

Aus der Fachrichtung Orthopädie und orthopädische Chirurgie  
der Universitätskliniken des Saarlandes, Homburg/Saar

**Die Plica humeroradialis  
- eine anatomische Studie -**

Dissertation zur Erlangung  
des Grades eines  
Doktors der Medizin  
der medizinischen Fakultät  
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von  
Régis Meggiorini  
geboren am 11.04.1972 in Saarbrücken

Homburg, 2012

## Inhaltsverzeichnis

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Zusammenfassung/Abstract .....   | 1  |
| 2.     | Einleitung .....   | 4  |
| 2.1.   | Definition der Plica humeroradialis .....  | 4  |
| 2.2.   | Anatomie .....   | 5  |
| 2.2.1. | Anatomie des Ellenbogengelenks .....   | 5  |
| 2.2.2. | Histologie der Gelenkinnenhaut .....   | 6  |
| 2.3.   | Klinische Symptomatik der Plica humeroradialis und bisherige Erkenntnisse .....                    | 8  |
| 2.4.   | Fragestellung der vorliegenden Arbeit .....  | 9  |
| 3.     | Material und Methode .....   | 11 |
| 3.1.   | Untersuchungskollektiv.....  | 11 |
| 3.2.   | Ein- und Ausschlusskriterien .....   | 11 |
| 3.3.   | Präparation und Entnahme der Plica humeroradialis .....  | 11 |
| 3.4.   | Kriterien zur Definition einer Plica humeroradialis .....  | 13 |
| 3.5.   | Histologische Untersuchung .....   | 18 |
| 3.5.1. | Fixierung und Einbettung .....   | 18 |
| 3.5.2. | Anfertigung der Schnitte .....   | 19 |
| 3.5.3. | Hämatoxylin-Eosin-Färbung .....  | 19 |
| 3.6.   | Erhobene Daten .....   | 19 |
| 3.7.   | Statistische Methoden .....  | 22 |
| 4.     | Ergebnisse .....   | 23 |
| 4.1.   | Demographische Resultate .....   | 23 |
| 4.2.   | Prävalenz der Plica humeroradialis .....   | 25 |
| 4.2.1. | Prävalenz in Abhängigkeit vom Geschlecht der obduzierten Patienten .....                           | 25 |
| 4.2.2. | Prävalenz in Abhängigkeit vom Alter der obduzierten Patienten .....                                | 26 |
| 4.3.   | Auftreten einer Chondromalazie .....   | 27 |
| 4.3.1. | Chondromalazie des Caput radii .....   | 27 |
| 4.3.2. | Chondromalazie des Capitulum humeri .....  | 30 |
| 4.3.3. | Chondromalazie sowohl des Caput radii als auch des Capitulum humeri .....                          | 33 |
| 4.3.4. | Chondromalazie des Radiohumoralgelenks .....   | 36 |
| 4.4.   | Synovialitis .....   | 39 |
| 4.5.   | Häufigkeit einer Chondromalazie bzw. Synovialitis in Abhängigkeit einer Plica humeroradialis ..... | 42 |
| 5.     | Diskussion .....   | 43 |
| 6.     | Literaturverzeichnis .....   | 55 |
| 7.     | Datenanhang .....  | 59 |

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| 8. | Danksagung ..... | 61 |
| 9. | Lebenslauf ..... | 62 |

## 1. Zusammenfassung/Abstract

**Hintergrund:** Der therapieresistenten Epicondylitis humeri radialis können intra-artikuläre Ursachen zugrunde liegen. Frühere Studien und Fallbeschreibungen zeigen, dass die Arthroskopie des Ellenbogengelenkes als diagnostisches und therapeutisches Mittel zunehmend an Bedeutung gewinnt. Die arthroskopische Resektion einer Plica humeroradialis kann zu einer wesentlichen Beschwerdebesserung bzw. zu einer vollkommenen Beschwerdefreiheit bei den Patienten führen. Die klinische Bedeutung der Plica humeroradialis wird zunehmend erkannt.

Das Ziel dieser Studie war die Bestimmung der Häufigkeit der Plica im humeroradialen Kompartiment des Ellenbogengelenkes, sowie die Korrelation der Prävalenz der Plica humeroradialis mit Knorpelschäden und Gelenkhautentzündungen im humeroradialen Kompartiment.

**Material und Methode:** Am Pathologischen Institut der Universitätskliniken des Saarlandes in Homburg/Saar wurden insgesamt 39 Leichenellenbogen von 25 Männern und 14 Frauen auf das Vorkommen einer Plica humeroradialis sowie das Vorhandensein begleitender degenerativer Gelenkveränderungen (Knorpelschäden am Caput radii und Capitulum humeri) und begleitender Gelenkhautentzündung (Synovialitis) untersucht.

**Ergebnisse:** Das erreichte Lebensalter aller 39 Verstorbenen betrug  $62,9 \pm 10,5$  Jahre. Bei allen untersuchten Ellenbogen zeigte sich in 56,4 % ( $n = 22$ ) eine Plica humeroradialis. Weibliche Ellenbogen zeigten in 57,1% und männliche Ellenbogen in 56 % eine Plica humeroradialis. Eine Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri zeigten sich in 23,1 % ( $n = 9$ ) der untersuchten Ellenbogen. In diesen Fällen war bei 77,8 % eine Plica humeroradialis nachweisbar. Eine Chondromalazie im Bereich des Caput radii zeigten sich bei 38,5% ( $n = 15$ ) der Ellenbogen und war in 86,6 % der Fälle mit einer Plica humeroradialis assoziiert. In 22,2 % ( $n = 6$ ) der Fällen zeigten sich sowohl Knorpelläsionen im Bereich des Caput radii als auch im Bereich des Capitulum humeri. Hier war in 80 % eine Plica humeroradialis nachweisbar. In allen beschriebenen Fällen lagen keine geschlechtsspezifischen Unterschiede vor, obwohl weibliche Ellenbogen deutlich häufiger von einer kombinierten Chondromalazie im Bereich des



Capitulum humeri und des Caput radii betroffen waren als männliche Ellenbogen (30 % vs. 17,6 %).

Bei den untersuchten Ellenbogen war in 41 % (n = 16) eine Synovialitis unterschiedlicher Ausprägung mikroskopisch feststellbar. Makroskopisch zeigte sich bei allen Gelenken eine Synovialfalte radiär dem Gelenkspalt folgend und bei mehr als 50 % der Ellenbogen eine vergrößerte Synovialfalte, welche das Radiusköpfchen partiell bedeckte und ins Gelenk bei Streckung einklemmte. Nur wenn die Synovialfalte die knorpeltragende Radiusgelenkfläche überspannte (Fovea radialis), war die Definition der Plica humeroradialis erfüllt. Diese Plicae befanden sich in unserem Obduktionskollektiv topographisch immer an der posterolateralen Circumferenz des Radiusköpfchens, gelenkseitig des Ligamentum collaterale laterale humeri, und klemmte sich dorsoradial bei Streckung zwischen Capitulum humeri und Caput radii ein. In unserem Untersuchungskollektiv war das Radiusköpfchen bei Streckung von dieser Plica bis maximal zu einem Drittel bedeckt.

**Fazit:** Es besteht eine hohe Prävalenz der Plica humeroradialis. In unseren Präparaten waren beim Vorhandensein einer Plica auch öfters Knorpelschäden im humeroradialen Gelenk sowie häufiger Gelenkhautentzündungen zu beobachten.

Bei therapieresistenten radialen Ellenbogenbeschwerden sollte auch an eine symptomatische Plica humeroradialis gedacht werden. Der kernspintomographische Nachweis gelingt nicht immer, daher sollte zunehmend eine Arthroskopie des Ellenbogen erwogen werden.

## **Abstract**

**Background:** The Epicondylitis humeri radialis unresponsiveness to medical treatment may be caused by intra-articular pathology. Previous studies and case-reports have shown that arthroscopy of the elbow joint is of increasing importance as a diagnostic and therapeutic tool. Arthroscopic resection of the symptomatic plica humeri radialis leads to an essential decrease of complaints or to an entire relief of symptoms in those patients. The clinical importance of the plica humeri radialis is progressively recognised.

The aim of this study was to determine the prevalence of a synovial fold in the humeri radial compartment of the elbow joint, as well as the correlation of this prevalence with cartilage damage and synovial inflammation of the humeroradial compartment.

**Material and methods:** At the Institute of Pathology of the University of the Saarland in Homburg/Saar we examined 39 cadaver elbows of 25 men and 14 women to get information about the prevalence and the position of a plica humeri radialis and their histology, as well as degenerative elbow joint issues (chondromalazia at caput radii and capitulum humeri, synovialitis).

**Results:** The average age of the decedent patients was  $62.9 \pm 10.5$  years. In the examined 39 elbows 56.4 % showed a plica humeri radialis. The ratio in male elbows was 56 % and in female elbows 57.1 %. Chondromalazia at capitulum humeri was present in 23.1 % ( $n = 9$ ) of all elbows and 77.8 % of them showed plica humeroradialis. Chondromalazia at caput radii was present in 38.5 % ( $n = 15$ ) of the elbows and in 86.6 % plica humeroradialis was associated. In 22.2 % ( $n = 6$ ) of all elbows a chondromalazia of capitulum humeri and of caput radii was detected with a rate of plica humeroradialis of 80 % in these cases. There was no significant difference in the plica humeroradialis distribution between both sexes, although female elbows more often showed a combined chondromalazia at caput radii and capitulum humeri compared with male elbows (30 % vs. 17.6 %).

In 41 % of all elbows we found synovialitis of different degrees. The macroscopic view showed 50 % of all elbows to have a rough and hypertrophic plica humeroradialis at the free margin of the synovial villus. This plica was typically localized at the lateral circumference of the radius head at the joint side of the ligamentum collaterale laterale humeri, and this plica clamped dorsoradial between capitulum humeri and caput radii during the extension of the joint. In this cohort of decedent patients their caput radii in elongated position was coated of about one third of its size by that plica.

**Conclusion:** This study showed a high prevalence of plica humeroradialis. In our anatomical preparations we found plica combined with damaged cartilage and/or with synovialitis in the humeroradial joint. Plica humeroradialis should be recognized as a possible cause of symptoms in patients with therapy resisting Epicondylitis humeri radialis. Verification of such a plica is not always possible using nuclear magnetic resonance imaging, so arthroscopy should be reconsidered in those cases.

## 2. EINLEITUNG

### 2.1. Definition der Plica humeroradialis

Plicae sind deutlich ausgeprägte Faltungen der innersten geweblichen Auskleidung des Ellenbogengelenkes, der sog. Membrana Synovialis der Articulatio humeroradialis. Nach Awaya et al. (2001) handelt es sich bei diesen Plicae um Überbleibsel während des embryonalen Entwicklungsprozesses der articulären Synovialmembran (vgl. Boven et al., 1983; Deutsch et al., 1981).

Zuerst entwickelt sich im Rahmen der embryonalen Entwicklungsphase eine mesenchymale Grube im radiohumeralen Bereich des Embryo, daraufhin bildet sich eine analoge Grube im ulnohumeralen Bereich und am Ende formt sich eine dritte Grube in der radioulnaren Sektion des späteren Ellenbogengelenks. Diese Gruben verschmelzen schließlich, wobei synoviale Plica oder synoviale Falten verbleiben können, die als septenartige Formationen bestehen bleiben (Awaya et al., 2001; Gordon, 1985; Clarke, 1988).

Findet sich eine derartige Plica im humeroradialen Bereich, spricht man von einer Plica humeroradialis. Deren Vorkommen kann nach Fitze (2012) als physiologisch angesehen werden. Es handelt sich laut Fitze (2012) um "*prominente Falten der Synovialmembran*".

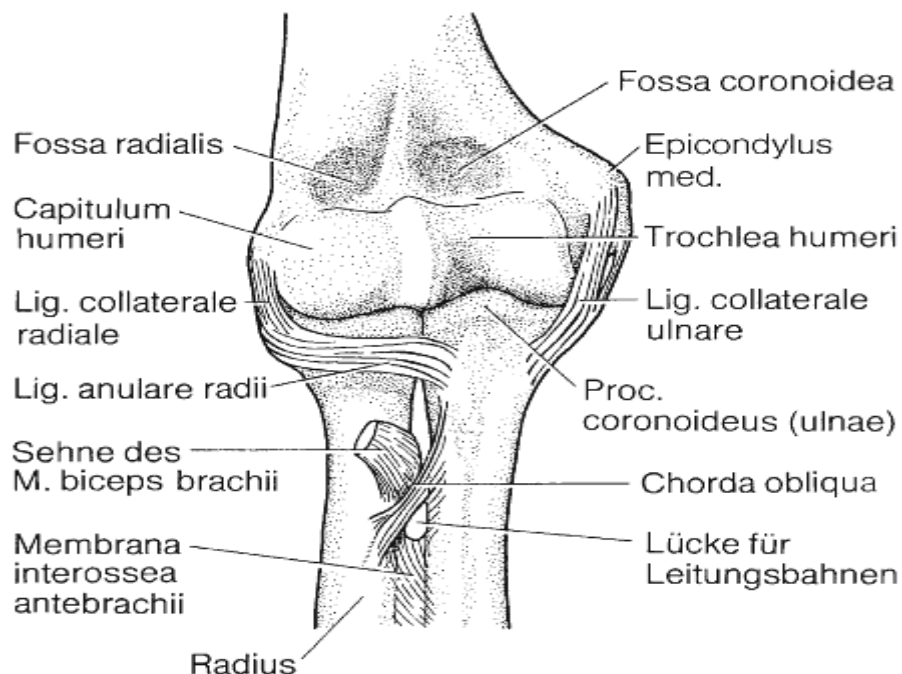
Bei Vorliegen eines symptomatischen Plica-Syndroms besteht oftmals eine Begleitsynovialitis, eine Chondromalazie am Capitulum humeri und vor allem am Caput radii (Akagi und Nakamura, 1998; Clarke, 1988; Stöhr et al., 1998).

## 2.2. Anatomie

### 2.2.1. Anatomie des Ellenbogengelenks

Die Anatomie der *Articulatio cubiti* ist in der Fachliteratur hinlänglich beschrieben (vgl. Schiebler, 2005). Es soll jedoch noch in aller Kürze auf die wichtigsten anatomischen Verhältnisse am Ellenbogengelenk eingegangen werden, um die Grundlage für das anatomische Verständnis der Problematik einer *Plica humeroradialis* zu schaffen.

Wie die nachfolgende Abbildung illustriert, handelt es sich beim Ellenbogengelenk um ein aus verschiedenen knöchernen Bestandteilen (distaler Humerus, proximaler Radius, proximale Ulna) zusammengesetztes und von verschiedenen Bandstrukturen zusammen gehaltenes, komplexes Scharnier-Drehgelenk-System. Dieses System besteht aus *Articulatio humeroulnaris*, *Articulatio humeroradialis* und *Articulatio radioulnaris proximalis*. Es ermöglicht eine Flexion-/Extensionsbewegung zwischen Humerus sowie Radius/Ulna als auch eine Pronations-/Supinationsbewegung zwischen Radius und Ulna (Schiebler, 2005).



**Abbildung 1:** Graphische Darstellung der knöchernen und Bandstrukturen des rechten Ellenbogengelenks (entnommen aus Schiebler, 2005; s. S. 263)

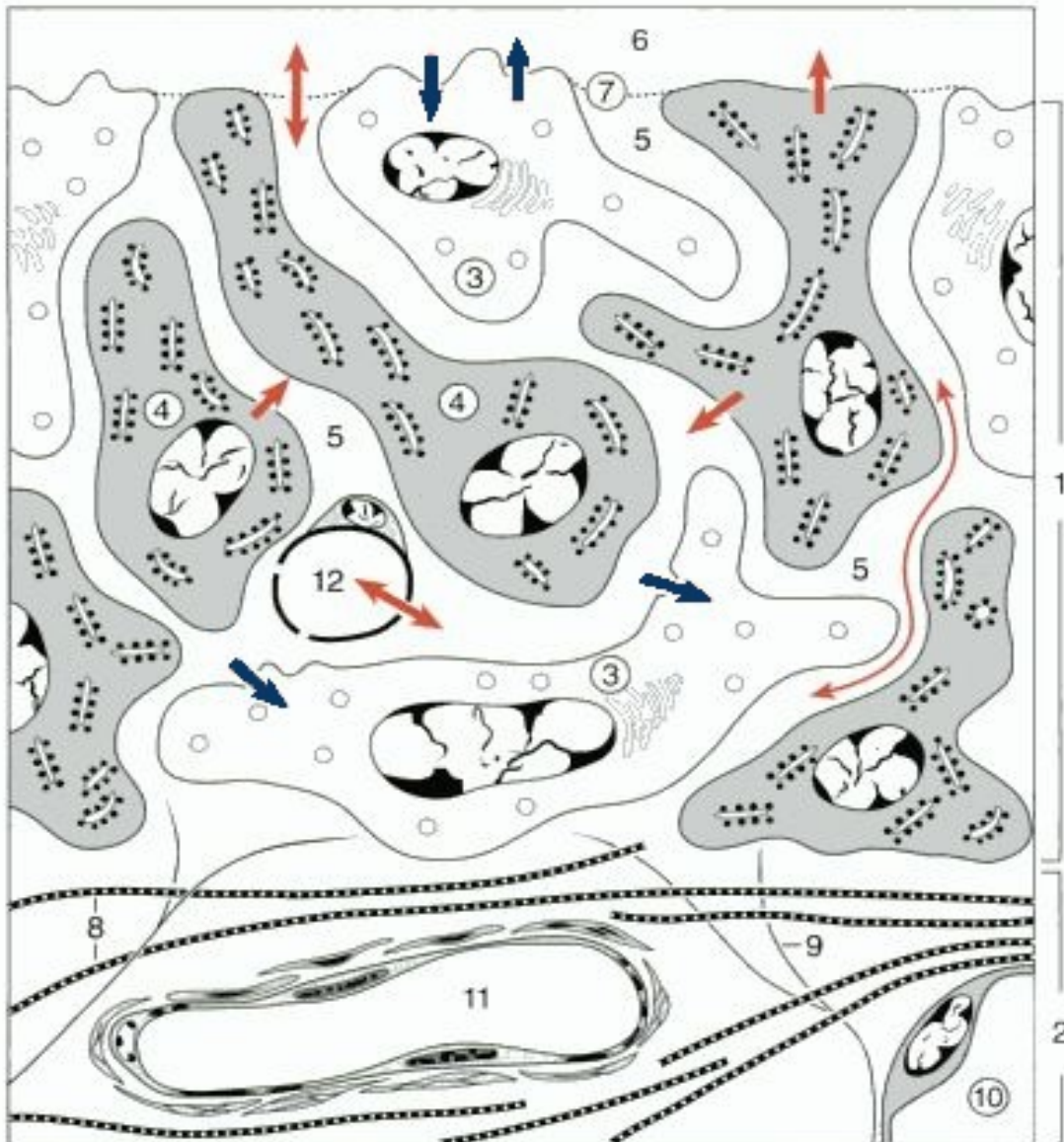
Die knöchernen Gelenkanteile teilen sich eine Gelenkhöhle und werden von einer Gelenkkapsel umgeben. Letztgenannte zieht von der Fossa coronoidea und der Fossa radialis des vorderen Humerus nach distal über das Gelenk zur Elle und Speiche, dorsal von der Fossa olecrani distal zu Elle und Speiche. Zusätzlich wird die Kapsel durch Bänder und muskuläre Kapselspanner (muskuläre Fasern des M. brachialis auf der Vorderseite des Gelenks, entsprechende Fasern des M. articularis cubiti vom M. triceps brachii auf der Rückseite des Gelenks) abgesichert (Schiebler, 2005).

### 2.2.2. Histologie der Gelenkinnenhaut

Der feingewebliche Aufbau der Gelenkinnenhaut (Membrana synovialis) ist Graumann et al. (2004) zu entnehmen. Sie ist Teil der Gelenkkapsel, welche wiederum aus dem äußeren Stratum fibrosum und dem inneren Stratum synovialis besteht. Das Stratum synoviale überzieht das intraartikuläre Periost, intraartikuläre Ligamente/Sehnen, jedoch nicht Gelenkdysken und -menisken. Die Gelenkknorpel bleiben ausgespart, den an deren randständiger Sektion, dem Übergangsbereich zum Periost, geht der die Membrana synovialis in einer Übergangszone in den Gelenkknorpel über.

Die Membrana synovialis zeichnet sich durch eine glatte Oberfläche aus, die als Pars plana bezeichnet wird. Diese Oberflächenstruktur verändert sich aber im Übergangs-Übergangsbereich von Knorpel zu Knochen, in dem die Membrana synovialis inseriert. Hier finden sich sog. Gelenkzotten (Villi synoviales der Pars pillosa), deren Funktion in der Vergrößerung der Membranoberfläche zum Zweck der Sekretion und Resorption von Substanzen wie Sauerstoff, Kohlendioxid, Glukose, Wasser u.ä. dient (Graumann et al., 2004; Junqueira et al., 2005).

Die Membrana synovialis gliedert sich histologisch in zwei differenzierbare Gewebeschichten: die intimale Lamina propria synovialis (4 Zellschichten aus Synoviozyten, Dicke 20-40 µm), welche einer subintimalen Schicht aufliegt. Die Synovialzellen der intimalen Lamina propria synovialis zeichnen sich durch eine ovioide bis abgeplattete Struktur aus und weisen trotz einer deutlichen wechselseitigen Vernetzung keinerlei Basalmembran auf (Graumann et al., 2004) - siehe auch Abbildung 2.



