

Aus dem Orthopädisch-Unfallchirurgischen Zentrum
der Medizinischen Fakultät Mannheim
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Sascha Gravius, MHBA)

Die Prävalenz inzidenteller Befunde bei orthopädischen computer- und
magnetresonanztomographischen Untersuchungen der Schulter

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades in der Zahnheilkunde
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Claudius Adrian Statescu

aus
Ostfildern, Deutschland
2023

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Sergij Goerd
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. Sascha Gravius, MHBA

Für meine Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
1 EINLEITUNG	2
1.1 Allgemeine Einführung.....	2
1.1.1 Anatomische Strukturen der Schulter	2
1.1.2 Orthopädische Untersuchung der Schulter	6
1.1.3 Magnetresonanztomographische Untersuchung der Schulter.....	10
1.1.4 Computertomographische Untersuchung der Schulter	12
1.2 Definition von inzidentellen Befunden.....	14
1.3 Definition von Inzidentalomen.....	15
1.4 Zielsetzung	15
2 MATERIAL UND METHODEN	16
2.1 Studiendesign	16
2.2 Datenerfassung	16
2.3 Patientenkollektiv	16
2.4 Erfassung und Einteilung von inzidentellen Befunden.....	17
2.5 Erfassung weiterer Parameter	19
2.6 Auswertungsgruppen	20
2.7 Auswertung	21
3 ERGEBNISSE	22
3.1 Untersuchungen ausschließlich der Schulter	22
3.1.1 Demographische Daten des Patientenkollektivs.....	22
3.1.2 Weitere Angaben zu den Untersuchungen	23
3.1.3 Inzidentelle Befunde	24
3.1.4 Untersuchungen mit malignen Inzidentalomen.....	27
3.1.5 Untersuchungen mit Inzidentalomen	28
3.1.6 Untersuchungen mit inzidentellen Befunden	30

3.2	Untersuchungen der Schulter und zusätzlicher Regionen.....	32
3.2.1	Demographische Daten des Patientenkollektivs.....	32
3.2.2	Weitere Angaben zu den Untersuchungen	33
3.2.3	Inzidentelle Befunde	34
3.2.4	Untersuchungen mit malignen Inzidentalomen.....	37
3.2.5	Untersuchungen mit Inzidentalomen	39
3.2.6	Untersuchungen mit inzidentellen Befunden	40
3.3	Fallbericht	42
3.3.1	Anamnese.....	42
3.3.2	Klinischer Befund.....	42
3.3.3	Diagnostik und Verlauf.....	42
4	DISKUSSION	45
4.1	Bewertung der Ergebnisse	45
4.2	Beeinflussung der Prävalenz durch Patientencharakteristiken.....	51
4.3	Bedeutung von inzidentellen Befunden	54
4.4	Management von inzidentellen Befunden.....	59
4.5	Limitationen der Arbeit.....	61
4.6	Fazit.....	62
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	63
6	LITERATURVERZEICHNIS	65
7	LEBENS LAUF	75
8	DANKSAGUNG	76

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	Arteria
BWS	Brustwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise
C	Halswirbelkörper
ca.	zirka
CI	Konfidenzintervall
cm	Zentimeter
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CT	Computertomographie
CTA	computertomographische Arthrographie
CUP	Cancer-of-unknown-Primary
FOV	Field-of-View
HWS	Halswirbelsäule
IF	inzidenteller Befund
IT	Inzidentalom
kg	Kilogramm
L	Lumbalwirbelkörper
LK	Lymphknoten
M	Mittelwert
MRA	magnetresonanztomographische Arthrographie
MRT	Magnetresonanztomographie
NSTEMI	Nicht-ST-Hebungs-Myokardinfarkt
PET	Positronenemissionstomographie
PHILOS	Proximal Humerus Interlocking System
SARS-CoV-2	Schweres-akutes-Atemwegssyndrom-Coronavirus Typ 2
SD	Standardabweichung
T	Brustwirbelkörper
vs.	versus
z. B.	zum Beispiel

1 EINLEITUNG

1.1 Allgemeine Einführung

Die Diagnose und Behandlung von Schultererkrankungen stützt sich neben der Anamnese und der körperlichen Untersuchung stark auf bildgebende Untersuchungsmethoden. Das bildgebende Standardverfahren zur Beurteilung von Pathologien wie Frakturen, Luxationen, knöchernen Verletzungen, Weichteilverkalkungen und Gelenkdeformitäten stellt die konventionelle Röntgenaufnahme in zwei bzw. drei Ebenen dar (Bartsch and Echtermeyer, 2005; Harrasser et al., 2016). Für komplexere Pathologien, wie unklare knöchernen Befunde, Rotatorenmanschettenrupturen und tumoröse und entzündliche Erkrankungen werden die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) eingesetzt (Harrasser et al., 2016). Bei der Auswertung dieser hochauflösenden Diagnoseverfahren ist mit einer hohen Zahl an inzidentellen Befunden (IF) zu rechnen; also Befunde deren Feststellung nicht mit der durchgeführten Untersuchung beabsichtigt waren (Rangel, 2010). Die dabei möglicherweise auftretenden IF umfassen unter anderem Pneumonie, Bronchialkarzinom, metastatische Lymphknoten, pulmonale Hypertonie und zystische und pulmonale Fibrose (Wielpütz et al., 2014). Idealerweise kann eine inzidentelle Erkennung solcher Pathologien, in einem vermutlich frühen Stadium, die Therapie verbessern (Yap et al., 2015). IF werden jedoch von komplexen Schwierigkeiten begleitet, sei es die Verantwortung diese zu melden oder die Frage wie mit dem Erhalt der Meldungen anschließend umzugehen ist (Brady, 2020).

1.1.1 Anatomische Strukturen der Schulter

Die Schulter stellt eine komplexe anatomische Region dar, welche für die Gelenkbildung der oberen Extremität mit dem Rumpf und dem Achsenskelett verantwortlich ist und entscheidend zur Funktion der Arme und Hände beiträgt (Bakhsh and Nicandri, 2018). Aufgrund der geringen knöchernen Kongruenz des Humeruskopfes mit seiner glenoidalen Artikulationsfläche, die ihm die größte Beweglichkeit aller Gelenke verleiht, ist der Schulterkomplex auf die ihn umgebenden Bänder und Muskeln angewiesen, um Stabilität zu erlangen. Daraus folgt ein hohes Maß an Anfälligkeit für muskuloskelettale Verletzungen und Degenerationen (Halder et al., 2000; Terry and Chopp, 2000).

Der Schulterkomplex bildet sich aus den knöchernen Strukturen der Clavicula, der Scapula und dem Humerus, welche sich in dem Glenohumeral- und Acromioclaviculargelenk verbinden. Dabei stellt die Clavicula mit dem Sternoclaviculargelenk die einzige Verbindung der Schulter zum Achsenskelett dar (Culham and Peat, 1993). Zusätzlich existiert noch das unechte Scapulothorakalgelenk, welches den Raum zwischen der konkaven Vorderseite der Scapula und der konvexen Oberfläche des Thorax darstellt (Bakhsh and Nicandri, 2018; Terry and Chopp, 2000). Das Glenohumeralgelenk wird durch die Muskeln der Rotatorenmanschette, die Gelenkkapsel, die glenohumeralen Bänder und das Labrum glenoidale stabilisiert. Das am Glenoid haftende Labrum glenoidale, ein Faserknorpelring, erhöht die Stabilität des Glenohumeralgelenks, indem eine vergrößerte und vertiefere Gelenkpfanne am Glenoid entsteht. Dabei dienen der obere Teil des Labrums und das Tuberculum supraglenoidale als Ursprung für das Caput longum des Musculus biceps brachii (Ashir et al., 2020). Die Gelenkkapsel und die glenohumeralen Bänder sind anatomisch eng miteinander verbunden und begrenzen die Translation des Humeruskopfes während der Rotation des Armes durch ein gegenseitiges Straffen und Lockern (Terry and Chopp, 2000). Trotz der Spannung an den Extremen wird die Stabilität im mittleren Bewegungsausmaß zum größten Teil auf Grund der Aktionen der Rotatorenmanschette und des Musculus biceps brachii durch den Konkavitäts-Kompressionseffekt gewährleistet, da die Kapsel und die glenohumeralen Bänder in dem mittleren Bewegungsbereich relativ locker sind (Lippitt et al., 1993).

Die Rotatorenmanschette bildet sich aus den folgenden Muskeln: Musculus supraspinatus, Musculus infraspinatus, Musculus teres minor und Musculus subscapularis (Yang et al., 2021). Bis auf den Musculus subscapularis haben alle anderen Muskeln der Rotatorenmanschette ihren Ursprung an der Hinterseite der Scapula und setzen am Tuberculum majus des Humerus an, wobei der Musculus supraspinatus unter dem Schulterdach, dem Coracoacromialbogen, verläuft. Der Musculus subscapularis hingegen hat seinen Ursprung an der Vorderfläche der Scapula und setzt am Tuberculum minus humeri an. Zwischen den zwei Tubercula verläuft die Sehne des Caput longum des Musculus biceps brachii und wird vom Ligamentum transversum humeri überspannt, welches an den zwei Tubercula inseriert (Ashir et al., 2020). Der Coracoacromialbogen bildet sich aus dem Acromion, dem Processus coracoideus und dem, diese verbindenden, dreieckigen Ligamentum coracoacromiale. Zusammen begrenzen sie die obere Bewegung des Humeruskopfes und trennen die abduzierenden Muskeln,

Musculus deltoideus und Musculus supraspinatus voneinander (Ciochon and Corruccini, 1977).

Um die Reibung zwischen Sehnen und Knochen, bzw. Sehnen und Sehnen zu verringern verfügt die Schulter über mehrere Bursae. Dazu gehört die Bursa subtendinea musculi subscapularis, die Bursa subcoracoidea, die Bursa subacromialis und die Bursa subdeltoidea. Die Bursa subtendinea musculi subscapularis kommuniziert dabei mit der Gelenkhöhle des Glenohumeralgelenks (Ashir et al., 2020).

Zu dem komplexen muskulären Netzwerk der Schulter, welche die verschiedenen Funktionen ermöglicht, zählt neben den bereits erwähnten Muskeln der Rotatorenmanschette der Musculus deltoideus als der oberflächlich am hervorstechendste Muskel, der für die Kontur der Schulter maßgebend ist (Bakhsh and Nicandri, 2018). Er entspringt aus drei Teilen, welche konvergieren und zusammen an der Tuberositas deltoidea am Humerus ansetzen. Dabei hat der vordere Teil seinen Ursprung an der lateralen Clavicula, der mittlere am Acromion und der hintere an der Spina scapulae (Halder et al., 2000). Zu den an der Scapula ansetzenden Muskeln der Schulter gehören: Der Musculus trapezius, welcher einen ausgedehnten Ursprung von der Schädelbasis bis zu den oberen Lendenwirbeln aufweist und an der lateralen Clavicula, am Acromion und an der Spina scapulae ansetzt. Die Musculi rhomboidei major und minor, welche von den Processus spinosi von C7 bis T5 ihren Ursprung finden und an der Margo medialis der Scapula ansetzen. Der Musculus levator scapulae, der den Querfortsätzen der Halswirbelsäule entspringt und am Angulus superior der Scapula ansetzt (Terry and Chopp, 2000). Der Musculus serratus anterior, welcher an den ersten neun Rippen entspringt und mit drei Anteilen zum Angulus superior, zur Margo medialis und zum Angulus inferior der Scapula zieht (Bakhsh and Nicandri, 2018). Der Musculus pectoralis minor, der von der zweiten bis fünften Rippe entspringt und an die Basis des Processus coracoideus der Scapula ansetzt. Andere Muskeln der Schulter ohne Ansatz an der Scapula sind: Der Musculus latissimus dorsi, der von den Dornfortsätzen der unteren sechs Brustwirbel und über die Fascia thoracolumbalis von den Lendenwirbeln, dem Os sacrum und Os ilium entspringt. Er verläuft um den unteren Rand des Musculus teres major und setzt im Sulcus intertubercularis des Humerus an. Der Musculus teres major, der am Angulus inferior der Scapula entspringt und an der Crista tuberculi minoris des Humerus ansetzt (Terry and Chopp, 2000). Der Musculus coracobrachialis, der dem Processus coracoideus entspringt und an der Facies anterior medialis des Humerusschafts ansetzt (Halder et al., 2000). Der Musculus

pectoralis major, der dem medialen Teil der Clavicula, dem Sternum und der fünften und sechsten Rippe entspringt und an der Crista tuberculi majoris inseriert. Der Musculus biceps brachii, der mit seinem Caput longum vom Tuberculum supraglenoidale und seinem Caput breve vom Processus coracoideus der Scapula entspringt und an der Tuberositas radii des Radius ansetzt (Terry and Chopp, 2000).

Neben der muskuloskelettalen ist auch die neurovaskuläre Anatomie der Schulter komplex. Aus den ventralen Spinalnerven der Wirbelsegmente C5 bis T1, die erst anterior und später lateral zum Arm verlaufen, entsteht der Plexus brachialis. Die Spinalnerven verschmelzen zu drei Hauptstämmen, dem Truncus superior, Truncus medius und Truncus inferior und teilen sich anschließend in drei Stränge auf, dem Fasciculus lateralis, Fasciculus medialis und Fasciculus posterior (Orebaugh and Williams, 2009). Als wichtigste Abgänge für die Schulterregion bilden sich aus dem proximalen Plexus der Nervus suprascapularis und der Nervus subclavius. Weiter distal folgen die Nervi pectorales medialis und lateralis, sowie die Nervi subscapularis, axillaris und musculocutaneus (Bakhsh and Nicandri, 2018).

Als Hauptgefäßversorgung der Schulter verläuft die Arteria axillaris ab dem äußeren Rand der ersten Rippe bis zum Unterrand des Musculus teres major. Dabei stellt sie die Fortsetzung der Arteria subclavia und den Vorläufer der Arteria brachialis dar. Die üblichen Abgänge sind die Arteria thoracica superior, Arteria thoracoacromialis, Arteria thoracica lateralis, Arteria subscapularis, Arteria circumflexa humeri posterior und Arteria circumflexa humeri anterior. Die Arteria thoracoacromialis verzweigt sich ihrerseits in einen Ramus pectoralis, Ramus acromialis, Ramus clavicularis und Ramus deltoideus, welche die entsprechenden Muskeln versorgen (Majumdar et al., 2013).

Den Kanal für die Gefäße und Nerven vom Rumpf zu der oberen Extremität bildet ein pyramidenförmiger anatomischer Raum unterhalb des Glenohumeralgelenks, die Axilla. Nach anterior wird diese von den Musculi pectorales major und minor begrenzt, während die Hinterwand im oberen Teil vom Musculus subscapularis und im unteren Teil vom Musculus teres major und Musculus latissimus dorsi gebildet wird. Nach medial wird die Axilla von der Thoraxwand und dem Musculus serratus anterior und nach lateral vom Humerus und dessen muskulären Ansätzen begrenzt (Orebaugh and Williams, 2009).

1.1.2 Orthopädische Untersuchung der Schulter

Schulter Schmerzen sind aufgrund der alltäglichen Anforderungen an Kraft, Ausdauer und Flexibilität der Schulter das dritthäufigste muskuloskelettale Problem in der heutigen Gesellschaft mit Prävalenzraten zwischen 7 % und 26 % (Bakhsh and Nicandri, 2018; Luime et al., 2004; Urwin et al., 1998). Die Voraussetzung für eine wirksame Behandlung stellt die korrekte Diagnosefindung dar, welcher ein sehr hoher Stellenwert zukommt. Zu Beginn einer jeden strukturierten Untersuchung sollte das ärztliche Anamnesegespräch stehen, gefolgt von einer körperlichen Untersuchung. Endpunkt stellt das Aufstellen einer Verdachtsdiagnose dar, welche dann in einer sich anschließenden, sinnvollen bildgebenden Untersuchung überprüft wird (Friedrich et al., 2018). Die detaillierte Anamneseerhebung dient dabei dem Anleiten der darauffolgenden klinischen Untersuchungen, um die Ätiologie des Schulterproblems festzustellen. Üblicher Weise erfragt der Behandler im Rahmen der Anamnese Merkmale wie Dauer, Qualität, Begleitsymptome, Ausstrahlen sowie modulierende Faktoren von etwaigen Schulterschmerzen. Zum Beispiel sprechen zurückliegende Traumata in der Anamnese dabei für mögliche Frakturen oder Luxationen (Yang et al., 2021). Auch wenn die meisten Schulterschmerzen von intrinsischen Pathologien der Schulter ausgelöst werden, können ausstrahlende Schmerzen einen Hinweis auf eine ernstzunehmende Grunderkrankung liefern. Diese extrinsischen Pathologien stellen sich üblicherweise als schwer lokalisierbare Schulterschmerzen dar, die durch eine aktive und passive Beweglichkeitsprüfung nicht beeinflussbar sind.

Nach der Anamneseerhebung schließen sich die Inspektion, Palpation, aktive und passive Bewegungsprüfung sowie Funktions- und Provokationstests an (House and Mooradian, 2010). Bei der Inspektion ist eine systematische posteriore, anteriore und laterale Untersuchung der beiden Schultern elementar, weshalb auf eine vollständige Entkleidung der Schulterpartie zu achten ist. Dabei mustert der Untersucher neben der allgemeinen Symmetrie der Schultern auch potenzielle Gelenkdeformitäten, den Muskeltonus, Atrophien oder Hautveränderungen (Babatunde et al., 2012). Die Palpation wird ebenfalls systematisch durchgeführt und beginnt im Seitenvergleich anteromedial mit dem Sternoclaviculargelenk. Dem folgt die Clavicula, wobei auf Deformitäten, Schwellung oder schmerzhaft Regionen geachtet wird. Über das Acromioclaviculargelenk und den Processus coracoideus wird der Sulcus intertubercularis und die Tubercula majus und minus erreicht und palpiert (Clarnette and Miniaci, 1998). Bei der aktiven und passiven Bewegungsprüfung sollten die Bewegungsausmaße anhand der

Neutral-Null-Methode bestimmt und mit der gegenüberliegenden Seite verglichen werden; dabei sollte immer mit der gesunden Schulter begonnen werden (Friedrich et al., 2018). Das Bewegungsausmaß wird dabei aus einer standardisierten, physiologischen Ausgangsposition der Gelenke, die sogenannte Null-Position, heraus gemessen. Dabei werden die Bewegungsausmaße einer Gelenkachse von der Null-Position ausgehend in Winkelgraden bestimmt (Eisenhart-Rothe et al., 2012). Im Schultergelenk werden somit Anteversion und Retroversion, Abduktion und Adduktion sowie Außen- und Innenrotation beurteilt. Wichtig ist, dass die aktive Bewegungsprüfung der passiven vorgeschaltet ist, da sich durch die passive Prüfung provozierte Schmerzen auf das aktive Bewegungsausmaß auswirken können (Babatunde et al., 2012).

Das gesunde Bewegungsausmaß der Schulter beträgt bis zu 180° für Anteversion und Abduktion, bis zu 60° für Retroversion sowie bis zu 90° für eine Außenrotation. Dem gegenüber wird die Innenrotation anhand der mit der Hand noch erreichbaren Wirbelhöhe bestimmt. Dabei entspricht der obere Rand der Scapula T4, der untere T7 und der Beckenkamm in etwa L4. Um eine Kompensation des Bewegungsausmaßes im Glenohumeralgelenk durch das Scapulothorakalgelenk zu verhindern, ist darauf zu achten, dass der Behandler die Untersuchung am aufrechten Patienten durchführt und das Schulterblatt stabilisiert (Babatunde et al., 2012; Yang et al., 2021).

Um eine Verdachtsdiagnose zu erhärten, bedient sich der Untersucher mehrerer spezieller orthopädischer Tests, die eine gezieltere Bewertung spezifischer Schulterpathologien ermöglichen. Ein einzelner Test ist im Allgemeinen nicht sensitiv und spezifisch genug, um für die Diagnosefindung auszureichen (Wallmann, 2010). Es existieren unter anderem Tests für das Acromioclaviculargelenk, die Schulterinstabilität, die Rotatorenmanschette, das Impingement und die lange Bizepssehne. Es folgt eine exemplarische Auswahl an klinischen Tests: Der geläufige Test des Acromioclaviculargelenks ist der forcierte Horizontaladduktionstest, auch Cross-Body-Action genannt. Dabei wird der um 90° elevierte Arm nach vorne über den Körper hinweg adduziert, während das Acromioclaviculargelenk palpiert wird. Treten dort Schmerzen auf, so wird dies als positives Ergebnis betrachtet (Babatunde et al., 2012). Eine etwaige Schulterinstabilität wird unter anderem mit dem Load-and-Shift-Test untersucht. Dabei wird das Ausmaß der anterior-posterior Translation des Humeruskopfes bezogen auf das Glenoid untersucht (Bakhsh and Nicandri, 2018). Unterschieden wird dabei zwischen einer physiologischen Laxität des Schultergelenks, welche sich asymptomatisch darstellt und der pathologischen, dann vorwiegend symptomatischen, Instabilität der

Schulter (Schmiedem et al., 2013). In einer Abduktionsposition wird der Humeruskopf erst durch axialen Druck in der Cavitas glenoidalis zentriert, um anschließend über eine anteriore und posteriore Kraft eine Verschiebung zu provozieren (Friedrich et al., 2018). Eine ventrale Instabilität lässt sich mit dem Apprehension-Test überprüfen. Dabei wird dorsaler Druck auf den Humeruskopf des 90° abduzierten und 90° außenrotierten Oberarms ausgeübt (Schmiedem et al., 2013). Kommt es zu einer instinktiven Gegenspannung oder treten Schmerzen oder ein Gefühl der Subluxation auf, so fällt dieser Test positiv aus (Friedrich et al., 2018). Nehmen die Beschwerden oder die Gegenspannung mit Rezentrierung des Humeruskopfes durch entgegengesetzten Druck wieder ab, so spricht das für einen positiven Relocation-Test und damit ebenfalls für das Vorliegen einer anterioren Instabilität (Schmiedem et al., 2013; Yang et al., 2021).

Zur Messung der Kraft einzelner Muskeln oder Muskelgruppen stehen neben der Verwendung von Dynamometern für eine quantitative Kraftmessung auch die manuelle Muskelfunktionsprüfung für eine qualitative Beurteilung der Muskelkraft zur Verfügung (Paternostro-Sluga et al., 2008). Entwickelt wurde die manuelle Muskelfunktionsprüfung Anfang des 20. Jahrhunderts von R. W. Lovett und wird bis heute in ähnlicher Weise klinisch angewendet, um die isometrische und dynamisch-konzentrische Maximalkraft zu bestimmen (Eisenhart-Rothe et al., 2012; Lovett and Martin, 1916). Nach der vom Medical Research Council (1976) vorgeschlagenen Skala wird die Muskelkraft wie folgt in Grade von 0 bis 5 eingeteilt:

Grad 0: keine Kontraktion

Grad 1: flimmernde Muskelkontraktion

Grad 2: aktive Bewegung ohne Schwerkraft

Grad 3: aktive Bewegung gegen Schwerkraft

Grad 4: aktive Bewegung gegen Schwerkraft und Widerstand

Grad 5: normale Kraft

Der 4. Grad kann darüber hinaus in Grad 4-, 4 und 4+ unterteilt werden, um Bewegung gegen leichten, mäßigen und starken Widerstand unterscheiden zu können (Medical Research Council, 1976).

Die Untersuchung der Rotatorenmanschette auf Kraft und Schmerz ist für jeden einzelnen Muskel möglich (Friedrich et al., 2018). Mit dem Jobe-Test wird der Musculus supraspinatus überprüft. Dabei wird der um 90° abduzierte und 30° flexierte Arm vom Behandler gegen Widerstand nach unten gedrückt. Der Test kann anhand der Rotation

des Armes als Empty Can in Innenrotation oder als Full Can in Außenrotation durchgeführt werden und so unterschiedliche Anteile des Musculus supraspinatus untersuchen (Babatunde et al., 2012; Schmiddy et al., 2013). Spezifische Untersuchungstests für den Musculus infraspinatus, wie dem Infraspinatus-Test, sind ebenfalls beschrieben. Dabei wird der im Ellenbogen um 90° flektierte und in Neutralstellung befindliche Unterarm gegen Widerstand nach außen rotiert (Hama et al., 1993). Ein geläufiger Test der die Funktion der Außenrotatoren, also Musculus infraspinatus und Musculus teres minor, zusammen überprüft ist der Außenrotations-Lag-Test. Dabei wird der um 90° gebeugte Ellenbogen an die Seite des Patienten angelegt und vom Untersucher so weit wie möglich nach außen rotiert. Ist der Patient nicht in der Lage diese Position von selbst beizubehalten spricht das für einen positiven Test und eine Funktionseinschränkung (Babatunde et al., 2012; Yang et al., 2021). Alternativ kommt auch das Hornblower-Zeichen in Frage. Dabei wird der Patient gebeten seine Hand an den Mund zu führen. Falls eine Schwäche der Musculi infraspinatus und teres minor gegeben ist, so muss der Patient, um die Innenrotation des Oberarmes auszugleichen, seinen Ellenbogen über das Niveau der Hand heben und man spricht von einem positiven Hornblower-Zeichen (Eisenhart-Rothe et al., 2012). Die Funktion des Musculus subscapularis kann mit Hilfe des Lift-off-Tests überprüft werden. Dabei wird der Handrücken des Patienten in Schürzengriffposition auf seinen Lendenbereich gelegt und der Patient aufgefordert aktiv die Hand vom Körper wegzudrücken. Gelingt ihm das nicht, fällt der Test positiv aus (Schmiddy et al., 2013; Yang et al., 2021). Zur Feststellung eines Impingements kann das Impingementzeichen nach Neer herangezogen werden. Dabei wird vom Untersucher der innenrotierte Arm des Patienten nach anterior eleviert, während er die Scapula mit der anderen Hand stabilisiert (O'Kane and Toresdahl, 2014). Bei einer Elevation von 60°–130° stößt das Tuberculum majus gegen das Acromion und verursacht Schmerzen, den sogenannten Painful Arc (Babatunde et al., 2012; Friedrich et al., 2018). Um die lange Bizepssehne zu untersuchen, kann sich der Orthopäde des Palm-up-Tests, auch als Speed-Test bezeichnet, bedienen. Dabei weist er den Patienten an, den im Ellenbogengelenk supinierten und gestreckten Arm in 90° Abduktion und 30° Horizontalflexion auszustrecken, während der Untersucher an den Handflächen Druck nach unten ausübt. Treten Schmerzen im Sulcus intertubercularis auf, so spricht man von einem positiven Test (Eisenhart-Rothe et al., 2012; Friedrich et al., 2018).

