



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Rotator cuff degeneration in the rheumatoid shoulder : 'the issue is soft tissue'

Sande, M.A.J. van de

Citation

Sande, M. A. J. van de. (2008, February 14). *Rotator cuff degeneration in the rheumatoid shoulder : 'the issue is soft tissue'*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/12603>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/12603>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Chapter 6

Summary & General Discussion



Summary & Discussion

During the last decade the quality of soft tissue surrounding the shoulder joint, especially the rotator cuff muscles, have become of major importance in shoulder surgery, as a successful outcome of shoulder surgery depends largely on the quality of the rotator cuff muscles.^{1; 8; 15; 15-18; 143; 163; 167; 168; 177; 178} The presence of rotator cuff tears and fatty degeneration have been related to inferior functional results and surgical failure after shoulder arthroplasty and rotator cuff tear repair. Identification and quantification of rotator cuff tears and fatty degeneration of the rotator cuff muscles is therefore of great importance in the selection and timing of optimal management.^{1 15; 43; 75; 121} Due to the lack of a reliable quantitative measurement, the aetiology, incidence and the clinical implications of fatty degeneration remained relatively unclear.^{15; 136} This thesis was set up to evaluate the incidence and clinical relevance of rotator cuff degeneration in the rheumatoid shoulder. The first part of this thesis contains three clinical studies evaluating the surgical relevance of the rotator cuff quality in shoulder joint replacement and rotator cuff surgery. The second part presents three validation studies for quantitative measurement of: fatty degeneration of the rotator cuff; proximal migration of the humeral head; and range of movement of the shoulder joint. The final chapters evaluate the possibility to screen for fatty degeneration and assess the clinical relevance of rotator cuff involvement in the rheumatoid shoulder.

Clinical studies

Chapter 2.1 This chapter provides estimates of patient outcomes following shoulder arthroplasty using Neer-II type humeral prosthesis and examines variation in outcomes due to patient and prosthesis characteristics. Patient characteristics for clinical and radiographic outcome were evaluated using a systematic review on hemi- and total shoulder arthroplasty (n= 3584). All the published series reviewed showed relevant pain relief, increase in range of motion, and high satisfaction rates for hemi- and total shoulder arthroplasty in both osteoarthritis and rheumatoid arthritis. More importantly, the diagnosis, presence of rotator cuff pathology, quality of bone stock and prosthesis specifics were all significant predictors for functional and surgical outcome parameters. In particular, the presence of a rotator cuff tear had a significant negative predictive value on the outcome of range of motion, shoulder stability and component loosening. The higher incidence of rotator cuff pathology found in rheumatoid arthritis patients therefore may explain inferior functional results after shoulder arthroplasty, compared to osteoarthritis patients. It may also explain the lower incidence of glenoid erosion in rheumatoid patients, as a decreased range of motion may be protective for glenoid erosion in hemiarthroplasty.

Although the results presented above do not yet compare with the high success rate in total hip or knee replacement, we concluded that shoulder arthroplasty is a safe and effective procedure for the treatment of pain and dysfunction in OA and RA patients. However, when assessing postoperative results, the diagnosis, the presence of rotator cuff degeneration and prosthesis specifics should be taken into account. At present the differences in outcome between hemi- and total shoulder arthroplasty, adjusted for

Summary & Discussion

diagnosis, rotator cuff tear and duration of follow-up, support the consensus that glenoid resurfacing is indicated only when the rotator cuff is intact and enough bone stock is present. We emphasized that earlier referral to an orthopaedic surgeon might present the patient in a less destructive stage of the disease, resulting in a better condition of the rotator cuff and more glenoid bone stock to work with. In turn, this might improve the long-term clinical results of shoulder arthroplasty in the osteoarthritis and rheumatoid arthritis patient. Preoperative information about the quality of the rotator cuff and the amount of bone stock should be used to better inform patients on their postoperative prognosis.

In **Chapter 2.2** we compare these literature results with our own patient groups. As concluded in chapter two, one glenohumeral instability after shoulder arthroplasty is a major concern. It is not only related to inferior functional results, but also causes asymmetrical loading of the glenoid, resulting in glenoid erosion and even in loosening of the glenoid component.¹⁷⁹⁻¹⁸¹ Furthermore it was made clear that the position of the humeral head inside the rotator cuff plays an important role in glenohumeral stability.^{60;} ¹⁰¹ Since 1994 our clinic used a modular short stemmed shoulder prosthesis, less dependant on the anatomy of the medullar canal, theoretically improving prosthesis positioning within the rotator cuff. 53 patients, 60 shoulders (45 with rheumatoid arthritis and 15 with osteoarthritis) were included and followed for at least 24 months. Surprisingly the position of the humeral head centre in medial-lateral direction showed only little influence on the postoperative range of motion, when corrected for various patient related parameters. This may be due to high variation in postoperative results in RA and OA patients. Nagels et al. concluded that the medial-lateral offset did influence postoperative functional results in osteoarthritis patients. In concordance to their results we found that in rheumatoid patients postoperative functional results were significantly related to preoperative range of motion, postoperative pain, and in particular the postoperative degree of external rotation. The preoperative range of motion (especially external rotation) was strongly related to the presence of a rotator cuff tear. The loss of abduction (Deltoid activity) was significantly related to a decreased external rotation (Supra- and Infraspinatus activity).^{7; 182; 183} We concluded therefore that in patients with osteoarthritis, without rotator cuff degeneration, anatomical placement of the humeral prosthesis must be strived for. In rheumatoid patients postoperative range of motion was primarily related to pre-existing status of the rotator cuff itself. Therefore timing of shoulder joint replacement and prevention of rotator cuff degeneration causing a loss of preoperative range of motion can be essential in improving postoperative functional outcome.

Patients with massive rotator cuff injuries often show disappointing results after shoulder arthroplasty and are in need of a reliable salvage procedure. In patients with loss of joint space and massive rotator cuff tear (rotator cuff tear arthropathy) the use of a reversed shoulder prostheses is well documented.¹⁸⁴ Also a tendon transfer using the Latissimus Dorsi and/or Teres Major muscle is successfully used in patients without joint destruction.¹⁸⁵ The loss of stability and shoulder steering due to Supraspinatus and Infraspinatus muscle dysfunction is thought to be compensated by the transposition of

the Teres Major and / or Latissimus Dorsi muscle from the humeral shaft to the Infraspinatus tendon insertion.¹¹⁴ The transfer allows the muscle to contribute to abduction and external rotation at the expense of internal rotation and adduction and stabilise the shoulder joint during abduction. The assumed preoperative mechanical abduction insufficiency and postoperative Teres Major muscle function adaptation were experimentally verified in **Chapter 2.3**.