**Abbildung 2:** Feingeweblicher Aufbau der Membrana synovialis nach Graumann et al. (2004; s. S. 178). Dargestellt sind die Sektionen der synovialen Intima (1) und der subintimalen Schicht (2). In der *subintimalen Schicht* finden sich Kollagenfibrillen (8) und elastische Fasern (9), Lipozyten (10) und Venulen (11). In der *synovialen Schicht* befinden sich phagozytisch aktive Typ A-Synoviozyten (3) und die Hyaluronsäure der Synovialflüssigkeit produzierende Typ B-Synoviozyten (4). Zwischen diesen Zellen befinden sich Blutkapillaren (12) und interzelluläre Matrix (5). Die einfachen blauen Pfeile weisen auf die Sekretion und Phagozytose der A-Synoviozyten, die einfachen roten Pfeile auf die Sekretion von Matrix- und Synovialbestandteilen der B-Synoviozyten hin. Der rote Doppelpfeil (siehe 12) demonstriert den Flüssigkeitsaustausch zwischen arteriellem Kapillarsystem und synovialer Intima. Der geschwängelte rote Pfeil (rechts bei Ziffer 5) symbolisiert den Flüssigkeits-/Substanztransport von der synovialen Intima (1) in Richtung synovialen Spalt (6). Es fehlt eine Basalmembran (7) als Abgrenzung zwischen synovialer Intima und der Synovialflüssigkeit bzw. dem synovialen Raum.

Unter physiologischen Umständen finden sich so gut wie keine freien Nervenendigungen in diesem Bereich der Synovialmembran, so dass in der Regel von einer Schmerzunempfindlichkeit in diesem Gebiet ausgegangen werden kann (Graumann et al., 2004).

### 2.3. Klinische Symptomatik der Plica humeroradialis und bisherige Erkenntnisse

Erstmals erkannte Bosworth (1955) die Einklemmung der Synovialmembran im Ellenbogengelenk als eine Möglichkeit für eine beugeabhängige radialeseitige Schmerzsymptomatik, die keine Epicondylitis humeri radialis war. Der Autor versorgte 27 Patienten mit entsprechenden Beschwerden und erkannte als Ursache der Schmerzsymptomatik die Einklemmung der Synovialmembran zwischen Capitulum humeri und Caput radii. Die Schmerzen konnten durch Resektion des orbicularen Ligaements oder dessen Verlagerung unterhalb des Radiusköpfchens behoben werden. In späterer Zeit fanden sich weitere Fallbeschreibungen zu diesem Problembereich. Clarke (1988) berichtete über drei Patienten mit Symptomen eines Impingements, mutmaßlich verursacht durch einen freien Gelenkkörper. Eine bei diesen Patienten durchgeführte Arthroskopie des Ellenbogengelenks ergab nicht den vermuteten freien Gelenkkörper, sondern eine Synovialfalte im Bereich des Humeroradialgelenkes (Plica humeroradialis), welche offensichtlich zwischen Capitulum humeri und Caput radii Einklemmte und das Impingement verursachte. Die Resektion dieser Plica humeroradialis führte bei den drei Patienten zur vollständigen Beschwerdefreiheit. Im selben Jahr berichtete auch Commandre et al. (1988) über einen Fall mit ähnlicher Beschwerdesymptomatik und vermutete wie Clarke (1988) einen Zusammenhang zwischen dem therapieresistenten Tennisellenbogen und einer möglichen intermittierenden Inkarceration der Plica humeroradialis. Ebenfalls über gute Ergebnisse der arthroskopischen Therapie berichteten Akagi und Nakamura (1998) in einem Fallbericht. Auch Stöhr et al. (1998) sowie Geyer und Stöhr (2001) konnten mit ihren Untersuchungen den Verdacht des humeroradialen Impingements als eine Ursache der therapieresistenten lateralen Epikondylopathie untermauern. Später folgte eine Veröffent-

lichung über mittelfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Resektion der Plica humeroradialis als Ursache des humeroradialen Impingements (Stöhr et al., 2002).

Klinisch findet sich beim plicabedingten radialen Ellenbogenschmerz ein charakteristischer Druckschmerz mit Punctum maximum am humeroradialen Gelenkspalt. Dieser Schmerz tritt verstärkt auf bei Pro- und Supination oder endgradiger Streckung im Ellenbogengelenk. Die Druckschmerzhaftigkeit des Epicondylus lateralis ist weniger ausgeprägt. Die Extension im Handgelenk gegen Widerstand ist weniger schmerzhaft und führte weniger zu Ausstrahlungen in den Unterarm wie bei der klassischen Epicondylitis humeri radialis. Kernspintomographisch zeigte sich aufgrund des Reizzustandes des Gelenkes vermehrt Synovialflüssigkeit im Bereich des Humero-radialgelenkes, eine Chondromalazie unterschiedlicher Ausprägung an Capitulum humeri und des Caput radii (Stöhr et al., 2002).

Die Pathologie der Plica im Ellenbogen ähnelte jener der symptomatischen Plica im Kniegelenk, die allerdings schon seit längerem bekannt und beschrieben ist (Patel, 1991). Plicabildungen im Kniegelenk sind häufige Gelegenheitsbefunde bei Arthroskopien. Krankheitswert bekommen sie beim Auftreten lokalere Gewebesirritationen. Eine Plica mediopatellaris ist in unterschiedlicher Breite bei fast 2/3 der Kniegelenke nachweisbar (Dandy, 1990) und eine Plica suprapatellaris bei weniger als der Hälfte. Eine Plica infrapatellaris ist nach Kim (1996) bei etwa 85 % der Gelenke zu finden.

#### 2.4. Fragestellungen der vorliegenden Arbeit

Untersuchungen zur Plica humeroradialis sind von zunehmendem Interesse, da ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Plica humeroradialis und dem Auftreten einer Beschwerdesymptomatik vermutet wird. Dieser mögliche Zusammenhang wird untermauert aufgrund der bisherigen Erkenntnisse durch bildgebende Verfahren, durch arthroskopische Gelenkdarstellungen und auch durch die bereits erwähnten Voruntersuchungen und Fallberichte. Bei fast allen bisherigen Untersuchungen und Fallberichten handelt es sich um ein selektiertes Patientengut, bei denen eine Beschwerdesymptomatik im Bereich des Ellenbogens bestand.



Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist die Auftretenshäufigkeit der Plica humeroradialis und die Auftretenshäufigkeit von Knorpelschäden und Gelenkhautentzündungen in einem nicht-selektierten Obduktionskollektiv. Des weiteren gilt es zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Plica humeroradialis und Knorpelschäden sowie Synovialitiden besteht und ob es geschlechtsspezifische Unterschiede gibt.

### **3. Material und Methode**

#### 3.1. Untersuchungskollektiv

Am Pathologischen Institut der Universitätskliniken des Saarlandes in Homburg/Saar wurden über einen Zeitraum von 22 Monaten ausschließlich rechte Ellenbogen von 25 männlichen und 14 weiblichen verstorbenen Patienten präpariert und untersucht. Die Patienten waren im Alter von durchschnittlich  $62,9 \pm 10,5$  Jahren verstorben.

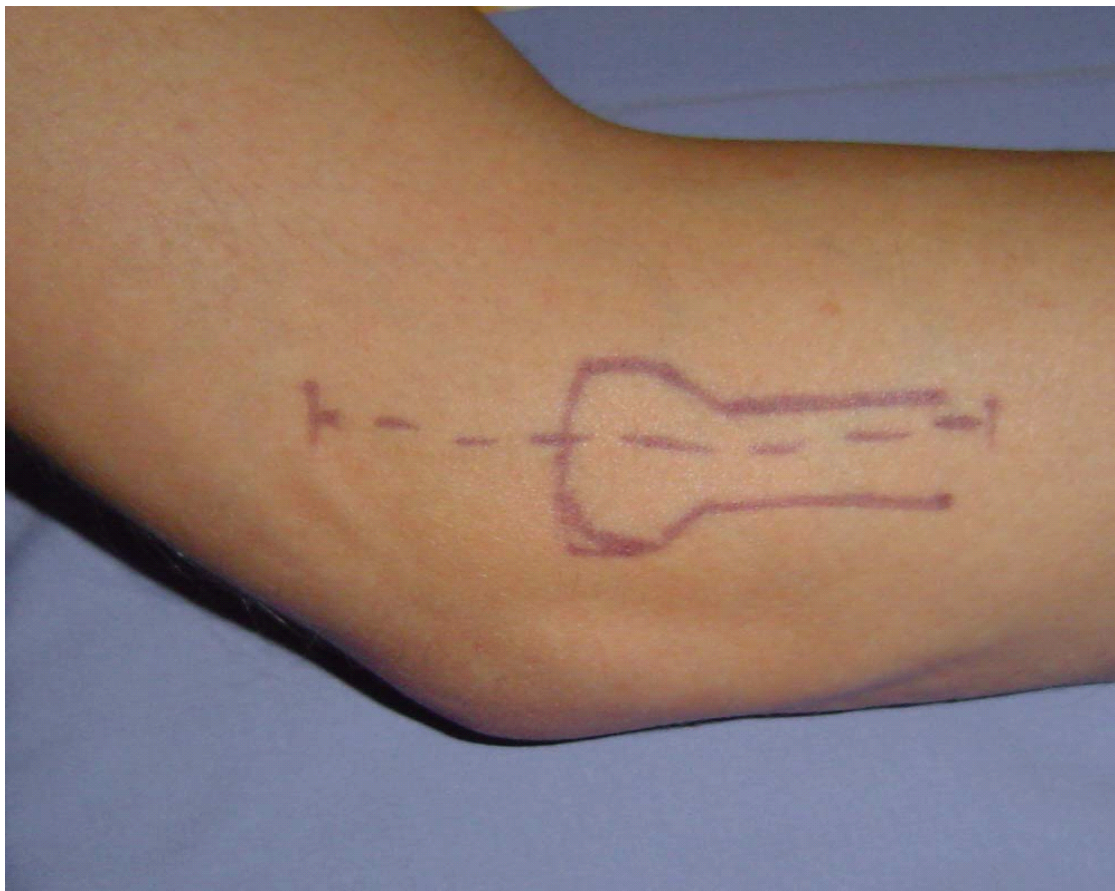
#### 3.2. Ein- und Ausschlusskriterien

Es wurden nur rechte Ellenbogen von Patienten in die Untersuchung aufgenommen, die makroskopisch unverletzt waren. In den Krankenunterlagen der Patienten, deren Ellenbogen präpariert wurden, durften keine Angaben über vorbestehende Beschwerden oder Erkrankungen der rechten Ellenbogen vorliegen. Ellenbogen, bei denen Narben von Verletzungen oder Operationen erkennbar waren, wurden nicht in die Studie aufgenommen.

#### 3.3. Präparation und Entnahme der Plica humeroradialis

Nach der Lokalisation des Caput radii mittels Tasten wurde eine dermale Inzision über eine Länge von etwa 10 cm über dem Humeroradialgelenk in Richtung des Faserverlaufes des Musculus extensor digitorum angelegt (siehe Abbildung 3). In der Folge wurde das subcutane Fettewebe durchtrennt. Der Musculus extensor digitorum wurde dargestellt. Entlang seines Faserverlaufes wurde der M. extensor digitorum bis zur lateralseitigen Ellenbogen inzidiert. Die dem Caput radii direkt angrenzenden Kapselbandstrukturen sowie das Ligamentum anulare wurden während der Präparation so weit wie möglich geschont. Das Ligamentum collaterale radiale in seinem Verlauf vom Epicondylus lateralis humeri einschließlich seiner Faserzüge in das Ligamentum anulare radii wurde ebenfalls möglichst schonend dargestellt. Im Anschluss wurde der

Kapselbandapparat vom Epicondylus lateralis humeri zunächst nach ventromedial, anschließend nach distal und letztlich ventrolateral rautenförmig eröffnet. Durch dieses Vorgehen konnte die Gelenkkapsel mit der darin lokalisierten Plica humeroradialis "en bloc" herauspräpariert werden. Nach schriftlicher Dokumentation des auf die beschriebene Weise gewonnenen Präparates wurde das Gewebe in Formalin gelagert. Zu einem späteren Zeitpunkt wurde das Präparat dann in Paraffin eingebettet, um die histologische Färbung und feingewebliche Untersuchung durchzuführen - siehe Abbildung 3.

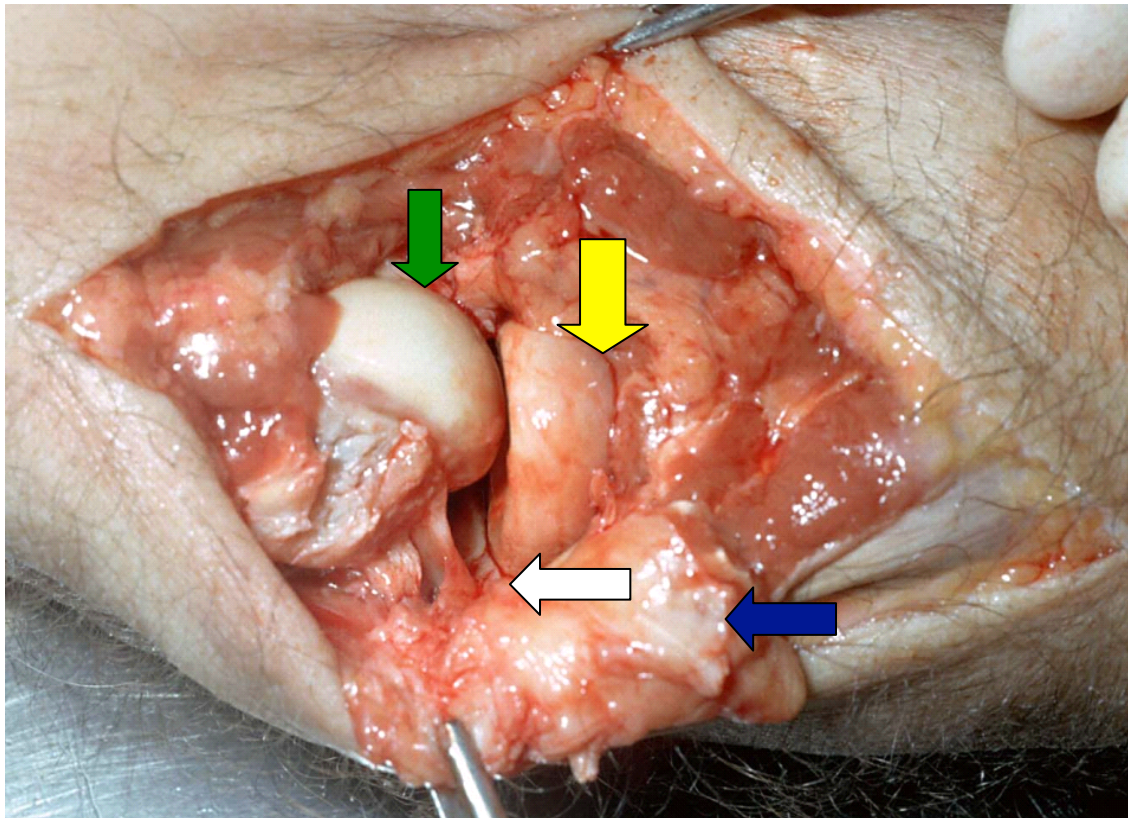


**Abbildung 3:** Fotografie eines intakten rechten Ellbogengelenks. Es sind der Verlauf des Hautschnittes (gestrichelte Linie) sowie die Lage des Radiusköpfchens angezeichnet

### 3.4. Kriterien zur Definition einer Plica humeroradialis

Nachfolgend wird dargelegt, aufgrund welcher Befunde von einer Plica ausgegangen wurde.

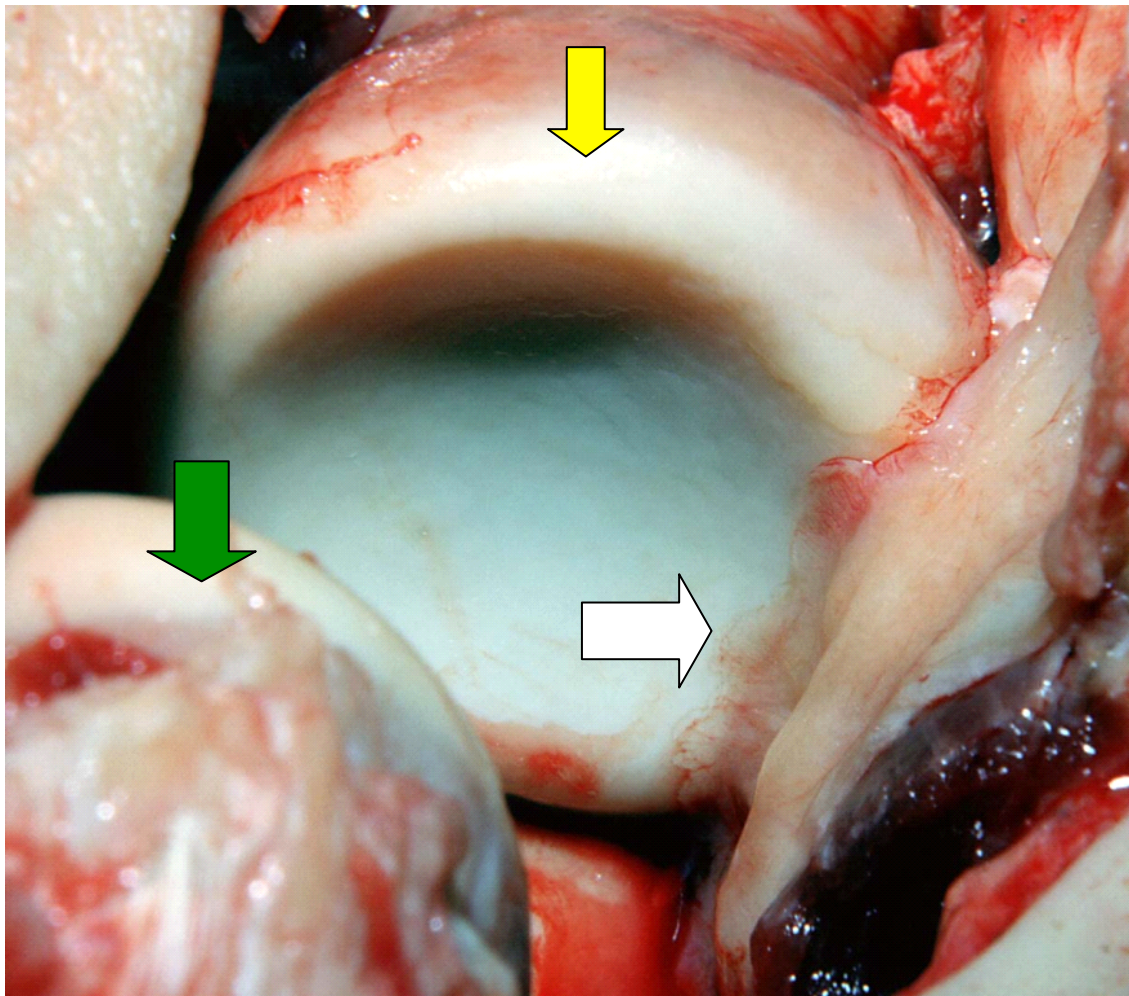
Nach Eröffnen der Ellenbogengelenke zeigte sich bei allen untersuchten Ellenbogen eine Synovialfalte der Zirkumferenz des Radiusköpfchens radiär folgend, welche von der räumlichen Ausdehnung im dorsoradialen Bereich des Humeroradialgelenkes am größten war (siehe Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Darstellung der rautenförmigen Schnittführung zur Präparation der Gelenkkapsel (blauer Pfeil). Man erkennt die zwischen Capitulum humeri (grüner Pfeil) und Caput radii (gelber Pfeil) von dorsolateral nach ventrolateral verlaufende Synovialfalte (weisser Pfeil). Die Synovialfalte ist bei allen Präparaten vorhanden. Von der Größe erreicht sie hier nicht die Gelenkfläche des Radius und bedeckt nicht den knorpeltragenden Teil der Radiusgelenkfläche. Auch findet bei Streckung des Ellenbogens keine Inkonzentration der Falte zwischen Caput radii und Capitulum humeri statt. Die Definition von Plica humeroradialis (Bedeckung des Radiusköpfchens durch die Plica) ist nicht erfüllt.

