das Zeitintervall „postoperativ – 1 Jahr postoperativ“ im Vergleich zu denen, die ambulante Krankengymnastik durchgeführt hatten.

Die Verkürzung der Patellarsehne trat vor allem in der mittelbaren postoperativen Phase (IS „postoperativ – 1 J. postoperativ“; MIS präoperativ – postoperativ“) auf. Soweit unsere Studienresultate eine Aussage zulassen, scheinen Frauen, jüngere Patienten und solche, deren rechtes Kniegelenk partiell ersetzt wurde, hinsichtlich einer postoperativen Patellarsehnenverkürzung nach UKP weniger anfällig zu sein. Eine stationäre Rehabilitationsmaßnahme scheint nicht geeignet die Verkürzung der Patellarsehne zu vermeiden.

1.1 Summary

A total of 41 knee joints in 37 patients after unicompartmental knee replacement (UKR) were evaluated regarding the patellar height by using the Insall-Salvati- (IS) and modified Insall-Salvati- (MIS) ratio.

Patellar height was measured preoperatively, at 1 week, 6 weeks, 12 weeks postoperatively, and, yearly ever after (1-3 years).

Patients were categorized in 4 groups and 8 subgroups, respectively, according to age (<65years; \geq 65years), gender, operated side and rehabilitation program (specific rehabilitation program, outpatient physiotherapy).

Statistical analysis was performed using the post-hoc-test and t-test for unpaired collectives.

Regarding all patients, the IS-ratio demonstrated a significant decrease of patellar height for the time periods "postoperatively-1 year postoperatively" ($p = 0.042$), whereas the MIS-ratio showed a significant decrease only for the period "preoperatively-postoperatively" ($p = 0.019$).

According to the IS-ratio, male patients showed a significant decrease of the patellar height (postoperatively - 6 weeks postoperatively, postoperatively - 1 year postoperatively). Patients with the left arthroplasty had also significant decrease in the latter time period. For all other subgroups no significant differences of the

patellar height could be observed. Furthermore, there was no statistical difference in between the groups.

According to the MIS-ratio, no significant decrease was observed for any time period in the subgroups, whereas patellar height was decreased in elderly patients (≥ 65 years) compared to younger patients (< 65 years) in the time period „postoperatively – 6 weeks postoperatively“. Furthermore, patients, who underwent a specific rehabilitation program, showed had significant decrease for the time period „postoperatively – 1 year postoperatively“. No significant differences of the patellar height could be found in the other groups.

Decrease in patellar height after UKR occurs mainly in the early postoperative period (IS “postoperatively – 1 y. postoperatively; MIS “preoperatively – postoperatively). To the extend to which our results may be applicable, women, patients under 65 years and patients with right knee arthroplasty are less prone to decreasing patellar height. A specific rehabilitation program does not seem to prevent decrease of patella height significantly.

2. Einleitung

2.1 Knie - Endoprothetik

Zur operativen Behandlung einer Gonarthrose mit Beteiligung des femorotibialen und / oder des patellofemorotibialen Gleitlagers stehen verschiedene Verfahren unterschiedlicher Bedeutung zur Verfügung. Neben Debridement (einschließlich Eingriffen am Knorpel), Osteotomien und Arthrodesen werden Alloarthroplastiken erfolgreich durchgeführt. Hierunter versteht man den künstlichen Ersatz von Gelenkflächenanteilen oder den kompletten Gelenkflächen mit und ohne ligamentären Stabilisierungskomponenten durch metallische oder Kunststoffimplantate. 1997 wurden in Deutschland ca. 40000 Patienten mit einer Knieprothese versorgt (JEROSCH et al., 1997). 2007 waren es mehr als 136.000 Endoprothesen (Geronoi et al., 2009). Funktionell wird zwischen ungekoppelten und teilgekoppelten, achsgeführten Totalendoprothesen sowie uni-, bi- und trikompartimentellen Prothesen (UKP) unterschieden.

Historisch wurde die UKP erstmals 1940 beschrieben (CAMPELL, 1940). Damals wurde ein Vitalliumplättchen auf dem Femurcondylus implantiert. Weitere Entwicklungen von Smith und Petersen 1942 und McKeever 1952 ersetzten ebenfalls einen isolierten tibialen oder femoralen Gelenkanteil und konnten sich aufgrund hoher Lockerungsraten bei fehlender Gelenkkongruenz

nicht durchsetzen.

Die erste Hemiarthroplastik wurde 1958 von MacIntosh beschrieben um schmerzhafte Varus- und Valgusdeformitäten des Knies zu korrigieren, um die Bänder zu straffen und die Gleiteigenschaft des betroffenen Gelenkkompartiments zu verbessern. 1971 wurde von Guston eine Schlittenprothese mit Metallkufe und Kunststoffplateau konstruiert, bei der beide Teile mit Knochenzement fixiert wurden. Kreuz- und Seitenbänder blieben dabei erhalten, was das natürliche Bewegungsverhalten aufrechterhielt. Durch relativ sparsame Knochenresektion, die den prothetischen Ersatz eines Gelenkkompartiments zuließ, konnte sich die UKP Anfang der 70er Jahre gegenüber den damals verfügbaren Scharnierprothesen behaupten (MARMOR, 1973; ENGELBRECHT et al., 1973). Mit der Einführung von „modernen bi- und trikompartimentellen Knieprothesen“ Anfang der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde der Indikationsbereich für die UKP eingeeengt. Insbesondere bei jüngeren Patienten bietet sich als Alternative zur UKP die kniegelenknahe Tibiakopfumstellungsosteotomie an, für die ein hoher körperlichen Anspruch und höheres Körpergewicht keine Kontraindikationen darstellen. 1994 betrug der Anteil der UKP an der Knieendoprothetik ein Fünftel (JEROSCH et al., 1997).

2.2 Indikationsstellung zur unikompartimentellen Prothese

Neben einer sorgfältigen klinischen Untersuchung sind für die Indikationsstellung zur operativen Versorgung Standardaufnahmen des Kniegelenkes in zwei Ebenen, eine Patellatangentialaufnahme sowie eine Ganzbeinaufnahme erforderlich.

Die Indikation für eine UKP besteht vornehmlich bei mittelgradiger Arthrose, die auf ein femorotibiales Kompartiment beschränkt ist. Das andere Kompartiment sowie das femoropatellare Gleitlager sollten sich klinisch und röntgenologisch weitgehend arthrosefrei darstellen. Die mittelgradige Arthrose ist klinisch definiert durch die hälftige Verschmälerung des Gelenksspaltes, einer deutlichen Entrundung der Femurkondylen und erkennbaren osteophytären Randwülsten (WIRTH, 1992).

Weitere notwendige Voraussetzungen für die Implantation einer UKP sind eine korrekte Beinachse mit weniger als 10 Grad Varus- oder Valgusfehlstellung und eine maximale Beugekontraktur von 10 Grad (BRUMBY et al., 2001; SCOTT et al., 1991). Ein stabiler Kapsel-Band-Apparat sollte ebenso vorhanden sein (REICHEL, 2000).

Die endgültige Entscheidung – ob ein uni- oder bikompartimenteller Ersatz vorgenommen wird – kann jedoch erst intraoperativ gefällt werden, da zwischen dem makroskopischen Befund und der präoperativen Diagnostik eine erhebliche Diskrepanz bestehen kann

(REICHEL et al., 1997). Relative Kontraindikationen für eine UKP stellen ein starkes Übergewicht, ligamentäre Insuffizienzen, Osteoporose und rheumatoide Arthritis dar (LASKIN, 2001; BRUMBY et al., 2001).

Grundsätzlich sollte jedes operative Verfahren, das die Wiederherstellung einer Struktur anstrebt unter dem Aspekt der Rekonstruktion der funktionellen Einheit gesehen werden.

Bei der UKP sind hierbei im Wesentlichen die dreidimensionale Form der Femurkondylengeometrie, der Tibiaplateaugeometrie, die Länge und Insertionsorte von Kreuz- und Kollateralbändern sowie die Geometrie des femoropatellaren Gleitlagers und die Länge und Insertion der Patellarsehne zu berücksichtigen. Im Folgenden soll auf die beiden zuletzt genannten Aspekte etwas näher eingegangen werden.

2.3 Anatomie und funktionelle Bedeutung der Patella

Die Patella ist das größte Sesambein des menschlichen Körpers. Sie verlängert – eingebettet in die Quadricepssehne - den virtuellen Hebelarm des M. quadriceps (Hypomochlion). Die tiefen Sehnenanteile setzen an der Basis patellae an, während die oberflächlichen zum Apex patellae ziehen und von dort als Ligamentum patellae zur Tuberositas tibiae ziehen.

Die Blutversorgung der Patella erfolgt durch das so genannte parapatellare Ringanastomosensystem, welches durch Äste aus der A. descendens genu, der Aa. superior lateralis und medialis genu gebildet wird.

Die Rückfläche der Patella artikuliert mit der Facies patellaris des Femurs und weist mitunter eine hyaline Knorpelschicht von bis zu 6mm Stärke auf, wodurch ein erheblicher Unterschied zwischen knöcherner und knorpeliger Form der patellaren Gelenkfläche entstehen kann. Ein vertikaler First, der meistens etwas medial der Mitte liegt, unterteilt die Gelenkfläche in eine kleinere, flache bis konvexe mediale und eine größere, leicht konkave laterale Facette. Mediale und laterale Facette bilden in der Horizontalebene den Patellaöffnungswinkel, der normalerweise zwischen 120 und 140° liegt (FICAT et al., 1977). Hierbei existieren zahlreiche Varianten mit fließenden Übergängen zu pathologischen Formen.

Je nach Ausprägung der medialen Facette unterscheidet man verschiedene Formen und Dysplasien (WIBERG, 1941, HEPP, 1982). Die äußerst seltene Form, bei der mediale und laterale Facette gleich groß sind bezeichnet man als Euplasie (Typ I nach Wiberg). Am häufigsten ist die mediale Facette etwas kleiner als die laterale (Typ II nach Wiberg). Die Hypoplasie der medialen Facette (Typ III nach Wiberg) kann bis hin zur Aplasie reichen, wo keine Kontaktfläche zur ebenfalls dyplastischen medialen Femurkondyle besteht (sogenannte Jägerhutform der Patella).

In den einzelnen Stellungen artikulieren zwischen 10 und 20% der Gelenkfläche (HEHNE et al., 1981). Die kraftaufnehmenden Anteile verlagern sich bei zunehmender Beugung von proximal nach distal und gehen bei Beugung über 90° auf die seitlichen Anteile über (GOODFELLOW et al., 1976). Diese Tatsache bedeutet funktionell einen Entlastungsmechanismus, da durch das Eintauchen der Patella in die Fossa intercondylaris ihre Wirkung als Hypomochlion reduziert wird und somit der Knorpel weniger Druck aufnehmen muss.

Daher können schon minimale Beeinträchtigungen der Patellahöhe biomechanisch große Veränderungen des Lastverlaufs nach sich ziehen (PLITZ et al., 1987; REITHMEIER et al., 1990). SINGERMANN et al. (1994) konnten nachweisen, dass die Druckkraft der femoropatellaren Gelenkfläche um 3% für jeden Millimeter Längenunterschied der Patellarsehne variiert. Geometrisch gesehen bedeutet eine Verkürzung der Patellarsehne eine Reduktion des Beugewinkels zwischen femoraler und patellarer Kontaktfläche (VAN EIJDEN et al., 1987).

Ein Patellatiefstand nach UKP und Totalendoprothese (TEP) konnte mit einem eingeschränkten Bewegungsspielraum in Zusammenhang gebracht werden. Berechnungen zufolge zeigte sich, dass die Verkürzung der Patellarsehne um 1 mm zu einem Flexionsdefizit von einem Grad führen würde (WEALE et al., 1999).

2.4 Methodik zur Bestimmung der Patellahöhe

Von entscheidender Bedeutung für die Bestimmung der Patellahöhe ist die laterale Projektion, in der die Patella in ihrer Lagebeziehung zu Femur und Tibia zu analysieren ist.

Zur Höhenbestimmung existieren zahlreiche Methoden, die sich an unterschiedlichen Punkten und somit verschiedenen Längenverhältnissen orientieren. Die häufigste Anwendung finden die Methoden nach Caton-Deschamps, Blackburne-Peel, Insall-Salvati, dem modifizierten Insall-Salvati sowie Labelle-Laurin.

Je nach ermitteltem Wert kann die Patellahöhe als norma (normale Höhe), baja (tiefstehend) oder alta (hochstehend) klassifiziert werden.

Bei der Methode nach Caton-Deschamps (CATON et al., 1984) wird das Längenverhältnis zwischen der Länge der patellaren Gelenkfläche zum kürzesten Abstand von unterem Patellapol und Tibiavorderkante bestimmt. Bei Werten von 0,5 handelt es sich dann um einen Normalwert, während Werte größer als 1 einer Patella alta und Werte kleiner als 0,4 einer Patella baja entsprechen (DEBRUNNER et al., 1994).

Die Methode von Insall – Salvati (IS) (INSALL et al., 1971) bedient sich des größten kraniokaudalen Patelladurchmessers und dem Abstand des kaudalen Patellapols zur Tuberositas tibiae. Bei gespannter Patellarsehne (gebeugtem Knie) beträgt dieses Verhältnis ungefähr 1,0.

Das Verhältnis der Länge zwischen unterem Pol der patellaren Gelenkfläche und der Tuberositas tibiae zur Länge der patellaren Gelenkfläche (GRELSAMER et al., 1992) wird als modifizierter Insall-Salvati (MSI) bezeichnet. Normwerte für die Patellahöhe liegen bei 1,5 [1,2-2,0]. Ein Wert $>2,0$ spricht für eine Patella alta.

Die Methode nach Blackburne-Peel ist unabhängig von der distalen Insertionsstelle der Patellarsehne und der Form der Patella und misst das Verhältnis zwischen der Länge der patellaren Gelenkfläche und der Höhe zwischen distalem Pol der patellaren Gelenkfläche und dem Tibiaplateau (BLACKBURNE et al., 1977). Normwerte dieses Verhältnisses liegen bei 0,80.

Die Methode von Labelle – Laurin definiert eine hochstehende Patella, wenn der proximale Pol der Patella beim 90 Grad gebeugten Knie die Tangente der ventralen Femurcorticalis um mehr als 5 mm überragt (LAURIN et al., 1977). Eine tiefstehende Patella ist anhand dieser Methode nicht definiert.

2.6 Hintergrund und Fragestellung der Arbeit

Während allgemeine Komplikationen häufig kurz- oder mittelfristig einer chirurgischen Revision bedürfen, konnte in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass ein schlechtes Langzeitergebnis nach unikompartimentellem Kniegelenksersatz mit fortschreitender Arthrose in den anderen Kompartimenten, dem Prothesendesign und der chirurgischen Technik in Verbindung gebracht werden kann (AGLIETTI et al., 1988; KOSKINEN et al., 2007).