The pathological absence of Supraspinatus and Infraspinatus muscle forces during abduction are thought to result in increased upward glenohumeral instability, causing impingement and pain. The forces generated by the co-contraction of the Teres Major muscle during abduction and forward flexion may contribute to a downward directed stabilisation of the glenohumeral joint resulting in reduction of the pain. The trade-off of this stabilising co-contraction force is an antagonistic adduction moment that prevents full arm abduction. Absence of pain sensation after subacromial lidocaine injection reduces the antagonistic Teres Major muscle forces resulting in higher external forces and normalisation of the range of motion and even restored the normal activation pattern of the Teres Major muscle in one patient.⁴⁴ Glenohumeral joint instability though is not influenced by subacromial pain relief. Therefore no long-term pain relief resulting in increased range of motion is expected. Musculotendinous transfer does solve the force-torque conflict by changing the moment arm of the Teres Major muscle from adduction to abduction. Teres Major can now both compensate for the loss of Supraspinatus and Infraspinatus muscle forces needed for glenohumeral stabilisation and contribute to abduction of the arm. We found that Teres Major activation also adapts both to pathological and post surgical conditions. The normal activation during adduction changes into activation during forward flexion or abduction after transfer. However, glenohumeral stabilisation, not abduction torque, seems to be the explanation for post surgical Teres Major transfer success. As the results and conclusions for the influence of shoulder joint instability in the cranio-caudal plane on pain and function of the shoulder joint were based on relatively few data, they should be analysed further to assess the clinical relevance and surgical implications for rotator cuff tear and impingement patients.

Method Validation

Recent studies, as above, have shown a significant negative influence of fatty degeneration of the rotator cuff muscles on the functional outcome of shoulder surgery.^{1; 15; 81; 119-121} It was demonstrated that fatty degeneration was related to a higher risk of failure after tendon repair and was associated with inferior functional results in both tendon repair and shoulder arthroplasty. Other studies have shown that fatty degeneration was not improved following rotator cuff tear repair and seemed irreversible.^{8; 12} These studies implied that timely diagnosis and treatment of a rotator cuff tear are of great importance. Hence, an early and accurate assessment of fatty degeneration of the rotator cuff muscles is desirable to predict and improve the outcome of shoulder arthroplasty and rotator cuff surgery. Assessing fatty infiltration has been described using a visual score according to Goutallier et al. (0, no fat; 1, some strands of fat; 2, less fat than muscle; 3, as much fat as muscle; 4, more fat than muscle).⁸

Summary & Discussion

However, this score is only moderately reproducible and requires experienced observers.^{17;18} In **Chapter 3.1** we validated a quantitative technique using CT images to calculate the Mean Muscle Density (MMD) as a measure of fatty infiltration. The Mean Muscle Density was defined as the mean CT number (in Hounsfield units) of the number of voxels in the manually outlined muscle in a reproducible sagittal CT slice. Three observers outlined the individual muscle borders manually and with care excluding voxels containing subcutaneous/ intermuscular fat. The Teres Minor (TMi) and Infraspinatus (ISp) muscles were analyzed together, as separation of these muscles has been proven very difficult and unreliable.¹⁹ All pixels containing bone tissue were automatically excluded from the segmentation by applying a threshold value of 200 HU. One observer repeated the manual outlining and measurement of muscle density using the same parasagittal CT images 3 weeks later. All images were randomized and blinded for patient characteristics. All three investigators also scored the CT-images according to the Goutallier score. In our results we showed a very strong correlation between this quantitative measure and the visual rating according to Goutallier ($R^2 = 0.94$; $P = 0.0001$).⁸ The mean rotator cuff Interclass Correlation Coefficient (0.98) was substantially greater than that of the visual rating (0.63). (An ICC of 1 indicates that the interobserver variability did not contribute at all and that all variation was caused by the difference between the patients.) This high ICC showed an excellent interobserver reliability that was significantly better than that of the Goutallier score and indicates that the variance of the Goutallier score was more operator dependent. We also found an increased variance of the MMD with an increased Goutallier score, implying that the Goutallier score becomes less reliable if fatty degeneration progresses.

In conclusion this chapter presents a reproducible and reliable technique to quantify fatty degeneration of the rotator cuff muscles with a higher interobserver agreement compared with the Goutallier score. This quantitative measurement of fatty degeneration therefore presents the means of doing a quick, easy-to-use, and reliable assessment of the rotator cuff muscles. Whilst the radiation exposure for this specific technique is relatively low, ionizing radiation may be a problem in follow-up studies and screening methods. Hence, an alternative, even lower dose but reliable screening method could be useful in diagnosing rotator cuff pathology. For this purpose a 'classical' radiographic method was validated in **Chapter 3.2** comparing measurements on plain radiographs with those in "three-dimensional" CT-scans. In 1962 Golding suggested measurement of the subacromial space using plain radiographs as sensitive diagnostic tool to evaluate rotator cuff disorders.³³ A subacromial space narrower than 5 mm has been considered pathological and strongly indicative of Supraspinatus tendon rupture.^{33-39; 137; 138} Numerous authors subsequently used the same principle to measure proximal migration of the humeral head.^{33-39; 137-139} They measured the acromiohumeral interval as the smallest distance between the dense cortical bone marking the undersurface of the acromion and the most proximal articular cortex of the humeral head. Hirooka et al. described the upper migration index in 1996; they divided the distance from the centre of the humeral head to the undersurface of the acromion by the radius of the humeral head.¹³

As compared with the acromiohumeral interval, this ratio made data comparison between patients more reliable.^{13; 140} In this chapter we validated several proximal migration measurements of which the upward migration index presented the most accurate measure for proximal migration, when compared to the “gold standard”: CT reformations. Our results showed that the mean absolute difference for the upward migration index was only 0.06 (standard deviation, 0.07), this was less than 5% of the mean upward migration index measured on computed tomography reformations. The mean difference between the acromiohumeral interval measurements was 2.6 mm (SD, 2.1), 45% of the mean acromiohumeral interval measured on CT reconstructions. We concluded that the upward migration index is the most reliable and accurate measure indication proximal migration of the humeral head. The differences in positioning, scaling, and individual size significantly influenced the difference between the acromiohumeral interval on anteroposterior radiographs and computer tomography. Proximal migration measurement is advocated therefore using a relative measure such as the upward migration index. However, in 35 of 43 shoulders we found a smaller upward migration with the CT measurements compared the AP radiographs. Thus, it should be kept in mind that measurement of the subacromial space on AP-radiographs mostly overestimates the true acromiohumeral interval. A standard protocol must be used in acquiring the AP radiographs and caution should be taken in measuring upward migration when suboptimal AP radiographs are used. Patient positioning (e.g. upright versus supine, internal and external rotation and abduction deficit) may all influence the subacromial space, and should be kept constant.

In order to assess the clinical implications of rotator cuff disease (Chapter 4) we needed a reliable measure for shoulder range of movement. In our clinic we have a long history of measuring shoulder movement using a Flock-of Birds ® electromagnetic tracking device with an extended range transmitter. This system consists of a transmitter, emitting an electromagnetic field in which position and orientation of several receivers can be tracked simultaneously. In **Chapter 3.3** a new three-dimension measurement of shoulder movement using an acromion-based electromagnetic receiver is validated. Previously, we had used a hand-held scapular locator, which was difficult to use in continuous motion measurement. Assessment of 3D scapular orientation by means of an electromagnetic receiver attached to the acromion would be a simple technique making possible fast measurements during continuous arm motions. To be of use, validity (comparison with locator measurements) and reliability (inter-trial stability and inter observer variability) should be reasonable, both during static and dynamic movements of the arm.

Measurements of 3D scapular positions were performed by three observers on eight healthy subjects using both a scapular locator placed manually on the scapula and an electromagnetic receiver glued to the acromion. Active arm elevations in the frontal and sagittal plane were performed both statically and dynamically. Measurements differed significantly from locator-based measurements regarding lateral rotation in the frontal plane ($p=0.002$). The interobserver variability was generally just lower compared with the locator-based measurements. The intertrial reliability was generally high (ICC >0.84).

Summary & Discussion

Static measurements did not differ statistically from dynamical measurements; the Root Mean Square Error for static vs. dynamic measurements was generally below 1°.

