

Aus dem Klinikum Region Hannover

Klinikum Agnes Karll Laatzen

Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin

Patienten mit Impingementsyndrom mit und ohne
Rotatorenmanschettendefekte erzielen 20 Jahre
nach Arthroskopischer Subakromialer
Dekompression gute funktionelle Ergebnisse

Dissertation zur Erlangung des
Doktorgrades der Medizin in der
Medizinischen Hochschule Hannover

Vorgelegt von Moritz Jaeger aus Burgwedel

Hannover 2016

Angenommen vom Senat der
Medizinischen Hochschule Hannover
am 13.09.2016

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Hochschule Hannover

Präsident:	Prof. Dr. med. Christopher Baum
Betreuer der Arbeit:	Prof. Dr. med. Oliver Rühmann und Dr. med. Thomas Berndt
Referent:	PD Dr. med. Jens Dominik Agneskirchner
Korreferent:	Prof. Dr. med. Rupert Meller
Tag der Mündlichen Prüfung:	13.09.2016
Prüfungsausschuss- mitglieder:	Prof. Dr. med. Henning Windhagen, Prof. Dr. med. Claus Petersen und Prof. Dr. med. Michael Winkler

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veröffentlichung	i
2. Zusammenfassung der Veröffentlichung	1
2.1. Einführung	1
2.2. Material und Methoden	2
2.2.1. Patienten, Indikation und Diagnostik	2
2.2.2. Operationstechnik	3
2.2.3. Datenerhebung und -evaluation	4
2.2.4. Statistische Auswertung	5
2.3. Ergebnisse	5
2.4. Diskussion	6
2.5. Einschränkungen	8
2.6. Schlussfolgerungen	9
3. Zusammenfassung und Ausblick	9
4. Literaturverzeichnis	10
5. Tabellen	15
6. Abbildungen	17
7. Abkürzungen	19
8. Lebenslauf	20
9. Erklärung nach § 2 Abs. 2 Nrn. 6 und 7 der Promotionsordnung	24
10. Danksagung	25

1. Veröffentlichung

Jaeger M, Berndt T, Ruhmann O, Lerch S. Patients With Impingement Syndrome With and Without Rotator Cuff Tears Do Well 20 Years After Arthroscopic Subacromial Decompression. *Arthroscopy*. 2015 Oct 24.

Patients With Impingement Syndrome With and Without Rotator Cuff Tears Do Well 20 Years After Arthroscopic Subacromial Decompression

Moritz Jaeger, Thomas Berndt, Dr. med., Oliver Rühmann, Prof. Dr. med., and Solveig Lerch, Dr. med.

Purpose: To present the long-term outcome of arthroscopic subacromial decompression (ASD) for patients with impingement syndrome with or without rotator cuff tears as well as with or without calcific tendinitis in a follow-up of 20 years. **Methods:** We included 95 patients after a mean follow-up of 19.9 (19.5 to 20.5) years. All patients underwent ASD, including acromioplasty, resection of the coracoacromial ligament, and coplaning without cuff repair. The Constant score was used to assess the functioning of the shoulder. In addition, we defined a combined failure end point of a poor Constant score and revision surgery. **Results:** Revision surgery was performed in 14.7% of the patients. The combined end point showed successful results in 78.8% of all cases. All patients with isolated impingement syndrome achieved successful results. Those with partial-thickness tears had successful outcomes in 90.9% of all cases, and patients with full-thickness tears had successful outcomes in 70.6% of all cases. The tendinitis calcarea group showed the poorest results, with a 65.2% success rate. **Conclusions:** Our long-term results show that patients with impingement syndrome who received ASD, including acromioplasty, resection of the coracoacromial ligament, and coplaning do well 20 years after the index surgery. ASD without cuff repair even appears to be a safe, efficacious, and sustainable procedure for patients with partial rotator cuff tears. **Level of Evidence:** Level IV, therapeutic case series.

Subacromial impingement syndrome is one of the most common causes of disabilities of the shoulder. The prevalence increases with age.¹⁻³ Neer^{4,5} first described the mechanism of the impingement syndrome as a problem of mechanical wear on the rotator cuff. He stated that a subacromial space that was too narrow—induced by acromial spurs or the coracoacromial ligament or osteophytes, or both, of the acromioclavicular joint—leads to 95% of rotator cuff tears. Based on this mechanical explanation, acromioplasty was established as a therapy for the impingement syndrome. Today, arthroscopic subacromial decompression (ASD), as first described by Ellman and

Gartsman,^{6,7} is a popular therapy to cure patients with impingement syndrome. Several studies have shown ASD to be as efficacious as open acromioplasty.⁸⁻¹⁰ To date, ASD has become increasingly established but at the same time is a controversial subject concerning indication and technique. Systematic reviews could not determine significant differences in the outcomes of the different therapeutic procedures.^{8,9,11} Some authors recommend ASD for isolated impingement and reparative surgery for rotator cuff tears.^{12,13} Other studies show that all patients with impingement, including those with tears, benefit from ASD.¹⁴⁻¹⁶ There is also no consensus about the indications for ASD in patients with tendinitis calcarea.¹⁷⁻²⁰

In 2008, Norlin et al.¹⁶ published an ASD study with a 10- to 13-year follow-up in patients with impingement syndrome, including patients with rotator cuff tears. In their population, the group with small full-thickness supraspinatus tears received the best results, followed by those with partial tears and those with isolated impingement. They concluded that ASD prevents further cuff deterioration, which may make repair of the cuff lesions unnecessary.

We reviewed a population of patients who underwent a strict ASD protocol without cuff repair at our

From the Clinic of Orthopedics, Traumatology and Sports Medicine, Klinikum Agnes Karll Laatzen, Klinikum Region Hannover, Laatzen, Germany.

The authors report that they have no conflicts of interest in the authorship and publication of this article.

Received January 5, 2015; accepted August 11, 2015.

Address correspondence to Moritz Jaeger, Clinic of Orthopedics, Traumatology and Sports Medicine, Klinikum Agnes Karll Laatzen, Klinikum Region Hannover, Hildesheimer Str. 158, 30880 Laatzen, Germany. E-mail: moritz.jaeger@posteo.de

© 2015 by the Arthroscopy Association of North America
0749-8063/1514/\$36.00

<http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.08.026>

institution 20 years previously in the early 1990s. The aim of this study was to present the long-term outcomes of ASD for patients with impingement syndrome with or without rotator cuff tears as well as with or without calcific tendinitis in a follow-up of 20 years. Our hypothesis was that patients with subacromial impingement syndrome with or without rotator cuff tears and with or without calcific deposits would have a good functional outcome 20 years after ASD without cuff repair.

Methods

From October 1992 to July 1993, 425 ASDs were performed in an ambulatory setting. All patients had subacromial impingement syndrome with or without a rotator cuff tear and with or without calcific deposits. The diagnosis was confirmed by a ultrasonographic examination followed by radiological imaging. Anteroposterior radiographic images were taken in a neutral as well as a 90° abduction position. The major criterion for the surgical indication, however, was the clinical examination and the patient's level of suffering. The range of motion and the integrity of the rotator cuff were examined clinically. To diagnose impingement syndrome, the surgeon made use of the Neer sign⁴ and the Hawkins-Kennedy test.²¹ ASD was offered to the patients if conservative treatment for a minimum of 4 months provided no palliation. All participants underwent primary surgery.

We present a retrospective treatment study without a control group. Chart review was undertaken in conjunction with clinical examination and interviews. We excluded patients with previously known instability of the shoulder and those older than 60 years at surgery, because these individuals might have skewed the data by death or serious comorbidities. The remaining 302 patients were divided into 5 groups according to the intraoperative findings following Patte's classification.²² A one-way analysis of variance

determined a group size of at least 16 patients to achieve a power greater than 80%. To ensure randomization, 166 patients who fulfilled the criteria for inclusion were called in alphabetical order. Fifty-five of them had moved to an unknown address or had died. Of 111 patients who could be reached personally, 9 did not want to participate (no reason provided) and 7 could not participate because of terminal illness. Ninety-five patients with a mean follow-up of 19.9 years (19.5 years to 20.5 years) were included in the study. Thus we could archive a follow-up rate of 57.2%. Table 1 shows the distribution of the 5 groups. The one-way analysis of variance resulted in 86.9% power. All patients included in the partial-thickness tear and full-thickness tear groups had isolated supraspinatus tears. The remaining patients had full-thickness tears of the supraspinatus tendon with secondary arthrotic changes. Two of these patients also had partial infraspinatus tears, 4 had partially torn subscapularis tendons, and one had a full-thickness tear of the subscapularis.

All patients participated voluntarily without any financial or other incentives. Approval for this study was granted by our local ethical committee (No. 1606-2012). The study was registered in the German Register of Clinical Studies (DRKS) (No. DRKS00006776).

Surgical Technique

All patients underwent a similar surgical procedure performed by the same well-experienced surgeon. As the first step of surgery, a motion study was performed with patients in the supine position under endotracheal anesthesia. Patients were then put in the lateral decubitus position. The standard posterior portal was used for the arthroscope. Surgery was started in the glenohumeral joint through the anterior portal. If the rotator cuff was affected, torn fibers were debrided. Synovectomy was then performed, followed by a partial resection of the coracoacromial ligament from the coracoid process. The arthroscope was moved to the subacromial space. Here, a bursectomy was done.

Table 1. Demographics

Subacromial Impingement Syndrome Groups	n	Mean Age at Surgery (range; SD)	Sex, male/female	Operated Arm Dominant/Nondominant
Group 1: subacromial impingement syndrome with intact tendons (isolated impingement syndrome)	16	46.3 (29-58; 8.6)	9/7	8/8
Group 2: subacromial impingement syndrome with partial-thickness tear (Patte classification I)	22	50.4 (33-59; 6.6)	13/9	12/10
Group 3: subacromial impingement syndrome with full-thickness tear (Patte classification II-III)	17	52.8 (43-58; 3.7)	8/9	11/6
Group 4: subacromial impingement syndrome with full-thickness tear and secondary arthrosis (Patte classification IV)	17	56.2 (44-58; 3.4)	15/2	13/4
Group 5: subacromial impingement syndrome with tendinitis calcarea	23	48.8 (40-58; 4.8)	10/13	12/11
All patients	95	50.8 (29-59; 6.2)	55/40	56/39

SD, standard deviation.