Veränderungen der Biomechanik der Patella könnten ebenso das funktionelle Ergebnis und damit die tägliche Aktivität des Patienten maßgeblich beeinflussen, auch wenn sie nicht unmittelbar Grund für eine chirurgische Revision sind.

Das Ergebnis nach UKP könnte somit - zumindest teilweise - von der postoperativen Konfiguration des femoropatellaren Gelenkes abhängen. Ob solche funktionellen Veränderungen durch eine Lateralisierung der Patella oder Verkürzung der Patellarsehne nach UKP bedingt sind, ist noch nicht gänzlich geklärt.

Der Einfluss der Patellahöhe nach Knie-TEP wurde in verschiedenen Studien belegt (FERN et al., 1992, AGLIETTI et al., 1988, FIGGIE et al., 1986, KOSHINO et al., 1990). Eine postoperativ aufgetretene Verkürzung der Patellarsehne führte neben einer Reduktion des Bewegungsumfanges häufig zu einer Impingementsymptomatik (HERNIGOU et al, 2002).

Die bisher publizierten Ergebnisse nach UKP beziehen sich vor allem auf Langzeitergebnisse und Implantatversagen ohne Berücksichtigung von patello-femorale Konfigurationsänderungen.

Daher war das Ziel der vorliegenden Arbeit die Bestimmung der Patellahöhe nach UKP in einer prospektiven Kohortenstudie und die Evaluation möglicher Einflussfaktoren.

3. Material und Methoden

3.1 Patienten

Zwischen Januar 2002 und Dezember 2005 wurden alle Patienten, die in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie der Universitätsklinik des Saarlandes eine unikompartimentelle Kniegelenksprothese erhielten, in einer prospektiven Studie zur Bestimmung der Patellahöhe erfasst.

Die Indikation zur Implantation einer unikompartimentellen Knieendoprothese war in allen Fällen die mediale oder laterale Gonarthrose mit intaktem contralateralen Kompartiment sowie intaktem patellofemoralem Gleitlager.

Als Ausschlusskriterien wurden zuvor festgelegt:

- verheilte Patellafrakturen,
- Verletzungen oder Insuffizienz der Patellar- und/oder der Quadricepssehne,
- Patienten mit stattgehabten Kniegelenkseingriffen, z.B. ein früheres laterales Release oder eine **hohe Tibiaosteotomie (HTO)** im Rahmen einer Umstellungsoperation,
- Patienten, die **i**ntraoperativ ein **l**aterales **R**elease (ILR) erhielten oder bei denen intraoperativ eine ausgeprägte Laxizität des vorderen oder hinteren Kreuzbandes festgestellt wurde,
- Patienten, bei denen intraoperativ die **A**btragung größerer **p**atellarer **O**steophyten (APO) erfolgte.

Alle Patienten wurden nach demographischen und klinischen Daten in vier Gruppen eingeteilt:

- Gruppe I: Geschlecht (männlich – weiblich)
- Gruppe II: Alter (\geq 65 Jahre - < 65 Jahre)
- Gruppe III: operierte Seite (links – rechts)
- Gruppe IV: Nachbehandlung
(stationäre Anschlussheilbehandlung (AHB) –
ambulante Krankengymnastik (KG))

Diese Gruppen wurden untereinander anhand der radiologischen Messwerte verglichen, wobei die präoperativ bestimmte Beinachse (Ganzbeinaufnahme) und die Implantatgröße bei der Bestimmung der Patellahöhe als mögliche Einflußfaktoren nicht berücksichtigt wurden.

3.2 Methoden

3.2.1 Operative Behandlung

Die Implantation erfolgte stets über einen medialen parapatellaren Zugang mit Patellaeversion. Minimal invasive Zugänge wurden nicht verwendet. Verwendet wurden ausschließlich Prothesen vom Typ Miller-Galante (Fa. Zimmer, Warsaw, Indiana, USA) (Abb. 1). Mit Ausnahme von 3 Patienten wurden alle Eingriffe durch den gleichen Operateur durchgeführt.

3.2.2 Operationstechnik

Die Eröffnung des Kniegelenkes erfolgt über einen medianen Hautschnitt und einer medialen parapatellaren Kapselinzision. Nach lateraler Eversion der Patella werden osteophytäre Anbauten des entsprechenden Kompartimentes sowie verbliebene Meniskusanteile entfernt. Die Gelenkkapsel sollte möglichst sparsam subperiostal bis nach dorsal abgelöst werden. In Streckung wird der vordere Teil der Kontaktfläche am Femurcondylus für die Positionierung der femoralen Komponente markiert. Die transversale und sagittale Resektion der Tibia mithilfe einer Sägelehre sollten in der Transversalebene 90 Grad zur Tibialängsachse und in der Sagittalebene mit einem nach dorsal abfallenden „Slope“ von 7 Grad durchgeführt werden. Die Osteotomiehöhe wird mit einem speziellen Taster gemessen, wobei einerseits knochensparend reseziert werden sollte, andererseits die Mindesthöhe des Polyethylens berücksichtigt werden muss. Die sagittale Resektion der Tibia verläuft schräg zur a.p. Ebene, um zu verhindern das die Femurkomponente in Beugung, Streckung und Rotation an die Eminentia intercondylaris stößt. Die Präparation des Femurcondylus erfolgt mit Fräs- und Sägelehren, wobei die exakte Anpassung an die Gelenkoberflächen notwendig ist. Die Funktionsprüfung muss stabile Bandverhältnisse gewährleisten. Die Prothesenkomponenten müssen senkrecht zueinander stehen und dürfen in keiner Stellung die Patella und Eminentia berühren.



Abb. 1: UKP (Typ Miller Galante[®], Fa. Zimmer, Warsaw, Ind., USA) bei isolierter medialer Gonarthrose.

3.2.3 Nachbehandlung

Eine funktionelle Nachbehandlung mit schmerzadaptierter Belastung (bei erlaubter Vollbelastung) des operierten Beines war bei allen Patienten identisch. Voraussetzung für die Entlassung war eine Beugefähigkeit von 90° bei freier Streckung. Allen Patienten wurde nach Wundkonsolidierung eine weiterführende Anschlussheilbehandlung für weitere 3-4 Wochen empfohlen. Bei Ablehnung wurden 2-3 ambulante krankengymnastische Übungsbehandlungen wöchentlich für den gleichen Zeitraum empfohlen.

Klinisch-radiologische Verlaufskontrollen erfolgten nach 1 Woche, 6 und 12 Wochen und nach 12, 24 und 36 Monaten.

3.2.4 Radiologische Bewertung

Die Röntgenbilder wurden zusammen mit einem orthopädisch-radiologisch erfahrenen Arzt (KA) befundet. Die Grundlage hierzu war die Messmethode nach Insall-Salvati (IS) sowie des modifizierten Insall-Salvati (MIS) anhand der seitlichen Röntgenaufnahme des Knies in 20° Beugung. Der Grund, weswegen lediglich diese Methoden verwendet wurden, wird in der Diskussion erläutert. Die Röntgenbilder wurden unmittelbar präoperativ sowie an den oben genannten Nachuntersuchungsterminen veranlasst.

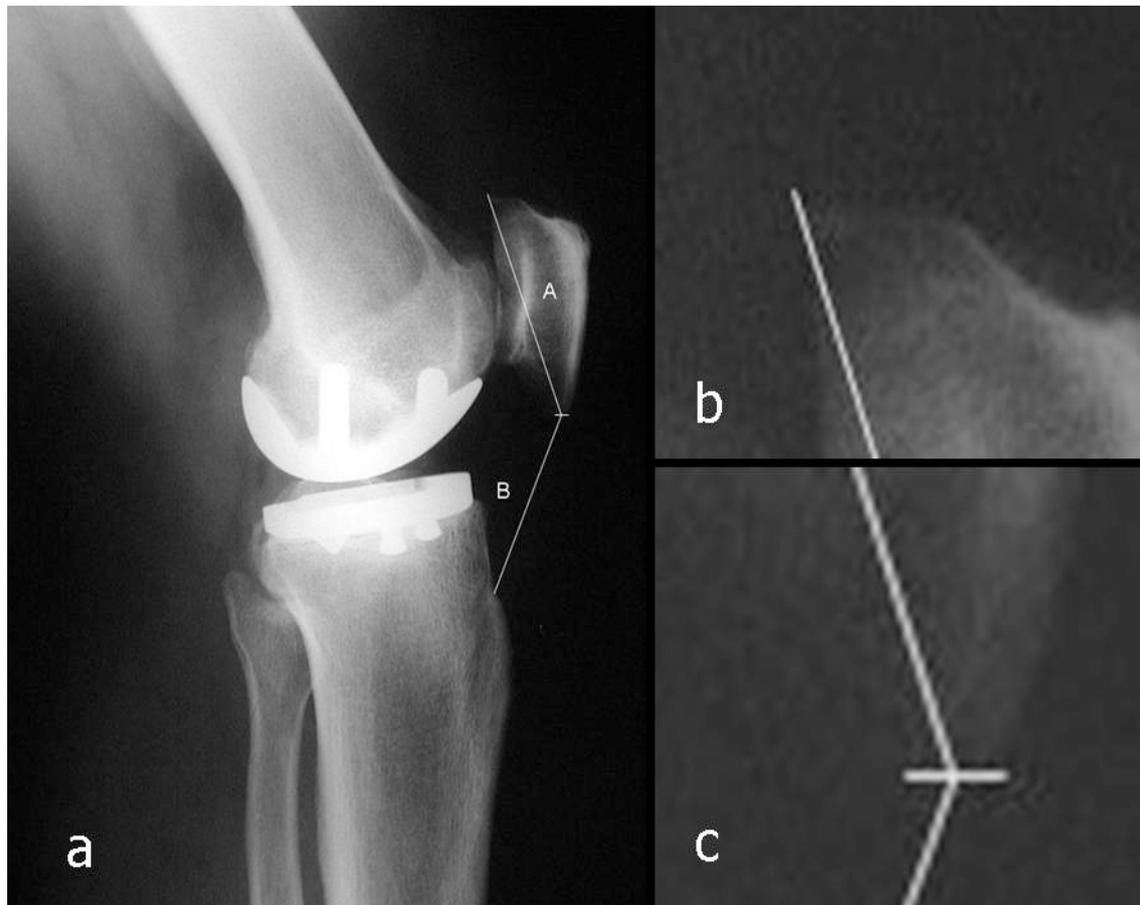


Abb. 2: a) Methode nach Insall-Salvati; b, c) zur genauen Bestimmung der anatomischen Landmarken erfolgte die Auswertung stets unter einer Lupe.

Die Methode nach Insall-Salvati (INSALL et al., 1971) bedient sich des Verhältnisses aus Länge der Patellarsehne und der diagonalen Länge der Patella. Das normale Verhältnis ist ungefähr 1.

Das modifizierte Verhältnis (MIS) berechnet sich aus dem Abstand zwischen dem unteren Pol der patellaren Gelenkfläche und des Sehnenansatzes des Ligamentum patellae und der Länge der patellaren Gelenkfläche (GRELSAMER RP et al., 1992). Normwerte liegen zwischen 1,2 und 2,1.

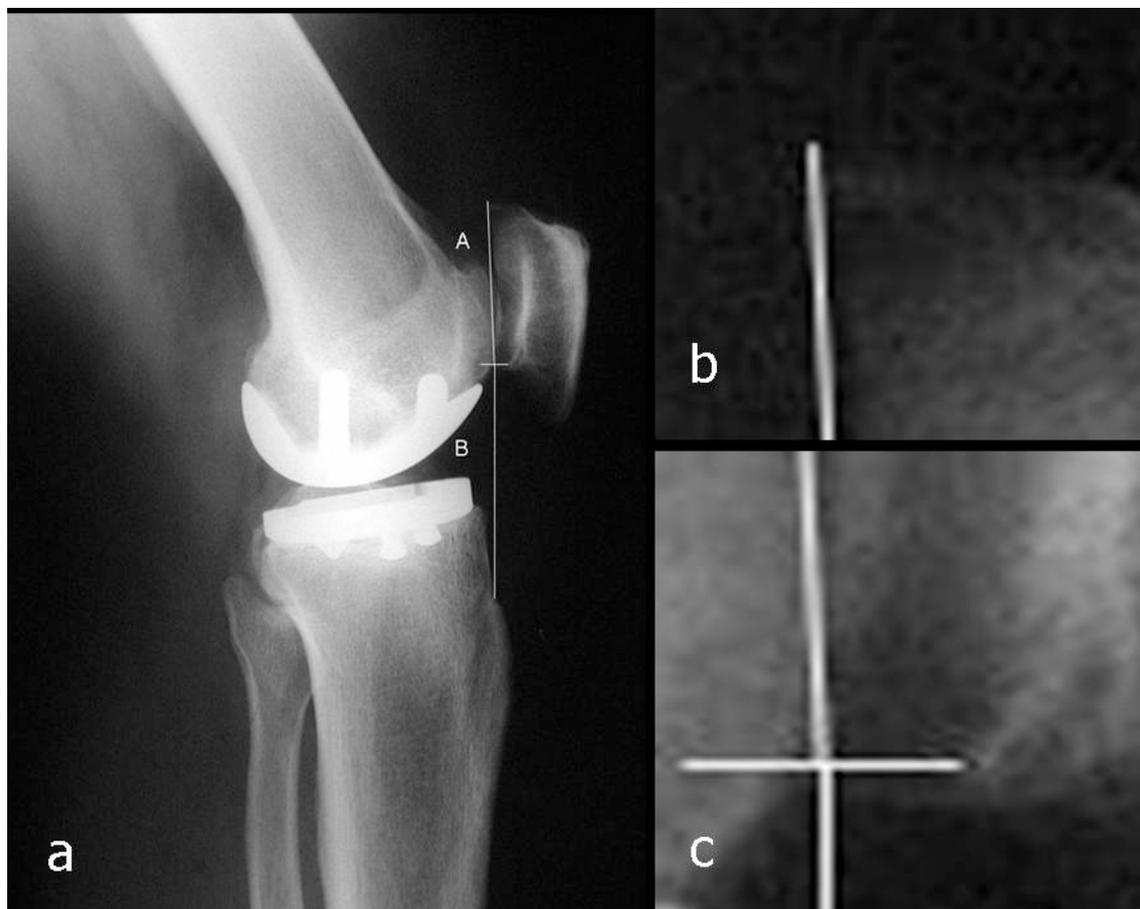


Abb. 3: a) Methode nach Grelsamer et al. (modifizierter Insall-Salvati); b, c) zur genauen Bestimmung der anatomischen Landmarken erfolgte die Auswertung stets unter einer Lupe.