Im Anschluss an Anamnese und körperlicher Untersuchung folgt üblicherweise die Überprüfung der Verdachtsdiagnose durch eine bildgebende Untersuchung. Die verfügbaren Modalitäten umfassen die klassische Röntgenaufnahme, Ultraschalluntersuchung, Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) (Yang et al., 2021). Mit Röntgenaufnahmen können wichtige Informationen zu ossären Strukturen und sekundären Zeichen von Weichteilpathologien der Schulter erfasst werden. Dabei stellt die Röntgenaufnahme eine sehr schnelle und kostengünstige Beurteilungsmöglichkeit dar. Im Zusammenspiel mit der Verdachtsdiagnose aus Anamnese und körperlicher Untersuchung kann sie wegweisend für weitere, aufwendigere bildgebende Untersuchungen sein (Gimarc and Lee, 2020). Da sich diese Arbeit auf die Auswertung von CT- und MRT-Bildgebung beschränkt, wird im weiteren Verlauf auf diese genauer eingegangen.

1.1.3 Magnetresonanztomographische Untersuchung der Schulter

1983 vergab das japanische Ministerium für Gesundheit und Soziales die Zulassung für das erste kommerzielle MRT-System an Toshiba. Ein Jahr später erhielt auch die FONAR Corporation in den USA die Zulassung für ihr MRT-Gerät (Magnetic Resonance Technology Information Portal, 2022). Der Grundaufbau eines MRT-Systems lässt sich vereinfachend auf folgende Komponenten reduzieren: Ein Magnet, der ein äußerst starkes, statisches Magnetfeld erzeugt, die Gradientenspulen, welche ein variables Magnetfeld erzeugen und Hochfrequenzspulen, die der Energieübertragung und der Messung der räumlichen Position dienen (Collins, 2008). Die MRT funktioniert nach dem physikalischen Effekt der Kernspinresonanz. Dabei werden, stark vereinfacht betrachtet, die Protonen der Wasserstoffatome im untersuchten Areal durch das starke, statische Magnetfeld magnetisiert und in eine Steady-State-Orientierung gebracht, um dann durch die Hochfrequenzspulen ausgelenkt zu werden. Nach Abschalten des Hochfrequenzfeldes wird das elektromagnetische Signal des Körpers gemessen (Tesla Memorial Society of New York, o. D.).

Die bevorzugte nichtinvasive bildgebende Untersuchung für Schulterweichteile wie Sehnen, Muskel und das kartilaginäre Labrum stellt die MRT dar. Sie verfügt über einen überlegenen Weichteilkontrast und ein relativ großes Sichtfeld, auch Field-of-View (FOV) genannt. Verglichen mit der Ultraschalluntersuchung übertrifft es diese in der Darstellung von Knochenstrukturen, Knochenmark und Knorpel (Gimarc and Lee, 2020). Verglichen mit der CT bedarf die MRT keiner ionisierenden Strahlung und

ermöglicht bauartbedingt die direkte Erfassung der koronalen und sagittalen Ebene, wodurch es beste Voraussetzungen für die Untersuchung der Schulter bietet (Buckwalter, 2006). Aufgrund der hohen Kosten und einer möglichen eingeschränkten Verfügbarkeit ist die Verwendung dieser Technologie aber nicht für alle Patientenfälle möglich (Goes and Pathria, 2019). Neben den zu untersuchenden Anteilen der Schulter werden am Rande des FOV auch begrenzt angrenzende Strukturen der medialen und kaudalen Axilla, der Brustwand sowie die apikalen Teile der ipsilateralen Lungen mitabgebildet (Motamedi et al., 2014).

Gängige Indikationen für die MRT-Untersuchung sind die Beurteilung einer möglichen Labrum- bzw. Knorpelläsion, Rotatorenmanschettenruptur, bzw. -läsion und knöchernen Läsionen (Mauch and Drews, 2016). Darüber hinaus ist im Zusammenhang mit Traumata und anderen das Knochenmark betreffenden Pathologien die MRT die einzige Modalität, die Aufschluss über Ödeme im Knochenmark liefern kann (Sharma et al., 2013).

Auch wenn eine native MRT-Untersuchung hervorragende Ergebnisse in der Beurteilung von Läsionen der Rotatorenmanschette liefert, so bedarf es bei intraartikulären Pathologien, wie Labrum- oder Bizepssehnenrissen, oder Läsionen der Gelenkkapsel meist dennoch einer sensitiveren Möglichkeit der Beurteilung (Ashir et al., 2020; Buckwalter, 2006). Die kontrastmittelgestützte magnetresonanztomographische Arthrographie (MRA) gilt als Goldstandard zur präoperativen Abklärung bei Ligamental- und Labralverletzungen der Schulter (Lecouvet et al., 2008). Darüber hinaus kann eine MRA auch bei Schulterinstabilität und diversen Pathologien der Rotatorenmanschette, wie etwa Partial-Thickness-Tear oder Riss des Musculus subscapularis zur Anwendung kommen (Ashir et al., 2020). Das Kontrastmittel kann dabei entweder intravenös (indirekte MRA) oder intraartikulär (direkte MRA) injiziert werden und erhöht dadurch die Sichtbarkeit auch subtiler Läsionen (Sharma et al., 2013). Dabei wird bei der direkten MRA eine gadoliniumhaltige Lösung als ein Off-Label-Medikament direkt intraartikulär injiziert (Ashir et al., 2020). Wie bei allen Arthrographien birgt die Gabe von Kontrastmittel das Risiko einer Kontrastmittelallergie und durch ihren invasiven Charakter ein Infektionsrisiko (Buckwalter, 2006).

Bei älteren Patienten mit Läsionsverdacht der Rotatorenmanschette ist die native MRT die empfohlene Untersuchungsmethode, während bei jüngeren Patienten mit Schulterinstabilität und damit einer vermuteten labralen oder kapsulären Verletzung die MRA das Standardverfahren darstellt (Sharma et al., 2013).

Während der MRT-Untersuchung liegt der Arm des auf dem Rücken liegenden Patienten an der Seite an. Eine zusätzliche Schulterspule ermöglicht es, ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis zu erhalten und damit die Bildqualität zu steigern (Ashir et al., 2020). Für die Untersuchung sollte die Schulter in partieller Außenrotation gehalten werden, da eine Innenrotation die Sehnen des Musculus supraspinatus und Musculus subscapularis verzerren kann (Davis et al., 1991). Aufgenommen werden üblicherweise Bilder in der axialen, schräg-koronalen und schräg-sagittalen Ebene. Während die Axialbilder senkrecht zur Körperlängsachse stehen, verlaufen die Bilder in der schräg-koronalen Ebene senkrecht zur Glenoidalfäche, bzw. parallel mit dem Musculus supraspinatus und in der schräg-sagittalen Ebene parallel zur Glenoidalfäche (Ashir et al., 2020).

1.1.4 Computertomographische Untersuchung der Schulter

Siemens Medical Systems führte 1988 die Einschicht-Spiral-CT-Technologie in den klinischen Gebrauch ein. 1992 wurde die Anzahl der Detektoren von Elscint auf zwei verdoppelt und bereits im Herbst 1998 brachten mehrere Hersteller CT-Geräte mit vier Detektoren auf den Markt. Mit Erhöhung der Detektoren konnte die Aufnahmege-
schwindigkeit und die räumliche Auflösung entlang der Längsachse gesteigert werden (Rydberg et al., 2000). Dabei besteht ein Spiral-CT-Gerät im vereinfachten Grundaufbau aus einer Röntgenröhre und einer ihr entgegen gelegenen Reihe von einzelnen Detektoren. Zusammen kreisen sowohl die Röntgenquelle als auch die Detektoren um den liegenden Patienten (Rydberg et al., 2000). Erst mit der späteren Einführung der 16-Zeilen-Multidetektor-CT-Geräte wurden eine nahezu isotrope räumliche Auflösung und Untersuchungszeiten von weniger als 10 Sekunden für 300 mm Abdeckung möglich (Flohr et al., 2005). Eine isotrope räumliche Auflösung bedeutet, dass Bilder in der multiplanaren Reformation mit der gleichen räumlichen Auflösung in jeder Ebene erzeugt werden können, die der originalen spiralförmigen Aufnahme entsprechen (Rydberg et al., 2000).

Aufgrund eben dieser bis dahin schlechten räumlichen Auflösung in reformierten Untersuchungen der damaligen axialen Spiral-CT-Geräte und des ohnehin generell begrenzten Weichteilkontrastes wurde in der Zwischenzeit, für Schnittbildgebung der Schulter, immer mehr auf MRT-Untersuchungen ausgewichen (Bresler et al., 1998; Chandnani et al., 1993; Neumann et al., 1991). Aber die Weiterentwicklung der Multidetektor-CT-Geräte und die Einführung der isotropen multiplanaren Reformation

eröffnete schließlich die Möglichkeit Gelenke computertomographisch in Bildebenen darzustellen, wie es bis dahin der MRT vorbehalten war. Heutige Multidetektor-CT-Systeme können submillimeterdicke (0,5–0,8 mm) Schichten in koronaler und sagittaler Ebene erfassen und sind somit auch für die hochgenaue computertomographische Arthrographie (CTA) geeignet (Buckwalter, 2006).

Die Multidetektor-CT-Untersuchung eignet sich bestens für die Beurteilung von knöchernen Verletzungen und Anomalien nach Traumata. Dabei wird das Ausmaß und der Verlauf einer potentiellen Humeruskopf- oder Halsfraktur beurteilt, sowie die Anzahl, Verlagerung und Angulierung möglicher entstandener Knochenfragmente (Sharma et al., 2013). Für die Chirurgieplanung ist das Wissen um die Ausdehnung eines glenoidalen Knochenverlustes von grundlegender Bedeutung, um zum Beispiel eine fortwährende Schulterinstabilität zu vermeiden (Goes and Pathria, 2019). Ferner trägt auch das bereits präoperative Bestimmen der Knochenqualität und das Einbeziehen dieser Information in die Therapieplanung zu einem guten Operationserfolg bei (Krappinger et al., 2012).

Übliche Indikationen der CT sind neben der Untersuchung etwaiger Frakturmorphologien auch die Einschätzung knöcherner Bankart-Läsionen, Engaging-Hill-Sachs-Defekte und glenoidaler Substanzverluste (Mauch and Drews, 2016). Darüber hinaus ist die CT-Untersuchung auch das Mittel der Wahl um Läsionen des Sternoclaviculargelenks und Frakturen der Scapula zu beurteilen (Sharma et al., 2013).

Die Hauptindikation für eine CTA ist eine fehlgeschlagene MRA. Dies kann aufgrund von technischen Problemen, Klaustrophobie, unkooperativen Patienten und unerwarteten Metall- oder postoperativen Artefakten der Fall sein. Wurde vor der MRA jodhaltiges Kontrastmittel zusammen mit dem gadoliniumhaltigen Kontrastmittel injiziert, so ist nach der fehlgeschlagenen MRA ohne erneute Kontrastmittelapplikation eine Einzelkontrast-CTA möglich. Die Verabreichung von jodhaltigem Kontrastmittel bei der CTA verbessert die Sichtbarkeit von Gelenkstrukturen, anderenfalls wird die höhere räumliche Auflösung der CT-Bildgebung durch den niedrigeren Weichteilkontrast relativiert (Buckwalter, 2006).

Im Vorfeld der CT-Untersuchung sollte beachtet werden, dass sich das Schultergelenk in enger räumlicher Nähe zur Schilddrüse befindet und folglich das Bestrahlungsareal und die Bestrahlungsintensität so gering wie möglich gewählt werden müssen, ohne die diagnostische Aussagekraft zu gefährden (Lecouvet et al., 2008). Aufgrund der oberflächennahen Lage der Schilddrüse ist sie einem höheren

Strahlenschädigungsrisiko ausgesetzt als tiefer liegende Strukturen. Wird die CT-Untersuchung zusätzlich unter jodhaltiger Kontrastmittelgabe durchgeführt steigt die Schadensanfälligkeit zusätzlich, da die Schilddrüse in dem Fall von Kontrastmittelmolekülen hoher Ordnungszahl durchflutet ist und somit mehr Strahlungsenergie lokal abgelagert wird und zu DNA-Strangbrüchen führen kann (Baker and Bhatti, 2006). Für die CT-Untersuchung wird der betroffene Arm neben den Körper gelegt; meist in neutraler Rotation oder leichter Außenrotation, während der Arm der Gegenseite über den Kopf abduziert wird. Dies trägt über eine Reduzierung der Gewebedicke auf der Schulterebene zu einem verbesserten Signal-Rausch-Verhältnis und damit zu einer niedrigeren benötigten Strahlungs-dosis bei. Der Untersuchungsbereich für die Schulter sollte sich dabei von der oberen Seite des Acromioclaviculargelenks bis einige Zentimeter unter das Glenohumeralgelenk erstrecken. Üblicherweise reicht eine Aufnahme-sequenz für die Diagnosestellung aus und die Aufnahmezeit beträgt nur wenige Sekunden, daher ist es möglich auch ältere und gebrechlichere Patienten in Apnoe zu untersuchen (Lecouvet et al., 2008).

1.2 Definition von inzidentellen Befunden

Als inzidenteller Befund (IF) wird jede zufällig entdeckte Abnormität bezeichnet, die nicht mit der Krankheit oder der Ursache zusammenhängt, welche die bildgebende Untersuchung veranlasst hat (American College of Radiology, 2022; Behbahani et al., 2017; Lumbreras et al., 2010; O'Sullivan et al., 2018). Dabei impliziert die Bezeichnung als inzidentell, dass der Befund als bisher unbekannt galt, aber trifft keine Aussage über Krankheitswert oder klinische Relevanz der Abnormität. Das Entdecken ist vom Gesundheitszustand des Patienten losgelöst, solange bis zur Untersuchung bezüglich des IF Symptombefreiheit bestand (Hoffmann and Schmücker, 2011). Darüber hinaus treten IF sowohl im klinischen Kontext, als auch im Rahmen von Forschung auf (Wolf et al., 2008b).

In der vorliegenden Arbeit konnten bei jedem Patienten mehrere IF gleichzeitig festgestellt werden, auch wenn es sich um die gleiche Entität handelte, solange diese in voneinander abgrenzbaren anatomischen Strukturen oder Regionen auftraten.

1.3 Definition von Inzidentalomen

Der Begriff Inzidentalom (IT) wird in der Literatur sehr unterschiedlich verwendet. Einigen Autoren zufolge wird der Begriff synonym zu IF benutzt (American College of Radiology, 2022; Behbahani et al., 2017; Hiremath et al., 2019), während andere damit hormonell inaktive endokrine Adenome beschreiben (Molitch, 2009; Young, 2000). Laut Chojniak (2015) und Mirilas and Skandalakis (2002) beschreibt ein IT jeglichen inzidentell gefundenen asymptomatischen Tumor, wobei Mirilas and Skandalakis (2002) aufgrund der breiten und heterogenen Verwendung des Begriffes für die Abschaffung dessen plädieren.

In dieser Arbeit hingegen wurde, wie auch von Perumal et al. (2021), ein IT als ein IF bezeichnet, welches aufgrund eines vermuteten potenziellen Krankheitswertes jede Art von weiterer Tätigkeit erforderte. Dies umfasste weitere Bildgebung, Biopsie, Blutuntersuchung oder Behandlung.

1.4 Zielsetzung

Bisher gibt es kaum Studien, die sich mit der Prävalenz von IF bei orthopädischen CT- und MRT-Untersuchungen der Schulter auseinandergesetzt haben. Aufgrund des noch begrenzten Wissens über Prävalenzen und Ergebnissen von IF für bildgebende Untersuchungen der Gelenke fordern unter anderem O'Sullivan et al. (2018) mehr Studien zu diesem Thema.

Ziel dieser retrospektiven Arbeit war es daher die Prävalenz von IF, IT und malignen IT für CT- und MRT-Untersuchungen der Schulter zu erfassen, die Auswirkung verschiedener Patientencharakteristiken auf das statistische Auftreten von IF, IT und malignen IT zu untersuchen und dies mit der vorhandenen Literatur zu vergleichen.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive, monozentrische Studie am Orthopädisch-Unfallchirurgischen Zentrum des Universitätsklinikums Mannheim. Ein positives Votum der Ethikkommission des Universitätsklinikums Mannheim liegt vor (Zeichen: 2021-854).

2.2 Datenerfassung

Die Patientendaten der CT- und MRT-Untersuchungen wurden von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin des Universitätsklinikums Mannheim zur Verfügung gestellt; der radiologische Befund wurde analysiert und durch Auswerten der digitalen Patientenakten wurde dieser vervollständigt. Die Erfassung der Patientendaten in pseudonymisierter Form in einer tabellarischen Datenbank und die graphische Darstellung wurden mit Microsoft® Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA) durchgeführt.

2.3 Patientenkollektiv

Es wurden 1743 Untersuchungen von volljährigen Patienten zur Verfügung gestellt, die im Zeitraum vom 29.11.2011 bis zum 12.04.2021 eine CT- oder MRT-Untersuchung der Schulter am Universitätsklinikum Mannheim erhielten. Davon wurden in diese Studie alle Untersuchungen der Schulter eingeschlossen, die über eine primär orthopädische- oder unfallchirurgische Fragestellung verfügten, vom Orthopädisch-Unfallchirurgischen Zentrum des Universitätsklinikums Mannheim veranlasst und auch radiologisch ausgewertet wurden ($n = 1119$). Dabei wurden auch Untersuchungen berücksichtigt, die eine verminderte Aussagekraft z. B. durch Bewegungsartefakte besaßen, solange die Auswertung durch einen Radiologen gegeben war. Dem hingegen wurden keine Untersuchungen im Rahmen von Schockraumprotokollen, während chirurgischen Eingriffen oder Ganzkörperuntersuchungen einbezogen, sei es für Fokus-, Metastasensuchen oder Staginguntersuchungen, auch wenn diese die Schulterregion miteinschlossen. Darüber hinaus wurden Untersuchungen ausgeschlossen

deren Untersuchungsgebiet keine weiteren Körperanteile neben der Schulter abbilden, wie z.B. bei isolierten Aufnahmen der Schulter in Elevation über 90°.

Von jedem Patienten wurde nur die erste Untersuchung in dem angegebenen Auswertungszeitraum ausgewertet, unabhängig von der verwendeten Modalität. Aufgrund dessen wurden 144 wiederholte Untersuchungen ausgeschlossen. Daraus ergibt sich, dass jede Untersuchung einem einzigen Patienten entspricht, weshalb diese Begriffe hier fortan gleichbedeutend verwendet werden. Das gesamte Patientenkollektiv umfasste somit 975 Patienten, davon erhielten 472 (48,4 %) Patienten eine CT- und 503 (51,6 %) Patienten eine MRT-Untersuchung.

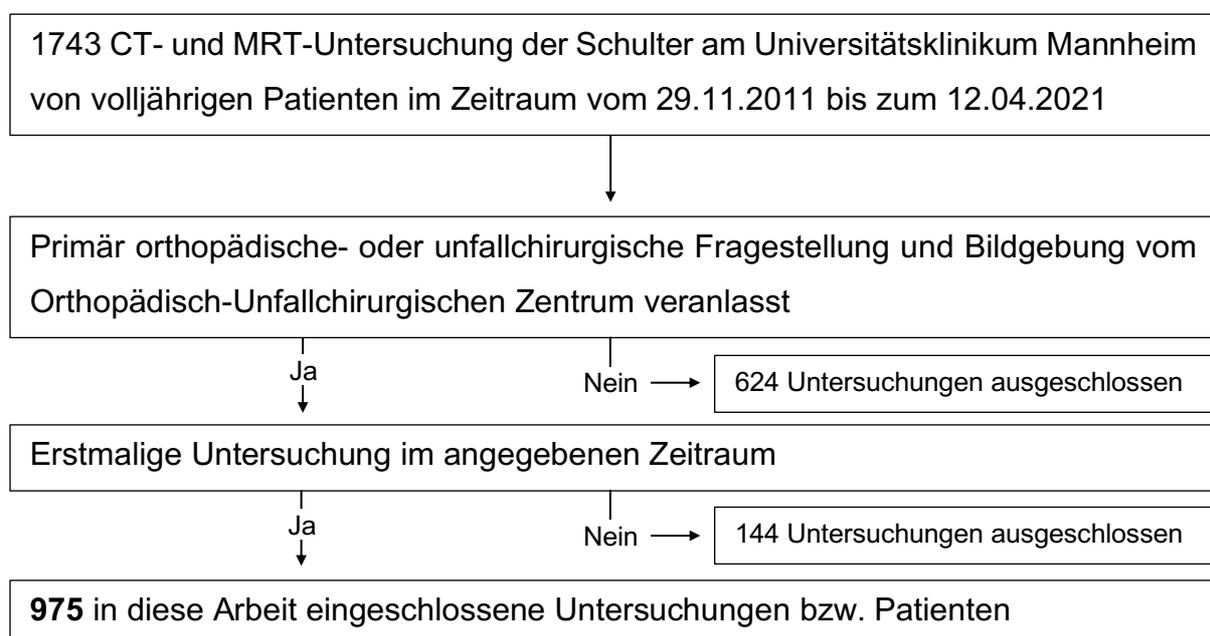


Abbildung 1: Darstellung der Einschlusskriterien und der ausgeschlossenen Patienten aus allen bereitgestellten Untersuchungen

2.4 Erfassung und Einteilung von inzidentellen Befunden

Der radiologische Befund jeder eingeschlossenen Untersuchung wurde auf die Erfassung von IF untersucht und diese in die Datenbank aufgenommen. Dabei wurden nur IF berücksichtigt, die außerhalb der ursprünglich untersuchten anatomischen Struktur festgestellt wurden; also Befunde, die außerhalb der Schulter lagen und bisher unbekannt waren.

Wie im vorherigen Abschnitt erwähnt, konnte jede Untersuchung mehrere IF ergeben. Jeder IF wurde anhand seiner klinischen Relevanz einer von mehreren möglichen Kategorien zugeordnet. Die IF, die mit großer Wahrscheinlichkeit keine direkte oder

nur eine geringe klinische Relevanz besaßen, wurden nicht weiter verfolgt, sondern direkt als harmlose IF kategorisiert. Dies traf auf folgende IF zu:

- Kopf: Hyperostosis frontalis, Schwellung oder Verlegung der Sinus paranasales, Arthrose des Temporomandibulargelenks
- Hals: Arteriosklerose, Karotielongation, Karotisstenose, Hypoplastische A. vertebralis, Ödem
- Wirbelsäule und Skelett: Degenerative Veränderungen, frühere Rippenfraktur, Knochenhämangiom, Osteopenie, Osteoporose, Rippensklerose
- Thorax: Arteriosklerose, Fibroadenom, Gynäkomastie, kalzifizierte Lymphknoten, Ödem, Lipomatose, residuelles Thymusgewebe
 - Aorta: Aortenelongation, Aortenkinking, Aortensklerose
 - Axilla: Hämatom, Plexusrarefizierung, unspezifische Lymphknoten
 - Gefäßanomalien: A. lusoria, Kollateralkreisläufe
 - Herz: Herzhypertrophie, Herzklappensklerose, Koronarsklerose
 - Lunge: Atelektase, Dystelektase, Pleurakalzifikation, Lobus venae azygos
- Abdomen: Arteriosklerose, Diaphragmahochstand, Stenose des Truncus coeliacus
 - Gallenblase: Cholezystolithiasis
 - Leber: Leberzyste
 - Magen: Hiatushernie
 - Milz: Akzessorische Milz, Splenomegalie
 - Niere: Harnstau, Nephrolithiasis, Schrumpfniere

Diese Kategorisierung als harmlose IF deckt sich größtenteils mit der Klassifikation von Lumbreras et al. (2010), wobei die hier als harmlose IF bezeichneten Befunde in die Kategorien der Befunde mit niedriger und moderater klinischer Relevanz fallen.

Somit wurden alle übrigen im radiologischen Befund erfassten IF in die Kategorie der IT eingeordnet und anschließend mit der Patientenakte abgeglichen um festzustellen, ob weitere Maßnahmen ergriffen wurden und welche klinische Relevanz sich bestätigte. Falls sich ein IT im Verlauf der weiteren Abklärung als harmlos darstellte, wurde es in die Kategorie der harmlosen IF eingeordnet. Stellte es sich als maligne heraus, wurde es als malignes IT aufgenommen. Die Bezeichnung des Befundes entspricht somit der Bezeichnung im radiologischen Text und die bestätigte Relevanz

spiegelt sich im Aufführen des Befundes in der entsprechenden IF-Kategorie wieder. Insgesamt ergaben sich folgende mögliche IF-Kategorien:

- **Harmlose IF**, die mit großer Wahrscheinlichkeit keine direkte oder nur eine geringe klinische Relevanz besaßen und keine weitere Tätigkeit erforderten.
- **IT**, die eine weitere Abklärung, bzw. Tätigkeit erforderten.
- **Maligne IT**, die durch eine weitere Abklärung einen gesicherten malignen Krankheitswert erhielten.

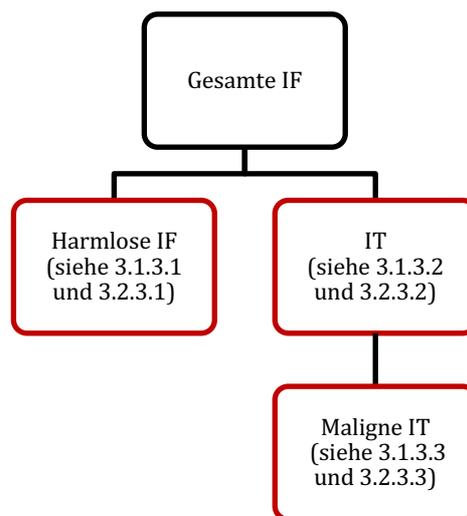


Abbildung 2: Schematische Aufteilung der IF in verschiedene Kategorien. In Rot sind die im weiteren Verlauf Anwendung findenden Kategorien dargestellt.

Dabei ist zu beachten, dass ein einzelner IF immer nur einer Kategorie zugeschrieben wurde, ein Patient aber aufgrund mehrerer verschieden klassifizierter IF in mehreren Auswertungsgruppen (siehe 2.6) auftreten konnte.

Bei Untersuchungen, die sich neben der Schulteruntersuchung auch noch auf weitere Untersuchungsgebiete erstreckten (siehe Abschnitt 2.6 und 3.2), wurden die Befunde außerhalb der Schulter nicht als IF gewertet, wenn sie im Rahmen der Beantwortung der Fragestellung des weiteren Untersuchungsgebietes auftraten, da sie zwangsläufig nichtinzidenteller Natur waren. Außerdem wurden keine IF erfasst, die sich intrakraniell befanden oder die Extremitäten betrafen.

2.5 Erfassung weiterer Parameter

Neben IF wurden noch weitere Patienten- und Untersuchungsdaten erfasst und ausgewertet. Dazu gehören verhältnisskalierte Daten wie Alter, Körpergröße und Gewicht.