We concluded that although a different kinematical pattern is observed when an acromion receiver is used for 3D scapular rotation measurements, compared to a scapular locator based measurements, the advantages over the latter method are evident: the possibility of dynamical measurements, high intertrial reliability and acceptable interobserver variability. For measurements of three-dimensional scapular positions in clinical research, placement of an active marker on the acromion is recommended. In clinical follow-up studies, comparing range of motion over time, more accurate measurement using the scapular locator is advised.

Clinical Implementation

Chapter 4.1

The fourth chapter of this thesis was designed to assess the clinical implications of rotator cuff degeneration. In the radiographic assessment of rotator cuff degeneration, musculoskeletal magnetic resonance imaging is considered the gold standard. However, tears and fatty degeneration also can be diagnosed using ultrasound, or computed tomography arthrography. These diagnostic tools, including magnetic resonance arthrography, all are relatively expensive, time consuming, depend to a varying extent on the radiologist's experience, or require invasive techniques, such as contrast medium injection or radiation. This makes them less practical in screening and follow-up studies. Simple measurement of subacromial space narrowing based on plain shoulder radiographs to determine Supraspinatus tendon ruptures have been described and found to be reliable.^{13; 148} Proximal migration of the humeral head has been sought indicator of a rotator cuff tear, but is not diagnostic.^{33-39; 137; 138} Goutallier et al, also assumed a relationship between fatty infiltration of the rotator cuff muscles and proximal migration of the humeral head.¹⁵ This was supported by Nove-Josserand et al, who reported a strong correlation between decreased subacromial space and fatty infiltration or the presence of rotator cuff tears.¹⁶³ However, methods used were less reliable and conclusions made were sometimes speculative.^{163; 186; 187} We sought to evaluate the influence of rotator cuff abnormalities on the subacromial space, in order to develop a reliable screening method to diagnose early rotator cuff degeneration. Using anteroposterior radiographs, ultrasound, and computed tomography, we analyzed 54 shoulders in 29 patients with rheumatoid arthritis. The upward migration index was defined as proximal migration of the humeral head relative to its size. The mean muscle density from computed tomography images was used to indicate fatty infiltration. Fatty infiltration of the Infraspinatus muscle showed the strongest correlation with proximal migration ($R = 0.85$). After correcting for age, rotator cuff tears, and rheumatoid disease, the partial correlation coefficient between both remained strong ($R = 0.67$).

Although rotator cuff tears were significantly related to proximal migration of the humeral head, the presence of an isolated Supraspinatus tendon tear did not always result in significant proximal migration. Proximal migration of the humeral head was primarily related to fatty degeneration or tearing of the Infraspinatus muscle. When both were present this relationship was even stronger. This led us to believe that a decreased

downward force vector was created by an imbalance between the rotator cuff muscles (decreased Infraspinatus and Teres Minor force) inducing proximal migration greater than that suspected from loss of interposition by the Supraspinatus muscle.

Using a linear regression analysis a subdivision in the severity of proximal migration was proposed to screen for rotator cuff abnormalities. A large amount of fatty infiltration was indicated by an upward migration index less than 1.25, a medium amount of fatty degeneration by an upward migration index between 1.25 to 1.35, and a small amount by an upward migration index greater than 1.35. Measurement of proximal migration using the upward migration index provides a reliable screening method indicating fatty infiltration of the rotator cuff. Thus, if this screening method indicates fatty degeneration, further evaluation of the rotator cuff is advised using CT or MRI. If no rotator cuff degeneration is suspected, follow-up using AP radiographs can be of additional value in the prevention of rotator cuff disease. It may allow patients with shoulder pain and dysfunction to have optimal timing of treatment and a better prediction of their functional and surgical prognosis. Early treatment with physical therapy and additional anti-inflammatory drugs might even prevent (further) degeneration when muscle fibres are actively contracted during shoulder muscle exercises and muscle disuse as a result of pain is stopped.

Chapter 5.1

Destruction of the shoulder by rheumatoid arthritis is characterized by proliferative synovitis (pannus) that is capable of degrading the bone and cartilage matrix within and around the joint capsule. This not only results in severe joint destruction but in the presence of rotator cuff tears and severe fatty infiltration of the rotator cuff muscles. Both are thought to influence pain and range of motion in rheumatoid disease.^{27, 28} In the early stage of the disease functional ability may be influenced by disease activity more than joint destruction.³² Yet, other reports have showed a significant relationship between joint destruction and functional impairment later in the disease process.²⁷ All such studies measured pain and dysfunction subjectively or by use of a questionnaire.^{28,31} This last study was set up to evaluate the presence of both bony and soft tissue involvement in rheumatoid arthritis of the shoulder joint and to assess its relationship to pain and loss of range of motion and power. In the aetiology of shoulder pain and dysfunction we hypothesize that pain caused by synovitis, swelling or cartilage loss in the rheumatoid shoulder leads to shoulder immobilization and disuse. This may initialize a vicious cycle of fatty degeneration of the rotator cuff muscles, shoulder muscle imbalance, shoulder dysfunction and 'secondary' subacromial shoulder pain (figure 1). Soft tissue involvement may thus play a key role in the amount of pain and loss of function in the shoulder joint.⁴²⁻⁴⁴ In this study, pain, range of motion and shoulder muscle power are related to bony destruction and rotator cuff quality of the rheumatoid shoulder (e.g. cartilage loss, bone destruction, rotator cuff tears and fatty degeneration) in order to determine the dominant factors of dysfunction and pain. We included 26 consecutive patients (51 shoulders) with a very diverse involvement of bony and soft tissues. Twenty-one showed little or no joint destruction, 15 were intermediate and 15 severe. 63% of patients had rotator cuff tendonitis or tears and 73 % showed at least

Summary & Discussion

mild fatty degeneration of the rotator cuff muscles. Although shoulder dysfunction and pain may be related to multiple factors, we found that rotator cuff degeneration is related to a distinct increase of pain and a significant decrease in range of motion. There was a relevant and significant relation between the severity of rheumatoid disease (Larsen score) and degeneration of the rotator cuff, yet no relationship was found between duration of rheumatoid disease and the clinical parameters. Although Fatty degeneration was significantly worse in patients with rotator cuff tears; fatty degeneration was diagnosed also in patients with painful shoulders but without rotator cuff tears. This may indicate that fatty degeneration is not only caused by structural damage but can also be present due to disuse as a result of shoulder pain. Proximal migration of the humeral head and especially fatty degeneration of the Infraspinatus muscle showed a strong correlation with increased pain and loss of function ($R^2 = 0,36$; $p < 0,001$). In a multivariate regression analysis proximal migration of the humeral head showed the strongest relationship to the amount of pain. Fatty degeneration of the Infraspinatus muscle was the best predictor of a reduced range of motion and force.