If necessary, torn rotator cuff fibers were debrided and intratendinous calcium deposits were located and removed under visualization. This was always followed by acromioplasty of the anteroinferior part of the acromion and coplaning of the acromioclavicular joint. The remaining part of the coracoacromial ligament was then resected to its acromial insertion. After the operation, there was intensive physiotherapy once a day for 4 weeks. If patients had a reduced range of motion on the first postoperative day, physiotherapy was prescribed twice a day. In addition to professional physiotherapy, the patients had to perform training sessions every day on their own. When the wounds were completely healed, the patients were instructed to go swimming. If there was still restriction of motion 4 weeks after surgery, physiotherapy was extended for 2 more weeks. The intensive postoperative protocol required a high rate of compliance. The surgery was not offered to patients who might have been unable to maintain this discipline.

Evaluation

All interviews and clinical examinations were conducted by the same orthopaedic surgeon (T.B.). In order to be able to interpret the outcomes of the surgical intervention, we kept a record of the revision operations. We especially asked if the patients had needed any kind of endoprosthesis.

We used the Constant score^{23,24} to assess the functioning of the shoulder. The Constant score is a well-established score with good inter- and intraobserver reliability. Subjective (activity and pain) together with objective (mobility and strength) parameters are added to reach a maximum of 100%. We measured pain on a modified visual analog scale (range, 0 to 15) and collected the activity parameters during anamnesis. We used a goniometer to assess the mobility and measured the abduction strength by means of a spring scale (Macro-Line Spring Scale, 20 kg; Persola AG, Baar, Switzerland) tied to the wrist of the patient, who stood upright and held the arm in 90° of abduction in the scapular plane. The result was shown in kilograms and multiplied by 2 for the Constant score.

Shoulder function and strength differ by sex and usually deteriorate with age. To specify the conclusions drawn from the Constant score, several authors examined different populations with asymptomatic individuals to find age-, sex-, and side-related normalized values of the Constant score.²⁴⁻²⁶ The relative-Constant score (rCS) used in this work is based on the normalized values of the Constant score determined by Constant et al.^{23,24} (Table 2): $(rCS = \frac{CS}{nCS} \times 100)$, where nCS is the normalized value of the Constant score.

To describe the success or failure of ASD, we defined a combined end point of rCS and revision surgery. Success means that the rCS of the patient is at least 70%

Table 2. Constant Score Normal Values^{23,24}

Age	Male Right	Male Left	Female Right	Female Left
41-50	86	96	85	78
51-60	94	87	75	71
61-70	83	83	70	68
71-80	76	73	71	64

and that no revision was needed during the 20 years after the operation.

Statistical Methods

The acquisition and administration of the data was performed by means of Microsoft Excel 2010 (Microsoft, Redmond, WA), followed by a statistical analysis in IBM SPSS Statistics, version 21 (SPSS, Chicago, IL). Frequencies were calculated for ordinal data, and the χ^2 test was applied for group comparison. Rational data were described by mean, range, and standard deviation. To compare the groups, analysis of variance and post hoc tests were used for parametric data, and the Mann-Whitney *U* test was used for nonparametric data. $P \leq .05$ was considered significant for differences in group comparison.

Results

The initial comparison of the demographic distribution (Table 1) showed that the patients with impingement syndrome and intact tendons were significantly younger than the patients with full-thickness tears ($P = .013$) and those with full-thickness tears and secondary arthrosis ($P = .029$). In the group of patients who had full-thickness tears and secondary arthrosis, there were significantly more men than in all other groups. Other age-, sex-, and side-related differences in the demographic distribution were not significant. The sizes of the groups did not differ significantly.

Twenty years after the index procedure, 14 of 95 patients (14.7%) had undergone revision surgery. Figure 1 shows the frequencies in each group. Ten of 14 patients who had revision operations underwent repeated ASD, 2 had open surgery, and 2 underwent unknown procedures. After 20 years, no endoprosthesis was needed. The mean period between the first ASD and revision surgery was 10.4 years (SD, 5.0; range, 0.9 to 19.45). In group comparisons, the χ^2 test showed that the group with impingement syndrome and tendinitis calcarea underwent significantly more frequent revision than did the patients with impingement ($P = .015$). Other differences were not statistically significant.

The mean rCS at follow-up was 100.9% (34% to 130%). Figure 2 shows all subscores. Patients with full-thickness tears and secondary arthrosis had significantly worse rCS results than did patients with

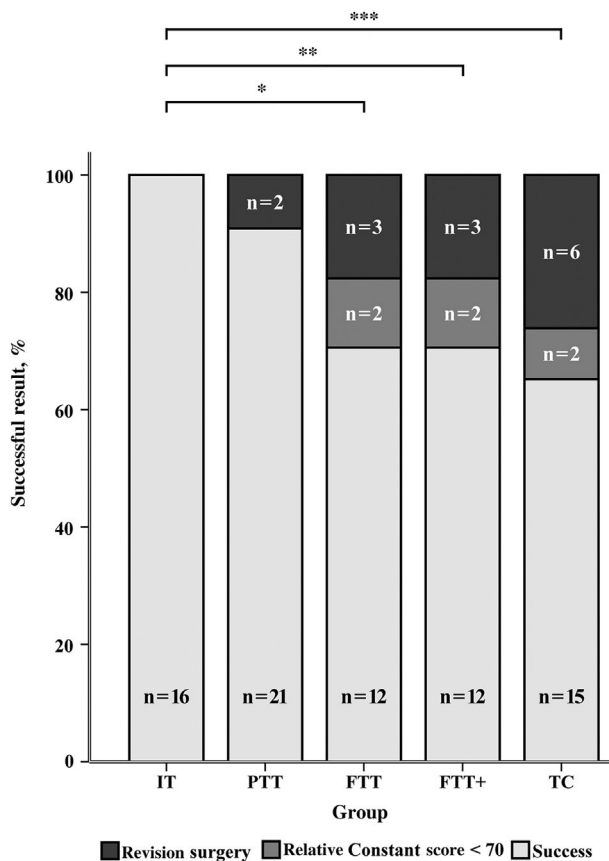


Fig 1. Combined end point (success = no revision surgery and relative Constant score ≥ 70). (FTT, impingement syndrome with full-thickness tears; FTT+, impingement syndrome with full-thickness tears and secondary arthrosis; IT, impingement syndrome with intact tendons; PTT, impingement syndrome with partial-thickness tears; TC, impingement syndrome and tendinitis calcarea.)

* $P = .019$; ** $P = .019$; *** $P = .015$.

partial-thickness tears ($P = .002$) and those with isolated impingement ($P = .018$). Other differences in rCS were not statistically significant. However, there were significant differences in some subitems. The patients in the impingement syndrome and tendinitis calcarea group showed inferior pain results compared with the partial-thickness group ($P = .028$). Patients with full-thickness tears had significantly worse strength results than did patients with partial-thickness tears ($P = .039$). Patients with full-thickness tears and secondary arthrosis had significantly poorer strength results than patients with partial-thickness tears ($P = .001$) and those with intact tendons ($P = .018$).

The combined end point of revision surgery and rCS 20 years after ASD showed successful results in 78.8% of all cases. All patients with isolated impingement syndrome achieved successful results. Among the patients with partial-thickness tears, 90.9% had a satisfactory benefit. In both groups with full-thickness tears

(the group with full-thickness tears and the group with full-thickness tears and secondary arthrosis), 70.6% of operations were successful. Among the patients with full-thickness tears and secondary arthrosis, there were no significant differences in any subitem concerning the state of the infraspinatus or subscapularis tendon at the index operation.

The group with tendinitis calcarea showed the poorest results, with a 65.2% success rate (Fig 1). The χ^2 test showed that patients with isolated impingement syndrome benefited significantly more often from ASD than did patients with full-thickness tears ($P = .019$), full-thickness tears and secondary arthrosis ($P = .019$), and impingement syndrome and tendinitis calcarea ($P = .015$).

In the comparison of all groups, the combined end point showed no age-, sex-, or side-related differences. However, men had significantly better strength ($P = .006$) but significantly poorer rCS ($P = .007$).

Discussion

Based on the combined end point of revision surgery and rCS, our reviewed population had successful results in 78.8% of all cases 20 years after ASD. Among the patients with isolated impingement syndrome, no revision surgery was needed and all participants had at least good rCS results. The success rate seems to decrease with increasing rotator cuff damage or the appearance of calcium deposits.

According to our results, we can corroborate the hypothesis that patients with impingement syndrome with or without rotator cuff tears have a good functional outcome 20 years after ASD without cuff repair. In contrast, we disprove the hypothesis concerning patients with tendinitis calcarea because of the unacceptably high reoperation rate.