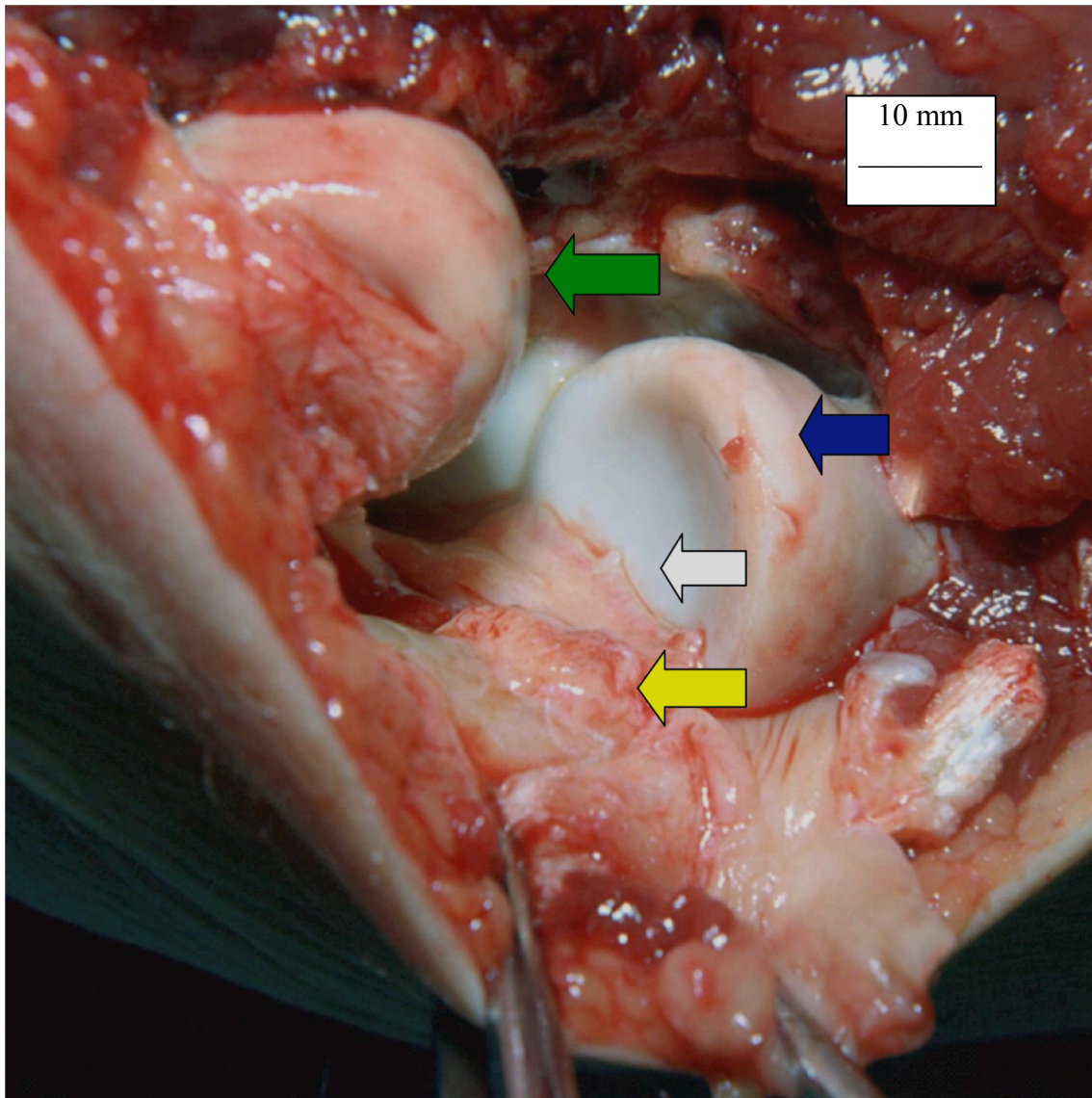


Die Definition einer Plica erforderte eine Ausdehnung der Synovialfalte in einem Umfang, der die Gelenkfläche des Radiusköpfchens bedeckte und bei Streckung in den Gelenkspalt inkranzierte. Nur, wenn ein derartiger Befund vorlag, wurde von einer Plica humeroradialis ausgegangen. Diese Plica befand sich topographisch in unseren Präparaten an der dorsolateralen Circumferenz des Radiusköpfchens, gelenkseitig des Ligamentum collaterale laterale humeri, und klemmte sich dorsoradial bei Streckung zwischen Caputulum humeri und Caput radii ein (siehe Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Präparationssitus zur Darstellung einer nachgewiesenen Plica humeroradialis. Die Synovialfalte befindet sich im dorsolateralen Bereich des Humero-radialgelenkes. Es sind Caput radii (gelber Pfeil) und Caputulum humeri (grüner Pfeil) dargestellt. Die Synovialfalte reicht in den Gelenkspalt von Caputulum humeri und Caput radii hinein. Die Plica humeroradialis ist durch den weissen Pfeil gekennzeichnet.

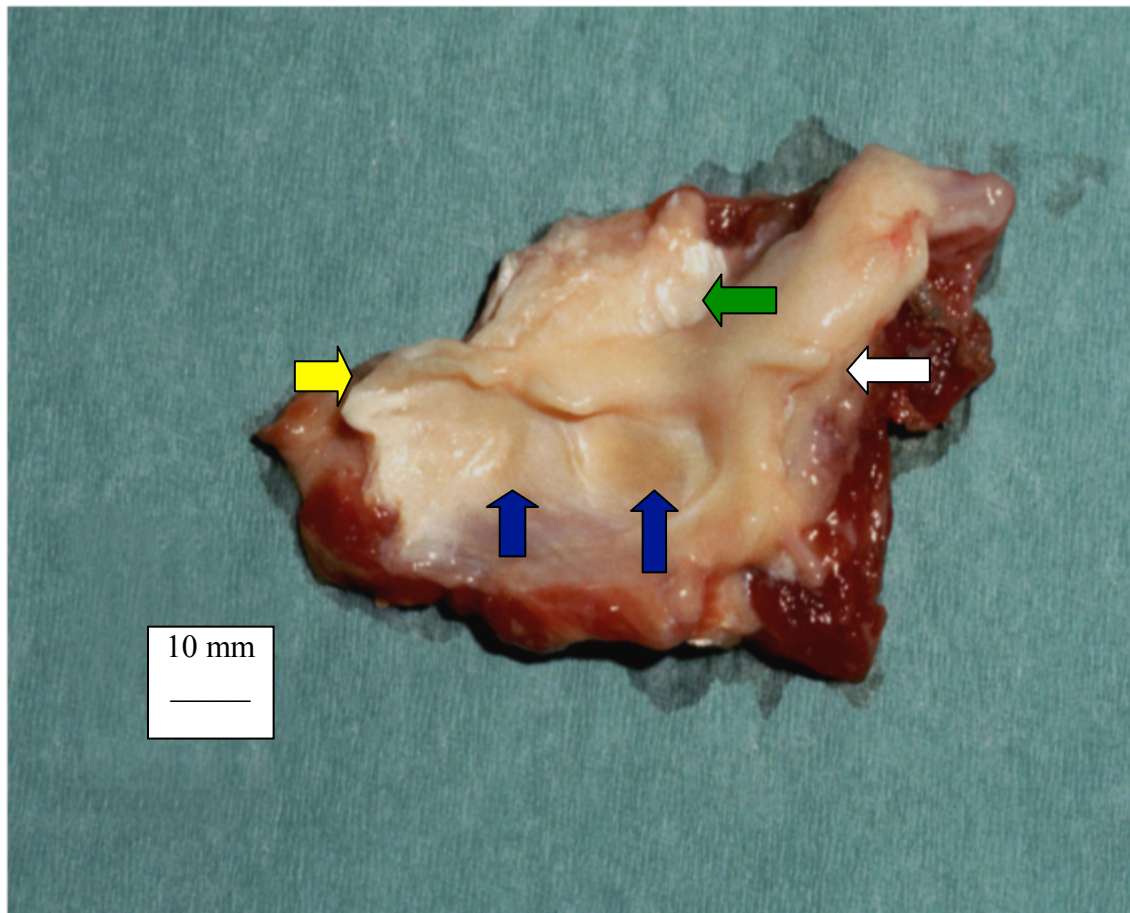
Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt eine prominente Plica humeroradialis mit ausgeprägter Gewebetüberdeckung des Radiusköpfchens. Die Überdeckung der Gelenkfläche des Radiusköpfchens konnte bei einigen Präparaten bis zu 30 % betragen.



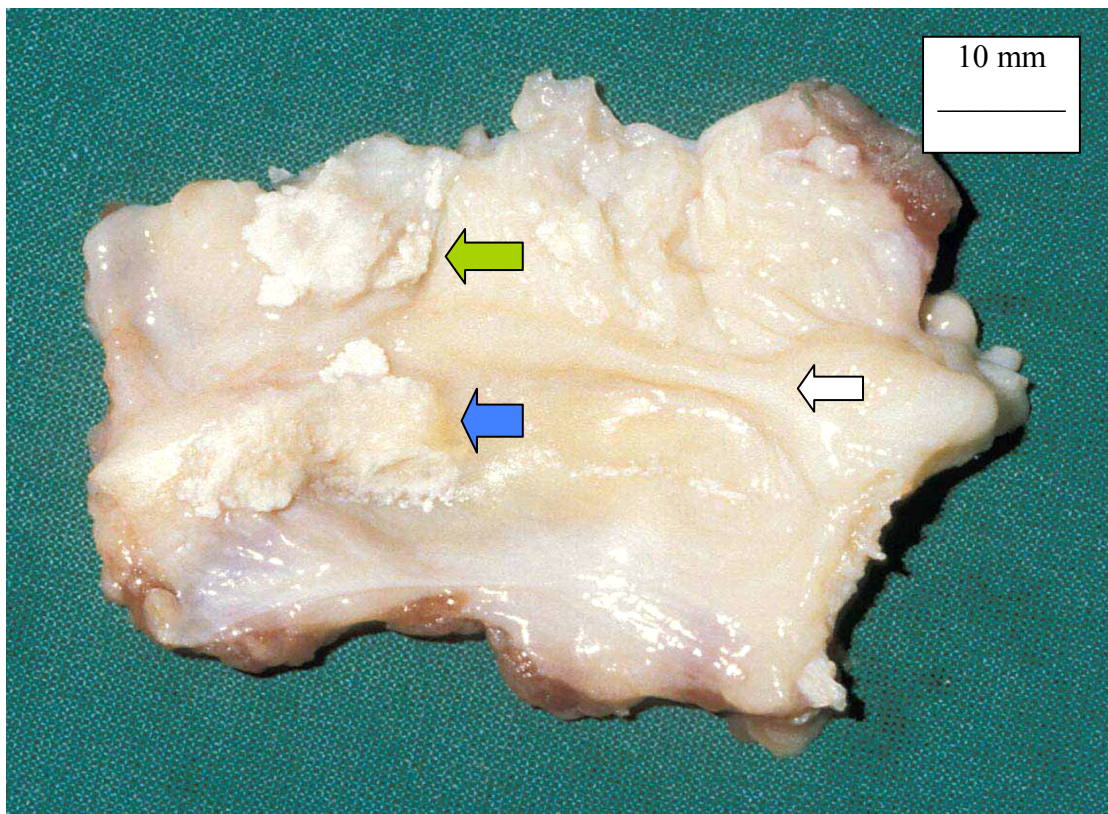
**Abbildung 6:** Prominente Plica humeroradialis (weißer Pfeil), die ca. ein Drittel des Radiusköpfchens bedeckt. Des weiteren ist eine makroskopisch sichtbare Synovialitis (gelber Pfeil) zu erkennen. Caput radii (blauer Pfeil) und Capitulum humeri (grüner Pfeil) sind dargestellt.



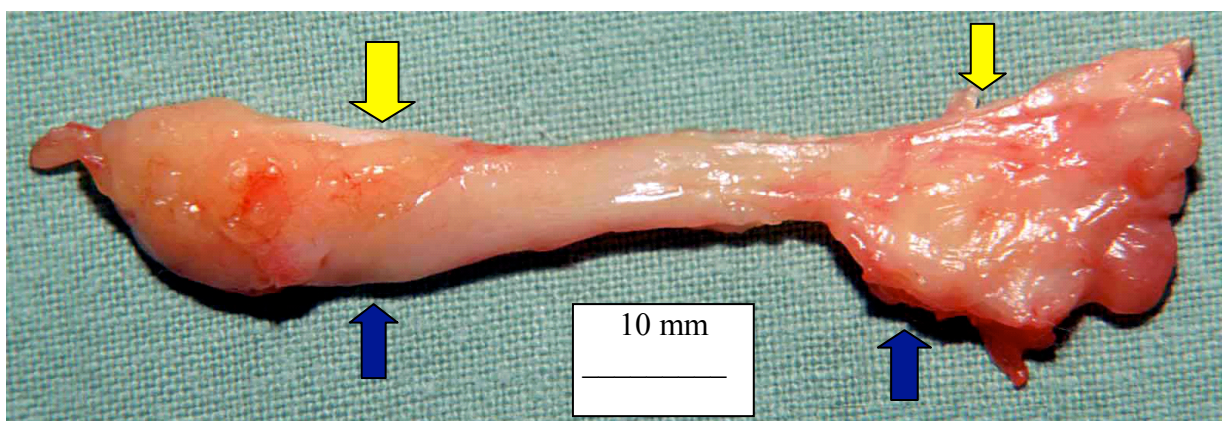
Das synoviale Gewebe wurde separiert, um später histologische Untersuchung vornehmen zu können. Die nachfolgenden Präparate (siehe Abbildung 7 - 9) illustrieren exemplarisch das entsprechende Vorgehen.



**Abbildung 7:** Prominente Plica humeroradialis im Verlauf von dorsomedial (weißer Pfeil) nach ventrolateral (gelber Pfeil). Im unteren Bereich stellen sich die das Radiusköpfchen umschliessenden Gelenkkapselanteile dar (blaue Pfeile). Im oberen Bereich stellen sich die das Capitulum humeri umschliessenden Gelenkkapselanteile dar (grüner Pfeil).



**Abbildung 8:** In diesem Fall, wo sich neben einer prominenten Plica humeroradialis (weißer Pfeil) auch eine Chondromalazie des Humeroradialgelenkes zeigte, war eine Chondrocalzinose des Humeroradialgelenkes zu finden, welche sich an der Gelenkinnenhaut niederschlug. Im unteren Bereich (blauer Pfeil) sind die Kalkeinlagerungen in den Anteilen derjenigen Anteile der Gelenkkapsel zu erkennen, die das Radiusköpfchen umschliessenden. Im oberen Bereich (grüner Pfeil) findet sich eine entsprechende Kalkeinlagerungen in dem das Capitulum humeri umschliessenden Gelenkkapselanteil.



**Abbildung 9:** Nach durchgeführter makroskopischer Dokumentation wird die Plica humeroradialis aus ihrem „Gelenkkapselbett“ herauspräpariert und für die weitere histologische Untersuchung präpariert. Der kapselnahe Plicarand ist nach oben gerichtet (gelbe Pfeile). Der freie Plicarand ist nach unten gerichtet (blaue Pfeile).



### 3.5. Histologische Untersuchung

Die entsprechenden Untersuchungen wurden auf Anweisung von Herrn Dr. med. B. Müller im Institut für Dermatologie der Universitätskliniken des Saarlandes durchgeführt. Die Ergebnisse wurden daraufhin dem zum Untersuchungszeitpunkt noch als Medizinstudent an der Universität eingeschriebenen Doktoranden zur Verfügung gestellt. Die histologischen Untersuchungen wurden nach folgendem standardisierten Procedere durchgeführt.

Die Präparate mussten vor der eigentlichen histologischen Untersuchung zuerst in Paraffin eingebettet werden. Es hätte ebenfalls die Möglichkeit bestanden, die Gewebeproben mittels der schnelleren und einfacheren Kryostat-Histologietechnik zu verarbeiten, aber dadurch wäre die Qualität der Präparate stärker beeinträchtigt worden als mit der aufwendigeren Paraffintechnik. Die histologische Aufarbeitung umfasst verschiedene Schritte: Fixierung der Gewebeproben mit Formalin, Einbettung der Gewebeproben in Paraffin, Erzeugen von Schnittpräparaten und am Ende folgt histologische Färbung der Schnitte. Es wurde sich beim entsprechenden Vorgehen an den etablierten Arbeitsmethoden orientiert (Universität Mainz 2011).

#### 3.5.1. Fixierung und Einbettung

Gemäß der etablierten Anleitung wurden die entnommenen Gewebeproben zunächst mit gepufferter Formalinlösung fixiert. Vor der Einbettung der Gewebeproben in Paraffin ist eine Entwässerung der formalinfixierten Proben in verschiedenen Schritten erforderlich. Das Formalin wird mit Wasser ausgespült. Danach wird die Probe in eine aufsteigende Alkoholreihe mit Isopropanol in folgenden Konzentrationsschritten gelegt: 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 90 % und 100 %. Nach einem weiteren Inkubationsschritt in Xylol wird die Gewebeprobe in heißes Paraffin gelegt. Die Gewebeproben werden in kleine Blöcke eingegossen, die dann abkühlen und bei Erreichen der Raumtemperatur für den Schneideprozess mittels Mikrotom bereit stehen (Universität Mainz 2011)

### 3.5.2. Anfertigung der Schnitte

Die in Paraffin eingelegten Gewebeproben werden mittels Mikrotom geschnitten, wobei die Schnittdicke wenige  $\mu\text{m}$  beträgt. Die resultierenden Gewebeschnitte wurden dann auf einen Objektträger appliziert, welche nach erfolgreicher Trocknung für die Färbeprozedur zur Verfügung standen (Universität Mainz 2011).

### 3.5.3 Hämatoxylin-Eosin-Färbung

Die Gewebeproben wurden mittels Hämatoxylin-Eosin (HE-Färbung) gefärbt. Mit ihr lässt sich kontrastreich das Gewebe anfärben (Zellkerne blau-violett, Zytoplasma rosa). Knorpelgewebe stellt sich in violetter Färbung dar, Fasern lassen sich mit dieser Färbetechnik rosa anfärben (Universität Mainz 2011).

## 3.6. Erhobene Daten

Es wurden im Rahmen der anatomischen Untersuchung des Ellenbogengelenkes folgende Daten erhoben.

Im Rahmen der Erfassung allgemeiner und patientenbezogener Daten wurden erhoben:

- Alter bei Tod des Patienten (Jahre)
- Geschlechtszugehörigkeit
- Todesursache des Patienten

Im Rahmen der Erfassung makroskopischer Untersuchungsmerkmale wurden erhoben:

- Vorhandensein einer Plica humeroradialis (ja - nein)
- Vorliegen einer Chondromalazie im Bereich des Caput radii (ja - nein)
- Vorliegen einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri (ja - nein)
- Vorliegen einer Chondromalazie sowohl im Bereich des Caput radii als auch im Bereich des Capitulum humeri (ja - nein)

- Vorliegen einer Chondromalazie im Bereich des Radiohumeralgelenks (ja - nein)

Die Bewertung des Knorpelschadens erfolgte unter Verwendung der Klassifikation von Outerbridge (1961). Von einem Knorpelschaden wurde ausgegangen, wenn ein Schädigungsgrad 2 bis 4 erreicht war. Im Detail wird die Klassifikation des Knorpelschadens nach folgenden Kriterien durchgeführt (Bös und Ellerman 2003):

- Grad 0: Beim Normalbefund zeigt sich der Knorpel intakt, die Oberfläche ist glatt und weiß, die Konsistenz ist gut.
- Grad 1: Die Knorpeloberfläche ist erweicht, aber die Oberfläche selbst ist glatt und weist keine Fibrillation auf.
- Grad 2: Die Knorpeloberfläche ist aufgefasert, zeigt Einrisse und weist deutliche Fibrillation auf.
- Grad 3: Die Knorpeloberfläche ist durch tiefe Fissuren, Ulcus und Krater gekennzeichnet. Letztgenannte haben instabile oder unterminierte Ränder, aber der subchondrale Knochen ist von der Kraterbildung noch nicht tangiert.
- Grad 4: Es liegt ein vollständiger Knorpelverlust über die volle Knorpelzone hinweg vor, der bis auf den subchondralen Knochen reicht.

Die Synovialitis im Ellenbogengelenk wurde nach einem von Krenn et al. (2005) fortentwickelten Schemas, welches auf Kriterien von Fritz et al. (1989) beruht, bewertet. Dabei werden die synoviale Deckschicht, das synoviale Struma und die leukozytäre entzündliche Infiltration jeweils in einem 4-Punkte-Schema (0 bis 3 Punkte) graduiert und aus den drei einzelnen Punktwerten ein Gesamtscore gebildet. Bei einem Gesamtscore von 0-1 Punkten liegt keine Synovialitis vor (Grad 0). Es folgen mit steigender Punktezahl die Bewertungsstufen einer geringgradigen (2-3 Punkte), einer mittelgradigen (4-6 Punkte) und einer hochgradigen (7-9 Punkte) Synovialitis - siehe folgendes Schema.

Schema zur Bewertung der Synovialitis im Ellenbogengelenk nach dem von Krenn et al. (2005) vorgeschlagenen Verfahren

*Bewertung der synovialen*

*Deckschicht (syn. D.):*

- 0 Punkte: syn. D. umfasst ist nur eine Zellschicht
- 1 Punkt: syn. D. ist 2-3 Zellschichten dick
- 2 Punkte: syn. D. ist 4-5 Zellschichten dick
- 3 Punkte: syn. D. ist breiter als 5 Zellschichten

*Bewertung des synovialen*

*Struma (syn. S.):*

- 0 Punkte: syn. S. weist normale Zelldicke auf
- 1 Punkt: syn. S. weist gering erhöhte Zelldichte auf
- 2 Punkte: syn. S. weist mittelgradig erhöhte Zelldichte auf mit gelegentlich auftretenden multinukleären Riesenzellen
- 3 Punkte: syn. S. hat hohe Zelldichte, multinukl. Riesenzellen vorhanden, es können Pannusgewebe und rheumatoide (Hemi-)Granulome hinzutreten

*Bewertung der leukozytär*

*entzündl. Infiltration (LEI)*

- 0 Punkte: es ist kein entzündliches Infiltrat vorhanden
- 1 Punkt: es finden sich einzelne, häufig perivaskulär liegende, Lymphozyten/Plasmazellen und kleine Lymphozytenaggregate
- 2 Punkte: es sind größere Lymphozytenaggregate zu erkennen
- 3 Punkte: es findet sich ein dichtes Lymphozyteninfiltrat als Bandstruktur oder in Form von Lymphfollikeln mit Keimzentren.

*Bildung des Gesamtscores durch Addition der einzelnen Subscores:*

- Grad 0 (keine Synovialitis): 0-1 Punkte
- Grad 1 (geringgradige Synovialitis): 2-3 Punkte
- Grad 2 (mäßiggradige Synovialitis): 4-6 Punkte
- Grad 3 (hochgradige Synovialitis): 7-9 Punkte

### 3.7. Statistische Methoden

Die erhobenen Daten befinden sich als Datentabelle Kapitel 7. Für die statistische Auswertung wurden die Angaben zunächst in eine Datenmatrix des Programmes Excel für Windows eingegeben und auf Vollständigkeit und Validität überprüft. Zur statistischen Auswertung wurden die Daten in das Statistikprogramm Statistical Package for Social Sciences (SPSS für Windows, Version 16.0) übertragen.