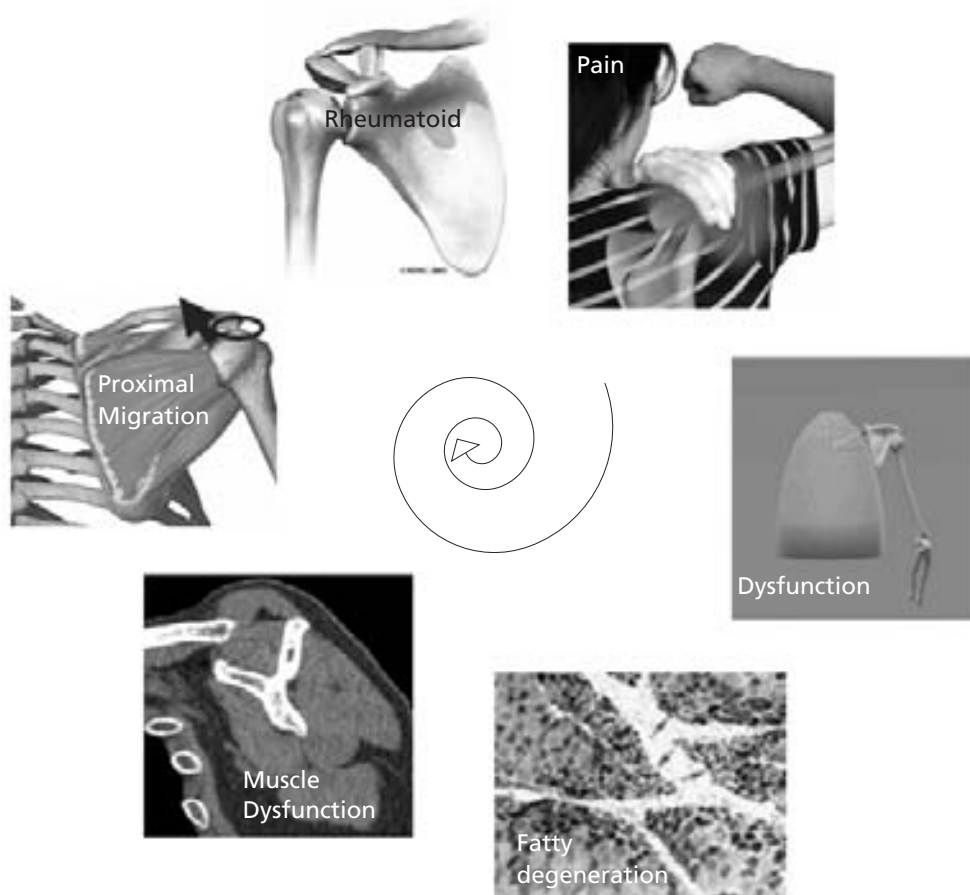
These findings underline our hypotheses on shoulder dysfunction (Chapter 2.3 and 4.1) in that the absence of Infraspinatus muscle force is thought to result in increased upward glenohumeral instability (proximal migration), causing impingement and pain. Co-contraction of the Teres Major and Latissimus Dorsi muscles may stabilize the glenohumeral joint, yet the antagonistic adduction moment will prevent for full range of movement. Additionally reflex inhibition due to pain, shoulder disuse and loss of proprioception of the rotator cuff tendons are in turn thought to induce fatty degeneration itself.

Conclusion

In the aetiology of shoulder joint dysfunction we therefore hypothesized that shoulder pain, caused by either rheumatoid arthritis or other chronic and painful abnormalities of the shoulder joint such as rotator cuff tears, impingement and osteoarthritis, can lead to disuse and inactivity of the affected shoulder joint. In addition to the structural changes caused by rotator cuff tears, tendonitis or synovitis disuse may play an important role in the aetiology of fatty degeneration of the rotator cuff muscles. Fatty degeneration of the rotator cuff muscles in turn may induce proximal migration due to shoulder muscle force imbalance and loss of interposition of the Supraspinatus muscle. This may cause even more pain and inactivity as it can result in subacromial impingement leading to a vicious cycle of pain, inactivity, fatty degeneration and proximal migration.^{42; 167} Recent literature has stated that fatty degeneration is thought to be irreversible, even when the underlying pathology was treated. We believe that early referral and treatment of shoulder involvement of rheumatoid disease may protect the rheumatoid shoulder from this downward spiral as pain reduction may even lead to a normalisation of shoulder muscle activation patterns during range of movement.^{12; 28; 42 44} The presence of rotator cuff degeneration has been related to inferior functional results and significantly more pain after shoulder arthroplasty, due to shoulder instability and impingement.^{42; 82; 175} Prevention of rotator cuff involvement in rheumatoid disease may lead therefore to better functional results after shoulder arthroplasty. It is of great importance to screen

rheumatoid arthritis patients for shoulder joint involvement at an early stage, even if other joints are the primary cause for concern. The use of the Upward migration Index to assess proximal migration of the humeral head can be used reliably to screen for the presence of rotator cuff disease.¹⁶⁷ In order to quantify fatty degeneration we advocate using the Mean Muscle Density measured on computed tomography images. (MRI and ultrasound can also be used to diagnose rotator cuff involvement)

We underline the importance of these measurements as they were strongly correlated to shoulder pain, functional loss and the progress of shoulder complaints. Measurement of proximal migration in an early stage can therefore play an important role in the initiation of functional and medicinal treatment of rheumatoid arthritis disease and may present patients with better possible outcome providing that shoulder surgery is indicated. In the future stem cell injection of the rotator cuff muscles may be used to prevent or even reverse fatty degeneration.



Samenvatting & Conclusie

De afgelopen jaren is binnen de schouderchirurgie de kwaliteit van de weke delen rondom het schoudergewricht (in het bijzonder die van de rotator cuff spieren) van steeds groter belang gebleken. De kwaliteit van de rotator cuff spieren blijkt een groot aandeel te hebben in het operatieve en functionele succes van diverse schouderoperaties.^{1; 8; 15; 15-18; 143; 163; 167; 168; 177; 178} Zowel rotator cuff scheuren als vette degeneratie van de rotator cuff spieren zijn gerelateerd aan inferieure klinische resultaten na het plaatsen van een schouderprothese. Ook werden als gevolg van vette degeneratie meer recidief scheuren na chirurgisch herstel van de rotator cuff gezien. Diagnosticering en kwantificering van rotator cuff degeneratie wordt dan ook van groot belang geacht in het plannen en het kiezen van een optimale behandeling^{1; 15; 43; 75; 121} De etiologie, incidentie en het ware klinische belang van vette degeneratie van de rotator cuff spieren zijn als gevolg van het ontbreken van een betrouwbare meting nog relatief onbekend.^{15; 136}

Dit proefschrift is opgezet om de incidentie en het klinische belang van rotator cuff degeneratie in de rheuma schouder te evalueren. Het eerste gedeelte van dit proefschrift bevat drie klinische studies over de klinische relevantie van de kwaliteit van de rotator cuff bij schouderprothesiologie en rotator cuff chirurgie. Het tweede gedeelte beschrijft drie validatie studies over de kwantitatieve meting van vette degeneratie, proximale migratie en de beweeglijkheid van het schoudergewricht. De laatste twee hoofdstukken evalueren de screeningsmogelijkheden voor vervetting en evalueren de klinische relevantie van rotator cuff degeneratie in de rheuma schouder.