3.3 Statistik

In der ersten statistischen Analyse wurden die vier Zeitpunkte (präop, postop, 6 Wochen, 1 Jahr) bezüglich der Scores (Rohwerte) miteinander verglichen. Insgesamt waren es 5 Auswertungen, zunächst nicht unterteilt und anschließend unterteilt nach Alter, Geschlecht, Seite und AHB. Die Auswertung erfolgt mit der Varianzanalyse (ANOVA) und anschließendem Post-hoc-Test nach Bonferroni, da vier Zeitpunkte zugleich verglichen werden. Dafür ist zunächst entscheidend, ob es zwischen den Zeitpunkten Unterschiede gibt (univariante Varianzanalyse) und anschließend zwischen welchen Zeitpunkten diese Unterschiede auftreten (Post-hoc-Test). In einer zweiten Auswertung wurden die Differenzen zwischen 2 Zeitpunkten (späterer Zeitpunkt minus früherer Zeitpunkt) innerhalb eines Rohwertes (Score) berechnet (6 Differenzen). Mit diesen Differenzen wurden die jeweils 2 Gruppen (unterteilt nach Alter, Geschlecht, Seite und AHB) über einen t-Test für unverbundene Stichproben verglichen. Zur Überprüfung gleicher Varianzen, als Voraussetzung für den t-Test, wurde der Levene-Test verwendet.

4. Ergebnisse

4.1 Demographische Daten

67 Patienten wurden primär zwischen 2002 und 2005 mit einer UKP versorgt.

26 Patienten wurden sekundär von der Studie ausgeschlossen. Bei 5 Patienten wurde intraoperativ entschieden eine Knie-TEP zu implantieren, bei 12 Patienten erfolgte eine ausgedehnte APO und bei 4 Patienten ein ILR. Ein Patient wurde ausgeschlossen, da das vordere Kreuzband zuvor ersetzt wurde, ein Patient hatte zuvor eine HTO erhalten. Bei 3 Patienten wurde kein OP-Bericht angelegt, so dass diese ebenfalls ausgeschlossen werden mussten.

41 Knie von 37 operierten Patienten konnten in die Studie eingeschlossen und ausgewertet werden.

Dabei handelte es sich um 18 Männer und 19 Frauen (jeweils 2 Männer und 2 Frauen erhielten beidseitig eine UKP). Das Durchschnittsalter betrug 65,4 Jahre [55 – 79]. Zum Zeitpunkt der Operation betrug das Alter der Männer 67 Jahre [61 – 76], das der Frauen 64 Jahre [55 – 79]. 21 Patienten waren jünger als 65 Jahre, 20 waren älter.

Das mediale Kompartiment wurde in 39 von 41 Fällen ersetzt, das laterale Kompartiment in 2 Fällen.

21-mal wurde das linke Knie und 20-mal das rechte Knie operiert.

24 Patienten nahmen an einer AHB-Maßnahme teil, 17 Patienten machten ambulante krankengymnastische Übungsbehandlungen.

Da lediglich 8 Patienten mit UKP nach 2 Jahren und 6 Patienten nach 3 Jahren nachuntersucht werden konnten, wurden diese Ergebnisse nicht in die Auswertung einbezogen.

Eine Übersicht über das eingeschlossene Kollektiv zeigt Tabelle 1 im Anhang.

4.2 Präoperative Patellahöhe

4.2.1 Insall-Salvati

Nach dem IS wurden präoperativ 38 Patellapositionierungen als norma gewertet, 2 Stellungen als baja und 1 alta.

4.2.2 modifizierter Insall-Salvati

Nach dem MIS wurden 37 Patellapositionierungen als norma gewertet und 4 als alta.

4.3 Analyse des Gesamtkollektivs

Die Analyse des Gesamtkollektivs ergab bei der Verwendung der IS-Methode eine signifikante Verminderung der Patellahöhe zwischen

postoperativer Röntgenkontrolle und der nach einem 1 Jahr ($p = 0,042$) (Tabelle 7 im Anhang).

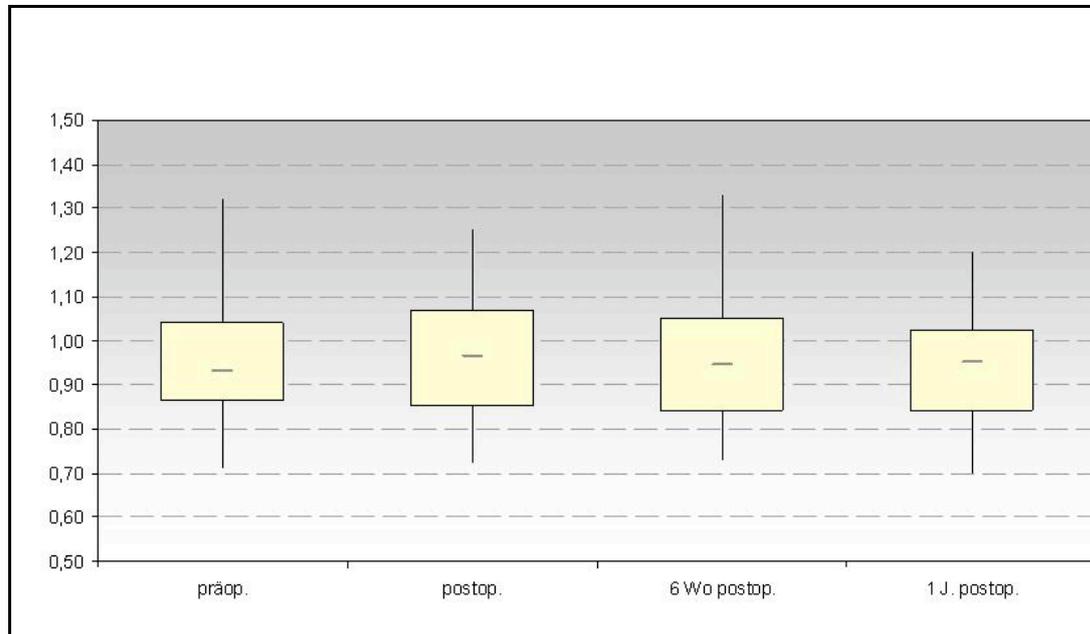


Abb. 4: Analyse des Gesamtkollektivs nach der Insall-Salvati-Methode.

Beim MIS zeigte sich eine signifikante Verminderung der Patellahöhe im Zeitintervall präoperativ – postoperativ ($p = 0,019$) (Tabelle 8 im Anhang).

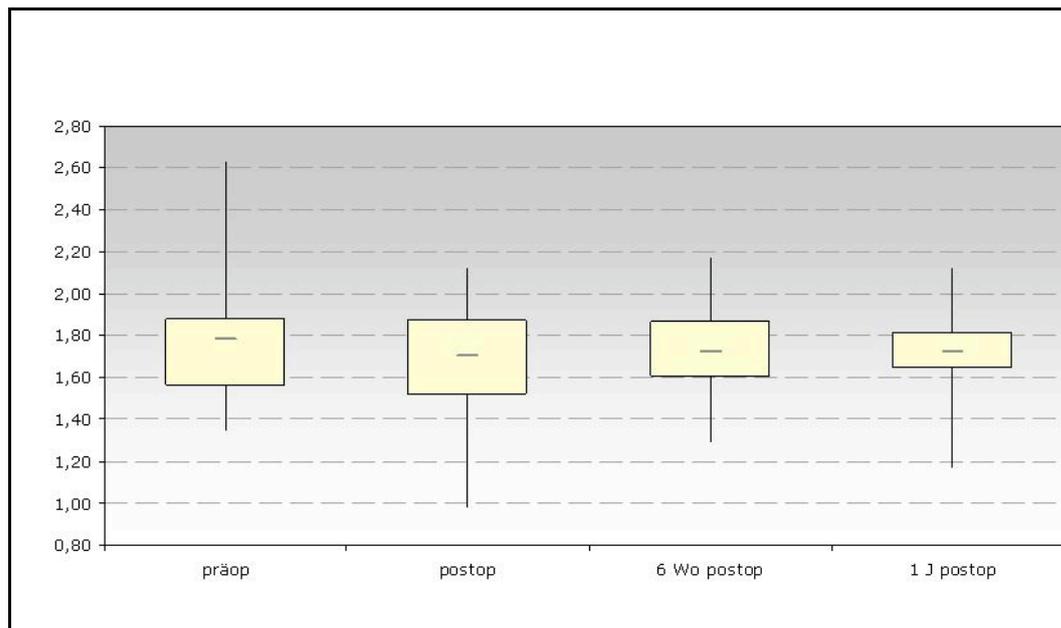


Abb. 5: Analyse des Gesamtkollektivs nach der modifizierten Insall-Salvati-Methode.

4.4 Insall-Salvati

4.4.1 Geschlecht

Bei der Analyse der Patellahöhe beider Geschlechter zeigte sich in keinem Zeitintervall eine signifikante Verminderung der Patellahöhe beim Vergleich der Geschlechter (Tabelle 18 im Anhang). Beim männlichen Geschlecht zeigte sich für die Zeitintervalle „postoperativ - 1 Jahr postoperativ“ ($p = 0,004$) und „6 Wochen postoperativ - 1 Jahr postoperativ“ ($p = 0,008$) eine signifikante Verminderung der Patellahöhe (Tabelle 11 im Anhang). Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich beim weiblichen Geschlecht.

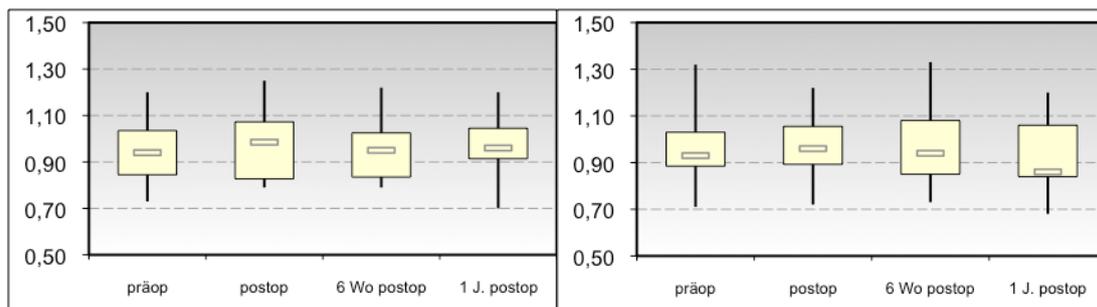
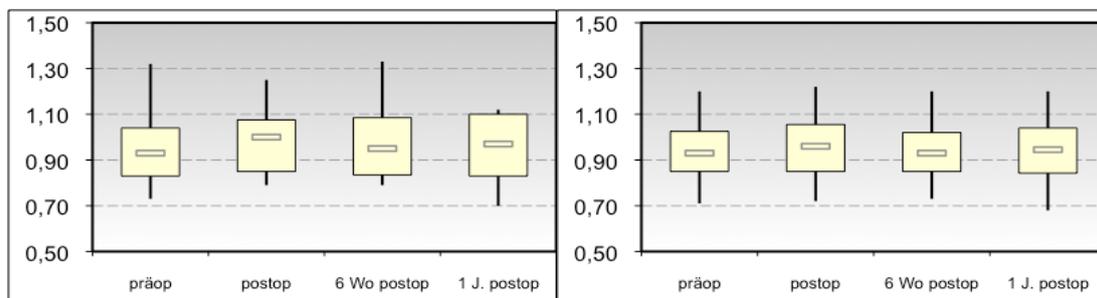


Abb. 6: Insall-Salvati weiblich - männlich

4.4.2 Alter

Bei Patienten beider Untergruppen (<65 Jahre und ≥ 65 Jahre) konnte für keines der Zeitintervalle eine signifikante Minderung der Patellahöhe beobachtet werden (Tabelle 17 im Anhang). Auch innerhalb der Gruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 9 im Anhang).

Abb. 7: Insall-Salvati <65Jahre - ≥ 65 Jahre

4.4.3 Seite

Zwischen den beiden Untergruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (Tab. 19 im Anhang). Wenn das rechte Knie operiert wurde, zeigten sich keine signifikanten Veränderungen. Am linken Knie ergaben sich Höhenminderungen

für die Zeitintervalle „postoperativ – 1 Jahr postoperativ“ ($p = 0.007$) (Tabelle 13 im Anhang).

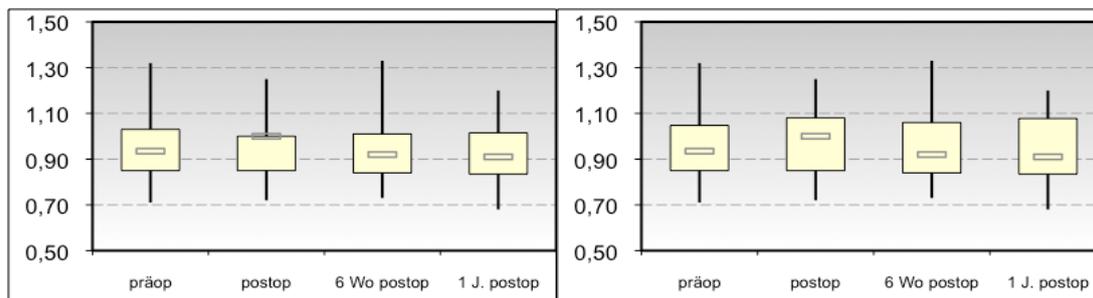


Abb. 8: Insall-Salvati rechtes Knie - linkes Knie

4.4.4 Anschlussheilbehandlung

Es zeigten sich keine signifikanten Differenzen in allen Zeitintervallen in beiden Gruppen (Tabellen 15 und 20 im Anhang).

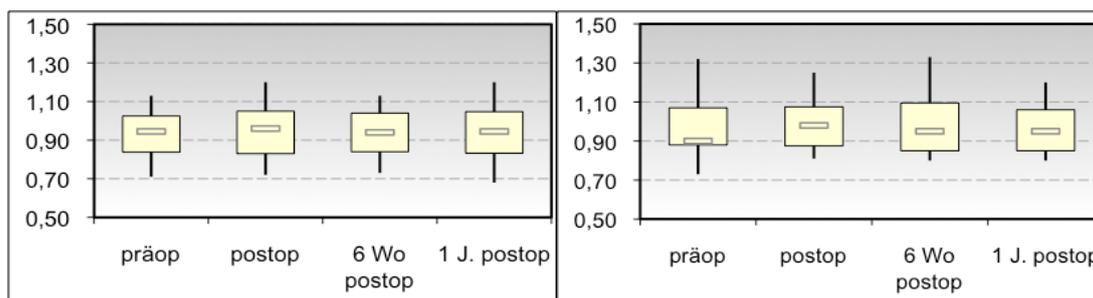


Abb. 9: Insall-Salvati AHB - ambulante KG

4.5 Modifizierter Insall-Salvati

4.5.1 Geschlecht

Bei der Analyse der Patellahöhe beider Geschlechter zeigte sich keine signifikante Verminderung der Patellahöhe weder innerhalb der Gruppen noch für keines der Zeitintervalle (Tabelle 12 und 18 im Anhang).