Im Rahmen der beschreibenden Statistik wurden folgende Maße bestimmt: absolute (n) und relative (%) Häufigkeit, Mittelwert (mean), Standardabweichung des Mittelwertes (SEM), Median, Minimum und Maximum.

Zur Signifikanzanalyse wurden, da es sich mit Ausnahme der Altersangabe, um rangskalierte Daten handelte, nicht-parametrische Prüfverfahren verwendet. Darunter befanden sich der  $\chi^2$ -Test bzw. der Fisher-Exact-Test (jeweils für die Analyse von Häufigkeitsverteilungen). Daneben wurden der Mann-Whitney- bzw. der Kruskal-Wallis-Test für den Vergleich von Rangzahlen zwischen verschiedenen Gruppen und die nicht-parametrische Korrelation nach Spearman angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p \leq 0,05$  festgelegt.

## 4. Ergebnisse

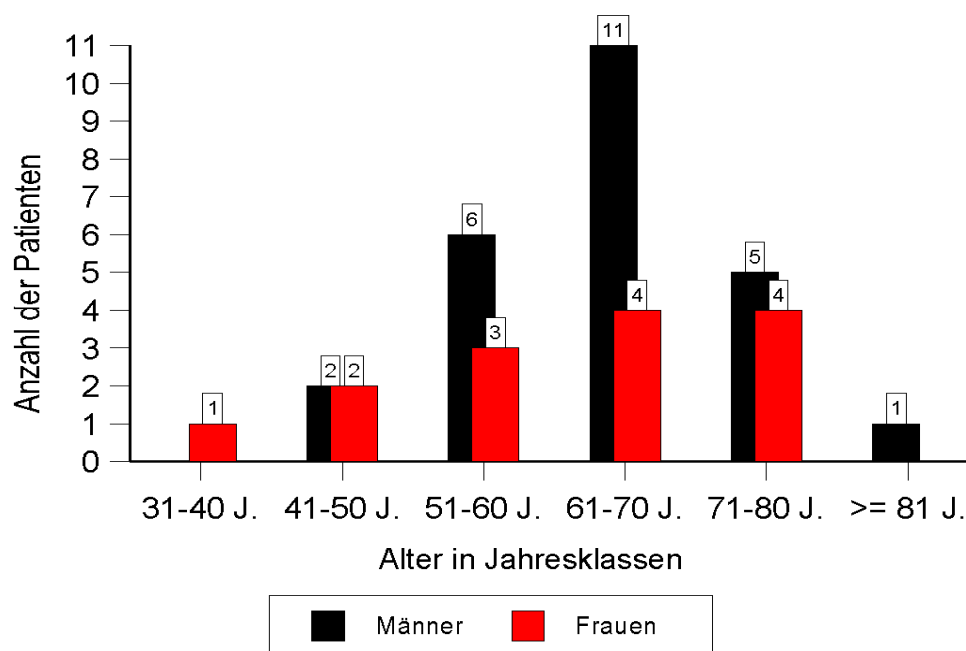
### 4.1. Demographische Resultate

Das mittlere Alter der obduzierten Patienten betrug 62,9 Jahre, wobei der jüngste Patient 35 und der älteste Patient 82 Jahre zum Todeszeitpunkt gewesen waren. Das Alter der männlichen Verstorbenen war mit 64 Jahren geringgradig höher als jenes der weiblichen Verstorbenen, jedoch erreichte der Unterschied keine statistische Signifikanz. Im Obduktionsgut dominierten die 51-70jährigen (s. Tabelle 1 und Abb. 10).

**Tabelle 1:** Altersverteilung bei Eintritt des Todes bei den Patienten im Gesamtkollektiv und in Abhängigkeit von der Geschlechterzugehörigkeit

| Alter (Jahre) | Geschlechtszugehörigkeit |                    | p-Wert <sup>1)</sup> | alle Obduzierten<br>(n=39) |
|---------------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|
|               | männlich<br>(n=25)       | weiblich<br>(n=14) |                      |                            |
| mean ± SEM    | 64,0 ± 8,7               | 60,8 ± 13,1        | 0,5191               | 62,9 ± 10,5                |
| Median        | 64                       | 61                 |                      | 64                         |
| Min. - Max.   | 46 - 82                  | 35 - 80            |                      | 35 - 82                    |

<sup>1)</sup> Vergleich zwischen männlichen und weiblichen Obduzierten (Mann-Whitney-Test)



**Abbildung 10:** Altersverteilung im Obduktionskollektiv nach Geschlecht

Die Todesursachen der Patienten wurden in sieben verschiedene Bereiche eingeteilt. An kardialen Todesursachen (Herz-Kreislaufversagen, Herzinfarkt, kardiogener Schock, instabile Angina pectoris bei KHK) waren fast die Hälfte der obduzierten Patienten verstorben. Als zweithäufigste Todesursache im Gesamtkollektiv folgten Tod durch Karzinom/Tumor (Lungen-Ca, Pankreas-Ca, Rektum-Ca, Mamma-Ca) bzw. eine durch Infektion verursachte Todesursache (MRSA oder septisch bedingtes Multiorganversagen). An pulmonalen Ursachen (Lungenembolie, Lungenemphysem) verstarben 7,7 % der Patienten, wobei hier eine gewisse Überschneidung zu Todesursachen aufgrund von Blutungen (Gehirnblutung) oder Gerinnungsstörungen (disseminierte intravasale Gerinnung) besteht, die bei 5,1 % aller Obduzierten zum Tode führte.

Tod durch Nierenversagen fand sich nur bei einer Patientin (2,6 %). In 10,3 % der Fälle bleibt die Todesursache unbekannt (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Verteilung der Todesursachen bei den obduzierten Patienten im Gesamtkollektiv und in Abhängigkeit von der Geschlechterzugehörigkeit

| Todesursache       | Geschlechtszugehörigkeit |                    | p-Wert <sup>1)</sup> | alle Obduzierten<br>(n=39) |
|--------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|
|                    | männlich<br>(n=25)       | weiblich<br>(n=14) |                      |                            |
| kardial            | 13 (52,0 %)              | 6 (42,9 %)         | 0,1439               | 19 (48,7 %)                |
| pulmonal           | 2 (8,0 %)                | 1 (7,1 %)          |                      | 3 (7,7 %)                  |
| Karzinom           | 1 (4,0 %)                | 4 (28,6 %)         |                      | 5 (12,8 %)                 |
| Sepsis/MRSA        | 3 (12,0 %)               | 2 (14,3 %)         |                      | 5 (12,8 %)                 |
| Blutung, GST       | 2 (8,0 %)                | -                  |                      | 2 (5,1 %)                  |
| Nierenversagen     | -                        | 1 (7,1 %)          |                      | 1 (2,6 %)                  |
| unbekannte Ursache | 4 (16,0 %)               | -                  |                      | 4 (10,3 %)                 |

GST = Gerinnungsstörung (Gehirnblutung, disseminierte intravasale Gerinnung)

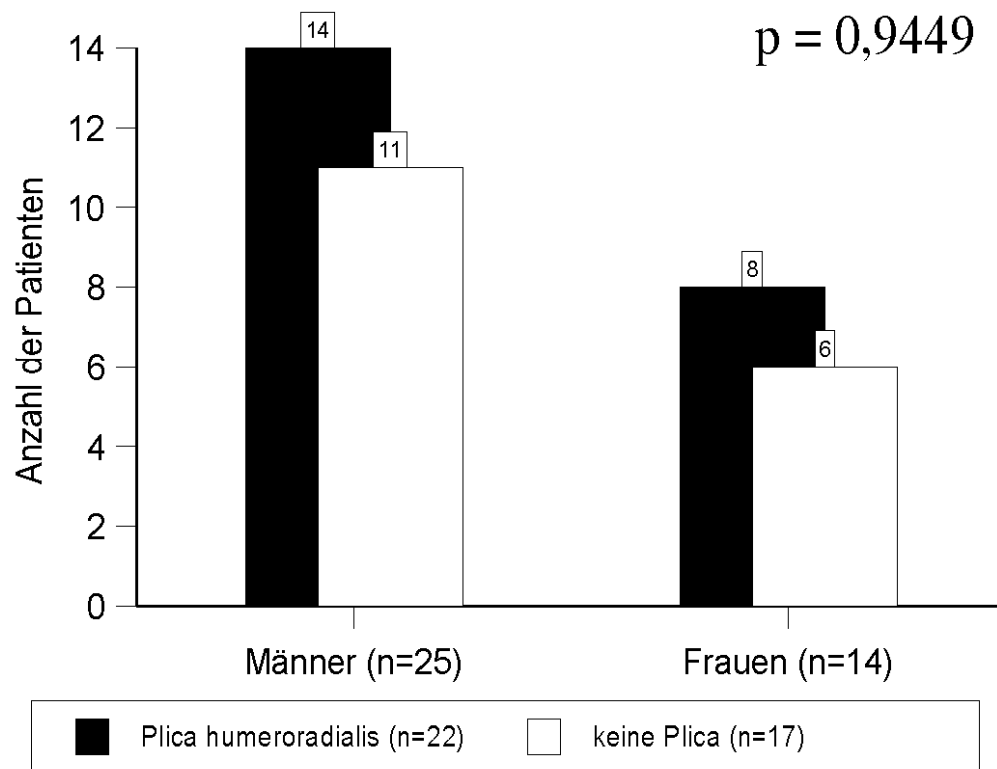
<sup>1)</sup>  $\chi^2$ -Test

Obwohl weibliche Patienten prozentual häufiger an Karzinomen verstorben waren, während Gerinnungsstörungen ausschließlich bei Männern aufgetreten waren, kam es zu keiner signifikant unterschiedlichen Verteilung der Todesursachen zwischen männlichen und weiblichen Patienten.

## 4.2. Prävalenz der Plica humeroradialis

### 4.2.1. Prävalenz in Abhängigkeit vom Geschlecht der obduzierten Patienten

Im gesamten Obduktionsgut betrug die Auftretenshäufigkeit einer Plica humeroradialis 56,4 % (22 Obduzierte). Die Prävalenz bei männlichen Obduzierten (56 %) war nicht signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,9449$ ) unterschiedlich zu jener weiblicher Obduzierter (57,1 %) - siehe auch Abbildung 11.

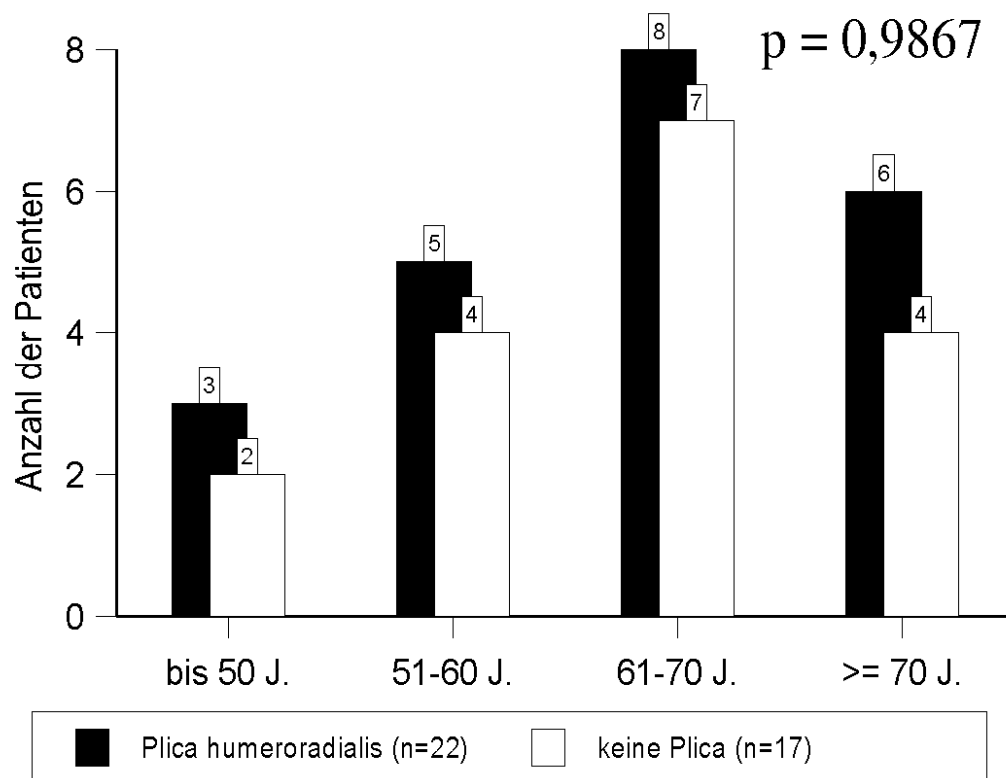


**Abbildung 11:** Prävalenz einer Plica humeroradialis im Obduktionsgut der männlichen und weiblichen Patienten ( $\chi^2$ -Test)



#### 4.2.2. Prävalenz in Abhängigkeit vom Alter der obduzierten Patienten

Aufgrund der niedrigen Fallzahlen von Patienten im Alter unter 40 Jahren sowie im Alter über 80 Jahren wurden aus den ursprünglichen sechs Altersgruppen insgesamt nur vier Altersgruppen gebildet. In diesen wurde die Prävalenz einer Plica humeroradialis bestimmt. In der Altersgruppe der bis zu 50jährigen Obduzierten betrug sie 60 % und veränderte sich bei den 51-60jährigen (55,6 %), den 61-70jährigen (53,3 %) und den über 70jährigen (60 %) obduzierten Patienten nicht statistisch signifikant - siehe auch Abbildung 12.

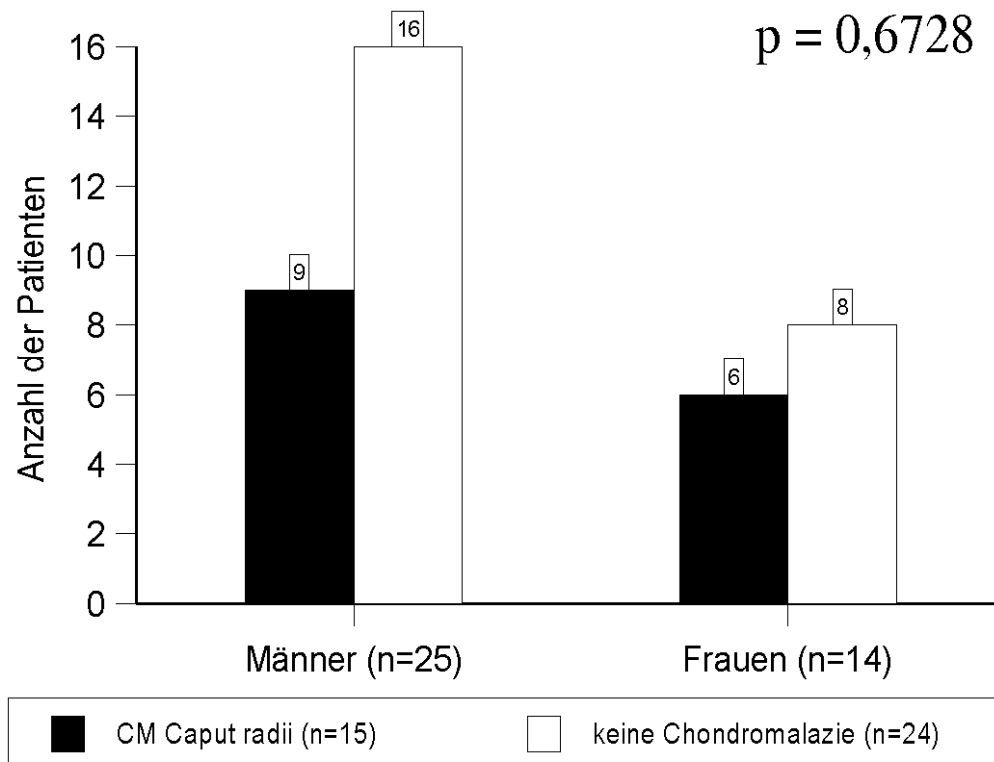


**Abbildung 12:** Prävalenz einer Plica humeroradialis in Abhängigkeit vom Alter bei Versterben der obduzierten Patienten ( $\chi^2$ -Test)

### 4.3. Auftreten einer Chondromalazie

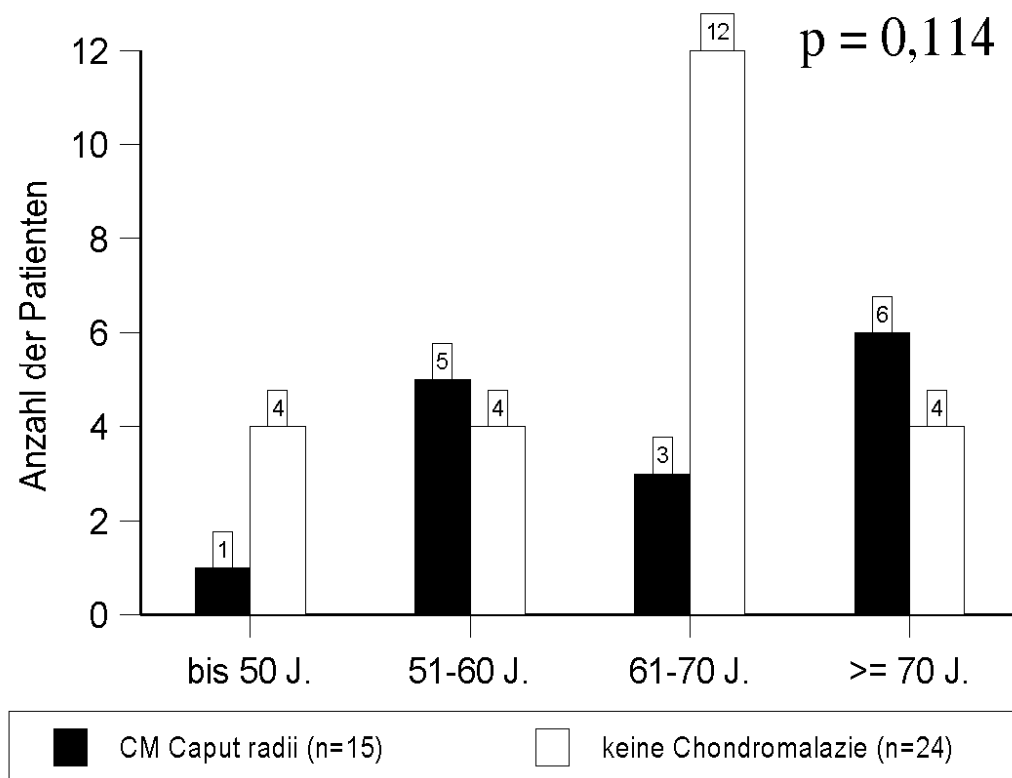
#### 4.3.1. Chondromalazie des Caput radii

Eine Chondromalazie im Bereich des Caput radii trat im Gesamtkollektiv aller obduzierten Personen bei 38,5 % (n = 15) der Fälle auf. Zwar zeigte sich bei männlichen Ellenbogen häufiger eine derartige Chondromalazie als bei weiblichen Ellenbogen (60 % vs. 40 %), aber der Unterschied erreichte noch keine statistische Signifikanz ( $\chi^2$ -Test: p = 0,6728) - siehe Abbildung 13.



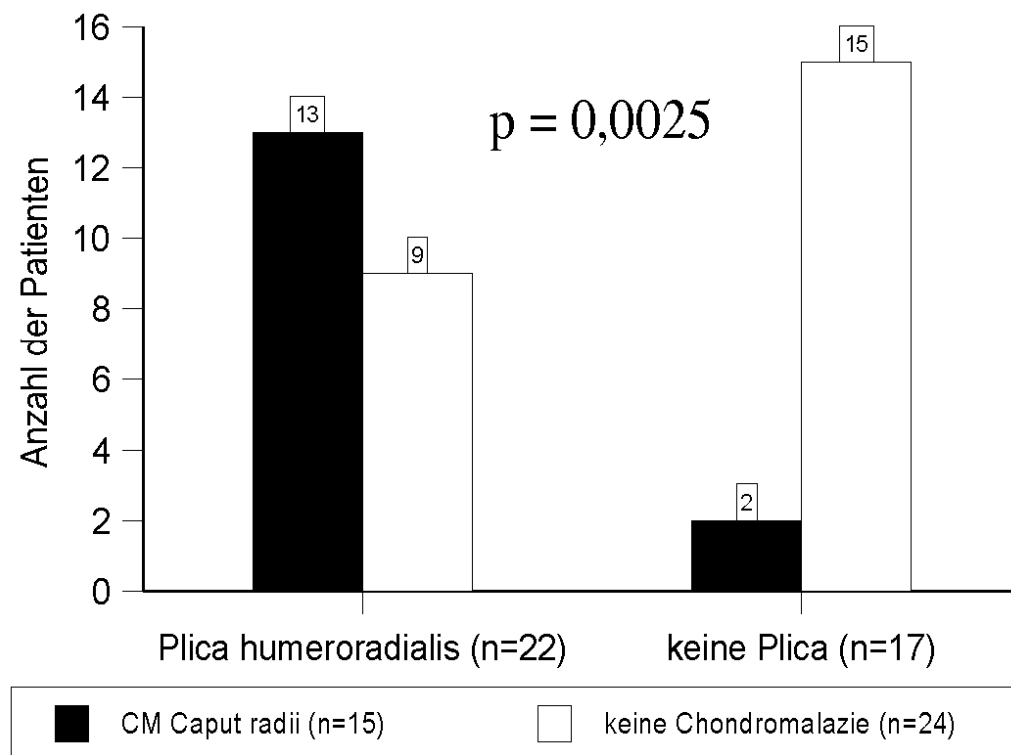
**Abbildung 13:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Caput radii im Obduktionsgut der männlichen und weiblichen Patienten ( $\chi^2$ -Test)

Bei den bis zu 50jährigen Patienten trat eine Chondromalazie im Bereich des Caput radii in 20 % der Fälle auf. Der Anteil stieg auf 55,6 % bei den 51-60jährigen an, sank aber wieder auf 20 % bei den 61-70jährigen, um bei den über 70jährigen wiederum auf 60 % anzusteigen. Ein signifikanter Unterschied dieser Auftretenshäufigkeit zwischen den Altersklassen konnte nicht nachgewiesen werden ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,114$ ) - siehe Abbildung 14.