Klinische Studies

Hoofdstuk 2.1 Dit hoofdstuk geeft een schatting van chirurgische en klinische resultaten na het plaatsen van Neer-II type schouderprothesen. Daarnaast onderzoekt het de variatie van deze resultaten als gevolg van patiënt- en prothesegerelateerde parameters. Met behulp van een meta-analyse werd de invloed van verschillende patiëntgerelateerde parameters op de klinische en radiologische resultaten van hemi- en totale schouderprothesen geanalyseerd (n = 3584). Alle geïncludeerde series lieten goede resultaten zien voor pijnvermindering, toename van beweeglijkheid en patiënttevredenheid voor zowel hemi- als totale schouderprothesen in zowel arthrose als reumatoïde arthritis patiënten. Toch bleken de diagnose, aanwezigheid van een rotator cuff scheur, de hoeveelheid bot en de prothese specificaties een significante invloed te hebben op deze resultaten. De aanwezigheid van een rotator cuff scheur in het bijzonder bleek een significant negatief voorspellende waarde te zijn voor de postoperatieve beweeglijkheid, schouderstabiliteit en mate van protheseloslating. Juist in de reumagroep werd een hogere incidentie van rotator cuff scheuren gezien. Dit verklaart waarschijnlijk de significant slechtere functionele resultaten in de reumagroep. Deze verminderde beweeglijkheid in de reumagroep kan ook de gevonden lagere incidentie van glenoïderosie in de hemiprothesegroep verklaren. Ondanks dat de hierboven gepresenteerde resultaten nog niet vergelijkbaar zijn met de zeer succesvolle resultaten van heup- en knieprothesiologie, concluderen wij dat schouderprothesiologie een veilige en effectieve behandeling is van pijn en disfunctie in

Samenvatting & Discussie

een door rheuma of arthrose aangedane schouder. Wij benadrukken dat het onderliggend lijden, de aanwezigheid van rotator cuff degeneratie en prothese specificaties de resultaten van verschillende studies significant kunnen beïnvloeden. Onze resultaten ondersteunen de huidige consensus voor het wel of niet plaatsen van een glenoïdcomponent. Alleen wanneer de rotator cuff intact is en er voldoende bot is om de prothese in te fixeren, kan een glenoïdcomponent worden geplaatst. Het lijkt dan ook erg belangrijk dat patiënten op tijd worden verwezen naar de orthopaedisch chirurg, om ernstige degeneratie van zowel het kraakbeen als van de rotator cuff te voorkomen. Dit geeft arthrose- en reumapatiënten een kans op betere functionele resultaten na het plaatsen van een schouderprothese. Pre-operatieve informatie over de kwaliteit van de rotator cuff en de hoeveelheid bot kunnen dan ook worden gebruikt om de patiënt beter te informeren over zijn of haar prognose.

In **Hoofdstuk 2.2** vergelijken wij deze resultaten met de resultaten van onze eigen patiëntenpopulatie in het LUMC. Zoals wij al concludeerden in hoofdstuk 2.1 is glenohumerale instabiliteit een groot probleem na schouderprothesiologie. Niet alleen is instabiliteit gerelateerd aan inferieure functionele resultaten. Het resulteert ook in een asymmetrische belasting van het glenoïd, waardoor glenoïderosie en eventuele prothese loslating kan optreden (het hobbelpaardeffect).¹⁷⁷⁻¹⁸¹ De literatuur maakte ook duidelijk dat een anatomische plaatsing van de humeruscomponent binnen de rotator cuff van groot belang kan zijn voor de postoperatieve glenohumerale stabiliteit.^{60; 101} Sinds 1994 gebruikt onze kliniek een modulaire humerusprothese met een korte steel, welke voor anatomische plaatsing minder afhankelijk is van de vorm van de metafyse. 53 patiënten, 60 schouders (45 met rheumatoïde artritis en 15 met arthrose) werden geïnccludeerd en gevolgd voor minimaal 24 maanden.

Verrassend genoeg had de mediolaterale positionering van de humeruskop weinig invloed op de postoperatieve beweeglijkheid, na correctie voor diverse patiënt-gerelateerde parameters. Dit zou verklaard kunnen worden door de grote verschillen in de postoperatieve beweeglijkheid binnen de arthrose- en reumagroepen. Nagels et al. concludeerden dat de mediolaterale offset de postoperatieve beweeglijkheid voor arthrosepatiënten wel significant beïnvloedt. Voor de reumagroep vonden ook wij dat de postoperatieve resultaten voornamelijk worden beïnvloed door de preoperatieve beweeglijkheid, de postoperatieve pijn en voornamelijk de postoperatieve exorotatie. De preoperatieve beweeglijkheid (in het bijzonder de mate van exorotatie) was sterk gerelateerd aan de aanwezigheid van een rotator cuff scheur. Het verlies van abductie (Deltoïdeus activiteit) was op haar beurt significant gerelateerd aan het verlies van exorotatie (Supra- en Infraspinatus activiteit).^{7; 182; 183; 186}

Hieruit concludeerden wij dat bij arthrose patiënten, zonder rotator cuff degeneratie, anatomische plaatsing van de humerus prothese moet worden nagestreefd. Voor reumapatiënten geldt dat de postoperatieve beweeglijkheid voornamelijk gerelateerd is aan de preoperatieve status van de rotator cuff. De timing van schouderprothesiologie is daarom van groot belang om vergaande rotator cuff degeneratie te voorkomen en postoperatieve resultaten te verbeteren.

Schouderprothesiologie bij een zeer ernstige rotator cuff degeneratie resulteert meestal in teleurstellende resultaten met restpijn en een slechte functie. Hiervoor is in de

afgelopen decennia een omgekeerde schouderprothese ontwikkeld die gebruikt wordt bij patiënten met volledige cuff degeneratie en ernstige kraakbeenschade (rotator cuff scheur arthrose of ernstige rheumatoïde arthritis).¹⁸⁴ Indien deze kraakbeenschade nog niet is opgetreden, kan een peestranspositie van de Teres Major en/of Latissimus Dorsi naar de origo van de Infraspinatus pees op het tuberculum majus worden overwogen.¹⁸⁵ Beide ingrepen zijn beschreven succesvol voor pijnreductie en relatief functieherstel.^{184;185} Transpositie geeft deze spieren een abductie- en exorotiemoment gedurende actieve abductie en stabiliseert hierdoor het glenohumerale gewricht. Dit gaat ten koste van een interne rotatie- en adductiemoment.¹¹⁴ De veronderstelde preoperatieve insufficiëntie en disbalans gedurende actieve abductie en de postoperatieve nieuwe Teres Major functie worden experimenteel onderzocht in **Hoofdstuk 2.3**.

De pathologische afwezigheid van Supra- en Infraspinatus activiteit gedurende actieve abductie geeft zoals aangenomen anterosuperieur gerichte instabiliteit in het glenohumerale gewricht, resulterend in impingement met pijn en disfunctie. De kracht die gegenereerd wordt door co-contractie van de Teres Major, gedurende actieve abductie en anteflexie, kan bijdragen aan een caudaal gerichte stabilisering van het schoudergewricht en kan daarmee impingement en pijn verminderen. Wel veroorzaakt deze co-contractie een paradoxaal gericht adductiemoment dat een volledige abductie in de weg staat. Pijnreductie middels een subacromiale injectie met lidocaïne, vermindert deze paradoxale co-contractie en resulteerde in alle gevallen in een toename van de externe kracht gemeten over de schouder, een normalisatie van de abductie en exorotatie en zelfs tot herstel van het normale activatiepatroon van de Teres Major bij één patient.⁴⁴ De Glenohumerale stabiliteit wordt helaas niet door deze verdovende injectie hersteld. Langdurige pijnstilling en functieverbetering kan hiervan daarom niet worden verwacht. Musculotendinoge transpositie resulteerde wel in een hernieuwde glenohumerale stabiliteit, door de verandering van de momentsarm van de Teres Major (van adductie naar abductie). De Teres Major kan nu de verloren stabiliserende werking van de Supraspinatus en Infraspinatus overnemen en bijdragen aan een adductiemoment. Wij zagen ook dat het activatiepatroon (EMV) van de Teres Major verandert onder pathologische en postoperatieve condities: de normale activiteit gedurende adductie vindt na transpositie plaats gedurende abductie en anteflexie. Toch veronderstellen wij dat de glenohumerale stabilisatie en niet het toegenomen adductiemoment het postoperatieve functionele herstel verklaart. Aangezien de resultaten en conclusies van deze studie zijn gebaseerd op slechts drie patiënten werd een uitgebreide studie noodzakelijk geacht, om de klinische en chirurgische relevantie ook voor impingement en niet volledige rotator cuff scheuren te onderzoeken.