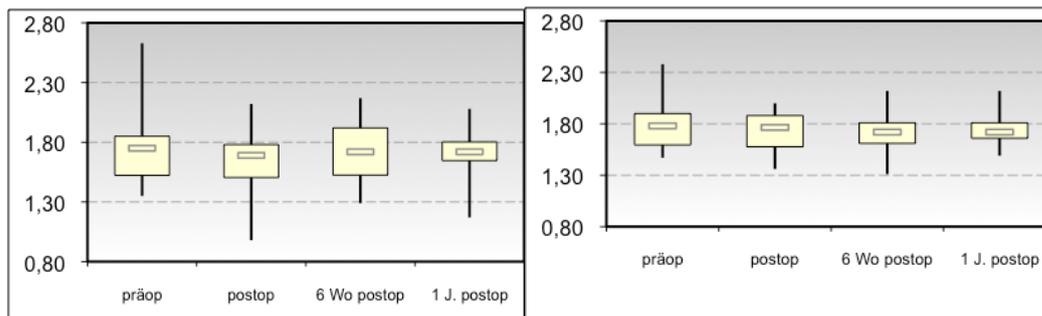


Abb. 10: modifizierter Insall-Salvati weiblich - männlich

4.5.2 Alter

Beim Vergleich beider Gruppen zeigte sich eine signifikante Verminderung der Patellahöhe im Zeitintervall „postoperativ – 6 Wochen postoperativ“ ($p = 0.042$). Innerhalb der Gruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 10 und 17 im Anhang).

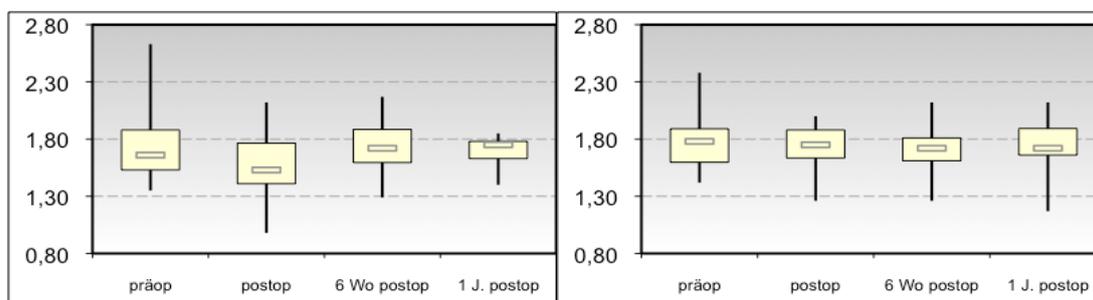


Abb. 11: modifizierter Insall-Salvati <65Jahre - ≥65Jahre

4.5.3 Seite

Es konnten keine signifikanten Unterschiede in allen Zeitintervallen und innerhalb der Gruppen (Tabelle 14 und 19 im Anhang) festgestellt werden.

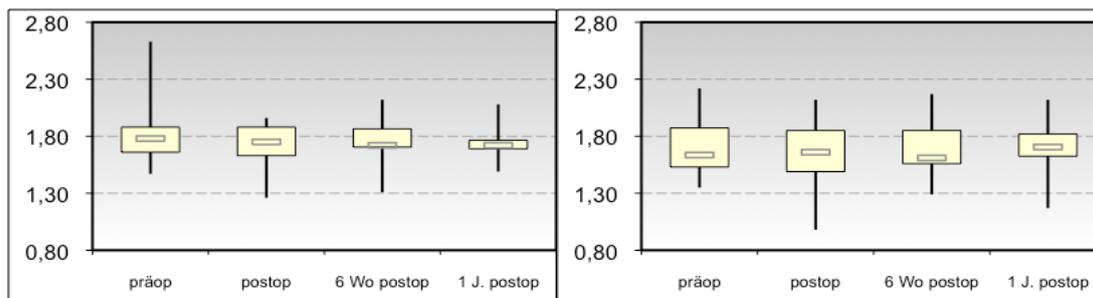


Abb. 12: modifizierter Insall-Salvati rechtes Knie - linkes Knie

4.5.4 Anschlussheilbehandlung

Hier ergaben sich beim Vergleich beider Gruppen eine Verminderung der Patellahöhe für das Zeitintervall „postoperativ – 1 Jahr postoperativ“. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der beiden Gruppen (Tabelle 16 und 20 im Anhang).

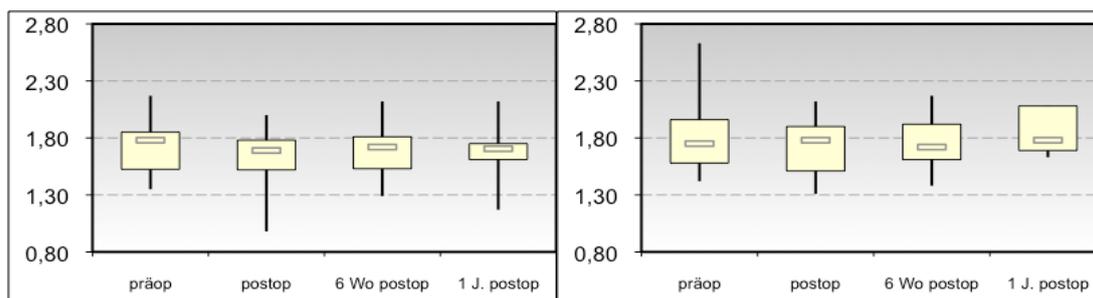


Abb. 13: modifizierter Insall-Salvati AHB – ambulante KG

5. Diskussion

In der aktuellen Literatur werden exzellente Langzeitergebnisse nach UKP mit verschiedenen Modellen beschrieben. BERGER et al. (2005) beobachteten in einer prospektiven Studie mit 62 UKP (Miller-Galante, Zimmer, Warsaw, Ind, USA) an 51 Patienten in einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 12 Jahren keine Lockerungen oder periprothetische Osteolysen. Die Überlebensdauer der Prothesen wurde nach 10 Jahren mit 98 % bewertet. Ähnlich gute Ergebnisse verzeichneten ARGENSEN et al. (2002) mit der gleichen Prothese und 94 % Überlebensdauer nach 10 Jahren. SVARD et al. (2001) und LEWOLD et al. (1995) berichteten von 95 % Überlebensraten der Prothesen nach 10 Jahren bzw. 87 % nach 8 Jahren (Oxford, Biomet, Bridgend, UK).

Implantatversagen wurden in wenigen Studien beschrieben und waren meistens bedingt durch die Lockerung der femoralen Komponente. SKYRME et al. (2002) mussten 42 % aller UKP nach durchschnittlich 38,8 Monaten revidieren. 55 % waren bedingt durch Lockerung der femoralen Komponente. Bei Bartley et al. (1994) waren es 37 % und bei HODGE et al. (1992) wurden 27 % der UKP aufgrund dieser Problematik revidiert. HAMILTON et al. (2006) hatten bei 221 UKP eine Versagerrate von 4.1 % nach durchschnittlich 13,3 Monaten, von denen 6 von 8 durch eine Lockerung der femoralen Komponente bedingt waren. In der

jüngsten Veröffentlichung berichteten MARIANI et al. (2007) von Lockerungen der femoralen Komponente in 38 % der Fälle nach 9-12 Monaten.

Über biomechanisch bedingte Komplikationen nach UKP wurde in neueren Studien berichtet. Diese bewirken eine fortschreitende Arthrose im kontralateralen Kompartiment und im femoropatellaren Gelenk. Nach 10 Jahren zeigte sich in 33 % der Fälle eine fortschreitende Gonarthrose (KOSKINEN et al., 2007; WEALE et al., 2000), wobei die Beteiligung des femoropatellaren Gelenkes zwischen 10 % nach 10 Jahren (BERGER et al., 2004) und 67 % nach 11 Jahren (SQUIRE et al., 1999) schwanken.

Eine weitere klinische Komplikation stellt das femoropatellare Impingement dar, welches von HERNIGOU et al. (2002) in bis zu 29% der Fälle nach UKP nach 10 Jahren beschrieben wurde. Es geht mit einer signifikant schlechteren Funktion und häufigeren Schmerzsymptomatik einher. Das femoropatellare Impingement ist vermutlich bedingt durch eine Verkürzung der Patellarsehne.

Eine tiefstehende Patella wurde bereits nach Knie-TEP (FERN et al., 1992, AGLIETTI et al., 1988, FIGGIE et al., 1986, KOSHINO et al., 1990), nach hoher Tibia-Umstellungsosteotomie (SCUDERI et al., 1989) sowie nach vorderer Kreuzbandplastik beschrieben (TRIA et al., 1994).

FERN et al. (1992) und AGLIETTI et al. (1988) konnten zeigen, dass Patienten nach Knie-TEP mit einer tiefstehenden Patella eine

Impingementsymptomatik aufwiesen. In einer ähnlichen Studie konnte nachgewiesen werden, dass diese Impingementproblematik mit einer Reduktion des Bewegungsumfanges einhergeht (FIGGIE et al., 1986). In einer weiteren Studie war hingegen kein Zusammenhang zwischen einer tiefstehenden Patella und verschlechterter Funktion oder Streckerschwäche des M. quadriceps (KOSHINO et al., 1990) ersichtlich.

Die exakte Ätiologie von Veränderungen der Patellahöhe nach operativen Eingriffen, die den Streckapparat nicht unmittelbar betreffen, ist trotz zahlreicher Literaturberichte bislang noch unzureichend geklärt. Als mögliche Ursachen werden pathophysiologische Komponenten diskutiert, die Auswirkungen auf den Streckapparat haben könnten. Hierzu gehören Vernarbungen und das Zusammenziehen von Narbengewebe, Knochenneubildung, Arthrofibrose des femoropatellaren Gleitlagers sowie des femorotibialen Gelenkes, Ischämie und andere traumatische Veränderungen an der Patellarsehne. Durchblutungsstörungen und andere traumatische Veränderungen der Patellarsehne und einer dadurch bedingten tiefstehenden Patella nach UKP und Knie-TEP könnten auf die Patellaeversion zurückgeführt werden (WEALE et al., 1999).

Die Kenntnis über die Kinematik und Biomechanik des femoropatellaren Gelenkes ist Voraussetzung um eine gute Funktionalität nicht nur bei Knie-TEP, sondern auch nach UKP zu

gewährleisten. Dazu gehört auch die möglichst präzise Bestimmung der Patellahöhe, wobei nicht jede Methode ist für deren Bestimmung geeignet ist.

Sowohl das Verhältnis von Blackburne-Peel als auch das von Caton-Deschamps werden durch die Lage der Gelenklinie beeinflusst und bedürfen daher einer präzisen Bestimmung der tibialen Gelenkflächen. Je nach Resektionsausmaß bei UKP lässt sich die ursprüngliche Linie nicht mehr exakt rekonstruieren. Gleiches gilt auch für die Identifikation von anatomischen Orientierungspunkten am Tibiaplateau. Daher erschienen uns diese Verhältnisse für die Patellahöhenbestimmung für unsere Studie nicht für geeignet.

Wir entschieden uns also nur die Methoden zur Bestimmung der Patellahöhe zu verwenden, die - unabhängig von der tibialen Gelenkfläche - mittels Verhältnis zwischen Patellalänge und Länge der Patellarsehne gemessen werden.

Die Insall-Salvati Methode kann durch Veränderungen der Patellamorphologie beeinflusst werden. Die Resektion von Osteophyten bei der Rekonturierung der patellaren Gelenkfläche kann die Form der Patella in der sagittalen Ebene so verändern, dass diese Messmethode nicht mehr verlässlich ist (INSALL et al., 1971). Aus diesem Grund wurden Patienten, bei denen intraoperativ Osteophyten an der Patella reseziert wurden, von der Studie ausgeschlossen.

Ein weiterer Aspekt ist die Schwierigkeit der Festlegung der distalen Insertionsstelle der Patellarsehne an der Tuberositas tibiae.

Um diesen Unsicherheitsfaktor zu minimieren, wurden in dieser Studie alle Röntgenbilder gleichzeitig von zwei erfahrenen Gutachtern analysiert, was zu einer erhöhten Reliabilität führt (ROGERS et al., 2006).

Bei der Analyse der Streuung zwischen verschiedenen Beobachtern („interobserver variability“) wurden verschiedene Erfahrungen gesammelt. BERG et al. (1996) zeigten, dass zwischen drei Beobachtern die Blackburne-Peel Methode die höchste Vergleichspräzision erzielte. SEIL et al. (2000) fanden bei symptomatischen Knien ähnliche Ergebnisse für alle Methoden. Die Streuung des Interobserver Fehlers war beim MIS etwas höher, jedoch nicht signifikant verschieden. Das Verhältnis nach Caton-Deschamps hingegen wies die höchste Vergleichspräzision bei Kindern auf (APARICIO et al., 1999).

Nach hoher Tibiaosteotomie zeigte sich eine Patella baja in 73% bzw. 89% der Fälle - je nachdem ob das Verhältnis nach BP oder IS angewendet wurde (SCUDERI et al., 1989).

Nach Knie-TEP konnten man nachweisen, dass sowohl CD als auch BP eine höhere Streuung zwischen Beobachtern hatten als IS- und MIS (ROGERS et al., 2006).

Bei unseren Analysen zeigte sich, dass sich sowohl nach Insall-Salvati als auch beim modifizierten Insall-Salvati signifikante Höhenminderungen ergaben. Im Gesamtkollektiv zeigte der IS eine Höhenminderung im ersten Jahr postoperativ während der MIS nur das unmittelbare perioperative Zeitintervall als signifikante Höhenminderung eruierte. Bemerkenswert war ebenso, dass weitere Signifikanzen der jeweiligen Messmethode mit dem durchgeführten Test korrelierten. Während innerhalb der einzelnen Gruppen (Post-hoc-Test nach Bonferroni) signifikante Unterschiede nur mit dem IS aufgezeigt werden konnten (Ausnahme: Gesamtkollektiv), zeigten sich beim Vergleich der Gruppen (t-Test für unverbundene Stichproben) nur signifikante Unterschiede mit Hilfe des MIS.

Es existiert nach unserem Wissen nur eine Studie, die die Patellahöhe nach UKP bestimmte (WEALE et al., 1999). Hier definierten die Autoren eine tiefstehende Patella, wenn eine Verkürzung der Patellarsehne nach UKP von mehr als 10 % im Vergleich zum präoperativen Befund vorlag. 5 Jahre postoperativ zeigten sich keine signifikanten Verkürzungen nach UKP. Interessanterweise wurde eine Verlängerung der Patellarsehne von mehr als 10 % bei fast 14 % aller Patienten gefunden, wobei die Autoren keine Erklärung zu dieser Beobachtung hatten. In unserer Studie wurde statt der St. Georg Sled Prothese in allen Fällen eine Prothese Typ Miller-Galante verwendet.