**Abbildung 14:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Caput radii in Abhängigkeit vom Alter bei Versterben der obduzierten Patienten ( $\chi^2$ -Test)

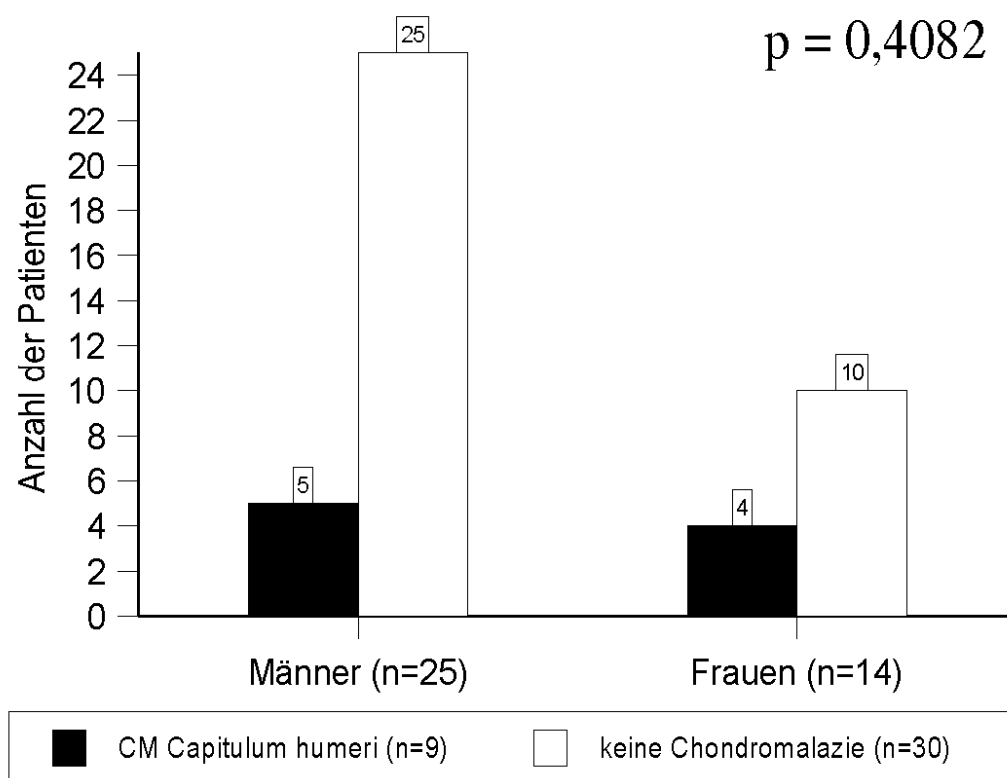
Eine Chondromalazie im Bereich des Caput radii war mit dem Auftreten einer Plica humeroradialis assoziiert. Bei 13 (86,7 %) der 15 obduzierten Patienten mit einer entsprechenden Chondromalazie ließ sich gleichzeitig eine Plica humeroradialis nachweisen. Lag keine Chondromalazie des Caput radii vor, so waren lediglich bei 37,5 % dieser Obduzierten (9/24) eine Plica humeroradialis vorhanden. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,0025$ ) - siehe Abbildung 15.



**Abbildung 15:** Prävalenz einer Plica humeroradialis in Abhängigkeit des Vorliegens einer Chondromalazie im Bereich des Caput radii ( $\chi^2$ -Test)

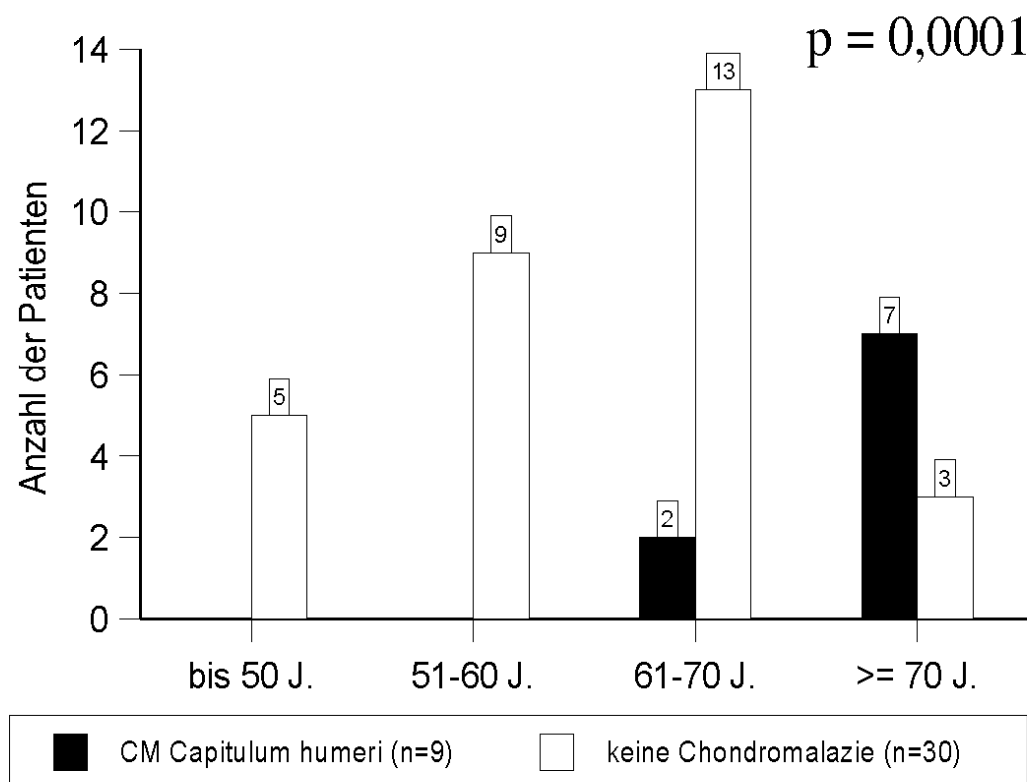
#### 4.3.2. Chondromalazie des Capitulum humeri

Eine Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri kam bei allen obduzierten Personen in einer Rate von 23,1 % (n = 9) der Fälle auf. Zwar zeigte sich bei weiblichen Ellenbogen etwas häufiger eine derartige Chondromalazie als bei männlichen Ellenbogen (28,6 % vs. 20 %), jedoch war der Unterschied nicht statistisch signifikant (Fisher-Exact-Test:  $p = 0,4082$ ) - siehe Abbildung 16.



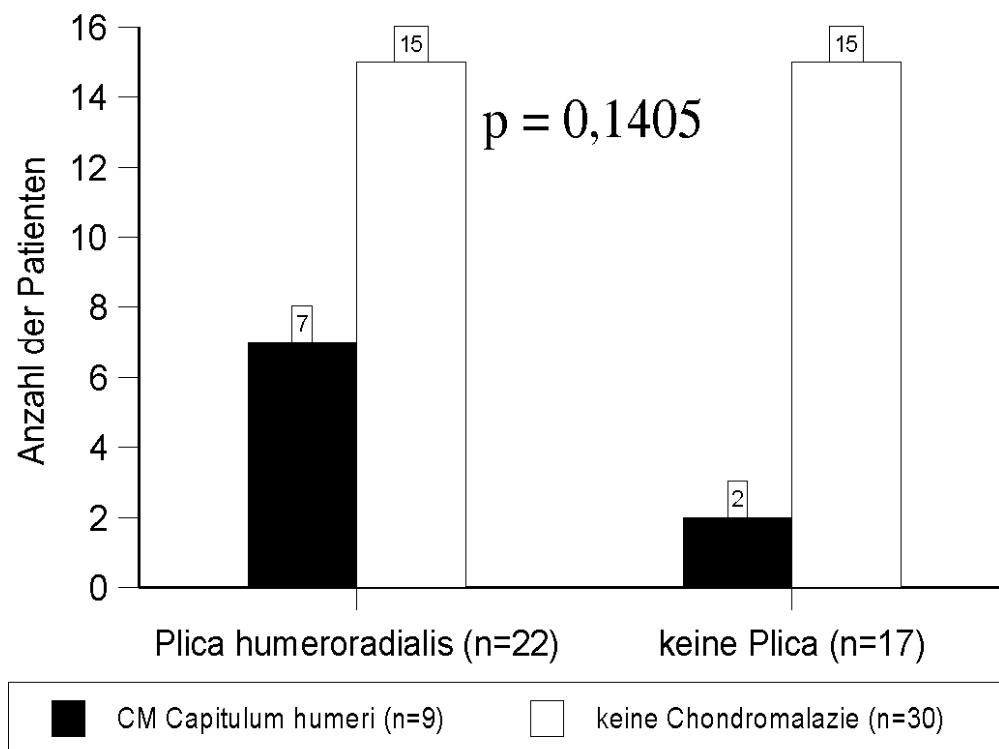
**Abbildung 16:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri im Obduktionsgut der männlichen und weiblichen Patienten (Fisher-Exact-Test)

Bei den bis zu 50jährigen und bei den 51-60jährigen Patienten kam es in keinem Fall zum Auftreten einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri. Erst bei Patienten, die zwischen dem 61-70. Lebensjahr (13,3 %) oder im Alter ab dem 71. Lebensjahr (70 %) verstorben waren, kam es zum Auftreten bzw. einer deutlichen Zunahme einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri. Die Unterschiede der Auftretenshäufigkeiten zwischen den Altersklassen waren signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,0001$ ) - siehe Abbildung 17.



**Abbildung 17:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri in Abhängigkeit vom Alter bei Versterben der obduzierten Patienten ( $\chi^2$ -Test)

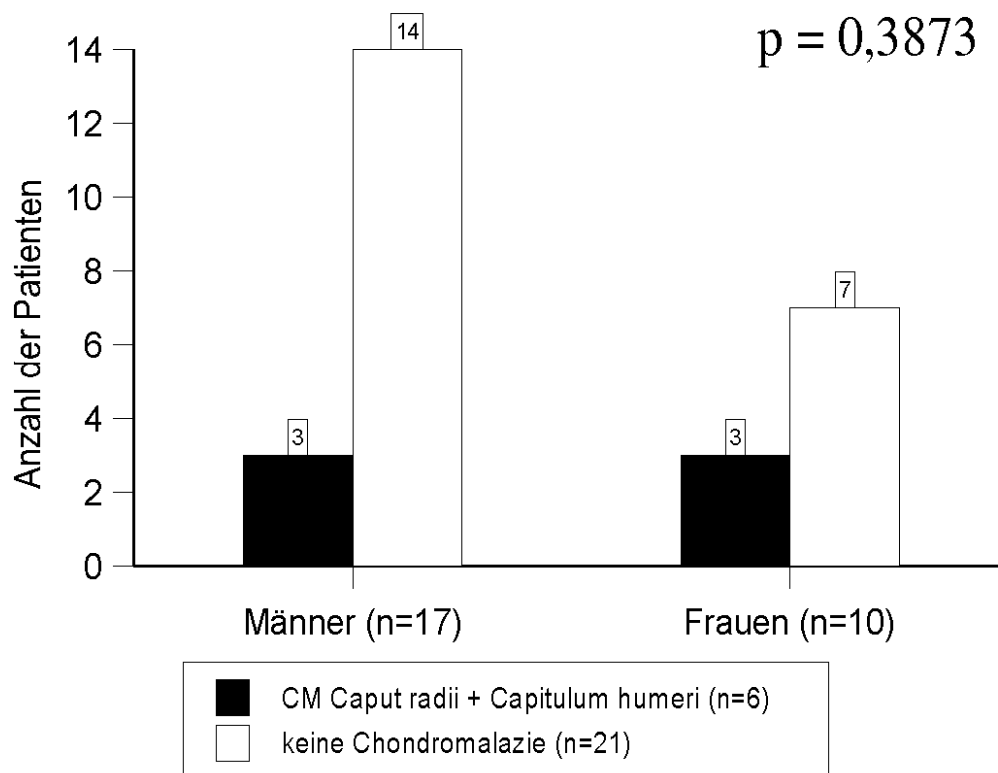
Eine Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri war tendenziell ebenfalls mit dem Auftreten einer Plica humeroradialis verbunden. Bei 7 (77,8 %) der 9 obduzierten Patienten mit einer entsprechenden Chondromalazie war gleichzeitig eine Plica humeroradialis vorhanden. Lag keine Chondromalazie des Capitulum humeri vor, konnte lediglich bei 50 % dieser Obduzierten (15/30) eine Plica humeroradialis nachgewiesen werden. Die Unterschiede erreichten noch keine Signifikanz (Fisher-Exact-Test:  $p = 0,1405$ ) - siehe Abbildung 18.



**Abbildung 18:** Prävalenz einer Plica humeroradialis in Abhängigkeit des Vorliegens einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri (Fisher-Exact-Test)

#### 4.3.3. Chondromalazie sowohl des Caput radii als auch des Capitulum humeri

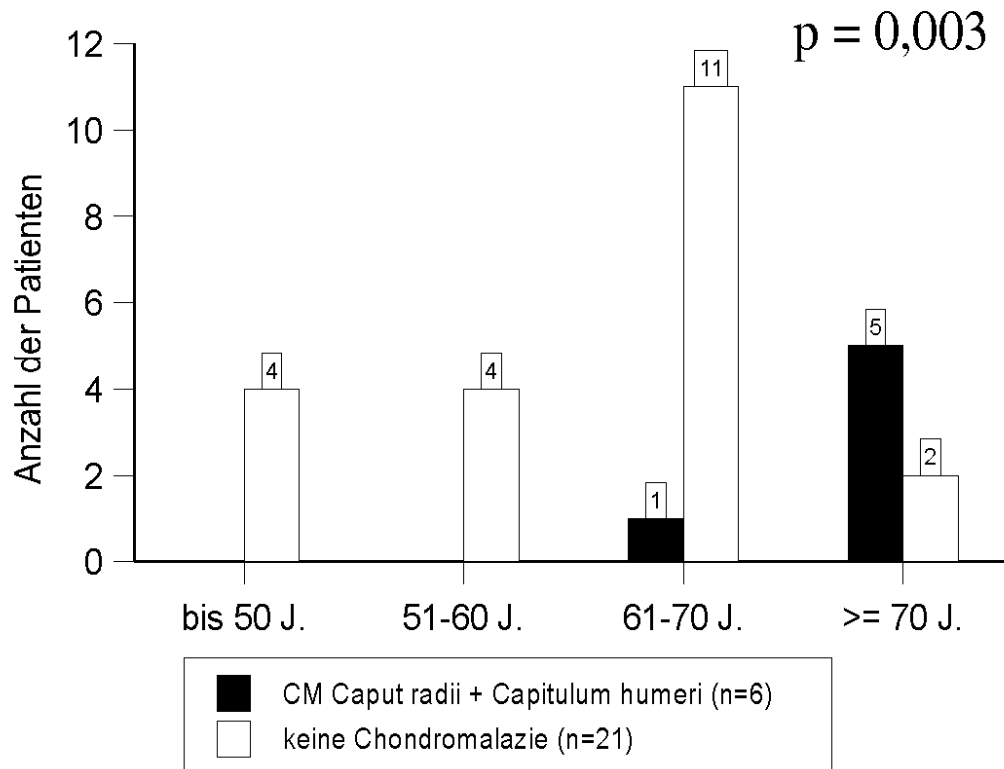
In Ergänzung der Daten der Kapitel 4.3.1. und 4.3.2., bei denen die Chondromalazie jeweils einzeln in Bezug auf das Caput radii bzw. das Capitulum humeri betrachtet wurde, werden nachfolgend nur jene 27 Patienten betrachtet, die entweder eine Chondromalazie in beiden Bereichen aufwiesen ( $n = 6$ ) oder die keinerlei Chondromalazie in beiden Bereichen zeigten ( $n = 21$ ). Patienten mit Mischbefunden wurden ausgeschlossen. Eine Chondromalazie in beiden Gelenkbereichen fand sich im Subkollektiv der 27 Obduzierten in 22,2 % der Fälle. Bei weiblichen Ellenbogen war eine entsprechende Chondromalazie deutlich häufiger als bei männlichen Ellenbogen anzutreffen (30 % vs. 17,6 %), aber der Unterschied erreichte keine statistische Signifikanz (Fisher-Exact-Test:  $p = 0,3873$ ) - siehe Abbildung 19.



**Abbildung 19:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Caput radii sowie des Capitulum humeri im Obduktionsgut der männlichen und weiblichen Patienten (Fisher-Exact-Test)

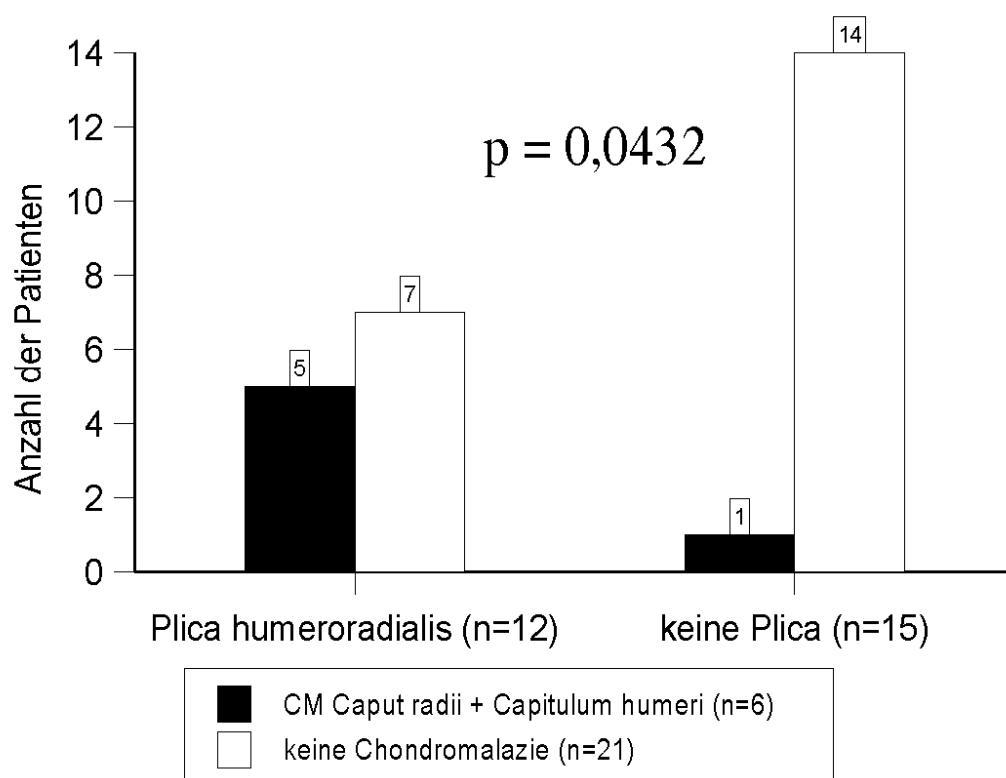


Bei den bis zu 60jährigen Patienten fand sich keine gleichzeitig im Bereich des Caput radii und des Capitulum humeri auftretende Chondromalazie. Erst bei den 61-70jährigen (8,3 %) als auch den über 70jährigen (71,4 %) Patienten fand sich eine derartige Chondromalazie, wobei der Anstieg der Häufigkeit mit dem Alter signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,003$ ) - siehe Abbildung 20.



**Abbildung 20:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Caput radii und des Capitulum humeri in Abhängigkeit vom Alter bei Verstorbenen der obduzierten Patienten ( $\chi^2$ -Test)

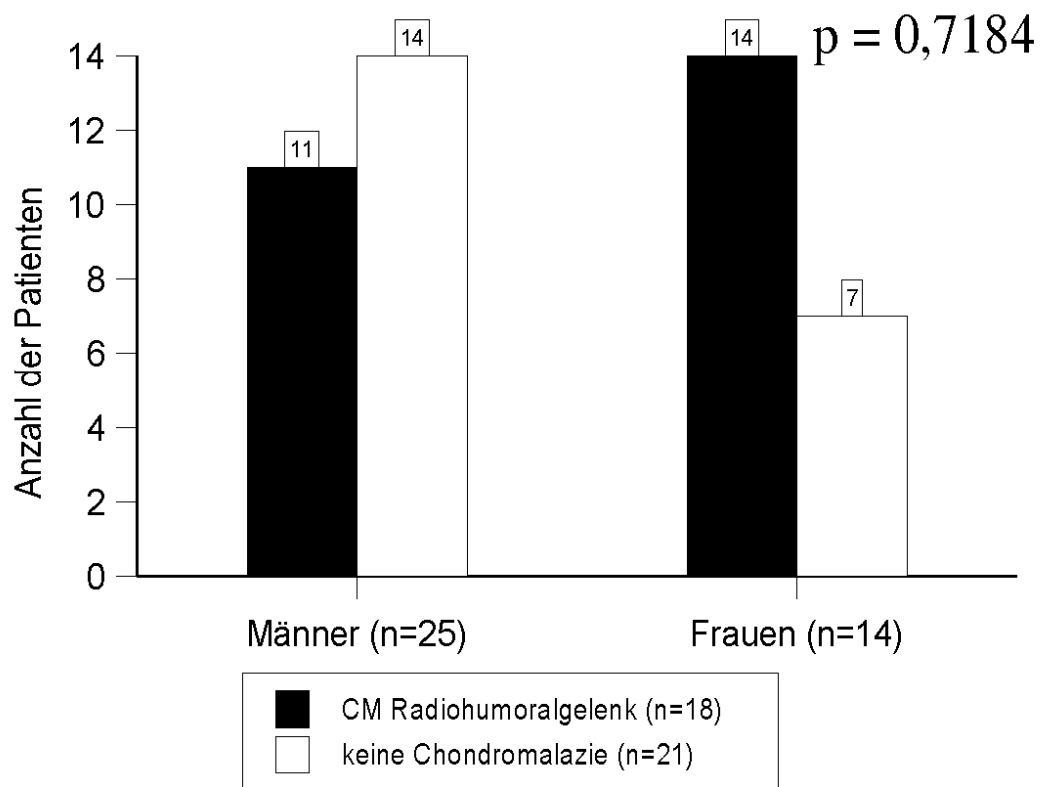
Eine gleichzeitig im Bereich des Caput radii als auch am Capitulum humeri auftretende Chondromalazie war mit dem Auftreten einer Plica humeroradialis verbunden. Bei fünf (83,3 %) der sechs obduzierten Patienten mit einer entsprechenden Chondromalazie war parallel auch eine Plica humeroradialis nachweisbar. Lag keine Chondromalazie sowohl beim Caput radii als auch dem Capitulum humeri vor, betrug der Anteil von Patienten mit Plica humeroradialis 16,7 % (1/14). Die Unterschiede waren statistisch signifikant (Fisher-Exact-Test:  $p = 0,043$ ) - siehe Abbildung 21.