Hierbei ist zu beachten, dass die Angabe der Körpergröße nur bei 40,5 % ($n = 395$) und des Gewichts nur bei 47,2 % ($n = 460$) der gesamten 975 Patienten in den Patientenakten vermerkt war. Deshalb beziehen sich alle Angaben zu Körpergröße und Gewicht nur auf diese Patienten. Zusätzlich wurden zwei Altersgruppen gebildet, wobei zwischen Erwachsenen (18–64 Jahre) und Senioren (65 Jahre und älter) unterschieden wurde. Diese Einteilung wurde in Anlehnung an die Definitionen der Altersgruppen vorgenommen, wie sie in dem Medical Subject Headings (MeSH) Thesaurus der United States National Library of Medicine zu finden sind und für Indexierung von Artikeln in der MEDLINE Datenbank verwendet werden (Kastner et al., 2006; National Library of Medicine, 2022).

Darüber hinaus wurden auch nominalskalierte Daten wie Geschlecht, Kontrastmitteldosis und Untersuchungsmodalität analysiert. Zudem wurde auch die Körperseite der Untersuchung erfasst.

2.6 Auswertungsgruppen

Das gesamte Patientenkollektiv ($n = 975$) wurde in zwei Schritten ausgewertet. Dabei wurde die ursprüngliche orthopädische Fragestellung jeder Untersuchung betrachtet und unterschieden, ob diese einzig auf die Schulter bezogen war, oder ob sie auch weitere anatomische Regionen miteinbezog. Diese umfassten z. B. Schädel, Hals, Thorax, Abdomen und Becken. Im ersten Schritt wurden nur die Untersuchungen ausgewertet, die ausschließlich die Schulter betrafen ($n = 903$). Erst im zweiten Schritt wurden auch die Patienten eingeschlossen, deren Untersuchungen neben der Region der Schulter zusätzliche angrenzende Regionen enthielten. Somit wurden erst im zweiten Schritt alle eingeschlossenen 975 Patienten ausgewertet.

Innerhalb jedes dieser zwei Auswertungsschritte wurde eine weitere stufenweise Analyse der Patienten und ihrer Eigenschaften anhand der Befundrelevanz in den drei unterschiedlichen IF-Kategorien durchgeführt. Zuerst wurden jeweils die Patienten betrachtet, die über IF mit der höchsten Relevanz bzw. Krankheitswert verfügten, in dem Fall mit malignen IT; anschließend Patienten mit IT und schlussendlich Patienten die IF aufwiesen. So ließ sich eine differenziertere Ermittlung der Prävalenzen innerhalb der Patientengruppen für verschieden Szenarien nach IF-Relevanz und Untersuchungsumfang erreichen.

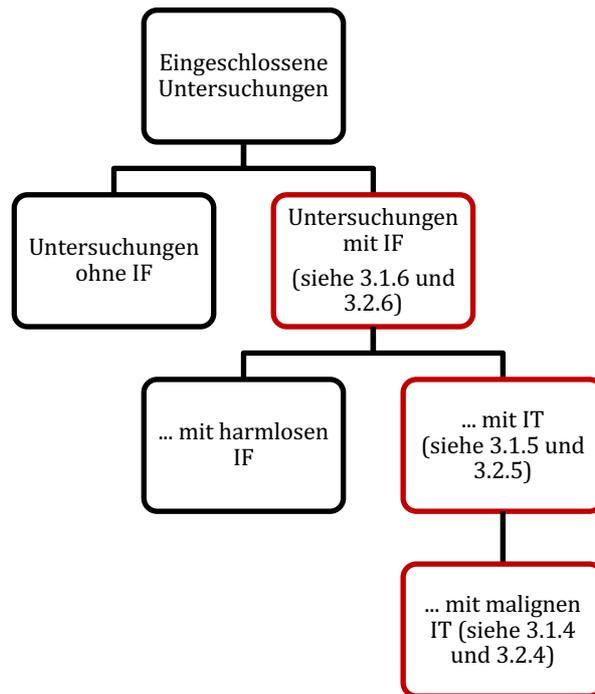


Abbildung 3: Schematische Aufteilung der Patienten nach IF-Kategorie in unterschiedliche Auswertungsgruppen. In Rot sind die weiter unten verwendeten Gruppen dargestellt. (Jeder Patient kann in mehreren Gruppen vorkommen, wenn er IF aus verschiedenen Kategorien aufweist.)

2.7 Auswertung

Die Auswertung und statistische Analyse der Daten mittels unabhängigem t- und Chi-Quadrat-Test wurde mit IBM SPSS® Statistics (IBM Deutschland, Ehningen, Deutschland) durchgeführt. Die Berechnung des exakten Tests nach Fisher-Boschloo erfolgte mit der Webseite der NC State University (Department of Statistics NC State University, 1996). Die Ergebnisse wurden als statistisch signifikant angesehen, wenn der p -Wert $< 0,05$ entsprach.

Aufgeführte relative Häufigkeiten beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die in dem jeweiligen Auswertungsschritt gesamte eingeschlossene Patienten.

3 ERGEBNISSE

3.1 Untersuchungen ausschließlich der Schulter

Zuerst wurden nur die 903 Untersuchungen betrachtet, die sich von ihrer orthopädischen Fragestellung lediglich auf die Schulter bezogen. Davon entfielen 415 (46,0 %) Patienten auf CT- und 488 (54,0 %) auf MRT-Untersuchungen.

3.1.1 Demographische Daten des Patientenkollektivs

Von den eingeschlossenen 903 Patienten waren 436 (48,3 %) weiblich und 467 (51,7 %) männlich. Das Alter der Patienten stellte sich zwischen 18 und 96 Jahren ($M = 55,41$ Jahre, $SD = 18,08$) dar. 621 (68,8 %) Patienten befanden sich in der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren und 282 (31,2 %) in der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren. In der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren lag das Durchschnittsalter bei 46,05 Jahren ($SD = 12,95$) und in der Gruppe von mindestens 65 Jahren bei 76,03 Jahren ($SD = 7,67$). Trennte man die Patienten nach der Untersuchungsmodalität auf, so lag das Durchschnittsalter der CT-Untersuchungen bei 62,78 Jahren ($SD = 18,71$), wobei das der MRT-Untersuchungen bei 49,14 Jahren ($SD = 14,91$) lag.

Die Körpergröße wurde für 364 (40,3 %) Patienten beschrieben und erstreckte sich zwischen 140 cm und 198 cm ($M = 170,36$ cm, $SD = 10,07$). Das Gewicht wurde für 420 (46,5 %) Patienten angegeben und stellte sich zwischen 30 kg und 150 kg ($M = 81,05$ kg, $SD = 19,82$) dar.

Tabelle 1: Demographische Daten des gesamten Patientenkollektivs

	n	Anteil an Patienten [%]	Mittelwert	SD
Alter [Jahre]	903	100,0	55,41	18,08
Gruppe 18–64 [Jahre]	621	68,8	46,05	12,95
Gruppe 65+ [Jahre]	282	31,2	76,03	7,67
Körpergröße [cm]	364	40,3	170,36	10,07
Gewicht [kg]	420	46,5	81,05	19,82

Tabelle 2: Demographische Daten der Patienten mit CT-Untersuchungen

	n	Anteil an Patienten [%]	Mittelwert	SD
Alter [Jahre]	415	100,0	62,78	18,71
Gruppe 18–64 [Jahre]	194	46,7	46,37	13,13
Gruppe 65+ [Jahre]	221	53,3	77,18	7,84
Körpergröße [cm]	211	50,8	168,91	10,07
Gewicht [kg]	242	58,3	80,72	21,01

Tabelle 3: Demographische Daten der Patienten mit MRT-Untersuchungen

	n	Anteil an Patienten [%]	Mittelwert	SD
Alter [Jahre]	488	100,0	49,14	14,91
Gruppe 18–64 [Jahre]	427	87,5	45,90	12,88
Gruppe 65+ [Jahre]	61	12,5	71,85	5,27
Körpergröße [cm]	153	31,4	172,37	9,74
Gewicht [kg]	178	36,5	81,49	18,13

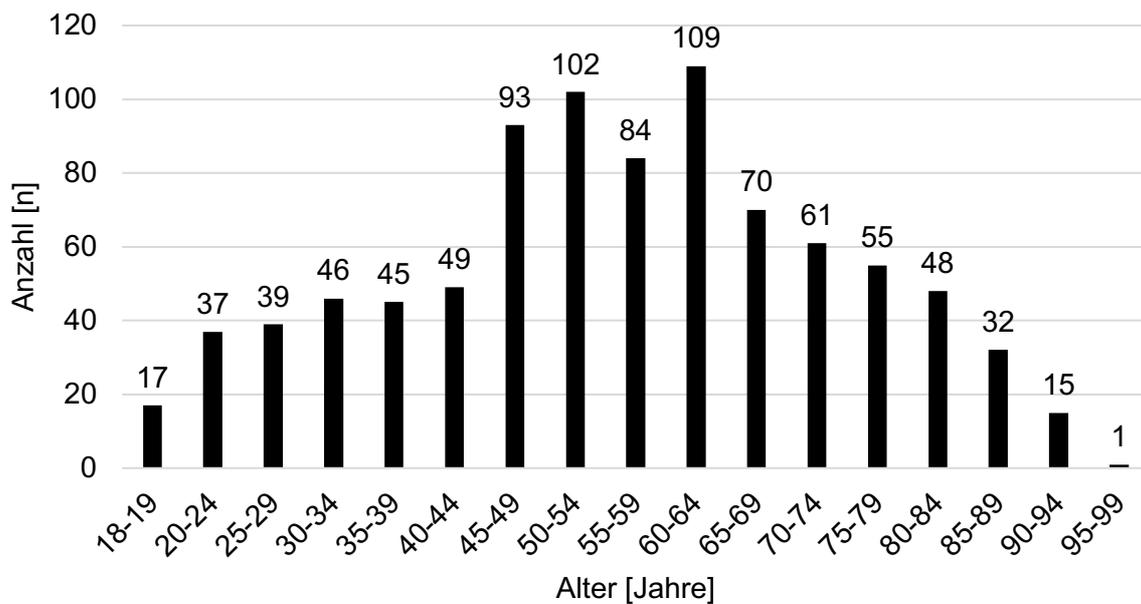


Abbildung 4: Altersverteilung der Patienten

3.1.2 Weitere Angaben zu den Untersuchungen

Von allen betrachteten Untersuchungen ausschließlich der Schulter entfielen 493 (54,6 %) auf die rechte Körperseite, 400 (44,3 %) auf die linke und 10 (1,1 %) Untersuchungen auf beide Schultern zur selben Zeit. 64 (7,1 %) Untersuchungen wurden mit Kontrastmittelgabe durchgeführt.

3.1.3 Inzidentelle Befunde

Unter den 903 hier ausgewerteten Patienten traten bei 153 (16,9 %) Patienten IF in den der Schulter angrenzenden Strukturen auf. Harmlose IF wiesen 101 (11,2 %) Patienten auf, IT 94 (10,4 %) und maligne IT vier (0,4 %).

Insgesamt traten 321 IF unter diesen 153 Patienten auf, wobei jeder dieser Patienten über ein bis zehn IF verfügte ($M = 2,10$). Diese gesamten IF teilen sich wie folgt auf: 191 harmlose IF, 117 IT und 13 maligne IT.

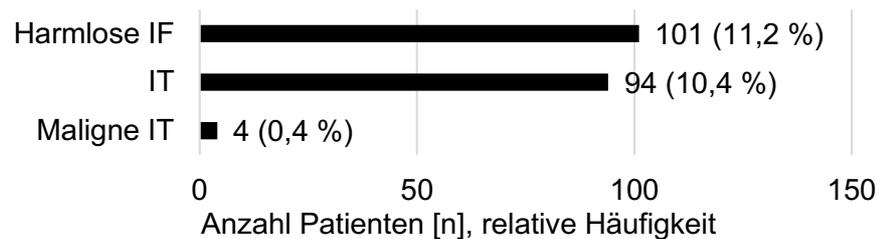


Abbildung 5: Auftreten der Patienten mit verschiedenen IF (Patienten können mehrfach vorkommen)

3.1.3.1 Harmlose inzidentelle Befunde

Es stellten sich 191 harmlose IF bei 101 Patienten heraus. Die häufigsten harmlosen IF waren degenerative Veränderungen der Brustwirbelsäule, die bei 32 (3,5 %) Patienten auftraten, gefolgt von Aortensklerosen bei 24 (2,7 %) und sonstigen degenerativen Veränderungen des Skeletts bei 21 (2,3 %) Patienten. Letztere bezogen sich im Gegensatz zu degenerativen Veränderungen der Brustwirbelsäule auf das gesamte Skelett.

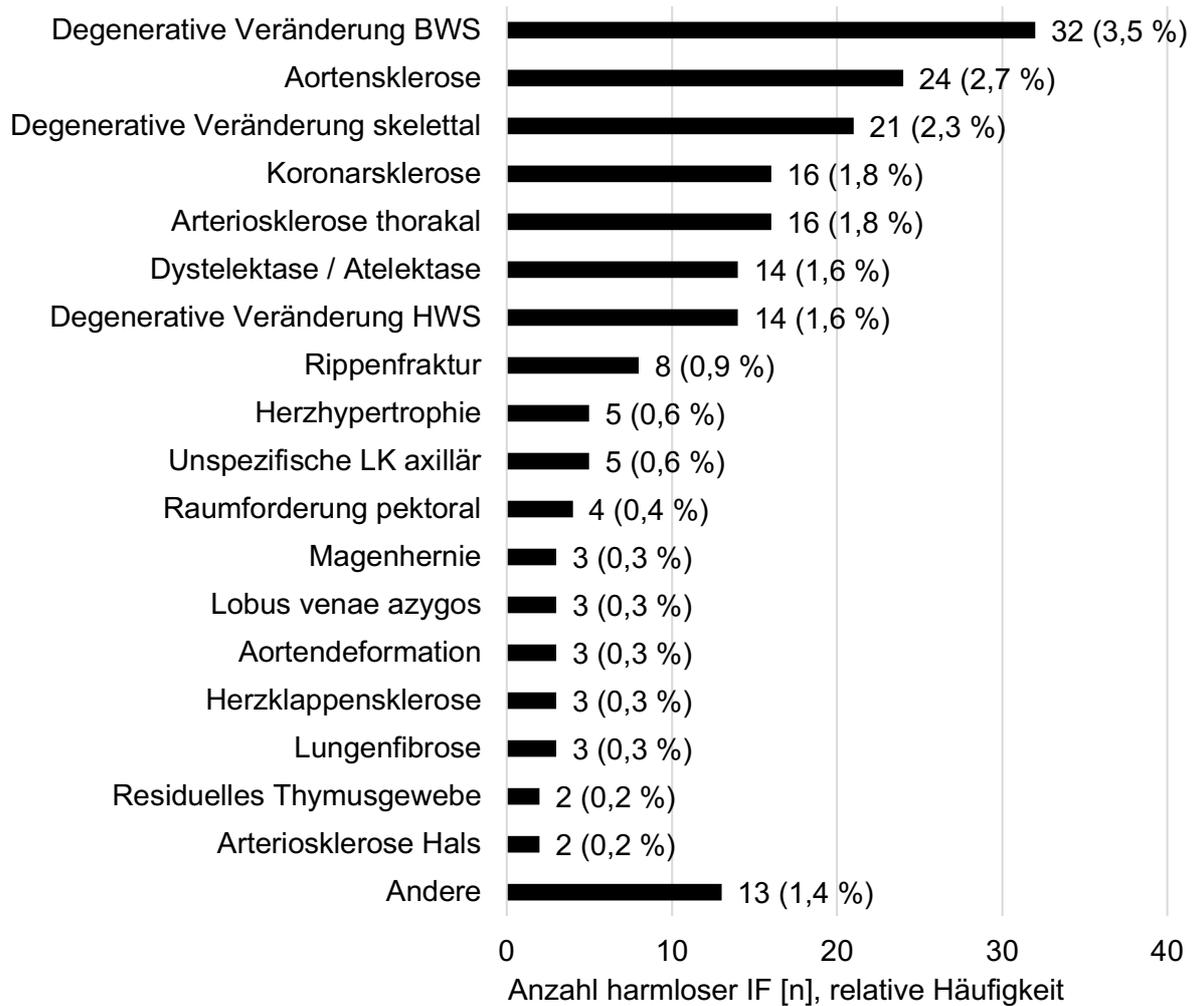


Abbildung 6: Art und Anzahl harmloser IF

3.1.3.2 Inzidentalome

Während der Auswertung ergaben sich 117 IT bei 94 Patienten. Die häufigsten IT waren vergrößerte axilläre Lymphknoten bei 23 (2,5 %) Patienten, gefolgt von Strumen der Schilddrüse bei 22 (2,4 %) Patienten und Lungenrundherden bei 18 (2,0 %) Patienten.

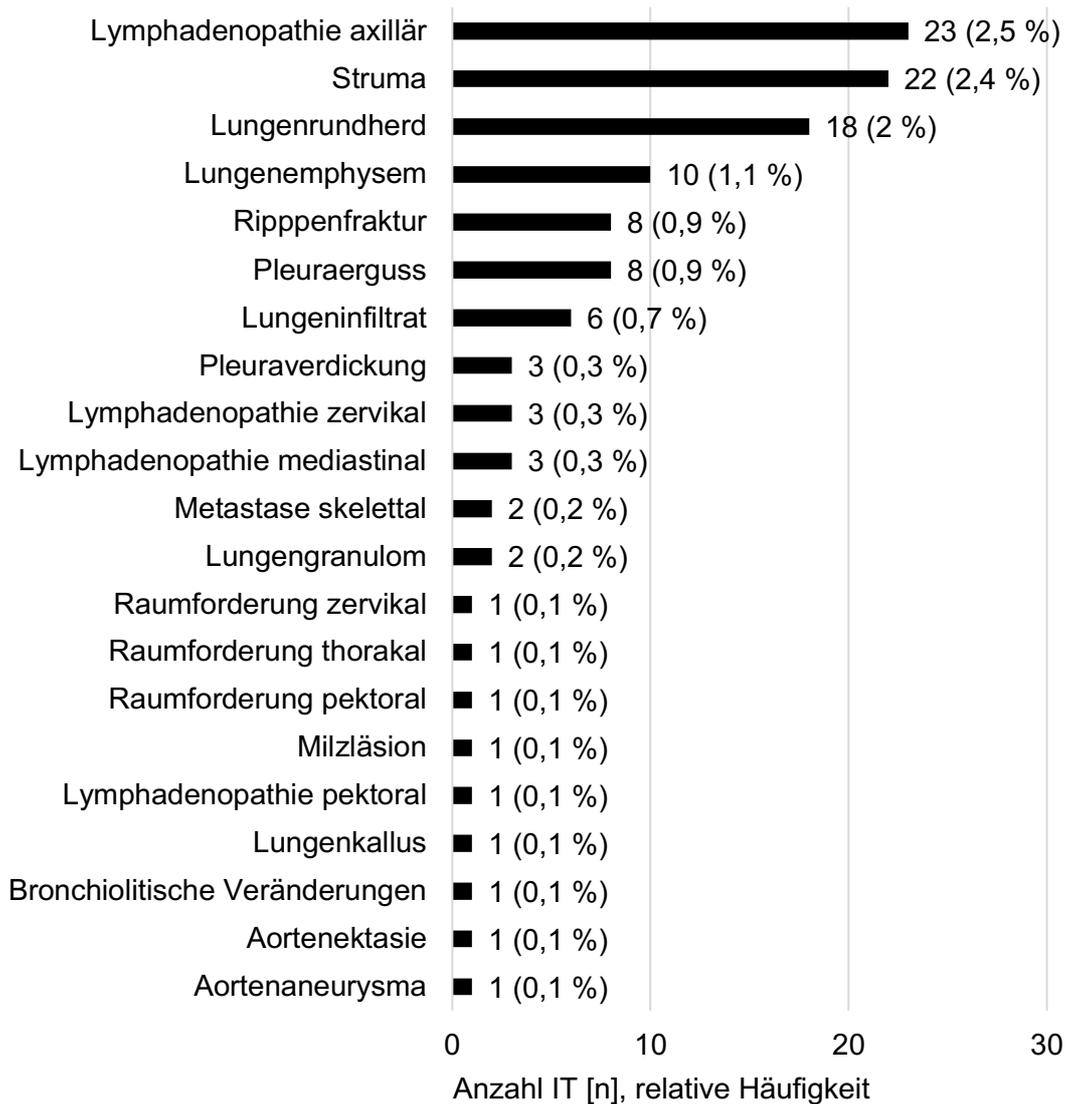


Abbildung 7: Art und Anzahl IT

3.1.3.3 Maligne Inzidentalome

Im Untersuchungszeitraum stellten sich 13 IT als gesichert maligne bei vier Patienten heraus. Die häufigsten malignen IT waren Osteolysen der Halswirbelsäule und des Skeletts, sowie Impressionsfrakturen der Brustwirbelsäule und Lungenrundherde mit jeweils zweimaligem (0,2 %) Vorkommen.

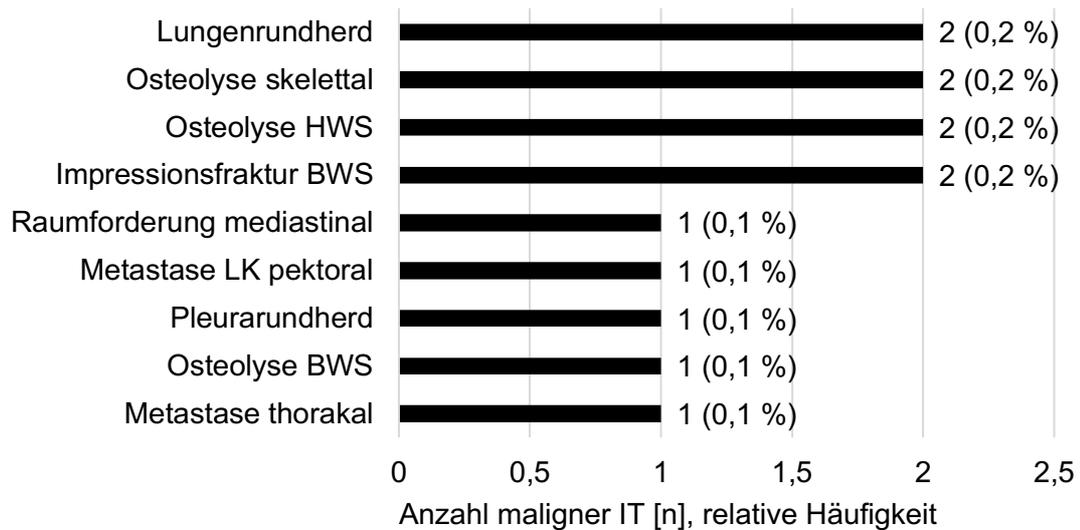


Abbildung 8: Art und Anzahl maligner IT

3.1.4 Untersuchungen mit malignen Inzidentalomen

Von allen ausgewerteten Untersuchungen ausschließlich der Schulter wiesen vier (0,4 %) gesicherte maligne IT auf. Vergleicht man die Untersuchungen der Patienten mit malignen IT ($n = 4$) mit denen ohne maligne IT ($n = 899$), so ergab sich folgende Auswertung:

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit malignen IT ($n = 4$) betrug 71,50 Jahre ($SD = 11,21$) gegenüber dem der Patienten ohne maligne IT ($n = 899$) von 55,34 Jahren ($SD = 18,08$). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsaltern bestimmt werden ($t(901) = -1,79$, $p = 0,074$).

Die durchschnittliche Körpergröße der Patienten mit malignen IT ($n = 3$) stellte sich als 168,67 cm ($SD = 5,51$) dar, wobei Patienten ohne maligne IT ($n = 361$) eine mittlere Körpergröße von 170,38 cm ($SD = 10,10$) aufwiesen. Auch hier konnte kein statistisch signifikanter Unterschied berechnet werden ($t(362) = 0,29$, $p = 0,770$).

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten mit malignen IT ($n = 3$) lag bei 70,33 kg ($SD = 13,05$) und das der Patienten ohne maligne IT ($n = 417$) bei 81,12 kg ($SD = 19,85$). Hier konnte ebenso kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ($t(418) = 0,94$, $p = 0,348$).

Betrachtet man das Geschlecht, so wiesen gleich viele weibliche ($n = 2$) wie auch männliche Patienten ($n = 2$) maligne IT auf, im Gegensatz zu 434 weiblichen und 465 männlichen Patienten ohne maligne IT. Somit zeigten sich bei 0,5 % der 436 weiblichen und 0,4 % der 467 männlichen Patienten maligne IT auf. Es wurde ein exakter

Test nach Fisher-Boschloo durchgeführt, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf hatten. Es trat kein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied auf ($p = 1,000$).

In der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren ($n = 621$) wies ein Patient ein malignes IT und 620 Patienten keine malignen IT auf. Dem gegenüber stehen in der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren ($n = 282$) drei Patienten mit malignen IT und 279 ohne maligne IT. Das Auftreten von malignen IT lag in der Gruppe von 18 bis 64 Jahren bei 0,2 %, wohingegen es in der Gruppe der über 65-Jährigen bei 1,1 % lag. Auch hier wurde ein exakter Test nach Fisher-Boschloo gerechnet, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf hatten. Es gab ebenfalls keinen statistisch signifikanten Altersgruppenunterschied ($p = 0,070$).

Unter Gabe von Kontrastmittel wiesen alle 64 Untersuchungen keine malignen IT auf, während bei keiner Kontrastmittelgabe vier Untersuchungen maligne IT und 835 keine malignen IT aufwiesen. Demzufolge traten in 0,5 % der 839 Untersuchungen ohne Kontrastmittel maligne IT auf. Auch in diesem Fall wurde ein exakter Test nach Fisher-Boschloo gerechnet, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf hatten. Der Test ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Kontrastmittelgabe und Auftreten maligner IT ($p = 1,000$).

Alle vier Untersuchungen mit malignen IT waren CT-Untersuchungen. Darüber hinaus wiesen 411 weitere CT-Untersuchungen keine malignen IT auf. Bei den MRT-Untersuchungen stellten sich bei allen 488 Patienten keine malignen IT heraus. Daraus ergab sich für maligne IT bei CT-Untersuchungen eine Häufigkeit von 1,0 %. Für die Modalität der Untersuchungen wurde ebenfalls ein exakter Test nach Fisher-Boschloo berechnet, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf aufwiesen. Es trat ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Modalität und Auftreten von malignen IT auf ($p = 0,031$, $\phi = -0,072$).

3.1.5 Untersuchungen mit Inzidentalomen

Unter allen ausgewerteten Untersuchungen traten bei 94 (10,4 %) IT auf. Betrachtete man diese Patienten mit IT ($n = 94$) und verglich diese mit den Patienten ohne IT ($n = 809$), so ergab sich folgende Auswertung:

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit IT ($n = 94$) betrug 66,63 Jahre ($SD = 17,70$) gegenüber dem der Patienten ohne IT ($n = 809$) von 54,11 Jahren ($SD = 17,68$). Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den

Durchschnittsaltern bestimmt werden; dabei erwies sich das Durchschnittsalter bei Patienten ohne IT um 12,52 Jahre niedriger (95 %-CI [-16,30, -8,74], $t(901) = -6,50$, $p < 0,001$, $d = -0,71$).