There are few reviews about therapeutic interventions for subacromial impingement syndrome. There does not seem to be clear evidence for conservative treatment or for surgical treatment.^{8,9,27} Dorrestijn et al.¹¹ suggested that we should not overestimate the lack of evidence, because there is a therapeutic dilemma regarding how to treat patients after failed conservative therapy. It would also be difficult to create high-quality studies because patients would be afraid of insufficient treatment if they were part of the conservative arm. However, there remains the problem of what to offer those patients in whom conservative treatment fails.¹¹

There are several studies that present short- to midterm results proving that ASD is a safe procedure with a reliable outcome.^{12-16,28-30} Studies presenting the long-term outcome after ASD include only patients with impingement syndrome with intact rotator cuffs.^{28,29} To our knowledge, there are just a few studies describing the outcome of ASD for patients with tears.¹⁴⁻¹⁶

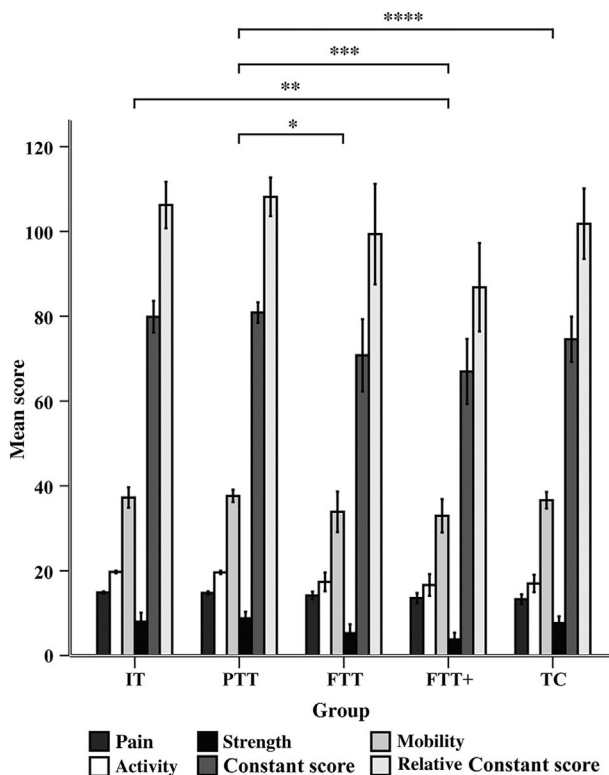


Fig 2. Mean values of the subitems, Constant score, and relative Constant score (rCS) of all groups. Error bars show 95% confidence interval. (FTT, impingement syndrome with full-thickness tears; FTT+, impingement syndrome with full-thickness tears and secondary arthrosis; IT, impingement syndrome with intact tendons; PTT, impingement syndrome with partial-thickness tears; TC, impingement syndrome and tendinitis calcarea.)

* $P = .039$ (strength); ** $P = .018$ (rCS) and $P = .018$ (strength); *** $P = .002$ (rCS) and $P = .001$ (pain); **** $P = .028$ (pain).

Massoud et al.¹⁵ presented a study of patients who received ASD with debridement of torn rotator cuffs without coplaning or resection of the coracoacromial ligament after a follow-up of 2 to 5 years. They reported successful results in 74.6% and 21% of revision operations, respectively. They recommended decompression only for patients older than 60 years; however, for younger individuals and manual workers, they recommended additional cuff repair. Norlin et al.¹⁶ published a study on ASD with a strict nonrepair policy after a follow-up of 10 to 13 years. In this cohort, bursectomy and resection of the anteroinferior aspect of the acromion were also the only procedures performed. Patients with small full-thickness supraspinatus tears had results that were superior to those in patients with partial tears and those with intact cuffs. They concluded that suturing of these lesions may not be necessary. Eid et al.¹⁴ also identified good outcomes after ASD that included bursectomy, partial resection of the

coracoacromial ligament from the anteroinferior aspect of the acromion, and acromioplasty. They concluded that there is no need to address partially torn rotator cuffs if they are found at operation.¹⁴ Björnsson et al.²⁸ stated that ASD seems to reduce further cuff deterioration. Using ultrasonographic imaging, they found a tear rate of just 18% after a follow-up of 15 years. They concluded that ASD can reduce extrinsic factors such as the mechanical wear of the rotator cuff. Norlin et al.¹⁶ stated that ASD might prevent further cuff deterioration. Similar to our study design, their results were based on functional outcome without any imaging. Because the mean rCS of our patients with intact tendons and those with partial-thickness tears indicate normal shoulder function, we can support Norlin et al.'s statement.

Chin et al.³¹ presented the long-term results of open acromioplasty in patients with impingement syndrome. After 25 years, 88% were satisfied with their long-term outcomes, but 15.6% of the patients required additional surgery. In comparison, we can present a much lower reoperation rate in the equivalent groups in our study (0% in the group with intact tendons and 9.5% in the group with partial-thickness tears) (Fig 1).

In the groups with full-thickness tears and full-thickness tears and secondary arthrosis at the index operation, 70.6% achieved successful results. Additional surgery was required in 17.6% of all cases, and a poor rCS was shown in 11.8%.

Neer et al.³² and other authors^{33,34} expect unrepaired rotator cuff tears that are not repaired at surgery to worsen over time and therefore to lead to potential cuff tear arthropathy, which could be an indication for arthroplasty.^{35,36} Because we were not able to use radiographic imaging, we cannot contribute a scientifically incontestable statement to this controversy, yet the fact is that none of the patients included in our study had a worsened state of shoulder function to a degree that required treatment with an endoprosthesis, and no participant experienced a stiffened shoulder.

Based on the combined end point, the group with tendinitis calcarea showed the worst results in our study: 35% showed failure, 75% of which was caused by the need of revision surgery (5 repeated ASDs and 1 unknown procedure) (Fig 1). However, it is hard to interpret these facts. It is possible that calcific deposits were not adequately cleared; there was no intraoperative radiographic evaluation in the ambulatory setting.

It is widely acknowledged that the aim of surgical intervention is to remove as much of the calcium deposits as possible.^{18,37,38} The controversial point is the indication for ASD in patients with impingement syndrome and tendinitis calcarea. Tillander et al.³⁹ suggested that ASD itself suffices to allow free gliding under the acromion and that no removal of the calcium deposits is needed.³⁹ Other authors see no advantage or

even disadvantage for patients who receive an ASD with debridement of deposits in comparison with debridement without ASD.^{17,37}

We suggest that as much calcium be removed as possible under intraoperative radiographic control. To enforce this argument, we propose to conduct further studies with a greater number of cases and an enhanced study design to find out more details about the high rate of revision surgery.

Limitations

We can only present a retrospective study without a control group because there was no intent for scientific follow-up studies at the time of the index surgery. For this reason, a quantifiable score on the functioning of the shoulder was not documented. All examinations and interviews for this study were carried out by a single orthopaedic surgeon, which renders blinded evaluation impossible. We do not present postoperative imaging because radiation exposure is not ethically justifiable in asymptomatic patients. Over the course of 20 years, many patients have moved to unknown addresses or have died, which produces a follow-up rate of only 57.2%.

Conclusions

Our long-time results show that patients with impingement syndrome who received ASD, including acromioplasty, resection of the coracoacromial ligament, and coplaning, did well 20 years after the index operation. ASD without cuff repair even appears to be a safe, efficacious, and sustainable procedure for patients with partial rotator cuff tears.

References

- Schibany N, Zehetgruber H, Kainberger F, et al. Rotator cuff tears in asymptomatic individuals: A clinical and ultrasonographic screening study. *Eur J Radiol* 2004;51:263-268.
- Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8:296-299.
- Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:116-120.
- Neer CS II. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1983;173:70-77.
- Neer CS II. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. 1972. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1399.
- Ellman H, Gartsman GM. *Arthroscopic shoulder surgery and related procedures*. Malvern, PA: Lea & Febiger, 1993.
- Gartsman GM. Arthroscopic acromioplasty for lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:169-180.
- Checroun AJ, Dennis MG, Zuckerman JD. Open versus arthroscopic decompression for subacromial impingement. A comprehensive review of the literature from the last 25 years. *Bull Hosp Jt Dis* 1998;57:145-151.
- Gebremariam L, Hay EM, Koes BW, Huisstede BM. Effectiveness of surgical and postsurgical interventions for the subacromial impingement syndrome: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92:1900-1913.
- Spanghel MJ, Hawkins RH, McCormack RG, Loomer RL. Arthroscopic versus open acromioplasty: A prospective, randomized, blinded study. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:101-107.
- Dorrestijn O, Stevens M, Winters JC, van der Meer K, Diercks RL. Conservative or surgical treatment for subacromial impingement syndrome? A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18:652-660.
- Kempf J, Gleyze P, Bonnomet F, et al. A multicenter study of 210 rotator cuff tears treated by arthroscopic acromioplasty. *Arthroscopy* 1999;15:56-66.
- Biberthaler P, Beirer M, Kirchhoff S, Braunstein V, Wiedemann E, Kirchhoff C. Significant benefit for older patients after arthroscopic subacromial decompression: A long-term follow-up study. *Int Orthop* 2013;37:457-462.
- Eid AS, Dwyer AJ, Chambler AF. Mid-term results of arthroscopic subacromial decompression in patients with or without partial thickness rotator cuff tears. *Int J Shoulder Surg* 2012;6:86-89.
- Massoud SN, Levy O, Copeland SA. Subacromial decompression. Treatment for small- and medium-sized tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:955-960.
- Norlin R, Adolfsson L. Small full-thickness tears do well ten to thirteen years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:12S-16S.
- Balke M, Bielefeld R, Schmidt C, Dedy N, Liem D. Calcifying tendinitis of the shoulder: Midterm results after arthroscopic treatment. *Am J Sports Med* 2012;40:657-661.
- Jerosch J, Strauss JM, Schmiel S. Arthroscopic treatment of calcific tendinitis of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7:30-37.
- Rizzello G, Franceschi F, Longo UG, et al. Arthroscopic management of calcific tendinopathy of the shoulder—do we need to remove all the deposit? *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2009;67:330-333.
- Rupp S, Seil R, Kohn D. Tendinosis calcarea of the rotator cuff. *Orthopade* 2000;29:852-867.
- Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med* 1980;8:151-158.
- Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1990;254:81-86.
- Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987;214:160-164.
- Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sojbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: Modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:355-361.
- Katolik LI, Romeo AA, Cole BJ, Verma NN, Hayden JK, Bach BR. Normalization of the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14:279-285.
- Tavakkolizadeh A, Ghassemi A, Colegate-Stone T, Latif A, Sinha J. Gender-specific Constant score correction for age. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:529-533.
- Walther M, Werner A, Stahlschmidt T, Woelfel R, Gohlke F. The subacromial impingement syndrome of the

