

Aus der Klinik und Hochschulambulanz für Radiologie der Medizinischen
Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Inzidenz und Relevanz von extravaskulären Zufallsbefunden
in der CT-Angiographie der Becken- und Beingefäße
bei Patienten mit pAVK.

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Alexandra Preuß

aus Magdeburg

Datum der Promotion:

12.09.2014

I. Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1. Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)..... | 1 |
| 1.2. Bildgebende Verfahren zur Diagnostik der pAVK | 3 |
| 1.3. Zufallsbefunde | 5 |
| 1.4. Ziel der Arbeit..... | 6 |
| 2. Methodik | 7 |
| 2.1. Patientenkollektiv | 7 |
| 2.2. Anamnestische Daten | 8 |
| 2.3. Computertomographische Angiographie der Becken- und Beingefäße | 9 |
| 2.4. Nachbearbeitung und Bildanalyse | 10 |
| 2.5. Interpretation der Befundrelevanz | 10 |
| 2.5.1. Unmittelbare klinische Relevanz..... | 11 |
| 2.5.2. Potentielle klinische Relevanz..... | 13 |
| 2.5.3. Befunde ohne klinische Relevanz..... | 15 |
| 2.6. Statistik | 17 |
| 3. Ergebnisse | 18 |
| 3.1. Kategorie I – unmittelbare klinische Relevanz..... | 19 |
| 3.2. Kategorie II – potentielle klinische Relevanz..... | 25 |
| 3.3. Kategorie III – keine klinische Relevanz..... | 30 |
| 4. Diskussion | 35 |
| 5. Literatur | 49 |
| 6. Anhang | 61 |
| 7. Eidesstattliche Versicherung | 62 |
| 8. Lebenslauf | 63 |
| 9. Danksagung | 64 |

II. Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------|--|
| CT | Computertomographie |
| CTA | computertomographische Angiographie |
| CTC | computertomographische Coloskopie |
| DSA | digitale Subtraktionsangiographie |
| FoV | Field of View |
| HCC | Hepatozelluläres Karzinom |
| HE | Hounsfield-Einheiten |
| i.v. | intravenös |
| KHK | koronare Herzkrankheit |
| KM | Kontrastmittel |
| kVp | kilovolt Peak |
| m | Meter |
| mAs | Milliamperesekunde |
| MIP | Maximum Intensity Projektion |
| MRA | Magnetresonanzangiographie |
| MRT | Magnetresonanztomographie |
| mSv | Millisievert |
| NBKS | Nierenbeckenkelchsystem |
| PACS | Picture Archiving and Communication System |
| pAVK | periphere arterielle Verschlusskrankheit |
| PTA | perkutane transluminale Angioplastie |
| RF | Raumforderung |
| ROI | Region of Interest |
| s | Sekunde |
| TEA | Thrombendarteriektomie |
| VRT | Volumen Rendering Technik |

III. Abstrakt

Ziel:

Retrospektive Evaluation der Inzidenz und Relevanz von extravaskulären Zufallsbefunden in der computertomographischen Angiographie (CTA) der Becken- und Beinarterien in der Risikokohorte der Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit (pAVK).

Methodik:

Mit positivem Votum der Ethikkommission wurden CTA-Untersuchungen von 429 pAVK Patienten reevaluiert. Die CTA wurden in einem Zeitraum von acht Jahren am Campus Benjamin Franklin, Charité, Berlin durchgeführt. Das Geschlecht der Patienten war in 31,5% (n=135) weiblich und in 68,5% (n=294) männlich, das mittlere Patientenalter betrug 69,5 Jahre, +/- 10,5 Jahre (Spannweite 44,8-95,8 Jahre). 74,4% (n=319) der Untersuchungen wurden bei chronischer und 25,6% (n=110) bei akuter pAVK durchgeführt. Kardiovaskuläre Risikofaktoren waren in 69% (n=296) Raucheranamnese, 31,5% (n=135) Diabetes mellitus, 42,7% (n=183) Hypercholesterinämie, 77,2% (n=331) arterieller Hypertonus und in 33,4% (n=143) renale Insuffizienz mit Dialysepflicht in 7,2% (n=31). Die CTA wurden mit einem Multislice-CT durchgeführt. Die Scanstrecke reichte vom Recessus costodiaphragmaticus bis zum Vorfuß. Zur Beurteilung der Befundrelevanz wurden der institutsinterne CTA-Fragebogen sowie digitale Krankenakten ausgewertet. Zufallsbefunde wurden anhand ihrer Morphologie in drei Kategorien eingeteilt: I. unmittelbare klinische Relevanz, II. potentielle klinische Relevanz und III. keine klinische Relevanz.

Ergebnisse:

Es wurden insgesamt 1189 Zufallsbefunde detektiert. Die Befundrelevanz korrelierte nicht signifikant mit dem Geschlecht ($p=0,743$) oder dem Alter ($p=0,961$) der Patienten. 10,1% (n=119) fielen in die Kategorie I; 32,5% (n=386) in Kategorie II und 57,4% (n=683) in Kategorie III. Befunde der Kategorie I fanden sich bei 22,8% (n=98) Patienten; der Kategorie II bei 55,9% (n=240) der Patienten und der Kategorie III bei 83,2% (n=359) der Patienten. Ausschließlich Befunde der Kategorie III fanden sich bei 28,9% (n=124) der Patienten. Insgesamt konnten 14 Karzinome neu diagnostiziert werden; vier Harnblasenkarzinome, drei

Lungenkarzinome, drei Pankreaskarzinome, zwei hepatozelluläre Karzinome und zwei Nierenzellkarzinome.

Schlussfolgerung:

Die hohe Anzahl von extravaskulären unmittelbar klinisch relevanten Zufallsbefunden verdeutlicht, wie wichtig es ist, die durchgeführte Untersuchung losgelöst von der klinischen bzw. rechtfertigenden Indikation zu bewerten, da die CTA im Gegensatz zur digitalen Subtraktionsangiographie auch extravaskulären Strukturen diagnostisch darstellt. Dies ist umso wichtiger bei Vorliegen von Risikofaktoren für Tumorerkrankungen, wie in der Kohorte der Patienten mit pAVK. Die Einordnung der Zufallsbefunde anhand ihrer klinischen und therapeutischen Relevanz gewinnt insbesondere durch ihre hohe Inzidenz an Bedeutung. Nur so können unnötige Zusatzuntersuchungen vermieden werden, und die psychischen und finanziellen Belastungen für Patient und Gesundheitssystem minimiert werden.

IV. Abstract

Purpose:

To evaluate incidence and relevance of extravascular incidental findings (IF) at computed tomographic angiography (CTA) in patients with peripheral arterial disease (PAD).

Materials and Methods:

The study was approved by the research ethics committee. Run-off CTA examinations performed in a time period of eight years were reevaluated retrospectively. CTA was performed in 429 Patients, 31.5% (n=135) female and 68.5% (n=294) male, mean age was 69.5 years, +/- 10.5 years (range 44.8-95.8 years). 74.4% (n=319) were performed in chronic PAD and 25.6% (n=110) in acute PAD. Cardiovascular risk factors were in 69% (n=296) history of smoking, 31.5% (n=135) diabetes mellitus, 42.7% (n=183) hypercholesterolemia, 77.2% (n=331) arterial hypertension and renal insufficiency in 33.4% (n=143) with necessity for dialysis in 7.2% (n=31). CTA was performed using multislice CT System. Scanning covered the range from costodiaphragmatic recess up to the forefoot. To assess the impact of IF patient records and standardized run-off CTA forms were reviewed. IF were characterized by morphology and categorized into three groups: category I immediate clinical relevance, category II potential clinical relevance and category III no clinical relevance.

Results:

A total of 1189 IF were detected. Relevance of IF did not correlate significantly with patient age (p=0.961) or sex (p=0.743). 10.1% (n=119) of the findings were category I, 32.5% (n=386) category II and 57.4% (n=683) category III. Findings with immediate clinical consequence were present in 22.8% (n=98) of the patients. Findings of category II were detected in 55.9% (n=240) of the patients and category III in 83.2% (n=359). Singular detection of category III IF was present in 28.9% (n=124) of the patients. 14 prior unknown neoplasms were detected; four cancers of the urinary bladder, three cancers of the lung, three cancers of the pancreas, two hepatocellular carcinomas, and two renal cell carcinomas.

Conclusion:

The high incidence of immediately clinically relevant extravascular findings emphasizes the importance to evaluate examinations independently from clinical indication, especially in groups with risk factors for cancer, as presented by the PAD cohort. This plays an important role in run-off CTA due to diagnostic images of the surrounding extravascular tissue. Furthermore high numbers of IF shows the necessity of classification according to clinical relevance in order to avoid unnecessary additional imaging and minimize the burden for patients and healthcare system.

1. Einleitung

1.1. Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit bezeichnet stenosierende oder okkludierende Veränderungen der Aorta bzw. der Extremitätenarterien. In über 90% sind die unteren Extremitäten betroffen [1]. Die Inzidenz der Erkrankung liegt bei 6% in der Gruppe der 60jährigen und steigt mit zunehmendem Alter an. Männer sind gering häufiger als Frauen betroffen, es wird ein Verhältnis zwischen 1:1 und 2:1 angegeben [1]. Neueste Daten zeigen deutlich steigende Krankheitsinzidenzen für die letzten zehn Jahre in Ländern mit mittlerem und geringem Einkommen [2]. Die Hauptursache der Erkrankung ist in über 95% die Arteriosklerose [1], welche durch die Hauptrisikofaktoren Nikotinabusus, Diabetes mellitus, arterielle Hypertension, Hyperlipidämie und renale Insuffizienz begünstigt wird [1].

Nach der Lokalisation der betroffenen Gefäße wird die Ein-Etagenerkrankung von der Mehr-Etagenerkrankung unterschieden. Bei der Ein-Etagenerkrankung wird nach Manifestation in den aortoiliaken Typ, den Oberschenkeltyp oder den peripheren Typ unterschieden [3]. Die Mehr-Etagenerkrankung findet sich gehäuft bei Patienten mit Diabetes mellitus und dialysepflichtiger Niereninsuffizienz [1, 3-5].

Klinisch manifestiert sich die Erkrankung durch den belastungsabhängigen, ischämischen Muskelschmerz in den Versorgungsregionen distal der Gefäßstenose. Dieser bessert sich in Ruhe und wird als Claudicatio intermittens bezeichnet [3]. In den fortgeschrittenen Stadien kann es zu Ruheschmerzen und Gangrän kommen. Die pAVK kann akut auftreten oder chronisch bestehen. Die chronische Erkrankung wird als Bestehen einer konstanten Symptomatik über einen Zeitraum von über 14 Tagen definiert [1]. Klinisch wird die Krankheit nach Fontaine in 4 Stadien eingeteilt, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind [1, 6].

Die Diagnose der pAVK wird in Zusammenschau von Anamnese, klinischer Inspektion, Erhebung des Pulsstatus, Bestimmung des Knöchel-Arm-Index, standardisierten Gehtests, Messung des transkutanen Sauerstoffpartialdrucks und bildgebender Verfahren gestellt [1, 3, 7]. Computer- bzw. magnetresonanztomographische Verfahren zur Evaluation des Gefäßstatus und Planung möglicher perkutaner bzw. operativer Interventionen sind mit zunehmender Symptomatik ab einer schmerzfreien Gehstreckenreduktion auf unter 200 m indiziert [1].

Tabelle 1: Klassifikation nach Fontaine, modifiziert [1, 6]

| Stadium | Klinik |
|----------------|-------------------------------|
| I | Asymptomatisch |
| II | Belastungsabhängiger Schmerz |
| a | Gehstrecke schmerzfrei > 200m |
| b | Gehstrecke schmerzfrei < 200m |
| III | Ruheschmerz |
| IV | Nekrose, Gangrän, Ulkus |

Es gibt eine Vielzahl von Differentialdiagnosen, dazu zählen insbesondere Erkrankungen aus dem neurologischen oder orthopädischen Formenkreis (z.B. Spinalkanalstenose knöchern oder diskal bzw. höhergradige degenerative Skeletterkrankungen), venöse Abflussstörungen oder die diabetische Polyneuropathie [3, 7].

Die Therapie der pAVK sieht ein multimodales Konzept vor, welches zum einem in der Beseitigung der Risikofaktoren besteht: Nikotinkarenz [8], gefolgt von einer optimierten Einstellung der Hypertonie, Hyperlipidämie bzw. Diabetes mellitus sowie eine medikamentöse Therapie mit vasoaktiven bzw. antithrombogenen Substanzen und gezieltem Gehtraining [8-11]. Darüber hinaus können höhergradige Stenosen mittels interventioneller endovaskulärer Therapie durch perkutane transluminale Angioplastie (PTA), Stent-Implantation bzw. perkutaner Aspirations-Thrombektomie oder durch offene chirurgische Maßnahmen wie Thrombendarteriektomie (TEA), Bypass-Operation oder künstlichen Gefäßersatz behandelt werden [1, 7]. Ziel aller therapeutischen Maßnahmen ist der Erhalt oder die Verbesserung der Lebensqualität durch Schmerzlinderung, Wundheilung und Extremitätenerhalt [1].

Die Behandlung ist aufgrund von repetitiven Krankenhausaufenthalten und vaskulären Interventionstherapien sehr kostenintensiv. Die Kosten nehmen mit dem Krankheitsstadium zu [12, 13]. Dies stellt eine große finanzielle Belastung für das Gesundheitssystem dar [14]. Die durchschnittlichen jährlichen Therapiekosten in Deutschland werden von €1792 im Stadium IIa bis zu €6225,86 im Stadium IV angegeben [15]. Die durch Hospitalisierung entstehenden Kosten über einen 2-Jahres-Zeitraum werden für Deutschland mit durchschnittlich €2724 pro Patient beziffert [13]. In den USA entstehen jährliche Ausgaben von ca. \$4,37 Milliarden für die Behandlung der pAVK [12].

1.2. Bildgebende Verfahren zur Diagnostik der pAVK

Die bildgebende Diagnostik der pAVK kann mit invasiven und non-invasiven Methoden durchgeführt werden (siehe Abbildung 1). Als non-invasive Methoden stehen die Duplexsonographie, computertomographische Angiographie (CTA) und Magnetresonanztomographie (MRA) zur Verfügung.

Lange Zeit galt die digitale Subtraktionsangiographie (DSA), eine invasive Methode, als Goldstandard. Diese wird zunehmend von non-invasiven Methoden wie CTA und MRA abgelöst und heutzutage seltener zur reinen Diagnostik eingesetzt [16, 17]. Die Methode der DSA bedient sich, wie die CTA, der Sichtbarkeit der intravasalen Dichteunterschiede, hervorgerufen durch positives jodhaltiges Kontrastmittel (KM). Die Kontrastmittelapplikation erfolgt meist über einen transfemorale Zugang. Die Erzeugung des Bildes erfolgt durch Subtraktion des leeren Bildes, auch als Maskenbild bezeichnet, vom sogenannten Füllungsbild [18]. Es besteht die Möglichkeit durch elektronische Bildverstärkung ein Knochenbild einzufügen, dass bei der anatomischen Orientierung unterstützen kann [18].

Die Untersuchungstechnik liefert einen zeitaufgelösten zweidimensionalen Datensatz, welcher jedoch exzentrische Stenosen oder Veränderungen in stark gewundenen Gefäßen unterschätzen kann [19]. Ihr Vorteil liegt in der Möglichkeit einer therapeutischen Intervention in der gleichen Sitzung. Als Nachteile der Untersuchung sind potentielle allergische oder nephrotoxische Nebenwirkungen des applizierten Kontrastmittels sowie eine Strahlenexposition von durchschnittlich von 9,7 bis 11 mSv für die diagnostische Untersuchung und durchschnittlich 13,8 mSv bei therapeutischer Intervention zu nennen [16, 20-22]. Zudem birgt die Untersuchung durch die arterielle Gefäßpunktion das geringe Risiko von Dissektionen, Aneurysmata, arteriovenösen Fisteln, Gefäßrupturen und Thrombembolien [22]. Die Wahrscheinlichkeit dieser Komplikation wird mit unter 1% je Untersuchung angegeben [22]. Nicht relevante Hämatome entstehen bei ca. 10% der Untersuchungen, die Wahrscheinlichkeit für therapiebedürftige Hämatome liegt bei unter 1% [22].

Die Duplexsonographie nutzt die Kombination aus B-Mode und farbkodierter Dopplersonographie. Dadurch kann ein zweidimensionales Bild zur Beurteilung des Gefäßverlaufs und des Lumendurchmessers mit Informationen zu Flussgeschwindigkeit und Strömungsveränderungen verbunden werden [18, 23]. Diese Methode ist schnell verfügbar und benötigt keine ionisierende Strahlung oder intravasuläres Kontrastmittel. Jedoch ist die Qualität und Aussagekraft stark untersucher- und patientenabhängig. Sensitivität und Spezifität werden

mit 88% bzw. 95% angegeben, damit sind sie im Vergleich zu anderen bildgebenden Methoden geringer und der zeitliche Untersuchungsaufwand ist höher [24-26].

