

AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR ORTHOPÄDIE
PROF. DR. MED. DR. H.C. JOACHIM GRIFKA
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Stability of capsule closure and postoperative anterior knee pain
after medial parapatellar approach in TKA**

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Armin Keshmiri

2018

AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR ORTHOPÄDIE
PROF. DR. MED. DR. H.C. JOACHIM GRIFKA
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**Stability of capsule closure and postoperative anterior knee pain
after medial parapatellar approach in TKA**

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Armin Keshmiri

2018

Dekan:

Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Dr. Joachim Grifka

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Martin Fleck

Tag der mündlichen Prüfung:

Inhaltsverzeichnis

Abstract	6
Introduction	7
Material and Methods	8
Surgical procedure	9
Follow-up and radiographic evaluation	10
Statistical analysis.....	11
Results	11
Discussion	12
Conclusion.....	15
Figures	16
References	18
Anhang.....	22
Publikation	22
Deutsche Abfassung.....	23
Danksagung.....	32
Lebenslauf.....	33

Abstract

Purpose

Anterior knee pain after total knee arthroplasty (TKA) remains a widely discussed postoperative complication. In contrast to sports traumatology, the role of the dissected medial patellofemoral ligament (MPFL) using a medial parapatellar approach in TKA has not been discussed so far. We hypothesized, that the attempted repair of the MPFL in TKA by simple closure of the joint capsule may not be successful in some cases, causing anterior knee pain. We further hypothesized, that the success of repair might be influenced by femoral component rotation.

Methods

40 patients received their TKA in a ligament-balanced and 40 patients in a conventional measured resection technique. After implantation of the TKA using a medial parapatellar approach 2 titan clips were attached on both sides of the capsule incision. 3 days and 3 months after surgery, the dehiscence of the 2 clips was measured on skyline patella radiographs, additionally patellar tilt, shift, the Knee Society Score and the Feller Score were obtained.

Results

48 patients showed an increase of capsule dehiscence. Patients with a capsule dehiscence of more than 4mm showed significantly less improvement in the Feller score 3 months postoperatively than patients with a capsule dehiscence \leq 4mm. Regarding the radiological measurements and the clinical outcome, no significant difference between the ligament-balanced and the measured-resection group was found.

Conclusions

The present results suggest, that the successful repair of the MPFL using a medial parapatellar approach in TKA could reduce the high rate of postoperative anterior knee pain. Furthermore, the appearance of capsule dehiscence and anterior knee pain seems not dependent on the used operative technique.

Introduction

As one of the major complications in total knee arthroplasty (TKA), anterior knee pain is reported up to 20% whereas maltracking of the patella is considered the main reason in many recent investigations [15, 23]. Recent studies emphasize that the appearance of anterior knee pain and patellar maltracking is caused by rotational malalignment of the femoral and/or tibial component [3, 4, 14, 18, 20, 24, 30]. An internally rotated femoral component in particular seems to contribute to altered patellofemoral kinematics and is linked to the appearance of postoperative anterior knee pain [5, 10]. The spatial position of the patella changes with femoral component position, suggesting that the soft tissues were abnormally tensioned [2]. In a radiological investigation, Heesterbeek et al. stated that ligament-balanced femoral component rotation is not associated with abnormal postoperative patellar position 2 years after surgery [13]. In a recent cadaveric investigation a mostly physiological reconstruction of patellar kinematics in knees with the femoral component implanted using a ligament balanced technique could be demonstrated [17]. Considering the reconstruction of the biomechanical principles of the patellofemoral articulation, the MPFL is stated as an important patella stabilizing structure. Its correct and tension-free reconstruction is widely discussed and plays an important role in patients

suffering from patella instability [29]. Furthermore, the MPFL is recognized as the “main pain generator” in knees [19] and stated to be very sensitive to surgical procedures and biomechanical changes [9]. Also in TKA the patellofemoral articulation has been frequently stated to be a significant contributor to a successful operation [21]. A not well balanced patella with an insufficient reconstruction of the MPFL in TKA might lead to such biomechanical changes and might become apparent as a dehiscence of the medial joint capsule. However, a possible dehiscence of the medial joint capsule caused by dissecting the MPFL in TKA using a medial parapatellar approach has not been investigated so far. We hypothesized, that the dissection of the MPFL in TKA leads to patellar maltracking and a consecutive dehiscence of the medial knee joint capsule resulting in postoperative anterior knee pain. To address component rotation as an additive factor with regards to patella maltracking and capsule dehiscence we further hypothesized, that ligament-balanced femoral component rotation leads to less postoperative capsule dehiscence when compared to knees implanted in a conventional measured resection technique.

Material and Methods

The present exploratory, hypothesis generating study was approved by the local ethical committee of the Medical University of Regensburg (Ethic Committee Approval Nr.: 12-101-0146). Between February 2013 and February 2014 we recruited 80 patients with primary osteoarthritis (Kellgren/Lawrence Score III°-IV°) of the knee designated for TKA. All patients received a TKA with fixed platform (PFC Sigma, DePuy; Warsaw, Indiana). By block randomisation 40 patients received their TKA in a ligament-balanced technique using computer navigation (BrainLAB, Feldkirchen, Germany) and in 40 patients the knees were implanted in a conventional measured resection technique with the femoral

component in 3° of external rotation in correlation to the posterior condylar line. Patients with a varus/valgus deformity of more than 15°, sagittal or medio-lateral instability of more than 5mm (grade 1+), or patients with contract, insufficient or missing posterior cruciate ligament, tibial or femoral bone loss, prior patella dislocation or prior surgical interventions on the concerning knee were excluded. The patient population consisted of 31 men and 39 women with an average age at the time of surgery of 67 years.