- shoulder treated by conventional physiotherapy, self-training, and a shoulder brace: Results of a prospective, randomized study. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13:417-423.
28. Björnsson H, Norlin R, Knutsson A, Adolfsson L. Fewer rotator cuff tears fifteen years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:111-115.
 29. Odenbring S, Wagner P, Atroshi I. Long-term outcomes of arthroscopic acromioplasty for chronic shoulder impingement syndrome: A prospective cohort study with a minimum of 12 years' follow-up. *Arthroscopy* 2008;24:1092-1098.
 30. Magaji SA, Singh HP, Pandey RK. Arthroscopic subacromial decompression is effective in selected patients with shoulder impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 2012;94:1086-1089.
 31. Chin PY, Sperling JW, Cofield RH, Stuart MJ, Crownhart BS. Anterior acromioplasty for the shoulder impingement syndrome: Long-term outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:697-700.
 32. Neer CS II, Craig EV, Fukuda H. Cuff-tear arthropathy. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:1232-1244.
 33. Hsu HC, Luo ZP, Stone JJ, Huang TH, An KN. Correlation between rotator cuff tear and glenohumeral degeneration. *Acta Orthop Scand* 2003;74:89-94.
 34. Ecklund KJ, Lee TQ, Tibone J, Gupta R. Rotator cuff tear arthropathy. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15:340-349.
 35. Brunner U, Rückl K, Fruth M. Defektarthropathie – Langzeitergebnisse der inversen Schultertotalendoprothesenimplantation. *Der Orthopäde* 2013;42:522-530 [in German].
 36. Elki S, Rühmann O, Benson S, Berndt T. Die Glenoid-Rekonstruktionsschale bei Defektarthropathie. *Obere Extremität* 2009;4:246-255 [in German].
 37. Marder RA, Heiden EA, Kim S. Calcific tendonitis of the shoulder: Is subacromial decompression with removal of the calcific deposit beneficial? *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20:955-960.
 38. Porcellini G, Paladini P, Campi F, Paganelli M. Arthroscopic treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: Clinical and ultrasonographic follow-up findings at two to five years. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13:503-508.
 39. Tillander BM, Norlin RO. Change of calcifications after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7:213-217.

2. Zusammenfassung der Veröffentlichung

2.1. Einführung

Das subakromiale Impingementsyndrom ist eine der häufigsten Ursachen für Schulterbeschwerden des Erwachsenen. Bei der Abduktion des betroffenen Armes kommt es durch eine Einengung im subakromialen Raum zu charakteristischen Beschwerden. Die Einengung kann verschiedene Ursachen haben, so kommen die Bildung eines knöchernen Sporns an der anterokaudalen Fläche des Akromions entlang des korakoakromialen Bandes, Osteophyten des Akromioklavikulgelenks oder Auftreibungen der Rotatorenmanschette meist durch eine Sehnenverkalkung (Tendinitis calcarea) in Frage (1, 2).

Die Diagnose erfolgt weitgehend klinisch. Neben der Untersuchung des typischen Beschwerdebildes eines schmerzhaften Bogens hat sich die Anwendung von klinischen Tests als verlässliches Instrument erwiesen. Neben dem Neer-Zeichen (1) und dem Hawkins-Kennedy-Test (3) in Bezug auf das Impingementsyndrom können mittels des Jobe-, Belly-Press- oder Lift-Off-Tests sowie des Außenrotations-Lag-Signs der Zustand der Rotatorenmanschette beurteilt werden. Die Sonografie und die Magnetresonanztomographie (MRT) der Rotatorenmanschette können detailliertere Hinweise auf etwaige Sehndefekte liefern.

Charles Neer begründete die Genese des Impingementsyndroms in den 1970er Jahren mit einer mechanischen Überlastung der Rotatorenmanschette. Etwa 95% der Defekte seien dadurch erklärbar (1, 4). Diesem Ansatz folgend wurde die offene Akromioplastik zur Therapie des Impingementsyndroms entwickelt (2). In den 1980er Jahren wurde es dann technisch möglich, das Schultergelenk arthroskopisch zu operieren. Ellman beschrieb die Technik der Arthroskopischen Subakromialen Dekompression (ASD) (5), welche sich bis heute zunehmend etabliert hat und aktuell in modifizierter Form das Standardverfahren zur chirurgischen Therapie des Impingementsyndroms darstellt. In Studien konnte gezeigt werden, dass die ASD und die offene Akromioplastik mindestens gleichwertige Ergebnisse erzielen (6-8).

Weitgehend akzeptiert ist die Indikation zur ASD bei Patienten mit Impingementsyndrom nach erfolglosem, konservativem Therapieversuch von etwa drei Monaten. Es hält sich jedoch eine lebhafte Diskussion über die Ausdehnung bzw.

Radikalität der OP-Technik. Systematische Reviews konnten bisher keine signifikanten Unterschiede im Outcome verschiedener Interventionsoptionen zeigen (6, 7, 9, 10). Neben der reinen ASD kommen verschiedene Studien in Bezug auf die mögliche Resektion des korakoakromialen Ligaments (CAL), das Debridement aufgetriebener oder rupturierter Rotatorenmanschetten sowie die Resektion von Osteophyten des akromioklavikulären Gelenks (Co-Planing) zu verschiedenen Ergebnissen (11-18). Ebenso empfehlen einige Autoren die ASD nur für das isolierte Impingementsyndrom und favorisieren eine Rekonstruktion von RM-Defekten (11, 12, 14). Andere Studien kommen zu dem Ergebnis, dass auch Patienten mit Impingementsyndrom in Kombination mit RM-Defekten ohne die Versorgung von Sehndefekten von der ASD profitieren (13, 15).

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Langzeitergebnisse von Patienten, welche in den frühen 1990er Jahren mit der Arthroskopischen Subakromialen Dekompression versorgt wurden. Die Patienten litten an einem Impingementsyndrom in Kombination mit oder ohne Rotatorenmanschettendefekte sowie mit oder ohne Tendinitis calcarea.

2.2. Material und Methoden

2.2.1. Patienten, Indikation und Diagnostik

In einer orthopädischen Praxis wurden von Oktober 1992 bis Juli 1993 425 ambulante Arthroskopische Subakromiale Dekompressionen bei Patienten mit Impingementsyndrom in Kombination mit oder ohne Rotatorenmanschettendefekte bzw. mit oder ohne Tendinitis calcarea durchgeführt. Entscheidend für die Diagnose des Impingementsyndroms waren die Beschwerden des Patienten sowie das Ergebnis der klinischen Untersuchung. Es wurde das Neer-Zeichen (1) erhoben sowie der Hawkins-Kennedy-Test (3) durchgeführt. Weitere klinisch-funktionelle Tests zur Beurteilung der Rotatorenmanschette kamen zur Anwendung. Die Diagnostik wurde durch Sonografie sowie durch Röntgenaufnahmen komplettiert.

Den Patienten wurde eine ASD angeboten, wenn eine konservative Therapie über mindestens drei Monate erfolglos war. Alle eingeschlossenen Patienten wurden zum ersten Mal an der betroffenen Schulter operiert. Patienten mit einer vorbekannten Schulterinstabilität sowie Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation älter als 60 Jahre

waren, wurden von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen, da diese durch Komorbiditäten die Ergebnisse in unberechenbarer Weise beeinflusst hätten.

Die verbliebenen Patienten wurden entsprechend der intraoperativen Befunde in fünf Gruppen eingeteilt (Tab. I). Die Einteilung orientierte sich an der Klassifikation der Rotatorenmanschettenpathologie nach Patte (19). Die Patienten mit Tendinitis calcarea bildeten eine eigene Gruppe.

Unter den gegebenen Ausgangsbedingungen zeigte eine ANOVA, dass eine Gruppengröße von mindestens 16 Patienten pro Gruppe notwendig sei, um eine Power von mindestens 80% zu erzielen.

166 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien und wurden, um eine randomisierte Auswahl zu gewährleisten, innerhalb der Gruppen in alphabetischer Reihenfolge telefonisch kontaktiert. 111 Patienten konnten persönlich erreicht werden, 55 Patienten waren unbekannt verzogen oder verstorben. Neun der Angerufenen waren ohne Angabe von Gründen nicht bereit an der Studie teilzunehmen, sieben weitere konnten wegen immobilisierender Erkrankungen nicht untersucht werden.

95 Patienten mit einem mittleren Follow-Up von 19,9 Jahren (19,5 – 20,5) konnten in die Studie eingeschlossen werden, woraus sich eine Follow-Up Rate von 57,2% ergab. Tabelle I präsentiert die Verteilung über die Gruppen. Eine ANOVA zeigte eine erreichte Power von 86,9%.

Alle Patienten nahmen freiwillig und ohne finanzielle oder andere Anreize an der Studie teil. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Hannover genehmigt (Nr.: 1606-2012) sowie im Deutschen Register für Klinische Studien registriert (Nr.: DRKS00006776).

2.2.2. Operationstechnik

Alle Patienten unterzogen sich dem gleichen OP-Protokoll und alle Eingriffe wurden von derselben, erfahrenen Chirurgin durchgeführt.

Die Operation erfolgte in Seitenlagerung. Zunächst wurde im Glenohumeralgelenk durch das anteriore Portal ggf. ein Debridement von Rotatorenmanschettendefekten durchgeführt, anschließend wurden der Proc. coracoideus und das Lig.

coracoacromiale durch eine ausgedehnte Synovektomie dargestellt. Das Lig. coracoacromiale wurde am Processus abgesetzt und teilresiziert. Nun wurde das Arthroskop in den subakromialen Raum umgesetzt. Hier wurde mit einer Bursektomie begonnen, falls notwendig folgte im Anschluss ein Debridement von Rotatorenmanschettendefekten oder die Ausräumung von Kalkdepots unter Sicht. Der nächste Schritt war immer eine Akromioplastik inklusive eines Co-Planings des akromioklavikulären Gelenkes gefolgt von der Resektion des verbliebenen Rests des korakoakromialen Bandes (20).

Alle Patienten erhielten ein intensives postoperatives Trainingsprotokoll mit Physiotherapie und Eigenübungen. Dies erforderte ein hohes Maß an Compliance und Vertrauen zwischen Patient und Ärztin. Konnte dieses im Vorfeld nicht etabliert werden, wurde keine Operation angeboten.