Die Magnetresonanztangiographie (MRA) kann sowohl nativ, als auch kontrastmittelgestützt zuverlässig Stenosierungen detektieren [27, 28]. Trotz des großen Vorteils der fehlenden Strahlenexposition und der Möglichkeit der kontrastmittelfreien Untersuchung, ist die MRA aufgrund von deutlich längeren Untersuchungszeiten, häufigem Untersuchungsabbruch durch Klaustrophobie, hohen Kosten und schlechter Verfügbarkeit, insbesondere in der initialen bildgebenden Diagnostik weiterhin der CTA unterlegen [29]. Zudem können Verkalkungen nur insuffizient detektiert werden [30].

Abbildung 1: Übersichtsdarstellung bildgebende Verfahren bei der pAVK



a,b: DSA

a) nicht subtrahiertes Angiographiebild mit abgrenzbaren knöchernen Strukturen

b) subtrahiertes digitales Angiographiebild

c,d,e: CTA

c) axiale Schnittführung nach i.v. KM Gabe mit hoher Auflösung der extravaskulären Strukturen

d) koronare VRT mit Hervorhebung der Gefäße der Becken- und Beinachse

e) koronare MIP zur erleichterten Sichtbarkeit der Strukturen mit der höchsten Signaldichte (hier nach zusätzlicher Subtraktion der knöchernen Strukturen)

f: MRA

f) koronare MIP der kontrastmittelgestützten MRA

Die computertomographische Angiographie (CTA) nutzt die intravaskuläre Dichteanhebung durch intravenöse Applikation von jodhaltigem Kontrastmittel und hat sich durch die schnell fortschreitende Entwicklung der Multidetektorentechnik zu einer anerkannten diagnostischen Methode entwickelt [1, 18, 31-33]. Die CTA ist zeitnah und flächendeckend verfügbar. Durch die schnelle Bildakquise wird die CTA sehr gut von den Patienten toleriert [33]. Sie liefert eine hohe Akkuranz für stenotisch-okkludierende Läsionen [33]. Durch Maximum-Intensitiy-Projektion (MIP) und Volumen-Rendering-Technik (VRT) liefert sie einen schnellen Überblick und hervorragende Beurteilbarkeit des Gefäßstatus, zudem lassen sich Verkalkungen besser quantifizieren als in der MRA [18, 23]. Ein statischer 3D-Datensatz wird akquiriert, womit zuverlässig perivaskuläre Strukturen miterfasst werden. Als Nachteil sind eine durchschnittliche Strahlenexposition für jede CTA von 2,3 mSv für Frauen und 3 mSV für Männer am 16-Zeilen-CT [16] und 4,7 mSv für das weibliche im Gegensatz zu 7 mSv für das männliche Geschlecht am 64-Zeilen-CT zu nennen [20]. Außerdem kann es, wie bei der DSA zu potentiellen Nebenwirkungen des Kontrastmittels kommen, wie allergische Reaktion oder Nephrotoxizität [26]. Zusätzlich besteht bei höchstgradigen Gefäßwandverkalkungen das Risiko einer Überschätzung des Stenosegrades [34].

1.3. Zufallsbefunde

Zufallsbefunde, auch Inzidentalome genannt, sind detektierte Veränderungen, welche nicht in Zusammenhang mit der rechtfertigenden oder klinischen Indikation zur veranlassten Bildgebung stehen [35]. Der Begriff wird für ein weites Spektrum von Pathologien, Anomalien oder anatomischen Varianten genutzt, ohne auf Entität oder Ätiologie einzugehen [36]. Die Häufigkeit von beschriebenen Zufallsbefunden hat mit der Bilddigitalisierung und dem Picture Archiving and Communication System (PACS) deutlich zugenommen [37]. Studien belegen, dass in bis zu 63% der untersuchten Patienten Zufallsbefunde beschrieben werden [38], wobei die Anzahl der relevanten und abklärungsbedürftigen bzw. klinisch relevanten Befunde zwischen 5 bis 16% schwankt [35]. Davon wurden die meisten bei formal gesunden Patienten während nativer CT-Coloskopie-Screeninguntersuchungen detektiert [38-41]. Durch die daraus veranlassten Folgeuntersuchungen entstehen nicht nur hohe zusätzliche Kosten [42, 43]. Sie führen auch zu einer großen psychischen Belastung des Patienten und möglicherweise zu einer Erhöhung der Morbidität [35, 44, 45].

Einheitliche Leitlinien für den Umgang mit Inzidentalomen bestehen bisher nicht, jedoch gibt es in den USA für die CT-Coloskopie Bemühungen, diese Befunde nach ihrer potentiellen klinischen Relevanz zu kategorisieren [46]. Berland et al. beschreiben eine Möglichkeit der Einordnung der Zufallsbefunde anhand von etablierten Bildkriterien, dem Patientenalter, der potentiellen Lebenserwartung und den Krankheitsinzidenzen [35]. In der Arbeit finden sich ausführliche und detaillierte Empfehlungen zum Umgang mit abdominellen Zufallsbefunden mit Hilfe von Flowcharts und Tabellen [35].

1.4. Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Dissertationsarbeit wurden CT-Angiographien der Becken- und Beingefäße von Patienten mit pAVK bezüglich des Vorliegens extravaskulärer Zufallsbefunde ausgewertet.

In einer retrospektiven Auswertung der Bilddatensätze und vorliegenden digitalen Krankenakten bzw. institutsinternen CTA-Fragebögen sollten zwei Fragestellungen beantwortet werden:

1. In welcher Häufigkeit können extravaskuläre Zufallsbefunde nachgewiesen werden, die vor dem Untersuchungszeitpunkt nicht bekannt und nicht Bestandteil der rechtfertigenden klinischen Indikation sind.
2. In welchem Ausmaß sind diese detektierten Befunde klinisch relevant.

2. Methodik

Es liegt ein positiver Ethikbescheid zur retrospektiven Datenanalyse der durchgeführten CT-Angiographien der Becken- und Beinarterien mit der Fragestellung der pAVK vor. Die Untersuchungen wurden in der Zeit von März 2005 bis April 2013 am Campus Benjamin Franklin, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin durchgeführt.

2.1. Patientenkollektiv

Es wurden insgesamt 429 Patienten untersucht, davon 31,5% (n=135) Frauen und 68,5% (n=294) Männer. Das Patientenalter lag im Mittel bei 69,5 Jahren, Standardabweichung +/- 10,5 Jahre (Spannweite 44,8-95,8 Jahre). Aufgetrennt nach Geschlecht betrug das Alter der männlichen Kohorte durchschnittlich 67,5 Jahre, Standardabweichung +/- 9,4 Jahre (Spannweite 44,8-93,7 Jahre), während das der weiblichen Kohorte im Durchschnitt bei 73,9 Jahre, Standardabweichung +/- 11,4 Jahre (Spannweite 45,9-95,8 Jahre) lag.

Die Indikation zur Untersuchung stellte in 74,4% (n=319) der Fälle die Diagnostik der chronischen pAVK und in 25,6% (n=110) der Fälle die akute Abklärung einer Ischämie. Prozentual wurden die Frauen häufiger in der Akutsituation examiniert; 41,5% (n=56) im Vergleich zu 18,4% (n=54) der Männer.

Die Krankheitsstadien der gesamten Kohorte der pAVK nach Fontaine zum Untersuchungszeitpunkt war in der Mehrzahl der Fälle IIb mit 39,2% (n=168), gefolgt von III 24,5% (n=105) und Stadium IV 21,7% (n=93). Stadium IIa 12,8% (n=55) und das asymptotische Stadium I 1,9% (n=8) waren am seltensten vertreten. Sowohl die weibliche als auch die männliche Kohorte wurden am häufigsten im Krankheitsstadium IIb untersucht (Tabelle 2).

Tabelle 2: Verteilung der pAVK Stadien zum Untersuchungszeitpunkt nach Geschlecht.

| Stadium pAVK | Geschlecht | | | |
|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| | Weiblich | | männlich | |
| | Häufigkeit n | Relative Häufigkeit % | Häufigkeit n | Relative Häufigkeit % |
| I | 2 | 1,5% | 6 | 2,0% |
| IIa | 14 | 10,4% | 41 | 13,9% |
| IIb | 50 | 37,0% | 118 | 40,1% |
| III | 41 | 30,4% | 64 | 21,8% |
| IV | 28 | 20,7% | 65 | 22,1% |

2.2. Anamnestische Daten

Zur Qualitätssicherung in der Befundung und Therapieempfehlung wurde, soweit es die klinische Situation des Patienten zuließ, routinemäßig gemeinsam mit dem durchführenden Radiologen ein standardisierter institutsinterner CTA-Fragebogen ausgefüllt (siehe Anlage 1). Dieser erfragte Anamnese, klinische Symptomatik, Medikamentenanamnese, kardiovaskuläres Risikoprofil, bekannte Nierenfunktionsstörungen bzw. Dialysepflichtigkeit, stattgehabte Gefäßinterventionen und vorherige Bildgebung. Weiterhin diente der Fragenbogen dazu, Patienten mit langjährigem Diabetes mellitus und dialysepflichtiger Niereninsuffizienz zu selektieren und sie aufgrund der erhöhten Wahrscheinlichkeit von höchstgradigen Verkalkungen, primär mittels DSA zu evaluieren.

Für diese Arbeit wurden CTA-Fragebögen und digitale Krankenakten retrospektiv analysiert.

Als begleitender kardiovaskulärer Risikofaktor lag am häufigsten, in 69% (n=296), eine Raucheranamnese vor: davon in 71,6% aktive Raucher (n=212) und 28,4% (n=84) ehemalige Raucher. Ein Diabetes mellitus war bei 31,5% (n=135) der Untersuchten bekannt. Eine Hypercholesterinämie fand sich bei 42,7% (n=183); ein arterieller Hypertonus bei 77,2% (n=331) der Patienten. Eine renale Insuffizienz, definiert als Serumkreatininwert > 1,4 mg/dl, lag bei 33,4 % (n=143) der Patienten vor, davon bestand bei 21,7% (n=31) eine Dialysepflichtigkeit.

2.3. Computertomographische Angiographie der Becken- und Beingefäße

Die Angiographie der Becken- und Beingefäße wurde in 89% (n=382) am 64-Zeilen-CT Dual Source CT System (Somatom[®] Definition[®], Siemens Healthcare, Forchheim, Germany) durchgeführt. Die Scanstrecke erfasste die Körperregion von Recessus costodiaphragmaticus bis zum Vorfuß unter Verwendung der folgenden Akquisitionsparameter: Röhrenspannung 120 kVp, Referenz Röhrenstrom/Zeit Produkt 120 mAs, CareDose4D[®], Rotationszeit 0.33 s; Kollimation 2x32x0.6 mm, Rekonstruktionskernel B25f, Schichtdicke: 1.0 mm.

Insgesamt wurden 11% (n=47) der CTA am 16-Zeilen-CT Somatom Sensation (Somatom Sensation 16, Siemens Healthcare, Forchheim, Germany) durchgeführt, unter Verwendung der folgenden Akquisitionsparameter: Röhrenspannung 120 kVp, Referenz Röhrenstrom/Zeit Produkt 140 mAs, CareDose Siemens[®], Rotationszeit 0.5 s; Kollimation 16x1.5 mm, Rekonstruktionskernel B25f. Die Scanstrecke war identisch.

Die Rekonstruktion der Bilddaten erfolgte standardisiert mit zwei verschiedenen Bildausschnitten (Field of View= FoV). Für die Gefäßdarstellung wurde, um eine möglichst hohe Auflösung der Gefäße zu erreichen, eine Bildrekonstruktion mit einem FoV von 330 mm und einer Schichtdicke von 1 mm am 64-Zeilen CT bzw. 2 mm am 16-Zeilen CT durchgeführt. Da das Abdomen der Patienten durch diese Rekonstruktion nicht vollständig abgebildet wird, wurde eine zweite Rekonstruktion mit einem habitus adaptierten FoV durchgeführt. Dieses FoV erfasste immer zumindest die Iliakalschaukel vollständig.

Die Scanstrecke begann standardisiert auf Höhe des Recessus costodiaphragmaticus, um die Nierenarterien zu erfassen und somit eine sichere Interventionsplanung zu ermöglichen, z.B. für die Anpassung einer Aortenprothese bei zusätzlich vorliegenden Aneurysmata. Zur Untersuchung befand sich der Patient in Rückenlage. Unmittelbar vor der CTA wurden Tourniquets am proximalen Oberschenkel befestigt, um den venösen Rückstrom zu reduzieren. Bei jeder Untersuchung wurden dem Patienten 100 ml Iomeprol 400 mg I/ml (Iomeron 400[®], Bracco, Milano, Italy) gefolgt von 60 ml Natriumchloridlösung mit einer Flussrate von 4.0 ml/s mittels 2-Kolben-Injektionssystem (Stellant[®], Medrad, Volkach, Germany) mittels einem mindestens 20G intravenösen Zugang appliziert, um somit einen konstanten Iodfluß von 1,6g/ml*s zu erreichen. Mittels Bolus Tracking (CareBolus[®]; Siemens) wurde die Zeit zwischen Kontrastmittel-Applikation und Untersuchungsbeginn festgelegt. Der Scan startete mit einem Delay von 10s nach Überschreiten der festgelegten 250 Hounsfield-Einheiten (HE) in der Region of Interest (ROI), welche sich in der proximalen Aorta descendens auf Höhe des Recessus costodiaphragmaticus befand.

2.4. Nachbearbeitung und Bildanalyse

Die Bildbearbeitung und Bildanalyse wurde am Thin Client DICOM Viewer System (VisageCS 7.0, Visage Imaging GmbH, Berlin, Germany) durchgeführt.

Alle CT-Datensätze wurden durch die Doktorandin mit der Fragestellung nach extravaskulären Zufallsbefunden reevaluiert. Für diese Reevaluation wurde nur der Datensatz mit dem größten FoV ausgewertet. Die Doktorandin war zum Zeitpunkt der Durchführung der Arbeit Assistenzärztin zur Weiterbildung Radiologie mit zweijähriger Erfahrung in der Ganzkörper-CT-Diagnostik und im Besitz der Fachkunde Computertomographie. Die schriftlichen Untersuchungsbefunde waren der Doktorandin für die Auswertung nicht bekannt. Bei unklaren Bildbefunden wurde eine gemeinsame Reevaluation mit einem Facharzt für Radiologie mit abschließendem Konsensus durchgeführt. Insgesamt wurden so inklusive der zur Qualitätssicherung kontrollierter Aufnahmen 50% der Untersuchungen gemeinsam validiert.

2.5. Interpretation der Befundrelevanz

Die Einteilung der Zufallsbefunde erfolgte nach den Empfehlungen zum Umgang mit abdominalen Inzidentalomen in der CT-Diagnostik in 3 Kategorien nach potentieller klinischer Relevanz [35, 41, 47-49].

- **Kategorie I:** Unmittelbare klinische Relevanz.
- **Kategorie II:** Potentielle klinische Relevanz.
- **Kategorie III:** Keine klinische Relevanz.

Die Charakteristika der einzelnen Kategorien sind nachfolgend in Konsens mit den Literaturempfehlungen zur Differenzierung der klinischen Relevanz der Organveränderungen aufgelistet [18, 35, 50-52].

2.5.1. Unmittelbare klinische Relevanz

In die erste Kategorie fallen Veränderungen, welche eine dringende kurzfristige Abklärung oder Therapie erfordern. Diese Befunde sind sehr wahrscheinlich maligner oder infektiöser Genese und benötigen eine zeitnahe Therapie. Nach Organsystem unterteilt werden im Folgenden die bildmorphologischen Differenzierungskriterien aufgelistet.

1. Unterer Thoraxabschnitt

- CT-morphologische Zeichen einer Infektion
- Rundherde mit Malignitätskriterien [18, 50, 51]; Größe > 1 cm, unscharfe Kontur, radiäre Streifenzeichnung, Pleurafinger, Zeichen der Vaskularisierung, nicht bekannte multiple Rundherde
- Pleuraerguss > 5 cm Saumbreite
- Perikarderguss > 1 cm Saumbreite

2. Abdomen

A. Leber

- Größe der Raumforderung > 1,5 cm
- Heterogenität
- Dichtewerte > 20 HE
- Unscharfe und irreguläre Begrenzung
- Früh-arterielle KM-Aufnahme
- Multiple solide Raumforderungen, insbesondere bei Tumoranamnese

B. Gallenblase

- CT-morphologische Zeichen einer akuten Entzündung
- Cholezystolithiasis mit Cholestase

C. Pankreas

- Größe der Raumforderung > 3 cm
- Heterogenität
- Dichtewerte > 20 HE
- KM-Aufnahme
- Zystische Läsion mit Septierung
- Läsionen mit bedingender Cholestase oder fokaler Lymphadenopathie
- Double Duct Sign

D. Milz

- Ruptur
- Raumforderung mit Größe > 3 cm oder multiple Raumforderungen
- Heterogenität

E. Magen

- Wandverdickung, +/- fokale Lymphadenopathie
- Herniation des Magens nach supradiaphragmal

F. Darm

- Zirkuläre Raumforderungen mit Einengung des Lumens, zusätzlich +/- fokaler Lymphadenopathie
- Langstreckige entzündliche Veränderung mit Lumeneinengung
- Sigmadivertikulitis > Typ I nach Hansen und Stock

G. Lymphknoten

- Fokale suspekta Lymphadenopathie (Größe > 1 cm abdominell bzw. > 1,5 cm inguinal, Verlust der Fetthiluskonfiguration)

H. Nebennieren

- Größe der Raumforderung > 1 cm bei Tumoranamnese bzw. Größe > 4 cm ohne Tumoranamnese
- Heterogenität
- Unscharfe und irreguläre Berandung
- Dichte > 10 HE
- KM-Aufnahme

I. Nieren/Ureter

- Zystische Läsionen > IIF nach Bosniak
- Größe der Raumforderung > 1 cm
- Heterogenität
- Dichte > 20 HE
- Harnstau \geq Grad III

J. Prostata

- Entzündliche Veränderungen
- Prostatahypertrophie mit konsekutivem Harnverhalt

K. Harnblase

- Murale Raumforderung mit Dichte > 20 HE

L. Sonstiges

- Aszites
- Raumforderungen im mesenterialen Fettgewebe mit Dichte > 20 HE

3. Skelett

- Absolute Spinalkanalstenose (sagittaler Durchmesser Spinalkanal < 10mm)

2.5.2. Potentielle klinische Relevanz

Die detektierten Veränderungen in der zweiten Kategorie erfordern eine baldige weitere Abklärung bzw. Verlaufskontrolle, z.B. zum Ausschluss einer malignen Transformation. Zudem finden sich Befunde, welche als Differentialdiagnose der pAVK in Betracht kommen.