Die durchschnittliche Körpergröße der Patienten mit IT ($n = 44$) stellte sich als 168,45 cm ($SD = 8,55$) dar, wobei Patienten ohne IT ($n = 320$) eine durchschnittliche Körpergröße von 170,63 cm ($SD = 10,24$) hatten. Hier konnte kein statistisch signifikanter Unterschied berechnet werden ($t(362) = 1,34$, $p = 0,180$).

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten mit IT ($n = 54$) lag bei 74,85 kg ($SD = 16,78$) und das der Patienten ohne IT ($n = 366$) bei 81,96 kg ($SD = 20,09$). Hier konnte wiederum ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsgewichten ermittelt werden, wobei Patienten ohne IT im Mittel 7,11 kg mehr wogen (95 %-CI [1,47, 12,76], $t(418) = 2,48$, $p = 0,014$, $d = 0,36$).

Betrachtete man das Geschlecht so wiesen 53 weibliche und 41 männliche Patienten IT auf, im Gegensatz zu 383 weiblichen und 426 männlichen Patienten ohne IT. Es ließ sich folgern, dass bei 12,2 % der 436 weiblichen und 8,8 % der 467 männlichen Patienten IT auftraten. Es wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 2,76$, $p = 0,097$).

In der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren ($n = 621$) wiesen 38 Patienten IT und 583 Patienten kein IT auf. Dem gegenüber stehen in der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren ($n = 282$) 56 Patienten mit IT und 226 ohne IT. Dadurch lag die Häufigkeit von IT in der jüngeren Altersgruppe bei 6,1 %, während es in der älteren 19,9 % waren. Auch hier wurde ein Chi-Quadrat-Test gerechnet; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Altersgruppe und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 39,25$, $p < 0,001$, $\phi = 0,208$).

Unter Gabe von Kontrastmittel wiesen 9 Untersuchungen IT und 55 keine IT auf, während unter keiner Kontrastmittelgabe 85 Untersuchungen IT und 754 keine IT aufwiesen. Somit traten in 14,1 % der 64 Untersuchungen mit Kontrastmittel und in 10,1 % der 839 nativen Untersuchungen IT auf. Die erwartete Häufigkeit keiner der Zellen betrug kleiner als fünf. Ein mit diesen Daten gerechneter Chi-Quadrat-Test ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Kontrastmittelgabe und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 0,99$, $p = 0,321$).

Bei Betrachtung der Modalität wiesen 78 CT-Untersuchungen IT auf. Darüber hinaus wiesen 337 weitere CT-Untersuchungen keine IT auf. Bei den MRT-Untersuchungen stellten sich bei 16 Patienten IT und bei 472 Patienten keine IT heraus. Daraus folgt, dass von den 415 CT-Untersuchungen 18,8 % und von den 488 MRT-Untersuchungen 3,3 % IT aufzeigten. Für diese Untersuchungen wurde ebenfalls ein Chi-Quadrat-Test berechnet; keine der Zellen wies eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf auf. Es gab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Modalität und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 57,90$, $p < 0,001$, $\phi = -0,253$).

3.1.6 Untersuchungen mit inzidentellen Befunden

In 153 (16,9 %) der ausgewerteten Untersuchungen traten IF auf. Im Vergleich dieser Patienten mit denen ohne IF ($n = 750$) ergab sich folgende Auswertung:

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit IF ($n = 153$) betrug 66,48 Jahre ($SD = 19,29$) gegenüber dem der Patienten ohne IF ($n = 750$) von 53,15 Jahren ($SD = 16,97$). Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsaltern bestimmt werden, wobei sich das Durchschnittsalter der Patienten ohne IF um 13,33 Jahre niedriger erwies (95 %-CI [-16,64, -10,03], $t(901) = -7,95$, $p < 0,001$, $d = -0,77$).

Die durchschnittliche Körpergröße der Patienten mit IF ($n = 66$) stellte sich als 168,36 cm ($SD = 9,43$) dar, wobei Patienten ohne IF ($n = 298$) eine durchschnittliche Körpergröße von 170,81 cm ($SD = 10,16$) hatten. Hier konnte kein statistisch signifikanter Unterschied berechnet werden ($t(362) = 1,79$, $p = 0,074$).

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten mit IF ($n = 80$) lag bei 75,03 kg ($SD = 18,11$) und das der Patienten ohne IF ($n = 340$) bei 82,46 kg ($SD = 19,97$). Hier konnte erneut ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsgewichten ermittelt werden, wobei Patienten ohne IF im Mittel 7,44 kg mehr wogen (95 %-CI [2,65, 12,23], $t(418) = 3,05$, $p = 0,002$, $d = 0,38$).

Betrachtete man das Geschlecht, so wiesen 83 weibliche und 70 männliche Patienten IF auf, im Gegensatz zu 353 weiblichen und 397 männlichen Patienten ohne IF. Das Auftreten von IF lag in der Gruppe der Frauen ($n = 436$) bei 19,0 %, wohingegen es in der Gruppe der Männer ($n = 467$) bei 15,0 % lag. Es wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Auftreten von IF ($\chi^2(1) = 2,63$, $p = 0,105$).

In der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren wiesen 61 Patienten IF und 560 Patienten keine IF auf. Dem gegenüber stehen in der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren 92 Patienten mit IF und 190 ohne IF. Daraus ergab sich unter den 621 18- bis 64-Jährigen eine Häufigkeit von 9,8 % und unter den 282 mindestens 65-Jährigen eine Häufigkeit von 32,6 % für IF. Auch hier wurde ein Chi-Quadrat-Test gerechnet; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Altersgruppe und Auftreten von IF ($\chi^2 (1) = 71,65, p < 0,001, \phi = 0,282$).

Unter Gabe von Kontrastmittel wiesen 17 Untersuchungen IF und 47 keine IF auf, während bei nativen Untersuchungen 136 Patienten IF und 703 keine IF aufwiesen. Somit traten in 26,6 % der 64 Untersuchungen mit Kontrastmittel und in 16,2 % der 839 Untersuchungen ohne Kontrastmittel IF auf. Die erwartete Häufigkeit keiner der Zellen betrug kleiner als fünf und ein mit diesen Daten gerechneter Chi-Quadrat-Test ergab ebenfalls einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Kontrastmittelgabe und Auftreten von IF ($\chi^2 (1) = 4,53, p = 0,033, \phi = 0,071$).

Bei Betrachtung der Modalität wiesen 129 CT-Untersuchungen IF auf. Darüber hinaus wiesen 286 weitere CT-Untersuchungen keine IF auf. Bei den MRT-Untersuchungen stellten sich bei 24 Patienten IF und bei 464 Patienten keine IF heraus. Demzufolge traten in 31,1 % der 415 CT-Untersuchungen IF auf, während es bei den 488 MRT-Untersuchungen 4,9% waren. Für diese Untersuchungen wurde ebenfalls ein Chi-Quadrat-Test berechnet; keine der Zellen wies eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf auf. Es ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Modalität und Auftreten von IF ($\chi^2 (1) = 109,12, p < 0,001, \phi = -0,348$).

3.2 Untersuchungen der Schulter und zusätzlicher Regionen

Als nächstes wurden die gesamten 975 Patienten betrachtet. Zu den 903 bisher ausgewerteten Untersuchungen, die sich lediglich auf die Schulter bezogen, kamen hierbei 72 weitere hinzu. Deren Fragestellungen umfassten neben der Region der Schulter zusätzliche angrenzende Regionen. Von den 975 hier betrachteten Patienten entfielen 472 (48,4 %) auf CT- und 503 (51,6 %) auf MRT-Untersuchungen.

3.2.1 Demographische Daten des Patientenkollektivs

Die Geschlechterverteilung der 975 Patienten stellte sich mit 472 (48,4 %) weiblichen und 503 (51,6 %) männlichen Patienten dar. Das Alter erstreckte sich zwischen 18 und 103 Jahren ($M = 56,54$ Jahre, $SD = 18,41$). 646 (66,3 %) Patienten befanden sich in der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren und 329 (33,7 %) in der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren. In der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren betrug das Durchschnittsalter 46,26 Jahre ($SD = 12,87$) und in der Gruppe von mindestens 65 Jahren 76,72 Jahre ($SD = 8,00$). Betrachtete man die Patienten anhand der Untersuchungsmodalität, so lag das Durchschnittsalter der CT-Untersuchungen bei 64,21 Jahren ($SD = 18,75$), wobei das der MRT-Untersuchungen bei 49,34 Jahren ($SD = 14,85$) lag. Die Körpergröße wurde für 395 (40,5 %) Patienten in den Patientenakten erfasst und erstreckte sich zwischen 140 cm und 198 cm ($M = 170,39$ cm, $SD = 10,17$). Das Gewicht wurde für 460 (47,2 %) Patienten aufgeführt und stellte sich zwischen 30 kg und 150 kg ($M = 80,80$ kg, $SD = 19,78$) dar.

Tabelle 4: Demographische Daten des gesamten Patientenkollektivs

	n	Anteil an Patienten [%]	Mittelwert	SD
Alter [Jahre]	975	100,0	56,54	18,41
Gruppe 18–64 [Jahre]	646	66,3	46,26	12,87
Gruppe 65+ [Jahre]	329	33,7	76,72	8,00
Körpergröße [cm]	395	40,5	170,39	10,17
Gewicht [kg]	460	47,2	80,80	19,78

Tabelle 5: Demographische Daten der Patienten mit CT-Untersuchungen

	n	Anteil an Patienten [%]	Mittelwert	SD
Alter [Jahre]	472	100,0	64,21	18,75
Gruppe 18–64 [Jahre]	207	43,9	46,67	12,98
Gruppe 65+ [Jahre]	265	56,1	77,92	8,09
Körpergröße [cm]	236	50,0	168,92	10,28
Gewicht [kg]	274	58,1	80,48	20,93

Tabelle 6: Demographische Daten der Patienten mit MRT-Untersuchungen

	n	Anteil an Patienten [%]	Mittelwert	SD
Alter [Jahre]	503	100,0	49,34	14,85
Gruppe 18–64 [Jahre]	439	87,3	46,07	12,82
Gruppe 65+ [Jahre]	64	12,7	71,77	5,31
Körpergröße [cm]	159	31,6	172,58	9,63
Gewicht [kg]	186	37,0	81,27	18,01

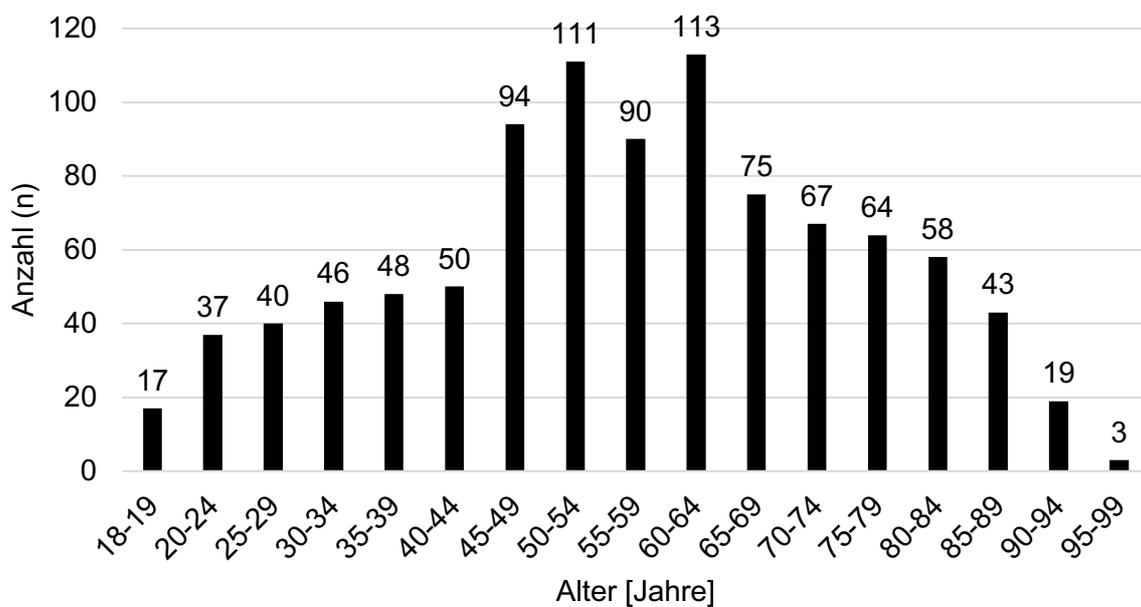


Abbildung 9: Altersverteilung der Patienten

3.2.2 Weitere Angaben zu den Untersuchungen

Unter allen hier ausgewerteten Untersuchungen entfielen 527 (54,1 %) auf die rechte Körperseite, 438 (44,9 %) auf die linke und 10 (1,0 %) Untersuchungen auf beide Seiten zur selben Zeit. Unter Kontrastmittelgabe wurden 79 (8,1 %) Untersuchungen durchgeführt.

3.2.3 Inzidentelle Befunde

Von den 975 hier ausgewerteten Patienten wiesen 204 (20,9 %) IF in den der Schulter angrenzenden Strukturen auf. Dabei hatten 145 (14,9 %) Patienten harmlose IF, 119 (12,2 %) IT und sieben (0,7 %) maligne IT.

Insgesamt traten 496 IF unter diesen 204 Patienten auf, wobei jeder dieser Patienten über ein bis zwölf IF verfügte ($M = 2,43$). Diese gesamten IF lassen sich wie folgt aufteilen: 318 harmlose IF, 160 IT und 18 maligne IT.

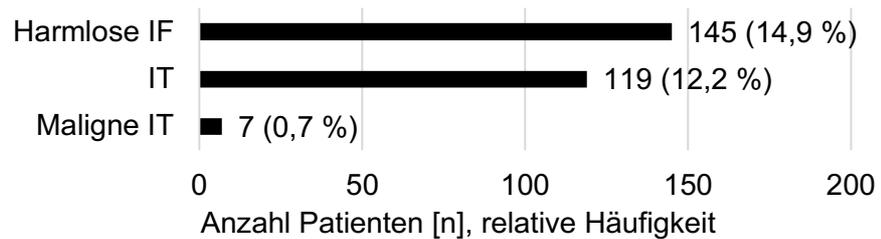


Abbildung 10: Auftreten Patienten mit verschiedenen IF (Patienten können mehrfach vorkommen)

3.2.3.1 Harmlose inzidentelle Befunde

Es traten 318 harmlose IF bei 145 Patienten auf. Die am häufigsten auftretenden harmlosen IF waren degenerative Veränderungen der Hals- bzw. Brustwirbelsäule, die bei 50 (5,1 %), bzw. 47 (4,8 %) Patienten auftraten, gefolgt von Aortensklerosen und sonstigen degenerativen Veränderungen des Skeletts bei 30 (3,1 %) Patienten, letztere bezogen sich im Gegensatz zu degenerativen Veränderungen der Hals- und Brustwirbelsäule auf das gesamte Skelett.

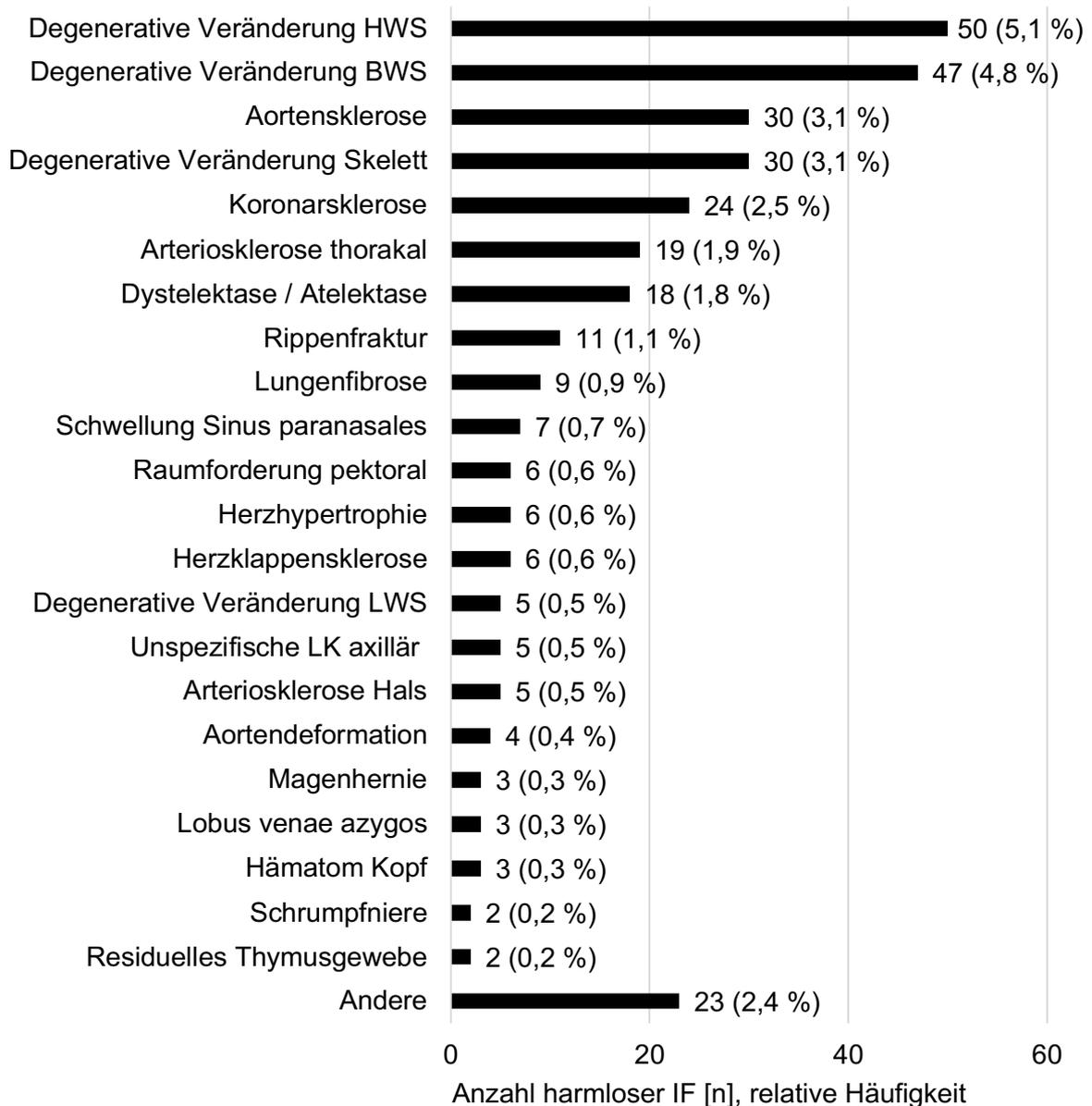


Abbildung 11: Art und Anzahl harmloser IF

3.2.3.2 Inzidentalome

Im Rahmen der Auswertung ließen sich 160 IT unter 119 Patienten finden. Die häufigsten IT waren Lungenrundherde bei 26 (2,7 %) Patienten, gefolgt von Strumen der Schilddrüse bei 24 (2,5 %) Patienten und axilläre Lymphadenopathien bei 23 (2,4 %) Patienten.

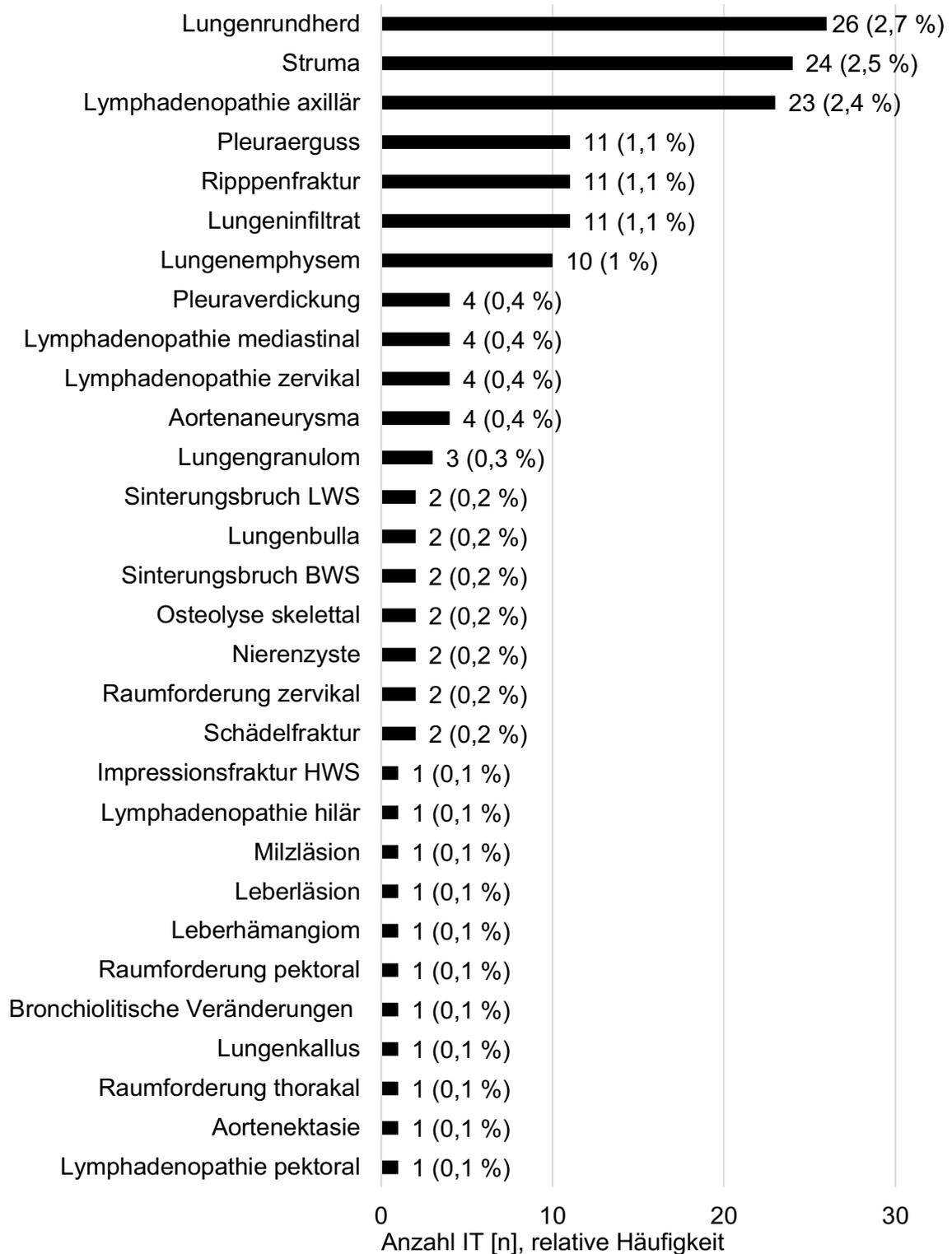


Abbildung 12: Art und Anzahl IT

3.2.3.3 Maligne Inzidentalome

Unter sieben Patienten stellten sich 18 IT als gesichert maligne heraus. Die häufigsten malignen IT waren skelettale Osteolysen und Lungenrundherde bei jeweils drei (0,3 %)

Patienten. Dem folgten Osteolysen und Impressionsfrakturen der Brustwirbelsäule, wie auch Osteolysen der Halswirbelsäule mit einem jeweiligen Vorkommen bei zwei (0,2 %) Patienten.

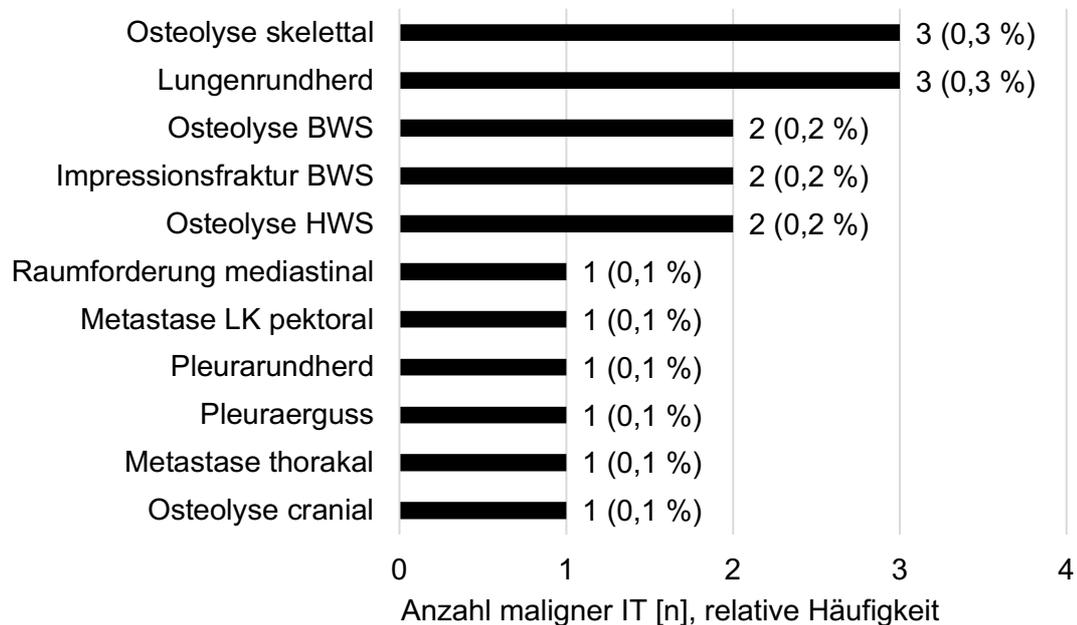


Abbildung 13: Art und Anzahl maligne IT

3.2.4 Untersuchungen mit malignen Inzidentalomen

Bei Betrachtung aller ausgewerteten Untersuchungen wiesen sieben (0,7 %) Patienten gesicherte maligne IT auf. Vergleich man diese Untersuchungen mit denen ohne maligne IT ($n = 968$), so ergab sich folgende Auswertung:

Der Altersdurchschnitt der Patienten mit malignen IT ($n = 7$) betrug 71,43 Jahre ($SD = 13,43$) gegenüber dem der Patienten ohne maligne IT ($n = 968$) von 56,43 Jahren ($SD = 18,40$). Dabei stellte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsaltern dar. Das Durchschnittsalter bei Patienten ohne maligne IT lag um 15,00 Jahre niedriger (95 %-CI [-28,68, -1,32], $t(973) = -2,15$, $p = 0,032$, $d = -0,82$).

Im Durchschnitt betrug die Körpergröße von Patienten mit malignen IT ($n = 4$) 164,00 cm ($SD = 10,36$), wobei Patienten ohne maligne IT ($n = 391$) über eine mittlere Körpergröße von 170,46 cm ($SD = 10,16$) verfügten. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied errechnet werden ($t(393) = 1,26$, $p = 0,207$).

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten mit malignen IT ($n = 4$) ergab 66,25 kg ($SD = 13,43$) und jenes der Patienten ohne maligne IT ($n = 456$) 80,93 kg

($SD = 19,79$). An diesem Punkt konnte ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ($t(458) = 1,48, p = 0,140$).