**Abbildung 21:** Prävalenz einer Plica humeroradialis in Abhängigkeit des Vorliegens einer Chondromalazie sowohl im Bereich des Caput radii als auch des Capitulum humeri (Fisher-Exact-Test)

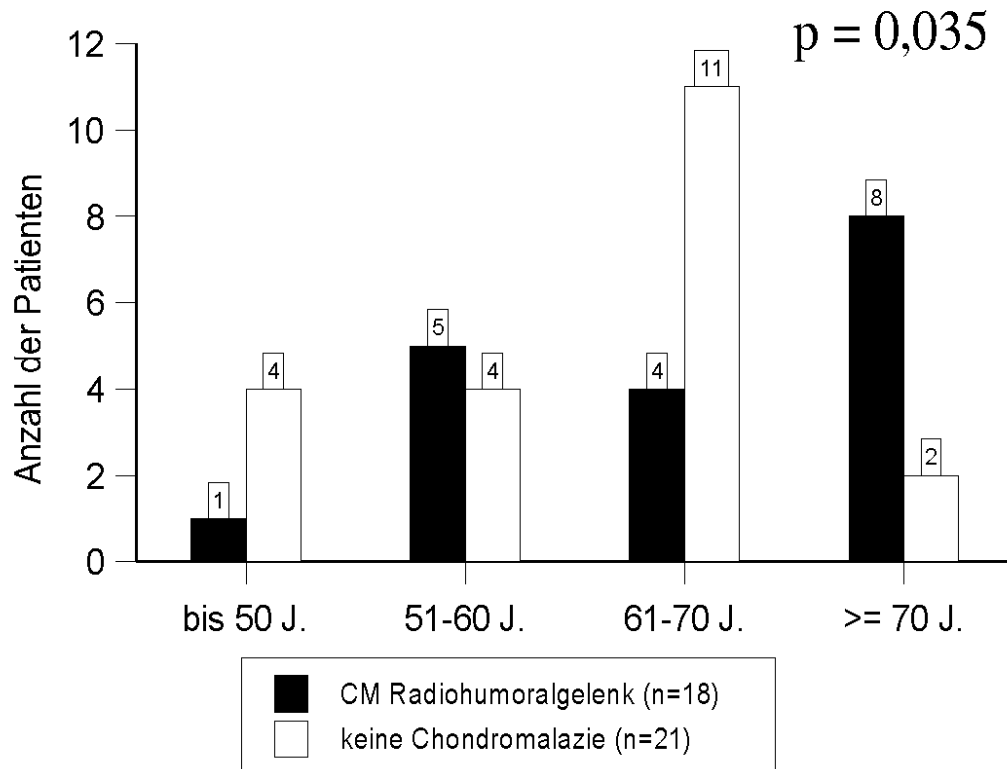
#### 4.3.4. Chondromalazie des Radiohumoralgelenks

Eine Chondromalazie im Bereich des Radiohumoralgelenks (entweder am Caput radii oder am Capitulum humeri oder an beiden Strukturen) ergab sich im Gesamtkollektiv aller 39 obduzierten Personen bei 18 Ellenbogen (46,2 %). Bei männlichen Ellenbogen trat dieses Phänomen etwas seltener auf als bei weiblichen Ellenbogen (44 % vs. 56 %), jedoch erreichte der Unterschied keine statistische Signifikanz ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,7184$ ) - siehe Abbildung 22.



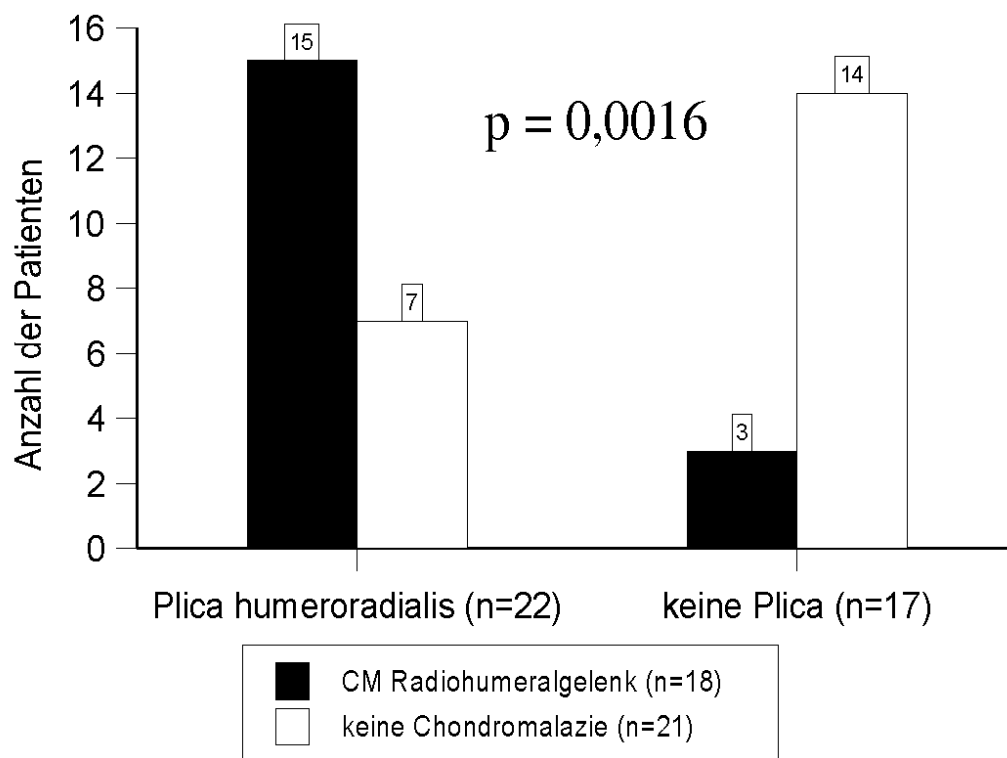
**Abbildung 22:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Radiohumoralgelenks im Obduktionsgut der männlichen und weiblichen Patienten ( $\chi^2$ -Test)

Bei den bei Versterben bis zu 50 Jahre alten Patienten (20 %) trat am seltensten eine Chondromalazie des Radiohumoralgelenkes auf. Der Anteil entsprechender Chondromalazien war bei den 51-60jährigen (55,6 %) und 61-70jährigen (26,7 %) höher, stieg aber bei den 71 Jahre und älteren Patienten signifikant an auf 80 % ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,0035$ ) - siehe Abbildung 23.



**Abbildung 23:** Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Radiohumoralgelenkes in Abhängigkeit vom Alter bei Versterben der obduzierten Patienten ( $\chi^2$ -Test)

Eine Chondromalazie im Bereich des Radiohumeralgelenks stand in Zusammenhang mit dem Auftreten einer Plica humeroradialis. Bei 15 (83,3 %) der 18 obduzierten Patienten mit einer derartigen Chondromalazie konnte gleichzeitig eine Plica humeroradialis nachgewiesen werden. Lag keine Chondromalazie des Radiohumeralgelenks vor, betrug der Anteil von Ellbogen mit Plica humeroradialis nur 33,3 % (7/21). Die Unterschiede waren statistisch signifikant (Fisher-Exact-Test:  $p = 0,0016$ ) - siehe Abbildung 24.



**Abbildung 24:** Prävalenz einer Plica humeroradialis in Abhängigkeit des Vorliegens einer Chondromalazie im Bereich des Radiohumeralgelenks (Fisher-Exact-Test)

#### 4.4. Synovialitis

Eine Synovialitis war im Gesamtkollektiv bei 41 % (n = 16) der obduzierten Ellenbogengelenke nachweisbar. Dabei wiesen 17,9 % (n = 7) der Ellenbogengelenke eine Synovialitis des Grades I auf. Ellenbogen mit Grad II-Synovialitis (12,8 %, n=5) und Grad III-Synovialitis (10,3 %, n=4) fanden sich seltener. Es gab keinen signifikanten Unterschied der Graduierung der Synovialitis zwischen den Geschlechtergruppen (siehe Tabelle 3).

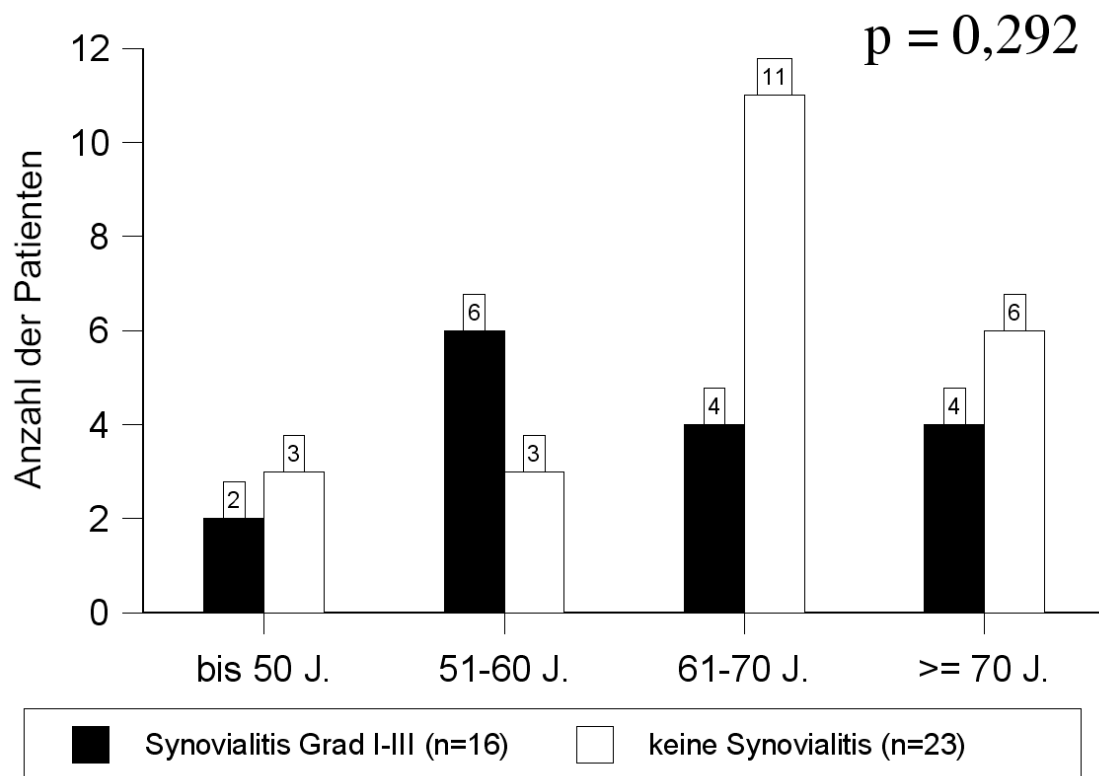
**Tabelle 3:** Häufigkeit bzw. Ausprägung einer Synovialitis bei den obduzierten Patienten im Gesamtkollektiv und in Abhängigkeit von der Geschlechterzugehörigkeit

| Synovialitis-Grad     | Geschlechtszugehörigkeit |                    | p-Wert <sup>1)</sup> | alle Obduzierten<br>(n=39) |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|
|                       | männlich<br>(n=25)       | weiblich<br>(n=14) |                      |                            |
| keine Synovialitis    | 14 (56,0 %)              | 9 (64,3 %)         | 0,5918               | 23 (59,0 %)                |
| Synovialitis Grad I   | 6 (24,0 %)               | 1 (7,1 %)          |                      | 7 (17,9 %)                 |
| Synovialitis Grad II  | 3 (12,0 %)               | 2 (14,3 %)         |                      | 5 (12,8 %)                 |
| Synovialitis Grad III | 2 (8,0 %)                | 2 (14,3 %)         |                      | 4 (10,3 %)                 |

<sup>1)</sup>  $\chi^2$ -Test

Um eine Bewertung der Synovialitis in Abhängigkeit vom Alter und dem Auftreten einer Plica humeroradialis vornehmen zu können und dafür eine ausreichende Fallzahl generieren zu können, wurden die Synovialitis-Befunde in zwei Gruppen unterteilt. Die eine Gruppe enthielt die 23 Ellenbogen ohne Synovialitis, die zweite Gruppe jene 16 Ellenbogen mit einer Synovialitis des Grades I-III.

Das Auftreten einer Synovialitis erschien unabhängig vom Alter des obduzierten Patienten zu sein. Die Rate an Synovialitis des Grades I-III lag bei bis zu 50jährigen Patienten bei 40 %. Sie stieg zwar bei den 51-60jährigen auf 66,7 % an, sank aber bei den 61-70jährigen auf 26,7 % und nahm dann bei den 71 Jahre und älteren Personen wieder etwas zu auf 40 %. Die Unterschiede waren nicht statistisch signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,292$ ) - siehe Abbildung 25.



**Abbildung 25:** Prävalenz einer Synovialitis in Abhängigkeit des Alters der Patienten zum Todeszeitpunkt ( $\chi^2$ -Test)

In Ellenbogengelenken von Obduzierten mit einer Synovialitis Grad I-III zeigte sich deutlich häufiger eine Plica humeroradialis als in solchen ohne Synovialitis (68,8 % vs. 47,8 %), jedoch erreichte diese Diskrepanz keine statistische Signifikanz ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,1949$ ).

Bei Ellenbogen mit einer Synovialitis fand sich signifikant häufiger ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,05$ ) eine Chondromalazie des Caput radii als bei Ellenbogen ohne Synovialitis (56,3 % vs. 26,1 %).

Lag eine Synovialitis im obduzierten Ellenbogen vor, war die Häufigkeit einer Chondromalazie im Bereich des Capitulum humeri zwar etwas häufiger als bei Ellenbogen ohne Synovialitis (31,3 % vs. 17,4 %), aber dieser Unterschied war nicht signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $p = 0,2645$ )

Signifikant häufiger (Fisher-Exact-Test:  $p = 0,0432$ ) war bei Ellenbogen mit Synovialitis das Auftreten einer Chondromalazie sowohl des Caput radii als auch des Capitulum humeri im Vergleich zu Ellenbogen ohne Synovialitis (41,7 % vs. 6,7 %).

Bei Vorliegen einer Synovialitis im obduzierten Ellenbogen fand sich kein unterschiedlich häufigeres oder selteneres Auftreten einer Chondromalazie im Radiohumeralgelenk (also eine Chondromalazie des Caput radii und/oder des Capitulum humeri) als bei Ellenbogen ohne eine Synovialitis (56,3 % vs. 39,1 %;  $\chi^2$ -Test:  $p = 0,2497$ ).

**Tabelle 4:** Häufigkeit einer Synovialitis Grad I-III in Abhängigkeit einer Plica humeroradialis sowie einer Chondromalazie (Caput radii, Capitulum humeri)

| Parameter                         | Synovialitis |             | p-Wert               |
|-----------------------------------|--------------|-------------|----------------------|
|                                   | Grad I-III   | keine       |                      |
| Plica humeroradialis              |              |             |                      |
| - ja                              | 11 (68,8 %)  | 11 (47,8 %) | 0,1949 <sup>1)</sup> |
| - nein                            | 5 (31,3 %)   | 12 (52,2 %) |                      |
| Chondromalazie Caput radii        |              |             |                      |
| - ja                              | 9 (56,3 %)   | 6 (26,1 %)  | 0,05 <sup>1)</sup>   |
| - nein                            | 7 (43,8 %)   | 17 (73,9 %) |                      |
| Chondromalazie Capitulum humeri   |              |             |                      |
| - ja                              | 5 (31,3 %)   | 4 (17,4 %)  | 0,2645 <sup>1)</sup> |
| - nein                            | 11 (68,8 %)  | 19 (82,6 %) |                      |
| CM Caput radii + Capitulum humeri |              |             |                      |
| - ja                              | 5 (41,7 %)   | 1 (6,7 %)   | 0,0432 <sup>2)</sup> |
| - nein                            | 7 (58,3 %)   | 14 (93,3 %) |                      |
| CM Radiohumeralgelenk             |              |             |                      |
| - ja                              | 9 (56,3 %)   | 6 (39,1 %)  | 0,2914 <sup>1)</sup> |
| - nein                            | 7 (43,8 %)   | 17 (60,9 %) |                      |

<sup>1)</sup>  $\chi^2$ -Test; <sup>2)</sup> Fisher-Exact-Test



#### 4.5. Häufigkeit einer Chondromalazie bzw. Synovialitis in Abhängigkeit einer Plica humeroradialis

Nachfolgend soll ermittelt werden, ob bei dem Auftreten einer Plica humeroradialis eine Chondromalazie bzw. eine Synovialitis häufiger festgestellt werden kann im Vergleich zu Ellenbogen ohne Plica humeroradialis.

Es zeigte sich bei den Obduzierten mit Plica humeroradialis, dass jeweils signifikant häufiger eine Chondromalazie des Caput radii (59,1 % vs. 11,8 %), eine kombinierte Chondromalazie des Caput radii und des Capitulum humeri (41,7 % vs. 6,7 %) wie auch eine Chondromalazie des Radiohumeralgelenks (50 % vs. 29,4 %) auftrat. Eine Synovialitis fand sich ebenfalls häufiger bei den Obduzierten mit Plica humeroradialis (50 % vs. 29,4 %), aber der Unterschied erreichte noch keine Signifikanz. Ebenso fand sich auch häufiger eine Chondromalazie des Capitulum humeri beim Vorhandensein einer Plica, jedoch noch ohne Signifikanz (31,8 % vs. 11,8 %) (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Häufigkeit einer Plica humeroradialis in Abhängigkeit von einer Chondromalazie (Caput radii, Capitulum humeri) oder Synovialitis (Grad I-III)

| Parameter                         | Plica humeroradialis |             | p-Wert               |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|----------------------|
|                                   | ja                   | nein        |                      |
| Chondromalazie Caput radii        |                      |             | 0,0025 <sup>2)</sup> |
| - ja                              | 13 (59,1 %)          | 2 (11,8 %)  |                      |
| - nein                            | 9 (40,9 %)           | 15 (88,2 %) |                      |
| Chondromalazie Capitulum humeri   |                      |             | 0,1374 <sup>2)</sup> |
| - ja                              | 7 (31,8 %)           | 2 (11,8 %)  |                      |
| - nein                            | 15 (68,2 %)          | 15 (88,2 %) |                      |
| CM Caput radii + Capitulum humeri |                      |             | 0,0432 <sup>2)</sup> |
| - ja                              | 5 (41,7 %)           | 1 (6,7 %)   |                      |
| - nein                            | 7 (58,3 %)           | 14 (93,3 %) |                      |
| CM Radiohumeralgelenk             |                      |             | 0,0016 <sup>2)</sup> |
| - ja                              | 15 (68,2 %)          | 3 (17,6 %)  |                      |
| - nein                            | 7 (31,8 %)           | 14 (82,4 %) |                      |
| Synovialitis                      |                      |             | 0,1949 <sup>1)</sup> |
| - ja (Grad I-III)                 | 11 (50 %)            | 5 (29,4 %)  |                      |
| - nein                            | 11 (50 %)            | 12 (70,6 %) |                      |

<sup>1)</sup>  $\chi^2$ -Test; <sup>2)</sup> Fisher-Exact-Test

## 5. Diskussion

Eine Plica kann einerseits die Folge einer Rückbildungsstörungen während der Embryonalentwicklung des Gelenkes, auf der anderen Seite aber auch das Resultat verstärkt ausgeprägter Kapselanteile oder synovialer Duplikaturen sein (Clarke, 1988; Gray und Gardner, 1951; Merida-Valesco und Sanchez-Montesinos, 2000; Vahlensieck et al., 2004). Der Umfang einer Plica schwankt und es können in Abhängigkeit ihrer Größe und Lokalisation unterschiedlich starke mechanische Probleme (Friktions- oder Impingementsyndrome) resultieren (Vahlensieck et al. 2004). Im Kniegelenk sind synoviale Plicae ein bekanntes und ggf. zu klinischen Symptomen führendes Phänomen (Jackson und Patel, 1996). Eine klinische Symptomatik entsteht auf der Basis einer Entzündung oder Verdickung der Plicae oder auch als Reaktion eines diese Entwicklung auslösenden Traumas des Kniegelenkes. Dies führt letztlich zu einem Reiben oder zu einem Schnappphänomen der Plica innerhalb des Kniegelenks. Ogilvie (1929) und Trethowan und Edgar (1929) beschrieben bereits das Auftreten synovialer Bänderstrukturen im Ellenbogengelenk, die das Capitulum humeri und den Caput radii überspannten und Entzündung sowie Schmerzen auslösen konnten.