1. Unterer Thoraxabschnitt

- Solide oder partiell solide pulmonale Läsion mit Größe $\geq 0,4$ cm - < 1 cm
- Partielle Verkalkung der Läsion

2. Abdomen

A. Leber

- Größe der Raumforderung > 0,5 cm - < 1,5 cm
- Keine sicheren benignen oder malignen Charakteristika- scharfe aber irreguläre Begrenzung, erhöhte Dichtewerte > 20 HE
- Heterogenität der Läsion
- Infarkt
- Parenchymveränderungen

B. Gallenblase

- Verkalkungen der Gallenblasenwand
- Gallenblasenpolypen
- Cholezystolithiasis

C. Pankreas

- Verkalkung
- Solide oder zystische Raumforderung mit Größe 1 - 3 cm
- Zystische Formation im Verlauf des Ductus pancreaticus oder seiner Äste

D. Milz

- Splenomegalie
- Infarkt

E. Magen

- Axiale Hernien

F. Darm

- Sigmadivertikulose
- Passagestörung

G. Lymphknoten

- Pannikulitis
- Lymphozele

H. Nebennieren

- Größe der Formation < 1 cm bei Tumoranamnese bzw. Größe < 4 cm ohne Tumoranamnese
- Keine klaren benignen oder malignen Charakteristika
- Klinische Symptomatik einer adrenalen Überfunktion

I. Nieren/Ureter

- Raumforderungen mit Größe < 1 cm
- Heterogenität
- Dichte > 20 HE
- Zystische Läsionen, IIF nach Bosniak
- Zystennieren
- Harnstau ≤ Grad II
- Lithiasis
- Infarkt

J. Prostata

- Prostatavergrößerung > 3,5 x 4,5 x 2,5 cm

K. Harnblase

- Balkenblase

L. Sonstiges

- Ovariale Zysten > 1 cm bei der postmenopausalen Frau
- Skrotalhernie
- Anasarka

3. Skelett

- Arthrose > Typ III nach Kellgren und Lawrence
- Bandscheibenvorfälle mit relevanter, segmentaler Einengung des Spinalkanals (10 - 12 mm im sagittalen Durchmesser)
- Neuroforamenstenose
- Inflammation der Bursa
- Bakerzyste

2.5.3. Befunde ohne klinische Relevanz

In die dritte Kategorie fallen Zufallsbefunde, welche keine weitere Abklärung oder Therapie benötigen. Hierzu zählen asymptomatische anatomische Varianten, Alterserscheinungen oder mit hoher Wahrscheinlichkeit benigne Veränderungen.

1. Unterer Thoraxabschnitt

- Rundherde mit Größe < 4 mm
- Lungenparenchymveränderungen
- Pleuritis calcarea

2. Abdomen

A. Leber

- Typische Hämangiomcharakteristika (noduläres diskontinuierliches Enhancement)
- Benigne Morphologie (wasserisodense Dichtewerte, glatte Berandung, scharfe Begrenzung)

B. Gallenblase

- Septierung

C. Pankreas

- Einzelne punktförmige Verkalkungen

D. Milz

- Typische Hämangiomcharakteristika
- Verkalkungen
- Nebenmilzen

E. Darm

- Einzelne Divertikel
- Koprostase

F. Lymphknoten

- Verkalkung

G. Nebennieren

- Homogene Raumforderungen mit Dichtewerten < 10 HE
- Glatte Begrenzung
- Größe < 3 cm
- Rundliche Formation

H. Nieren/Ureter

- Zystische Läsionen bis Typ II nach Bosniak
- Anatomische Normvarianten (ampulläres Nierenbecken, Malrotation, Hufeisen- oder Beckenniere, Ureter duplex)

I. Prostata

- Verkalkung

J. Harnblase

- Harnblasendivertikel

K. Uterus

- Verkalkte Uterusmyome

L. Sonstiges

- Hernien mit Fett als Bruchsackinhalt
- Atherome
- Lipome

2. Skelett

- Osteopenie
- Arthrose \leq Typ II nach Kellgren und Lawrence
- Wirbelkörperhämangiome
- Hämatome
- Stabile bzw. alte Frakturen

2.6. Statistik

Statistische Analysen wurden mit der IBM Software SPSS Statistics Version 20 für Windows durchgeführt. Es erfolgte die statistische Auswertung der Zufallsbefunde durch Analyse von absoluten und relativen Häufigkeiten. Multiple gleichartige Befunde, wie z.B. Spondylarthrose, Osteochondrosis intervertebralis und Spondylosis deformans der Wirbelsäule wurden als Arthrose zusammengefasst.

Die Korrelation der Relevanz der Zufallsbefunde mit dem Patientengeschlecht erfolgte durch Anwendung des Pearson'schen Maßkorrelationskoeffizient (r) [53]. Die Korrelation der Befundrelevanz mit dem Patientenalter erfolgte durch Anwendung des Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (r_s) [53]. P-Werte von $< 0,05$ wurden als signifikant angesehen.

3. Ergebnisse

Es wurden insgesamt 1189 Zufallsbefunde in der Gesamtkohorte detektiert. Jedem der 429 Patienten konnte mindestens ein Zufallsbefund zugeordnet werden. Aufgeteilt nach ihrer klinischen Relevanz fielen 10,1% (n=119) in die Kategorie I (unmittelbare Therapierelevanz), 32,5% (n=386) in Kategorie II (potentielle Therapierelevanz) und 57,4% (n=683) in Kategorie III (keine Therapierelevanz, Normvarianten, Alterserscheinung). Es konnten bei 22,8% (n=98) Patienten Befunde der Kategorie I erhoben werden, bei 55,9% (n=240) der Patienten fanden sich Veränderungen der Kategorie II und bei 83,2% (n=359) der Patienten Zufallsbefunde ohne klinische Relevanz. Das alleinige Vorliegen von Befunden der Kategorie II trat bei 4,7% (n=20) der Patienten auf, singuläre Detektion von Befunden der Kategorie III fand sich bei 28,9% (n=124) Patienten. Bei 14,9% (n=64) Patienten lagen sowohl Befunde der Kategorie I und als auch der Kategorie II vor.

Es bestand keine signifikante Korrelation der Befundrelevanz (Kategorie I- III) zum Geschlecht des Patienten (Pearson'scher Maßkorrelationskoeffizient $r=0,010$, $p=0,743$). Weiterhin bestand keine signifikante Korrelation von Patientenalter und Befundrelevanz (Kategorie I- III) (Spearman's Rho Koeffizienz $r_s=-0,001$, $p=0,961$), siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: Korrelation der Befundrelevanz zu Alter und Geschlecht

| | Geschlecht | Alter |
|--|-------------------|--------------|
| Korrelationskoeffizient | 0,010 | - 0,001 |
| r nach Pearson (Geschlecht) bzw. r_s nach Spearman (Alter) | | |
| Signifikanz (2-seitig) (p) | 0,743 | 0,961 |

Nachfolgend sind die Befunde in den spezifischen Kategorien erläutert.

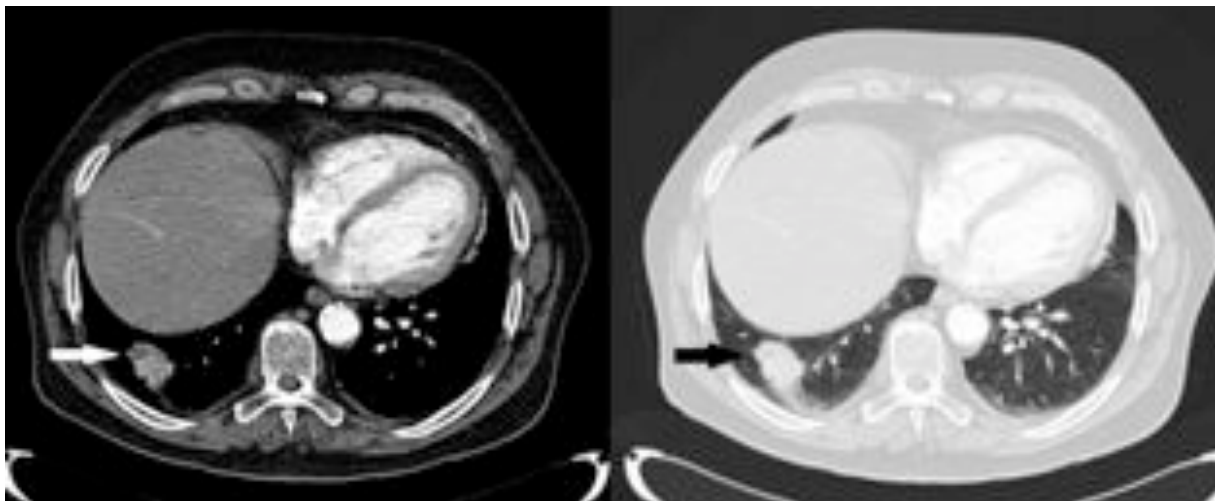
3.1. Kategorie I – unmittelbare klinische Relevanz

Es wurden insgesamt 119 Befunde nachgewiesen, welche eine unmittelbare weitere Abklärung oder Therapie erforderten. Diese finden sich zusammengefasst in Tabelle 4. Der Großteil der Veränderungen (n=35) wurden in den basal miterfassten Thoraxabschnitten identifiziert. Führend war mit 25 Fällen der relevante Pleuraerguss, d.h. über 5 cm Saumbreite. Bei vier Patienten wurde eine Pneumonie detektiert.

Es wurden zwei Lungenkarzinome bildmorphologisch nachgewiesen und anschließend histologisch gesichert (siehe Abbildung 2). Einer dieser Patienten mit neu diagnostiziertem Lungenkarzinom zeigte bereits eine adrenale Metastase.

Es konnten zwei weitere malignitätssuspekte pulmonale Raumforderungen abgegrenzt werden. Eine dieser Raumforderungen war initial nur partiell im Topogramm erfasst. Die Ausweitung der Diagnostik unmittelbar im Anschluss an die CTA zeigte eine lipomatöse Raumforderung der Thoraxwand (siehe Abbildung 3). Im weiteren Verlauf wurde mittels CT-gesteuerter perkutaner Punktion eine Gewebeprobe gewonnen. In der pathologisch-anatomischen Begutachtung zeigte sich ein atypisch hochdifferenzierter lipomatöser Tumor. Der zweite Patient mit unklarer Raumforderung verstarb wenige Tage nach der CTA, eine Obduktion wurde nicht durchgeführt. In zwei Fällen konnte ein Perikarderguss diagnostiziert werden.

Abbildung 2: Darstellung eines Lungenkarzinoms (Pfeil) im rechten Lungenunterlappen.



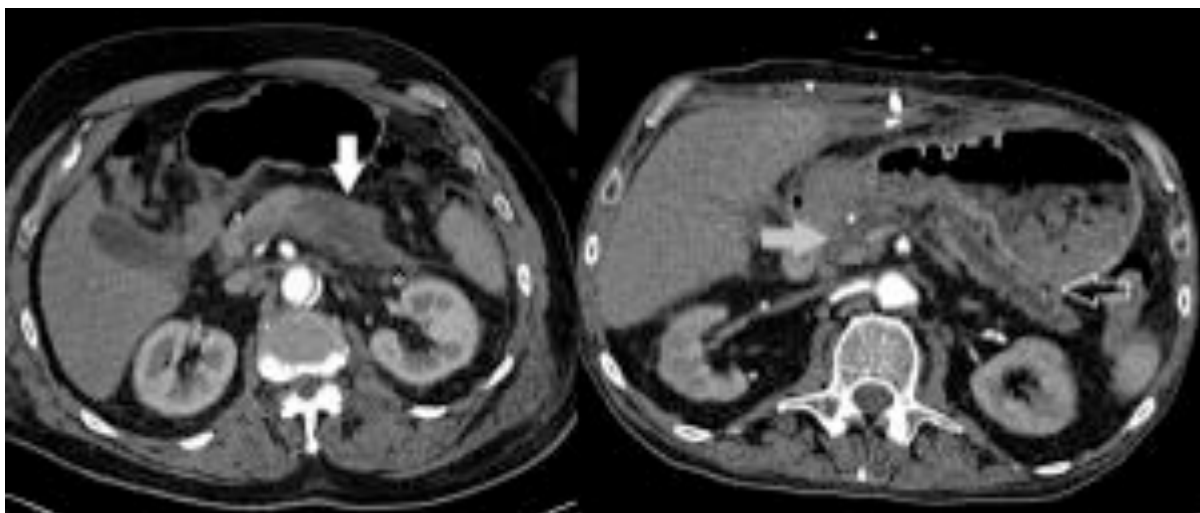
Gastrointestinal wurden 27 Befunde detektiert, davon 16 Befunde im Pankreas. In 13 Fällen wurde das auf einen Papillentumor hinweisende „Double Duct Sign“ beschrieben. In drei Fällen

konnten Pankreaskarzinome direkt dargestellt werden, davon zwei im Caput und einer in der Cauda des Organs (siehe Abbildung 4).

Abbildung 3: Bildbeispiel der suspekten Raumforderung (Pfeil), welche im Topogramm detektiert wurde, histologisch einem hochdifferenziertem lipomatösem Tumor entsprechend.



Abbildung 4: Zufallsbefund eines Pankreaskarzinoms in Corpus und Cauda des Organs (weißer Pfeil) mit bereits lokoregionär suspektem Lymphknoten (Karo). Befund eines Karzinoms im Pankreaskopf (grauer Pfeil) mit konsekutivem Aufstau des Ductus pancreaticus (leerer Pfeil).



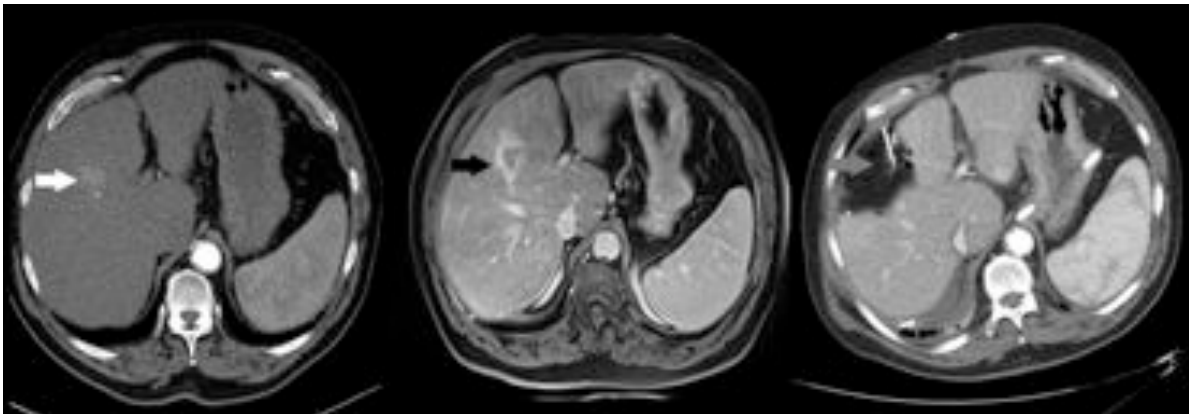
Intestinal wurden insgesamt sechs therapierrelevante Befunde festgestellt, davon drei Fälle einer Sigmadivertikulitis IIa sowie in einem Fall eine Sigmadivertikulitis im Stadium IIb. Zusätzlich wurde in zwei Fällen eine Colitis detektiert. Darüber hinaus konnte bei einem Patienten eine Herniation des Magens sowie der linken Colonflexur nach supradiaphragmal nachgewiesen werden (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Darstellung eines sogenannten Thoraxmagens mit Herniation des Magens (weißer Pfeil) und der linken Colonflexur (leerer Pfeil) in den Thoraxraum.