Im Vergleich der Geschlechter traten unter den weiblichen Patienten drei mit malignen IT auf, während unter den männlichen vier auftraten. Demgegenüber stehen 469 weibliche und 499 männliche Patienten ohne maligne IF. Daraus ergaben sich bei 0,6 % der 472 weiblichen und 0,8 % der 503 männlichen Patienten maligne IT. Es wurde ein exakter Test nach Fisher-Boschloo durchgeführt, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf hatten. Es stellte sich kein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied dar ($p = 1,000$).

Innerhalb der Altersgruppe von 18 bis 64 Jahren ($n = 646$) hatten zwei Patienten maligne IT und 644 Patienten keine. In der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren ($n = 329$) traten fünf Patienten mit malignen IT und 324 ohne maligne IT auf. Die Prävalenz von malignen IT betrug demnach in der Gruppe der 18- bis 64-Jährigen 0,3 %, in der Gruppe der über 65-Jährigen hingegen 1,5 %. Auch hier wurde ein exakter Test nach Fisher-Boschloo gerechnet, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf hatten. Es ergab sich ein statistisch signifikanter Altersgruppenunterschied ($p = 0,039, \phi = 0,068$).

Betrachtete man die Gabe von Kontrastmittel, so wiesen alle 79 Untersuchungen mit Kontrastmittel keine malignen IT auf, während bei keiner Kontrastmitteldosis sieben Untersuchungen maligne IT und 889 keine malignen IT aufwiesen. Folglich ergaben sich in 0,8 % der 896 nativen Untersuchungen maligne IT. Auch in diesem Fall wurde ein exakter Test nach Fisher-Boschloo gerechnet, da eine Zelle eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf hatte. Der Test wies keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Kontrastmitteldosis und Auftreten maligner IT auf ($p = 1,000$).

Von allen sieben Untersuchungen mit malignen IT entfielen alle auf CT-Untersuchungen. Darüber hinaus wiesen 465 weitere CT-Untersuchungen keine malignen IT auf. Alle 503 MRT-Untersuchungen erbrachten keine malignen IT. Daraus folgte eine Prävalenz von 1,5 % für maligne IT bei CT-Untersuchungen. Für die Untersuchungsmodalität wurde ebenfalls ein exakter Test nach Fisher-Boschloo berechnet, da zwei Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf aufwiesen. Es gab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Modalität und Auftreten von malignen IT ($p = 0,005, \phi = -0,088$).

3.2.5 Untersuchungen mit Inzidentalomen

Unter allen ausgewerteten Untersuchungen traten bei 119 (12,2 %) IT auf. Betrachtete man diese Patienten und verglich diese mit den Patienten ohne IT ($n = 856$), so ergab sich folgende Auswertung:

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit IT ($n = 119$) betrug 68,46 Jahre ($SD = 17,34$), das der Patienten ohne IT ($n = 856$) 54,88 Jahre ($SD = 17,95$). Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsaltern bestimmt werden; dabei erwies sich das Durchschnittsalter bei Patienten ohne IT um 13,58 Jahre niedriger (95 %-CI [-17,01, -10,15], $t(973) = -7,77$, $p < 0,001$, $d = -0,76$). Patienten mit IT ($n = 55$) wiesen eine durchschnittliche Körpergröße von 168,65 cm ($SD = 8,85$) auf, wobei Patienten ohne IT ($n = 340$) eine durchschnittliche Körpergröße von 170,67 cm ($SD = 10,36$) hatten. Hier konnte kein statistisch signifikanter Unterschied berechnet werden ($t(393) = 1,37$, $p = 0,172$).

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten mit IT ($n = 70$) betrug 73,79 kg ($SD = 16,07$) während jenes der Patienten ohne IT ($n = 390$) bei 82,06 kg ($SD = 20,14$) lag. Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsgewichten berechnet werden; dabei wogen Patienten ohne IT im Mittel 8,27 kg mehr (95 %-CI [3,28, 13,27], $t(458) = 3,26$, $p = 0,001$, $d = 0,42$).

Verglich man die Geschlechter, so traten bei 64 Frauen und 55 Männern IT auf, im Gegensatz zu 408 Frauen und 448 Männern ohne IT. Daraus ließ sich schließen, dass bei 13,6 % der Frauen und 10,9 % der Männer IT auftraten. Es wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 1,57$, $p = 0,211$).

Betrachtete man die Altersgruppen, so wiesen 43 Patienten der Gruppe von 18 bis 64 Jahren ($n = 646$) IT auf und 603 Patienten keine. In der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren ($n = 329$) wiesen 76 Patienten IT auf und 253 keine. Dadurch lag die Prävalenz von IT in der jüngeren Altersgruppe bei 6,7 %, während sie in der älteren Gruppe bei 23,1 % lag. Hier wurde ebenfalls ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Altersgruppe und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 55,01$, $p < 0,001$, $\phi = 0,238$).

Unter Gabe von Kontrastmittel stellten sich bei 16 Untersuchungen IT und bei 63 keine IT auf, während unter keiner Kontrastmittelgabe 103 Untersuchungen IT und 793 keine

IT aufwiesen. Somit traten in 20,3 % der 79 Untersuchungen mit Kontrastmittel und in 11,5 % der 896 Nativuntersuchungen IT auf. Die erwartete Häufigkeit keiner der Zellen betrug kleiner als fünf. Der errechnete Chi-Quadrat-Test ergab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Kontrastmittelgabe und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 5,20, p = 0,023, \phi = 0,073$).

Bei Auswertung der Modalität wurden 101 Patienten mit CT-Untersuchungen erfasst die IT aufwiesen. 371 weitere Patienten mit CT-Untersuchungen wiesen keine IT auf. Unter den MRT-Untersuchungen fanden sich bei 18 Patienten IT und bei 485 Patienten keine IT. Daraus lässt sich folgern, dass von den 472 CT-Untersuchungen 21,4 % und von den 503 MRT-Untersuchungen 3,6 % IT aufzeigten. Für diese Untersuchungen wurde ebenfalls ein Chi-Quadrat-Test berechnet; keine der Zellen wies eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf auf. Es gab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Modalität und Auftreten von IT ($\chi^2(1) = 72,16, p < 0,001, \phi = -0,272$).

3.2.6 Untersuchungen mit inzidentellen Befunden

Von allen ausgewerteten Untersuchungen traten in 204 (20,9 %) Fällen IF auf. Zog man diese Patienten im Vergleich gegen die Patienten ohne IF ($n = 771$) heran, so ergab sich folgende Auswertung:

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit IF ($n = 204$) stellte sich bei 68,22 Jahren ($SD = 18,42$) dar. Dem gegenüber lag das Alter der Patienten ohne IF ($n = 771$) bei 53,45 Jahren ($SD = 17,13$). Es ließ sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Durchschnittsaltern ermitteln, dabei stellte sich das Durchschnittsalter bei Patienten ohne IF um 14,77 Jahre niedriger dar (95 %-CI [-17,46, -12,08], $t(973) = -10,78, p < 0,001, d = -0,85$).

Verglich man die durchschnittliche Körpergröße von 168,70 cm ($SD = 10,22$) der Patienten mit IF ($n = 89$) mit den 170,89 cm ($SD = 10,12$) der Patienten ohne IF ($n = 306$), so konnte kein statistisch signifikanter Unterschied bestimmt werden ($t(393) = 1,79, p = 0,074$).

Patienten mit IF ($n = 110$) hatten ein durchschnittliches Gewicht von 74,43 kg ($SD = 17,94$) und Patienten ohne IF ($n = 350$) von 82,80 kg ($SD = 19,94$). Der ermittelte Unterschied zwischen den Durchschnittsgewichten erwies sich als statistisch signifikant, wobei Patienten ohne IF im Mittel 8,38 kg mehr wogen (95 %-CI [4,19, 12,56], $t(458) = 3,93, p < 0,001, d = 0,43$).

Stellte man die Geschlechter einander gegenüber, so besaßen 109 weibliche und 95 männliche Patienten IF, im Gegensatz zu 363 weiblichen und 408 männlichen Patienten ohne IF. Die Häufigkeit des Auftretens von IF lag bei den Frauen ($n = 472$) bei 23,10 %, wohingegen es bei den Männern ($n = 503$) bei 18,90 % lag. Es wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es gab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Geschlecht und Auftreten von IF ($\chi^2 (1) = 2,60, p = 0,107$).

Beurteilte man die Altersgruppen so wiesen 74 Patienten von 18 bis 64 Jahren IF und 572 Patienten keine IF auf. In der Altersgruppe von mindestens 65 Jahren hatten 130 Patienten IF und 199 keine. Demzufolge betrug die Häufigkeit für IF unter den 646 18- bis 64-Jährigen 11,50 % und unter den 329 mindestens 65-Jährigen 39,50 %. Auch hier wurde ein Chi-Quadrat-Test gerechnet; keine der Zellen enthielt eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf. Es ergab sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Altersgruppe und Auftreten von IF ($\chi^2 (1) = 103,72, p < 0,001, \phi = 0,326$).

Unter der Applikation von Kontrastmittel zeigten 27 Untersuchungen IF und 52 keine IF auf. Unter keiner Applikation wiesen 177 Untersuchungen IF und 719 keine IF auf. Demzufolge traten in 34,20 % der 79 Untersuchungen mit Kontrastmittelgabe und in 19,80 % der 896 Untersuchungen ohne Kontrastmittelgabe IF auf. Die erwartete Häufigkeit keiner der Zellen betrug kleiner als fünf und ein mit diesen Daten gerechneter Chi-Quadrat-Test ergab ebenfalls einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Kontrastmittelgabe und Auftreten von IF ($\chi^2 (1) = 9,13, p = 0,003, \phi = 0,097$).

174 der Untersuchungen mit IF waren CT-Untersuchungen. Die restlichen 298 CT-Untersuchungen wiesen demnach keine IF auf. Bei den MRT-Untersuchungen traten bei 30 Patienten IF auf, während bei 473 Patienten keine IF auftraten. Daraus folgte, dass sich in 36,90 % der 472 CT-Untersuchungen IF darstellten, während es unter den 503 MRT-Untersuchungen 6,00 % waren. Für diese Untersuchungen wurde ebenfalls ein Chi-Quadrat-Test berechnet, keine der Zellen wies eine erwartete Häufigkeit kleiner als fünf auf. Der Zusammenhang zwischen Modalität und Auftreten von IF stellte sich als statistisch signifikant heraus ($\chi^2 (1) = 140,53, p < 0,001, \phi = -0,380$).

3.3 Fallbericht

Der nachfolgende Patientenfall soll exemplarisch das Auftreten von IT und die sich, aufgrund des möglichen schwerwiegenden Krankheitswertes, anschließenden Folgeuntersuchungen verdeutlichen.

3.3.1 Anamnese

In die zentrale Notaufnahme des Universitätsklinikums Mannheim wurde eine 98-jährige Patientin mit dem Rettungsdienst eingeliefert; sie war zuvor zuhause gestürzt und auf die rechte Schulter gefallen. Sie berichtete von starken immobilisierenden Schmerzen und nahm dementsprechend eine körperliche Schonhaltung ein. Die Patientin konnte sich an das Sturzereignis erinnern und verneinte Schwindel, Kopfschmerz und Übelkeit. Sie lebte bis dahin allein zuhause und versorgte sich selbständig.

Bekannte Vorerkrankungen waren eine arterielle Hypertonie, COPD, ein Tremor unbekannter Ursache und ein Mammakarzinom, welches 27 Jahre zuvor durch eine Ablatio mammae und adjuvante Radiatio kurativ therapiert wurde.

3.3.2 Klinischer Befund

Bei der Aufnahme wurde eine körperliche Untersuchung durchgeführt, wobei sich die rechtsseitige Schulterbeweglichkeit schmerzbedingt eingeschränkt darstellte. Das rechte Ellenbogengelenk wies keinen Druckschmerz auf und stellte sich mit einem Bewegungsausmaß von 0-0-120° für Extension und Flexion dar. Die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität stellten sich als intakt dar. Der Thorax wies ein beidseitiges vesikuläres Atemgeräusch und weder Kompressionsschmerz noch Dyspnoe auf. Das Kniegelenk war druckschmerzfrei und das Bewegungsausmaß für Extension und Flexion betrug 0-0-120°. Das Becken stellte sich als stabil heraus, das Abdomen weich und die Pupillen isokor und beidseits lichtreagibel.

3.3.3 Diagnostik und Verlauf

Am Tag der Vorstellung wurde eine Röntgenuntersuchung der Schulter in zwei Ebenen für die Diagnostik vor Operation durchgeführt, die eine subcapitale Humerusfraktur der rechten Schulter aufzeigte. Noch am selben Tag wurde die Operation in

Intubationsnarkose angesetzt und der rechte Humeruskopf der Patientin mit einer PHILOS-Platte osteosynthetisch versorgt.

Am vierten postoperativen Tag fielen Krepitationen im Bereich der rechten Schulter sowie eine Schmerzzunahme auf. Drei Tage später wurde eine native CT-Untersuchung der rechten Schulter durchgeführt, um eine vermutete sekundäre Dislokation der Plattenosteosynthese abzuklären. Es zeigte sich eine sekundäre Dislokation der PHILOS-Platte und der distalen Schraube. Nebenbefundlich stellten sich in den miterfassten Lungenparenchymabschnitten multiple bipulmonale Infiltrate sowie ein unilateraler asymptomatischer Pleuraerguss auf der linken Thoraxseite dar, mit einer maximalen ventrodorsalen Ausbreitung von ca. 2,4 cm. Aufgrund der Dislokation wurde eine operative Revision der plattenosteosynthetischen Versorgung mit Zementaugmentation des rechten Humerus durchgeführt.

Zur Abklärung der Nebenbefunde wurde im Anschluss eine dedizierte kontrastmittelgestützte CT-Untersuchung des Thorax durchgeführt, welche neben dem bekannten unilateralen Pleuraerguss und den multiplen pulmonalen Rundherden auch apikale pleurale Verdichtungen der linken Lunge, noduläre Verdichtungen im Bereich der Interlobärsepten, sowie kontrastmittelaufnehmende Verdichtungen im miterfassten Oberbauch ergab. Daraus erhärtete sich der Verdacht einer Pleurakarzinose mit bipulmonaler diffuser Filialisierung und möglicher Peritonealkarzinose bei unsicherem Primarius.

Vier Tage später wurde im Rahmen des Stagings das Abdomen und Becken computertomographisch untersucht. Dabei wurde eine kleine Leberzyste bei sonst homogener Darstellung der Leber und eine diskrete Verdickung des Pankreaskorpus festgestellt, die als nicht-sicher suspekt eingeschätzt wurde. Ferner wurden eine Sigmadivertikulose und degenerative Veränderungen der LWS festgestellt.

Aufgrund des unklaren Primarius wurde eine Pleurapunktion zur zytologischen Untersuchung durchgeführt.

In der röntgenologischen Kontrolle des Thorax vor Entlassung fünf Tage später war weiterhin der linksseitige Pleuraerguss feststellbar.

Vier Wochen nach Entlassen erschien die Patientin zur Kontrolluntersuchung der Oberarmkopffraktur und zur Besprechung des Befundes der zytologischen Untersuchung. Der Allgemeinzustand stellte sich als gut dar; die Hand und Finger des rechten Armes waren noch geschwollen. Die aktive Abduktion des rechten Armes war über 70° möglich. Die zytologische Untersuchung der Pleurapunktion hatte keinen

Nachweis von Tumorzellen ergeben. Aufgrund des hohen Alters und dem beschwerdefreien Allgemeinzustand wurde auf eine weitere Diagnostik und Therapie vorerst verzichtet und die weitere Behandlung der Hausärztin überlassen.

Ein Jahr später wurde im Rahmen einer erneuten stationären Aufnahme aufgrund eines NSTEMI mit Synkope unter anderem eine CT-Untersuchung des Thorax angefertigt, welches die disseminierten pulmonalen Rundherde größenkonstant darstellte. Eine darüberhinausgehende Knochenszintigraphie legte den hochgradigen Verdacht einer zusätzlichen Sternumfilia nahe. Von einer Punktion der Lungenrundherde wurde zu dem Zeitpunkt aufgrund des Pneumothoraxrisikos abgesehen und eine Punktion der Sternumfilia wurde geplant, aber ob sie durchgeführt wurde, ließ sich aus der Patientenakte nicht weiter ermitteln.

Somit verblieb der inzidentelle Befund der CT-Untersuchung der Schulter als hochgradiger Verdacht auf ein CUP-Syndrom mit diffuser pulmonaler und sternaler Filialisierung sowie einer Pleura- und Peritonealkarzinose.

4 DISKUSSION

4.1 Bewertung der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 975 CT- und MRT-Untersuchungen ausgewertet. Bei Betrachtung des gesamten Patientenkollektivs wiesen 20,9 % ($n = 204$) der Patienten insgesamt 496 IF auf. Damit lagen im Durchschnitt 2,4 IF pro Patient mit IF vor. Bei 12,2 % ($n = 119$) der Patienten traten 160 IT auf, wobei die häufigsten IT Lungenrundherde ($n = 26$), Strumen ($n = 24$) und axilläre Lymphadenopathien ($n = 23$) waren. Davon stellten sich 18 IT als maligne IT bei 0,7 % ($n = 7$) der Patienten heraus. Die häufigsten malignen IT waren skelettale Osteolysen ($n = 3$) und Lungenrundherde ($n = 3$), gefolgt von Osteolysen der HWS und BWS ($n = 2$) und Impressionsfrakturen der BWS ($n = 2$). Die meisten Patienten hingegen wiesen harmlose IF auf. 318 harmlose IF waren bei 14,9 % ($n = 145$) der Patienten zu finden. Zu den häufigsten harmlosen IF zählten degenerative Veränderungen der HWS ($n = 50$) und BWS ($n = 47$). Beschränkte man sich auf die 903 Untersuchungen die einzig Schulteruntersuchungen umfassten, so reduzierte sich der Anteil der Patienten mit IF auf 16,9 % ($n = 153$) bei insgesamt 321 IF. Der Durchschnitt lag bei 2,1 IF pro Patient und somit hier etwas niedriger. Auch der Anteil an Patienten mit IT verringerte sich auf 10,4 % ($n = 94$). Unter diesen Patienten traten 117 IT auf, wobei die häufigsten IT weiterhin axilläre Lymphadenopathien ($n = 23$), Strumen ($n = 22$) und Lungenrundherde ($n = 18$) waren. Davon entfielen 13 IT auf maligne IT bei 0,4 % ($n = 4$) der Patienten. Wie in dem gesamten Patientenkollektiv waren die häufigsten malignen IT Lungenrundherde ($n = 2$), skelettale Osteolysen ($n = 2$), Osteolysen der HWS und Impressionsfrakturen der BWS ($n = 2$). Auch in diesem Patientenkollektiv traten die meisten IF bei Patienten mit harmlosen IF auf, wenn auch weniger als im gesamten Kollektiv. 11,2 % ($n = 101$) der Patienten wiesen 191 harmlose IF auf. Am häufigsten wurden degenerative Veränderungen der BWS ($n = 32$) gefolgt von Aortensklerosen ($n = 24$) erfasst.

In der Literatur werden die Häufigkeiten für CT- und MRT-Untersuchungen meist getrennt voneinander angegeben. Da die Auftretensfrequenz von IF bei verschiedenen Modalitäten unterschiedlich ausfällt (Makdissi et al., 2013), macht eine differenzierte Betrachtung Sinn, um eine bessere Vergleichbarkeit mit ähnlichen Studien zu ermöglichen. Wertete man nur die CT-Untersuchungen des gesamten Patientenkollektivs ($n = 472$) aus, so ergaben sich bei 36,9 % ($n = 174$) der CT-Untersuchungen IF. Das

Auftreten von IT lag bei 21,4 % ($n = 101$), wobei maligne IT bei 1,5 % ($n = 7$) der CT-Untersuchungen auftraten. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den MRT-Untersuchungen des gesamten Patientenkollektivs ($n = 503$), so ergaben sich dort nur bei 6,0 % ($n = 30$) der Patienten IF. IT traten ebenfalls deutlich seltener, in 3,6 % ($n = 18$) der MRT-Untersuchungen, auf. Maligne IT wurden sogar keine festgestellt ($n = 0$).

Wie bereits auch in der gesamten Betrachtung verringerte sich die Auftretenshäufigkeit bei Untersuchungen ausschließlich der Schulter nur geringfügig. So traten unter den CT-Untersuchungen ausschließlich der Schulter ($n = 415$) bei 31,1 % ($n = 129$) der Patienten IF auf. IT wurden in 18,8 % ($n = 78$) der CT-Untersuchungen und maligne IT in 1,0 % ($n = 4$) festgestellt. Auch unter den MRT-Patienten ($n = 488$) verringerten sich die Häufigkeiten. IF wurden bei 4,9 % ($n = 24$), IT bei 3,3 % ($n = 16$) und maligne IT unverändert bei keinem ($n = 0$) der Patienten festgestellt.

Bisher haben sich sehr wenige Studien mit der Prävalenz von IF bei Schulteruntersuchungen auseinandergesetzt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit vergleichbaren Studien mit ähnlichem Untersuchungsbereich verglichen.

Die beste Vergleichbarkeit besitzt die Studie von Chen et al. (2022). Dabei wurden 333 Patienten analysiert, die zwischen Januar 2013 und Dezember 2019 eine präoperative CT-Untersuchung für Schulterendoprothetik erhielten, um die Prävalenz von IF und IT und deren Auswirkung festzustellen. Im Rahmen der Studie wurde festgestellt, dass 39,3 % der Untersuchungen mindestens ein IF ergaben. IT wurden in 11,4 % der Patienten festgestellt und diese stellten sich bei zwei Patienten (0,6 %) als maligne IT heraus. Die beste Vergleichbarkeit der Prävalenzangaben der Studie ist mit den Prävalenzen der IF, IT und malignen IT bei ausschließlich Schulteruntersuchungen der vorliegenden Arbeit gegeben. Das Durchschnittsalter fiel mit 66,2 Jahren sehr nahe zu dem der vorliegenden Arbeit (62,8 Jahre) aus. Die Prävalenzen erweisen sich im direkten Vergleich als sehr ähnlich (39,3 % vs. 31,1 % IF, 11,4 % vs. 18,8 % IT und 0,6 % vs. 1,0 % maligne IT). Aufgrund der vergleichbaren Altersverteilung und des übereinstimmenden Untersuchungsvolumens, war es zu erwarten, dass die Prävalenzen sehr nahe beieinander liegen würden. Die geringfügigen vorhandenen Abweichungen sind auf die begrenzten Größen der Untersuchungskollektive beider Studien (333 vs. 415 Patienten) und den leichten Altersunterschied zurückzuführen. Außerdem ist anzunehmen, dass sich die Studienpopulationen hinsichtlich etlicher Faktoren wie z. B. Ethnie, Lebensumstände, Vorerkrankungen und Risikofaktoren unterschieden.

Lopez et al. (2022) untersuchten 302 Patienten, die zwischen 2015 und 2020 ebenfalls eine präoperative CT-Untersuchung der Schulter für Schulterendoprothetik erhielten, allerdings ausschließlich nach Prävalenz und Management von inzidentell entdeckten Lungenrundherden. Bei 22,8 % der untersuchten Personen stellte sich mindestens ein Lungenrundherd dar. Bei zwei Patienten (0,7 %) stellte sich der Lungenrundherd als maligne heraus. Auch bei dieser Studie ist die beste Vergleichbarkeit der Prävalenzen der Lungenrundherde mit den Prävalenzen bei ausschließlich Schulteruntersuchungen der vorliegenden Arbeit gegeben, allerdings nur mit den Prävalenzen der IT und malignen IT. Diese Häufigkeiten decken sich zum Teil mit den Ergebnissen in der vorliegenden Arbeit (22,8 % Lungenrundherde vs. 18,8 % IT und 0,7 % maligne Lungenrundherde vs. 1,0 % maligne IT), allerdings ist zu beachten, dass in der Studie zwar ausschließlich Lungenrundherde erfasst wurden, diese aber mehrere Lungenpathologien beinhalteten und somit die Einschlusskriterien für IT weiter als in der vorliegenden Studie gefasst wurden. Darüber hinaus lag das Durchschnittsalter der Studie von Lopez et al. (2022) bei 70,7 Jahren und damit höher als in der vorliegenden Arbeit (62,8 Jahre), wodurch auch verhältnismäßig mehr IT zu erwarten sind (siehe 4.2).

Die Studie von Perumal et al. (2021), die sich über einen Zeitraum von zwölf Jahren erstreckte und sich mit der Prävalenz von IF unter 695 MRT-Untersuchung des Plexus brachialis auseinandersetzte, stellte eine Auftretenshäufigkeit von 72,2 % für IF, 18,0 % für IT und 6,3 % für maligne IT fest. Das Durchschnittsalter lag bei 41,9 Jahren und damit etwas niedriger als das Durchschnittsalter aller Patienten mit MRT-Untersuchungen der Schulter in der vorliegenden Studie von 49,3 Jahren. Die große Diskrepanz der ermittelten Prävalenzen gegenüber der vorliegenden Arbeit (72,2 % vs. 6,0 % IF, 18,0 % vs. 3,6 % IT und 6,3 % vs. 0,0 % maligne IT) lässt sich auf das viel größere Untersuchungsvolumen der Studie von Perumal et al. (2021) zurückführen, welches Schädelbasis, Hals, beide Schultern und den oberen Thorax enthielt. Zwar waren ähnlich umfangreiche MRT-Untersuchungen auch im gesamten Patientenkollektiv der vorliegenden Studie enthalten, allerdings machten sie nur einen sehr geringen Anteil von 3,0 % (15 Untersuchungen) aus. Im Allgemeinen umfassen MRT-Untersuchungen der Schulter meist nur die medialen und caudalen Strukturen der Axilla und Brustwand und die apikalen Teile der ipsilateralen Lunge (Motamedi et al., 2014). Dies war auch für die meisten MRT-Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit der Fall.

Im Gegensatz zu Untersuchungen der Schulter existieren deutlich mehr Studien, welche die Häufigkeit von IF für Untersuchungen des Thorax erfassten. In der Studie von

Kilsdonk et al. (2021) wurden 232 Patienten mit Verdacht auf eine Infektion mit SARS-CoV-2 einer Thorax-CT-Untersuchung unterzogen, um den Infektionsverdacht zu bestätigen. Dabei wurden bei 54 % der Patienten IF und bei 23 % IT festgestellt. Das Durchschnittsalter der Probanden lag bei 50,0 Jahren. Verglichen mit der vorliegenden Arbeit stellte sich das Alter geringer dar (50,0 Jahre vs. 64,2 Jahre). Dennoch wurden im Rahmen der Studie von Kilsdonk et al. (2021) häufiger IF festgestellt (54 % vs. 36,9 % IF) bei sehr ähnlicher Prävalenz von IT (23 % vs. 21,4 %). Die Autoren schrieben, dass trotz der jüngeren Altersgruppe mehr IT als erwartet festgestellt wurden. Sie vermuteten als mögliche Begründung eine abweichende Einteilung von IF und IT zwischen den verschiedenen Studien. Da sich diese unterschiedliche Einteilung der Befunde in IF und IT auch auf die vorliegende Arbeit und die Studie von Kilsdonk et al. (2021) übertragen lässt, ist der Vergleich der Ergebnisse mit Vorbehalt zu betrachten. Dennoch entspricht es der Erwartung, dass trotz einer jüngeren Studienpopulation, aufgrund des größeren Untersuchungsvolumens einer Thorax-CT-Untersuchung, gleich hohe oder sogar höhere IF-Häufigkeiten erfasst wurden.