Ob Diskrepanzen bei der Analyse der Daten auf das unterschiedliche Prothesenmodell oder Unterschiede im Patientenkollektiv, OP-Technik oder Messmethodik zurückgeführt werden kann, ist anhand der Literaturlage nicht zu klären.

Durch den Aufbau und die Struktur unserer Studie glauben wir jedoch neue Daten zu diesem Thema beitragen zu können.

Innerhalb der Gruppen zeigten vor allem Männer eine signifikante Verminderung der Patellahöhe im ersten Jahr postoperativ. Ebenso zeigte sich für dieses Zeitintervall eine signifikante Minderung der Patellahöhe, wenn das linke Knie operiert wurde. Patienten, die statt einer Anschlussheilbehandlung ambulante Krankengymnastik durchführten, hatten nach einem Jahr keine signifikante Höhenminderung der Patella, ebenso wie jüngere Patienten im Vergleich zu älteren Patienten in der unmittelbaren postoperativen Phase keine signifikanten Höhenminderungen aufwiesen.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass Männer ein höheres Risiko einer postoperativen Patellarsehnenverkürzung haben als Frauen.

Neben diesen Beobachtungen spielen sowohl extrinsische als auch intrinsische Faktoren eine Rolle bei der Entwicklung einer Patella baja. Durch das operative Trauma auf die Patellarsehne und den M. quadriceps, der somit der Höhenminderung nicht entgegenwirken kann, und eine schmerzassoziierte Dysfunktion, die zu einer lokalen Ausschüttung von Kollagen und somit zur Vernarbung führen kann, wurden bereits diskutiert (WOJTYS et al., 1997). Daher sollte die

spezifische Beübung zur Kräftigung der Streckmuskulatur unter adäquater Schmerztherapie, ggf. unter Einbeziehung von Schmerzkathetern für Nervus femoralis und Nervus ischiadicus, im Vordergrund der postoperativen Physiotherapie stehen, um die Beschwerdesymptomatik im femoropatellaren Gelenk zu vermindern.

Schwierig ist eine Erklärung, warum Patienten, die eine stationäre Anschlussheilbehandlung durchführten signifikant häufiger eine Patella baja aufwiesen als diejenigen, die „nur“ ambulante krankengymnastische Beübungen absolvierten. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass bei der stationären Nachbehandlung mehr Wert auf die Beweglichkeit des Knies, nicht aber auf die Kräftigung des Streckapparates gelegt wird. Vielleicht würden Patienten mit einem höheren Risiko für femoropatellare Beschwerdesymptomatik mehr von einem postoperativen Trainingsprogramm profitieren, das seinen Fokus auf die Kräftigung des M. quadriceps hat als auf ein allumfassendes Rehabilitationsprogramm.

Auch die Erklärung, warum Frauen weniger häufig eine signifikante Höhenminderung der Patella hatten als Männer, bleibt offen. In einer Studie des „finnischen Arthroplastie-Registers“ konnten keine signifikanten Unterschiede bei der Analyse nach UKP - Revisionsoperationen zwischen den Geschlechtern eruiert werden (KOSKINEN et al., 2007). Andere Studien konnten zeigen, dass

durch geschlechtsspezifische anatomische Varianzen insbesondere bei geschlechtsneutralen Knie-TEP bei Frauen die Häufigkeit von femoropatellaren Beschwerden steigt. Zu diesen anatomischen Unterschieden gehören ein vergrößerter Q-Winkel (LIVINGSTON, 1998; AGLIETTI et al., 1983; HSU et al., 1990) mit Verlagerung des femoropatellaren Sulcus nach lateral, ein unterschiedliches Verhältnis der mediolateralen und anteriorposterioren Abmessung (MAHFOUZ et al., 2006) und der geringeren anterioren Kondylenhöhe, was bei der Resektion und der Implantatstärke unzureichende Beachtung findet (POILVACHE et al., 1996). Da diese Faktoren bei der UKP weniger beeinflusst werden, könnte sich hierdurch ein verhältnismäßig besseres Ergebnis nach UKP im Vergleich zur TEP ableiten.

Ebenso konnte die zuvor genannte Studie zeigen, dass Patienten, die jünger als 65 Jahre waren, eine 1.5-fach höhere Wahrscheinlichkeit einer operativen Revision nach UKP hatten als Patienten, die älter als 65 Jahre waren. Die exakte Angabe, weshalb die Revisionen durchgeführt wurden, ist allerdings nicht angegeben. Jüngere Patienten sind für gewöhnlich aktiver und mögen höhere Ansprüche an die Prothese stellen als ältere Patienten. Daher wäre nahe liegend den Polyäthylenabrieb oder eine fortschreitende Arthrose im kontralateralen Gelenkkompartiment für eine Revision verantwortlich zu machen als Beschwerden im femoropatellaren Gleitlager. Unsere Ergebnisse zeigen, dass jüngere Patienten

seltener eine Höhenminderung aufwiesen als ältere. Gründe hierfür könnten eine bessere Elastizität der Weichteile sein, aber auch die Tatsache, dass jüngere Patienten im Alltag aktiver sind und somit schneller zu einem guten Rehabilitationsergebnis gelangen als ältere.

Unklar ist auch, weshalb das rechte Knie weniger anfällig war als das linke Knie. Wenn man annimmt, dass - wie bei den oberen Extremitäten, die meisten Menschen eine stärkere rechte Seite besitzen - die Kräfteverteilung an den unteren Extremitäten ähnlich ist, müsste der rechte M. quadriceps das operative Trauma eigentlich besser verkraften als der linke, so dass eine Verminderung der Patellahöhe hier seltener zu erwarten wäre. Vielleicht würde sich eine mögliche Erklärung durch die Erfragung von Standbein und Spielbein ergeben. Eine prä- und postoperative elektromyographische Vergleichsuntersuchung könnte mehr Informationen darüber liefern – existiert bislang aber noch nicht.

Eine relativ aktuelle Studie zeigte, dass die Exzision des Hoffa-Fettkörpers zu einer signifikanten Verminderung der Patellahöhe nach Knie-TEP führt, wohingegen Patienten ohne Resektion keine Höhenminderung aufwiesen (LEMON et al., 2007). Diese Beobachtung könnte mit der Tatsache korrelieren, dass die Resektion des Fettkörpers zu einer Devaskulisierung der Patellarsehne führt, indem die infrapatellare Anastomose unterbrochen wird (KAYLER et al., 1988).

In unserer Studie wurde dieser Aspekt nicht berücksichtigt, aber er könnte auch hier eine Erklärung für die Höhenminderung der Patella nach UKP sein.

Bei der Interpretation unserer Ergebnisse ist außerdem zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse einem relativ kurzen Nachbeobachtungszeitraum entstammen. Es wurde nur ein Prothesentyp verwendet und eine Op-Technik angewendet. Unsere Auswertungen lassen keine Schlüsse über die intra- und interobserver-Variabilität zu.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend wurde in unserer Studie gezeigt, dass die Verkürzung der Patellarsehne weniger häufig auftritt, wenn der Patient weiblich ist, das Alter des Patienten weniger als 65 Jahre beträgt und wenn die rechte Seite operiert wurde. In einer Nachfolgestudie sollte geprüft werden, ob forciertes Training der Quadricepssehne in der unmittelbaren postoperativen Phase der Patellasenkung entgegenwirken kann, so wie nach unseren Resultaten zu vermuten ist.

Der orthopädische Chirurg sollte sich der möglichen Faktoren, die potentiell die Höhe der Patella nach UKP beeinflussen, bewusst sein, um unter deren Berücksichtigung ein möglichst gutes funktionelles Ergebnis zu erzielen. Aufgrund der vorliegenden, rein radiologischen Analyse lassen sich allerdings keine exakten Rückschlüsse auf entsprechende klinische Beschwerden des Patellofemoralgelenks machen.

6. Bibliographie

- 1) AGLIETTI P, INSALL JN, CERULLI G. Patellar pain and incongruence: I. Measurements of incongruence. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 176: 217-224
- 2) AGLIETTI P, BUZZI R, GAUDENZI A. Patello-femoral functional results and complications with the posterior-stabilised total condylar knee prosthesis. *J Arthroplasty* 1988; 3: 17-25.
- 3) APARICIO G, ABRIL JC, ALBINANA J, RODRIGUEZ-SALVANES F. Patellar height ratios in children: an interobserver study of three methods. *J Pediatr Orthop B* 1999; 8: 29-32.
- 4) ARGENSEN JN, CHEUROL-BERNKEDDACHE Y, AUBANIAL JN. Modern unicompartmental knee arthroplasty with cement: a three to ten year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*, 2002; 84: 2235-2239
- 5) BARTLEY RE, STULBERG SA, ROBB WJ 3rd, SWEENEY HJ. Polyethylene wear in unicompartmental knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 1994; 299: 18-24
- 6) BERG EE, MASON SL, LUCAS MJ. Patellar height ratios: a comparison of four measurements methods. *Am J Sports Med* 1996; 24: 218-21.
- 7) BERGER RA, MENEGHINI M, SHEINKOP MB, DELLA VALLE CJ, JACOBS JJ, ROSENBERG AG, GALANTE JO. The progression of patellofemoral arthrosis after medial unicompartmental

- replacement. Results at 11 to 15 years. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 428: 92-99.
- 8) BERGER RA, MENEGHINI RM, JACOBS JJ, SHEINKOP MB, DELLA VALLE CJ, ROSENBERG AG, GALANTE JO. Results of unicompartmental knee arthroplasty at a minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg* 2005; 87(5): 999-1006
- 9) BLACKBURNE JS, PEEL TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg [Br]* 1977; 59-B: 241-2.
- 10) BRUMBY SA, THRONHILL TS. Unicompartmental osteoarthritis of the knee. In Laskin RS (ed.) *Controversies in total knee replacement*. London, *Oxford University Press* 2001: 285-312
- 11) CAMPBELL WC; Interposition of Vitallium plates in arthroplasty of the knee. *Am J Surg* 1940; 47: 639-642
- 12) CATON J, DESCHAMPS G, CHAMBAT P, LERAT JL, DEJOUR H. Patella infera: apropos 128 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1982; 68: 317-25.
- 13) DEBRUNNER HU, HEPP WR. *Orthopädisches Diagnostikum*. 6.Aufl. Thieme, Stuttgart 1994
- 14) ENGELBRECHT E, ZIPPEL J. The sledge prosthesis" model St. Georg". *Acta Orthop Belg* 1973; 39: 203-211
- 15) FERN ED, WINSON IG, GETTY CJM. Anterior knee pain in rheumatoid patients after total knee replacement: possible selection criteria for patellar resurfacing. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992; 74-B: 745-8.

- 16) FICAT P, HUNGERFORD DS. Disorders of the patello-femoral joint. 1.Aufl., Masson, Paris, 1977.
- 17) FIGGIE HE III, GOLDBERG VM, HEIPLE KG, MOLLER HS III, GORDON NH. The influence of tibial-patellofemoral location on function of the knee in patients with the posterior-stabilised condylar knee prosthesis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1986;68-A:1035-40.
- 18) GOODFELLOW J, HUNGERFORD DA, ZINDEL M: Patello-femoral joint mechanisms and pathology. Functional anatomy of the patello-femoral joint. *J Bone Joint Surg [Br]* 1976; 58: 287-290
- 19) GHELHAM B, HODGE JC. Imaging of the patellofemoral joint. *Orthop Clin NA* 1992; 23: 523-543
- 20) GORENOI V, SCHÖNERMARK MP, HAGEN A: Gelenkendoprothesenregister für Deutschland. Schriftenreihe Health Technology Assessment (HTA) 2009, Bd. 92, 1. Aufl.
- 21) GRELSAMER RP, MEADOWS S. The modified Insall-Salvati-ratio for patellar height. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 282: 170-6.
- 22) HAMILTON WG, COLLIER MB, TARABEE E, McAULEY JP, ENGH CA Jr, ENGH GA. Incidence and reasons for reoperation after minimal invasive unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2006; 21 (6 Suppl 2): 98-107
- 23) HEHNE HJ, SCHLAGETERMS, HULTZSCH W, RAU WS: Experimentelle patello-femorale Kontaktflächenmessungen.

- Neue Aspekte zur funktionellen Anatomie. *Z Orthop* 1981; 119: 167-176
- 24) HEPP WR. Zur Bestimmung des Femoro-Patellargelenkes. *Z Orthop* 1982; 120: 259-267
- 25) HERNIGOU P, DESCHAMPS G. Patellar impingement following unicompartmental arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 2002;84-A:1132-7.
- 26) HODGE WA, CHANDLER HP. Unicompartmental knee replacement: a comparison of constrained and unconstrained designs. *J Bone Joint Surg Am*, 1992; 74(6): 887-893
- 27) HSU RW, HIMENO S, COVENTRY MB, CHAO EY. Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 255: 215-227
- 28) INSALL J, SALVATI E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1971; 101: 101-4.
- 29) JEROSCH J, FUCHS S, HEISEL J. Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung. In: Jerosch J (Hrsg) Knie-TEP Revisionseingriffe. Thieme Stuttgart 1997: 1-13
- 30) KAYLER DE, LYTTLE D. Surgical interruption of the patellar blood supply by total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1988;229:221
- 31) KOSHINO T, EJIMA M, OKAMOTO R, ORII T. Gradual lowriding of the patella during postoperative course after total knee

- arthroplasty in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *J Arthroplasty* 1990;5:323-7.
- 32) KOSKINEN E, PAAVOLAINEN P, ESKELINEN A, PULKINNEN P, REMES V. Unicdylar knee replacement for primary osteoarthritis. A prospective follow-up study of 1,819 patients from the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop* 2007; 78: 128-35.
- 33) LASKIN RS. Unicompartmental knee replacement: Some unanswered questions. *Clin Orthop Relat Res* 2001: 392: 267-271
- 34) LAURIN CA. The investigation of the patellofemoral joint. *J Bone Joint Surg Br*; 59: 107
- 35) LEMON M, PACKHAM I, NARANG K, CRAIG DM. Patellar tendon length after knee arthroplasty with and without preservation of the infrapatellar fat pad. *J Arthroplasty* 2007; 22: 574-80.
- 36) LEWOLD S, GOODMAN S, KNUTSON K, ROBERTSON O, LIDGREN L. Oxford meniscal bearing knee versus the Marmor knee in unicomprtmental arthroplasty for arthritis: a Swedish multicenter survival study. *J Arthroplasty* 1995; 10: 722-731
- 37) LIVINGSTON LA. The quadriceps angle: a review of literature. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998; 28: 105-109
- 38) MAHFOUZ M, BOOTH R Jr, ARGENSON J, MERKL BC, ABDEL FATAH EE, KUHN MJ. Analysis of variation of adult femora using sex specific statistical atlases. Presented at the

- Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering Conference, Antibes, France, March 22-25, 2006
- 39) MARIANI EM, BOURNE MH, JACKSON RT, JACKSON ST, JONES P. Early failure of unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007; 22 (6 Suppl 2): 81-84
- 40) MARMOR L: The modular knee. *Clin Orthop* 1973; 97: 242-250
- 41) PLITZ W, REITHMEIER E. Zur Biomechanik des Gleitflächenersatzes der Patella. In: Der alloplastische Ersatz des Kniegelenkes. Ergebnisse praxisbezogener Grundlagenforschung. IX. Münchener Symposium für experimentelle Orthopädie. Hrsg.: H.J. Refior, M.H. Hackenbroch, C. J. Wirth. Thieme Stuttgart 1987: 71-78
- 42) POILVACHE PL, INSALL JN, SCUDERI GR, FONT-RODRIGUEZ DE. Rotational landmarks and sizing of the distal femur in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 331: 35-46
- 43) REICHEL H, HEIN M, HEIN W. Vergleich des röntgenologischen, makroskopischen und histologischen Schädigungsgrades bei der Varusgonarthrose. *Z Orthop* 1997; 135: 124-130
- 44) REICHEL H: Alloarthroplastie. In D. Kohn "Das Knie", Stuttgart-New-York, Thieme, 2000.
- 45) REITHMEIER E, PLITZ W. A theoretical and numerical approach to optimal positioning of the patellar surface replacement in a

- total knee endoprosthesis. *J Biomechanics* 1990; 23 – 9: 883-892
- 46) ROGERS BA, THORNTON-BOTT, CANNON SR, BRIGGS TWR. Interobserver variation in the measurement of patellar height after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006;88-B:484-8.
- 47) SCOTT RD, COBB AG, McQUEARY FG. Unicompartamental knee arthroplasty: Eight to twelve year follow up evaluation with survivorship analysis. *Clin Orthop* 1991; 271: 96-100
- 48) SCUDERI GR, WINDSOR RE, INSALL JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71-A:245-8.
- 49) SEIL R, MÜLLER B, GEORG T, KOHN D, RUPP S. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8: 231-6.
- 50) SINGERMANN R, DAVY DT, GOLDBERG VM. Effects of patella alta and patella infera on patellofemoral contact forces. *J Biomech* 1994;27:1059-65.
- 51) SKYRME AD, MENCIA MB, SKINNER PW. Early failure of the posterior-coated anatomic cemented unicompartamental knee arthroplasty: A 5- to 9-year-follow-up study. *J Arthroplasty* 2002, 17: 201-205
- 52) SQUIRE MW, CALLAGHAN JJ, GOETZ DD, SULLIVAN PM, JOHNSTON RC. Unicompartamental knee arthroplasty. A

- minimum 15 year follow-up study. *Clin Orthop* 1999; 367: 61-72.
- 53) SVARD UC, PRICE AJ. Oxford meniscal compartmental knee arthroplasty: a survival analysis of an independent series. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 191-194
- 54) TRIA AJ JR., ALICEA JA, CODY RP. Patella baja in anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 299: 229-34.
- 55) VAN EIJDEN TM, KOUWENHOVEN E, WEIJS WA. Mechanics of the patellar articulation: effects of patellar ligament length studied with a mathematical model. *Acta Orthop Scand* 1987; 58: 560-6.
- 56) WEALE AE, MURRAY DW, BAINES J, NEWMAN JH. Radiological changes five years after unicompartmental knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82-B:996-1000.
- 57) WEALE AE, MURRAY DW, NEWMAN JH, ACKROYD CE. The length of the patellar tendon after unicompartmental and total knee replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 1999;81-B:790-5.
- 58) WIRTH CJ: Kniegelenk. In: Jäger M, Wirth CJ (Hrsg) Praxis der Orthopädie, 2. Neubearb. Aufl., Thieme, Stuttgart 927-969
- 59) WOJTYS EM, OAKES B, LINDENFELD TN, BACH BR. Patella infera syndrome: an analysis of the patella tendon pathology. *Instr Course Lect* 1997; 46: 241-250

7. Anhang

7.1 Patiententabelle

	Alter	Geschlecht	Seite	Nachbehandlung	IS präop	MIS präop	IS postop	MIS postop	IS 6 Wo	MIS 6 Wo	IS 12 Mo	MIS 12 Mo
1	58	W	R	n	0,73	2,63	1,00	1,54	0,95	1,72	0,97	1,79
2	76	M	L	n	0,88	1,61	0,98	1,86	0,84	1,61	0,86	1,79
3	68	M	R	n	0,90	1,92	0,89	1,97				
4	62	W	L	j	0,83	1,78	0,79	1,79	0,81	2,00	0,82	1,85
5	63	M	R	j	0,92	1,47	0,94	1,39	0,94	1,32	0,94	1,50
6	61	M	R	n	0,93	1,58	0,91	1,64				
7	64	W	R	j	1,13	1,47			1,10	1,50		
8	69	M	L	n	0,89	1,75	0,96	1,82	0,85	1,75	0,85	1,82
9	66	M	R	j	1,11	1,82	1,20	1,75	1,13	1,82	1,13	1,72
10	63	W	R	j	1,02	1,67	1,20	1,27				
11	70	M	R	n	0,81	2,39	0,81	1,92	0,85	2,13	0,84	2,08
12	70	M	L	j	0,84	2,22	0,86	1,89	0,80	1,96	0,80	2,08
13	65	W	L	j	1,00	1,47	1,05	1,54	1,00	1,30	0,97	1,41
14	66	W	R	j	0,97	1,85	1,00	1,96	0,93	1,92	0,95	1,92
15	71	W	L	j	1,07	1,43	1,05	1,79	1,05	1,49	1,07	1,61
16	55	W	R	j	0,76	1,79	0,82	1,92	0,79	1,96	0,83	1,69
17	56	W	L	j	0,74	1,92	0,79	1,69	0,79	1,82	0,70	1,82
18	63	W	L	n	0,90	2,00	0,85	2,13	0,83	2,17		
19	65	W	L	n	1,09	1,61	1,07	1,32	1,09	1,69	1,12	1,64
20	63	W	R	j	1,04	1,67	0,95	1,75	0,95	1,72	1,12	1,75
21	62	M	R	n	1,07	1,49	1,15	1,37	1,10	1,67		
22	64	W	L	n	0,88	1,56	0,83	1,49	0,87	1,56		
23	73	M	L	n	0,94	1,79	1,00	1,67	0,92	1,70	0,98	1,67
24	73	M	R	j	0,92	1,79	0,90	1,67	0,87	1,79	0,84	1,72
25	66	M	R	j	1,04	2,00	0,96	1,89	0,98	1,82		
26	67	M	L	n	1,20	1,54	1,22	1,56	1,20	1,61	1,20	1,67
27	57	W	R	n	0,86	1,89			0,88	1,92		
28	57	W	L	j	0,93	1,35	1,11	0,98				
29	66	W	L	j	1,06	1,51	1,17	1,52	1,06	1,42	1,20	1,18
30	62	W	R	j	0,76	1,78	0,80	1,69	0,79	1,69	0,80	1,75
31	60	M	L	n	1,32	1,54			1,33	1,60		
32	64	M	L	j	0,78	1,89	0,85	1,89	0,84	1,86	0,84	1,75
33	65	M	R	n	1,02	1,89	1,06	1,79	1,02	1,72	1,06	1,69
34	66	W	L	j	0,84	1,85	0,84	1,61	0,84	1,61	0,87	1,67
35	63	W	L	n	1,20	1,43	1,25	1,43	1,22	1,39		

36	76	W	R	j	0,95	1,72	0,97	1,72	1,00	1,72	0,97	1,61
37	64	M	L	j	0,98	1,67	1,04	1,41	1,04	1,54		
38	79	W	R	j	0,90	1,59	0,82	1,75				
39	71	M	L	j	0,71	2,17	0,72	2,00	0,73	2,13	0,68	2,13
40	63	M	L	j	1,01	1,54	1,08	1,50	1,08	1,61	1,10	1,59
41	63	M	R	n	0,97	1,89	0,98	1,85	0,96	1,92	0,95	1,96

Tabelle 1: Übersicht über das eingeschlossene Patientenkollektiv

7.2 Statistische Rohdaten

Statistiken

Zeitpunkt	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum	
	Gültig	Fehlend						
Salvati	prä	41	0	,9495	,9300	,13760	,71	1,32
	post	38	3	,9729	,9650	,13967	,72	1,25
	6 Wo post	36	5	,9575	,9450	,14064	,73	1,33
	1 Jahr post	27	14	,9430	,9500	,14379	,68	1,20
mod. Salvati	prä	41	0	1,7615	1,7800	,26663	1,35	2,63
	post	38	3	1,6739	1,7050	,24205	,98	2,12
	6 Wo post	36	5	1,7236	1,7200	,21740	1,29	2,17
	1 Jahr post	27	14	1,7352	1,7200	,21012	1,17	2,12

Tabelle 2: Rohwerte Gesamtkollektiv

Statistiken

Zeitpunkt	Altersgruppe	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum	
		Gültig	Fehlend						
Salvati	prä	<= 65 Jahre	17	0	,9512	,9300	,16427	,73	1,32
		> 65 Jahre	24	0	,9483	,9300	,11897	,71	1,20
	post	<= 65 Jahre	15	2	,9807	1,0000	,14220	,79	1,25
		> 65 Jahre	23	1	,9678	,9600	,14097	,72	1,22
	6 Wo post	<= 65 Jahre	15	2	,9800	,9500	,16379	,79	1,33
		> 65 Jahre	21	3	,9414	,9300	,12322	,73	1,20
	1 Jahr post	<= 65 Jahre	9	8	,9411	,9700	,15260	,70	1,12
		> 65 Jahre	18	6	,9439	,9450	,14374	,68	1,20
mod. Salvati	prä	<= 65 Jahre	17	0	1,7229	1,6600	,29763	1,35	2,63
		> 65 Jahre	24	0	1,7888	1,7800	,24524	1,42	2,38
	post	<= 65 Jahre	15	2	1,5860	1,5300	,28442	,98	2,12
		> 65 Jahre	23	1	1,7313	1,7500	,19580	1,26	2,00
	6 Wo post	<= 65 Jahre	15	2	1,7260	1,7200	,23540	1,29	2,17
		> 65 Jahre	21	3	1,7219	1,7200	,20956	1,31	2,12
	1 Jahr post	<= 65 Jahre	9	8	1,6933	1,7500	,13919	1,40	1,85
		> 65 Jahre	18	6	1,7561	1,7200	,23877	1,17	2,12

Tabelle 3: Rohwerte Altersgruppe

Statistiken										
	Zeitpunkt	Geschlecht	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum	
			Gültig	Fehlend						
Salvati	prä	männlich	19	0	,9616	,9300	,14641	,71	1,32	
		weiblich	22	0	,9391	,9400	,13209	,73	1,20	
	post	männlich	18	1	,9739	,9600	,13378	,72	1,22	
		weiblich	20	2	,9720	,9850	,14824	,79	1,25	
	6 Wo post	männlich	17	2	,9718	,9400	,15950	,73	1,33	
		weiblich	19	3	,9447	,9500	,12443	,79	1,22	
	1 Jahr post	männlich	13	6	,9323	,8600	,15172	,68	1,20	
		weiblich	14	8	,9529	,9600	,14101	,70	1,20	
mod. Salvati	prä	männlich	19	0	1,7942	1,7800	,25685	1,47	2,38	
		weiblich	22	0	1,7332	1,7500	,27760	1,35	2,63	
	post	männlich	18	1	1,7139	1,7650	,20623	1,36	2,00	
		weiblich	20	2	1,6380	1,6900	,27049	,98	2,12	
	6 Wo post	männlich	17	2	1,7365	1,7200	,20542	1,31	2,12	
		weiblich	19	3	1,7121	1,7200	,23258	1,29	2,17	
	1 Jahr post	männlich	13	6	1,7800	1,7200	,19698	1,49	2,12	
		weiblich	14	8	1,6936	1,7200	,22048	1,17	2,08	

Tabelle 4: Rohwerte - Geschlecht

Statistiken										
	Zeitpunkt	Seite	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum	
			Gültig	Fehlend						
Salvati	prä	rechts	19	0	,9389	,9300	,11832	,73	1,13	
		links	22	0	,9586	,9350	,15453	,71	1,32	
	post	rechts	17	2	,9635	,9500	,12825	,80	1,20	
		links	21	1	,9805	1,0000	,15098	,72	1,25	
	6 Wo post	rechts	15	4	,9520	,9500	,10645	,79	1,13	
		links	21	1	,9614	,9200	,16323	,73	1,33	
	1 Jahr post	rechts	11	8	,9500	,9500	,11636	,80	1,13	
		links	16	6	,9381	,9100	,16355	,68	1,20	
mod. Salvati	prä	rechts	19	0	1,8268	1,7800	,28216	1,47	2,63	
		links	22	0	1,7050	1,6350	,24489	1,35	2,22	
	post	rechts	17	2	1,7000	1,7500	,21298	1,26	1,96	
		links	21	1	1,6529	1,6600	,26655	,98	2,12	
	6 Wo post	rechts	15	4	1,7567	1,7200	,19323	1,31	2,12	
		links	21	1	1,7000	1,6100	,23488	1,29	2,17	
	1 Jahr post	rechts	11	8	1,7455	1,7200	,15319	1,49	2,08	
		links	16	6	1,7281	1,7050	,24647	1,17	2,12	

Tabelle 5: Rohwerte - Seite

Statistiken									
Zeitpunkt	AHB	N		Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum	
		Gültig	Fehlend						
Salvati	prä	keine AHB	17	0	,9718	,9000	,15856	,73	1,32
		AHB	24	0	,9337	,9450	,12172	,71	1,13
	post	keine AHB	15	2	,9947	,9800	,14071	,81	1,25
		AHB	23	1	,9587	,9600	,14027	,72	1,20
	6 Wo post	keine AHB	15	2	,9887	,9500	,16630	,80	1,33
		AHB	21	3	,9352	,9400	,11835	,73	1,13
	1 Jahr post	keine AHB	9	8	,9611	,9500	,13941	,80	1,20
		AHB	18	6	,9339	,9450	,14904	,68	1,20
mod. Salvati	prä	keine AHB	17	0	1,8276	1,7500	,33434	1,42	2,63
		AHB	24	0	1,7146	1,7800	,20087	1,35	2,17
	post	keine AHB	15	2	1,7053	1,7800	,25022	1,31	2,12
		AHB	23	1	1,6535	1,6900	,23995	,98	2,00
	6 Wo post	keine AHB	15	2	1,7580	1,7200	,21857	1,38	2,17
		AHB	21	3	1,6990	1,7200	,21852	1,29	2,12
	1 Jahr post	keine AHB	9	8	1,8433	1,7800	,18702	1,63	2,08
		AHB	18	6	1,6811	1,7050	,20439	1,17	2,12