2.2.3. Datenerhebung und Evaluation

Um das funktionelle Outcome der ASD beschreiben zu können, wurde der Constant-Score angewandt (21). Zudem wurde die Notwendigkeit von Revisionsoperationen, insbesondere in Hinblick auf eine stattgehabte endoprothetische Versorgung, erfragt.

Der Constant-Score ist ein gut etabliertes Werkzeug mit einer guten Inter- und Intra-Beobachter-Reliabilität. Subjektive (Aktivität und Schmerzen) und objektive (Bewegungsumfang und Kraft) Parameter werden erhoben und zu einem Maximum von 100 Punkten addiert (21, 22). Da sich die zu erwartende Schulterfunktion und -kraft je nach Geschlecht, untersuchter Seite und Alter unterscheidet (Tab. II), wurde im Anschluss ein geschlechts-, seiten- und altersnormierter Relativer-Constant-Score (rCS) gebildet und in Prozent angegeben (21-24).

Um eine prägnante Aussage über Erfolg und Versagen der ASD treffen zu können, wurde ein kombinierter Endpunkt aus Relativem-Constant-Score und der Notwendigkeit einer erneuten Operation gebildet. Erfolg wurde definiert als Relativer-Constant-Score von mindestens 70% und null weiteren Operationen.

2.2.4. Statistische Auswertung

Die Datenerfassung und -verwaltung wurde mit Microsoft® Excel® 2010 (Microsoft, Redmond, WA, USA) und die statistische Analyse mit IBM® SPSS® Statistics 21 (International Business Machines Cooperation, Armonk, NY, USA) durchgeführt. Für ordinale Daten wurden Häufigkeiten bestimmt und χ^2 -Tests zum Gruppenvergleich durchgeführt. Rationale Daten wurden durch Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung beschrieben. Zum Gruppenvergleich kamen ANOVA und Post-Hoc-Tests für parametrische Daten sowie der Mann-Whitney-U-Test für nicht-parametrische Daten zur Anwendung. Zur Beschreibung von Gruppenunterschieden gilt ein P-Wert von $\leq 0,05$ als signifikant.

2.3. Ergebnisse

Der Gruppenvergleich in Bezug auf die demografische Verteilung zeigt, dass Patienten der Gruppe mit isoliertem Impingementsyndrom signifikant jünger sind als die der Gruppen mit durchgehenden Defekten (FTT) ($p = 0,013$) sowie mit durchgehenden Defekten und sekundärarthrotischen Veränderungen (FTT+) ($p = 0,029$). In der FTT+-Gruppe sind signifikant mehr Männer als in allen anderen Gruppen. Andere Geschlechts-, Alters- oder Seitenunterschiede sind nicht statistisch signifikant. In der Gruppengröße gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Innerhalb des Follow-Up-Zeitraumes unterzogen sich 14,7% der Patienten einer Revision; Abb.1 zeigt die Häufigkeiten aller Gruppen. Nach 20 Jahren hat kein Patient eine endoprothetische Versorgung benötigt. Der mittlere Zeitraum zwischen initialer OP und Revision beträgt 10,4 Jahre (SD = 5; Spannweite 0,9 – 19,45). Im Gruppenvergleich zeigt sich, dass innerhalb der Tendinitis calcarea-Gruppe signifikant häufiger als in der Gruppe mit isoliertem Impingement revidiert wurde.

Der mittlere Relative-Constant-Score aller Patienten beträgt 100,9% (34 – 130); Abb. 2 zeigt alle Subscores. Patienten der FTT+-Gruppe haben signifikant schlechtere rCS-Ergebnisse als Patienten der PTT-Gruppe ($p = 0,002$) und der Gruppe mit isoliertem Impingementsyndrom ($p = 0,018$). Zudem gibt es zwischen den Gruppen Unterschiede in Bezug auf die Sub-Scores. Die Patienten der Tendinitis calcarea-Gruppe haben

schlechtere Schmerzergebnisse als die Patienten der PTT-Gruppe ($p = 0,028$). Die Patienten der FTT-Gruppe erzielen geringere Kraftwerte als die Patienten der PTT-Gruppe ($p = 0,039$). Die Kraftwerte der FTT+-Gruppe sind sowohl signifikant geringer als die der PTT-Gruppe ($p = 0,001$) als auch die der Patienten mit isoliertem Impingementsyndrom ($p = 0,018$).

Der kombinierte Endpunkt aus Relativem-Constant-Score und operativer Revision zeigt 20 Jahre nach ASD in 78,8% aller untersuchten Fälle erfolgreiche Ergebnisse. Von den Patienten der Gruppe mit isoliertem Impingementsyndrom zeigen 100% ein erfolgreiches Ergebnis. In der Gruppe der Patienten mit Partialdefekten profitieren 90,9% der Untersuchten von der OP. In den Gruppen mit durchgehenden Defekten der Rotatorenmanschette, also sowohl in der FTT- als auch in der FTT+-Gruppe, erreichen 70,6% der Patienten ein erfolgreiches Ergebnis.

Die Tendinitis calcarea-Gruppe zeigt mit nur 65,2% die schlechteste Erfolgsrate (Abb. 1). Im Gruppenvergleich zeigt sich, dass Patienten mit isoliertem Impingementsyndrom signifikant häufiger erfolgreiche Ergebnisse erzielen als die Patienten der FTT-, FTT+- und der Tendinitis calcarea-Gruppe.

In Hinblick auf den kombinierten Endpunkt gibt es keine signifikanten Alters-, Geschlechts- oder Seitenunterschiede. Jedoch haben Männer signifikant höhere Kraft ($p = 0,006$) aber schlechtere rCS-Ergebnisse ($p = 0,007$).

2.4. Diskussion

Basierend auf dem kombinierten Endpunkt aus Relativem-Constant-Score und Revisionsoperation erreichen in der in dieser Studie untersuchten Gruppe 78,8% aller Patienten 20 Jahre nach ASD erfolgreiche Ergebnisse. Die Erfolgsrate scheint mit steigender Ausdehnung eines Rotatorenmanschettendefektes zum Zeitpunkt der OP zu sinken. Ebenso scheint ein Kalkdepot in der Rotatorenmanschette das Outcome negativ zu beeinflussen.

Bisher konnte keine eindeutige Evidenz für oder gegen ein bestimmtes konservatives oder operatives Vorgehen herausgearbeitet werden (6, 7, 9, 10). Es existieren

zahlreiche Arbeiten, die die kurz- bis mittelfristigen Ergebnisse der ASD dokumentieren (11, 13, 25). In den meisten Arbeiten zeigt sich, dass die ASD eine sichere und effiziente Therapieoption ist (11-18). Langzeitergebnisse der ASD sind nach unserer Kenntnis bisher lediglich für Patienten mit intakten Rotatorenmanschetten dokumentiert (16, 17), uns sind nur wenige Studien bekannt, die das Outcome von Patienten mit Rotatorenmanschettendefekten nach ASD zeigen (13-15). Massoud et al. präsentierten eine Studie über Patienten, die aufgrund eines Impingementsyndroms mit Rotatorenmanschettendefekten mit der ASD versorgt wurden. Die Operationstechnik beinhaltete Akromioplastik und Debridement von Defekten der Rotatorenmanschette jedoch ohne Co-Planing und Resektion des Lig. coracoacromiale. Nach einem Follow-Up von zwei bis fünf Jahren zeigten sich in 74,6% der Fälle erfolgreiche Ergebnisse, 21% mussten revidiert werden. Die Autoren empfahlen hier daraufhin nur für ältere Patienten die ASD und für jüngere oder aktivere Menschen eine Rekonstruktion der Rotatorenmanschette (14).

Norlin et al. präsentierten die 10- bis 13-Jahresergebnisse nach ASD von Patienten mit und ohne Rotatorenmanschettendefekte. Neben der Akromioplastik erhielten die Patienten nur eine subakromiale Bursektomie. Die besten Ergebnisse zeigten die Patienten mit isolierten, durchgehenden Supraspinatusdefekten, gefolgt von denen mit Partialdefekten und denen mit intakten Sehnenverhältnissen. Die Schlussfolgerung war, dass diese Defekte nicht adressiert werden müssten (15).

Eid et al. zeigten gute Ergebnisse der ASD inklusive Bursektomie, Partialresektion des Lig. coracoacromiale am akromialen Ansatz und Akromioplastik. Auch Eid et al. kamen zu dem Schluss, dass intraoperativ gefundene Partialdefekte der Rotatorenmanschette nicht versorgt werden müssten (13).

Charles Neer und andere Autoren erwarteten, dass sich der Zustand unversorgter Rotatorenmanschettendefekte progredient verschlechtere und letztendlich in einer Cuff-Tear-Arthropathie münden könne (4). Die Tatsache, dass keiner der in die vorliegende Studie eingeschlossenen Patienten endoprothetisch versorgt wurde oder eine Schultersteife entwickelte, gibt deutliche Hinweise darauf, dass eine erfolgte ASD positiven Einfluss auf diesen erwarteten Prozess haben kann.

Björnsson et al. zeigten, dass die ASD die Degeneration der Rotatorenmanschette zu reduzieren scheint. Mittels Sonografie fanden sie 15 Jahre nach ASD eine Defektrate

von lediglich 18%. Sie schlussfolgerten, dass die ASD extrinsische Faktoren wie die mechanische Belastung reduziere (16). Auch Norlin et al. sind der Meinung, dass die ASD einen Progress der Rotatorenmanschettendegeneration reduzieren könne (15). Norlins These kann durch die Ergebnisse dieser Studie unterstützt werden.

Chin et al. untersuchten die Langzeitergebnisse der offenen Akromioplastik bei Patienten mit Impingementsyndrom. Nach 25 Jahren erreichten 88% der Patienten ein zufriedenstellendes Ergebnis, jedoch mussten 15,6% der Patienten im Verlauf revidiert werden (26). Im Vergleich zeigt diese Arbeit nach der Arthroskopischen Versorgung eine deutlich niedrigere Rate in den äquivalenten Gruppen – 0% in der Gruppe mit isoliertem Impingement und 9,5% in der PTT-Gruppe (Abb. 1.).