Eine weitere Studie wurde von Mortani Barbosa and Osuntokun (2019) veröffentlicht, wobei 1113 Thorax-CT-Untersuchungen bei Traumapatienten über einen Zeitraum von sechs Jahren ausgewertet wurden. Dabei traten bei 62,3 % der Patienten IF auf. Auch in dieser Studie wurden die auftretenden IF anhand einer möglichen klinischen Signifikanz weiter unterteilt. Diese Unterteilung orientierte sich daran, ob der Radiologe den IF nur im Fließtext des Berichts oder auch in der Zusammenfassung vermerkte. So ergaben sich 32,8 % potenziell klinisch signifikante IF, am ehesten mit IT in der vorliegenden Arbeit vergleichbar. Das Durchschnittsalter stellte sich mit 49 Jahren (vs. 64,2 Jahre) ebenfalls niedriger als in der vorliegenden Studie dar. Die in der Studie von Mortani Barbosa and Osuntokun (2019) beschriebenen Häufigkeiten sind deutlich höher als in der vorliegenden Arbeit (62,3 % vs. 36,9 % IF und 32,8 % vs. 21,4 % IT), falls aufgrund der abweichenden Einteilung überhaupt ein kompetenter Vergleich möglich ist. Hier liegt ebenfalls die Vermutung nahe, dass aufgrund des viel größeren Untersuchungsvolumens der Thorax-CT-Untersuchung deutlich mehr IF zu erwarten sind als bei einer CT-Untersuchung der Schulter.

Neben Studien mit Untersuchungen des Thoraxes ist auch das Auftreten von extrakardialen IF bei kardialen CT-Untersuchungen gut belegt. So bestimmten Karius et al. (2019) die Häufigkeit von extrakardialen Befunden unter 4209 CT-Angiographien bei 3898 Patienten ohne signifikante koronare Herzkrankheit im Zeitraum von 2000 bis

2014. Bei 30,2 % der Patienten wurden IF erfasst, bei 2,4 % IT und bei 0,1 % wurden sogar maligne IT bestätigt. Zu beachten ist jedoch, dass die Definition der IF in der Studie auch bereits vorbekannte IF einbezog. Nur IT und malignen IT wurden von den Autoren so definiert, dass sie tatsächlich inzidenteller Natur waren, also keine vorbekannten IF beinhalteten. Ferner ist zu beachten, dass es sich dabei nur um extrakardiale IF handelte und somit jegliche kardialen Diagnosen, selbst wenn inzidentell, nicht enthalten waren. Das Durchschnittsalter der Studienpopulation betrug 59,1 Jahre (vs. 64,2 Jahre) und lag damit relativ nahe an dem Alter der vorliegenden Studie. Im direkten Vergleich mit den Prävalenzen der vorliegenden Arbeit fällt auf, dass die Häufigkeiten von IF, trotz dem Einbeziehen von vorbekannten IF und dem größeren untersuchten Thoraxvolumen etwas niedriger ausfielen (30,2 % vs. 36,9 % IF, 2,4 % vs. 21,4 % IT und 0,1 % vs. 1,5 % maligne IT). Als ein möglicher Grund für die Diskrepanz der Prävalenzen kann das Fehlen von kardialen IF angesehen werden. Für die starke Abweichung der IT und malignen IT ist einschränkend zu beachten, dass in der Studie einzig die Empfehlung des Radiologen im Bericht zur Bewertung von relevanten Befunden, also IT, herangezogen wurde, was in der vorliegenden Arbeit anders gehandhabt wurde. Somit ist es fraglich, ob ein verlässlicher Vergleich überhaupt möglich ist. Eine weitere Studie zu extrakardialen IF wurde von Staab et al. (2014) bei Patienten mit CT-Untersuchungen vor chirurgischer Transkatheter-Aortenklappenimplantation zwischen Mai 2012 und Oktober 2013 durchgeführt. Es wurden 204 Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 80,5 Jahren untersucht. Dabei wiesen 70,6 % der Untersuchungen extrakardiale IF auf, 17,1 % IT und 3,9 % maligne IT. Das untersuchte Areal umfasste den unteren Teil des Halses, die thorakalen und pelvinen Organe und die Brustwand. Im Vergleich mit der vorliegenden Studie fällt auf, dass das Durchschnittsalter deutlich über dem der vorliegenden Arbeit lag (80,5 vs. 64,2 Jahre). Weiter befand sich die Prävalenz von IF deutlich höher, wobei IT etwas niedriger und maligne IT wiederum etwas höher ausfielen (70,6 % vs. 36,9 % IF, 17,1 % vs. 21,4 % IT und 3,9 % vs. 1,5 % maligne IT). Die Autoren erwähnten, dass die hohe Prävalenz von IF auf ein grundlegendes vermehrtes Vorhandensein von Komorbiditäten im Patientenkollektiv und dem erhöhten Patientenalter zurückzuführen sei, weshalb auch die Transkatheter-Aortenklappenimplantation anstatt der konventionellen Operation geplant wurde (Staab et al., 2014). Eine weitere Erklärung ist auch hier die unterschiedliche Einteilung der IF.

Gravina et al. (2017) untersuchten die Prävalenz von extrakardialen IF bei kardialen MRT-Untersuchungen. Von den 742 Patienten, mit einem Durchschnittsalter von 51,0 Jahren, wiesen 14,7 % IF und 5,0 % IT auf. In der Studie wurde nicht zwischen IT und malignen IT unterschieden, weshalb nur die Prävalenz von IF und IT für einen Vergleich mit der vorliegenden Studie herangezogen werden kann. Dabei ist festzustellen, dass sowohl die Prävalenz von IF als auch IT höher ausfielen als in der vorliegenden Studie (14,7 % vs. 6,0 % IF und 5,0 % vs. 3,6 % IT). Die Durchschnittsalter der Studienpopulationen lagen nicht weit voneinander entfernt (51,0 vs. 49,3 Jahre). Ein kompetenter Vergleich zwischen den Prävalenzen der Studien ist aufgrund des sehr kleinen und damit sich kaum überschneidenden Untersuchungsvolumens bei Schulter-MRT-Untersuchungen kaum möglich.

Die bis heute umfangreichste, allgemeine Arbeit zu IF bei MRT- und CT-Untersuchungen wurde von O'Sullivan et al. (2018) durchgeführt. Sie fassten in einem Umbrella Review die IF-Prävalenzen von 20 systematischen Übersichtsarbeiten zusammen und ermittelten, dass die höchste Prävalenz von IF mit 45 % bei CT-Untersuchungen des Thorax auftrat. Dem schlossen sich CT-Koloskopie mit 38 % und MRT-Untersuchung des Herzens mit 34 % an. Das Mittelfeld stellten MRT-Untersuchungen der Wirbelsäule und des Gehirns mit 22 % dar, wobei die niedrigste Prävalenz bei Ganzkörper-PET- oder PET/CT-Untersuchungen mit 2 % auftrat. Sie bestimmten ferner die relative Häufigkeit von IF in verschiedenen Organen, die sich als maligne herausstellten. Dabei stellte sich die Malignitätsrate am höchsten in der Brust dar, wo sich 42 % der IF als bösartig erwiesen. IF der Ovarien erwiesen sich zu 28 % als maligne, im Kolon zu 17 %, in der Prostata zu 11 % und in der Parotis zu 5 %. IF des Gehirns und der Nebennieren stellten sich annähernd zu 0 % als maligne heraus.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass neben unterschiedlich selektierten Studienpopulationen mit verschiedenen Risikoprofilen, sei es Alter oder Grunderkrankungen, auch unterschiedliche Untersuchungsprotokolle mit vielfältigen Untersuchungsvolumina und schlussendlich auch uneinheitliche Einteilung der IF nach anderen Kriterien zu weit divergierenden Prävalenzen führen. So kamen auch Aldington et al. (2011) zu dem Schluss, dass die Prävalenzraten von der Studienpopulation, dem Studienprotokoll und der Definition von IF abhängen. Ferner konstatierten Aldington et al. (2011), dass wenn das Studienkollektiv nicht zufällig aus einer Gesamtpopulation ausgewählt wird, die Auftretenswahrscheinlichkeit von IF möglicherweise mit der Aufnahmewahrscheinlichkeit in das Studienkollektiv korreliert und somit nicht auf andere Studien und

damit andere Populationen übertragbar sei. Somit lässt sich festhalten, dass sich bisher keine Studie derart mit der Prävalenz von IF bei orthopädischen Untersuchungen der Schulter befasst hat, wie es in der vorliegenden Arbeit der Fall ist.

4.2 Beeinflussung der Prävalenz durch Patientencharakteristiken

Es wurden die erfassten Patientencharakteristiken nach statistisch signifikanten Unterschieden in der Auftretenshäufigkeit von IF untersucht. Dabei stellte sich der durchschnittliche Patientenaltersunterschied im gesamten Patientenkollektiv als statistisch signifikant dar. Wobei Patienten mit IF im Schnitt 14,77 Jahre älter ($p < 0,001$) waren. Patienten mit IT waren 13,58 Jahre ($p < 0,001$) und mit malignen IT sogar 15,00 Jahre älter ($p = 0,032$). Unter den Patienten, die ausschließlich an der Schulter untersucht wurden, lag das Durchschnittsalter der Patienten mit IF und IT ebenfalls signifikant höher (IF: 13,33 Jahre, $p < 0,001$; IT: 12,52 Jahre, $p < 0,001$). Einzig der Altersunterschied bei malignen IT erreichte das Signifikanzniveau nicht ($p = 0,074$). Dies lässt sich auf die geringe Anzahl an Patienten mit malignen IF ($n = 4$) in dieser Stichprobe zurückführen.

Im direkten Vergleich der Patientengruppen der Senioren (65 Jahre und älter) und der Erwachsenen (18–64 Jahre) ließ sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied feststellen. So traten im gesamten Patientenkollektiv bei den Senioren in 39,5 % und bei den Erwachsenen in 11,5 % der Fälle IF auf ($p < 0,001$). Auch IT und maligne IT traten signifikant häufiger unter den Senioren auf (IT: 23,1 % Senioren, 6,7 % Erwachsene, $p < 0,001$; maligne IT: 1,5 % Senioren, 0,3 % Erwachsene, $p = 0,039$). Wie im gesamten Untersuchungskollektiv ließ sich auch unter den Patienten mit ausschließlich Schulteruntersuchungen ein signifikanter Unterschied zwischen Senioren und Erwachsenen für IF und IT darstellen (IF: 32,6 % Senioren, 9,8 % Erwachsene, $p < 0,001$; IT: 19,9 % Senioren, 6,1 % Erwachsene, $p < 0,001$). Einzig für die Häufigkeit von malignen IT zwischen den Senioren und Erwachsenen ließ sich kein signifikanter Unterschied bestimmen ($p = 0,070$). Auch hier lässt sich das Ergebnis vermutlich auf die zu geringe Stichprobengröße zurückführen.

Betrachtet man die Literatur, so konnten Lopez et al. (2022) in ihrer Studie keinen signifikanten Altersunterschied konstatieren. Dies lag vermutlich aber an dem generell sehr hohen Durchschnittsalter der gesamten Studienpopulation von 70,7 Jahren (vs. 62,8 Jahre bei ausschließlich CT-Untersuchungen der Schulter). Die Autoren schrieben selbst, dass das Ergebnis nicht auf jüngere Altersgruppen übertragen werden

könne (Lopez et al., 2022). Abgesehen davon wurde der Altersunterschied jedoch von einer Vielzahl an Studien erwiesen (Aldington et al., 2011; Barrett et al., 2009; Kilsdonk et al., 2021; Mortani Barbosa and Osuntokun, 2019; Perumal et al., 2021; Yap et al., 2015). Staab et al. (2014) wiesen zudem sogar nach, dass mit steigendem Alter auch die Anzahl an IF zunimmt. In dem Zusammenhang stellten Orme et al. (2010) einen statistischen Anstieg der IF-Wahrscheinlichkeit von 4,2 % pro Lebensjahr fest.

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten mit IF und IT stellte sich sowohl im gesamten Kollektiv (IF: 8,38 kg, $p < 0,001$; IT: 8,27 kg, $p = 0,001$) als auch bei den Patienten mit ausschließlich Untersuchungen der Schulter (IF: 7,44 kg, $p = 0,002$; IT: 7,11 kg, $p = 0,014$) als signifikant niedriger dar. Der Unterschied in den Durchschnittsgewichten der Patienten mit malignen IT wies sowohl im gesamten Kollektiv als auch in der Auswahl mit ausschließlich Schulteruntersuchungen keinen signifikanten Unterschied auf, obwohl der Gewichtsunterschied größer ausfiel (gesamt: 14,68 kg, $p = 0,140$; nur Schulter: 10,80 kg, $p = 0,348$) als für IF und IT. Auch hier lässt sich das Nichterreichen des Signifikanzniveaus auf die zu kleine Stichprobe (gesamt: $n = 4$; nur Schulter: $n = 3$) zurückführen. Zu erwähnen ist, dass das Gewicht nur bei 47,2 % der Patienten im Gesamtkollektiv und bei 46,5 % der Patienten mit Untersuchungen ausschließlich der Schulter erfasst wurde, somit konnte nicht jeder Patient mit einem IF, bzw. IT, in die Bestimmung des Durchschnittsgewichts miteinbezogen werden. In der Literatur wird ein starker Zusammenhang zwischen höherem Gewicht und häufigerem Auftreten von IF und IT beschrieben (Morin et al., 2009). Eine mögliche Erklärung für den im Vergleich dazu in der vorliegenden Arbeit beschriebenen gegenteiligen Effekt ist die Verzerrung des Ergebnisses durch das gehäufte Auftreten von IF bei älteren Patienten und dem gleichzeitigen Abnehmen des Körpergewichtes im Alter (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022).

Für die durchschnittliche Körpergröße konnte in keinem Fall ein signifikanter Unterschied bestimmt werden, wobei auch hier nicht bei jedem Patienten die Körpergröße bekannt war. So war nur bei 40,5 % der Patienten im Gesamtkollektiv und bei 40,3 % der Patienten mit ausschließlich Schulteruntersuchungen die Körpergröße bestimmbar. Diese Patientencharakteristik wurde in der einschlägigen Literatur nur im Rahmen des Body-Mass-Index erfasst und somit ist kein eigenständiger Vergleich möglich.

Zwischen der Gruppe der männlichen und weiblichen Patienten ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen. Dennoch traten im Gesamtkollektiv IF und IT etwas häufiger unter Frauen auf (IF: 23,1 % Frauen, 18,9 % Männer, $p = 0,107$; IT: 13,6 %

Frauen, 10,9 % Männer, $p = 0,211$). Diese Tendenz wiederholte sich auch unter den Patienten mit ausschließlich Schulteruntersuchungen (IF: 19,0 % Frauen, 15,0 % Männer, $p = 0,105$; IT: 12,2 % Frauen, 8,8 % Männer, $p = 0,097$). Maligne IT traten im Gesamtkollektiv vier Mal bei Männern und drei Mal bei Frauen ($p = 1,000$) und unter den Patienten mit ausschließlich Schulteruntersuchungen gleich oft ($p = 1,000$) auf. Lopez et al. (2022) fanden im Rahmen ihrer Untersuchungen sogar einen signifikant höheren Frauenanteil unter den Patienten mit IT (63,8 % vs. 46,4 %, $p = 0,011$). Der gegenteilige Effekt wurde in der Studie von Perumal et al. (2021) beschrieben. Dort hatten Männer eine 24% höhere Rate an IF gegenüber Frauen ($p < 0,001$).

Unter der Verwendung von Kontrastmittel lag im gesamten Patientenkollektiv die Häufigkeit von IF und IT signifikant höher (IF: 34,2 % mit Kontrastmittel, 19,8 % ohne Kontrastmittel, $p = 0,003$; IT: 20,3 % mit Kontrastmittel, 11,5 % ohne Kontrastmittel, $p = 0,023$). Alle malignen IF traten ohne Kontrastmittelgabe auf, aber es ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied feststellen ($p = 1,000$). Unter den Patienten mit ausschließlich Schulteruntersuchungen traten nur IF signifikant häufiger unter Kontrastmittelgabe auf (IF: 26,6 % mit Kontrastmittel, 16,2 % ohne Kontrastmittel, $p = 0,033$). Für IT und maligne IT konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (IT: $p = 0,321$; maligne IT: $p = 1,000$). Dass unter Kontrastmittelanwendung mehr IF festgestellt werden, wurde auch von Spreng et al. (2005) festgestellt. Dabei wurden bei CT-Kolonographien unter intravenöser Kontrastmittelgabe in 31 % der Untersuchungen IF festgestellt, während ohne Kontrastmittel nur in 13 % der Untersuchungen IF festgestellt wurden ($p = 0,12$). Der Einsatz von Kontrastmittel birgt den Vorteil, dass extravaskuläres Gewebe besser beurteilt werden kann und somit eine Charakterisierung suspekter parenchymatöser Läsionen möglich ist (Iezzi et al., 2007). Zwischen den CT- und MRT-Untersuchungen ließ sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied der Auftretenshäufigkeit von IF, IT und malignen IT feststellen, sowohl im gesamten Patientenkollektiv (IF: 36,9 % CT, 6,0 % MRT, $p < 0,001$; IT: 21,4 % CT, 3,6 % MRT, $p < 0,001$; maligne IT: 1,5 % CT, 0,0 % MRT, $p = 0,005$) als auch unter den Patienten mit ausschließlich Schulteruntersuchungen (IF: 31,1 % CT, 4,9 % MRT, $p < 0,001$; IT: 18,8 % CT, 3,3 % MRT, $p < 0,001$; maligne IT: 1,0 % CT, 0,0 % MRT, $p = 0,031$). Aufgrund des weiteren FOV verfügt das CT über ein größeres Untersuchungsvolumen, was zu einer höheren Auftretenswahrscheinlichkeit von IF im Vergleich zu anderen Modalitäten beitragen kann (Lumbreras et al., 2010). In diesem Zusammenhang erwähnen Yap et al. (2015), dass manche CT-Untersuchungen in einem

kleineren FOV rekonstruiert werden, obwohl die Rohdaten ein größeres Sichtfeld zulassen würden, was diesen Vorteil relativiert.

Darüber hinaus schreiben Perumal et al. (2021), dass Patienten, die eine MRT-Untersuchung erhalten im Durchschnitt jünger sind als solche, die organspezifische CT-Untersuchungen erhalten, weshalb die Prävalenz von IF bei MRT-Untersuchungen zusätzlich erniedrigt sein könnte.

Laut Orme et al. (2010) hängt die Prävalenz von IF signifikant von Modalität, untersuchter Körperregion und Alter ab. Daraus schlossen Makdissi et al. (2013), dass die Prävalenz von IF untersuchungsspezifisch sei. Yap et al. (2015) schreiben, dass Untersuchungen des Thorax, Abdomens und des Pelvis aufgrund des großen erfassten Volumens die höchsten Prävalenzen für IT aufweisen, wohingegen IT an den Extremitäten und am Kopf am seltensten erfasst werden.

4.3 Bedeutung von inzidentellen Befunden

Die starke Häufung von IF in den letzten Jahrzehnten ist das Produkt eines rasanten Anstiegs der Verwendung von diagnostischen Schnittbildverfahren (Smith-Bindman et al., 2008) und der höheren räumlichen Auflösung, mit der diese Untersuchungen durchgeführt werden (Boutet et al., 2017; Kole and Fiester, 2013; Morris et al., 2009). Mit zunehmender Häufung von IF im klinischen Alltag werden die Stimmen lauter, die ein einheitliches Klassifizierungssystem fordern, um Erfassung, Bewertung und Nachsorge von IF festzulegen und dem überweisenden Arzt als ein standardisierter Leitfaden zu dienen (Yap et al., 2015). So können sich IF, wie zum Beispiel zufällig entdeckte pulmonale Rundherde auf präoperativen Schulter-CT-Untersuchungen, als eine Quelle von Unsicherheit für den behandelnden Chirurgen erweisen, ob der ursprünglich geplante Eingriff abgebrochen, verzögert oder verschoben und die Abklärung des IF vorrangig behandelt werden sollte (Lopez et al., 2022). In diesem Zusammenhang stellten Cochon et al. (2019) fest, dass dieselbe Untersuchung unter verschiedenen auswertenden Radiologen zu unterschiedlichen Einschätzungen der IF führen kann. Da innerhalb einer Einrichtung mehrere Radiologen für die Auswertung von Untersuchungen zuständig sind, ist es sehr unwahrscheinlich, dass derselbe Radiologe alle durchgeführten Untersuchungen bewertet, was zu einer substantiellen Heterogenität der Erfassung, Bewertung und schlussendlich auch des Managements von IF führt (O'Sullivan et al., 2018). Dieser Umstand trägt damit zu vermehrter Unsicherheit im adäquaten klinischen Umgang mit IF bei.

Für den größten Teil der IF lässt sich festhalten, dass sie meist keine echten Neoplasien darstellen oder zumindest nicht mit klinischer Morbidität verbunden sind (Yamauchi et al., 2019). Demnach ist vor allem in asymptomatischen Patienten die Risiko-Nutzen-Abwägung von Folgeuntersuchungen für IF nicht immer leicht (Aldington et al., 2011). So kann die Erfassung eines IF, der sich möglicherweise schlussendlich als harmlos herauskristallisiert, zu einem Kaskadeneffekt von zusätzlichen diagnostischen Verfahren und medizinischen Behandlungen führen, welche ihre eigenen Risiken und schädliche Nebenwirkungen für den Patienten bergen können (Mold and Stein, 1986). So setzen CT-Untersuchungen den Patienten einer erheblichen Strahlenexposition aus (Smith-Bindman et al., 2008) und auch das eingesetzte Kontrastmittel bei gewissen CT- und MRT-Untersuchungen birgt das Risiko von allergischen Reaktionen und Nephropathien (O'Sullivan et al., 2018). Zwar sind Folgeuntersuchungen häufig nur mit finanziellem und zeitlichem Aufwand verbunden, können aber auch zu riskanten und kostspieligen großen chirurgischen Eingriffen heranwachsen (Casarella, 2002). In Extremfällen wird bei Patienten mit harmlosen IF dadurch iatrogene Morbidität kreiert, die sogar bis zum Tod führen kann (Brady, 2020; Chojniak, 2015).

Die Nachsorge und aufwändige diagnostische Folgeuntersuchungen sind mit zum Teil hohen Kosten für das Gesundheitssystem verbunden (Yamauchi et al., 2019). Xiong et al. (2006) kamen unter 225 CT-Kolonographien mit extrakolonischen IF zu dem Schluss, dass die Folgekosten der IF, die ursprünglichen Kosten der CT-Kolonographien überstiegen. Dabei waren die Zusatzkosten mehrheitlich durch sich anschließende chirurgische Eingriffe bei einem kleinen Teil des Studienkollektivs verursacht worden. Zu einem ähnlichen Schluss kamen auch Morgan et al. (2015), wobei sie die tatsächlich verursachten Kosten höher vermuteten, als in der Studie ermittelt.

Priola et al. (2013) untersuchten die Folgekosten von IF bei einem 5-Jahres Lungenkrebsvorsorgeuntersuchungsprogramm. Sie kamen zu dem gegenteiligen Schluss, dass die zusätzlichen Kosten niedrig und vertretbar wären. Einschränkend ist zu erwähnen, dass diese Folgeuntersuchungen mehrheitlich Ultraschalluntersuchungen waren und die Kosten für etwaige chirurgische Eingriffe oder medikamentöse Therapien nicht berücksichtigt wurden. Auch Yee et al. (2010) beschrieben chirurgische Interventionen als den Hauptkostentreiber, wobei die Kosten für Follow-up und Zusatzuntersuchungen im Verhältnis dazu gering ausfielen. Lee et al. (2007) zufolge wurden nur 8 % der kostenintensiven Folgeuntersuchungen (CT-, MRT-, Ultraschall-,

nuklearmedizinische Untersuchungen) infolge einer vorherigen Empfehlung eines Radiologen durchgeführt. Aus dieser Studie geht jedoch nicht klar heraus, wie oft die vom Radiologen ausgesprochene Empfehlung einer Folgeuntersuchung nicht stattgefunden hat (Brady, 2020). Allerdings beklagen Lumbreras et al. (2010), dass verhältnismäßig wenige Studien existieren, die sich mit der Kosteneffektivität von IF-Folgeuntersuchungen auseinandersetzen.

Neben den Kosten für das Gesundheitssystem können durch mögliche Änderungen des Versicherungsstatus und Prämien von Kranken- oder Lebensversicherungen auch direkte finanzielle Nachteile für die Patienten erwachsen (Booth et al., 2010; Brady, 2020). Aus einem konträren Winkel betrachtet, lässt sich auch ein gewisses finanzielles Interesse in manchen Gesundheitssystemen vermuten. Somit kann es durchaus im Interesse des Radiologen oder des Krankenhauses liegen, gut honorierte Folgeuntersuchungen zu veranlassen (Brady, 2020).

Zu allem dem kommt hinzu, dass IF generell Ängste bei Patienten hervorrufen können (Casarella, 2002; Powell, 2014), was das Bedürfnis nach Folgeuntersuchungen weckt, wie Heath (2014) schrieb, mit dem Ziel „sicher zu sein, was wir finden“. Hegedüs et al. (2019) fanden durch Befragung ihrer Studienteilnehmer heraus, dass Patienten nach Unterrichtung über festgestellte, aber nicht abschließend bewertete IF, über ein hohes Stressniveau verfügten. Dabei, so meinten Booth et al. (2016), beflügelt der gesellschaftlich verankerte Wunsch nach eindeutigen Diagnosen oder Tatsachen auch die Tendenz zum Überdiagnostizieren. Ferner droht dieser Wunsch den behandelnden Arzt seiner Rolle als sachkundigen Lieferant von Information und Handlungsempfehlungen zu berauben und propagiert endlose Untersuchungen bis die erhoffte Gewissheit erreicht ist (Brady, 2020). Diese potentielle risikoaverse Haltung sowohl der Patienten als auch der Ärzte, ganz nach dem Motto „sicher ist sicher“, trägt dazu bei, dass ein vermutlich harmloser IF nicht einfach ohne weitere Untersuchung akzeptiert werden kann, selbst wenn die Chance einer ernsthaften Diagnose äußerst gering ist (Berland et al., 2010; Chojniak, 2015). Wolf et al. (2008a) gehen sogar so weit zu behaupten, dass Patienten von der Übermittlung von vermutlich harmlosen IF wahrscheinlich mehr Belastung als Nutzen erfahren.