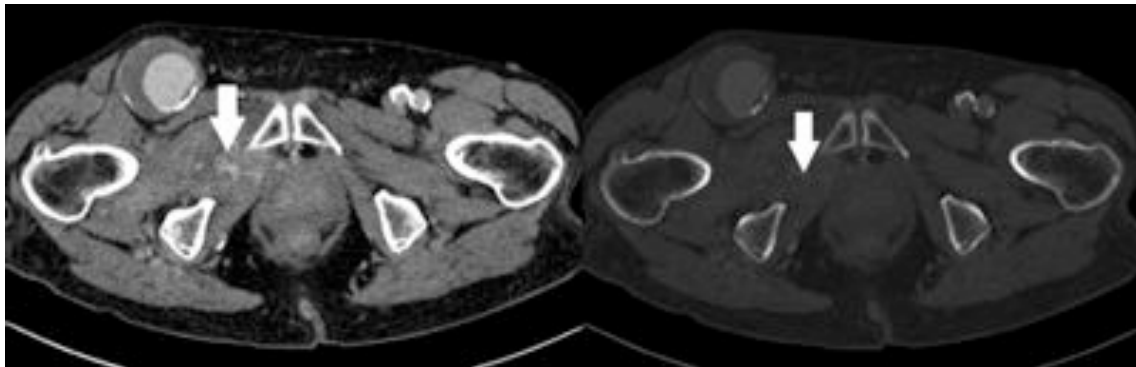
In der Leber konnten zwei hepatozelluläre Karzinome (HCC) diagnostiziert werden (siehe Abbildung 6). Der Nachweis einer Cholezystitis erfolgte bei zwei Patienten.

Abbildung 6: Zufallsbefund eines HCC, in der CTA (weißer Pfeil), in der weiterführenden kontrastmittelgestützten MRT- Untersuchung (T1 portalvenös) (schwarzer Pfeil). Postoperatives venöses CT nach Resektion (grauer Pfeil).



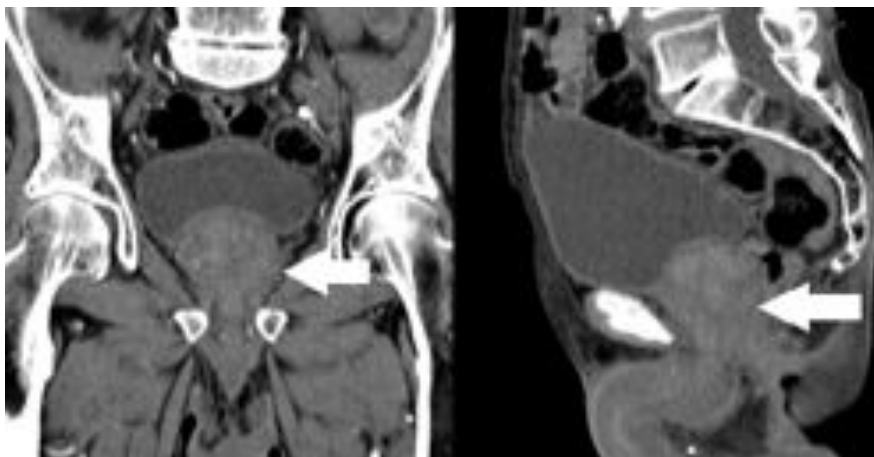
Im Skelettsystem fanden sich 23 Befunde, welche eine unmittelbare Abklärung erforderten. In 21 Fällen wurde eine absolute Spinalkanalstenose nachgewiesen. Eine osteolytische Metastase mit ausgeprägter Weichteilreaktion im Os ilium rechts (siehe Abbildung 7) wurde in einem Fall detektiert. Computertomographisch gelang in einem Fall die Diagnose einer Osteomyelitis am Rückfuß, klinisch lag hier ein kaltes Bein mit Ulceration vor.

Abbildung 7: Osteolytische Metastase eines Lungenkarzinoms mit ausgeprägter Weichteilreaktion (weißer Pfeil).



Im Urogenitaltrakt konnten elf Befunde detektiert werden, davon vier Neudiagnosen eines Harnblasenkarzinoms und zwei Neudiagnosen eines Nierenzellkarzinoms. In zwei Untersuchungen stellte sich ein Harnstau IV° dar. Eine ausgeprägte Prostatahyperplasie mit konsekutivem Harnverhalt zeigte sich bei zwei Patienten (siehe Abbildung 8). Bei einem Patienten lag bildmorphologisch eine Prostatitis vor.

Abbildung 8: Ausgeprägte Vergrößerung der Prostata (weißer Pfeil) mit konsekutivem Harnverhalt.



Ein vorher nicht bekannter Aszites zeigte sich bei 20 Patienten. Bei einem Patienten konnte eine klinisch nicht bekannte Milzruptur diagnostiziert werden (siehe Abbildung 9). Der Patient unterzog sich wenige Tage zuvor einer Bypass-Operation.

In einem Fall konnte eine suspekta pararektale Raumforderung detektiert werden, welche sich bildmorphologisch am ehesten als solitärer fibröser Tumor des Beckenbodens einordnen ließ, eine weitere klinische Abklärung erfolgte bei führender Gefäßsymptomatik nicht.

Abbildung 9: Milzruptur (weißer Pfeil) mit hämorrhagischem Aszites (grauer Pfeil).

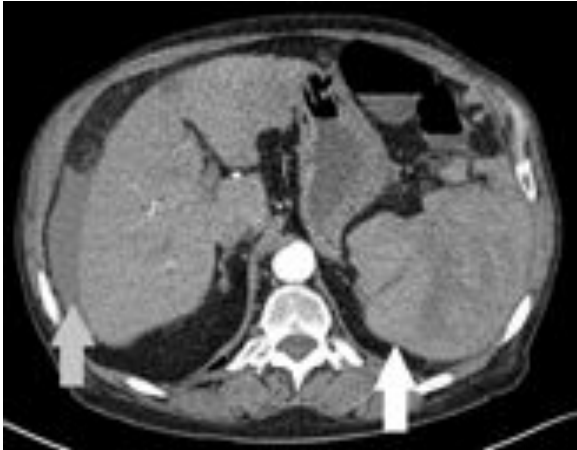


Tabelle 4: Gesamtüberblick der klinisch unmittelbar relevanten Befunde – Kategorie I

| | Organ | Befund | Häufigkeit | | |
|------------------------------|-------------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|
| | | | n | Relative (%) | Absolute (%) |
| Thorax | | | | | |
| | Lunge | Lungenkarzinom | 3 | 2,5 | 0,3 |
| | | Unklare RF | 1 | 0,8 | 0,1 |
| | | Pneumonie | 4 | 3,4 | 0,3 |
| | Pleura | Pleuraerguss | 25 | 21 | 2,1 |
| | Herz | Perikarderguss | 2 | 1,7 | 0,2 |
| Gastrointestinaltrakt | | | | | |
| | Leber | HCC | 2 | 1,7 | 0,2 |
| | Gallenblase | Cholezystitis | 2 | 1,7 | 0,2 |
| | Pankreas | Pankreaskarzinom | 3 | 2,5 | 0,3 |
| | | Double Duct Sign | 13 | 10,9 | 1,1 |
| | Darm | Colitis | 2 | 1,7 | 0,2 |
| | | Sigmadivertikulitis IIa | 3 | 2,5 | 0,3 |
| | | Sigmadivertikulitis IIb | 1 | 0,8 | 0,1 |
| | | Thoraxmagen | 1 | 0,8 | 0,1 |
| Lymphatisches System | | | | | |
| | Milz | Milzruptur | 1 | 0,8 | 0,1 |
| Endokrine Drüse | | | | | |
| | Nebenniere | Metastase | 1 | 0,8 | 0,1 |
| Urogenitaltrakt | | | | | |
| | Niere | Nierenzellkarzinom | 2 | 1,7 | 0,2 |
| | | Harnstau IV° | 2 | 1,7 | 0,2 |
| | Harnblase | Harnblasenkarzinom | 4 | 3,4 | 0,3 |
| | Prostata | Prostatitis | 1 | 0,8 | 0,1 |
| | | Hyperplasie mit Harnverhalt | 2 | 1,7 | 0,1 |
| Skelett | | | | | |
| | Wirbelsäule | Absolute Spinalkanalstenose | 21 | 17,6 | 1,7 |
| | Becken | Osteolytische Metastase | 1 | 0,8 | 0,1 |
| | Fuß | Osteomyelitis | 1 | 0,8 | 0,1 |
| Sonstiges | | | | | |
| | | Solitärer fibröser Tumor | 1 | 0,8 | 0,1 |
| | | Aszites | 20 | 16,8 | 1,7 |

Bei 4,2% (n=18) der Patienten lagen zwei Befunde der Kategorie I vor und bei 0,2% (n=1) der Patienten drei Befunde der Kategorie I, siehe Tabelle 5.

Tabelle 5: Häufigkeit und Befundart bei mehreren Befunden der Kategorie I in einem Individuum.

| Anzahl der Patienten (n) | Zufallsbefund 1 | Zufallsbefund 2 | Zufallsbefund 3 |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 4 | Aszites | Pleuraerguss | |
| 3 | Pleuraerguss | Pneumonie | |
| 2 | Double Duct Sign | Absolute Spinalkanalstenose | |
| 2 | Pleuraerguss | Perikarderguss | |
| 1 | Aszites | Absolute Spinalkanalstenose | |
| 1 | Aszites | Harnstau IV° | |
| 1 | Cholecystitis | Pleuraerguss | |
| 1 | Double Duct Sign | Pankreaskopfkarzinom | |
| 1 | Double Duct Sign | Pleuraerguss | |
| 1 | Harnstau IV° | Harnblasenkarzinom | |
| 1 | Perforierte Sigmadivertikulitis | Absolute Spinalkanalstenose | |
| 1 | Aszites | Milzruptur | Absolute Spinalkanalstenose |

3.2. Kategorie II – potentielle klinische Relevanz

Es wurden 386 Befunde mit potentiell klinischer Relevanz detektiert, welche in Tabelle 6 zusammengefasst sind.

Die Mehrzahl der Befunde war im Skelettsystem mit insgesamt 185 Diagnosen nachweisbar, führend waren Veränderungen der Wirbelsäule. Es konnten 81 Bandscheibenvorfälle beschrieben werden, in 60 Fällen Arthrose, elf Befunde einer Listhese und jeweils ein Fall einer Neuroforamenstenose bzw. Spondylolyse. In 15 Fällen zeigte sich der Nachweis einer Coxarthrose, in elf Fällen eine Gonarthrose. Bei drei Patienten fand sich eine Bakerzyste (siehe Abbildung 10). Jeweils ein Patient hatte einen Kniegelenkerguss bzw. eine chronische Bursitis des Kniegelenks.

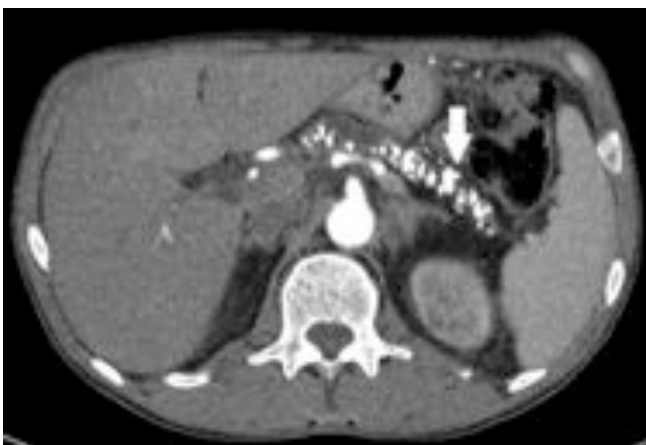
Abbildung 10: Darstellung einer Bakerzyste (weißer Pfeil).



Im Gastrointestinaltrakt konnten 68 Befunde detektiert werden, davon 38 Fälle einer Cholezystolithiasis, ein Gallenblasenpolyp, ein verkalktes Hämatom der Gallenblasenwand sowie eine Erweiterung des Ductus hepatocholedochus. Bei 26 Patienten fand sich eine Sigmadivertikulose und bei zwölf eine axiale Magenhernie.

Es konnten sechs Neudiagnosen einer Leberzirrhose sowie zwei Erstdiagnosen einer Steatosis hepatis gestellt werden. In einem Fall wurde eine dignitätsunklare hepatische Raumforderung gesehen, welche eine Verlaufskontrolle indizierte. Bei einem Patienten wurde ein Leberinfarkt beschrieben. Bei sieben Patienten fanden sich pankreatische Veränderungen, im Sinne einer chronischen Pankreatitis (siehe Abbildung 11). Zusätzlich wurden zwei pankreatische Zysten diagnostiziert, welche aufgrund ihrer Morphologie und damit verbundenen potentiellen malignen Transformation kontrollbedürftig waren.

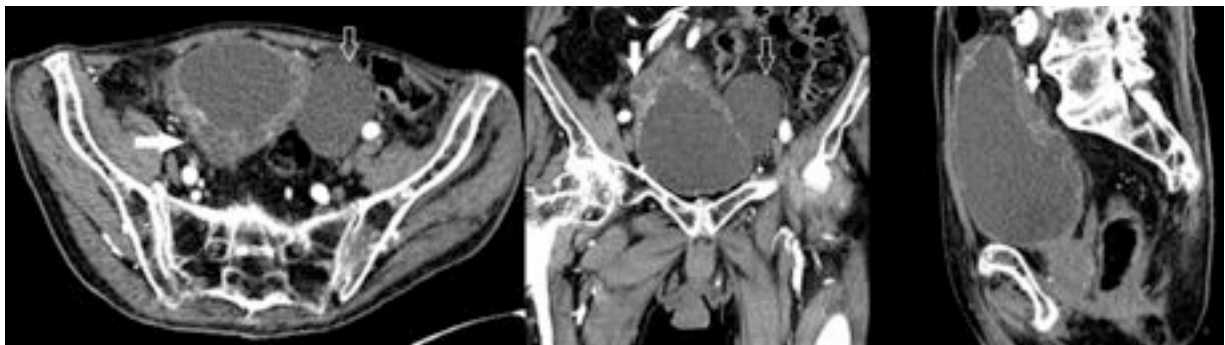
Abbildung 11: Multiple Verkalkungen (weißer Pfeil) des Pankreas bei chronischer Pankreatitis.



In 54 Fällen ließen sich Veränderungen im Urogenitaltrakt feststellen, hierbei mit 26 Fällen führend die Prostatahyperplasie.

Es wurden acht Niereninfarkte diagnostiziert. Bei drei Patienten erfolgte der bildmorphologische Nachweis von Nierenzysten Typ IIF nach Bosniak. Zystennieren wurden bei zwei Patienten diagnostiziert. Bei jeweils zwei Patienten wurde ein Harnstau II° Grades bzw. ein Steinleiden nachgewiesen. In einem Fall wurde Balkenblase detektiert (siehe Abbildung 12) und bei einer postmenopausalen Frau konnte eine ovarielle Zyste nachgewiesen werden.

Abbildung 12: Hypertrophierte Harnblasenwand mit inhomogener Struktur (weißer Pfeil) und zusätzlichem Harnblasendivertikel (leerer Pfeil).



Dem lymphatischen System konnten 25 Befunde zugeordnet werden. In acht Fällen wurde eine Splenomegalie diagnostiziert und in drei Fällen ein Milzinfarkt. Eine Lymphadenopathie wiesen zwölf Patienten auf, diese fand sich in elf Fällen abdominell und in einem Fall inguinal. Zusätzlich konnte eine Lymphozele detektiert werden. Zufällige Befunde dignitätsunklarer Veränderungen der Nebennieren wurden in zwölf Untersuchungen beschrieben.

Eine skrotale Hernie wurde bei sechs Patienten nachgewiesen (siehe Abbildung 13). Der Nachweis von Anasarka erfolgte bei fünf Patienten.

Abbildung 13: Ausgeprägter Befund einer Hernie im Skrotum mit prolabierte Darmschlingen (weißer Pfeil).