Surgical procedure

After a midline skin incision, a standard medial parapatellar approach was performed. The joint capsule was marked at standardized locations using a waterproof pen to assure later anatomical closure. In the ligament-balanced group a conventional computer navigation system was used (BrainLab; Feldkirchen, Germany). 2 passive optical reference arrays were secured onto the distal medial femur and the proximal medial tibia. After referencing the hip centre by circumduction, the landmarks needed for femorotibial kinematics by the navigation system were digitized. After removal of osteophytes at the medial and lateral compartment, the tibial cut was performed and a double tensiometer inserted in 0° of extension and 90° of flexion with a distraction force of 90N. In the frontal plane, zero degrees between femoral and tibial mechanical axis was aspired. The flexion gap was adapted through bony cuts by the navigation software to achieve ligament balancing. No ligament release was necessary due to well aligned knees. The femoral component rotation was set by ligament-balancing and the rotation of the tibial component was set to the medial third of the tibial tubercle [5]. In the conventional TKA group the femoral component was set to 3° of external rotation relative to the posterior condylar line by means of a measured resection technique. A patelloplasty was performed in every knee. After anatomical closure of the joint capsule at the prior marked locations, 2

titan clips (CEATEC; Wurmlingen, Germany) used to clip bleeding blood vessels were attached on both sides of the capsule incision at the most medial aspect as used in previous investigations for postoperative radiological distance measurements [32, 33].

Follow-up and radiographic evaluation

The validated Knee Society Score and the Feller Score were obtained from all patients as disease-specific outcome instruments preoperatively, 3 days and 3 months after surgery. Assessment of all patients in both groups was performed by one orthopaedic surgeon, and the examiner was kept blinded to the used surgical technique of the patients at all times. Patellar tilt, shift and the dehiscence of the 2 attached vessel clips was measured on skyline patella view x-rays 3 days and 3 months after surgery using a scaling ball attached at the lateral margin of the patella (Fig. 1). Measurements of patellar tilt and shift were performed using the technique described by Heesterbeek et al. [13]. An increase of the clip distance of 5 mm or more was deemed a failure of the capsule suture and stated as clinical relevant according to Heesterbeek et al [12]. Follow up measurements were performed 3 days postoperatively, before physiotherapy was started and 3 month postoperatively when the patients were able to return to daily life. During follow-up 4 patients had to be excluded due to a bad visualisation of the titan clips in the postoperative patella radiographs and in 3 knees the titan clips dislocated. All in all, 7 patients had to be excluded from the study protocol. We decided to analyse 35 patients in each group.

Statistical analysis

All continuous data are presented as mean (standard deviation (SD), min-max). Changes of KSS score and Feller score were compared by Welch's t-test while clip dehiscence, patellar tilt and patellar shift were compared by Wilcoxon Mann-Whitney Test. A p-value <0.05 was considered statistically significant. All analyses were performed using R 3.2.1.

Results

Capsule dehiscence

Radiological measurements

In total 48 patients showed an increase of capsule dehiscence between 0 to 4 mm and 5 patients resulted in an increase of capsule dehiscence of more than 4 mm between the radiological measurement 3 days and 3 months postoperatively.

Clinical outcome

Patients with a capsule dehiscence of more than 4mm showed significantly less improvement in Feller score 3 months postoperatively (mean 4.4 (SD 4.6, range 0 – 12)) than patients with a capsule dehiscence \leq 4mm (mean 11.2 (SD 5.8, range -2 – 23), $p=0.026$). No statistically significant difference for change of KSS between both groups could be found (mean 64.2 (SD 20.4, range 36 – 91) vs. mean 61.7 (SD 23.9, range 7 – 119), $p=0.81$) (Fig. 2).

Measured-resection vs. ligament-balanced

Radiological measurements

The ligament-balanced group showed a mean increase of dehiscence of the two clips between 3 days and 3 month postoperatively of 1 mm (SD 1.6, range 0 – 6) while the conventional group resulted in a mean increase of dehiscence of 1.7 mm (SD 1.9, range 0 – 6). This resulted in a tendency of less dehiscence in the ligament-balanced group ($p=0.08$) without statistically significant difference (Fig. 3). In the ligament-balanced group a mean delta of patellar tilt of 4.5° (SD 3.2, range 0.2 – 13.2) and in the conventional group 3.9° (SD 3.9, range 0 – 18.3) was found. Between both groups no significant difference in change of patellar tilt between the 3 days and 3 months postoperative measurement could be found ($p= 0.30$). For patellar shift delta a mean of 1.8 mm (SD 1.6, range 0 – 6) in the ligament-balanced group and 2.2 mm (SD 2.1, range 0 – 8mm) in the conventional group was found. Again, no significant difference between both groups could be found ($p=0.58$).

Clinical outcome

No statistically significant difference in clinical outcome (Feller score, KSS) between the measured-resection group and the ligament-balanced group could be found.

Discussion

The MPFL plays an important role regarding the stabilisation of the patella in knee surgery. However, the influence of the dissected MPFL in TKA, using a medial parapatellar approach, regarding patellar stability and patellar kinematics has not been investigated so far. Furthermore, the rotation of the

femoral component in TKA shows a large variability between individuals, regardless whether choosing a measured-resection or a ligament-balanced technique [1, 6–8, 26–28, 34, 35]. In a recent cadaveric investigation the best re-establishment of patellar kinematics could be found in TKAs implanted in a ligament-balanced technique compared to different rotations in a conventional measured-resection technique [17]. A not physiological femoral component rotation may lead to increased stress on the MPFL and the medial joint capsule [11].

We hypothesized, that a dissection of the MPFL leads to a weakness of the medial patellar stabilizers and a consecutive dehiscence of the medial joint capsule in TKA, which might result in postoperative anterior knee pain and a worse clinical outcome. We further hypothesized, that there is a difference in joint capsule dehiscence between a measured-resection technique and a ligament-balanced technique in TKA.