Demgegenüber steht die Aussage des American Medical Association Council on Ethical and Judicial Affairs (2013), wonach es die Pflicht des Arztes ist, dem Patienten die medizinischen Tatsachen genau zu offenbaren und dem Patienten alle relevanten Informationen mitzuteilen. Wenn sich Radiologen jedoch entscheiden IF nicht zu

übermitteln und sich zu einem späteren Zeitpunkt der Fall bewahrheitet, dass es sich bei dem IF um einen relevanten Befund oder sogar ein Karzinom gehandelt hat und somit die Gesundheit des Patienten gefährdet wurde, so ist dies ein Behandlungsfehler und daraus kann durchaus ein rechtliches Verfahren resultieren (Berlin, 2013).

Die Thematik wird noch komplexer, da Schnittbildgebung zunehmend als eine unspezifische, allumfassende Art der Untersuchung eingesetzt wird, ohne das vorherige Festlegen einer konkreten möglichen Verdachtsdiagnose. Dies wirft die Frage auf, inwiefern und welche Befunde als IF zu bewerten sind, wenn in dem Fall alle Befunde als inzidentell anzusehen sind (Maskell, 2018).

Booth et al. (2016) warfen die Frage auf, ob IF nicht als mögliche Nebenwirkungen medizinischer Untersuchungen betrachtet werden sollten. Sie argumentierten weiter, dass selbst wenn die potenziell schädliche Entdeckung eines IF unbeabsichtigt sei, zumindest die Prävalenz von IF und ihr Schadenspotenzial vorherbekannt sein sollte. Dementsprechend müsste über das Auftreten von IF bei bildgebenden Untersuchungen auch in gleichem Maße aufgeklärt und das Einverständnis des Patienten eingeholt werden, wenn sie als Komplikation oder Nebenwirkung der Untersuchung angesehen werden (Brady, 2020). Das Risiko des Auftretens von IF würde so mit dem Patienten besprochen werden, bevor die bildgebende Untersuchung angefordert wird, dem sogenannten „Informed Consent“ (Weiner, 2014). Im Lichte der aktuellen Bewegung des Gesundheitswesens in die Richtung des Shared-Decision-making-Modells für Entscheidungsfindungen erscheint dies allgemein sinnvoll (Berger et al., 2017). In der Realität bleibt dieser Informed Consent vor der Untersuchung weitgehend zurück (Kole and Fiester, 2013), unter anderem weil es für Ärzte schwierig ist, Patienten über die zu erwartende Prävalenz von IF zu informieren, wenn diese wenig bekannt ist (O'Sullivan et al., 2018). Ungeachtet dessen würde trotz der Aufklärung ein Kompetenzgradient zwischen Arzt und Patient im Einschätzen der Auftretenswahrscheinlichkeit von signifikanten IF und deren Auswirkungen verbleiben (Brady, 2020).

Nichtsdestotrotz wird die Übermittlung von signifikanten IF, in dieser Arbeit als IT bezeichnet, an den Patienten als notwendig angesehen (Baugh et al., 2014). Obwohl der Diagnose eines Malignoms häufig das Vorliegen von Symptomen voraus geht (Jensen et al., 2014), werden Neoplasien auch ohne das Vorhandensein von plausiblen mit dem Tumor in Verbindung gebrachten Symptomen und außerhalb von Vorsorge- und Screeninguntersuchungen festgestellt (Koo et al., 2019). Der Stellenwert der Radiologie bei der Diagnosefindung und Behandlung einer Vielzahl von Erkrankungen ist in

den letzten Jahrzehnten sehr hoch gewesen. Durch die gestiegene räumliche Auflösung moderner Computer- und Magnetresonanztomographen wurde eine Medizin ermöglicht, die durch eine Früherkennung von Krankheiten charakterisiert ist und das Potential besitzt, das Wachstum und den Verlauf von Tumoren zu verstehen und im besten Fall zu verändern (Yamauchi et al., 2019). Die Herausforderung für Radiologen und klinisch tätige Ärzte besteht darin, zu unterscheiden, welche IF ignoriert werden können, welche ohne zusätzliche Untersuchung charakterisiert werden können oder welche einer zusätzlichen Abklärung bedürfen (Ferrucci, 1992). Tatsächlich werden mit häufigerer Verwendung von CT-Untersuchungen und damit häufiger Feststellung von IF auch vermehrt asymptotische Erkrankungen, die sonst erst in einem späteren Stadium entdeckt würden, in einem früheren Zustand erkannt (Hara et al., 2000). So ermittelten Homma et al. (1995), dass 1985 nur 13 % der Nierenzellkarzinome inzidentell entdeckt wurden, während es im Jahr 1993 schon 73 % waren. Dieser Umstand hat wohl entscheidend zu der Mortalitäts- und Morbiditätssenkung des Nierenzellkarzinoms beigetragen (Homma et al., 1995). Laut Chervu et al. (1995) wurden 62 % der elektiv operierten abdominellen Aortenaneurysmen inzidentell entdeckt. Shetty et al. (2006) kamen sogar zu dem Schluss, dass jeder IF der Schilddrüse weiter abgeklärt werden müsse, da selbst ein multinodulärer Drüsenbefund das Vorhandensein von Malignität ermöglicht.

Der potenzielle Nutzen von IF besteht somit in der Erkennung von Pathologien in einem frühen Stadium, beispielsweise früherkannte Malignome, wodurch eine effektivere Behandlung möglich wird (Yap et al., 2015). Der größte Gewinn an Gesundheit und Lebenszeit wird in der frühen Erkennung von malignen Prozessen angesehen (Iezzi et al., 2007), aber auch die Kosten für das Gesundheitssystem können durch weniger aufwendige chirurgische Operationen und kürzere stationäre Aufenthalte gesenkt werden (Hara et al., 2000). Manche IF übertreffen an Wichtigkeit sogar die ursprünglich zugrundeliegende Pathologie und müssen vorrangig behandelt werden (Yamauchi et al., 2019). Aber auch die Mortalitätsrate von Pathologien, wie beispielsweise abdominellen Aortenaneurysmen, können bei frühzeitiger, elektiver Operation deutlich gesenkt werden (Hara et al., 2000). Palsdottir et al. (2012) kamen zu dem Schluss, dass eine symptomatische Nierenzellkarzinomdiagnose ein signifikant höheres Mortalitätsrisiko beherbergt als eine inzidentelle. Aufgrund dieses Nutzens ist es wichtig, dass die aufgenommenen Schnittbilder nicht nur zur Abklärung der Grundfragestellung ausgewertet werden, sondern auch sorgfältig untersucht werden, um eine

Fehldiagnose eines klinisch relevanten IF zu vermeiden (Iezzi et al., 2007). Chen et al. (2022) schlugen vor, dass Chirurgen vor allem Patienten mit auffälligen Lungenbefunden besondere Aufmerksamkeit schenken, da diese IT das höchste Malignitätspotential besitzen.

Letztendlich liegt der Fokus beim Patienten und die im klinischen Alltag begrenzten Zeit und Ressourcen sollten dementsprechend auf IF aufgebracht werden, die am wahrscheinlichsten lebensbedrohlich sind (Booth et al., 2016). Forderungen nach weiteren Untersuchungen sollten sich grundsätzlich nach der Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung orientieren und nicht nur an deren Möglichkeit (Brady, 2020). Deshalb sollte grundsätzlich das Potential einer jeglichen Krankheitsfrüherkennung auch gegen mögliche Nachteile für den Patienten und das Gesundheitssystem von jedem radiologisch und klinisch tätigen Arzt abgewogen werden (Lumbreras et al., 2010) und Anamnese und Symptome in den Entscheidungsprozess miteinbezogen werden (Berland et al., 2010).

4.4 Management von inzidentellen Befunden

Versuche Klassifikationssysteme und Leitlinien zu etablieren, um den klinischen Umgang mit IF zu vereinheitlichen und damit auch die Unsicherheiten im Umgang mit IF zu verringern (O'Sullivan et al., 2018), wurden bereits für gewisse Organsysteme und Modalitäten unternommen. Berland et al. (2010) schlugen Managementempfehlungen für IF der Nieren, Nebennieren, Leber und Pankreas bei CT-Untersuchungen vor. Managementempfehlungen für Schilddrüsenknoten bei CT-, MRT-, Ultraschall- und nuklearmedizinischen Untersuchungen wurden von Hoang et al. (2015) veröffentlicht. Für CT-Untersuchungen des Thorax existieren von Munden et al. (2018) Empfehlungen für mediastinale und kardiovaskuläre IF, sowie ebenso von Munden et al. (2021) Empfehlungen für pulmonale IF. MacMahon et al. (2017) veröffentlichten die Managementleitlinien der Fleischner Society für inzidentelle Lungenrundherde bei CT-Untersuchungen. Diese Leitlinie wurde entwickelt, um das Management von kleinen Lungenrundherden zu standardisieren und unnötige Follow-ups in kurzen Zeitabständen zu verringern, da dem aktuellen wissenschaftlichen Stand entsprechend keine Belege für einen Nutzen von Kontrolluntersuchungen für kleine Lungenrundherde früher als ein Jahr vorliegen (Eisenberg et al., 2010). Die Fleischner-Richtlinien empfehlen bei unvollständigen Thorax-CT-Untersuchungen, wie z.B. bei CT-Untersuchungen der Schulter, keine weitere Abklärung von Lungenrundherden unter 6 mm Größe, aufgrund der

langsamen Wachstumsrate und des als sehr niedrig angesehenen Malignitätsrisikos (Horeweg et al., 2014; McWilliams et al., 2013). Mittlere Rundherde (6–8 mm) sollen, je nach klinischem Risiko, innerhalb von 6 bis 12 Monaten eine komplette CT-Untersuchung des Thorax erhalten, um die Größenstabilität der Rundherde zu beurteilen und die in der Schulteruntersuchung nichtabgebildeten Anteile der Lunge ebenfalls zu beurteilen. Rundherde über 8 mm oder verdächtige Rundherde (Milchglastrübung, Spikulation und Lage im Lungenoberlappen) sollen binnen 3 Monaten durch eine vollständige Thorax-CT-Untersuchung abgeklärt werden (MacMahon et al., 2017). Trotz Managementempfehlung verdächtiger Rundherde werden keine Empfehlungen bezüglich des Verschiebens oder Abbrechens geplanter orthopädischer, bzw. chirurgischer Eingriffe bei Vorliegen von verdächtigen Rundherden ausgesprochen (Lopez et al., 2022). Lacson et al. (2012) und Eisenberg et al. (2010) suggerierten, dass die Adhärenz unter Radiologen an die Fleischner-Kriterien im klinischen Alltag noch relativ gering ist.

Dazu beitragen kann auch die möglicherweise voreingenommene und verzerrte Sichtweise auf die Bedeutung von IF in akademischen medizinischen Zentren, aus welchen solche Leitlinien größtenteils entstammen. Die dort vorherrschende Kultur des Versuchs diagnostische Sicherheit zu erlangen, sei es aus Gründen der höheren Krankheitsschwere, der Lehre, der leichteren Verfügbarkeit fortschrittlicher Untersuchungsmethoden oder des Bedarfs an Forschung und tieferer Subspezialisierung, kann die Einschätzung der Thematik im akademischen Kontext verzerren und sich möglicherweise im Praxisalltag als wenig hilfreich erweisen (Berland et al., 2010).

Unter Radiologen gibt es keinen Konsens, in welchem Umfang IF übermittelt werden sollen und wie mit ihnen umzugehen ist (Berlin, 2013); dieser Missstand scheint sich auf alle anderen klinischen Fachbereiche zu übertragen (Booth et al., 2016).

O'Sullivan et al. (2018) konstatierten, dass für viele Organe, darunter auch Brust und Wirbelsäule, noch keine Leitlinien zum adäquaten Umgang mit IF existieren. Dieses Fehlen von standardisierten Managementleitlinien wird als beitragenden Faktor zu suboptimalen klinischen Entscheidungen angesehen und beeinträchtigt damit die Patientenversorgung (Cochon et al., 2019). Dabei forderten O'Sullivan et al. (2018) die radiologischen Fachgesellschaften auf, die Definitionen für IF-Schwellenwerte zu standardisieren und nach Organen zu stratifizieren. Dies würde es Radiologen ermöglichen auf der Grundlage von wissenschaftlicher Evidenz optimalere Empfehlungen an die

überweisenden Ärzte zu geben und damit den Praxisstandard zu elevieren (Johnson et al., 2011).

4.5 Limitationen der Arbeit

Auch wenn in der vorliegenden Arbeit die Ergebnisse der radiologischen Befunde der CT- und MRT-Untersuchungen mit größtmöglicher Sorgfalt und Objektivität bearbeitet und statistisch ausgewertet wurden, sind gewisse einschränkende Faktoren zu erwähnen:

Die stärkste Einschränkung ließ sich auf die zugrundeliegenden Rohdaten zurückführen. In dieser retrospektiven, deskriptiven Studie wurden die radiologischen Befunde ausgewertet und nicht das ursprünglich aufgenommene Untersuchungsmaterial. Somit konnten nur IF ausgewertet werden, die auch vom Radiologen entdeckt und erfasst wurden. Dadurch verbleibt ein nicht beeinflussbares Risiko für falsch-negative Befunde in dieser retrospektiven Studie.

Eine weitere Limitierung stellte die Vergleichbarkeit der Untersuchungsvolumen vor allem der CT-Untersuchungen dar. Trotz teils gleicher Fragestellung und angeforderter Untersuchung wurden unterschiedlich große Volumina aufgenommen und ausgewertet. Somit lässt sich vermuten, dass Untersuchungen mit ungewöhnlich kleinen oder großen Volumina die ermittelten Prävalenzen verzerren konnten.

Zu der Einteilung der IF lässt sich einschränkend festhalten, dass die in der vorliegenden Arbeit zum Tragen gekommene Einteilung der Befunde in IT und IF im Vergleich mit anderen Studien stellenweise unterschiedlich ausfiel. Ferner können gewisse Befunde, z. B. abhängig vom Patientenalter, entweder als harmlos oder als relevant eingestuft werden (Lumbreras et al., 2010). Dies minderte die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit ähnlichen Studien, weswegen ein direkter Vergleich und auch eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Studienpopulationen nicht uneingeschränkt möglich war. Auch war die Stichprobengröße der Studie vermutlich nicht ausreichend, um epidemiologische Aussagen treffen zu können oder die Ergebnisse auf andere Bevölkerungsgruppen zu verallgemeinern.

Eine weitere Einschränkung stellte die Erfassung von inzidentellen Befunden dar, da trotz gründlicher Prüfung der Krankenakte gewisse Befunde möglicherweise fälschlicherweise als inzidentell angenommen wurden, obwohl sie bereits vorbekannt waren oder zuvor in einer anderen Klinik erfasst wurden, dies aber nicht übermittelt wurde.

Des Weiteren wurden auch Patienten mit malignen Vorerkrankungen erfasst, was die Vermutung nahelegt, dass sich diese Tatsache auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von IT ausgewirkt haben könnte. In diesem Zusammenhang ist auch fraglich ob bei bekannter malignen Vorerkrankung nicht ein gewisses Bias des Radiologen vorlag, welches die Auftretenswahrscheinlichkeit von Filia oder IT verändert haben könnte.

4.6 Fazit

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass IF und IT vor allem bei CT-Untersuchungen der Schulter eine hohe Prävalenz haben. Bei MRT-Untersuchungen stellt sich wahrscheinlich der im Vergleich dazu begrenzte FOV als limitierenden Faktor dar.

Da IF die ursprünglich zugrundeliegende Erkrankung an Relevanz übertreffen können und durch eine frühzeitige Erkennung von lebensbedrohlichen Erkrankungen eine effektivere Behandlung ermöglicht wird, sind Radiologen als auch Ärzte angehalten, die Bildgebung genau auszuwerten und geeignete Folgemaßnahmen zu ergreifen.

Mit einer zukünftig steigenden Anzahl an bildgebenden Untersuchungen (Booth et al., 2016) und einer weiter alternden Gesellschaft wird die Prävalenz von IF vermutlich noch weiter zunehmen (Barrett et al., 2009). Die in diesem Kontext noch vorherrschende Diskrepanz zwischen der Fähigkeit IF zu finden und dem Wissen, wie mit diesen IF umzugehen ist (Brady, 2020), kann die Problematik leicht zu einer modernen medizinischen Krise befördern (O'Sullivan et al., 2018). Denn eine Binsenweisheit in der Radiologie lautet, dass je mehr wir untersuchen, desto mehr werden wir finden (Maskell, 2018).

Auch wenn in dem vorliegenden Fallbericht schlussendlich keine therapeutische Konsequenz abgeleitet wurde, unterstreicht es die potenzielle Relevanz solcher inzidentellen Befunde und den durch die frühere Erkennung möglichen Zugewinn an Gesundheit und Lebenszeit (Iezzi et al., 2007). Dabei bedarf es evidenzbasierter Klassifikationssysteme und Leitlinien, um einen effektiven und souveränen klinischen Umgang mit IF zu etablieren (O'Sullivan et al., 2018).

5 ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der gestiegenen räumlichen Auflösung und der Verwendung moderner Computer- und Magnetresonanztomographen häufen sich inzidentelle Befunde in den letzten Jahrzehnten, also Befunde, deren Feststellung nicht mit der durchgeführten Untersuchung beabsichtigt war.

Dabei erweisen sich inzidentelle Befunde oft als Quelle von Unsicherheit für die behandelnden Ärzte und werden von komplexen ethischen und rechtlichen Schwierigkeiten begleitet, da bisher standardisierte, evidenzbasierte Leitlinien zum adäquaten Umgang mit inzidentellen Befunden weitgehend fehlen.

Ziel dieser retrospektiven Studie war es die Prävalenz von inzidentellen Befunden, Inzidentalomen und malignen Inzidentalomen für Untersuchungen der Schulter im Zeitraum vom 29.11.2011 bis zum 12.04.2021 am Universitätsklinikum Mannheim zu erfassen und die Auswirkung verschiedener Patientencharakteristiken auf das statistische Auftreten der Befunde zu untersuchen. Dafür wurden 975 Untersuchungen retrospektiv ausgewertet, von denen 903 ausschließlich die Schulter betrafen.

Unter allen Untersuchungen konnten bei 20,9 % ($n = 204$) der Patienten inzidentelle Befunde festgestellt werden, wobei 14,9 % ($n = 145$) harmlose inzidentelle Befunde, 12,2 % ($n = 119$) Inzidentalome und 0,7 % ($n = 7$) maligne Inzidentalome aufwiesen.

Bei den Untersuchungen ausschließlich der Schulter wurden bei 16,9 % ($n = 153$) der Patienten inzidentelle Befunde festgestellt; dabei wiesen 11,2 % ($n = 101$) harmlose inzidentelle Befunde, 10,4 % ($n = 94$) Inzidentalome und 0,4 % ($n = 4$) maligne Inzidentalome auf.

Signifikante Unterschiede im Auftreten von Befunden wiesen folgende Patientencharakteristiken auf: Das durchschnittliche Patientenalter stellte sich unter allen Befundkategorien, mit Ausnahme der Untersuchungen ausschließlich der Schulter mit malignen Inzidentalomen, als signifikant höher dar. Ebenso stellte sich das durchschnittliche Gewicht unter allen Befundkategorien, mit Ausnahme der Untersuchungen mit malignen Inzidentalomen, als signifikant niedriger dar. Unter Anwendung von Kontrastmittel traten signifikant häufiger Untersuchungen mit harmlosen inzidentellen Befunden und Inzidentalomen auf, mit Ausnahme von Inzidentalomen bei ausschließlich Schulteruntersuchungen. Die Auftretenshäufigkeit von harmlosen inzidentellen Befunden, Inzidentalomen und malignen Inzidentalomen war bei allen

computertomographischen Untersuchungen gegenüber den magnetresonanztomographischen Untersuchungen signifikant erhöht.

Mit der Feststellung von inzidentellen Befunden und Inzidentalomen werden asymptotische Pathologien, die sonst erst in einem späteren Stadium entdeckt würden, in einem frühen Stadium erkannt, was somit eine effektivere Behandlung ermöglicht. Dies wird als großer Gewinn an Gesundheit und Lebenszeit angesehen und kann gleichzeitig die Kosten für das Gesundheitssystem senken. Manche inzidentelle Befunde übertreffen an Wichtigkeit sogar die ursprünglich zugrundeliegende Erkrankung und bedürfen vorrangiger Behandlung.

Aufgrund der hohen Prävalenz von inzidentellen Befunden und Inzidentalomen, vor allem bei computertomographischen Untersuchungen der Schulter, ist es wichtig, dass bildgebende Untersuchungen sorgfältig geprüft werden, um eine Fehldiagnose eines klinisch relevanten inzidentellen Befundes zu vermeiden. Zeitgleich bedarf es evidenzbasierter Managementempfehlungen, um den klinischen Umgang mit inzidentellen Befunden zu verbessern.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Aldington, S., Shirtcliffe, P., Nowitz, M., Kingzett-Taylor, A., Tweed, M., Weatherall, M., Soriano, J.B. und Beasley, R. (2011). Incidental findings from lung CT scans: implications for research. *J Med Imaging Radiat Oncol* 55, 20-25. <https://doi.org/10.1111/j.1754-9485.2010.02224.x>

American College of Radiology (2022): Incidental Findings. <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Incidental-Findings>. Abgerufen 20.03.2022.

American Medical Association Council on Ethical and Judicial Affairs (2013). AMA Code of Medical Ethics' Opinion on Informing Patients about Treatment Options. *AMA journal of ethics* 15, 1301. <https://doi.org/10.1001/virtualmentor.2013.15.1.coet1-1301>.

Ashir, A., Lombardi, A., Jerban, S., Ma, Y., Du, J. und Chang, E.Y. (2020). Magnetic resonance imaging of the shoulder. *Pol J Radiol* 85, e420-e439. <https://doi.org/10.5114/pjr.2020.98394>

Babatunde, O.M., Kim, H.M., Desandis, B.A., Rogers, C.E. und Levine, W.N. (2012). A physician's guide to the physical examination of the shoulder. *Phys Sportsmed* 40, 91-101. <https://doi.org/10.3810/psm.2012.02.1955>

Baker, S.R. und Bhatti, W.A. (2006). The thyroid cancer epidemic: is it the dark side of the CT revolution? *Eur J Radiol* 60, 67-69. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2006.04.022>

Bakhsh, W. und Nicandri, G. (2018). Anatomy and Physical Examination of the Shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev* 26, e10-e22. <https://doi.org/10.1097/jsa.0000000000000202>

Barrett, T.W., Schierling, M., Zhou, C., Colfax, J.D., Russ, S., Conatser, P., Lancaster, P. und Wrenn, K. (2009). Prevalence of incidental findings in trauma patients detected by computed tomography imaging. *Am J Emerg Med* 27, 428-435. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2008.03.025>

Bartsch, S. und Echtermeyer, V., Hrsg. (2005). *Praxisbuch Schulter: Verletzungen und Erkrankungen systematisch diagnostizieren, therapieren, begutachten*, 2. Aufl. (Stuttgart: Georg Thieme Verlag).

Baugh, K.A., Weireter, L.J. und Collins, J.N. (2014). The trauma pan scan: what else do you find? *Am Surg* 80, 855-859.

Behbahani, S., Mittal, S., Patlas, M.N., Moshiri, M., Menias, C.O. und Katz, D.S. (2017). "Incidentalomas" on abdominal and pelvic CT in emergency radiology: literature review and current management recommendations. *Abdom Radiol (NY)* 42, 1046-1061. <https://doi.org/10.1007/s00261-016-0914-5>

Berger, Z.D., Brito, J.P., Ospina, N.S., Kannan, S., Hinson, J.S., Hess, E.P., Haskell, H., Montori, V.M. und Newman-Toker, D.E. (2017). Patient centred diagnosis: sharing diagnostic decisions with patients in clinical practice. *BMJ* 359, j4218. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4218>

Berland, L.L., Silverman, S.G., Gore, R.M., Mayo-Smith, W.W., Megibow, A.J., Yee, J., Brink, J.A., Baker, M.E., Federle, M.P., Foley, W.D., *et al.* (2010). Managing incidental findings on abdominal CT: white paper of the ACR incidental findings committee. *J Am Coll Radiol* 7, 754-773. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2010.06.013>

Berlin, L. (2013). How do you solve a problem like incidentalomas. *Appl Radiol* 42(2), 10-12.

Booth, T.C., Jackson, A., Wardlaw, J.M., Taylor, S.A. und Waldman, A.D. (2010). Incidental findings found in "healthy" volunteers during imaging performed for research: current legal and ethical implications. *Br J Radiol* 83, 456-465. <https://doi.org/10.1259/bjr/15877332>

Booth, T.C., Najim, R. und Petkova, H. (2016). Incidental findings discovered during imaging: implications for general practice. *Br J Gen Pract* 66, 346-347. <https://doi.org/10.3399/bjgp16X685777>

Boutet, C., Vassal, F., Celle, S., Schneider, F.C., Barthélémy, J.C., Laurent, B., Barral, F.G. und Roche, F. (2017). Incidental findings on brain magnetic resonance imaging in the elderly: the PROOF study. *Brain Imaging Behav* 11, 293-299. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9519-4>

Brady, A. (2020). Incidentalomas, SPEW, and VOMIT-radiological dyspepsia? *Eur Radiol* 30, 4968-4973. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06844-3>

Bresler, F., Blum, A., Braun, M., Simon, J.M., Cossin, M., Regent, D. und Molé, D. (1998). Assessment of the superior labrum of the shoulder joint with CT-arthrography and MR-arthrography: correlation with anatomical dissection. *Surg Radiol Anat* 20, 57-62. <https://doi.org/10.1007/bf01628117>

Buckwalter, K.A. (2006). CT Arthrography. *Clin Sports Med* 25, 899-915. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.06.002>

Casarella, W.J. (2002). A patient's viewpoint on a current controversy. *Radiology* 224, 927. <https://doi.org/10.1148/radiol.2243020024>

Chandnani, V.P., Yeager, T.D., DeBerardino, T., Christensen, K., Gagliardi, J.A., Heitz, D.R., Baird, D.E. und Hansen, M.F. (1993). Glenoid labral tears: prospective evaluation with MRI imaging, MR arthrography, and CT arthrography. *AJR Am J Roentgenol* 161, 1229-1235. <https://doi.org/10.2214/ajr.161.6.8249731>

Chen, Y., Shah, S.S., Roche, A.M., Li, L.T., Chilton, M., Saks, B., Macaskill, M. und Ross, G. (2022). Prevalence and Clinical Impact of Incidental Findings on Preoperative 3D Planning Computed Tomography for Total Shoulder Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 6. <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00291>

Chervu, A., Clagett, G.P., Valentine, R.J., Myers, S.I. und Rossi, P.J. (1995). Role of physical examination in detection of abdominal aortic aneurysms. *Surgery* 117, 454-457. [https://doi.org/10.1016/s0039-6060\(05\)80067-4](https://doi.org/10.1016/s0039-6060(05)80067-4)

Chojniak, R. (2015). Incidentalomas: managing risks. *Radiol Bras* 48, Ix-x. <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2015.48.4e3>

Ciochon, R.L. und Corruccini, R.S. (1977). The coraco-acromial ligament and projection index in man and other anthropoid primates. *J Anat* 124, 627-632.