Validatie van meetmethodes

Recent onderzoek, zoals ook hierboven gepresenteerd, heeft laten zien dat vette degeneratie van de rotator cuff spieren een significant negatieve voorspellende waarde heeft op het functionele herstel na schouderchirurgie.^{1; 15; 81; 119-121} Ook lijkt het bewezen dat vette degeneratie irreversibel is en geen herstel laat zien na rotator cuff scheur herstel.^{8; 12} Beide studies lieten zien dat tijdige diagnosticering en interventie van groot belang zijn in de behandeling van rotator cuff scheuren. Vroege en betrouwbare

diagnosticering van vette degeneratie kan dus belangrijke informatie geven over de te verwachten prognose na bijvoorbeeld shouderprothesiologie en cuff herstel. Beoordeling van vette degeneratie werd in 1996 voor het eerst beschreven door Goutallier et al. Hij gebruikte een visuele score van 0 tot 4 (0, geen vet; 1, kleine strengen vet in de spier; 2, minder vet dan spier; 3, evenveel vet als spier; 4, meer vet dan spierweefsel).⁸ Helaas bleek deze meting matig reproduceerbaar en vereist deze meeting zeer ervaren beoordelaars.^{17; 18} In **Hoofdstuk 3.1** valideerden wij een kwantitatieve meting gebruikmakende van Computer Tomografie (CT), waarmee wij de gemiddelde voxel intensiteit (de Mean Muscle Density) berekenden. De Mean Muscle Density werd gedefinieerd als het gemiddelde CT-getal van het aantal voxels op een aangegeven gebied in een reproduceerbare saggitale doorsnede, gemeten in Hounsfield units.

Drie beoordelaars omlijnden met de hand de verschillende rotator cuff spieren, waarbij het intermusculaire en subcutane vet zorgvuldig werd vermeden. De Teres Minor en de Infraspinatus spieren werden samen omlijnd, aangezien aparte evaluatie van deze spieren lastig en onbetrouwbaar is gebleken.¹⁹ Alle voxels die botweefsel bevatten werden automatisch verwijderd wanneer een gemiddelde densiteit in een voxel boven de 200 Hounsfield units kwam. Drie weken later herhaalde één beoordelaar deze manuele omlijning en meting van de Mean Muscle Density. Alle metingen werden blind voor patiëntendata en in willekeurige volgorde verricht. De drie beoordelaars beoordeelden ook de individuele cuff spieren middels de Goutallier score. Onze resultaten lieten een zeer sterke correlatie zien tussen de visuele score van Goutallier en onze kwantitatieve meting ($R^2 = 0.94$; $p = 0.0001$).⁸ De gemiddelde Interklasse Correlatie Coëfficiënt (ICC) voor de kwantitatieve meting was 0.98 en significant hoger dan die van de Goutallier score (0.63). (Een ICC van 1 geeft aan dat de 'interobserver' variabiliteit niet bijdroeg aan de variantie van de meting, maar dat deze volledig veroorzaakt wordt door de onderlinge verschillen tussen de patiënten.) Deze hoge ICC voor de Mean Muscle Density meting geeft dus een zeer hoge interobserver betrouwbaarheid weer die significant beter was dan die van de Goutallier score. Ook zagen wij een toegenomen varantie van de MMD meting bij een hogere Goutallier score. Dit geeft aan dat de Goutallier score minder betrouwbaar wordt wanneer de mate van vervetting toeneemt.

Concluderend beschrijft dit hoofdstuk een simpele en kwantitatieve meting van rotator cuff vervetting, die gemakkelijk te gebruiken en betrouwbaar is. De stralingsdosis waaraan de patiënt gedurende een CT-scan van de schouder wordt blootgesteld is relatief laag. Toch is deze dosis nog te hoog om als screeningsmethode te kunnen worden gebruikt. Vooralsnog ontbrak hierdoor een betrouwbare screeningsmethode voor de diagnosticering van rotator cuff pathologie. Om röntgenscreening, gebruik makende van een 'klassieke' meting van de subacromiale ruimte mogelijk te maken, werd deze meting in **Hoofdstuk 3.2** gevalideerd middels een vergelijkend onderzoek met driedimensionale CT-metingen.

In 1962 stelde Golding voor het eerst een meting van de subacromiale ruimte voor om rotator cuff afwijkingen op röntgenopnamen te diagnosticeren.³³ Een subacromiale ruimte kleiner dan 5 mm werd als pathologisch beschouwd en zou indicatief zijn voor een scheur in de Supraspinatuspees.^{33-39; 137; 138} Opeenvolgende auteurs gebruikten dit zelfde principe om proximale migratie van de humeruskop te meten.^{33-39; 137-139} Hiervoor werd de kleinste

ruimte tussen het meest proximale articulaire gedeelte van de humeruskop en het dichte corticale bot dat de onderzijde van het acromion aangeeft gemeten. Hirooka et al. beschreven later de Upward migration Index (UI) in 1996; zij deelden hiervoor de afstand van het centrum van de humeruskop naar de onderzijde van het acromion door de straal van de humeruskop.¹³ Vergeleken met de absolute meting van het acromiohumeraal interval maakte deze meting het vergelijken van patiëntendata beter mogelijk.^{13; 140} In deze studie, die verschillende metingen voor proximale migratie valideerde, bleek de Upward migration Index, vergeleken met CT-metingen, het meest nauwkeurig. Resultaten lieten zien dat het gemiddelde absolute verschil voor de UI metingen slechts 0.06 (standaard deviatie, 0.07) was, dit was minder dan 5% van het gemiddelde van de Upward migration Indices gemeten met CT. Het gemiddelde verschil tussen de absolute metingen van het acromiohumeraal interval was 2.6 mm (SD, 2.1), 45% van de gemiddelde interval metingen op CT-reconstructies. Wij concludeerden dat de Upward migration Index de meest accurate en betrouwbare meting was voor de proximale migratie van de humerus ten opzichte van de scapula. De verschillen veroorzaakt door patiëntpositionering, schaling en de individuele verschillen tussen de patiënten hebben een significante invloed op de absolute subacromiale ruimte. Wij raden daarom aan proximale migratiemeting alleen te doen met een relatieve maat zoals de Upward migration Index. Let wel, in 35 van de 43 schouders vonden wij een kleinere Upward migration Index gemeten op CT-reconstructies vergeleken met AP-röntgenfoto's. Het lijkt er dus op dat röntgenfoto's het acromiohumeraal interval over het algemeen overschatten. Een standaard protocol moet daarom gebruikt worden bij het vervaardigen van AP röntgenfoto's van de schouder. Ook moet men voorzichtig zijn met metingen van het acromiohumeraal interval op suboptimale röntgenfoto's. De positionering van de patiënt (liggend of staand), endo- of exorotatie van de schouder en abductiebeperking kunnen mogelijk de subacromiale ruimte beïnvloeden en moeten daarom constant worden gehouden.