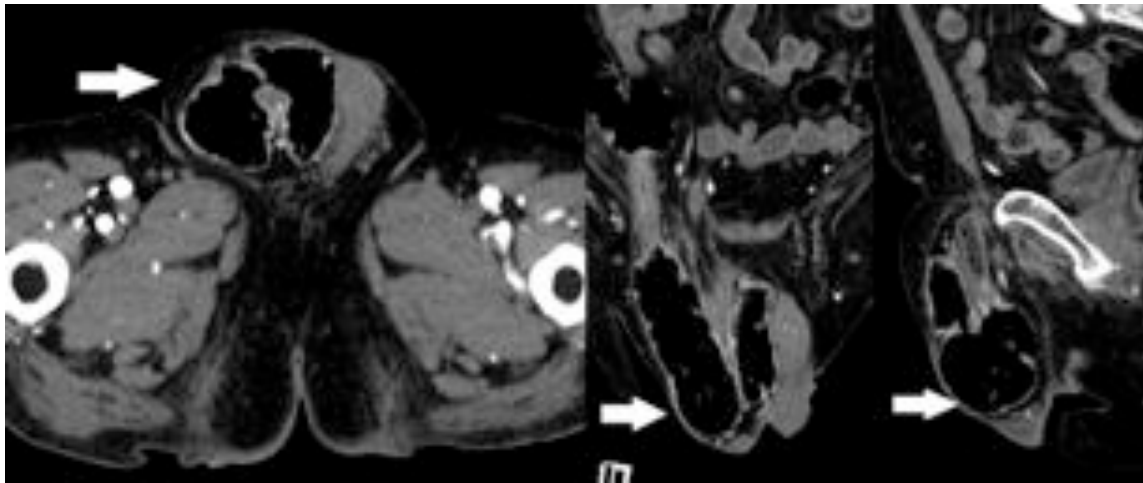


Tabelle 6: Gesamtüberblick klinisch potentiell relevanter Befunde

| | Organ | Befund | Häufigkeit | | |
|------------------------------|-------------|-------------------------|------------|--------------|--------------|
| | | | n | Relative (%) | Absolute (%) |
| Thorax | | | | | |
| | Lunge | Unklare RF | 3 | 0,8 | 0,3 |
| Gastrointestinaltrakt | | | | | |
| | Leber | Zirrhose | 6 | 1,6 | 0,5 |
| | | Steatosis | 2 | 0,5 | 0,2 |
| | | Unklare RF | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | | Infarkt | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | Gallenblase | Cholezystolithiasis | 38 | 9,8 | 3,2 |
| | | Polypen | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | | Verkalkte Hämatome | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | DHC | Erweiterung | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | Pankreas | Chronische Pankreatitis | 7 | 1,8 | 0,6 |
| | | Zyste | 2 | 0,5 | 0,2 |
| | Darm | Sigmadivertikulose | 26 | 6,7 | 2,2 |
| | Magen | Axiale Magenhernie | 12 | 3,1 | 1 |

Lymphatisches System

| | | | | |
|-------------|----------------------|----|-----|-----|
| Milz | Splenomegalie | 8 | 2,1 | 0,7 |
| | Infarkt | 3 | 0,8 | 0,3 |
| Lymphknoten | Adenopathie abdom. | 11 | 2,8 | 0,9 |
| | Adenopathie inguinal | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | Lymphozele | 1 | 0,3 | 0,1 |

Endokrine Drüse

| | | | | |
|------------|------------|----|-----|---|
| Nebenniere | Unklare RF | 12 | 3,1 | 1 |
|------------|------------|----|-----|---|

Urogenitaltrakt

| | | | | |
|-----------|--------------|----|-----|-----|
| Niere | Infarkt | 8 | 2,1 | 0,7 |
| | Lithiasis | 7 | 1,8 | 0,6 |
| | Zysten IIF | 3 | 0,8 | 0,3 |
| | Zystennieren | 2 | 0,5 | 0,2 |
| | Harnstau II° | 2 | 0,5 | 0,2 |
| Harnblase | Balkenblase | 1 | 0,3 | 0,1 |
| Prostata | Hyperplasie | 29 | 7,5 | 2,4 |
| Ovar | Zyste | 1 | 0,3 | 0,1 |

Skelett

| | | | | |
|-------------|---------------------|----|------|-----|
| Wirbelsäule | Bandscheibenprolaps | 81 | 21 | 6,8 |
| | Arthrose | 60 | 15,5 | 5 |
| | Listhese | 11 | 2,8 | 0,9 |
| | Neuroforamenstenose | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | Spondylolyse | 1 | 0,3 | 0,1 |
| Becken | Arthrose | 15 | 3,9 | 1,3 |
| Knie | Arthrose | 11 | 2,8 | 0,9 |
| | Bakerzyste | 3 | 0,8 | 0,3 |
| | Erguss | 1 | 0,3 | 0,1 |
| | Bursitis | 1 | 0,3 | 0,1 |

Sonstiges

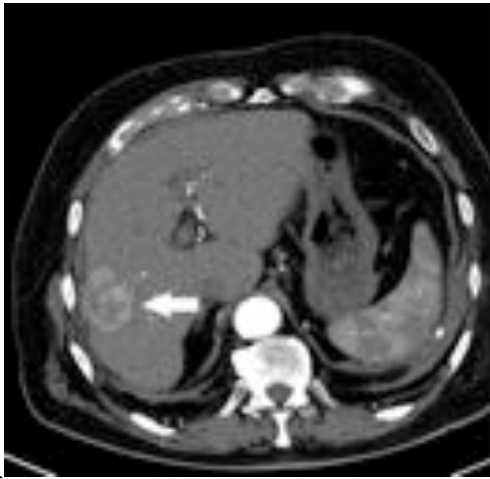
| | | | | |
|--|-----------------|---|-----|-----|
| | Anasarka | 6 | 1,6 | 0,5 |
| | Skrotale Hernie | 5 | 1,3 | 0,4 |

3.3. Kategorie III – keine klinische Relevanz

Die meisten Zufallsbefunde ließen sich mit einer Anzahl von 683 Diagnosen in die Kategorie der fehlenden klinischen Relevanz klassifizieren, zusammengefasst in Tabelle 7.

Hierbei führend 270 Befunde im Gastrointestinaltrakt. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um Pseudodivertikel der Darmwand, davon 179 Fälle im Colon mit Bevorzugung des Sigmas. In 44 Fällen wurden Duodenaldivertikel gesehen. Zudem wurde dreimal ein Sigma elongatum entdeckt. Es konnten 32 Zysten und zwölf Hämangiome (siehe Abbildung 14) in der Leber diagnostiziert werden.

Abbildung 14: Bild eines hepatischen Hämangioms (weißer Pfeil)



Im Urogenitaltrakt wurden 193 Befunde nachgewiesen, insgesamt 124 Fälle von unkomplizierten Zysten der Niere, gefolgt von 24 Fällen einer Schrumpfniere und 14 zufälligen Befunden von verkalkten und nicht raumfordernden Uterusmyomen (siehe Abbildung 15). Zudem fanden sich anatomische Anomalien, hiervon viermal eine Malrotation, dargestellt in Abbildung 17, dreimal eine Hufeisenniere (siehe Abbildung 16) und eine Beckenniere.

Als anatomische Normvariante konnten ein ampulläres Nierenbeckenkelchsystem und ein doppelt angelegter Ureter festgestellt werden, dargestellt in Abbildung 18. Bei vier Patienten fanden sich Harnblasendivertikel. In zwei Untersuchungen ließen sich Verkalkungen der Prostata ohne gleichzeitige Vergrößerung des Organs detektieren und bei 14 Patienten konnte eine Hydrocele testis diagnostiziert werden.

Abbildung 15: Zufallsbefund verkalkter Uterusmyome (weißer Pfeil).

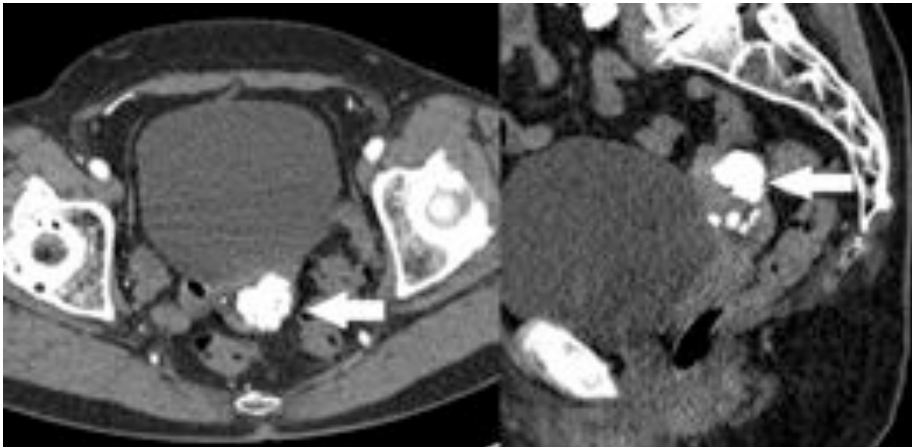


Abbildung 16: Bild einer Hufeisenniere.



Abbildung 17: Darstellung von malrotierten Nieren (grauer Pfeil), wobei an der linken Niere zudem eine Zyste (weißer Pfeil) vorliegt.

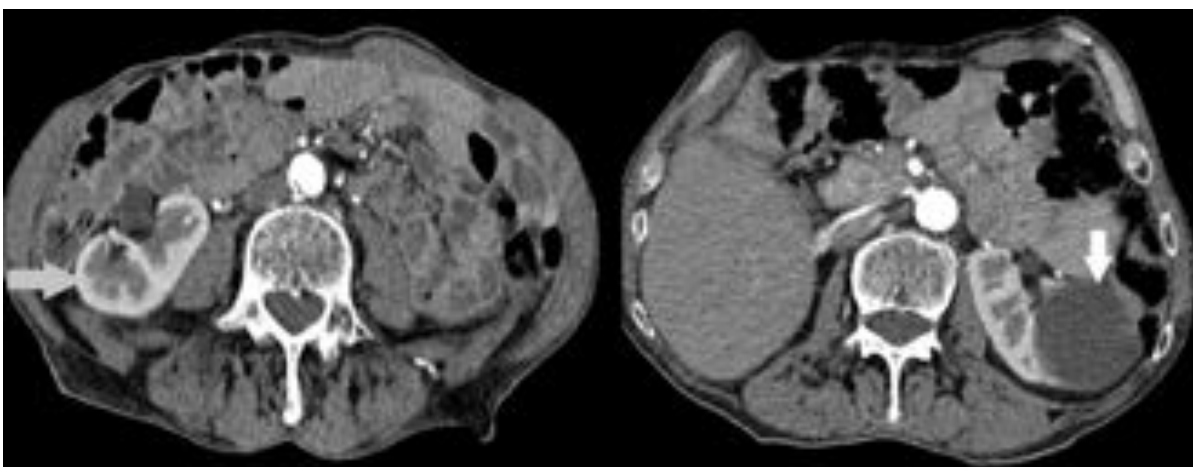


Abbildung 18: Befund eines Ureter duplex (weiße Pfeile) an der linken Niere.



Das Skelettsystem zeigte 124 Befunde der nicht therapielevanten Kategorie. Die meisten entfielen dabei auf degenerative Veränderungen der Wirbelsäule mit 103 Fällen, gefolgt von 13 älteren, konsolidierten Wirbelkörperfrakturen, drei Wurzeltaschenzysten und einem Wirbelkörperhämangiom. Zusätzlich wurden in zwei Fällen Verdichtungen der Wirbelkörpergrundplatte gesehen, genannt Rugger Jersey Spine, welche ein Ausdruck renaler Osteomalazie sind. Des Weiteren fand sich eine ältere, konsolidierte Beckenfraktur und eine Meniskusverkalkung.

In 46 Fällen wurden Nebenmilzen detektiert, sowie viermal eine Milzzyste (siehe Abbildung 19) und ebenfalls viermal ein Milzhämangiom.

In den miterfassten basalen Thoraxabschnitten konnten neunmal emphysem-assoziierte Veränderungen des Lungengerüsts evaluiert werden. Zusätzlich fanden sich zwei pulmonale Granulome und eine kugelige Dystelektase. Verkalkung der Pleura im Sinne einer Pleuritis calcarea konnte in einem Fall diagnostiziert werden.

Unkomplizierte Hernien wurden in zehn Untersuchungen nachgewiesen, davon fanden sich sechs inguinal, zwei in der Bauchwand und zwei am Nabel. Bei fünf Patienten wurden Ödeme des Unterschenkels sowie ein Hämatom detektiert. Zudem fand sich jeweils einmal ein gluteales Atherom bzw. Lipom.

Abbildung 19: Darstellung einer verkalkten zystischen Formation an der Milz (weißer Pfeil).

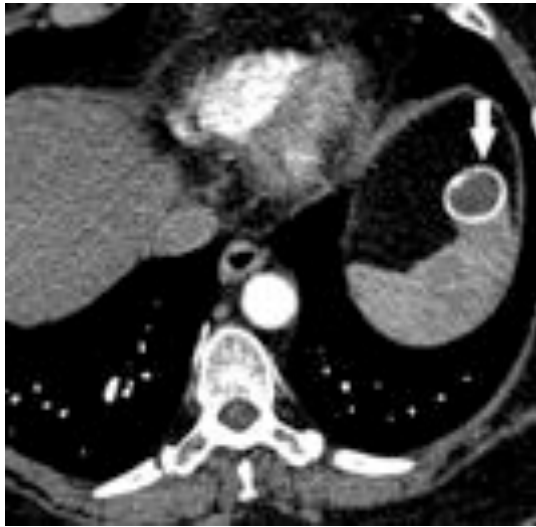


Tabelle 7: Gesamtüberblick der klinisch nicht relevanten Befunde.

| | Organ | Befund | n | Häufigkeit | |
|------------------------------|------------|--------------------|-----|--------------|--------------|
| | | | | Relative (%) | Absolute (%) |
| Thorax | | | | | |
| | Lunge | Emphysem | 9 | 1,3 | 0,8 |
| | | Granulom | 2 | 0,3 | 0,2 |
| | | Kugeldystelektase | 1 | 0,1 | 0,1 |
| | Pleura | Pleuritis calcarea | 1 | 0,1 | 0,1 |
| Gastrointestinaltrakt | | | | | |
| | Leber | Zysten | 32 | 4,7 | 2,7 |
| | | Hämangiom | 12 | 1,8 | 1 |
| | Darm | Sigmadivertikel | 178 | 26,1 | 15 |
| | | Duodenaldivertikel | 44 | 6,6 | 3,7 |
| | | Sigma elongatum | 3 | 0,4 | 0,3 |
| | | Colondivertikel | 1 | 0,1 | 0,1 |
| Lymphatisches System | | | | | |
| | Milz | Nebencilz | 46 | 6,7 | 3,9 |
| | | Hämangiom | 4 | 0,6 | 0,3 |
| | | Zyste | 4 | 0,6 | 0,3 |
| Endokrine Drüse | | | | | |
| | Nebenniere | Adenom | 12 | 1,8 | 1 |

Urogenitaltrakt

| | | | | |
|-----------|-----------------|-----|------|------|
| Niere | Zysten | 124 | 18,2 | 10,4 |
| | Schrumpfnieren | 24 | 3,5 | 2 |
| | Malrotation | 4 | 0,6 | 0,3 |
| | Hufeisenniere | 3 | 0,4 | 0,3 |
| | Beckenniere | 1 | 0,1 | 0,1 |
| | Ampulläres NBKS | 1 | 0,1 | 0,1 |
| Ureter | Ureter duplex | 2 | 0,3 | 0,2 |
| Harnblase | Divertikel | 4 | 0,6 | 0,3 |
| Prostata | Verkalkung | 2 | 0,3 | 0,2 |
| Testis | Hydrozele | 14 | 2,0 | 1,2 |
| Uterus | Myom | 14 | 2,0 | 1,2 |

Skelett

| | | | | |
|-------------|---------------------|-----|------|-----|
| Wirbelsäule | Arthrose | 103 | 15,1 | 8,7 |
| | Fraktur | 13 | 1,9 | 1,1 |
| | Wurzeltaschenzyste | 3 | 0,4 | 0,3 |
| | Rugger Jersey Spine | 2 | 0,3 | 0,2 |
| | Hämangiom | 1 | 0,3 | 0,1 |
| Becken | Fraktur | 1 | 0,1 | 0,1 |
| Knie | Chondrokalzinose | 1 | 0,1 | 0,1 |

Sonstiges

| | | | | |
|--|-------------------|----|-----|-----|
| | Hernie | 10 | 1,5 | 0,8 |
| | - inguinal | 6 | 0,9 | 0,5 |
| | - Bauchwand | 2 | 0,3 | 0,2 |
| | - Nabel | 2 | 0,3 | 0,2 |
| | Unterschenkelödem | 5 | 0,7 | 0,4 |
| | Gluteales Atherom | 1 | 0,1 | 0,1 |
| | Lipom | 1 | 0,1 | 0,1 |
| | Hämatom Wade | 1 | 0,1 | 0,1 |

4. Diskussion

Aufgrund des zunehmenden Einsatzes nicht-invasiver Schnittbildgebungstechniken zur Evaluation des Gefäßstatus bei der pAVK als Alternative zur rein diagnostischen DSA werden auch große Anteile des Abdomens, Beckens, der unteren Extremitäten und Teile der Lunge mitabgebildet. Konsekutiv werden von diesen Organsystemen Schnittbilder in diagnostischer Güte erzeugt, obwohl sie nicht primär im Fokus der klinischen Fragestellung bzw. rechtfertigenden Indikation stehen. Entscheidend ist deshalb die Einordnung morphologischer Auffälligkeiten in anatomische Normvarianten, normale Alterserscheinungen sowie therapierelevante Veränderungen. Hierzu zählen Infektionen, Malignome, sekundäre Malignitätszeichen oder auch höhergradige muskuloskelettale Degeneration mit Einschränkung von Funktion und Lebensqualität.

In dieser Arbeit wurden 429 Patienten retrospektiv hinsichtlich der Inzidenz von Zufallsbefunden ausgewertet. Mit einer dreistufigen Einteilung der detektierten Befunde nach der klinischen Relevanz konnten bei 305 (71,1%) Patienten insgesamt 505 unmittelbar oder potentiell klinisch relevante Veränderungen nachgewiesen werden. Davon abzugrenzen waren gut 683 Veränderungen, die als normale Alterserscheinungen oder anatomische Normvarianten eingeordnet werden konnten. Diese Veränderungen bedurften keiner weiteren Diagnostik oder Therapie. Bei jedem der untersuchten Patienten konnte mindestens ein extravaskulärer Zufallsbefund erhoben werden.