In the present investigation we found a statistically significant lower Feller score in about 10% of the patients, who had a capsule dehiscence of 5 mm or more between 3 days and 3 months postoperatively, regardless of the used surgical technique. Therefore, we confirmed the results of Meftah and Ranawat who claimed the development rate of “new-onset” anterior knee pain to be about 10% as well [22]. When comparing a measured-resection and ligament-balanced group in a CT controlled study, Nikolaidis et al. found no significant difference in terms of postoperative rotational alignment of the femoral component [25]. In accordance we could not find a significant difference in capsule dehiscence or clinical outcome comparing the two groups. As a different method for setting the femoral component rotation, the orientation according to the Whiteside line or by using trochlea navigation as stated by Piriou et al. remains an option [26]. However, further investigation have to show, if these techniques result in less capsule dehiscence compared to the conventional techniques. The MPFL has

been demonstrated to contribute 60% of the force that opposes lateral displacement of the patella, and MPFL injury results in an approximately 50% reduction in the force needed to dislocate the patella laterally with the knee extended [36]. The results of the present investigation underline these findings and the importance of medial capsule stabilisation by the MPFL. The used technique to mark both sides of a dissected soft tissue with titan clips has been described previously in order to correlate the degree of separation with pain and/or function [16, 31–33].

Due to the large variability of femoral component rotation in TKA it might be necessary to consider augmentation of MPFL even in TKA, in order to increase lateral restraining forces. By dissecting the MPFL when using a medial parapatellar approach surgeons should be aware of secondary capsule dehiscence.

This study has several limitations. The used technique was not proofed for reproducibility. Furthermore, the measurements were performed by one blinded examiner. Therefore, we were not able to calculate interobserver reliability. For that reason, deviations in measurement can be stated as possible confounder. Due to bad visualization of the inserted titan clips, some patients had to be excluded from the study protocol. Additionally, the radiograph scaling ball had to be placed in the exact plane of the titan clips, at the most medial margin of the patella, to achieve a precise measurement of the clip distance. Due to the above-mentioned measurement limitations, a deviation in measurement can be stated as a possible bias. With a group size of 35 patients, no significant difference in clinical outcome or radiological measurement could be found. Of course, a larger group size would be desirable to confirm these findings. Further clinical trials with larger patient cohorts seem to be necessary to confirm the present results and to evaluate a possible benefit of a MPFL reconstruction or augmentation in TKA in relation to the used operative technique.

Conclusion

Using a medial parapatellar approach, surgeons should focus on medial capsule tension regardless the used technique in TKA to avoid patellar maltracking, secondary capsule dehiscence and worse clinical outcome. Further clinical investigations seem to be necessary to evaluate a possible reconstruction or augmentation of the MPFL in TKA.

Figures

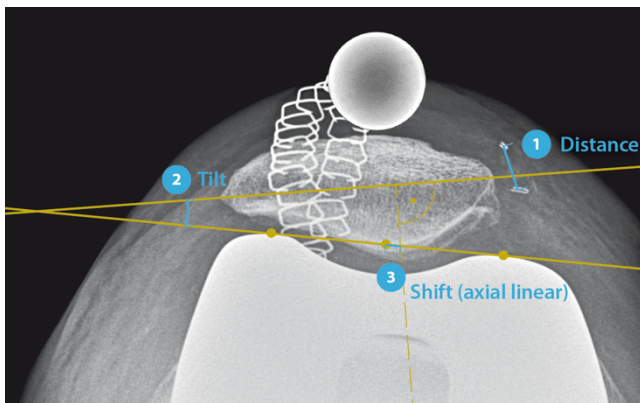


Fig. 1.) Measurement protocol. Measuring clip distance (1), patellar tilt (2) and shift (3) by means of a scaled patella skyline radiograph.

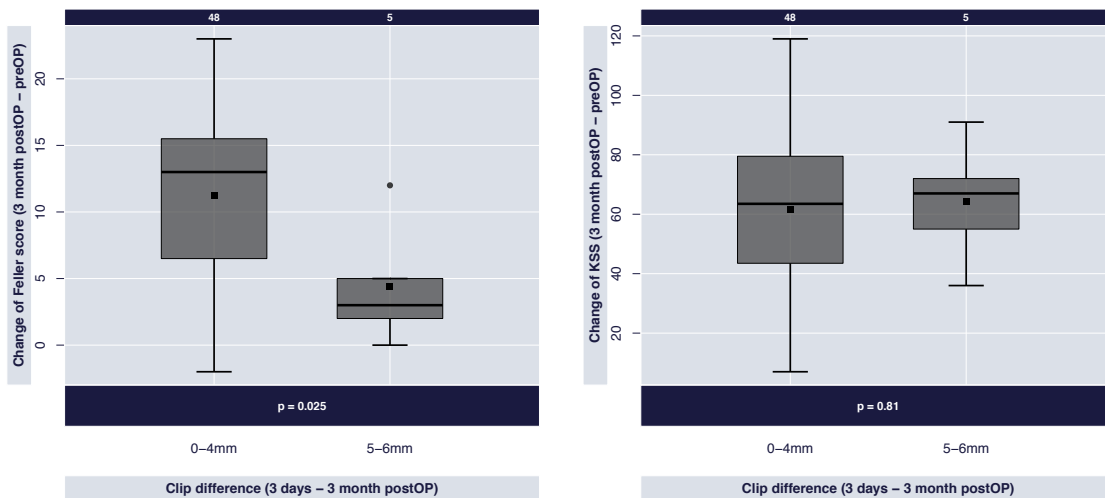


Fig. 2.) Difference in clinical outcome depending on radiological capsule dehiscence.