Es ist weitgehend akzeptiert, dass das Ziel der operativen Versorgung der Tendinitis calcarea ist, soviel Kalk wie möglich auszuräumen (27-29). Kontrovers diskutiert wird bis heute jedoch die Indikation der ASD bei Patienten mit Tendinitis calcarea (28, 30, 31). Basierend auf dem kombinierten Endpunkt zeigt die Tendinitis calcarea-Gruppe die schlechtesten Ergebnisse. Von den 35% an Therapieversagern aus der Gruppe wurden 75% im Verlauf revidiert. Es ist schwierig diese Zahlen zu interpretieren. Eine Möglichkeit könnte sein, dass die Kalkdepots nicht hinreichend radikal ausgeräumt wurden. Die Ausräumung fand lediglich unter Sicht, ohne Röntgenkontrolle, statt.

2.5. Einschränkungen

Die vorliegende Studie präsentiert nur retrospektive Ergebnisse ohne Kontrollgruppe. Zum Zeitpunkt der Operationen war es nicht geplant, die Ergebnisse wissenschaftlich auszuwerten, es wurde kein quantitativer Score erhoben, so dass ein Longitudinalvergleich nicht möglich war. Alle Untersuchungen und Interviews wurden durch denselben Untersucher vorgenommen, was eine verblindete Untersuchung verhinderte. Da weitgehend asymptotische Menschen untersucht wurden, wäre es ethisch nicht vertretbar gewesen, diese durch die Anfertigung von Röntgenbildern einer Strahlenbelastung auszusetzen. Nach einem Follow-Up von 20 Jahren sind viele Patienten unbekannt verzogen oder verstorben, so dass nur eine Follow-Up-Rate von 57,2% präsentiert werden kann.

2.6. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass Patienten mit Impingementsyndrom, die durch eine ASD inklusive Akromioplastik, Resektion des korakoakromialen Bandes und Co-Planing des AC-Gelenkes versorgt wurden, nach 20 Jahren gute funktionelle Ergebnisse erzielen. Auch für Patienten mit (Partial-)Defekten der Rotatorenmanschette ist die ASD eine sichere, effiziente und nachhaltige Therapieoption.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Die Patienten wurden aufgrund eines Impingementsyndroms in Kombination mit oder ohne Rotatorenmanschettendefekte sowie mit oder ohne Tendinitis calcarea mit einer ASD inklusive Akromioplastik, Bursektomie, CAL-Resektion und Co-Planing des AC-Gelenkes operativ versorgt. Das Outcome wurde durch den Constant-Score beschrieben, Revisionsoperationen wurden erfragt. Hieraus wurde ein kombinierter Endpunkt gebildet. Patienten mit isoliertem Impingementsyndrom zeigten in 100%, Patienten mit Partialdefekten in 90,9% und Patienten mit durchgehenden Defekten in 70,6% erfolgreiche Ergebnisse. Die Tendinitis calcarea-Gruppe schnitt mit 65,2% am schlechtesten ab. Diese Ergebnisse zeigen, dass die ASD sowohl für Patienten mit isoliertem Impingementsyndrom als auch für solche mit Rotatorenmanschettendefekten eine sichere, effiziente und nachhaltige Therapieoption ist.

In Bezug auf die Tendinitis calcarea hält sich eine Kontroverse über mögliche Therapieoptionen. Die Indikation zur ASD ist weiter umstritten und auch die vorliegende Arbeit kann hier keine eindeutige Antwort liefern. Die hohe Versagerrate in der untersuchten Gruppe ist nicht akzeptabel – die Kalkdepots scheinen nicht hinreichend ausgeräumt worden zu sein.

Die vorliegende Studie liefert einen Beitrag zu der Kontroverse um die Ausdehnung der ASD. Reviews und Metaanalysen konnten bisher keine signifikanten Ergebnisse in Bezug auf das Outcome von CAL-Resektion, Co-Planing und Radikalität der Akromioplastik liefern. Um die Ergebnisse der Studie weiter zu untersuchen, wäre es

notwendig, bei prospektivem Design mehr Teilnehmer in eine Folgestudie miteinzuschließen. Dabei wäre es notwendig, verschiedene, verblindete Arme mit definierten Therapieoptionen zu bilden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können auch als Beitrag zu der Diskussion der Notwendigkeit einer Rekonstruktion von Rotatorenmanschettendefekten verstanden werden. Eine Ein-Jahres-Re-Rupturrate nach Rekonstruktion von etwa 10% bis hin zu 80% bei initial massiven Rotatorenmanschettenschäden (32-37) steht hier einem guten funktionellen Ergebnis der ASD in über 70% bei FTT bzw. über 90% der Fälle bei PTT gegenüber. Um jedoch einen validen Vergleich liefern zu können, wäre es notwendig, eine Studie zu erheben, in der die Studienteilnehmer unter gleichen Ausgangsbedingungen prospektiv in die verschiedenen Interventionsarme verteilt werden.

Die Beantwortung der hier aufgeworfenen Fragen gestaltet sich insbesondere aufgrund der chirurgischen Fragestellung als äußerst schwierig und kann nur durch sehr aufwendige Forschungsprojekte erreicht werden.

4. Literaturverzeichnis

1. Neer CS,2nd. Impingement lesions. Clin Orthop Relat Res. 1983 Mar;(173)(173):70-7.
2. Neer CS,2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. J Bone Joint Surg Am. 1972 Jan;54(1):41-50.
3. Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. Am J Sports Med. 1980 May-Jun;8(3):151-8.
4. Neer CS,2nd, Craig EV, Fukuda H. Cuff-tear arthropathy. J Bone Joint Surg Am. 1983 Dec;65(9):1232-44.

5. Ellman H. Arthroscopic subacromial decompression: A preliminary report. *Orthop Trans.* 1985;9.
6. Checroun AJ, Dennis MG, Zuckerman JD. Open versus arthroscopic decompression for subacromial impingement. A comprehensive review of the literature from the last 25 years. *Bull Hosp Jt Dis.* 1998;57(3):145-51.
7. Gebremariam L, Hay EM, Koes BW, Huisstede BM. Effectiveness of surgical and postsurgical interventions for the subacromial impingement syndrome: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011 Nov;92(11):1900-13.
8. Spangehl MJ, Hawkins RH, McCormack RG, Loomer RL. Arthroscopic versus open acromioplasty: a prospective, randomized, blinded study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002 Mar-Apr;11(2):101-7.
9. Walther M, Werner A, Stahlschmidt T, Woelfel R, Gohlke F. The subacromial impingement syndrome of the shoulder treated by conventional physiotherapy, self-training, and a shoulder brace: results of a prospective, randomized study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004 Jul-Aug;13(4):417-23.
10. Dorrestijn O, Stevens M, Winters JC, van der Meer K, Diercks RL. Conservative or surgical treatment for subacromial impingement syndrome? A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009 Jul-Aug;18(4):652-60.
11. Biberthaler P, Beirer M, Kirchhoff S, Braunstein V, Wiedemann E, Kirchhoff C. Significant benefit for older patients after arthroscopic subacromial decompression: a long-term follow-up study. *Int Orthop.* 2013 Mar;37(3):457-62.
12. Kempf J, Gleyze P, Bonomet F, Walch G, Mole D, Frank A, et al. A Multicenter Study of 210 Rotator Cuff Tears Treated by Arthroscopic Acromioplasty. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 1999 0;15(1):56-66.
13. Eid AS, Dwyer AJ, Chamblor AF. Mid-term results of arthroscopic subacromial decompression in patients with or without partial thickness rotator cuff tears. *Int J Shoulder Surg.* 2012 Jul;6(3):86-9.

14. Massoud SN, Levy O, Copeland SA. Subacromial decompression. Treatment for small- and medium-sized tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br.* 2002 Sep;84(7):955-60.
15. Norlin R, Adolfsson L. Small full-thickness tears do well ten to thirteen years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 Jan-Feb;17(1 Suppl):12S-6S.
16. Bjornsson H, Norlin R, Knutsson A, Adolfsson L. Fewer rotator cuff tears fifteen years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Jan;19(1):111-5.
17. Odenbring S, Wagner P, Atroshi I. Long-term outcomes of arthroscopic acromioplasty for chronic shoulder impingement syndrome: a prospective cohort study with a minimum of 12 years' follow-up. *Arthroscopy.* 2008 Oct;24(10):1092-8.
18. Magaji SA, Singh HP, Pandey RK. Arthroscopic subacromial decompression is effective in selected patients with shoulder impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 2012 Aug;94(8):1086-9.
19. Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1990 May;(254)(254):81-6.
20. Hartig A, Rojczyk M. Arthroscopic sub-acromial decompression. Comments on indications and surgical technique. *Unfallchirurg.* 1993 Feb;96(2):109-15.
21. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987 Jan;(214)(214):160-4.
22. Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sojbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 Mar-Apr;17(2):355-61.
23. Katolik LI, Romeo AA, Cole BJ, Verma NN, Hayden JK, Bach BR. Normalization of the Constant score. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2005 0;14(3):279-85.

24. Tavakkolizadeh A, Ghassemi A, Colegate-Stone T, Latif A, Sinha J. Gender-specific Constant score correction for age. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 May;17(5):529-33.
25. Hultenheim Klintberg I, Karlsson J, Svantesson U. Health-related quality of life, patient satisfaction, and physical activity 8-11 years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011 Jun;20(4):598-608.
26. Chin PY, Sperling JW, Cofield RH, Stuart MJ, Crownhart BS. Anterior acromioplasty for the shoulder impingement syndrome: long-term outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 Nov-Dec;16(6):697-700.
27. Jerosch J, Strauss JM, Schmiel S. Arthroscopic treatment of calcific tendinitis of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 Jan-Feb;7(1):30-7.
28. Marder RA, Heiden EA, Kim S. Calcific tendonitis of the shoulder: is subacromial decompression in combination with removal of the calcific deposit beneficial? *J Shoulder Elbow Surg.* 2011 Sep;20(6):955-60.
29. Porcellini G, Paladini P, Campi F, Paganelli M. Arthroscopic treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: clinical and ultrasonographic follow-up findings at two to five years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004 Sep-Oct;13(5):503-8.
30. Tillander BM, Norlin RO. Change of calcifications after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 May-Jun;7(3):213-7.
31. Balke M, Bielefeld R, Schmidt C, Dedy N, Liem D. Calcifying tendinitis of the shoulder: midterm results after arthroscopic treatment. *Am J Sports Med.* 2012 Mar;40(3):657-61.
32. Hein J, Reilly JM, Chae J, Maerz T, Anderson K. Retear Rates After Arthroscopic Single-Row, Double-Row, and Suture Bridge Rotator Cuff Repair at a Minimum of 1 Year of Imaging Follow-up: A Systematic Review. *Arthroscopy.* 2015 Nov;31(11):2274-81.