Das humeroradiale Impingement als intraartikuläre Ursache des lateralen Ellenbogenschmerzes und seine arthroskopische Therapie mittels Synovialzottenresektion, Plicaresektion und eventueller Knorpelsarnierung ist bekannt (Akagi und Nakamura, 1998; Clarke, 1988; Commandre et al., 1998; Sakai et al., 1999; Stöhr und Geyer, 1999; Stöhr und Geyer, 2000; Stöhr et al., 1998). Die Plica humeroradialis kann die Ursache für Ellenbogengelenkbeschwerden sein (Bosworth, 1955; Clarke, 1988; Müller, 1999). Allerdings finden sich Plicae nach Isogai et al. (2001) auch im Rahmen von Sektionsstudien bei älteren Patienten, ohne dass bei diesen eine intraartikuläre Erkrankung des Ellenbogengelenks in der Krankengeschichte bekannt gewesen wäre (Arai et al., 1998; Ise et al., 1991; Ito, 1980; Sato et al., 1992). Bis heute ist wenig über die Auftretenshäufigkeit derartiger Strukturen bekannt und wie häufig sie tatsächlich mit klinischen Symptomen verbunden sind. Um hier einen Erkenntnisgewinn zu realisieren, ist es notwendig, im Rahmen von Sektionsstudien an unselektierten Patientenkollektiven zunächst einmal Daten zur Häufigkeit des Auftretens synovialer Falten zu erheben und parallel hierzu Versuche zu unternehmen, auf durch Plicae verursachte Schäden

des Gelenks zu schließen. Zu diesem Zweck wurde die vorliegende Arbeit durchgeführt. Sie dient der Gewinnung von Daten zur Einschätzung der Häufigkeit von Plicae in Ellenbogengelenken von Verstorbenen ohne bekannte traumatische Vorgeschichte des Gelenkes.

Doch bevor auf epidemiologische Aspekte eingegangen werden kann, muss kurz das Problem der Definition einer Plica humeroradialis diskutiert werden. Poirier (1912) beschrieb die Struktur der Plica als meniskuid, da sie seiner Auffassung nach die Inkongruenz der abgerundeten Zirkumferenz des Radiusköpfchens und dem Capitulum humeri ausgleicht. Die Plica humeroradialis wird am freien Rand dieses Inkongruenzausgleiches gefunden, jedoch definiert jeder Autor die Größe und Konsistenz einer Plica unterschiedlich, ab deren Überschreiten von einem pathologischen Befund auszugehen ist.

Die meisten Autoren (z.B. Duparc et al. 2002) teilen diese Einschätzung als meniskuid nicht, da die Plica nicht durchgängig bei allen Präparaten gefunden wird. Ein meniskuider Inkongruenzausgleich wie beim Kniegelenk müsste nämlich sonst auch beim Ellenbogengelenk konsequent vorhanden sein. Vielmehr wird die Genese der Plica humeroradialis als Residuum einer unvollständigen Verschmelzung der embryonal ursprünglich getrennt angelegten Ellenbogengelenkskompartimente gesehen, wie sie auch von Gordon et al. (1985) oder Clarke et al. (1988) beschrieben wird. Die Plica humeroradialis ist in der Entstehung somit vergleichbar mit der Plica suprapatellaris, infrapatellaris und Plica mediopatellaris des Kniegelenkes. Diese entstehen ebenfalls durch unvollständige Rückbildung embryonaler Septen. Wahrscheinlich ist eine vorhandene Plica im Ellenbogengelenk genau wie im Kniegelenk in den meisten Fällen asymptomatisch. Duparc et al. (2002) verneinte die Frage, ob die Plica als Meniskus oder meniscoide Struktur bezeichnet werden könnte. Seine histologische Begründung stützte sich auf die den Umstand, dass bei einer Plica die für Meniscen typische fibromyxoide Struktur nicht anzutreffen war. Vielmehr hat die Plica humeroradialis eine Synovialschicht auf beiden Seiten der Falte und kann schon alleine deshalb nicht die Aufgabe des Inkongruenzausgleiches zwischen zwei Gelenkflächen übernehmen.

Isogai et al. (2001) beschrieb verschiedene morphologische Ausprägungen der Plica humeroradialis bei einer umfangreichen Untersuchung von über 200 Leichen- Ellenbogen sowohl erwachsener Verstorbener als auch von Embryonen. Dabei schwankte die Ausprägungen der Plica von einer dünnen, zarte Synovialfalte bis hin zu einer rigiden, derben Synovialfalte, die halbmondförmig, gürtelförmig oder zungenförmig ausgebildet war. Dies veranschaulicht die unterschiedliche Erscheinungsform der Plica humeroradialis sowie deren Variabilität hinsichtlich Lokalisation, Länge und Dicke.

Bei der Betrachtung der Prävalenz der Plica humeroradialis muss also vor allem die Definition der Plicae mitberücksichtigt werden. In unserem Obduktionskollektiv zeigte sich bei allen untersuchten Ellenbogen eine Synovialfalte der Zirkumferenz des Radiusköpfchens bzw. des Gelenkspaltes radiär folgend. Nur wenn diese Synovialfalte die knorpeltragende Gelenkfläche des Radiusköpfchens (Fovea radialis) überspannte und bei Streckung zwischen Capitulum humeri und Caput radii einklemmte, wurde in der vorliegenden Arbeit von einer Plica humeroradialis ausgegangen.

Histologisch wurde in der eigenen Arbeit nur das Vorhandensein einer Synovialitis überprüft. Andere Autoren beschreiben die Plica humeroradialis als hypertrophe bindegewebige Synovialmembran. Nach Putz et al. (2006) besteht die Basis der Plica aus derbem, faserigen Material, worauf lockeres und mit Fett durchsetztes Bindegewebe aufgelagert ist. Auch Duparc et al. (2002) beschreiben eine analog strukturierte Plica humeroradialis. Allerdings konnten sie einen weiteren Typ von Falten identifizieren, der eine rigide Struktur mit strukturierten fibrösen Faserzügen aufwies und an den Rändern von einer synovialen Schicht bedeckt war (Duparc et al. 2002). Histologische Untersuchungen machte Duparc et al. (2002) ausschließlich bei operierten Patienten mit klinischen Ellenbogenbeschwerden. Die Patienten ließen sich zur Wiederherstellung der eingeschränkten Gelenkbeweglichkeit operieren, die operativ entfernte Plica wurde feingeweblich untersucht. Während die eigene Arbeit ausschließlich Personen ohne traumatische Verletzung und vermutlich asymptomatischer und unbeeinträchtigter Ellbogengelenkfunktion betrachtete, könnte spekuliert werden, dass der zweite von Duparc et al. (2002) beschriebene Plica-Typ eher als Spätfund anzusehen ist. Vermutlich war die Entwicklung bzw. Ausprägung der Plica humeroradialis

in der eigenen Gruppe bei weitem nicht so weit fortgeschritten, um klinische Symptome zu verursachen, so dass wir es eher mit einer weniger ausgeprägten Vorstufe oder einem noch eher asymptomatischen Befund zu tun hatten. Es ist aber nicht auszuschließen, dass bei einer erheblichen Ausweitung eines künftigen Obduktionskollektivs auch schwere Ausprägungsformen einer Plica humeroradialis im Sinne von Duparc et al. (2002) auftauchen könnten. Zumindest konnten wir in der eigenen Arbeit bereits in einem Einzelfall deutliche Veränderungen (Kalkeinlagerungen, vgl. Abbildung 8) der Gelenkinnenhaut im Zusammenhang mit einer prominenten Plica humeroradialis erkennen.

Es finden sich in der Literatur zwar Studien wie jene von Geyer und Stöhr (2001) oder Clark (1988), in der bei Patienten mit Impingement eine Plica humeroradialis als Ursache der Symptomatik beschrieben wird. Aber beide genannten Studien machen keine epidemiologisch verwertbaren Angaben. Auch die Studie von Antuna und O'Driscoll (2001) an 14 Patienten (sechs weiblich, acht männlich; Durchschnittsalter bei Operation 36 Jahre) ist in Bezug auf die Einschätzung der Prävalenz einer Plica humeroradialis nicht hilfreich, denn es handelt sich um ein Operationskollektiv, das aufgrund einer gemeinsamen Symptomatik (schmerzendes Knirschen bei Beugung des Ellenbogens) erst gebildet worden war und keine Zufallsauswahl von Patienten aus einem Allgemeinkollektiv darstellte wie es in der eigenen Studie der Fall war. Lediglich eine Untersuchung von Duparc et al. (2002) an 50 Leichen kann zur Einschätzung der Prävalenz der Plica humeroradialis verwendet werden. Diese Autoren stellten bei 43 Ellenbogengelenken (86 %) das Vorhandensein einer synovialen Falte fest. Eine histologische Untersuchung wurde von diesen Autoren aber nur bei einem symptomatischen und somit vorselektiertem Patientenkollektiv durchgeführt. Diese Patienten gelangten nur aufgrund ihrer klinischen Symptomatik zur Operation, so dass es sich bei ihnen nicht um eine Zufallsstichprobe aus der Bevölkerung handelte. Tatsächliche Angaben zur Prävalenz einer Plica humeroradialis im Sinne einer synovialen intraartikulären Falte zwischen Humerus und Radius bei einem nicht selektierten Patientenkollektiv finden sich noch in einer weiteren Studie mit ausreichender Fallgröße.

Vahlensieck et al. (2004) untersuchten ein Kollektiv von 88 Ellenbogengelenken deutscher Patienten mittels MRT und diese stammten von 29 weiblichen und 59 männlichen Patienten in einem Alter von durchschnittlich  $42,35 \pm 12$  Jahren. Auf 76 % der MRT-Bilder war keine sichtbare Falte auf den koronaren MRT-Bildern zu erkennen, bei 14% ergab sich eine kleine Falte (bis 4 mm in das Ellenbogengelenk hineinragend) und in 10% eine große Falte (über 4 mm in das Gelenk hineinragend). Da die Autoren davon ausgehen, dass immer eine Plica humeroradialis vorhanden ist, und sie bei 76% der 88 Patienten keine Falte sehen, ist ihre Schlussfolgerung wiederum, dass die MR-tomographische Darstellbarkeit der Plica sehr eingeschränkt ist.

Vergleicht man die Resultate von Vahlensieck et al. (2004) mit den eigenen Patienten, muss zunächst auf einen methodischen Unterschied hingewiesen werden. Die Autoren schlossen 37 Patienten mit traumatisch bedingten Beschwerden (Stürze, Prellungen) oder nicht-traumatisch bedingten Beschwerden (Schwellungen, Bewegungseinschränkung, Schmerzen unklarer Genese) mit jeweiliger Indikation zur MRT-Indikation ein. Sie schlossen allerdings Patienten mit Frakturen mit Gelenkbeteiligung oder Tumoren der Ellenbogenregion aus. In unsere Studie wurden zwar ebenfalls Patienten mit traumatischen Verletzungen des Ellenbogengelenks ausgeschlossen, es wurden aber keine Patienten mit Ellenbogenbeschwerden eingeschlossen, denn diese Information konnte aus den Krankenunterlagen nicht entnommen werden. Die eigenen Patienten waren primär an kardialen Ursachen oder Organtumoren (Lunge, Pankreas, Rektum, Mamma) verstorben, ggf. auch an Infektionen, pulmonalen Ursachen oder Blutungen bzw. Gerinnungsstörungen. Es wurde darauf geachtet, keine Patienten einzuschließen, die (soweit aus den Krankenunterlagen ersichtlich) eine Pathologie des Ellenbogengelenks zeigten. Ob allerdings bei den Hausärzten oder in anderen Häusern eine Vorbehandlung des obduzierten rechten Ellenbogengelenks oder eine klinische Symptomatik desselben vorgelegen hatte, konnte nicht mehr eruiert werden.

Die in der eigenen Arbeit gefundene Auftretenshäufigkeit einer Plica humeroradialis liegt bei 56,4 %, die Auftretenshäufigkeit bei den 50 Leichenellenbogen von Duparc et al. (2002) lag bei 86 %, während Vahlensieck et al. (2004) und Isogai et al. (2001) bei allen präparierten Ellenbogen eine mehr oder weniger umfangreiche Plica nachweisen konnten. Dieser Unterschied liegt in der Definition einer Plica humeroradialis. Es stellt

sich die Frage, ab wann man bei der radiären Synovialfalte, die der Zirkumferenz des Radiusköpfchen folgt und dem Ligamentum anulare anheftet, von einer Plica humero-radialis gesprochen werden kann. Die Synovialfalte zeigt nämlich die gleiche Varianz in der Ausprägung wie die Plicae des Kniegelenkes. Wann handelt es sich also nur um eine Schleimhautfalte und ab welchem Befund ist von einer Plica mediopatellaris zu sprechen? In diesem Punkt schwanken die Angaben zur Inzidenz der Plica in der Literatur erheblich. Je nach Ausprägungsgrad findet sich eine Plica mediopatellaris in 64,2% (Dandy, 1990) bis 72% (Kim und Choe, 1997). Demgegenüber zeigte jedoch eine Studie von Klein et al. (1983) bei der Analyse von 1.328 Kniearthroskopien nur in 13,6 % eine Plica mediopatellaris. Ähnlich große Varianzen zeigen sich auch in der Literatur bei der Plica suprapatellaris und infrapatellaris. Selbst für die Plica infrapatellaris werden verschiedene Formen dieser Plica angegeben, welche von einer fehlender Plica über das Auftreten eines Einzelstrangs bis hin zum Plicasegel reichen können (Wachtler, 1979).

Wir konnten keine Differenzierung zwischen symptomatischer und nicht-symptomatischer Plica vornehmen, da hierzu keine entsprechenden Daten seitens des Verstorbenen eruierbar waren. Allerdings gelingt eine entsprechende Unterscheidung der Arbeitsgruppe von Vahlensieck et al. (2004) ebensowenig, denn sie weisen darauf hin, dass aufgrund der Häufigkeitsverteilung arthrotischer Veränderungen in ihrem Kollektiv nicht sicher gefolgert werden kann, dass eine größere Falte bereits als präarthrotische Deformität angesehen werden kann. Die eigenen Daten deuten aber darauf hin, dass bei vorhandener Plica humeroradialis häufiger Knorpelschäden im Gelenk vorliegen.

Die Daten der vorliegenden Studie legen nahe, dass es keinen Unterschied der Auffindungshäufigkeit einer Plica humeroradialis zwischen männlichen und weiblichen Patienten (56 % vs. 57,1 %) gibt. Eine solche Unterscheidung der Geschlechter wurde von Vahlensieck et al. (2004) nicht vorgenommen. Vermutlich wäre sie ebenfalls negativ ausgefallen. Fallstudien wie jene von Clarke (1988), die eine Plica bei drei männlichen Patienten beschreiben, sind nicht hilfreich für einen Vergleich mit den eigenen Daten. Insofern muss offen bleiben, ob die in der eigenen Studie belegte geschlechts-

gleiche Auftretenshäufigkeit der Plica humeroradialis realistisch ist. Diese Frage kann erst nach der Durchführung größerer Sektionsreihen ausreichend sicher belegt werden.

In der Vergleichsliteratur (Vahlensieck et al., 2004) wurde kein Einfluss des Alters der Patienten auf die Ausprägung der Plica untersucht. Es wurde auch nicht angegeben, in welcher Altersklasse wie häufig eine Plica humeroradialis anzutreffen ist. In der Studie von Duprac et al. (2002) ist das Alter der Präparate nicht bekannt. In unserem eigenen Patientengut unterscheidet sich der Anteil von Patienten mit Plica humeroradialis zwischen den vier 10-Jahres-Altersklassen nicht in relevantem Umfang ( $\leq 50$  J: 60 %; 51-60 J: 55,6 %; 61-70 J: 53,3 %;  $> 70$  J: 60 %).

Diese Tatsache untermauert auch die Annahme, dass es sich bei der Plica humeroradialis um eine embryonal unvollständige Rückbildung eines Septums handelt, genau wie bei der Plica des Kniegelenkes. Daher sollte mit steigendem Alter nicht die Prävalenz der Plica steigen, sondern höchstens die Prävalenz einer plica-bedingten klinische Symptomatik, da evtl. aus einer ursprünglich asymptomatischen Plica im Laufe des Lebens eine symptomatische Plica werden kann. Aus der Studie von Duparc et al. (2002), die leider keine Altersangaben der untersuchten 50 Ellenbogen von erwachsenen Verstorbenen machten, ergab sich ein positiver Nachweis einer Synovialfalte im Sinne einer Plica bei 43 (86 %) von 50 Ellenbögen. Und auch hier ist aus der Studie nicht ersichtlich, wann von einer Plica ausgegangen wird und wann nicht.

Es gibt eine weitere, aus Japan stammende, Untersuchung von Isogai et al. (2001), die zwar keine epidemiologischen Daten, aber Informationen über die Morphologie der Plica humeroradialis an 179 Ellenbogen von 82 männlichen und 97 weiblichen japanischen Sektionsspendern (Alter 77,7 Jahre; 42-101 Jahre) enthält. Verglichen wird die Morphologie der adulten Ellenbogen mit Daten von 40 embryonalen Ellenbogen. In Übereinstimmung mit Isogai et al. (2001) findet sich auch in der eigenen Arbeit bei der Präparation der Ellenbogengelenkkapsel in allen Fällen eine Synovialfalte, die der Zirkumferenz des Radiusköpfchens radiär folgt. Die räumliche Ausdehnung der Falte war im dorsoradialen Bereich des Humeroradialgelenkes am größten. Ein derartiger Verlauf der Synovialfalte scheint demnach physiologisch zu sein.



Die Diskrepanz der Plica-Prävalenzen zwischen einzelnen Studien lässt sich aufgrund der Verwendung verschiedener Plica-Definition erklären. Eine Synovialfalte, welche dem Ligamentum anulare anheftet und radiär dem Gelenkspalt folgt, ist immer vorhanden. Einige Autoren können daher durchgängig bei allen Präparaten eine Plica dokumentieren. Wir haben eine Plica humeroradialis aber nur dann als vorhandendefiniert, wenn die Synovialfalte von der Ausdehnung Teile des knorpeltragenden Caput radii (Fovea radii) bedeckte. Welche Kriterien für das Vorliegen einer Plica humeroradialis von Duparc et al. (2002) verwendet wurden, ist leider nicht bekannt.

Die Festlegung des Überganges von einem physiologischen in einen pathologischen Befund kann anhand der eigenen Daten nicht festgestellt werden, da bei den Verstorbenen in den zur Verfügung stehenden Krankenunterlagen keinerlei anamnestische Angaben über mögliche Erkrankungen des Ellenbogengelenks vorlagen. Für künftige Studien wäre es wünschenswert, wenn eine Möglichkeit geschaffen werden könnte, derartige Daten zu erheben und mit dem anatomischen Befund zu verknüpfen.

Die eigenen Daten illustrieren, dass eine Plica humeroradialis häufig nachgewiesen werden kann, und dass sie nicht automatisch häufiger mit dem Alter auftritt und auch zwischen den Geschlechtern nicht unterschiedlich häufig zu finden ist. Da in der eigenen Arbeit aus methodischen Gründen keine Angaben über etwaige klinische Befunde bzw. Beschwerden im obduzierten Ellenbogen zu Lebzeiten des Patienten vorgelegen hatten, muss durch Auffinden von pathologischen Veränderungen versucht werden, einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Plica humeroradialis und der Pathologie herzustellen. Hierzu eignet sich die Chondromalazie des Capitulum humeri bzw. des Caput radii wie auch das Vorliegen einer Synovialitis als Charakteristikum für Gelenkschäden.

Leider stellte sich bei der Verwertung dieser Befunde ein statistisches Problem. Da diese Befunde nicht bei jedem Patienten automatisch vorauszusetzen waren, stand zu erwarten, dass bei der niedrigen Gruppengröße von 39 Ellenbogengelenken die entsprechenden Patienten mit Chondromalazie und Synovialitis eine noch kleinere Untergruppe bilden würden. In diesen Subgruppen dann wiederum Zusammenhänge zwischen den Befunden und dem Vorliegen einer Plica humeroradialis herzustellen, schei-

tert für gewöhnlich an einer zur Erreichung der Signifikanzschwelle einfach zu klein werdenden Fallzahl. Dies bedeutet aber nicht, dass nicht schon Trends ablesbar wären. Der Anteil der Chondromalazien des Caput radii betrug 38,5 % und jener von Chondromalazien des Capitulum humeri 23,1 %. Es fand sich diesbezüglich aber weder eine Alters- noch Geschlechtsabhängigkeit, so dass nicht noch weitere Untergruppen gebildet werden mussten. Wurde die Plica humeroradialis mit der Chondromalazi des Caput radii in Beziehung gesetzt, zeigte sich deutlich häufiger eine Chondromalazie des Caput radii (59,1 %), wenn eine Plica vorlag im Vergleich zu Obduzierten ohne Plica (11,8 %). Dieser Unterschied erreichte sogar statistische Signifikanz. Eine entsprechende Steigerung der Chondromalazie des Capitulum humeri bei Verstorbenen mit (31,8 %) bzw. ohne Plica (11,8 %) fand sich ebenfalls. Deutlich erkennbar war die Zunahme einer kombinierten Chondromalazie von Caput radii/Capitulum humeri bei Patienten mit Plica (41,7 %) im Vergleich zu nur 6,7 % bei Patienten ohne Plica. Da es sich um insgesamt sechs Fälle handelt, ist es erfreulich, dass ein signifikanter Zusammenhang mit dem Auftreten einer Plica nachweisbar war. Insgesamt gab es bei 18 unserer Präparate eine Chondromalazie im Radiohumoralgelenk, wobei anteilmäßig die entsprechende Chondromalazierate bei Obduzierten mit Plica signifikant höher als bei Personen ohne Plica (68,2 % vs. 17,6 %) war. Dies illustriert, dass das Auftreten einer Plica humeroradialis einen negativen Einfluss auf die Knorpelintegrität haben könnte. Wie schnell und wie umfangreich jedoch dieser Einfluss in Abhängigkeit von Alter oder Geschlecht der Patienten ist, kann mit dem Design der eigenen Studie nicht beantwortet werden. Die eigenen Daten bestätigen aber indirekt die Berichte anderer Autoren (Clarke, 1988; Stöhr et al., 1998; Geyer und Stöhr, 2001; Stöhr et al, 2002), die zeigen konnten, dass eine Plica humeroradialis die Ursache eines humeroradiales Impingements sein kann. Sehr wahrscheinlich ist die Annahme, dass die Zahl der asymptomatischen Patienten mit Plica humeroradialis erheblich größer ist als jene Zahl der Patienten, die durch eine Plica verursachte Ellenbogengelenkbeschwerden aufweisen. Inwieweit die Prävalenz und der Ausprägungsgrad der Plica humeroradialis einen Einfluss auf die Degeneration der Gelenkflächen des Ellenbogengelenk hat, bleibt angesichts der eigenen Daten unklar.