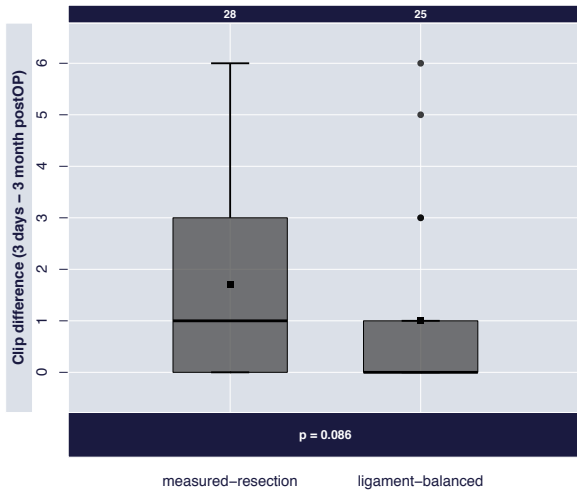


Fig. 3.) Clip dehiscence depending on implantation technique: measured-resection vs. ligament-balanced.

References

1. Abadie P, Galaud B, Michaut M, Fallet L, Boisrenoult P, Beaufils P (2009) Distal femur rotational alignment and patellar subluxation: a CT scan in vivo assessment. *Orthop Traumatol Surg. Res* 95:267–271
2. Armstrong AD, Brien HJ., Dunning CE, King GJ., Johnson JA, Chess DG Patellar position after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 18:458–465
3. Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, Wolfe MW, Myers L (2001) Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 392:46–55
4. Belvedere C, Catani F, Ensini A, de la Barrera JM, Leardini A (2007) Patellar tracking during total knee arthroplasty: an in vitro feasibility study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15:985–993
5. Berger R, Crossett L, Jacobs J, Rubash H (1998) Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 356:144–153
6. Boisrenoult P, Scemama P, Fallet L, Beaufils P (2001) [Epiphyseal distal torsion of the femur in osteoarthritic knees. A computed tomography study of 75 knees with medial arthrosis]. *Rev. Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 87:469–476
7. Cheng T, Zhang G, Zhang X (2011) Imageless Navigation System Does Not Improve Component Rotational Alignment in Total Knee Arthroplasty. *J Surg Res* 171:590–600
8. Classen T, Wegner A, Müller R-D, Von Knoch M (2010) Femoral component rotation and Laurin angle after total knee arthroplasty. *Acta Orthopædica Belg* 76:69–73
9. Dye SF (2005) The Pathophysiology of Patellofemoral Pain: A Tissue Homeostasis Perspective. *Clin Orthop Relat Res* 436:100-110
10. Farrokhi S, Keyak J, Powers C (2011) Individuals with patellofemoral pain exhibit greater patellofemoral joint stress: a finite element analysis study. *Osteoarthritis Cartilage* 19:287–294

11. Ghosh KM, Merican AM, Iranpour F, Deehan DJ, Amis AA (2010) The effect of femoral component rotation on the extensor retinaculum of the knee. *J Orthop Res.* 28:1136–1141
12. Heesterbeek P, Beumers M, Jacobs W, Havinga M, Wymenga A (2007) A comparison of reproducibility of measurement techniques for patella position on axial radiographs after total knee arthroplasty. *The Knee* 14:411–416
13. Heesterbeek PJ, Jacobs WC, Wymenga AB (2009) Effects of the balanced gap technique on femoral component rotation in TKA. *Clin Orthop Relat Res* 467:1015–1022
14. Hefzy M, Jackson W, Saddemi S, Hsieh Y-F (1992) Effects of tibial rotations on patellar tracking and patello-femoral contact areas. *J Biomed Eng* 14:329–343
15. Heinert G, Kendoff D, Preiss S, Gehrke T, Sussmann P (2011) Patellofemoral kinematics in mobile-bearing and fixed-bearing posterior stabilised total knee replacements: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 19:967–972
16. Kao J, Woolson S (1992) Piriformis tendon repair failure after total hip replacement. *Orthop Rev* 21:171–174
17. Keshmiri A, Maderbacher G, Baier C, Sendtner E, Schaumburger J, Zeman F, Grifka J, Springorum HR (2015) The influence of component alignment on patellar kinematics in total knee arthroplasty: An in vivo study using a navigation system. *Acta Orthop* 86:1–7
18. Kessler O, Patil S, Colwell CW, D’Lima DD (2008) The effect of femoral component malrotation on patellar biomechanics. *J Biomech* 41:3332–3339
19. Luhmann S, Schoenecker P, Dobbs M, Eric Gordon J (2008) Adolescent patellofemoral pain: implicating the medial patellofemoral ligament as the main pain generator. *J Child Orthop* 2:269–277
20. Luring C, Perlick L, Bathis H, Tingart M, Grifka J (2007) The effect of femoral component rotation on patellar tracking in total knee arthroplasty. *Orthop.-N. J.* 30:965

21. McPherson EJ (2006) Patellar tracking in primary total knee arthroplasty. *Instr. COURSE Lect.-Am Acad Orthop Surg* 55:439
22. Meftah M, Ranawat AS, Ranawat CS (2011) The natural history of anterior knee pain in 2 posterior-stabilized, modular total knee arthroplasty designs. *J Arthroplasty* 26:1145–1148
23. Miller MC, Berger RA, Petrella AJ, Karmas A, Rubash HE (2001) Optimizing femoral component rotation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 392:38–45
24. Miller M, Zhang A, Petrella AJ, Berger RA, Rubash HE (2001) The effect of component placement on knee kinetics after arthroplasty with an unconstrained prosthesis. *J Orthop Res* 19:614–620
25. Nikolaides AP, Kenanidis EI, Papavasiliou KA, Sayegh FE, Tsitouridis I, Kapetanios GA (2014) Measured resection versus gap balancing technique for femoral rotational alignment: a prospective study. *J Ortho. Surg* 22.2
26. Piriou P, Peronne E, Ouanezar H Rotational Alignment of the Femoral Component Using Trochlear Navigation During Total Knee Arthroplasty: A Dual-Center Study of 145 Cases. *J Arthroplasty* 28:1107–1111
27. Rienmüller A, Guggi T, Gruber G, Preiss S, Drobny T (2012) The effect of femoral component rotation on the five-year outcome of cemented mobile bearing total knee arthroplasty. *Int Orthop* 36:2067–2072
28. Saragaglia D, Picard F, Chaussard C, Montbarbon E, Leitner F, Cinquin P (2001) [Computer-assisted knee arthroplasty: comparison with a conventional procedure. Results of 50 cases in a prospective randomized study]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 87:18–28
29. Schöttle PB, Schmeling A, Rosenstiel N, Weiler A (2007) Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 35:801–804
30. Siston RA, Patel JJ, Goodman SB, Delp SL, Giori NJ (2005) The variability of femoral rotational alignment in total knee arthroplasty. *J Bone Jt Surg* 87:2276–2280