Bei 98 (22,8%) Patienten erwiesen sich 119 Befunde als unmittelbar klinisch handlungsbedürftig. Das heißt 119 Veränderungen hatten eine kurzfristige Therapieeinleitung zur Folge, die den Patienten ohne die durchgeführte CT-Angiographie der Becken- und Bein Gefäße erst in einem späteren Krankheitsstadium zugekommen wäre.

Dabei verdeutlichen die detektierten Malignome die Wichtigkeit des sicheren Erkennens und Einordnens von Zufallsbefunden. Bösartige Raumforderungen, welche im frühen Krankheitsstadium diagnostiziert werden, gehen zum Teil mit einer deutlichen Verbesserung der 5-Jahres-Überlebensrate einher [54]. Dies trifft insbesondere auf das Lungenkarzinom zu, da sich hier die 5-Jahres-Überlebenszeit von 52% im lokalisierten Stadium und 4% im metastasierten Stadium signifikant unterscheidet. Auch beim Pankreaskarzinom kann ein Unterschied in der Überlebenszeit von 20% je nach frühem oder fortgeschrittenen Tumorstadium nachgewiesen werden. Beim Nierenzell- bzw. Harnblasenkarzinom liegt sogar eine Differenz von 80% bzw.

66% vor [54]. Die meisten Karzinome, insbesondere das Lungen- und Pankreaskarzinom werden jedoch meist erst in den fortgeschrittenen Stadien detektiert [54]. Auch in dieser Patientenkohorte lag bei einem asymptomatischen Patienten mit Neudiagnose eines Lungenkarzinoms bereits eine Nebennierenmetastase vor. Der Zufallsbefund einer ossären Metastase im Os ilium zeigt eine Fernmetastasierung bei Tumorerkrankung. Ist eine Tumorerkrankung bekannt, kann eine ossäre Metastasierung Hinweis auf einen Krankheitsprogress sein und eventuell eine Therapieumstellung notwendig machen. Additive Bildgebung kann weitere potentiell stabilitätsgefährdende ossäre Metastasen identifizieren und mögliche pathologische Frakturen mit Querschnittsymptomatik vorbeugen.

Mindestens ebenso wichtig wie die frühzeitige Detektion malignitätsverdächtiger Veränderungen ist das Erkennen von Infektionen. In dem hier untersuchten Patientenkollektiv sind aufgrund des begleitenden Risikoprofils mit mehreren Komorbiditäten sowie aufgrund des erhöhten Altersdurchschnitt von > 69 Jahren Infektionen häufig mit einem klinisch stummen Verlauf und einem deutlich schlechteren Outcome assoziiert [55, 56]. Computertomographisch können z.B. pneumonische Infiltrate sicher diagnostiziert werden. Mit insgesamt vier Fällen einer miterfassten basalen Pneumonie ist dieser Prozentsatz aber als gering anzusehen, wahrscheinlich, weil die Lunge nur zu einem geringen Anteil bildgebend erfasst war. Deshalb wurden auch mögliche Epiphänome entzündlicher pulmonaler Erkrankungen wie Pleuraergüsse – die in allen Fällen der detektierten Pneumonie vorlagen – als unmittelbar therapierelevant eingestuft.

Pleuraergüsse können eine Vielzahl von Ursachen haben. Neben einer parainfektösen Genese, können sie auch bei malignen Grunderkrankungen oder Herzerkrankungen nachgewiesen werden. Durch die gesicherte Komorbidität von pAVK und KHK könnte in der hier untersuchten Kohorte, durchaus häufiger eine kardiale Ursache zugrunde liegen [1, 57, 58]. Insgesamt ist die Einordnung von Pleuraergüssen mit über 5 cm Breite als eine unmittelbar therapie- oder abklärungsnötige Veränderung auch aufgrund des raumfordernden Effektes gerechtfertigt.

Ähnlich ist der bei 20 Patienten nachgewiesene Aszites einfach computertomographisch zu diagnostizieren, aber im Einzelfall schwierig einzuordnen. Aszites kann vielfältige Ursachen haben, am häufigsten besteht eine kardiale, portal-hepatische oder entzündliche Genese, seltener ist eine maligne Genese [59]. Da bei drei Patienten gleichzeitig eine morphologisch fassbare Leberzirrhose vorlag, kann in diesen Fällen auf eine portal-hepatische Genese geschlossen werden. Bei zwei Patienten liegt der Rückschluss auf eine kardiale Genese nahe, da zusätzlich pleurale Ergüsse vorhanden waren. In einem Fall lag gleichzeitig eine Splenomegalie vor, sodass bei fehlendem Nachweis von portokavalen Umgehungskreisläufen eine weitere Abklärung zum

Ausschluss einer malignen Erkrankung, wie der eines Lymphoms indiziert war. Eher einfach in der diagnostischen Zuordnung war der detektierte hämorrhagische Aszites, bei dem, scheinbar in Zusammenhang mit der kürzlich davor stattgehabten Bypassoperation stehend, eine Milzruptur nachgewiesen werden konnte. Trotzdem verbleiben 13 Fälle, in denen eine Genese des Aszites bildmorphologisch nicht geklärt werden konnte, sodass eine unmittelbare weitere Diagnostik für notwendig erachtet wurde. Möglicherweise wurde der bildmorphologische Befund des Double Duct Sign, der bei 13 Patienten detektiert wurde, fälschlich zu oft als unmittelbar klinisch relevant eingeordnet. Das Double Duct Sign ist charakterisiert durch das zeitgleiche Auftreten der Dilatation des Ductus hepatocholedochus im intrapankreatischen Segment und des Ductus pancreaticus [60]. Da das Double Duct Sign in bis zu 77% der Fälle bei Pankreaskopfkarzinomen und 52% der Patienten mit Karzinomen der Ampulla Vateri gefunden wird, gilt sein Auftreten als hoch suspekt für das Vorliegen einer dieser Tumorentitäten [60-63]. Es kann jedoch auch bei narbigen Veränderungen auftreten, beispielsweise bei chronischer Pankreatitis oder inflammatorischer Genese sein [61]. In unserer Kohorte wiesen die sieben Fälle der chronischen Pankreatitis kein Double Duct Sign auf, jedoch fand es sich bei einem der drei neu diagnostizierten Pankreaskopfkarzinome.

Einfacher ist die Einordnung von Harnstau in die Kategorie der unmittelbar therapierelevanten Befunde. Bei länger bestehendem hochgradigem Harnstau kann eine dauerhafte Schädigung des Nierenparenchyms und eine Niereninsuffizienz resultieren. Eine rasche Therapie durch Beseitigung der Obstruktion oder Abflussverbesserung kann Folgeschäden oder das Risiko aufsteigender Infektionen bis hin zur Urosepsis deutlich mindern [64]. Ähnlich ist es bei den detektierten Fällen einer subvesikalen Abflussbehinderung mit Harnverhalt. Dieser kann nicht nur zu starken abdominellen Schmerzen führen, sondern auch konsekutiv zum Harnstau.

In dieser untersuchten Kohorte ist die absolute Spinalkanalstenose ein besonders wichtiger Zufallsbefund, da er ähnliche Symptome wie die pAVK verursachen kann und als wichtige Differentialdiagnose unbedingt ausgeschlossen werden sollte [1]. Bei 21 Patienten konnten CT-morphologisch absolute Spinalkanalstenosen im Untersuchungsbereich detektiert werden. Die Symptome der absoluten Spinalkanalstenose, Claudicatio spinalis, mit bewegungsunabhängigen Schmerzen gluteal oder in den unteren Extremitäten ähneln stark denen der pAVK und lassen sich nicht immer sicher klinisch differenzieren [65]. Die typische pAVK-Symptomatik des Ruheschmerzes bzw. eine reduzierte Gehstrecke können auch durch die Spinalkanalstenose bedingt sein. Aufgrund der unterschiedlichen therapeutischen Ansätze dieser Erkrankungen und

möglicherweise zusätzlich benötigter bildgebender Diagnostik zur Evaluation einer Operationsindikation, ist die rasche und sichere Diagnose der führenden klinischen Symptomatik wichtig. Interessanterweise konnten in der hier untersuchten Kohorte bei neun Patienten mit absoluter Spinalkanalstenose keine hämodynamisch relevanten Gefäßstenosen detektiert werden. Bei einer Patientin wurde in unserem Institut eine weiterführende MRT-Diagnostik der Lendenwirbelsäule durchgeführt. Hierdurch wurde die Diagnose der absoluten Spinalkanalstenose bestätigt und die nachfolgend durchgeführte operative Therapie linderte die Beschwerdesymptomatik der Patientin. Dennoch bleibt im Einzelfall die endgültige Diagnose der klinisch führenden Symptomatik kritisch und kann eventuell auch multifaktoriell bedingt sein [65]. In dieser retrospektiven Auswertung kann aufgrund der Bildbefunde alleine nur in Einzelfällen bei besonders ausgeprägten Befunden eine endgültige diagnostische Zuordnung erfolgen.

Bei 80 Patienten konnten Bandscheibenvorfälle beschrieben werden, welche sich CT-morphologisch jedoch nicht sicher in Bezug auf eine mögliche Nervenwurzelkompression oder klinisch relevante Einengung des Spinalkanals einordnen ließen. Daher sollte elektiv eine Korrelation, z.B. mit dem klinischen Untersuchungsbefund erfolgen. Frühzeitig ergriffene orthopädische Maßnahmen können hier einer Chronifizierung der Beschwerden vorbeugen [66]. Chronische Rückenschmerzen verringern nicht nur die Lebensqualität der Betroffenen, sondern führen auch zu einer starken finanziellen Belastung des Gesundheitssystems [67]. Diese morphologisch geringergradigen degenerativen Wirbelsäulenveränderungen sind damit führend in der Kategorie der potentiellen klinischen Relevanz (Kategorie II). In dieser Kategorie konnten bei 240 (55,9%) Patienten insgesamt 386 Inzidentalome diagnostiziert werden.

Weitere Veränderungen des muskuloskelettalen Erkrankungskreises waren höhergradige degenerative Veränderungen der Hüft- und Kniegelenke, Bakerzysten, Kniegelenkserguss sowie Bildbefunde der Spondylolyse und Spondylithese. Diese Veränderungen können zwar klinisch stumm vorliegen, jedoch auch Schmerzen verursachen, sodass eine elektive klinische Korrelation durchgeführt werden sollte, um eine mögliche spezifische Therapie durchführen zu können [1, 68-76].

Der häufigste zufällig im Gastrointestinaltrakt detektierte potentiell relevante Zufallsbefund, war bei 38 Patienten eine Cholezystolithiasis. Zwar sind 50-70% der gefundenen Gallenblasensteine bei der Erstdiagnose asymptomatisch, jedoch können davon 10-25% im Verlauf schmerzhaft Koliken, Cholestase oder akute Cholezystitiden hervorrufen [77, 78]. Weitere potentiell

relevante Befunde der Gallenblase waren Polypen. Zwar ist die Wahrscheinlichkeit einer malignen Transformation zum Gallenblasenkarzinom bei Polypen unter 6 mm sehr gering [79], da jedoch die Prognose dieser Tumorentität schlecht ist und die Studienlage bei größeren Polypen über 7 mm unklar ist, sollte eine sonographische Verlaufskontrolle angestrebt werden [79-81].

Im biliären System fiel zudem eine unklare Erweiterung des Ductus hepatocholedochus auf, dies kann multifaktoriell, durch narbige Strikturen oder akut bzw. chronisch inflammatorisch, bedingt sein [82, 83]. Es kann aber auch ein Hinweis auf ein tumoröses Geschehen sein, welches weiter abklärt werden muss [83]. Bei dem in dieser Arbeit detektierten Fall konnte CT-morphologisch keine Ursache nachgewiesen werden, daher erscheint eine elektive weiterführende Diagnostik notwendig.

Ein weiterer wichtiger Befund in dieser Kategorie war die chronische Pankreatitis, sie konnte bei sieben Patienten gefunden werden. CT-morphologisch kann die chronische Pankreatitis einfach und sicher durch Kalzifikationen entlang des Pankreasgangs diagnostiziert werden [84, 85]. Die chronische Pankreatitis ist ein schwerwiegendes Krankheitsbild, führt sie doch häufig zu repetitiven stationären Krankheitsaufenthalten und geht mit einer erhöhten Mortalität einher [84, 86, 87]. Die chronische Pankreatitis kann zu chronisch abdominellen Schmerzsymptomen, Gefäßkomplikationen, Gallengangskompression und Pseudozysten führen. Sie ist ebenfalls ein Risikofaktor für das Pankreaskarzinom [84, 86, 87]. Die Therapie beinhaltet ein multimodales Konzept, u.a. aus analgetischer, antidepressiver, antiinflammatorischer Medikation zusammen mit diätetischen Empfehlungen und ggf. operativen Maßnahmen. Insgesamt bleibt die Erkrankung jedoch schwer beherrschbar [86, 87]. Als mögliches Korrelat einer endokrinen Pankreasinsuffizienz fand sich bei zwei der sieben Patienten ein Diabetes mellitus. Bei drei weiteren Patienten war kein Diabetes bekannt und bei den verbleibenden zwei Patienten war bisher keine Diabetesdiagnostik erfolgt. Abzugrenzen von den Veränderungen bei chronischer Pankreatitis waren bei zwei Patienten zystische Veränderungen des Pankreas, die aufgrund ihrer Größe und Morphologie als dignitätsunklar gewertet wurden. Da eine maligne Transformation bzw. eine bereits vorhandene Neoplasie für möglich erachtet wurde, sollten diese Veränderungen weiter abgeklärt werden [35, 88].

Diffuse hepatische Parenchymveränderungen konnten bei acht Patienten festgestellt werden, davon zweimal die Steatosis hepatis und sechsmal morphologische Veränderungen einer vorher nicht bekannten Leberzirrhose. Diese Veränderungen können nicht nur zur Leberinsuffizienz mit seinen Komplikationen führen, u.a. portaler Hypertension, Varizenblutung, Aszites,

hepatorenales Syndrom, sondern auch zum erhöhten Risiko des hepatozellulären Karzinoms [89, 90]. Weiterhin fand sich eine dignitätsunklare Raumforderung in der Leber, welche mit additiver Bildgebung abgeklärt werden sollte [35].

Ein sehr häufiger Zufallsbefund mit potentieller klinischer Relevanz waren die 26 Fälle der Sigmadivertikulose, d.h. das Vorliegen von mehr als fünf Divertikeln. Fanden sich bei einem Patienten nur einzelne reaktionslose, nicht wandverdickte Divertikel (bis fünf), wurde dieser Befund in die Kategorie ohne klinische Relevanz eingeteilt. Es ist bekannt, dass die Inzidenz der Divertikelerkrankung mit dem Alter ansteigt und die Divertikulose bei über 70% der 90jährigen vorliegt [91]. In unserem Kollektiv fanden sich bei 179 Patienten einzelne Divertikel. In Bezug auf die Progression von unkomplizierter Divertikulose zur akuten Divertikulitis finden sich in älteren Studien Angaben von 25%, in aktuellen Untersuchungen jedoch nur 4% [92, 93]. Trotz dieses relativ geringen Risikos bleibt diese Erkrankung aufgrund ihrer möglichen schwerwiegenden akuten Komplikationen und potentieller chronischer Folgeerkrankungen, wie das Reizdarmsyndrom [94], ein Zufallsbefund, der potentielle Relevanz besitzt. Dies wird zusätzlich dadurch verdeutlicht, dass sich in dieser Kohorte bei vier Patienten als Zufallsbefund der Kategorie I eine phlegmonöse (IIa) bzw. gedeckt perforierte (IIb) Sigmadivertikulitis fand, welche anschließend therapiert wurden.

Auch abdominelle Hernien können potentiell von klinischer Relevanz sein. In dem hier untersuchten Kollektiv wurden axiale Zwerchfellhernien des Magens im Hiatus oesophagei und skrotale Hernien mit herniertem Darm nachgewiesen: Bei zwölf Patienten konnte eine axiale Magenhernie diagnostiziert werden, welche zur gastroösophagealen Refluxkrankheit führen kann [95]. Dies löst nicht nur Symptome wie Übelkeit, Sodbrennen, Dysphagie, Thoraxschmerzen oder gar chronischen Reizhusten aus [96], sondern stellt auch ein Risikofaktor bei der Entstehung von Adenokarzinomen des Ösophagus und der Kardia des Magens dar [97]. Daher wurde dieser Befund als potentiell relevant eingestuft und sollte klinisch korreliert werden, da durch die Gabe von Protonenpumpenhemmern einfache therapeutische Maßnahmen zur Verfügung stehen.

In fünf Fällen enthüllte die CTA eine skrotale Hernie zum Teil mit ausgeprägtem Charakter. Im Falle einer Strangulation der prolabierten Darmanteile entwickelt sich ein akutes und schwerwiegendes Krankheitsbild, dass bei Verzögerung der Diagnostik und Therapie mit einer hohen Wahrscheinlichkeit der Darmgangräs und steigender Mortalität einhergeht [98]. Eine frühzeitige Evaluation einer möglichen OP-Indikation ist daher von Bedeutung.