Om het klinische belang verderop in dit proefschrift (hoofdstuk 4 en 5) beter te kunnen onderzoeken werd een meetmethode gevalideerd om de glenohumeraal beweeglijkheid te meten. In onze kliniek hebben wij een lange ervaring met het meten van de glenohumeraal beweeglijkheid gebruik makende van een 'Flock-of Birds' elektromagnetische 'tracking device' met een 'extended range transmitter'. Dit systeem bestaat uit een 'transmitter' die een elektromagnetisch veld creëert waarin de positie en oriëntatie van verschillende 3D-sensoren kan worden geregistreerd.

In **Hoofdstuk 3.3** wordt een nieuwe driedimensionale meting van schouderbewegingen gevalideerd. Tot op heden gebruikten wij een gevalideerde, manuele scapulalocator om de scapulothoracale beweging te meten. Een nadeel was dat deze bij dynamisch onderzoek van de schouder niet gemakkelijk te hanteren was. Wij valideerden daarom een meetmethode waarbij de 3D-sensor van de 'scapulalocator' vastgeplakt werd op de huid boven het acromion. Dit vergemakkelijkt dynamisch onderzoek en beperkt het scapulothoracale ritme niet. De inter- en intra-observer variabiliteit en de intertrial betrouwbaarheid werden hiervoor berekend. Metingen van de 3D scapulaposities werden uitgevoerd door drie onderzoekers op 8 gezonde vrijwilligers, gebruikmakende van zowel de oude gevalideerde methode als de nieuwe methode.

Samenvatting & Discussie

Anteversie en Abductie van de schouder werden zowel statisch als dynamisch gemeten. Helaas gaven de beide metingen significant verschillende resultaten voor laterorotatie van de scapula in het frontale vlak (abductie) ($p=0.002$). De inter- en intraobserver variabiliteit was over het algemeen net lager voor de acromionsensor vergeleken met de scapulalocator. De 'inter trial' betrouwbaarheid was voor beide methoden goed (ICC >0.84). Statische metingen verschilden niet significant van dynamisch onderzoek.

Wij concludeerden dat ondanks de gevonden verschillen tussen beide metingen, de methode gebruik makende van de acromionsensor veel voordelen biedt: de mogelijkheid om dynamisch te meten, een hoge 'inter trial' en acceptabele inter- en intra-observer betrouwbaarheid. Voor metingen van 3D-scapula rotaties in een onderzoekssetting wordt deze methode dan ook aangeraden. Voor klinische follow-up studies wordt voorafgaand aan het gebruik van de acromionsensor, een controlemeting met de scapulalocator geadviseerd.

Implementatie in de kliniek

Hoofdstuk 4.1

Het vierde hoofdstuk van dit proefschrift beschrijft de implementatie van de meting van rotator cuff vervetting in de kliniek. MRI-onderzoek van de schouder geldt nog steeds als de gouden standaard in de evaluatie van rotator cuff afwijkingen. Toch kunnen ook CT- en echo onderzoek worden gebruikt om vervetting en scheuren van de rotator cuff spieren te diagnosticeren. Zowel MRI-, echo- als CT-onderzoek hebben als nadeel dat ze alle relatief kostbaar en tijdrovend zijn, afhankelijk zijn van de ervaring van de radioloog of gebruik maken van relatief invasieve technieken, zoals contrastinjectie en straling. Dit maakt gebruik van deze technieken voor screening en follow-up onderzoek minder toepasbaar. Een simpele meting van de subacromiale ruimte op standaard anteroposterieure (AP) röntgenopnames van de schouder zijn bewezen betrouwbaar en zouden kunnen wijzen op de aanwezigheid van rotator cuff scheuren.^{13; 33-39; 137; 138; 148} Goutallier et al. veronderstelden zelfs een relatie tussen vette degeneratie en proximale migratie.¹⁵ Ook Nove-Josserand et al. zagen een sterke relatie tussen een afgenomen subacromiale ruimte en de mate van vervetting van de rotator cuff of de aanwezigheid van cuff rupturen.¹⁶³ De gebruikte methoden waren helaas minder betrouwbaar en de getrokken conclusies soms speculatief.^{163; 186; 187} Dit hoofdstuk evalueert daarom de relatie tussen proximale migratie en vette degeneratie, zodat een betrouwbare screeningsmethode voor vroege identificatie van rotator cuff degeneratie kan worden gevalideerd. Gebruik makende van AP-röntgenfoto's, echo- en CT-onderzoek evalueerden wij 54 schouders in 29 patiënten met rheumatoïde artritis. De Upward migration Index (UI (zoals beschreven in hoofdstuk 3.2)) werd gebruikt om proximale migratie te evalueren. De 'Mean Muscle Density' werd op CT-scans gemeten om vette degeneratie te kwantificeren (Hoofdstuk 3.1). Cuff rupturen werden gediagnosticeerd met echo onderzoek van de schouder. Vette degeneratie van de Infraspinatus spier toonde de sterkste correlatie met proximale migratie (Correlatiecoëfficiënt ($R = 0.85$)). Na correctie voor leeftijd, de aanwezigheid van cuff scheuren en duur van rheumatoïde artritis bleef de partiële correlatie sterk ($R = 0.67$). Ondanks het feit dat scheuren van

de Infraspinatuspees ook significant gecorreleerd waren aan proximale migratie, waren geïsoleerde scheuren van Supraspinatus dat niet. Wanneer vervetting en een scheur beide de Infraspinatus treffen, was de gemeten proximale migratie altijd zeer ernstig. In tegenstelling tot de aanname dat het verlies van interpositie van de Supraspinatus pees resulteert in proximale migratie, veronderstellen wij dat juist de afname van een caudaal gericht moment, normaal gegenereerd door de Infraspinatus en Teres Major spieren, proximale migratie veroorzaken.

Voor de mate van proximale migratie werden drie drempelwaarden vastgesteld om de screening van vette degeneratie te vergemakkelijken. Veel vette degeneratie wordt verwacht bij een Upward migration Index kleiner dan 1.25, matige vervetting bij een UI tussen 1.25 en 1.35 en weinig tot geen vervetting als de UI groter is dan 1.35. Wij concludeerden dat meting van proximale migratie met de Upward migration Index een betrouwbare screeningsmethode is voor de identificatie van vette degeneratie van de rotator cuff. Wanneer deze röntgenmeting vervetting aangeeft, adviseren wij verdere evaluatie van de cuff middels CT- of MRI-onderzoek. Indien er geen aanwijzingen zijn voor vervetting kan vervolgonderzoek met AP-röntgenopnames waardevol zijn in de preventie van rotator cuff degeneratie.