31. Stähelin T, Vienne P, Hersche O (2002) Failure of reinserted short external rotator muscles after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 17:604–607
32. Svensson O, Sköld S, Blomgren G (1990) Integrity of the gluteus medius after the transgluteal approach in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 5:57–60
33. Swigart CR, Badon MA, Bruegel VL, Dodds SD (2012) Assessment of pronator quadratus repair integrity following volar plate fixation for distal radius fractures: a prospective clinical cohort study. *J Hand Surg* 37:1868–1873
34. Tokuhara Y, Kadoya Y, Nakagawa S, Kobayashi A, Takaoka K (2004) The flexion gap in normal knees: AN MRI STUDY. *J. Bone Joint Surg. Br.* 86-B:1133–1136
35. Victor J (2009) Rotational alignment of the distal femur: a literature review. *Orthop Traumatol Surg Res* 95:365–372
36. Zaffagnini S, DEJOUR D, Grassi A, Bonanzinga T, MUCCIOLI GMM, Colle F, Raggi F, Benzi A, Marcacci M (2013) Patellofemoral anatomy and biomechanics: current concepts. *Joints* 1.2:15

Anhang

Publikation

Diese Arbeit wurde im Journal "Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery" publiziert. Zitierweise:

Keshmiri A, Dotzauer F, Baier C, Maderbacher G, Grifka J, Sendtner E.
Arch Orthop Trauma Surg. 2017 Jul;137(7):1019-1024. doi: 10.1007/s00402-017-2706-y.
Epub 2017 May 10.

Permission for the use of a published article for dissertation

This Agreement between Knee and Hip Institute Armin Keshmiri ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number 4382990574351

License date Jul 06, 2018

Publication Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery

Licensed Content Title Stability of capsule closure and postoperative anterior knee pain after medial parapatellar approach in TKA

Licensed Content Author Armin Keshmiri, Fabian Dotzauer, Clemens Baier et al

Licensed Content Date Jan 1, 2017

Licensed Content Volume 137

Licensed Content Issue 7

Type of Use Thesis/Dissertation

Requestor type academic/university or research institute

Format print and electronic

Portion full article/chapter

Instructor name Armin Keshmiri

Institution name University of Regensburg

Requestor Location Knee and Hip Institute

Deutsche Abfassung

Einleitung

Als eine der Hauptkomplikationen in der Knie totalendoprothetik werden vordere Knieschmerzen in bis zu 20% angegeben, wobei der Fehllauf der Patella als Hauptgrund in vielen neueren Untersuchungen angesehen wird. Außerdem zeigen neueste Studien, dass das Auftreten von vorderen Knieschmerzen und Patella-Maltracking durch eine Rotationsfehlstellung der femoralen und/oder tibialen Komponente nach Knieprothesenimplantation verursacht wird. Insbesondere eine innenrotierte Femurkomponente scheint zur veränderten Kinematik des Patellofemoralgelenks beizutragen und steht mit dem Auftreten postoperativer vorderer Knieschmerzen in Zusammenhang. Die räumliche Position der Patella ändert sich mit der Position der Femurkomponente, was zur Ursache haben kann, dass die umliegenden Weichteilstrukturen über die Maße gespannt werden. In einer radiologischen Untersuchung haben Heesterbeek et al. festgestellt, dass die bandspannungsadaptierte Rotation der Femurkomponente eben nicht mit einer abnormalen postoperativen Patellaposition bis 2 Jahre nach operativer Versorgung in Zusammenhang steht. In einer kürzlich durchgeführten Kadaveruntersuchung konnte eine weitgehend physiologische Rekonstruktion der Kniescheibenkinematik in Kniegelenken mit implantierter Knie totalendoprothetik und bandspannungsadaptierter Ausrichtung der Femurkomponente nachgewiesen werden. In Anbetracht der Rekonstruktion der biomechanischen Prinzipien des Patellofemoralgelenks wird das mediale patellofemorale Ligament (MPFL) als eine wichtige stabilisierende Struktur angesehen. Die korrekte und spannungsfreie Rekonstruktion des MPFL spielt eine wichtige Rolle bei Patienten mit patellofemoraler Instabilität. Darüber

hinaus ist das MPFL als einer der "Hauptschmerzgeneratoren" anerkannt und als sehr empfindlich gegenüber chirurgischen Eingriffen und biomechanischen Veränderungen beschrieben. Auch im Rahmen der Knie totalendoprothetik spielt die patellofemorale Artikulation eine wesentliche Rolle um zufriedenstellende operative Ergebnisse zu erzielen. Eine nicht gut ausgerichtete Patella mit einer unzureichenden Rekonstruktion des MPFL in der Knie totalendoprothetik könnte ebenso zu entsprechenden biomechanischen Veränderungen führen und sich als Dehiszenz der medialen Gelenkkapsel bemerkbar machen. Eine mögliche Dehiszenz der medialen Gelenkkapsel, die durch die Durchtrennung des MPFL während der Implantation einer Knie totalendoprothese verursacht wird, wurde bisher jedoch noch nicht untersucht. Wir stellten die Hypothese auf, dass die Dissektion des MPFL während der Implantation einer Knie totalendoprothese zu einem Patellalmaltracking und einer konsekutiven Dehiszenz der medialen Kniegelenkkapsel mit postoperativ auftretenden vorderen Knieschmerzen führt. Um die Komponentenrotation als zusätzlichen Faktor in Bezug auf Patellaposition und die Kapseldehiszenz zu untersuchen, haben wir zusätzlich die Hypothese aufgestellt, dass die bandspannungsadaptierte Ausrichtung der Femurrotation zu einer geringeren postoperativen Kapseldehiszenz im Vergleich zu konventionell implantierten Knie totalendoprothesen führt.