Tabelle 6: Rohwerte – AHB

7.3 Post-hoc-Tests

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Salvati

Bonferroni

(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
prä	post	-,0234	,00971	,108	-,0495	,0028
	6 Wo post	-,0080	,00985	1,000	-,0345	,0185
	1 Jahr post	,0065	,01069	1,000	-,0222	,0353
post	prä	,0234	,00971	,108	-,0028	,0495
	6 Wo post	,0154	,01003	,769	-,0116	,0424
	1 Jahr post	,0299*	,01086	,042	,0007	,0592
6 Wo post	prä	,0080	,00985	1,000	-,0185	,0345
	post	-,0154	,01003	,769	-,0424	,0116
	1 Jahr post	,0145	,01098	1,000	-,0150	,0441
1 Jahr post	prä	-,0065	,01069	1,000	-,0353	,0222
	post	-,0299*	,01086	,042	-,0592	-,0007
	6 Wo post	-,0145	,01098	1,000	-,0441	,0150

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Tabelle 7: Post-hoc Test für IS - Gesamtkollektiv

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: mod. Salvati
Bonferroni

(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
prä	post	,0875*	,02887	,019	,0098	,1653
	6 Wo post	,0379	,02928	1,000	-,0410	,1167
	1 Jahr post	,0263	,03178	1,000	-,0593	,1118
post	prä	-,0875*	,02887	,019	-,1653	-,0098
	6 Wo post	-,0497	,02982	,594	-,1300	,0306
	1 Jahr post	-,0612	,03227	,364	-,1481	,0257
6 Wo post	prä	-,0379	,02928	1,000	-,1167	,0410
	post	,0497	,02982	,594	-,0306	,1300
	1 Jahr post	-,0116	,03264	1,000	-,0995	,0763
1 Jahr post	prä	-,0263	,03178	1,000	-,1118	,0593
	post	,0612	,03227	,364	-,0257	,1481
	6 Wo post	,0116	,03264	1,000	-,0763	,0995

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Tabelle 8: Post-hoc für MIS - Gesamtkollektiv

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Salvati
Bonferroni

Altersgruppe	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
<= 65 Jahre	prä	post	-,0295	,01784	,642	-,0793	,0203
		6 Wo post	-,0288	,01784	,689	-,0786	,0210
		1 Jahr post	,0101	,02076	1,000	-,0479	,0680
	post	prä	,0295	,01784	,642	-,0203	,0793
		6 Wo post	,0007	,01839	1,000	-,0507	,0520
		1 Jahr post	,0396	,02123	,424	-,0197	,0988
	6 Wo post	prä	,0288	,01784	,689	-,0210	,0786
		post	-,0007	,01839	1,000	-,0520	,0507
		1 Jahr post	,0389	,02123	,452	-,0204	,0982
	1 Jahr post	prä	-,0101	,02076	1,000	-,0680	,0479
		post	-,0396	,02123	,424	-,0988	,0197
		6 Wo post	-,0389	,02123	,452	-,0982	,0204
> 65 Jahre	prä	post	-,0195	,01077	,452	-,0489	,0099
		6 Wo post	,0069	,01103	1,000	-,0232	,0370
		1 Jahr post	,0044	,01151	1,000	-,0270	,0359
	post	prä	,0195	,01077	,452	-,0099	,0489
		6 Wo post	,0264	,01114	,127	-,0040	,0568
		1 Jahr post	,0239	,01162	,262	-,0078	,0556
	6 Wo post	prä	-,0069	,01103	1,000	-,0370	,0232
		post	-,0264	,01114	,127	-,0568	,0040
		1 Jahr post	-,0025	,01186	1,000	-,0348	,0299
	1 Jahr post	prä	-,0044	,01151	1,000	-,0359	,0270
		post	-,0239	,01162	,262	-,0556	,0078
		6 Wo post	,0025	,01186	1,000	-,0299	,0348

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

Tabelle 9: Post-hoc-Test für IS - Altersgruppe

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: mod. Salvati
Bonferroni

Altersgruppe	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
<= 65 Jahre	prä	post	,1369	,05851	,150	-,0264	,3003
		6 Wo post	-,0031	,05851	1,000	-,1664	,1603
		1 Jahr post	,0296	,06809	1,000	-,1605	,2197
	post	prä	-,1369	,05851	,150	-,3003	,0264
		6 Wo post	-,1400	,06031	,156	-,3084	,0284
		1 Jahr post	-,1073	,06964	,792	-,3018	,0871
	6 Wo post	prä	,0031	,05851	1,000	-,1603	,1664
		post	,1400	,06031	,156	-,0284	,3084
		1 Jahr post	,0327	,06964	1,000	-,1618	,2271
	1 Jahr post	prä	-,0296	,06809	1,000	-,2197	,1605
		post	,1073	,06964	,792	-,0871	,3018
		6 Wo post	-,0327	,06964	1,000	-,2271	,1618
> 65 Jahre	prä	post	,0574	,02892	,310	-,0215	,1364
		6 Wo post	,0668	,02961	,166	-,0140	,1477
		1 Jahr post	,0326	,03090	1,000	-,0517	,1170
	post	prä	-,0574	,02892	,310	-,1364	,0215
		6 Wo post	,0094	,02991	1,000	-,0723	,0911
		1 Jahr post	-,0248	,03118	1,000	-,1099	,0603
	6 Wo post	prä	-,0668	,02961	,166	-,1477	,0140
		post	-,0094	,02991	1,000	-,0911	,0723
		1 Jahr post	-,0342	,03183	1,000	-,1211	,0527
	1 Jahr post	prä	-,0326	,03090	1,000	-,1170	,0517
		post	,0248	,03118	1,000	-,0603	,1099
		6 Wo post	,0342	,03183	1,000	-,0527	,1211

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

Tabelle 10: Post-hoc-Test für MIS - Altersgruppe

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Salvati
Bonferroni

Geschlecht	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardf ehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
männlich	prä	post	-,0123	,01034	1,000	-,0408	,0162
		6 Wo post	-,0102	,01049	1,000	-,0391	,0188
		1 Jahr post	,0293	,01131	,078	-,0020	,0605
	post	prä	,0123	,01034	1,000	-,0162	,0408
		6 Wo post	,0021	,01063	1,000	-,0272	,0315
		1 Jahr post	,0416*	,01144	,004	,0100	,0732
	6 Wo post	prä	,0102	,01049	1,000	-,0188	,0391
		post	-,0021	,01063	1,000	-,0315	,0272
		1 Jahr post	,0395*	,01158	,008	,0075	,0714
	1 Jahr post	prä	-,0293	,01131	,078	-,0605	,0020
		post	-,0416*	,01144	,004	-,0732	-,0100
		6 Wo post	-,0395*	,01158	,008	-,0714	-,0075
weiblich	prä	post	-,0329	,01600	,269	-,0769	,0110
		6 Wo post	-,0056	,01622	1,000	-,0502	,0389
		1 Jahr post	-,0138	,01770	1,000	-,0624	,0349
	post	prä	,0329	,01600	,269	-,0110	,0769
		6 Wo post	,0273	,01659	,639	-,0183	,0728
		1 Jahr post	,0191	,01804	1,000	-,0304	,0687
	6 Wo post	prä	,0056	,01622	1,000	-,0389	,0502
		post	-,0273	,01659	,639	-,0728	,0183
		1 Jahr post	-,0081	,01824	1,000	-,0582	,0420
	1 Jahr post	prä	,0138	,01770	1,000	-,0349	,0624
		post	-,0191	,01804	1,000	-,0687	,0304
		6 Wo post	,0081	,01824	1,000	-,0420	,0582

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Tabelle 11: Post-hoc-Test für IS - Geschlecht

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: mod. Salvati
Bonferroni

Geschlecht	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardf ehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
männlich	prä	post	,0803	,02961	,056	-,0014	,1620
		6 Wo post	,0577	,03005	,366	-,0252	,1407
		1 Jahr post	,0142	,03240	1,000	-,0752	,1036
	post	prä	-,0803	,02961	,056	-,1620	,0014
		6 Wo post	-,0226	,03044	1,000	-,1066	,0614
		1 Jahr post	-,0661	,03276	,297	-,1565	,0243
	6 Wo post	prä	-,0577	,03005	,366	-,1407	,0252
		post	,0226	,03044	1,000	-,0614	,1066
		1 Jahr post	-,0435	,03316	1,000	-,1351	,0480
	1 Jahr post	prä	-,0142	,03240	1,000	-,1036	,0752
		post	,0661	,03276	,297	-,0243	,1565
		6 Wo post	,0435	,03316	1,000	-,0480	,1351
weiblich	prä	post	,0952	,04862	,335	-,0384	,2288
		6 Wo post	,0211	,04929	1,000	-,1143	,1565
		1 Jahr post	,0396	,05381	1,000	-,1082	,1874
	post	prä	-,0952	,04862	,335	-,2288	,0384
		6 Wo post	-,0741	,05042	,887	-,2126	,0644
		1 Jahr post	-,0556	,05484	1,000	-,2062	,0951
	6 Wo post	prä	-,0211	,04929	1,000	-,1565	,1143
		post	,0741	,05042	,887	-,0644	,2126
		1 Jahr post	,0185	,05543	1,000	-,1338	,1708
	1 Jahr post	prä	-,0396	,05381	1,000	-,1874	,1082
		post	,0556	,05484	1,000	-,0951	,2062
		6 Wo post	-,0185	,05543	1,000	-,1708	,1338

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

Tabelle 12: Post-hoc-Test für MIS - Geschlecht

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Salvati
Bonferroni

Seite	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
rechts	prä	post	-,0246	,01675	,900	-,0711	,0219
		6 Wo post	-,0131	,01733	1,000	-,0612	,0351
		1 Jahr post	-,0111	,01901	1,000	-,0638	,0417
	post	prä	,0246	,01675	,900	-,0219	,0711
		6 Wo post	,0115	,01778	1,000	-,0378	,0609
		1 Jahr post	,0135	,01942	1,000	-,0404	,0674
	6 Wo post	prä	,0131	,01733	1,000	-,0351	,0612
		post	-,0115	,01778	1,000	-,0609	,0378
		1 Jahr post	,0020	,01992	1,000	-,0533	,0573
	1 Jahr post	prä	,0111	,01901	1,000	-,0417	,0638
		post	-,0135	,01942	1,000	-,0674	,0404
		6 Wo post	-,0020	,01992	1,000	-,0573	,0533
links	prä	post	-,0218	,01144	,369	-,0531	,0095
		6 Wo post	-,0028	,01144	1,000	-,0341	,0285
		1 Jahr post	,0205	,01232	,610	-,0132	,0542
	post	prä	,0218	,01144	,369	-,0095	,0531
		6 Wo post	,0190	,01157	,633	-,0126	,0507
		1 Jahr post	,0424*	,01244	,007	,0083	,0764
	6 Wo post	prä	,0028	,01144	1,000	-,0285	,0341
		post	-,0190	,01157	,633	-,0507	,0126
		1 Jahr post	,0233	,01244	,398	-,0108	,0574
	1 Jahr post	prä	-,0205	,01232	,610	-,0542	,0132
		post	-,0424*	,01244	,007	-,0764	-,0083
		6 Wo post	-,0233	,01244	,398	-,0574	,0108

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

*. Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Tabelle 13: Post-hoc-Test für IS - Seite

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: mod. Salvati
Bonferroni

Seite	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardf ehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
rechts	prä	post	,1268	,05069	,099	-,0139	,2676
		6 Wo post	,0702	,05244	1,000	-,0754	,2158
		1 Jahr post	,0814	,05753	,989	-,0783	,2411
	post	prä	-,1268	,05069	,099	-,2676	,0139
		6 Wo post	-,0567	,05379	1,000	-,2060	,0926
		1 Jahr post	-,0455	,05875	1,000	-,2085	,1176
	6 Wo post	prä	-,0702	,05244	1,000	-,2158	,0754
		post	,0567	,05379	1,000	-,0926	,2060
		1 Jahr post	,0112	,06027	1,000	-,1561	,1785
	1 Jahr post	prä	-,0814	,05753	,989	-,2411	,0783
		post	,0455	,05875	1,000	-,1176	,2085
		6 Wo post	-,0112	,06027	1,000	-,1785	,1561
links	prä	post	,0521	,03296	,716	-,0381	,1424
		6 Wo post	,0050	,03296	1,000	-,0852	,0952
		1 Jahr post	-,0231	,03550	1,000	-,1203	,0740
	post	prä	-,0521	,03296	,716	-,1424	,0381
		6 Wo post	-,0471	,03334	,978	-,1384	,0441
		1 Jahr post	-,0753	,03585	,242	-,1734	,0229
	6 Wo post	prä	-,0050	,03296	1,000	-,0952	,0852
		post	,0471	,03334	,978	-,0441	,1384
		1 Jahr post	-,0281	,03585	1,000	-,1263	,0700
	1 Jahr post	prä	,0231	,03550	1,000	-,0740	,1203
		post	,0753	,03585	,242	-,0229	,1734
		6 Wo post	,0281	,03585	1,000	-,0700	,1263

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

Tabelle 14: Post-hoc-Test für MIS - Seite

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Salvati

Bonferroni

AHB	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
keine AHB	prä	post	-,0229	,01635	1,000	-,0686	,0228
		6 Wo post	-,0169	,01635	1,000	-,0626	,0288
		1 Jahr post	,0107	,01903	1,000	-,0425	,0638
	post	prä	,0229	,01635	1,000	-,0228	,0686
		6 Wo post	,0060	,01686	1,000	-,0411	,0531
		1 Jahr post	,0336	,01946	,560	-,0208	,0879
	6 Wo post	prä	,0169	,01635	1,000	-,0288	,0626
		post	-,0060	,01686	1,000	-,0531	,0411
		1 Jahr post	,0276	,01946	,993	-,0268	,0819
	1 Jahr post	prä	-,0107	,01903	1,000	-,0638	,0425
		post	-,0336	,01946	,560	-,0879	,0208
		6 Wo post	-,0276	,01946	,993	-,0819	,0268
AHB	prä	post	-,0249	,01226	,278	-,0584	,0085
		6 Wo post	-,0015	,01255	1,000	-,0358	,0328
		1 Jahr post	-,0001	,01310	1,000	-,0359	,0356
	post	prä	,0249	,01226	,278	-,0085	,0584
		6 Wo post	,0235	,01268	,416	-,0112	,0581
		1 Jahr post	,0248	,01322	,393	-,0113	,0609
	6 Wo post	prä	,0015	,01255	1,000	-,0328	,0358
		post	-,0235	,01268	,416	-,0581	,0112
		1 Jahr post	,0013	,01349	1,000	-,0355	,0382
	1 Jahr post	prä	,0001	,01310	1,000	-,0356	,0359
		post	-,0248	,01322	,393	-,0609	,0113
		6 Wo post	-,0013	,01349	1,000	-,0382	,0355