Die Detektion einer Synovialitis bietet einen möglichen Weg zur Klärung dieses Problems. Die Synovialitis war bei vielen Einzelfallberichten, wie jene von Clark (1998), ein häufiger Begleitbefund bei vorhandener Plica humeroradialis. Clarke (1998) beschrieb bei ihren Patienten, die wegen Einschränkung der Ellenbogenbeweglichkeit operiert werden mussten, eine Synovialitis. Auch Antuna und O'Driscoll (2001) stellten bei allen ihren 14 Patienten, die arthroskopisch wegen eines schnappenden Ellenbogens operiert wurden, in der Nähe der Plica eine lokale Synovialitis fest. Wir stellten in der vorliegenden Arbeit bei 16 (41%) der 39 Präparate eine Synovialitis des Grades I bis III fest, wobei es keinerlei Geschlechts- und Altersunterschiede in der Prävalenz einer solchen Synovialitis gab. Insgesamt gab es bei unseren Präparaten keinen signifikanten Alterseinfluss, weder bei den Chondromalazien noch bei den Synovialitiden. Ob eine Plica humeroradialis mit steigendem Alter immer stärker zu Chondromalazie und Synovialitis führt, kann nicht gesagt werden. Eine Synovialitis findet sich aber deutlich häufiger, wenn eine Plica humeroradialis vorhanden ist als wenn diese nicht anzutreffen ist (50 % vs. 29,4 %). Aber dieser Unterschied erreicht noch keine statistische Signifikanz. Eine Synovialitis ist aber signifikant häufiger vorhanden, wenn bereits Knorpelschäden des Caput radii vorliegen (56,3 % vs. 26,1 %) oder eine kombinierte Chondromalazie des Caput radii und des Capitulum humeri nachweisbar ist (41,7 % vs. 6,7 %). Dieses Phänomen ist auch aus Studien an Patienten mit schnappenden Ellenbogen (Antuna und O'Driscoll, 2001) bekannt, bei denen in allen Fällen neben der Synovialitis auch eine Chondromalazie von Caput radii und Capitulum humeri vorhanden war.

Interessant wäre die Klärung der Frage, welche Veränderungen zuerst eintreten. Zu vermuten wäre, dass eine Plica humeroradialis zunächst zu einer immer stärker werdenden Synovialitis und anschließend auch zu beginnenden Knorpelschäden führt. Denkbar ist aber auch, dass der zunehmende Knorpelschaden erst zur Synovialitis führt. Eventuell hängt die Entwicklung von Gelenkpathologien von der Dauer der Einwirkung der Plica humeroradialis auf die Gelenkflächen in Form eines ggf. lange Zeit klinisch wenig bis asymptomatischen Impingements ab, sowie von der Größe der Zirkumferenz bzw. der Gelenkfläche, die die Plica humeroradialis bedeckt, sowie letztlich von der Konsistenz und der Dicke der Plica. Bezüglich der Topographie der Plica humeroradialis kommt unsere Studie zu ähnlichen Ergebnissen wie andere Untersuchungen. Die Plica befand sich in unseren Präparaten an der dorsolateralen Zirkumferenz des

Radiusköpfchens. Die Gelenkfläche des Radiusköpfchen war in unserem Obduktionsgut von dieser Plica bis zu einer Fläche von einem Drittel bedeckt. Eine genauere Lokalisationsangabe, wie sie Isogai et al. (2001) getroffen hatte, ist retrospektiv mit unseren Daten aber nicht mehr durchführbar. Isogai et al. (2001) machten Angaben über den von der Plica abgedeckten Umfang der entweder anteriorlateral oder posteriorlateral verlaufenden Synovialfalte. Sie fanden bei den 40 japanischen Embryonen unterschiedlichen Alters immer eine dorsolaterale und ventrolaterale Plica. Duparc et al. (2002) fanden bei 50 Leichenellenbogen insgesamt 43 mal eine Plica, davon 25 Plica dorsolateral, fünfmal lateral, neunmal ventrolateral und viermal zirkulär.

Zusammengefasst ergeben sich aus der vorliegende Studie folgende Ergebnisse:

Makroskopisch zeigt sich bei allen Gelenken eine Synovialfalte radiär dem humeroradialen Gelenkspalt folgend. Bei 22 der insgesamt 39 Ellenbogen fand sich eine vergrößerte Synovialfalte, welche den knorpeltragenden Teil der Radiusgelenkfläche partiell bedeckte und bei Streckung ins Gelenk einklemmte. Diese Synovialfalte ist als eigentliche Plica humeroradialis anzusehen.

Mikroskopisch wurde in den 39 Präparaten in insgesamt 16 Fällen eine Synovialitis unterschiedlichen Grades gefunden (siebenmal Synovialitis I°, fünfmal Synovialitis II° und viermal Synovialitis III°).

Beim Vorhandensein einer Plica humeroradialis gab es keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Beim Vorhandensein einer Plica humeroradialis gab es keine altersspezifischen Unterschiede.

Beim Vorhandensein einer Plica humeroradialis zeigen sich signifikant häufiger Chondromalazien im gesamten Radiohumeralgelenk. Nur bei Chondromalazien isoliert am Capitulum humeri wurde keine statistische Signifikanz erreicht.

Die vorliegende Studie vermag die klinische Bedeutung der Plica humeroradialis nicht zu klären. Bei unseren Präparaten sind zwar bei vorhandener Plica humeroradialis vermehrt auch Knorpelschäden und Gelenkhautentzündungen im humeroradialen

Gelenk vorhanden, ob diese Patienten vor ihrem Tode aber an Symptomen im Bereich des Ellenbogengelenkes litten, ist unbekannt.

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen Plica humeroradialis, Knorpelschäden und klinischer Symptomatik zu überprüfen, schlagen wir eine Studie vor, in die nur Patienten aufgenommen werden, in deren Vorgeschichte eine spezifische Anamnese bezüglich Ellenbogenbeschwerden und gegebenenfalls MRT-Befunde der jeweiligen Ellenbogengelenke verfügbar sind.

## 6. Literatur

1. Akagi M, Nakamura T. Snapping elbow caused by the synovial fold in the radiohumeral joint. *J Shoulder Surgery* 1998; 7: 427-429
2. Antuna SA, O'Driscoll SW. Snapping plicae associated with radiocapitellar chondromalacia. *J Arthroscop Rel Surg* 2001; 17: 491-495
3. Arai K, Nishikawa S, Aizawa H, Takeuchi K, Kowatari K. Arthroscopic surgery for soft tissue impingement of the radiohumeral joint [abstract]. *J Jpn Arthroscopy Assoc* 1998; 23: 97-101 - zitiert nach Isogai et al. (2001)
4. Awaya H, Schweitzer ME, Feng SA, Kamishima T, Marone PJ, Farooki S, Trudell DJ, Haghighi P, Resnick DL. Elbow synovial fold syndrome: MR imaging findings. *Am J Roentgenol* 2001; 177: 1377-1381
5. Bös L, Ellermann A. Arthroskopische Diagnostik und Klassifikation von Knorpelschäden. *Dt Z Sportmed* 2003; 54: 181-183
6. Bosworth DM. The role of the orbicular ligament in tennis elbow. *J Bone Joint Surg* 1955; 37A: 527-533
7. Boven F, De Boeck M, Potvliege R. Synovial plicae of the knee on computed tomography. *Radiology* 1983; 147: 805-809
8. Clarke RP. Symptomatic, lateral synovial fringe (plica) of the elbow joint. *Arthroscopy* 1988; 4: 112-116
9. Commandre FA, Taillan B, Benezis B, Follacci FM, Hammou JC. Plica synovialis (synovial fold) of the elbow: report on one case. *J Sports Med Phys Fitness* 1988; 28: 209-210
10. Dandy DJ. Anatomy of the suprapatellar plica and medial synovial shelf. *Arthroscopy* 1990; 6: 79-85
11. Deutsch AL, Resnick D, Dalinka MK, Giluda L, Danzig L, Guerra J, Dunn FH. Synovial plicae of the knee. *Radiology* 1981; 141: 627-634
12. Duparc F, Putz R, Michot C, Müller JM, Freger P The synovial fold of the humero-radial joint: anatomical and histological features, and clinical relevance in lateral epicondylalgia of the elbow. *Surg Radiol Anat* 2002; 24: 302-307
13. Fitze M (2012) Impingement am Ellbogen - Plica humeroradialis. MRI-Fokus, März 2012, [http://www1.spitalbuelach.ch/fileadmin/contents/Internet/Unsere\\_Abteilungen/Radiologie/RRA\\_MRI-Fokus\\_Maerz\\_2012\\_Impingement\\_am\\_Ellenbogen.pdf](http://www1.spitalbuelach.ch/fileadmin/contents/Internet/Unsere_Abteilungen/Radiologie/RRA_MRI-Fokus_Maerz_2012_Impingement_am_Ellenbogen.pdf) (Zugriff April 2012)

14. Fritz P, Laschner W, Saal JG, Deichsel G, Tuczek HV, Wegner G. Histological classification of synovitis. *Zentralbl Allg Pathol pathol Anat* 1989; 135: 729-741
15. Geyer M, Stöhr H. Arthroskopische Abklärung und Therapie des humeroradialen Impingements. *Arthroskopie* 2001; 14: 171-176
16. Gordon H. Fundamentals and general considerations. In: Morrey BF (Ed.) *The elbow and its disorders*. Philadelphia: Saunders, 1985: 1-6
17. Graumann W, Sasse D, Baur R, Nitsch C. *Lehrbuch der Anatomie, Teil 1: Allgemeine Anatomie*. Schattauer Verlag, Stuttgart, 2004; 176-179
18. Gray D J, Gardner E. Prenatal development of the human elbow joint. *Am J Anatom* 1951; 124: 431-466
19. Ise M, Mizuno M, Takenaka S, Nakajima Y. Cadaveric study of the fold in the radiohumeral joint: anatomy and kinematic experiment. *Jpn J Rehabil Med* 1991; 28: 1046-1047 - zitiert nach Isogai et al. (2001)
20. Isogai S, Murakami G, Wada T, Ishii S. Which morphologies of synovial folds result from degeneration and/or aging of the radiohumeral joint: an anatomic study with cadavers and embryos. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10: 169-181
21. Ito K. Arthroscopy of the elbow joint-cadaver study [abstract]. *J Jpn Arthroscopy Assoc* 1980; 5: 9-22 - zitiert nach Isogai et al. (2001)
22. Jackson RW, Patel D. Synovial lesions: Plicae. In: McGinty JB, Caspari RB, Jackson RW, Poehling GG (Eds.). *Operative arthroscopy*. Lippincott-Raven, New York 1996; 447-458
23. Junqueira LCU, Carneiro J, Gratzl M (Hrsg.) *Histologie*. 6. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg, 2005; 85-87
24. Kim SJ, Min BH, Kim HK. Arthroscopic anatomy of the infrapatellar plica. *Arthroscopy* 1996; 12: 561-564
25. Kim SJ, Choe WS. Arthroscopic findings of the synovial plicae of the knee. *Arthroscopy* 1997; 13: 33-41
26. Klein W. The medial shelf of the knee. A follow-up study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1983; 102: 67-72
27. Krenn V, Morawietz L, Burmester GR, Häupl T. Synovialitis score: histopathological grading system for chronic rheumatic and non-rheumatic synovialitis. *Z Rheumatol* 2005; 64: 334-342

28. Merida-Valesco J A, Sanchez-Montesinos I. Development of the human elbow joint. *Anatom Rec* 2000; 258: 166-175
29. Müller O. Humeroradiales Impingement als Differentialdiagnose der Epicondylitis humeri radialis. Vortrag 6. Jahreskongress der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE), Freiburg, 29.–30.10.1999
30. Ogilvie WH. Discussion on minor injuries of the elbow joint. *Proc R Soc Med* 1929; 23: 306-322
31. Outerbridge RE. The ethiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1961; 43: 752-757
32. Patel D. Synovial Lesions: Plicae. In: McGinty JB, Burkhart SS, Jackson RW, Johnson DH, Richmond JC. *Operative Arthroscopy*. Raven Press, New York 361-371, 1991
33. Poirier P. *Traite d'anatomie humaine*. Vol. I, Bataille, Paris, 1912
34. Putz R, Milz S, Maier M, Boszczyk A. Funktionelle Morphologie des Ellenbogengelenkes. *Manuelle Medizin* 2006; 44: 268-275
35. Sakai K, Kanamori M, Kitano S. Extension restriction of the elbow caused by a synovial fold – a report on 2 athletes. *Acta Orthop Scand* 1999; 70: 85–86
36. Sato T, Kikuchi S, Yosida J. Anatomical study of the plica synovialis of the elbow [abstract]. *J Jpn Orthop Assoc* 1992; 66: S1349 - zitiert nach Isogai et al. (2001)
37. Schiebler TH. *Anatomie. Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie*. 9. Aufl., Springer Verlag, Stuttgart, 2005; 262-264
38. Stöhr H, Geyer M. Die humeroradiales Plica. Diagnose und arthroskopische Therapie. Vortrag 6. Jahreskongress der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE), Freiburg, 29.–30.10.1999
39. Stöhr H, Geyer M. The humeroradial impingement-diagnosis and arthroscopic therapy. Paper on the International Congress and Instructional Course-Section Elbow of the German Society for Shoulder and Elbow Surgery (DVSE), Düsseldorf, 2.–5. March 2000
40. Stöhr H, Geyer M, Volle E (1998) Humeroradiales Impingement als Ursache der therapieresistenten lateralen Epicondylopathie. *Arthroskopie* 11:127–132
41. Stöhr H, Gunkel S, Welte S, Geyer M. Mittelfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Therapie des humeroradialen Impingements. *Arthroskopie* 2002; 15: 185-189



42. Trethowan WH, Edgar WH. Tennis elbow. Br Med J 1929; 2: 1218-1219
43. Universität Mainz. Histologische Arbeitsmethoden. <http://www.unimedizin-mainz.de/fileadmin/kliniken/virologie/Dokumente/methoden.pdf> (Zugriff: April 2011)
44. Vahlensieck M, Wiche U, Schmidt HM. Plica humeroradialis: Inzidenz und MR-tomographische Darstellung. Fortschr Röntgenstr 2004; 176: 959-964
45. Wachtler F. Die Plica infrapatellaris beim Menschen. Acta Anat 1979; 104: 451-459

## 7. Datenanhang

Die Zusammenfassung der erhobenen Präparate bietet folgende Übersicht:

|   |        |
|---|--------|
| <i>Gesamtzahl der Präparate</i>                       | n = 39 |
| - davon männlich                                      | n = 25 |
| - davon weiblich                                      | n = 14 |
| <i>Plica vorhanden</i>                                | n = 22 |
| <i>Chondromalazia Caput radii</i>                     | n = 15 |
| <i>Chondromalazia Capitulum humeri</i>                | n = 9  |
| <i>Chondromalazia Caput radii et Capitulum humeri</i> | n = 6  |
| <i>Chondromalazia im Radiohumeralgelenk</i>           | n = 18 |
| <i>Anzahl der Gelenke mit Synovialitis</i>            | n = 16 |
| - darunter Synovialitis Grad I                        | n = 7  |
| - darunter Synovialitis Grad II                       | n = 5  |
| - darunter Synovialitis Grad III                      | n = 4  |

Die Datentabelle zeigt die für die den einzelnen präparierten rechten Ellenbogen gefundenen und ausgewerteten Einzeldaten.

| Nr. | Name | Geschlecht | Alter (Jahre) | Todesursache                        | Plica | Chondromalazia capitulum humeri | Chondromalazia capitulum humeri | Chondromalazia Capitulum humeri et Caput radii | Chondromalazia Radiohumeralgele nk | Synovialitis-Grad | Synovialitis in 2 Klassen (G0 vs. G1-3) |
|-----|------|------------|---------------|-------------------------------------|-------|---------------------------------|---------------------------------|--|------------------------------------|-------------------|---|
| 1   | BG   | ♂          | 65            | MRSA                                | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 2   | SK   | ♂          | 64            | k.A.                                | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G1                | G1-3                                    |
| 3   | SJ   | ♂          | 76            | kardio-respiratorisches V.          | 1     | 1                               | 1                               | 1  | 1                                  | G2                | G1-3                                    |
| 4   | SL   | ♀          | 61            | Herz-Kreislaufversagen              | 1     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 5   | EM   | ♀          | 68            | sept. Kreislaufversagen             | 1     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 6   | RW   | ♂          | 73            | Herz-Kreislaufversagen              | 2     | 2                               | 1                               | 2  | 1                                  | G0                | G0                                      |
| 7   | KW   | ♂          | 58            | Herz-Kreislaufversagen              | 2     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G0                | G0                                      |
| 8   | KW   | ♂          | 58            | Lungenembolie                       | 1     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G1                | G1-3                                    |
| 9   | GT   | ♂          | 56            | Myokard-Pumpversagen                | 1     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G2                | G1-3                                    |
| 10  | GG   | ♂          | 65            | Herz-Kreislaufversagen              | 1     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 11  | HJ   | ♂          | 73            | Rectum-Ca.                          | 1     | 1                               | 1                               | 1  | 1                                  | G2                | G1-3                                    |
| 12  | VE   | ♀          | 56            | Herz-Kreislaufversagen              | 1     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G3                | G1-3                                    |
| 13  | TM   | ♀          | 56            | Cervix-/Mamma-Ca.                   | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 14  | BM   | ♀          | 80            | akutes Rechtsherzversagen           | 2     | 1                               | 1                               | 1  | 1                                  | G0                | G0                                      |
| 15  | PA   | ♂          | 46            | Lungenemphysem                      | 1     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G3                | G1-3                                    |
| 16  | WC   | ♀          | 35            | Mamma-Ca                            | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 17  | LH   | ♂          | 53            | k.A.                                | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G1                | G1-3                                    |
| 18  | SL   | ♂          | 67            | k.A.                                | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G3                | G1-3                                    |
| 19  | EH   | ♂          | 59            | Lungen-Ca.                          | 1     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G0                | G0                                      |
| 20  | MR   | ♀          | 55            | respiratorisches V.                 | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G1                | G1-3                                    |
| 21  | JJ   | ♂          | 69            | intracranielle Blutung              | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 22  | PA   | ♂          | 70            | Vorderwandinfarkt                   | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 23  | SI   | ♀          | 49            | Herz-Kreislaufversagen              | 1     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G2                | G1-3                                    |
| 24  | HA   | ♂          | 54            | Herzinfarkt                         | 1     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G2                | G1-3                                    |
| 25  | GA   | ♀          | 67            | instabile AP bei KHK                | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 26  | HW   | ♂          | 78            | Infarkt mit Hirnblutung             | 1     | 1                               | 1                               | 1  | 1                                  | G2                | G1-3                                    |
| 27  | SK   | ♂          | 64            | k.A.                                | 1     | 1                               | 1                               | 1  | 1                                  | G1                | G1-3                                    |
| 28  | LW   | ♂          | 82            | cardiogener Schock                  | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 29  | WM   | ♂          | 62            | Multiorganversagen                  | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 30  | BC   | ♀          | 42            | Pankreas-Ca, Herz-Kreislaufversagen | 2     | 2                               | 2                               | 2  | 2                                  | G0                | G0                                      |
| 31  | HH   | ♂          | 64            | Myokard-Pumpversagen                | 1     | 1                               | 2                               | 2  | 1                                  | G0                | G0                                      |

1 = ja, 2 = nein; k.A. = keine Angabe; V. = Versagen; Ca. = Carcinom; AP = Angina pectoris; KHK = Koronare Herzkrankheit

## **8. DANKSAGUNG**

Ich danke dem Direktor der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie an den Universitätskliniken des Saarlandes in Homburg/Saar, Herrn Professor Dr. med. D. Kohn, für die Überlassung der vorliegenden Thematik.

Mein besonderer Dank geht an Herrn Dr. med. B. Müller für die Betreuung und die zahlreichen Anregungen während der Arbeit, sowie an Herrn Dr. med. H. Lind für die Mithilfe bei der Präparation der Leichenellenbogen sowie Mithilfe bei der Literaturrecherche.

Herzlicher Dank für die technische und materielle Unterstützung an Herrn Prof. Dr. med. K. Remberger vom Institut für Pathologie der Universitätskliniken des Saarlandes.

Des weiteren gilt mein Dank für die statistische Beratung Herrn Th. Georg vom Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik der Universitätskliniken des Saarlandes unter Leitung von Herrn Professor Dr. U. Feldmann.

Abschließend möchte ich der medizinisch-technischen Assistentin, Frau Anne Kerber, für die Unterstützung bei der Anfertigung der histologischen Schnitte danken. Ebenso gilt mein Dank den Sektionsgehilfen des Instituts für Pathologie der Universitätskliniken des Saarlandes.