Material und Methoden

Die vorliegende explorative Studie wurde vom lokalen Ethikkomitee der Medizinischen Universität Regensburg (Ethikkommissions-Nr.: 12-101-0146) genehmigt. Zwischen Februar 2013 und Februar 2014 rekrutierten wir 80 Patienten mit primärer Arthrose des Kniegelenks (Kellgren / Lawrence Score III ° -IV °) die für die Implantation einer Knie totalendoprothese vorgesehen waren. Alle Patienten erhielten eine Knie totalendoprothese mit fixiertem Inlay (PFC

Sigma, DePuy; Warschau, Indiana). Durch eine Blockrandomisierung erhielten 40 Patienten ihre Knieprothese in einer bandspannungsadaptierten Technik mittels Computernavigation (BrainLAB, Feldkirchen, Deutschland). Bei den anderen 40 Patienten wurden die Knieprothesen in konventioneller Resektionstechnik mit festgesetzter Außenrotation der Femurkomponente von 3° zur hinteren Kondylenlinie implantiert. Patienten mit einer Varus-Valgus-Deformität von mehr als 15° , einer sagittalen oder mediolateralen Instabilität von mehr als 5 mm (Grad 1+) oder Patienten mit ausgeprägter Kontraktur, insuffizienten oder fehlendem hinterem Kreuzband, starkem tibialen oder femoralen Knochenverlust, mit bereits erfahrener Patellaluxation oder vorrangegangenen chirurgischen Eingriffen am betroffenen Knie wurden aus der Studie ausgeschlossen. Die Patientengruppe bestand aus 31 Männern und 39 Frauen mit einem Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation von 67 Jahren.

Nach vorheriger Mittellinienhautinzision wurde ein medialer parapatellarer Kapselzugang gewählt. Die Gelenkkapsel wurde mit einem wasserfesten Stift an standardisierten Stellen markiert, um den späteren anatomischen Verschluss zu gewährleisten. In der bandspannungsadaptierten Gruppe wurde ein herkömmliches Computernavigationssystem verwendet (BrainLab; Feldkirchen, Deutschland). 2 passive, optische Referenzmarker wurden am distalen medialen Femur und der proximalen medialen Tibia befestigt. Nach Referenzierung des Hüftzentrums durch Zirkumduktion wurden die vom Navigationssystem für die femorotibiale Kinematik benötigten Landmarken digitalisiert. Nach Entfernung von Osteophyten im medialen und lateralen Kompartiment wurde der Tibiaschnitt durchgeführt und ein Doppeltensiometer in 0° Extension und 90° Flexion mit einer Distraktionskraft von 90 N eingesetzt. In der Frontalebene wurde der Nullpunkt zwischen der mechanischen Achse, dem Femur und der Tibia angestrebt. Der Flexionsspalt wurde durch knöcherne Schnitte anhand der Empfehlung der Navigationssoftware angepasst, um eine ausgeglichene

Bandspannung zu erzielen. Aufgrund der gut ausgerichteten Beinachsen war kein zusätzliches Bandrelease erforderlich. Die Rotation der Femurkomponente wurde durch die ausgeglichene Bandspannung eingestellt, und die Rotation der Tibiakomponente wurde auf das mediale Drittel der Tuberositas tibiae ausgerichtet. In der konventionellen Gruppe wurde die Femurkomponente auf 3 ° Außenrotation relativ zur posterioren Kondylenlinie eingestellt. Eine Patelloplastie wurde in jedem Knie durchgeführt. Nach anatomischem Verschluss der Gelenkkapsel an den vorher markierten Stellen wurden auf beiden Seiten des Kapselschnittes je 2 Titanclips (CEATEC; Wurmlingen, Deutschland) angebracht, wie sie bereits in vorangegangenen Untersuchungen zur postoperativen Abstandsmessung verwendet wurden.

Der validierte Knee Society Score und der Feller Score wurden von allen Patienten präoperativ, 3 Tage und 3 Monate postoperativ als krankheitsspezifischer Messparameter ausgefüllt. Die Beurteilung der Ergebnisse aller Patienten in beiden Gruppen wurde von einem Orthopäden durchgeführt. Der Untersucher war zu jeder Zeit betreffend der verwendeten Operationstechnik der jeweiligen Patienten verblindet. Die Verkippung (Tilt) der Patella, die Verschiebung (Shift) und die Dehiszenz (Abstand) der 2 angebrachten Titanclips wurden 3 Tage und 3 Monate nach der Operation mit Hilfe einer Skalierkugel am lateralen Patellarand anhand konventionell radiologischer Bildgebung gemessen. Die Verkippung und Verschiebung der Patella wurde nach der Methode von Heesterbeek et al. vermessen. Eine Zunahme der Clipdistanz von 5 mm oder mehr wurde als Versagen der Kapselnaht gewertet und nach Heesterbeek et al. als klinisch relevant eingestuft. Follow-Up-Messungen wurden 3 Tage postoperativ, vor Beginn der physiotherapeutischen Beübung und 3 Monate postoperativ durchgeführt, bevor die Patienten in das tägliche Leben zurückkehrten. Während der Nachuntersuchung mussten 4 Patienten aufgrund der schlechten Visualisierung der Titanclips in den postoperativen

Röntgenaufnahmen ausgeschlossen werden und in 3 Kniegelenken waren die Clips disloziert. Insgesamt mussten also 7 Patienten vom Studienprotokoll ausgeschlossen werden. Wir haben uns entschieden, 35 Patienten in jeder Gruppe zu analysieren.