Clarnette, R.G. und Miniaci, A. (1998). Clinical exam of the shoulder. *Med Sci Sports Exerc* 30, S1-6. <https://doi.org/10.1097/00005768-199804001-00001>

Cochon, L.R., Kapoor, N., Carrodeguas, E., Ip, I.K., Lacson, R., Boland, G. und Khorasani, R. (2019). Variation in Follow-up Imaging Recommendations in Radiology Reports: Patient, Modality, and Radiologist Predictors. *Radiology* 291, 700-707. <https://doi.org/10.1148/radiol.2019182826>

Collins, J. (2008). The history of MRI. *Semin Roentgenol* 43, 259-260. <https://doi.org/10.1053/j.ro.2008.06.001>

Culham, E. und Peat, M. (1993). Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 18, 342-350. <https://doi.org/10.2519/jospt.1993.18.1.342>

Davis, S.J., Teresi, L.M., Bradley, W.G., Ressler, J.A. und Eto, R.T. (1991). Effect of arm rotation on MR imaging of the rotator cuff. *Radiology* 181, 265-268. <https://doi.org/10.1148/radiology.181.1.1887045>

Department of Statistics NC State University (1996): Exact Unconditional Homogeneity/Independence Tests for 2X2 Tables. <https://www4.stat.ncsu.edu/~boos/exact/>. Abgerufen 24.03.2022.

Eisenberg, R.L., Bankier, A.A. und Boiselle, P.M. (2010). Compliance with Fleischner Society guidelines for management of small lung nodules: a survey of 834 radiologists. *Radiology* 255, 218-224. <https://doi.org/10.1148/radiol.09091556>

Eisenhart-Rothe, R., Englert, C., Greiner, S., Irlenbusch, U., Jemlich, S., Kasten, P., Kircher, J., Kirchhoff, C., Klinger, H., Kusma, M., *et al.* (2012). [Untersuchungstechniken des Schultergelenkes]. *Obere Extremität* 7, 3-68. <https://doi.org/10.1007/s11678-012-0165-1>

Ferrucci, J.T. (1992). Clinical problem-solving: trapped by an incidental finding. *N Engl J Med* 326, 1432; author reply 1433.

Flohr, T.G., Schaller, S., Stierstorfer, K., Bruder, H., Ohnesorge, B.M. und Schoepf, U.J. (2005). Multi-detector row CT systems and image-reconstruction techniques. *Radiology* 235, 756-773. <https://doi.org/10.1148/radiol.2353040037>

Friedrich, M.J., Wirtz, D.C. und Rößler, P.P. (2018). [Basic Clinical Examination of the Shoulder]. *Z Orthop Unfall* 156, 449-451. <https://doi.org/10.1055/s-0044-100736>

Gimarc, D.C. und Lee, K.S. (2020). Shoulder MR Imaging Versus Ultrasound: How to Choose. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 28, 317-330. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2019.12.012>

Goes, P.C.K. und Pathria, M.N. (2019). Radiographic/MR Imaging Correlation of the Shoulder. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 27, 575-585. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2019.07.005>

Gravina, M., Stoppino, L.P., Casavecchia, G., Moffa, A.P., Vinci, R., Brunetti, N.D., Di Biase, M. und Macarini, L. (2017). Incidental Extracardiac Findings and Their Characterization on Cardiac MRI. *Biomed Res Int* 2017, 2423546. <https://doi.org/10.1155/2017/2423546>

Halder, A.M., Itoi, E. und An, K.N. (2000). Anatomy and biomechanics of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 31, 159-176. [https://doi.org/10.1016/s0030-5898\(05\)70138-3](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(05)70138-3)

Hama, H., Morinaga, T., Suzuki, K., Kuroki, H., Sunami, M. und Yamamuro, T. (1993). The infraspinatus test: An early diagnostic sign of muscle weakness during external rotation of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg* 2, 257-259. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(09\)80086-4](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(09)80086-4)

Hara, A.K., Johnson, C.D., MacCarty, R.L. und Welch, T.J. (2000). Incidental extracolonic findings at CT colonography. *Radiology* 215, 353-357. <https://doi.org/10.1148/radiology.215.2.r00ap33353>

Harrasser, N., Eisenhart-Rothe, R. und Biberthaler, P., Hrsg. (2016). *Facharztwissen Orthopädie Unfallchirurgie* (Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag).

Heath, I. (2014). Role of fear in overdiagnosis and overtreatment--an essay by Iona Heath. *BMJ* 349, g6123. <https://doi.org/10.1136/bmj.g6123>

Hegedüs, P., von Stackelberg, O., Neumann, C., Selder, S., Werner, N., Erdmann, P., Granitza, A., Völzke, H., Bamberg, F., Kaaks, R., *et al.* (2019). How to report incidental findings from population whole-body MRI: view of participants of the German National Cohort. *Eur Radiol* 29, 5873-5878. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06077-z>

Hiremath, S.B., Boto, J., Regnaud, A., Etienne, L., Fitsiori, A. und Vargas, M.I. (2019). Incidentalomas in Spine and Spinal Cord Imaging. *Clin Neuroradiol* 29, 191-213. <https://doi.org/10.1007/s00062-019-00773-5>

Hoang, J.K., Langer, J.E., Middleton, W.D., Wu, C.C., Hammers, L.W., Cronan, J.J., Tessler, F.N., Grant, E.G. und Berland, L.L. (2015). Managing incidental thyroid nodules detected on imaging: white paper of the ACR Incidental Thyroid Findings Committee. *J Am Coll Radiol* 12, 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.09.038>

Hoffmann, M. und Schmücker, R. (2011): Die ethische Problematik der Zufallsbefunde in populationsbasierten MRT-Studien. https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/kfg-normenbegruendung/intern/publikationen/schmuecker/22_hoffmann.schm_cker_-_zufallsbefunde.pdf. Abgerufen 08.05.2022.

Homma, Y., Kawabe, K., Kitamura, T., Nishimura, Y., Shinohara, M., Kondo, Y., Saito, I., Minowada, S. und Asakage, Y. (1995). Increased incidental detection and reduced mortality in renal cancer--recent retrospective analysis at eight institutions. *Int J Urol* 2, 77-80. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2042.1995.tb00428.x>

Horeweg, N., van Rosmalen, J., Heuvelmans, M.A., van der Aalst, C.M., Vliegenthart, R., Scholten, E.T., ten Haaf, K., Nackaerts, K., Lammers, J.W., Weenink, C., *et al.* (2014). Lung cancer probability in patients with CT-detected pulmonary nodules: a prespecified analysis of data from the NELSON trial of low-dose CT screening. *Lancet Oncol* 15, 1332-1341. [https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(14\)70389-4](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(14)70389-4)

House, J. und Mooradian, A. (2010). Evaluation and management of shoulder pain in primary care clinics. *South Med J* 103, 1129-1135; quiz 1136-1127. <https://doi.org/10.1097/SMJ.0b013e3181f5e85f>

Iezzi, R., Cotroneo, A.R., Filippone, A., Di Fabio, F., Merlino, B. und Bonomo, L. (2007). Extravascular incidental findings at multislice CT angiography of the abdominal aorta and lower extremity arteries: a retrospective review study. *Abdom Imaging* 32, 489-494. <https://doi.org/10.1007/s00261-006-9136-6>

Jensen, H., Tørring, M.L., Olesen, F., Overgaard, J. und Vedsted, P. (2014). Cancer suspicion in general practice, urgent referral and time to diagnosis: a population-based GP survey and registry study. *BMC Cancer* 14, 636. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-14-636>

Johnson, P.T., Horton, K.M., Megibow, A.J., Jeffrey, R.B. und Fishman, E.K. (2011). Common incidental findings on MDCT: survey of radiologist recommendations for patient management. *J Am Coll Radiol* 8, 762-767. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2011.05.012>

Karius, P., Lembcke, A., Sokolowski, F.C., Gandara, I.D.P., Rodríguez, A., Hamm, B. und Dewey, M. (2019). Extracardiac findings on coronary computed tomography angiography in patients without significant coronary artery disease. *Eur Radiol* 29, 1714-1723. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5688-4>

Kastner, M., Wilczynski, N.L., Walker-Dilks, C., McKibbin, K.A. und Haynes, B. (2006). Age-specific search strategies for Medline. *J Med Internet Res* 8, e25. <https://doi.org/10.2196/jmir.8.4.e25>

Kilsdonk, I.D., de Roos, M.P., Bresser, P., Reesink, H.J. und Peringa, J. (2021). Frequency and spectrum of incidental findings when using chest CT as a primary triage tool for COVID-19. *Eur J Radiol Open* 8, 100366. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2021.100366>

Kole, J. und Fiester, A. (2013). Incidental findings and the need for a revised informed consent process. *AJR Am J Roentgenol* 201, 1064-1068. <https://doi.org/10.2214/ajr.13.11138>

Koo, M.M., Rubin, G., McPhail, S. und Lyratzopoulos, G. (2019). Incidentally diagnosed cancer and commonly preceding clinical scenarios: a cross-sectional descriptive analysis of English audit data. *BMJ Open* 9, e028362. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028362>

Krappinger, D., Roth, T., Gschwentner, M., Suckert, A., Blauth, M., Hengg, C. und Kralinger, F. (2012). Preoperative assessment of the cancellous bone mineral density of the proximal humerus using CT data. *Skeletal Radiol* 41, 299-304. <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1174-7>

Lacson, R., Prevedello, L.M., Andriole, K.P., Gill, R., Lenoci-Edwards, J., Roy, C., Gandhi, T.K. und Khorasani, R. (2012). Factors associated with radiologists' adherence to Fleischner Society guidelines for management of pulmonary nodules. *J Am Coll Radiol* 9, 468-473. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2012.03.009>

Lecouvet, F.E., Simoni, P., Koutaïssoff, S., Vande Berg, B.C., Malghem, J. und Dubuc, J.E. (2008). Multidetector spiral CT arthrography of the shoulder. Clinical applications and limits, with MR arthrography and arthroscopic correlations. *Eur J Radiol* 68, 120-136. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.02.025>

Lee, S.I., Saokar, A., Dreyer, K.J., Weilburg, J.B., Thrall, J.H. und Hahn, P.F. (2007). Does radiologist recommendation for follow-up with the same imaging modality contribute substantially to high-cost imaging volume? *Radiology* 242, 857-864. <https://doi.org/10.1148/radiol.2423051754>

Lippitt, S.B., Vanderhooft, J.E., Harris, S.L., Sidles, J.A., Harryman, D.T., 2nd und Matsen, F.A., 3rd (1993). Glenohumeral stability from concavity-compression: A quantitative analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2, 27-35. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(09\)80134-1](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(09)80134-1)

Lopez, C.D., Ding, J., Peterson, J.R., Ahmed, R., Heffernan, J.T., Lobao, M.H., Jobin, C.M. und Levine, W.N. (2022). Incidental Pulmonary Nodules Found on Shoulder Arthroplasty Preoperative CT Scans. *J Shoulder Elb Arthroplast* 6, 24715492221090762. <https://doi.org/10.1177/24715492221090762>

Lovett, R.W. und Martin, E.G. (1916). Certain aspects of infantile paralysis: With a description of a method of muscle testing. *J Am Med Assoc* LXVI, 729-733. <https://doi.org/10.1001/jama.1916.02580360031009>

Luime, J.J., Koes, B.W., Hendriksen, I.J., Burdorf, A., Verhagen, A.P., Miedema, H.S. und Verhaar, J.A. (2004). Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol* 33, 73-81. <https://doi.org/10.1080/03009740310004667>

Lumbreras, B., Donat, L. und Hernández-Aguado, I. (2010). Incidental findings in imaging diagnostic tests: a systematic review. *Br J Radiol* 83, 276-289. <https://doi.org/10.1259/bjr/98067945>

MacMahon, H., Naidich, D.P., Goo, J.M., Lee, K.S., Leung, A.N.C., Mayo, J.R., Mehta, A.C., Ohno, Y., Powell, C.A., Prokop, M., *et al.* (2017). Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules Detected on CT Images: From the Fleischner Society 2017. *Radiology* 284, 228-243. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017161659>

Magnetic Resonance Technology Information Portal (2022): MRI History. <https://www.mr-tip.com/serv1.php?type=db1&db=MRI%20History>. Abgerufen 28.06.2022.

Majumdar, S., Bhattacharya, S., Chatterjee, A., Dasgupta, H. und Bhattacharya, K. (2013). A study on axillary artery and its branching pattern among the population of West Bengal, India. *Ital J Anat Embryol* 118, 159-171.

Makdissi, J., Pawar, R.R., Radon, M. und Holmes, S.B. (2013). Incidental findings on MRI of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 42, 20130175. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20130175>

Maskell, G. (2018). Think before you scan. *BMJ* 362, k3754. <https://doi.org/10.1136/bmj.k3754>

Mauch, F. und Drews, B. (2016). [Magnetic resonance imaging and computed tomography : What is important in orthopedics and traumatology]. *Unfallchirurg* 119, 790-802. <https://doi.org/10.1007/s00113-016-0232-y>

McWilliams, A., Tammemagi, M.C., Mayo, J.R., Roberts, H., Liu, G., Soghrati, K., Yasufuku, K., Martel, S., Laberge, F., Gingras, M., *et al.* (2013). Probability of cancer in pulmonary nodules detected on first screening CT. *N Engl J Med* 369, 910-919. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1214726>

Medical Research Council (1976). Aids to the examination of the peripheral nervous system. Memorandum no. 45 (HMSO, London).

Mirilas, P. und Skandalakis, J.E. (2002). Benign anatomical mistakes: incidentaloma. *Am Surg* 68, 1026-1028.

Mold, J.W. und Stein, H.F. (1986). The cascade effect in the clinical care of patients. *N Engl J Med* 314, 512-514. <https://doi.org/10.1056/nejm198602203140809>

Molitch, M.E. (2009). Pituitary tumours: pituitary incidentalomas. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 23, 667-675. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2009.05.001>

Morgan, A.E., Berland, L.L., Ananyev, S.S., Lockhart, M.E. und Kolettis, P.N. (2015). Extraordinary Incidental Findings on CT for Hematuria: The Radiologist's Role and Downstream Cost Analysis. *AJR Am J Roentgenol* 204, 1160-1167. <https://doi.org/10.2214/ajr.14.12483>

Morin, S.H., Cobbold, J.F., Lim, A.K., Eliahoo, J., Thomas, E.L., Mehta, S.R., Durighel, G., Fitzpatrick, J., Bell, J.D. und Taylor-Robinson, S.D. (2009). Incidental findings in healthy control research subjects using whole-body MRI. *Eur J Radiol* 72, 529-533. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.08.006>

Morris, Z., Whiteley, W.N., Longstreth, W.T., Jr., Weber, F., Lee, Y.C., Tsushima, Y., Alphas, H., Ladd, S.C., Warlow, C., Wardlaw, J.M., *et al.* (2009). Incidental findings on brain magnetic resonance imaging: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 339, b3016. <https://doi.org/10.1136/bmj.b3016>

Mortani Barbosa, E.J., Jr. und Osuntokun, O. (2019). Incidental findings in thoracic CTs performed in trauma patients: an underestimated problem. *Eur Radiol* 29, 6772-6779. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06313-6>

Motamedi, D., Everist, B.M., Mahanty, S.R. und Steinbach, L.S. (2014). Pitfalls in shoulder MRI: part 2--biceps tendon, bursae and cysts, incidental and postsurgical findings, and artifacts. *AJR Am J Roentgenol* 203, 508-515. <https://doi.org/10.2214/ajr.14.12849>

Munden, R.F., Black, W.C., Hartman, T.E., MacMahon, H., Ko, J.P., Dyer, D.S., Naidich, D., Rossi, S.E., McAdams, H.P., Goodman, E.M., *et al.* (2021). Managing Incidental Findings on Thoracic CT: Lung Findings. A White Paper of the ACR Incidental Findings Committee. *J Am Coll Radiol* 18, 1267-1279. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2021.04.014>

Munden, R.F., Carter, B.W., Chiles, C., MacMahon, H., Black, W.C., Ko, J.P., McAdams, H.P., Rossi, S.E., Leung, A.N., Boiselle, P.M., *et al.* (2018). Managing

Incidental Findings on Thoracic CT: Mediastinal and Cardiovascular Findings. A White Paper of the ACR Incidental Findings Committee. *J Am Coll Radiol* 15, 1087-1096. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2018.04.029>

National Library of Medicine (2022): Age Groups. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68009273>. Abgerufen 16.06.2022.

Neumann, C.H., Petersen, S.A., Jahnke, A.H., Jr., Steinbach, L.S., Morgan, F.W., Helms, C., Genant, H.K. und Farley, T.E. (1991). MRI in the evaluation of patients with suspected instability of the shoulder joint including a comparison with CT-arthrography. *Rofo* 154, 593-600. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1033193>

O'Kane, J.W. und Toresdahl, B.G. (2014). The evidenced-based shoulder evaluation. *Curr Sports Med Rep* 13, 307-313. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000090>

O'Sullivan, J.W., Muntinga, T., Grigg, S. und Ioannidis, J.P.A. (2018). Prevalence and outcomes of incidental imaging findings: umbrella review. *BMJ* 361, k2387. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2387>

Orebaugh, S.L. und Williams, B.A. (2009). Brachial plexus anatomy: normal and variant. *ScientificWorldJournal* 9, 300-312. <https://doi.org/10.1100/tsw.2009.39>

Orme, N.M., Fletcher, J.G., Siddiki, H.A., Harmsen, W.S., O'Byrne, M.M., Port, J.D., Tremaine, W.J., Pitot, H.C., McFarland, E.G., Robinson, M.E., *et al.* (2010). Incidental findings in imaging research: evaluating incidence, benefit, and burden. *Arch Intern Med* 170, 1525-1532. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2010.317>

Palsdottir, H.B., Hardarson, S., Petursdottir, V., Jonsson, A., Jonsson, E., Sigurdsson, M.I., Einarsson, G.V. und Gudbjartsson, T. (2012). Incidental detection of renal cell carcinoma is an independent prognostic marker: results of a long-term, whole population study. *J Urol* 187, 48-53. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.09.025>

Paternostro-Sluga, T., Grim-Stieger, M., Posch, M., Schuhfried, O., Vacariu, G., Mittermaier, C., Bittner, C. und Fialka-Moser, V. (2008). Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy. *J Rehabil Med* 40, 665-671. <https://doi.org/10.2340/16501977-0235>

Perumal, A.R., Anyamele, U.A., Bhogal, R.K., McCauley, G., Teh, I., Bourke, G., Rankine, J.J. und Wade, R.G. (2021). Incidental findings associated with magnetic resonance imaging of the brachial plexus. *Br J Radiol* 94, 20200921. <https://doi.org/10.1259/bjr.20200921>

Powell, D.K. (2014). Patient explanation guidelines for incidentalomas: helping patients not to fear the delayed surveillance. *AJR Am J Roentgenol* 202, W602. <https://doi.org/10.2214/ajr.13.12337>

Priola, A.M., Priola, S.M., Giaj-Levra, M., Basso, E., Veltri, A., Fava, C. und Cardinale, L. (2013). Clinical implications and added costs of incidental findings in an early detection study of lung cancer by using low-dose spiral computed tomography. *Clin Lung Cancer* 14, 139-148. <https://doi.org/10.1016/j.clcc.2012.05.005>

Rangel, E.K. (2010). The management of incidental findings in neuro-imaging research: framework and recommendations. *J Law Med Ethics* 38, 117-126. <https://doi.org/10.1111/j.1748-720X.2010.00471.x>

Rydberg, J., Buckwalter, K.A., Caldemeyer, K.S., Phillips, M.D., Conces, D.J., Jr., Aisen, A.M., Persohn, S.A. und Kopecky, K.K. (2000). Multisection CT: scanning techniques and clinical applications. *Radiographics* 20, 1787-1806. <https://doi.org/10.1148/radiographics.20.6.g00nv071787>

Schmidem, U., Krettek, C. und Meller, R. (2013). Klinische und apparative Untersuchungstechniken des Schultergelenks. *OP-Journal* 29, 6-14.

Sharma, P., Morrison, W.B. und Cohen, S. (2013). Imaging of the shoulder with arthroscopic correlation. *Clin Sports Med* 32, 339-359. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2013.03.009>

Shetty, S.K., Maher, M.M., Hahn, P.F., Halpern, E.F. und Aquino, S.L. (2006). Significance of incidental thyroid lesions detected on CT: correlation among CT, sonography, and pathology. *AJR Am J Roentgenol* 187, 1349-1356. <https://doi.org/10.2214/ajr.05.0468>

Smith-Bindman, R., Miglioretti, D.L. und Larson, E.B. (2008). Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood)* 27, 1491-1502. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.27.6.1491>

Spreng, A., Netzer, P., Mattich, J., Dinkel, H.P., Vock, P. und Hoppe, H. (2005). Importance of extracolonic findings at IV contrast medium-enhanced CT colonography versus those at non-enhanced CT colonography. *Eur Radiol* 15, 2088-2095. <https://doi.org/10.1007/s00330-005-2798-6>

Staab, W., Bergau, L., Lotz, J. und Sohns, C. (2014). Prevalence of noncardiac findings in computed tomography angiography before transcatheter aortic valve replacement. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 8, 222-229. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2014.03.004>

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022): Körpermaße nach Altersgruppen und Geschlecht. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Tabellen/liste-koerpermasse.html>. Abgerufen 04.09.2022.

Terry, G.C. und Chopp, T.M. (2000). Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train* 35, 248-255.

Tesla Memorial Society of New York (o. D.): A Short History of the Magnetic Resonance Imaging (MRI). <http://www.teslasociety.com/mri.htm>. Abgerufen 28.06.2022.

Urwin, M., Symmons, D., Allison, T., Brammah, T., Busby, H., Roxby, M., Simmons, A. und Williams, G. (1998). Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Ann Rheum Dis* 57, 649-655. <https://doi.org/10.1136/ard.57.11.649>

Wallmann, H.W. (2010). Overview of Shoulder Orthopedic Special Tests. *Home Health Care Management & Practice* 22, 364-366. <https://doi.org/10.1177/1084822309360379>

Weiner, C. (2014). Anticipate and communicate: Ethical management of incidental and secondary findings in the clinical, research, and direct-to-consumer contexts (December 2013 report of the Presidential Commission for the Study of Bioethical Issues). *Am J Epidemiol* 180, 562-564. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu217>

Wielpütz, M.O., Heussel, C.P., Herth, F.J. und Kauczor, H.U. (2014). Radiological diagnosis in lung disease: factoring treatment options into the choice of diagnostic modality. *Dtsch Arztebl Int* 111, 181-187. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2014.0181>

Wolf, S.M., Lawrenz, F.P., Nelson, C.A., Kahn, J.P., Cho, M.K., Clayton, E.W., Fletcher, J.G., Georgieff, M.K., Hammerschmidt, D., Hudson, K., *et al.* (2008a). Managing incidental findings in human subjects research: analysis and recommendations. *J Law Med Ethics* 36, 219-248, 211. <https://doi.org/10.1111/j.1748-720X.2008.00266.x>

Wolf, S.M., Paradise, J. und Caga-anan, C. (2008b). The law of incidental findings in human subjects research: establishing researchers' duties. *J Law Med Ethics* 36, 361-383, 214. <https://doi.org/10.1111/j.1748-720X.2008.00281.x>

Xiong, T., McEvoy, K., Morton, D.G., Halligan, S. und Lilford, R.J. (2006). Resources and costs associated with incidental extracolonic findings from CT colonography: a study in a symptomatic population. *Br J Radiol* 79, 948-961. <https://doi.org/10.1259/bjr/58438178>

Yamauchi, F.I., Leão Filho, H.M., Rocha, M.S. und Mayo-Smith, W.W. (2019). Incidental findings on imaging exams: what is the essential nature of radiology? *Radiol Bras* 52, Ix-x. <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2019.52.2e3>

Yang, S., Kim, T.U., Kim, D.H. und Chang, M.C. (2021). Understanding the physical examination of the shoulder: a narrative review. *Ann Palliat Med* 10, 2293-2303. <https://doi.org/10.21037/apm-20-1808>

Yap, K.K., Ramaseshan, G., Sutherland, T., Shafik-Eid, R., Taubman, K. und Schlicht, S. (2015). Prevalence of incidental or unexpected findings on low-dose CT performed during routine SPECT/CT nuclear medicine studies. *J Med Imaging Radiat Oncol* 59, 26-33. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.12254>

Yee, J., Satta, S., Aslam, R. und Yeh, B. (2010). Extracolonic findings at CT colonography. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 20, 305-322. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2010.02.013>

Young, W.F., Jr. (2000). Management approaches to adrenal incidentalomas. A view from Rochester, Minnesota. *Endocrinol Metab Clin North Am* 29, 159-185, x. [https://doi.org/10.1016/s0889-8529\(05\)70122-5](https://doi.org/10.1016/s0889-8529(05)70122-5)

7 LEBENS LAUF

PERSONALIEN

Name: Claudius Adrian Statescu
Geburtsdatum: 23.11.1996
Geburtsort: Ostfildern

SCHULISCHER WERDEGANG

2003–2007 Grundschohle Hinterweil, Sindelfingen
2007–2015 Gymnasium Unterrieden, Sindelfingen
17.06.2015 Abitur

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

WS2015/16 Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
2015–2018 Vorklinischer Studienteil
11.04.2018 Zahnärztliche Vorprüfung, Note: sehr gut
2018–2020 Klinischer Studienteil
17.12.2020 Zahnärztliche Prüfung, Note: sehr gut
18.01.2021 Approbation als Zahnarzt

8 DANKSAGUNG

Ich danke Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Sascha Gravius für die Möglichkeit, unter seiner Aufsicht am Orthopädisch-Unfallchirurgischen Zentrum des Universitätsklinikums Mannheim zu promovieren.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Marcel Betsch, für die herausragende Betreuung von der Findung des Themas bis zum letzten Feinschliff dieser Arbeit und seiner vielen, hilfreichen Ratschläge.

Ebenso danke ich Herrn Philipp von Knebel Doeberitz von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin des Universitätsklinikums Mannheim für die Bereitstellung der Daten.

Außerdem danke ich meiner Freundin für das mir entgegengebrachte Verständnis und die Unterstützung über die gesamte Zeit, welche mir geholfen hat, diese Arbeit fertigzustellen.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mich in allen Lebenssituationen und ganz besonders während des Studiums unterstützt haben.