Im Urogenitaltrakt war die Prostatahyperplasie der häufigste detektierte Zufallsbefund mit potentieller Relevanz bei 29 Patienten. Bekanntermaßen steigt die Inzidenz dieser Erkrankung deutlich mit zunehmendem Patientenalter und kann durch unvollständige Harnblasenentleerung zu Komplikationen, wie z.B. Harnverhalt mit höhergradigem Harnstau führen [99]. Bildmorphologisch ist es zudem nicht möglich, eine rein benigne Prostatahyperplasie zu diagnostizieren. Daher ist die elektive urologische Abklärung als sehr sinnvoll zu erachten. Eine Überschneidung zu „normalen“ Alterserscheinungen bei dem fortgeschrittenen Lebensalter des hier untersuchten Patientengutes könnte auch hier vorliegen [100].

An den Nieren waren in acht Fällen stattgehabte Infarkte zu sehen. Dies kann zu Nierenparenchymuntergang und somit zur Niereninsuffizienz führen [101], daher ist es ein potentiell relevanter Befund. Ursachen sind meist Emboli aus dem Herzen oder der Aorta und es besteht die Gefahr repetitiver Ereignisse [102, 103], welche im akuten Geschehen mit Flanken- oder Abdominalschmerz und weiterem Funktionsverlust einhergehen können [104, 105]. Eine Ursachenabklärung und optimierte medikamentöse Einstellung wirken hier prophylaktisch [101, 104]. Dasselbe gilt für die drei detektierten Milzinfarkte und den Leberinfarkt, wobei eine möglich resultierende Leberinsuffizienz eine besonders wichtige Rolle für den Patienten spielt [101].

Bei sieben Patienten konnte eine Nephrolithiasis nachgewiesen werden. Im Falle eines Steinabgangs kann das nicht nur zu Schmerzen sondern auch zu Harnstau und Funktionsverlust der Niere führen [64], somit ist auch dieser Befund potentiell klinisch relevant.

Zwei weitere Patienten hatten vorher nicht bekannte Zystennieren, diese können ebenfalls mit renaler Insuffizienz vergesellschaftet sein. Da die renale Insuffizienz nicht nur begünstigender sondern auch ein kausaler Faktor der pAVK sein kann, kommen diesen Inzidentalomen in dieser Kohorte eine Relevanz zu [1, 4, 5, 106], auch wenn sich keine direkte Therapieoption ergibt.

In drei Fällen konnten Nierenzysten vom Typ IIF nach Bosniak gefunden werden, die im Verlauf weiterer Kontrollen bedürfen, da sie in 25% maligne transformieren können [107, 108].

In den miterfassten basalen Lungenabschnitten fanden sich bei drei Patienten pulmonale Raumforderungen, die aufgrund ihrer Morphologie und in Zusammenschau mit den Empfehlungen der Fleischner Gesellschaft ein Follow-up CT in sechs bis zwölf Monaten benötigen [50]. Eine Raucheranamnese bestand bei zwei der drei Patienten.

In der Kategorie II als potentiell klinisch relevante Nebenbefunde verbleibt ein Anteil von insgesamt 34 Patienten, die CT-morphologisch nur unzureichend einzuordnende Veränderungen

der Nebennieren, des Ovars, der Milz sowie der Lymphknoten aufwiesen: Dignitätsunklare Raumforderungen der Nebenniere konnten an zwölf Patienten beobachtet werden. Aufgrund der fehlenden nativen und spätvenösen Untersuchungsphase konnten diese nicht ausreichend abschließend diagnostisch eingeordnet werden [109], sodass hier weitere Bildgebung notwendig war [110, 111]. In der Literatur konnte aber bereits an knapp 1000 Patienten ohne Tumoranamnese gezeigt werden, dass in dieser Gruppe alle zufällig detektierten adrenalen Veränderungen keinen Krankheitswert besaßen [112].

In der Kategorie der fehlenden klinischen Relevanz (Kategorie III) lagen bei 359 Patienten insgesamt 683 Befunde vor, die sicher als benigne klassifiziert werden konnten.

Dazu zählen neben anlagebedingten Veränderungen insbesondere degenerative Skelettveränderungen, die ein normales Altersmaß nicht überschreiten. Wie oben schon bei den muskuloskelettalen Veränderungen der Kategorien I und II ausgeführt, finden sich diese Veränderungen zum Teil auch in starker Ausprägung bei asymptomatischen Patienten. So ist es oft nicht sicher möglich, aus dem Bildgebungsbefund Rückschlüsse auf die Schwere der Erkrankung zu ziehen. Es wurde versucht, dies in Korrelation zum Patientenalter und der Ausprägung der Skelettveränderung, zum Beispiel der Gelenkspaltverschmälerung und Osteophytenbildung nach Kellgren und Lawrence zu graduieren. Es ist jedoch anzunehmen, dass Befunde hier sowohl über- als auch unterbewertet wurden [113-118].

Als Besonderheit in der Kategorie der fehlenden klinischen Relevanz kann hier die Einordnung einer Rucker Jersey Spine angesehen werden. Diese ist ein radiologisches Zeichen der Skelettveränderung des sekundären Hyperparathyreodismus bei Niereninsuffizienz. Da sich die Veränderung aber bei Patienten mit langjährig bekanntem chronischen Nierenschaden fand, ist er hier nicht klinisch relevant [119].

Ebenso wurden die in anderem Zusammenhang als potentiell klinisch relevant anzusehende Uterusmyome von 14 Patientinnen aufgrund des Alters der Patientinnen, der Verkalkung der Myome und fehlendem raumfordernden Effekt, übereinstimmend mit Literaturangaben als nicht relevant gewertet [120, 121].

Die Limitationen dieser Arbeit sind folgende:

Es wurde die retrospektive deskriptive Analyse der CTA-Untersuchungen durchgeführt. Eine klinische Korrelation der Bildbefunde hinsichtlich ihrer Symptomatik war deshalb nur sehr eingeschränkt anhand des CTA- Fragebogens und Informationen aus den digitalen Krankenakten möglich. Darüber hinaus lagen in der Mehrzahl der Fälle keine Folgeuntersuchungen hinsichtlich

der Einordnung der Zufallsbefunde vor. Auch eine Analyse zum Zusammenwirken der gefundenen Zufallsbefunde auf die Mortalität bei pAVK konnte in dieser Arbeit nur in einzelnen Fällen durchgeführt werden, sodass die Einordnung in den Gesamtkontext der pAVK deskriptiv bleibt.

Die CTA-Datensätze wurden primär nur von der Doktorandin reevaluiert. Eine Konsensus-Evaluation wurde bei 50% der Datensätze zusammen mit einem Facharzt für Radiologie durchgeführt. Eine Korrelation der Befundeinschätzung war nicht Ziel dieser Dissertationsarbeit. In Screeninguntersuchungen ist eine hohe Interobservervarianz bezüglich der Bewertung von Zufallsbefunden und Empfehlung der weiteren Abklärung bekannt [122]. Ähnliches ist für Zufallsbefunde in klinisch indizierten Untersuchungen wie in diesen Fällen anzunehmen.

Zuletzt sind untersuchungstechnische Einschränkungen, wie ein begrenztes Untersuchungsfeld, d.h. sowohl eine begrenzte Scanstrecke als auch FoV und die einzelne, früharterielle Kontrastmittelpase zu nennen, wodurch die Aussagekraft in der Einordnung des Zufallsbefundes oft eingeschränkt wird. Zum einen bildet das Untersuchungsfeld der CTA lediglich die basalen Thoraxabschnitte ab. Durch die partielle Darstellung des Thorax sind die angegebenen Häufigkeiten zu pulmonalen, pleuralen und kardialen Befunden systematisch unterschätzt. Es könnten weitere thorakale Befunde außerhalb der Scanstrecke vorliegen, was in dieser Kohorte mit einem hohen Anteil von Rauchern und damit erhöhtem Risiko für die Entwicklung eines Lungenkarzinoms relevant sein könnte [123]. Zum anderen konnte bei adipösen Patienten, trotz Rekonstruktion eines zusätzlichen Habitus adaptierten Datensatzes, in einigen Fällen nicht das gesamte subkutane Fettgewebe bzw. die Hautgrenze erfasst werden. Es besteht somit die Möglichkeit das Hauttumore, wie z.B. Melanome, nicht detektiert wurden. Die zusätzliche Rekonstruktion eines Datensatzes mit großem FoV und einer Schichtdicke von 3 oder 5 mm erwies sich als vorteilhaft für die Beurteilung extravaskulärer Strukturen und sollte deshalb, trotz des notwendigen Arbeitsaufwandes zur Herstellung und der Speicherung, angefertigt werden.

Aus strahlenhygienischen Gründen wurde nur eine früharterielle Angiographie-Phase und keine weiteren Kontrastierungsphasen durchgeführt, die zur differentialdiagnostischen Einordnung von Zufallsbefunden hätten verwendet werden können [124]. Dies erschwerte besonders die Zuordnung der Zufallsbefunde der Kategorie II. Es ist bekannt, dass mit einer besseren (venösen) Parenchymkontrastierung von Abdominalorganen zahlenmäßig mehr therapierelevante

Zufallsbefunde nachgewiesen werden als nativ, bzw. die Einordnung von Leberläsionen erleichtert wird [38, 40, 125].

Ein Vergleich dieser Arbeit mit Literaturstudien zeigt, dass abhängig von der Untersuchungsregion und der Klassifikation der Zufallsbefunde mehr therapierelevante Befunde erhoben werden. In einer Arbeit zur aortoiliakalen CTA vor transkutaner Aortenklappenimplantation wurden sogar bei 48,8% der untersuchten 207 Patienten therapierelevante Befunde nachgewiesen [126]. Von insgesamt 135 Zufallsbefunden, waren dabei elf thorakal lokalisiert, 20 abdominell (mit 13 Nebennierenraumforderungen) sowie 102 vaskuläre Befunde. Dies ist insbesondere durch den Einschluss vaskulärer Auffälligkeiten ein im Vergleich zu den in dieser Arbeit erhobenen Daten von 22,8% ein deutlich höherer Prozentsatz. In der hier vorliegenden Dissertation wurden vaskuläre Befunde wie Aneurysmata nicht als Zufallsbefunde gewertet, da sie Teil der klinischen Fragestellung einer Becken-Bein-Angiographie waren.

Unabhängig von der untersuchten Körperregion werden zunehmend häufiger Zufallsbefunde in der MRT und CT-Bildgebung beschrieben [40, 42, 127, 128]. Zum einem ist dies steigenden Untersuchungszahlen bei hoher Geräteverfügbarkeit und zunehmender Tendenz zu CT-Screeninguntersuchungen zuzuschreiben [46, 129]. Zum anderen tragen verbesserte Bildbetrachtungsmöglichkeiten, die dünnere Schichtdicke der Primäraquisition sowie die zunehmende Bilddatenverfügbarkeit durch die Einführung des PACS dazu bei [37, 130]. Studien geben in bis zu 63% der Patienten detektierte Zufallsbefunde an [38], wobei aber nur maximal 16% der Befunde als relevant eingeschätzt werden [35]. Eine Metaanalyse wurde bereits 2009 durch Berland durchgeführt. Die Arbeit zeigte eine hohe Variabilität von Studiendesign, Patientenkohorten und Definition der klinischen Relevanz mit daraus folgender Kategorisierung der Befunde [131]. Unterschiede finden sich bereits in der Einteilung der Kategorien bzw. Gruppen, dies variiert von strikt kanzerös bzw. gutartig bis hin zur Beschreibung von anatomischen Normvarianten [40, 127, 132]. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Inzidentalome entweder nach zeitlicher Notwendigkeit zur Befundabklärung - sofort bis hin zu nicht notwendig - oder anhand ihrer Morphologie unterschieden werden [42, 49, 127, 132].

Leider kann keine der Studien eine Konsensusempfehlung zur Einteilung der Zufallsbefunde vorgeben. Dies zeigt, dass der Bedarf für eine Leitlinie für „unerwartete Befunde“ groß ist. Bislang liefern zwei Arbeiten aus den USA erste Vorschläge für die Einordnung von Inzidentalomen. Die Veränderungen werden anhand bildmorphologischer Kriterien, wie Größe, Begrenzung, Dichte und Kontrastmittelanreicherung und in Bezug zum Patientenalter,

Komorbiditäten und potentieller Lebenserwartung kategorisiert [35, 46]. In dieser Weise wurden auch die Befunde dieser Dissertationsarbeit in drei Kategorien eingeteilt.

Die scheinbar zunehmende Inzidenz von Zufallsbefunden - insbesondere seit der Einführung des PACS - könnte weiterhin durch die zunehmende Häufigkeit von zivil- und strafrechtlichen Verfahren in der Medizin begründet sein. Dies wird nicht nur in den USA, sondern auch zunehmend in Deutschland beobachtet und betrifft nicht nur die operativen Fächer sondern auch das Fachgebiet der Radiologie [133-135]. Fehler in der Diagnose bzw. Befundinterpretation sind dabei führend [134]. Das Unterlassen von Empfehlungen additiver Bildgebung zur weiteren Befundabklärung stellt im Vergleich zur Fehldiagnose aktuell einen deutlich geringen Anteil dar, 0,41% versus 14,83% [134]. Die Angst vor rechtlichen Konsequenzen scheint jedoch dazu zu führen, dass die Häufigkeit zur rein strategischen Empfehlung weiterführender Bildgebung zunimmt [130, 134].

Eine solche Zunahme der Diagnostik hat jedoch nicht nur positive Effekte. Die entbehrliche Abklärung von nicht therapielevanten Befunden führt zur unnötigen Kostenbelastung des Gesundheitssystems und sollte deshalb vermieden werden. Laut einer britischen Studie belaufen sich die Kosten für die weitere Abklärung von 24 Zufallsbefunden detektiert bei 225 CT-Screeninguntersuchungen des Colonkarzinoms auf eine Summe von £34 329 [43]. Dies entspricht im Durchschnitt einem zusätzlichen Betrag von £153 pro Patient und somit einer Verdoppelung der Kosten, welche initial für die virtuelle CT-Coloskopie veranschlagt worden sind [43]. In den USA werden ebenfalls hohe Kosten für die weitere Abklärung von Zufallsbefunden bei der computertomographischen Coloskopie (CTC) angegeben. Hier werden durch weitere Untersuchungen von 1,3% der untersuchten Kohorte Kosten von \$23380 verursacht, was durchschnittlich additive \$34 für jede durchgeführte CTC hervorruft [136]. Dies wird als ein begünstigender Faktor für Ablehnung der Kostenübernahme der Screening CTC durch die US-amerikanische Behörde, Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS), zuständig für Versicherungsangelegenheiten des Gesundheitssystems, angegeben [35]. Andererseits evaluieren Hassan et al. zwar höhere Kosten durch zusätzliche Diagnostik, sehen dies jedoch aufgrund der potentiellen Reduktion der Mortalität durch Früherkennung als kosteneffektiv an [137].

Die Kosten für additive Untersuchungen variieren länderabhängig insgesamt stark. Die weitere Abklärung von Inzidentalomen detektiert bei CT-Screeninguntersuchungen des Lungenkarzinoms werden mit €8,95 pro Patient beziffert [138], während bei der CTA der Koronarien Kosten von \$438,39 pro Patient für die weitere Bildgebung anfallen [139]. Zufällige

Befunde diagnostiziert bei CT-Urographien bei Patienten mit Hämaturie belaufen sich auf £60 pro Patient [140].

Neben den ökonomischen Aspekten müssen auch die psychologischen Belastungen der Patienten berücksichtigt werden. Die Patienten erfahren durch die Abklärung eines Zufallsbefundes eine starke psychische Belastung [45]. Auch Fehler und Unzulänglichkeiten in der Arzt- Patient-Kommunikation eines klinisch nicht relevanten Zufallsbefundes führen bei den Betroffenen nachgewiesenermaßen zu einer enormen Stressreaktion [141].

Nicht zuletzt setzt die zusätzliche Diagnostik den Patient auch möglichen Gefahren, sei es durch das stochastische Risiko ionisierender Strahlen oder durch die Risiken möglicher operativer Eingriffe, aus. Hierdurch kann es sogar zu einer Erhöhung der Mortalität kommen [44, 124].

Darüber hinaus ist bislang nicht geklärt, inwieweit ein vorher asymptomatischer Tumor die Morbidität und Mortalität des Patienten mit pAVK beeinflusst. In 40-60% der Fälle besteht gleichzeitig eine koronare Herzkrankheit (KHK) und arterielle Verschlusskrankheit der Hirnarterien [1, 7, 57, 142]. Insgesamt stellt die KHK bei der pAVK die häufigste Todesursache dar [1, 143]. Die Mortalität der pAVK Patienten ist im Vergleich zur Normalbevölkerung deutlich erhöht und steigt mit der Schwere der Grunderkrankung [1]. Die Mortalitätsrate liegt bei der chronischen Erkrankung im Stadium III und IV nach Fontaine bei 20% im ersten Jahr nach Vorstellung, bei der akuten Manifestion zwischen 15-20% im kurzfristigen Intervall [1, 143].