Alle Daten wurden als Mittelwert (Standardabweichung (SD), Min-Max) dargestellt. Änderungen des KSS-Scores und des Feller-Scores wurden mit dem Welch-T-Test verglichen, während Clip-Dehiszenz, Patellaverkipfung und Patellashift durch den Wilcoxon-Mann-Whitney-Test verglichen wurden. Ein p-Wert $<0,05$ wurde als statistisch signifikant angesehen. Alle Analysen wurden mit R 3.2.1 durchgeführt.

Ergebnisse

Insgesamt zeigten 48 Patienten eine Zunahme der Kapseldehiszenz zwischen 0 und 4 mm und 5 Patienten eine Zunahme der Kapseldehiszenz von mehr als 4 mm zwischen den radiologischen Messungen Tag 3 und 3 Monate postoperativ. Patienten mit einer Kapseldehiszenz von mehr als 4 mm zeigten 3 Monate postoperativ eine signifikant geringere Verbesserung des Feller - Score (Mittelwert 4,4 (SD 4,6, Bereich 0 - 12)) als Patienten mit einer Kapseldehiszenz ≤ 4 mm (Mittelwert 11,2 (SD 5,8, Bereich -2 - 23), $p = 0,026$). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied für die KSS-Veränderung zwischen beiden Gruppen gefunden werden (Mittelwert 64,2 (SD 20,4, Bereich 36 - 91) vs. Mittelwert 61,7 (SD 23,9, Bereich 7 - 119), $p = 0,81$).

Die ligament-balanced Gruppe zeigte eine mittlere Zunahme der Dehiszenz der beiden Clips zwischen Tag 3 und 3 Monaten postoperativ von 1 mm (SD 1,6, Bereich 0 - 6), während die konventionelle Gruppe eine mittlere Zunahme der Dehiszenz von 1,7 mm aufwies (SD 1,9, Bereich 0 - 6). Demnach ergab sich eine Tendenz zu weniger Dehiszenz in der bandspannungsadaptierten Gruppe ($p =$

0,08) ohne statistisch signifikanten Unterschied. Des Weiteren zeigte sich in der bandspannungsadaptierten Gruppe ein mittleres Delta der Patellaverkipfung von $4,5^\circ$ (SD 3,2, Bereich 0,2 - 13,2) und in der konventionellen Gruppe $3,9^\circ$ (SD 3,9, Bereich 0 - 18,3). Zwischen den beiden Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied in der Veränderung der Patellaverkipfung zwischen der 3-tägigen und 3-monatigen postoperativen Messung gefunden werden ($p = 0,30$). Für das Delta der Patellaverschiebung wurde ein Mittelwert von 1,8 mm (SD 1,6, Bereich 0 - 6) in der bandspannungsadaptierten Gruppe und 2,2 mm (SD 2,1, Bereich 0 - 8 mm) in der konventionellen Gruppe gefunden. Wiederum konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden ($p = 0,58$). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied im klinischen Outcome (Feller-Score, KSS) zwischen der konventionellen und der bandspannungsadaptierten Gruppe gefunden werden.

Diskussion

Das MPFL spielt eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung der Patella bei Knieoperationen. Der Einfluss des durchtrennten MPFL im Rahmen eines medial parapatellaren Zuganges in der Knie totalendoprothetik auf die patellofemorale Stabilität und patellare Kinematik wurde bisher noch nicht untersucht. Darüber hinaus zeigt die Rotation der Femurkomponente in der Knie totalendoprothetik eine große Variabilität, unabhängig davon, ob eine konventionelle measured-resection Technik oder eine bandspannungsadaptierte Technik gewählt wurde. In einer kürzlich veröffentlichten Kadaveruntersuchung konnte die bestmögliche Wiederherstellung der natürlichen patellaren Kinematik im Rahmen der bandspannungsadaptierten Implantationstechnik gefunden werden im Vergleich zu unterschiedliche fixierten Femurrotationen in konventioneller Technik gefunden werden. Eine nicht physiologische Rotation der

Femurkomponente kann zu einer erhöhten Belastung des MPFL und der medialen Gelenkkapsel führen.

In der vorliegenden Untersuchung stellten wir die Hypothese auf, dass eine Dissektion des MPFL zu einer Schwächung der medialen Patellastabilisatoren und einer konsekutiven Dehiszenz der medialen Gelenkkapsel bei Implantation einer Knie totalendoprothese führt, was in weiterer Folge zu postoperativen vorderen Knieschmerzen und einem schlechteren klinischen Ergebnis führen kann. Wir nahmen weiter an, dass es bei Implantation einer Knie totalendoprothese einen Unterschied in der Gelenkkapseldehiszenz zwischen der Verwendung der measured-resection und der bandspannungsadaptierten Technik gibt.

In der vorliegenden Untersuchung fanden wir bei etwa 10% der Patienten, die zwischen 3. Tag und 3 Monate postoperativ eine Kapseldehiszenz von 5 mm oder mehr aufwiesen, einen statistisch signifikant niedrigeren Feller-Score, unabhängig von der verwendeten Operationstechnik. Daher konnten wir die Ergebnisse von Meftah und Ranawat, wonach die Entwicklungsrate von "neu auftretenden" vorderen Knieschmerzen etwa 10% betragen bestätigen. Beim Vergleich zweier Gruppen unter Verwendung einer measured-resection Technik und bandspannungsadaptierten Technik haben Nikolaidis et al. in einer CT-kontrollierten Studie keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der postoperativen Rotationsausrichtung der Femurkomponente gefunden. Dementsprechend konnten auch wir keinen signifikanten Unterschied in der Kapseldehiszenz oder im klinischen Ergebnis zwischen den beiden Gruppen feststellen. Als eine weitere Möglichkeit zur Einstellung der femoralen Komponentenrotation, wird außerdem die Orientierung nach der Whiteside-Linie unter Verwendung der Trochlea-Navigation genannt, wie von Piriou et al. beschrieben. Weitere Untersuchungen müssen jedoch erst zeigen, ob diese Techniken im Vergleich zur konventionellen Techniken auch zu weniger