Hoofdstuk 5.1

Rheumatoïde arthritis van de schouder wordt gekarakteriseerd door een proliferatieve synovitis (pannes). Deze pannes veroorzaakt een degradatie van bot- en kraakbeenmatrix in en rondom het schoudergewricht. Dit resulteert niet alleen in ernstige kraakbeenafwijkingen in het glenohumerale gewricht, maar ook in scheuren en vette degeneratie van de rotator cuff. Beide zijn gerelateerd aan de aanwezigheid van pijn en disfunctie in de rheumaschouder.^{27, 28} In een vroeg stadium van de ziekte wordt disfunctie van de rheumaschouder niet door bestaande gewrichtsdestructie, maar voornamelijk door de ziekteactiviteit zelf verklaard.³² Andere artikelen beschrijven wel een relatie, in een latere fase van de ziekte, tussen gewrichtsafwijkingen en functieverlies.²⁷ In bovengenoemde studies werden pijn en disfunctie altijd subjectief gemeten, met behulp van een vragenlijst.^{28, 31} Dit laatste hoofdstuk beschrijft de incidentie van gewrichts- en rotator cuff afwijkingen in de rheumaschouder en onderzoekt hun relatie met objectief gemeten parameters voor functie en pijn. Wij stelden hiervoor de volgende hypothese op: In het ontstaan van schouderpijn en -disfunctie veronderstellen wij, dat de pijn als gevolg van zwelling, synovitis, tendinose en kraakbeenverlies leidt tot schouder-immobilisatie en -disfunctie. Deze schouderimmobilisatie kan vervetting van de rotator cuff spieren veroorzaken en de veronderstelde vicieuze cirkel van vervetting, glenohumerale disbalans, proximale migratie en subacromiale pijn (figuur 1.) in gang zetten. De afwijkingen aan de rotator cuff spieren lijken daarom een sleutelrol te spelen in de pijn en het functieverlies van de rheumaschouder.⁴²⁻⁴⁴ In deze studie worden pijn, functieverlies en schouderkracht gerelateerd aan gewrichtsafwijkingen en de kwaliteit van de rotator cuff om zo de dominante factoren voor schouderdisfunctie te identificeren. Wij includeerden 26 opeenvolgende patiënten (51 schouders) met zeer wisselende afwijkingen in het schoudergewricht en de rotator cuff. Eenentwintig schouders toonden geen of weinig gewrichtsafwijkingen, 15 slechts matige en 15

Samenvatting & Discussie

ernstige gewrichtsdestructie. Drieënzestig procent van de patiënten had rotator cuff tendinose of een scheur en 73% toonde tenminste lichte vette degeneratie van de cuff spieren. Ondanks dat schouderfunctie en -pijn multifactorieel bepaald lijken was er een duidelijke toename van pijn en een significante afname van de beweeglijkheid en kracht wanneer de rotator cuff afwijkingen in ernst toenamen. Er was ook een relevante en significante relatie tussen glenohumerale rheumatoïde afwijkingen (Larsen score) en de gevonden degeneratie van de rotator cuff. Toch werd er geen relatie gevonden tussen de duur van rheumatoïde arthritis en de klinische parameters. Vette degeneratie was wel significant ernstiger bij patiënten met rotator cuff scheuren. Toch werd vervetting ook gevonden in pijnlijke schouders zonder de aanwezigheid van een cuff scheur. Dit kan er op wijzen dat vette degeneratie niet alleen wordt veroorzaakt door structurele afwijkingen zoals cuff scheuren of tendinose, maar ook kan worden veroorzaakt door schouderpijn en disfunctie. Proximale migratie en voornamelijk vette degeneratie van de infraspinatus spier toonden de sterkste correlatie met toegenomen pijn en verlies van beweeglijkheid ($R^2 = 0,36$; $p < 0,001$). In een multivariabele regressie-analyse bleek proximale migratie van de humeruskop de sterkste relatie te hebben met schouderpijn. Vette degeneratie van de Infraspinatus spier was de beste voorspeller van verlies van 'range of movement' en schouderkracht. Deze resultaten ondersteunen onze hypothese over schouderdisfunctie (Hoofdstuk 2.3 en 4.1): De vermindering van Infraspinatusfunctie en -kracht lijkt te resulteren in een toegenomen proximale migratie als gevolg van glenohumerale instabiliteit. Dit kan impingement van de humeruskop onder het acromion veroorzaken en leidt uiteindelijk weer tot meer pijn. Co-contractie van de Teres Major en Latissimus Dorsi spieren veroorzaken een paradoxaal adductiemoment om de schouder tijdens abductie en anteflexie te stabiliseren. Daarbij veroorzaken reflexinhibitie als gevolg van pijn, schouderimmobilisatie en het verlies van proprioceptie van de rotator cuff pezen een toename van spieratrofie en vette degeneratie.

Conclusie

In de etiologie van schouder en rotator cuff afwijkingen van de reumaschouder concludeerden wij dat schouderpijn, veroorzaakt door rheumatoïde arthritis of andere chronische afwijkingen van het schoudergewricht, zoals rotator cuff scheuren, impingement en arthrose, leidt tot inactiviteit van de aangedane schouder. Naast structurele afwijkingen, zoals rotator cuff scheuren, tendinitis en synovitis, veroorzaakt juist deze inactiviteit vette degeneratie. Vetting van de rotator cuff induceert op zijn beurt proximale migratie van de schouder, veroorzaakt door een disbalans van krachten in het schoudergewricht en verlies van interpositie van de Supraspinatus pees. Dit kan uiteindelijk weer leiden tot meer pijn en inactiviteit als gevolg van impingement en instabiliteit (figuur 1.).^{42; 167} Uit de recente literatuur blijkt dat vervetting van de rotator cuff spieren onomkeerbaar is, zelfs als het onderliggende lijden succesvol wordt behandeld.^{12; 28; 42} Toch kan vroege diagnostiek naar en behandeling van rotator cuff afwijkingen bij rheumatoïde arthritis deze neerwaartse spiraal voorkomen. De aanwezigheid van rotator cuff degeneratie is, zoals beschreven gerelateerd aan inferieure resultaten en meer pijnklachten na het plaatsen van een schouderprothese, zeer waarschijnlijk als gevolg van instabiliteit en impingement.^{42; 82; 175} Preventie van verdere

rotator cuff degeneratie kan daarom leiden tot betere functionele resultaten na schouderprothesiologie. Het is dan ook van groot belang dat deze patiënten in een vroeg stadium worden gescreend op rotator cuff afwijkingen, zelfs al voordat ernstige klachten van de schouder zich presenteren. De meting van de subacromiale ruimte met de Upward migration Index kan als een betrouwbare screeningmethode worden gebruikt om rotator cuff afwijkingen in een vroeg stadium uit te sluiten dan wel aan te tonen.¹⁸⁷ Om vette degeneratie te kwantificeren wordt de meting van grijswaarden (Mean Muscle Density) van de rotator cuff spieren op computer tomografie beelden aanbevolen. Daarnaast spelen ook echografie en MRI-onderzoek van de schouder in deze screening een belangrijke rol.

Wij onderstrepen het belang van de onderzochte meetmethoden aangezien hun uitkomst in sterke mate is gerelateerd aan schouderpijn en functieverlies, maar ook aan progressie van schouderklachten. Meting van proximale migratie kan een belangrijke rol spelen in de start van medicinale dan wel fysiotherapeutische behandeling van rheumatoïde arthritis van de schouder. Vroege behandeling van schouderklachten ter voorkoming van inactiviteit zou verdere degeneratie van de cuff zelfs kunnen voorkomen. Zo kunnen patiënten met schouderpijn en -disfunctie optimaal behandeld worden en kan de prognose van conservatieve dan wel operatieve behandeling beter worden ingeschat. In de toekomst zou stamcelinjectietherapie van de rotator cuff spieren gebruikt kunnen worden om vette degeneratie te voorkomen of zelfs te behandelen.

Figuur 1. De vicieuze cirkel van pijn, disfunctie, rotator cuff degeneratie en impingement als gevolg van proximale migratie.