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

Tabelle 15: Post-hoc-Test für IS - AHB

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: mod. Salvati
Bonferroni

AHB	(I) Zeitpunkt	(J) Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
keine AHB	prä	post	,1223	,05934	,279	-,0434	,2880
		6 Wo post	,0696	,05934	1,000	-,0960	,2353
		1 Jahr post	-,0157	,06906	1,000	-,2085	,1771
	post	prä	-,1223	,05934	,279	-,2880	,0434
		6 Wo post	-,0527	,06117	1,000	-,2234	,1181
		1 Jahr post	-,1380	,07063	,351	-,3352	,0592
	6 Wo post	prä	-,0696	,05934	1,000	-,2353	,0960
		post	,0527	,06117	1,000	-,1181	,2234
		1 Jahr post	-,0853	,07063	1,000	-,2825	,1119
	1 Jahr post	prä	,0157	,06906	1,000	-,1771	,2085
		post	,1380	,07063	,351	-,0592	,3352
		6 Wo post	,0853	,07063	1,000	-,1119	,2825
AHB	prä	post	,0611	,02867	,223	-,0172	,1394
		6 Wo post	,0155	,02936	1,000	-,0646	,0957
		1 Jahr post	,0335	,03064	1,000	-,0502	,1171
	post	prä	-,0611	,02867	,223	-,1394	,0172
		6 Wo post	-,0456	,02965	,778	-,1265	,0354
		1 Jahr post	-,0276	,03092	1,000	-,1120	,0568
	6 Wo post	prä	-,0155	,02936	1,000	-,0957	,0646
		post	,0456	,02965	,778	-,0354	,1265
		1 Jahr post	,0179	,03156	1,000	-,0682	,1041
	1 Jahr post	prä	-,0335	,03064	1,000	-,1171	,0502
		post	,0276	,03092	1,000	-,0568	,1120
		6 Wo post	-,0179	,03156	1,000	-,1041	,0682

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

Tabelle 16: Post-hoc-Test für MIS – AHB

7.4 T-Test für unverbundene Stichproben

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	,860	,360	,840	36	,407	,0206	,02454	-,02917	,07039
	Varianzen sind nicht gleich			,774	22,319	,447	,0206	,02662	-,03455	,07576
Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	2,566	,118	1,981	34	,056	,0341	,01721	-,00087	,06906
	Varianzen sind nicht gleich			1,763	17,911	,095	,0341	,01934	-,00654	,07474
Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	1,863	,184	1,912	25	,067	,0489	,02557	-,00377	,10155
	Varianzen sind nicht gleich			1,603	10,746	,138	,0489	,03050	-,01844	,11622
Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	9,583	,004	1,168	31	,252	,0186	,01593	-,01388	,05111
	Varianzen sind nicht gleich			1,345	28,777	,189	,0186	,01384	-,00970	,04693
Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	,495	,488	1,582	25	,126	,0394	,02493	-,01189	,09078
	Varianzen sind nicht gleich			1,384	11,708	,192	,0394	,02849	-,02281	,10170
Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	,533	,472	,436	25	,667	,0094	,02166	-,03517	,05406
	Varianzen sind nicht gleich			,375	11,299	,715	,0094	,02519	-,04582	,06471
mod. Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	2,863	,099	-,843	36	,405	-,0680	,08070	-,23170	,09564
	Varianzen sind nicht gleich			-,758	20,376	,457	-,0680	,08970	-,25492	,11887
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	2,279	,140	,502	34	,619	,0325	,06464	-,09889	,16384
	Varianzen sind nicht gleich			,443	17,257	,663	,0325	,07324	-,12188	,18683
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	,533	,472	-,777	25	,444	-,0656	,08438	-,23933	,10822
	Varianzen sind nicht gleich			-,638	10,347	,537	-,0656	,10272	-,29339	,16228
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	1,847	,184	2,120	31	,042	,1021	,04814	,00389	,20026
	Varianzen sind nicht gleich			1,969	19,691	,063	,1021	,05184	-,00618	,21033
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	1,459	,238	,536	25	,597	,0328	,06121	-,09328	,15884
	Varianzen sind nicht gleich			,481	12,383	,639	,0328	,06817	-,11524	,18079
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	,005	,942	-,1304	25	,204	-,0628	,04814	-,16192	,03636
	Varianzen sind nicht gleich			-,1314	16,443	,207	-,0628	,04776	-,16380	,03825

Tabelle 17: T-Test für unverbundene Stichproben - Alter

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere	
Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	3,771	,060	-259	36	,797	-,0063	,02424	-,05544	,04288	
	Varianzen sind nicht gleich			-,267	28,896	,791	-,0063	,02348	-,05431	,04176	
Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	,148	,702	-,148	34	,883	-,0027	,01794	-,03912	,03380	
	Varianzen sind nicht gleich			-,152	31,195	,880	-,0027	,01753	-,03841	,03308	
Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	1,147	,294	-1,144	25	,264	-,0288	,02518	-,08064	,02306	
	Varianzen sind nicht gleich			-1,164	21,598	,257	-,0288	,02473	-,08013	,02255	
Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	,501	,485	-,874	31	,389	-,0138	,01572	-,04582	,01832	
	Varianzen sind nicht gleich			-,870	29,416	,391	-,0138	,01581	-,04606	,01856	
Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	,879	,357	-1,367	25	,184	-,0325	,02379	-,08153	,01648	
	Varianzen sind nicht gleich			-1,389	22,282	,178	-,0325	,02341	-,08105	,01599	
Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	2,728	,111	-,834	25	,412	-,0169	,02023	-,05854	,02481	
	Varianzen sind nicht gleich			-,857	17,531	,403	-,0169	,01969	-,05831	,02458	
mod. Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	2,165	,150	,075	36	,940	,0060	,07977	-,15578	,16778	
	Varianzen sind nicht gleich			-,077	29,981	,939	,0060	,07747	-,15222	,16422	
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	,889	,353	-,375	34	,710	-,0240	,06394	-,15393	,10595	
	Varianzen sind nicht gleich			-,389	26,052	,700	-,0240	,06163	-,15066	,10267	
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	1,148	,294	,472	25	,641	,0379	,08020	-,12733	,20304	
	Varianzen sind nicht gleich			,483	19,670	,635	,0379	,07842	-,12590	,20161	
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	,077	,783	,436	31	,666	,0219	,05021	-,08049	,12432	
	Varianzen sind nicht gleich			,439	30,476	,664	,0219	,04991	-,07995	,12377	
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	3,300	,081	,733	25	,470	,0421	,05746	-,07620	,16049	
	Varianzen sind nicht gleich			,748	20,637	,463	,0421	,05631	-,07508	,15937	
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	1,832	,188	,794	25	,435	,0368	,04635	-,05865	,13228	
	Varianzen sind nicht gleich			,806	22,724	,429	,0368	,04567	-,05772	,13135	

Tabelle 18: T-Test für unverbundene Stichproben – Geschlecht

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere	
Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	1,244	,272	-,324	36	,748	-,0079	,02433	-,05721	,04147	
	Varianzen sind nicht gleich			-,309	25,843	,760	-,0079	,02549	-,06028	,04453	
Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	2,242	,144	,622	34	,538	,0112	,01807	-,02549	,04796	
	Varianzen sind nicht gleich			,562	19,258	,580	,0112	,01999	-,03057	,05304	
Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	,096	,760	1,327	25	,196	,0337	,02538	-,01859	,08597	
	Varianzen sind nicht gleich			1,237	16,327	,234	,0337	,02723	-,02395	,09133	
Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	1,560	,221	,681	31	,501	,0110	,01616	-,02196	,04396	
	Varianzen sind nicht gleich			,728	30,503	,472	,0110	,01511	-,01984	,04184	
Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	,753	,394	1,286	25	,210	,0312	,02429	-,01878	,08128	
	Varianzen sind nicht gleich			1,269	20,598	,219	,0312	,02463	-,02003	,08253	
Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	,000	,983	,679	25	,503	,0140	,02067	-,02854	,05661	
	Varianzen sind nicht gleich			,670	20,674	,510	,0140	,02094	-,02955	,05761	
mod. Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	,636	,430	-1,068	36	,293	-,0842	,07887	-,24419	,07573	
	Varianzen sind nicht gleich			-1,020	25,906	,317	-,0842	,08261	-,25406	,08560	
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	2,431	,128	-1,067	34	,293	-,0681	,06382	-,19779	,06160	
	Varianzen sind nicht gleich			-,957	18,566	,351	-,0681	,07116	-,21727	,08108	
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	,720	,404	-1,515	25	,142	-,1188	,07840	-,28023	,04273	
	Varianzen sind nicht gleich			-1,370	14,373	,192	-,1188	,08671	-,30427	,06677	
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	,368	,549	,580	31	,566	,0297	,05124	-,07477	,13423	
	Varianzen sind nicht gleich			,616	30,169	,543	,0297	,04827	-,06883	,12829	
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	,304	,586	-,155	25	,878	-,0091	,05903	-,13072	,11243	
	Varianzen sind nicht gleich			-,160	23,890	,874	-,0091	,05708	-,12699	,10869	
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	,162	,691	-,745	25	,463	-,0352	,04721	-,13240	,06205	
	Varianzen sind nicht gleich			-,755	22,648	,458	-,0352	,04657	-,13158	,06124	

Tabelle 19: T-Test für unverbundene Stichproben - Seite

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	,017	,896	,209	36	,835	,0052	,02477	-,04504	,05542
	Varianzen sind nicht gleich			,204	27,601	,840	,0052	,02538	-,04683	,05721
Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	,036	,852	,304	34	,763	,0055	,01815	-,03136	,04241
	Varianzen sind nicht gleich			,285	22,577	,779	,0055	,01941	-,03468	,04572
Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	,679	,418	-,041	25	,968	-,0011	,02737	-,05749	,05527
	Varianzen sind nicht gleich			-,034	11,037	,973	-,0011	,03221	-,07197	,06975
Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	,986	,328	-1,224	31	,230	-,0195	,01590	-,05189	,01297
	Varianzen sind nicht gleich			-1,138	19,795	,269	-,0195	,01710	-,05515	,01623
Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	,756	,393	-1,485	25	,150	-,0372	,02506	-,08884	,01440
	Varianzen sind nicht gleich			-1,430	14,611	,174	-,0372	,02603	-,09283	,01839
Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	1,955	,174	-,488	25	,630	-,0106	,02164	-,05513	,03401
	Varianzen sind nicht gleich			-,621	24,715	,541	-,0106	,01701	-,04561	,02449
mod. Diff. Salvativ post-prä	Varianzen sind gleich	4,064	,051	-,829	36	,413	-,0669	,08073	-,23065	,09679
	Varianzen sind nicht gleich			-,731	18,975	,474	-,0669	,09154	-,25853	,12468
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-prä	Varianzen sind gleich	2,732	,108	-,793	34	,434	-,0510	,06429	-,18160	,07970
	Varianzen sind nicht gleich			-,708	18,255	,488	-,0510	,07195	-,20195	,10005
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-prä	Varianzen sind gleich	6,848	,015	-,696	25	,493	-,0589	,08457	-,23307	,11529
	Varianzen sind nicht gleich			-,532	9,145	,608	-,0589	,11080	-,30892	,19114
mod. Diff. Salvativ 6 Wo-post	Varianzen sind gleich	1,231	,276	1,195	31	,241	,0602	,05037	-,04253	,16292
	Varianzen sind nicht gleich			1,118	20,261	,277	,0602	,05383	-,05199	,17238
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-post	Varianzen sind gleich	,024	,879	2,503	25	,019	,1378	,05505	,02441	,25115
	Varianzen sind nicht gleich			2,446	15,162	,027	,1378	,05634	,01781	,25775
mod. Diff. Salvativ 1 Jhr-6 Wo	Varianzen sind gleich	,960	,337	1,872	25	,073	,0872	,04659	-,00873	,18317
	Varianzen sind nicht gleich			2,128	22,380	,045	,0872	,04099	,00230	,17215

Tabelle 20: T-Test für unverbundene Stichproben - AHB

8. Danksagung

1. Prof. Dr. med. D. Kohn, Direktor der Abteilung für Orthopädie und orthopädische Chirurgie für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit in seiner Abteilung neben meiner klinischen Tätigkeit zu promovieren.

2. Dr. med. K. Anagnostakos, meinem Betreuer und Freund, für die intensiven Bemühungen bei der Durchführung der Studie und seiner Mithilfe bei der Auswertung der Daten. Aus unserer Zusammenarbeit sind schon einige Projekte entstanden und es werden sicherlich noch viele folgen.

3. Prof. Dr. med. T. Pohlemann, Direktor der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie für sein Vertrauen, seine unerschöpfliche Geduld meine Forschungsambitionen zu fördern, die exzellente Ausbildung und letztendlich das, was er damit erreicht hat.

4. dem gesamten orthopädischen und unfallchirurgischen Kollegium für die gute und freundschaftliche Zusammenarbeit.

5. meiner Frau, die immer an mich geglaubt hat, meiner Familie und meinen Freunden, die immer für mich da waren.

6. Herrn Dr. T. Georg für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

9. Curriculum vitae

Name : Daniel Köhler
Geburtsdatum: 18.12.1974 in Georgsmarienhütte/Osnabrück
Familienstand: verheiratet
Staatsangehörigkeit: deutsch

Ausbildung und beruflicher Werdegang

Juni1994: Abitur am Otto-Hahn-Gymnasium Saarbrücken
 Juli1994-Okt.1995: Zivildienst beim SOS-Kinderdorf in Saarbrücken
 Okt.1995-Nov.2002: **Medizinstudium an der Universität des Saarlandes**

Sept. 1997: Physikum
 Sept.1998: 1.Staatsexamen
 Sept.2001 : 2.Staatsexamen
 Okt.2001: PJ-Tertial in der Allgemeinchirurgie und Unfallchirurgie in Homburg
 Feb.2002: PJ-Tertial in der Hepatogastroenterologie (Innere Medizin) in Nancy (Frankreich)
 Juni2002: PJ-Tertial in der HNO-Klinik in Homburg
 Okt. 2002: 3.Staatsexamen
 Dez. 2002 Beginn der Facharztausbildung als AiP/Assistenzarzt in der Abteilung für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätskliniken des Saarlandes
 03/2006-03/2008 Rotationsassistent in der Klinik für Orthopädie der Universitätskliniken des Saarlandes
 06/2007-12/2007 Forschungsstipendium an der UPMC, Pittsburgh, USA
 Seit 04/2008 Fortsetzung der Facharztausbildung für Orthopädie / Unfallchirurgie