Kapseldehiszenz führt. In Studien konnte gezeigt werden, dass das MPFL 60% der Kraft ausmacht, die einer lateralen Patella-Verlagerung entgegenwirkt, und eine MPFL-Verletzung zu einer etwa 50%-igen Verringerung der Kraft führt, die erforderlich ist, um die Patella bei gestrecktem Knie lateral zu dislozieren. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung unterstreichen diese Ergebnisse und die Bedeutung der medialen Kapselstabilisierung durch das MPFL.

Aufgrund der großen Variabilität der femoralen Komponentenrotation nach Implantation einer Knie totalendoprothese könnte es notwendig sein die Rekonstruktion des MPFL auch nach Implantation einer Knie totalendoprothese zu berücksichtigen, um den lateralisierenden Kräften entgegenzuwirken. Durch die Dissektion des MPFL bei Verwendung eines medialen parapatellaren Zuganges sollte der Operateur auf eine mögliche sekundäre Kapseldehiszenz achten.

Diese Studie hat mehrere Limitationen. Die verwendete Technik wurde nicht auf Reproduzierbarkeit geprüft. Darüber hinaus wurden die Messungen von nur einem verblindeten Untersucher durchgeführt. Daher konnten wir die Interobserver-Reliabilität nicht berechnen. Aus diesem Grund können Abweichungen in der Messung als möglicher "Confounder" angegeben werden. Aufgrund der schlechten Visualisierung der eingefügten Titanclips mussten einige Patienten aus dem Studienprotokoll ausgeschlossen werden. Zusätzlich musste der Röntgenskalierungsball in der exakten Ebene der Titanclips am medialen Rand der Patella platziert werden um eine genaue Messung der Clipdistanz zu erreichen. Bei einer Gruppengröße von 35 Patienten konnte kein signifikanter Unterschied im klinischen Ergebnis oder in der radiologischen Messung gefunden werden. Weitere klinische Untersuchungen mit größeren Patientenkohorten scheinen notwendig zu sein, um die vorliegenden Ergebnisse zu bestätigen und einen möglichen Nutzen einer MPFL-Rekonstruktion oder Augmentation nach Knieprothesenimplantation zu bewerten.

Schlussfolgerung

Bei Verwendung eines medialen parapatellaren Zuganges in der Knie totalendoprothese sollten sich Operateure unabhängig von der verwendeten Technik auf die mediale Kapselspannung konzentrieren, um ein Patella-Maltracking und eine sekundäre Kapseldehiszenz sowie womöglich schlechtere klinische Ergebnisse zu vermeiden. Weitere klinische Untersuchungen scheinen notwendig zu sein, um eine mögliche Rekonstruktion oder Augmentation des MPFL in der Knie totalendoprothetik zu evaluieren.

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle vor allem bei Herrn Prof. Dr. Dr. Joachim Grifka bedanken, der mir meine wissenschaftliche Laufbahn überhaupt ermöglichte, mich stetig unterstützt und gefördert hat und mich nach wie vor im Rahmen wissenschaftlicher Projekte unterstützt.

Ich möchte mich außerdem bei meinen langjährigen und sehr geschätzten Kollegen, Günther Maderbacher, Clemens Baier, Ernst Sendtner und Fabian Dotzauer für die gemeinsame strukturierte und angenehme Umsetzung dieser Studie bedanken. Bei meinen Eltern und vor allem Anna bedanke ich mich für die stetige Geduld und Unterstützung während der Umsetzung der vorliegenden Arbeit.

Lebenslauf

Armin Keshmiri

armin.keshmiri@klinik.uni-regensburg.de

Adresse: Adelgundenstraße 9
80538 München
Telefon: 0157/31338429

Geburtsdatum: 02.04.1984

Nationalität: Österreich

Familienstand: ledig



Berufserfahrung

Seit Juli 2017

**Medizinischer Direktor, Knee and Hip
Institute Munich**

April 2016

**Abteilung für Orthopädie/Unfallchirurgie
& Sportmedizin, Isarklinikum München**
Oberarzt Sektion Knie und Hüftchirurgie
Schwerpunkt: Knie- und Hüftchirurgie,
Sportmedizin
**Internationales Zentrum für
patellofemorale Chirurgie**

Februar 2012 – März 2016

**Abteilung für Orthopädie
Asklepios Klinik Bad Abbach für die
Universitätsklinik Regensburg**
Schwerpunkt: Knie- und Hüftchirurgie

Habilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie

Habilitationsschrift: "Die Patella-problematik in der Knieendoprothetik"

Januar 2010 – Dezember 2011

Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie und Wiederherstellungschirurgie

Zentralklinikum Augsburg

Schwerpunkt: Knie- und Hüftchirurgie

September 2007 – Dezember 2009

Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie

Klinik Vincentinum Augsburg

Schwerpunkt: Knie- und Hüftchirurgie

Mitgliedschaften

- **International Patellofemoral Study Group (IPSG)**
- **The European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy (ESSKA)**
- **Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie (AGA)**
- **Komiteemitglied AGA**
- **Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie (DGOOC)**
- **Deutsche Gesellschaft für manuelle Medizin (DGMM)**
- **Deutsche Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin (GOTS)**

Medizinische Ausbildung

Oktober 2001 – Juli 2007

Medizinische Universität Graz, Österreich
Studium der Humanmedizin

Leitung: Prof. Dr. Windhager (Chefarzt
Abteilung für Orthopädie)