33. Brown MJ, Pula DA, Kluczynski MA, Mashtare T, Bisson LJ. Does Suture Technique Affect Re-Rupture in Arthroscopic Rotator Cuff Repair? A Meta-analysis. *Arthroscopy*. 2015 Aug;31(8):1576-82.
34. Henry P, Wasserstein D, Park S, Dwyer T, Chahal J, Slobogean G, et al. Arthroscopic Repair for Chronic Massive Rotator Cuff Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy*. 2015 Sep 10.
35. Robinson PM, Wilson J, Dalal S, Parker RA, Norburn P, Roy BR. Rotator cuff repair in patients over 70 years of age: early outcomes and risk factors associated with re-tear. *Bone Joint J*. 2013 Feb;95-B(2):199-205.
36. Flurin PH, Hardy P, Abadie P, Boileau P, Collin P, Deranlot J, et al. Arthroscopic repair of the rotator cuff: prospective study of tendon healing after 70 years of age in 145 patients. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013 Dec;99(8 Suppl):S379-84.
37. Flurin PH, Hardy P, Abadie P, Desmoineaux P, Essig J, Joudet T, et al. Rotator cuff tears after 70 years of age: a prospective, randomized, comparative study between decompression and arthroscopic repair in 154 patients. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013 Dec;99(8 Suppl):S371-8.

5. Tabellen

Tabelle I: Demografie

Gruppe: Impingementsyndrom mit	n	Alter bei OP Mittelwert (Min-Max; SD)	Geschlecht m/w	operierter Arm dom./nicht dom.
1: intakter Rotatorenmanschette (isoliertes Impingementsyndrom)	16	46.3 (29-58; 8.6)	9/7	8/8
2: Partialdefekt (PTT) (Patte I)	22	50.4 (33-59; 6.6)	13/9	12/10
3: durchgehendem Defekt (FTT) (Patte II – III)	17	52.8 (43-58; 3.7)	8/9	11/6
4: durchgehendem Defekt mit sekundärarthrotischen Veränderungen (FTT+) (Patte IV)	17	56.2 (44-58; 3.4)	15/2	13/4
5: Tendinitis calcarea (TC)	23	48.8 (40-58; 4.8)	10/13	12/11
Alle Patienten	95	50.8 (29-59; 6.2)	55/40	56/39

Tabelle II: Constant-Score Normalwerte für unterschiedliche Altersgruppen und Geschlechter (21, 22)

Alter	männlich rechts	männlich links	weiblich rechts	weiblich links
41 – 50	86	96	85	78
51 – 60	94	87	75	71
61-70	83	83	70	68
71-80	76	73	71	64

6. Abbildungen

Abbildung 1:

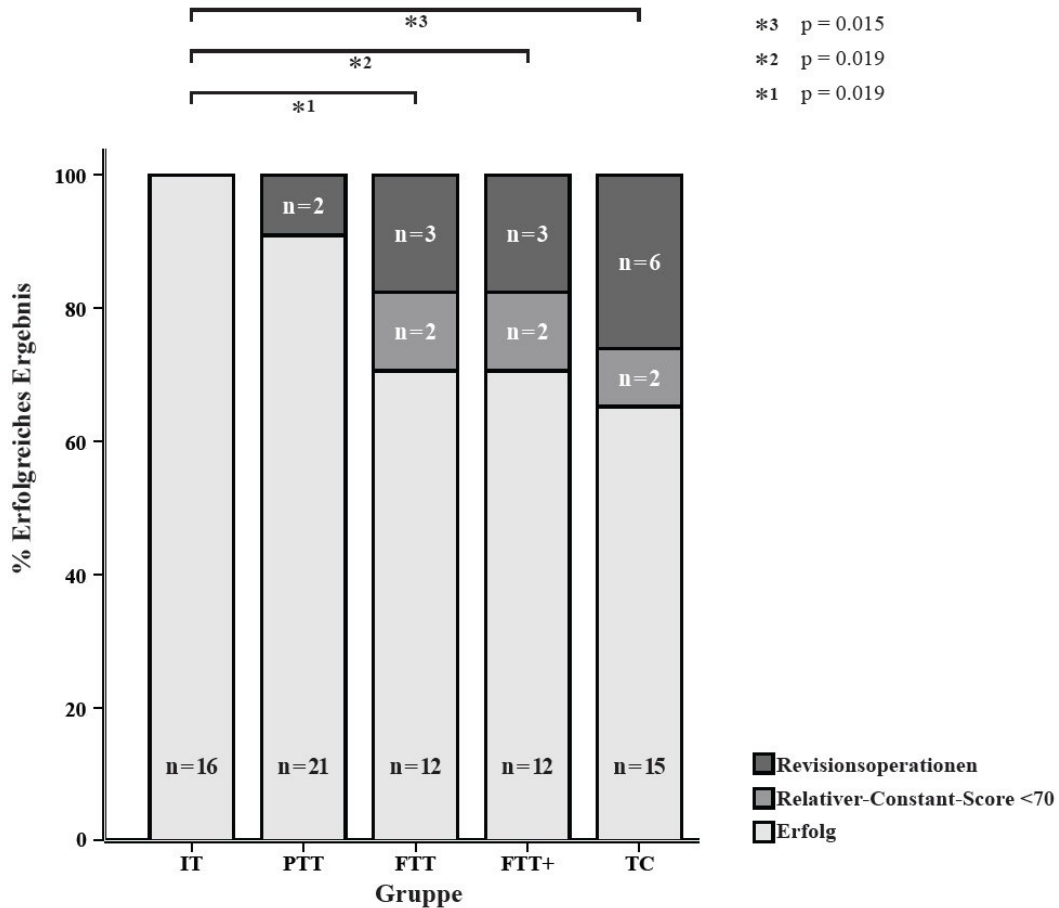


Abb. 1: Kombiniertes Endpunkt

(Erfolg = keine Revisionsoperation und Relativer-Constant-Score ≥ 70)

IT = Impingementsyndrom mit intakter Rotatorenmanschette

PTT = Impingementsyndrom mit Partialdefekt der Rotatorenmanschette

FTT = Impingementsyndrom mit durchgehendem Defekt der Rotatorenmanschette

FTT+ = Impingementsyndrom mit durchgehendem Defekt der Rotatorenmanschette und sekundärarthrotischen Veränderungen

TC = Impingementsyndrom und Tendinitis calcarea

Abbildung 2:

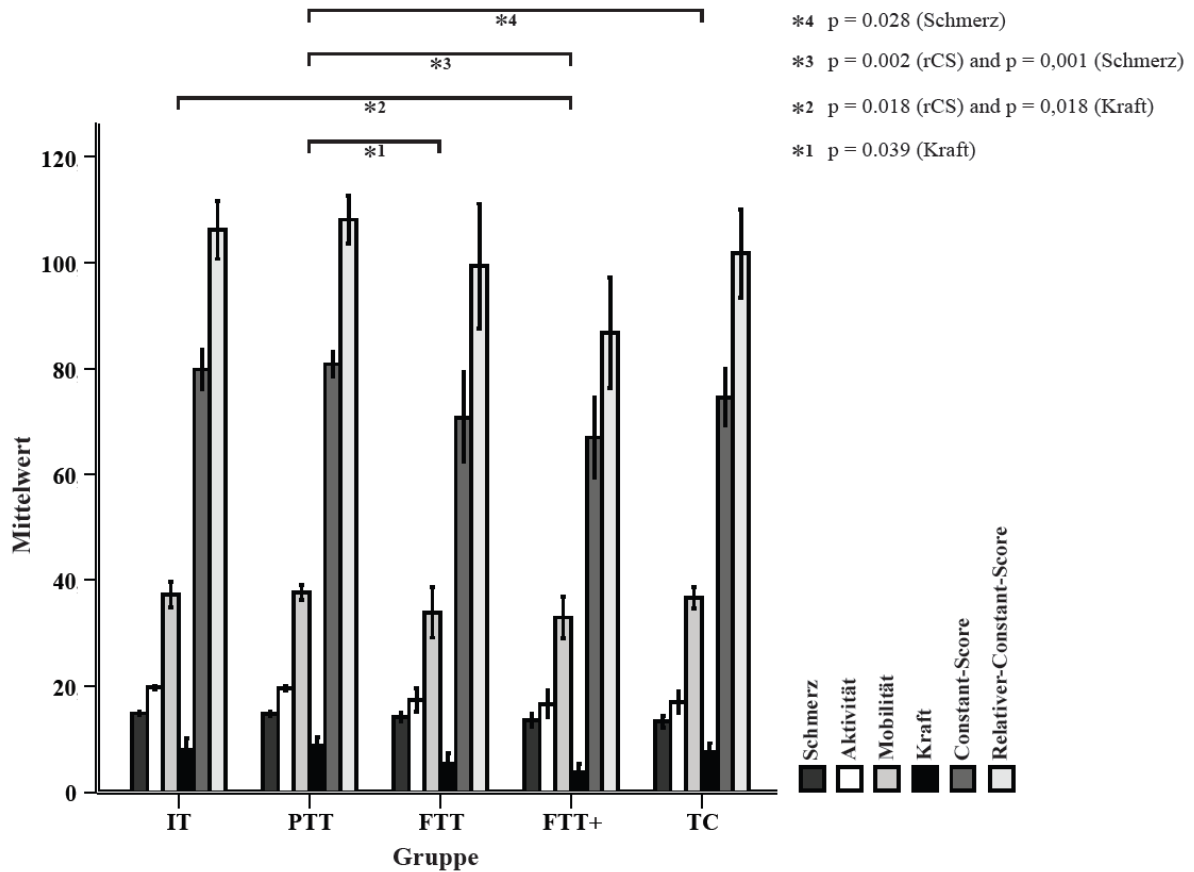


Abb. 2: Mittelwerte der Subscores, des Constant-Scores und des Relativen-Constant-Scores aller Gruppen

IT = Impingementsyndrom mit intakter Rotatorenmanschette

PTT = Impingementsyndrom mit Partialdefekt der Rotatorenmanschette

FTT = Impingementsyndrom mit durchgehendem Defekt der Rotatorenmanschette

FTT+ = Impingementsyndrom mit durchgehendem Defekt der Rotatorenmanschette und sekundärarthrotischen Veränderungen

TC = Impingementsyndrom und Tendinitis calcarea

Fehlerbalken zeigen den 95%-Konfidenzintervall

7. Abkürzungen

Abb.	Abbildung
ANOVA	Varianzanalyse
ASD	Arthroskopische Subakromiale Dekompression
CAL	Ligamentum coracoacromiale
CS	Constant-Score
dom.	dominant
FTT	Full Thickness Tear (Durchgehender Defekt der Rotatorenmanschette)
FTT+	Full Thickness Tear and secondary arthrotic changes (Durchgehender Defekt der Rotatorenmanschette mit sekundärarthrotischen Veränderungen)
IT	intact tendons (Intakte Sehnen der Rotatorenmanschette)
min.	Minimum
max.	Maximum
n	Anzahl
Nr.	Nummer
PTT	Partial Thickness Tear (Partialdefekt der Rotatorenmanschette)
rCS	Relativer-Constant-Score
RM	Rotatorenmanschette
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
TC	Tendinitis calcarea

8. Lebenslauf

Moritz Jaeger

Roßbachstraße 52

28201 Bremen

0421 – 22298942

moritz.jaeger@posteo.de

Geb.: 08.12.1983 (Burgwedel)

Familienstand: in Partnerschaft, eine Tochter

Berufserfahrung

seit 03/2016 Assistenzarzt

(Klinikum Bremen Mitte – Klinik für Anästhesie und spezielle Schmerztherapie)

Studium

10/2009 – Studium der Humanmedizin (Medizinische Hochschule Hannover)
11/2015 Erstes Staatsexamen: 2; Zweites Staatsexamen: 3

Praktisches Jahr

06/2015 – Klinikum Bremen Mitte
10/2015

- Klinik für Anästhesiologie und Schmerztherapie
- Klinik für Intensiv- und Notfallmedizin

03/2015 – Klinikum Bremen Mitte
06/2015

- Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie
- Klinik für Allgemeine, Viszerale und Onkologische Chirurgie
- Klinik für Kinderchirurgie und Kinderurologie

11/2014 – Rotes Kreuz Krankenhaus Bremen
03/2015

- Medizinische Klinik
- Klinik für internistische Rheumatologie

Famulaturen

- 04/2013 Klinikum Links der Weser – Bremen
 - Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
- 08/2013 Praxis für Familienmedizin – Bremen
 - Dres. med. Mühlenfeld, Brase, Cepek, Coutelle
- 07/2012 Klinikum Links der Weser – Bremen
 - Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin
- 03/2012 Klinikum Region Hannover – Krankenhaus Hannover Nordstadt
 - Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie

Weitere Ausbildungs- und Berufserfahrung

- seit 11/2012 Doktorand
 (Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin,
 Klinikum Agnes Karll, Laatzen)
 Betreuer: Prof. Dr. med. Oliver Rühman und Dr. med. Thomas
 Berndt
- 04/2008 – Gesundheits- und Krankenpfleger
12/2013
 (Not- und Unfallaufnahme,
 Diakoniekrankenhaus Henriettenstiftung, Hannover)
- 04/2005 – Ausbildung zum Gesundheits- und Krankenpfleger
03/2008
 (Diakoniekrankenhaus Henriettenstiftung, Hannover)
- 10/2004 – Studium der Agrarwissenschaften
03/2005
 (Georg-August-Universität Göttingen)
- 10/2003 – Zivildienst
07/2004
 (Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin,
 Krankenhaus Hannover Nordstadt)

Schulbildung

- 2003 Abitur am Gymnasium Mellendorf
- 1996 – 2003 Gymnasium Mellendorf
- 1994 – 1996 Orientierungsstufe Mellendorf
- 1990 – 1994 Grundschule Elze

Veröffentlichungen und Vorträge

- 10/2016 20-Jahres-Ergebnisse nach arthroskopischer subakromialer Dekompression
Lerch Solveig (Laatzen), Jaeger M., Rühmann O., Berndt T.
- Vortrag
(DKOU 2016 - Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlin, 26.10.2016)
- 06/2016 Arthroskopische subakromiale Dekompression
S. Lerch, S. Elki, M. Jaeger, T. Berndt
- Artikel in:
Operative Orthopädie und Traumatologie
- 03/2016 Patients with impingement syndrome with and without rotator cuff tears do well 20 years after arthroscopic subacromial decompression
Moritz Jaeger, Dr. Thomas Berndt, Prof. Dr. Oliver Rühmann, Dr. Solveig Lerch
- Artikel in:
Arthroscopy – The Journal of Arthroscopic and Related Surgery
- 04/2014 Langzeitergebnis nach Arthroskopischer Subakromialer Dekompression: auch nach 20 Jahren erfolgreich?
T.Berndt, M. Jaeger, O. Rühmann, S. Lerch
- Vortrag
(21. Jahreskongress der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) e.V., Wiesbaden, 03.04.2014)
- 06/2013 Die Arthroskopische Subakromiale Dekompression – Standards, Indikationen, Komplikationen, Ertrag und Kosten
T. Berndt, M. Wünsch, T. Harbart, K. Reck, M. Jaeger
- Workshop
(62. Jahrestagung der Norddeutschen Orthopäden und Unfallchirurgenvereinigung e.V., Hamburg, 14.06.2013)
- 10/2013 Famulatur beim Facharzt für alles
M. Jaeger
In: Der Hausarzt 15/2013

9. Erklärung nach § 2 Abs. 2 Nrn. 6 und 7 der Promotionsordnung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Hochschule Hannover zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel: „Patienten mit Impingementsyndrom mit und ohne Rotatorenmanschettendefekte erzielen 20 Jahre nach Arthroskopischer Subakromialer Dekompression gute funktionelle Ergebnisse“ im Klinikum Region Hannover – Klinikum Agnes Karll Laatzen – Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin

unter Betreuung von Prof. Dr. med. Oliver Rühmann

mit der Unterstützung durch Dr. med. Thomas Berndt

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Die Gelegenheit zum vorliegenden Promotionsverfahren ist mir nicht kommerziell vermittelt worden. Insbesondere habe ich keine Organisation eingeschaltet, die gegen Entgelt Betreuerinnen und Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt. Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Weiterhin versichere ich, dass ich den beantragten Titel bisher noch nicht erworben habe. Ergebnisse der Dissertation wurden in folgendem Publikationsorgan

Jaeger M, Berndt T, Ruhmann O, Lerch S. Patients With Impingement Syndrome With and Without Rotator Cuff Tears Do Well 20 Years After Arthroscopic Subacromial Decompression. *Arthroscopy*. 2015 Oct 24.

veröffentlicht.

Bremen, den

Moritz Jaeger

10. Danksagung

Ein großer Dank gilt allen Probanden, die sich freiwillig und unkompliziert für diese Untersuchung zur Verfügung stellten. Ohne diese Bereitschaft wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

Mein herzlicher Dank gilt meinen Betreuern Herrn Prof. Dr. med. Oliver Rühmann und insbesondere Herrn Dr. med. Thomas Berndt und Frau Dr. med. Solveig Lerch für die stets zuverlässige, kompetente und persönliche Unterstützung während aller Arbeitsphasen. Ich habe in ihrem Team immer eine ansteckende, manchmal euphorische Begeisterung für die Medizin insgesamt und die Schulterchirurgie im Besonderen erfahren. Diese Begeisterung zu erleben war eine der wertvollsten Erfahrungen des ganzen Studiums.

Ich danke außerdem Frau Dr. med. Astrid Hartig und Herrn Thilo Harbart für die großzügige Überlassung der Praxisräumlichkeiten sowie Frau Doreen Scherinski aus der Praxis Dr. med. Hartig (heute: Praxis Harbart) und Frau Bettina Pistoll aus dem Klinikum Agnes Karll Laatzen für die geduldige logistische Unterstützung bei der Organisation und Bewältigung der Untersuchungen.

Ich bedanke mich für die Beratung und Unterstützung bei Frau Charlotte Vogel aus dem Institut für Biometrie der Medizinischen Hochschule Hannover. Zudem möchte ich mich bei meinen Freunden Herrn Dr. Paul Eric Wolff und Pascal zum Felde für die Unterstützung bei der Bewältigung von großen und kleinen technischen Problemen bedanken.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, ohne deren ständige Unterstützung mir das Studium und das Verfassen dieser Arbeit nicht möglich gewesen wären.

Zuletzt und von ganzem Herzen möchte ich mich bei meiner Partnerin Anna Müller und unserer Tochter Klara bedanken. Anna hat mich während des gesamten Studiums, dem langen Weg dorthin und insbesondere bei der Arbeit an dieser Studie immer wieder motiviert und unterstützt. In ihrer Rolle als wandelndes Wörterbuch hat

sie mir zudem bei der Übersetzung des Artikels ins Englische und bei meinen ständigen Korrekturwünschen unersetzliche Dienste geleistet. Unsere liebe Tochter Klara hat als Baby während der Schreibphase dieser Arbeit meist sehr ruhig an meinem Schreibtisch geschlafen, sodass ich konzentriert arbeiten konnte. Daran werde ich mich immer gerne erinnern.