In dieser Arbeit befinden sich über die Hälfte der Patienten in Stadium IIa und IIb, da die 5 Jahres-Überlebensrate hier bei über 70% liegt, sind sowohl die relevanten als auch die potentiell relevanten Zufallsbefunde von Bedeutung. Allerdings könnte auch bei langsamem Tumorwachstum eventuell nicht das inzidentell detektierte Malignom, sondern die zusätzlich vorliegenden Komorbiditäten bei pAVK zum Tode führen [144]. Viele bilddiagnostisch potentiell maligne imponierende Organveränderungen sind in bestimmten Patientenkohorten nicht lebensbegrenzend [112]. Die Befunde der Kategorie I sollten immer weiter abgeklärt oder interdisziplinär erörtert werden, da hier in Einzelfällen die Mortalität der Grunderkrankung der pAVK überschritten wird [145]. Bei zwei Patienten in dieser Kohorte hatte der Zufallsbefund bei fehlendem gleichzeitigem interventionsbedürftigem Gefäßschluss eine sofortige Änderung des Therapiekonzepts zur Folge. Es handelte sich dabei um die Milzruptur und ein neu diagnostiziertes Pankreaskarzinom. Die weiteren neu detektierten Neoplasien wurden bei führender Gefäßsymptomatik, um den Extremitätenerhalt zu sichern, primär interventionell bzw. gefäßchirurgisch versorgt. Erst im kurzfristigen Verlauf wurde die Neoplasie weiter evaluiert

bzw. therapiert. In dem Fall, dass ein Infektfokus neu beschrieben werden konnte, erhielten die Patienten zusätzlich zu einer eventuellen Gefäßintervention auch eine kalkulierte antibiotische Therapie.

Die Einordnung der Skelettveränderungen hinsichtlich einer möglichen Verschleierung oder Aggravation der pAVK-Symptomatik hat sich als wichtig und difizil herausgestellt. Deshalb wird der institutsinterne CTA-Fragebogen überarbeitet werden und z.B. bei Rückenschmerzen, deren Charakter und dermatombezogene Sensibilitätsausfälle erfragen.

In dieser Risikokohorte konnten bei insgesamt 22,8% der pAVK Patienten unmittelbar klinisch relevante oder abklärungsbedürftige extravaskuläre Zufallsbefunde erhoben werden. Lediglich bei 27,3% der Patienten lagen nur benigne bzw. altersentsprechende zufällige Befunde vor. Dies verdeutlicht, wie wichtig es ist, die Untersuchungen losgelöst von der klinischen bzw. rechtfertigenden Indikation zu beurteilen, damit Erkrankungen frühzeitig detektiert und behandelt werden können. Die Abgrenzung von malignen zu potentiell bzw. nicht relevanten Befunden anhand der Bildmorphologie ist zudem besonders wichtig um unnötige Diagnostik zu vermeiden. Dies ist nicht nur für den Patienten besonders wichtig, sondern kann auch das Gesundheitssystem vor unnötigen finanziellen Belastungen bewahren.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse dieser Arbeit und die Literaturergebnisse, dass Zufallsbefunde primär den Radiologen, sekundär aber auch den überweisenden Arzt und den Patienten vor Herausforderungen stellen, für die es noch keine überzeugenden Leitlinien gibt.

Dem Radiologen kommt eine herausragende Rolle in der morphologischen Einstufung von Zufallsbefunden als klinisch relevant oder nicht zu. Durch eine hohe diagnostische Expertise und Klassifikation der Befunde kann der Radiologe hier zusammen mit dem Überweiser das notwendige „work-up“ primär steuern. Mit zunehmender, auch gesetzlich verankerter Selbstbestimmung der Patienten und Dokumentationspflicht muss allerdings darüber nachgedacht werden, ob bereits vor der Untersuchung der Umgang mit möglichen Inzidentalomen zusammen mit dem Patienten festgelegt werden muss [146].

Es kann festgehalten werden, dass Zufallsbefunde in der CTA der Becken- und Beingefäße von Patienten mit pAVK häufig auftreten. Eine Einordnung in drei Kategorien (klinisch relevant, potentiell klinisch relevant und nicht-relevant/Altersnorm) erscheint sinnvoll, kann jedoch im Einzelfall schwierig sein. Durch klinische Information, die durch den Patienten oder den Überweiser gegeben werden können, wird insbesondere die Einordnung der potentiell relevanten

Befunde erleichtert. So kann eine enge Zusammenarbeit und Kommunikation von Radiologe, Patient und Überweiser den Herausforderungen die Zufallsbefunde bieten am besten individuell sowie sozioökonomisch begegnen.

5. Literatur

1. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Journal of vascular surgery : official publication, the Society for Vascular Surgery [and] International Society for Cardiovascular Surgery, North American Chapter*. 2007 Jan; 45 Suppl S:S5-67.
2. Fowkes FGR, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, Norman PE, Sampson UKA, Williams LJ, Mensah GA, Criqui MH. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *The Lancet*. 2013.
3. Michels GST. *Klinikmanual Innere Medizin*. Heidelberg: Springer, 2010.
4. O'Hare AM, Glidden DV, Fox CS, Hsu CY. High prevalence of peripheral arterial disease in persons with renal insufficiency: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000. *Circulation*. 2004 Jan 27; 109(3):320-323.
5. O'Hare AM, Vittinghoff E, Hsia J, Shlipak MG. Renal insufficiency and the risk of lower extremity peripheral arterial disease: results from the Heart and Estrogen/Progestin Replacement Study (HERS). *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 2004 Apr; 15(4):1046-1051.
6. Fontaine R, Kim M, Kieny R. [Surgical treatment of peripheral circulation disorders]. *Helvetica chirurgica acta*. 1954 Dec; 21(5-6):499-533.
7. Herold G. *Innere Medizin*. Köln: Herold, G. , 2009.
8. Rooke TW, Hirsch AT, Misra S, Sidawy AN, Beckman JA, Findeiss LK, Golzarian J, Gornik HL, Halperin JL, Jaff MR, Moneta GL, Olin JW, Stanley JC, White CJ, White JV, Zierler RE. 2011 ACCF/AHA focused update of the guideline for the management of patients with peripheral artery disease (updating the 2005 guideline): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society for Vascular Medicine, and Society for Vascular Surgery. *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2012 Mar 1; 79(4):501-531.
9. Gardner AW, Montgomery PS, Flinn WR, Katzel LI. The effect of exercise intensity on the response to exercise rehabilitation in patients with intermittent claudication. *Journal of vascular surgery : official publication, the Society for Vascular Surgery [and] International Society for Cardiovascular Surgery, North American Chapter*. 2005 Oct; 42(4):702-709.
10. McDermott MM, Liu K, Ferrucci L, Criqui MH, Greenland P, Guralnik JM, Tian L, Schneider JR, Pearce WH, Tan J, Martin GJ. Physical performance in peripheral arterial disease: a slower rate of decline in patients who walk more. *Annals of internal medicine*. 2006 Jan 3; 144(1):10-20.

11. Peach G, Griffin M, Jones KG, Thompson MM, Hinchliffe RJ. Diagnosis and management of peripheral arterial disease. *BMJ*. 2012; 345:e5208.
12. Hirsch AT, Hartman L, Town RJ, Virnig BA. National health care costs of peripheral arterial disease in the Medicare population. *Vasc Med*. 2008 Aug; 13(3):209-215.
13. Smolderen KG, Wang K, de Pouvourville G, Bruggenjurgen B, Rother J, Zeymer U, Parhofer KG, Steg PG, Bhatt DL, Magnuson EA. Two-year vascular hospitalisation rates and associated costs in patients at risk of atherothrombosis in France and Germany: highest burden for peripheral arterial disease. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2012 Feb; 43(2):198-207.
14. Margolis J, Barron JJ, Grochulski WD. Health care resources and costs for treating peripheral artery disease in a managed care population: results from analysis of administrative claims data. *Journal of managed care pharmacy : JMCP*. 2005 Nov-Dec; 11(9):727-734.
15. Holler D, Claes C, von der Schulenburg JM. Treatment costs and quality of life of patients with peripheral arterial occlusive disease--the German perspective. *VASA Zeitschrift für Gefasskrankheiten*. 2004 Aug; 33(3):145-153.
16. Willmann JK, Baumert B, Schertler T, Wildermuth S, Pfammatter T, Verdun FR, Seifert B, Marincek B, Bohm T. Aortoiliac and lower extremity arteries assessed with 16-detector row CT angiography: prospective comparison with digital subtraction angiography. *Radiology*. 2005 Sep; 236(3):1083-1093.
17. Levin DC, Rao VM, Parker L, Frangos AJ, Sunshine JH. The effect of the introduction of MR and CT angiography on the utilization of catheter angiography for peripheral arterial disease. *Journal of the American College of Radiology : JACR*. 2007 Jul; 4(7):457-460.
18. Reiser M KF-P, Debus Jürgen. *Radiologie*. Stuttgart: Thieme, 2006.
19. Ota H, Takase K, Rikimaru H, Tsuboi M, Yamada T, Sato A, Higano S, Ishibashi T, Takahashi S. Quantitative vascular measurements in arterial occlusive disease. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2005 Sep-Oct; 25(5):1141-1158.
20. Napoli A, Anzidei M, Zaccagna F, Cavallo Marincola B, Zini C, Brchetti G, Cartocci G, Fanelli F, Catalano C, Passariello R. Peripheral arterial occlusive disease: diagnostic performance and effect on therapeutic management of 64-section CT angiography. *Radiology*. 2011 Dec; 261(3):976-986.
21. Topaltzikis T, Rountas C, Moisdou R, Fezoulidis I, Kappas C, Theodorou K. Radiation dose to patients and staff during angiography of the lower limbs. Derivation of local dose reference levels. *Phys Med*. 2009 Mar; 25(1):25-30.
22. Singh H, Cardella JF, Cole PE, Grassi CJ, McCowan TC, Swan TL, Sacks D, Lewis CA. Quality improvement guidelines for diagnostic arteriography. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2002 Jan; 13(1):1-6.

23. Pollak AW, Norton PT, Kramer CM. Multimodality imaging of lower extremity peripheral arterial disease: current role and future directions. *Circulation Cardiovascular imaging*. 2012 Nov; 5(6):797-807.
24. Visser K, Hunink MG. Peripheral arterial disease: gadolinium-enhanced MR angiography versus color-guided duplex US--a meta-analysis. *Radiology*. 2000 Jul; 216(1):67-77.
25. Leiner T, Kessels AG, Nelemans PJ, Vasbinder GB, de Haan MW, Kitslaar PE, Ho KY, Tordoir JH, van Engelshoven JM. Peripheral arterial disease: comparison of color duplex US and contrast-enhanced MR angiography for diagnosis. *Radiology*. 2005 May; 235(2):699-708.
26. Owen AR, Roditi GH. Peripheral arterial disease: the evolving role of non-invasive imaging. *Postgraduate medical journal*. 2011 Mar; 87(1025):189-198.
27. Hodnett PA, Koktzoglou I, Davarpanah AH, Scanlon TG, Collins JD, Sheehan JJ, Dunkle EE, Gupta N, Carr JC, Edelman RR. Evaluation of peripheral arterial disease with nonenhanced quiescent-interval single-shot MR angiography. *Radiology*. 2011 Jul; 260(1):282-293.
28. Koelemay MJ, Lijmer JG, Stoker J, Legemate DA, Bossuyt PM. Magnetic resonance angiography for the evaluation of lower extremity arterial disease: a meta-analysis. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 2001 Mar 14; 285(10):1338-1345.
29. Ouwendijk R, de Vries M, Pattynama PM, van Sambeek MR, de Haan MW, Stijnen T, van Engelshoven JM, Hunink MG. Imaging peripheral arterial disease: a randomized controlled trial comparing contrast-enhanced MR angiography and multi-detector row CT angiography. *Radiology*. 2005 Sep; 236(3):1094-1103.
30. Pomposelli F. Arterial imaging in patients with lower-extremity ischemia and diabetes mellitus. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2010 Sep-Oct; 100(5):412-423.
31. Heijenbrok-Kal MH, Kock MC, Hunink MG. Lower extremity arterial disease: multidetector CT angiography meta-analysis. *Radiology*. 2007 Nov; 245(2):433-439.
32. Albrecht T, Foert E, Holtkamp R, Kirchin MA, Ribbe C, Wacker FK, Kruschewski M, Meyer BC. 16-MDCT angiography of aortoiliac and lower extremity arteries: comparison with digital subtraction angiography. *AJR American journal of roentgenology*. 2007 Sep; 189(3):702-711.
33. Met R, Bipat S, Legemate DA, Reekers JA, Koelemay MJ. Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 2009 Jan 28; 301(4):415-424.
34. Schernthaner R, Stadler A, Lomoschitz F, Weber M, Fleischmann D, Lammer J, Loewe C. Multidetector CT angiography in the assessment of peripheral arterial occlusive disease: accuracy in detecting the severity, number, and length of stenoses. *European radiology*. 2008 Apr; 18(4):665-671.
35. Berland LL, Silverman SG, Gore RM, Mayo-Smith WW, Megibow AJ, Yee J, Brink JA, Baker ME, Federle MP, Foley WD, Francis IR, Herts BR, Israel GM, Krinsky G, Platt JF, Shuman WP, Taylor AJ. Managing incidental findings on abdominal CT: white paper of the

ACR incidental findings committee. *Journal of the American College of Radiology* : JACR. 2010 Oct; 7(10):754-773.

36. Mirilas P, Skandalakis JE. Benign anatomical mistakes: incidentaloma. *The American surgeon*. 2002 Nov; 68(11):1026-1028.

37. Wagner SC, Morrison WB, Carrino JA, Schweitzer ME, Nothnagel H. Picture archiving and communication system: effect on reporting of incidental findings. *Radiology*. 2002 Nov; 225(2):500-505.

38. Yee J, Kumar NN, Godara S, Casamina JA, Hom R, Galdino G, Dell P, Liu D. Extracolonic abnormalities discovered incidentally at CT colonography in a male population. *Radiology*. 2005 Aug; 236(2):519-526.

39. Xiong T, Richardson M, Woodroffe R, Halligan S, Morton D, Lilford RJ. Incidental lesions found on CT colonography: their nature and frequency. *The British journal of radiology*. 2005 Jan; 78(925):22-29.

40. Pickhardt PJ, Kim DH, Meiners RJ, Wyatt KS, Hanson ME, Barlow DS, Cullen PA, Remtulla RA, Cash BD. Colorectal and extracolonic cancers detected at screening CT colonography in 10,286 asymptomatic adults. *Radiology*. 2010 Apr; 255(1):83-88.

41. Morin SH, Cobbold JF, Lim AK, Eliahoo J, Thomas EL, Mehta SR, Durighel G, Fitzpatrick J, Bell JD, Taylor-Robinson SD. Incidental findings in healthy control research subjects using whole-body MRI. *European journal of radiology*. 2009 Dec; 72(3):529-533.

42. Pickhardt PJ, Hanson ME, Vanness DJ, Lo JY, Kim DH, Taylor AJ, Winter TC, Hinshaw JL. Unsuspected extracolonic findings at screening CT colonography: clinical and economic impact. *Radiology*. 2008 Oct; 249(1):151-159.

43. Xiong T, McEvoy K, Morton DG, Halligan S, Lilford RJ. Resources and costs associated with incidental extracolonic findings from CT colonography: a study in a symptomatic population. *The British journal of radiology*. 2006 Dec; 79(948):948-961.

44. Casarella WJ. A patient's viewpoint on a current controversy. *Radiology*. 2002 Sep; 224(3):927.

45. Schmidt CO, Hegenscheid K, Erdmann P, Kohlmann T, Langanke M, Volzke H, Puls R, Assel H, Biffar R, Grabe HJ. Psychosocial consequences and severity of disclosed incidental findings from whole-body MRI in a general population study. *European radiology*. 2013 May; 23(5):1343-1351.

46. Zalis ME, Barish MA, Choi JR, Dachman AH, Fenlon HM, Ferrucci JT, Glick SN, Laghi A, Macari M, McFarland EG, Morrin MM, Pickhardt PJ, Soto J, Yee J. CT colonography reporting and data system: a consensus proposal. *Radiology*. 2005 Jul; 236(1):3-9.

47. Hoffstetter P, Herold T, Daneschnejad M, Zorger N, Jung EM, Feuerbach S, Schreyer AG. [Non-trauma-associated additional findings in whole-body CT examinations in patients with multiple trauma]. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin*. 2008 Feb; 180(2):120-126.

48. Hegenscheid K, Seipel R, Schmidt CO, Volzke H, Kuhn JP, Biffar R, Kroemer HK, Hosten N, Puls R. Potentially relevant incidental findings on research whole-body MRI in the general adult population: frequencies and management. *European radiology*. 2013 Mar; 23(3):816-826.
49. Paluska TR, Sise MJ, Sack DI, Sise CB, Egan MC, Biondi M. Incidental CT findings in trauma patients: incidence and implications for care of the injured. *The Journal of trauma*. 2007 Jan; 62(1):157-161.
50. MacMahon H, Austin JH, Gamsu G, Herold CJ, Jett JR, Naidich DP, Patz EF, Jr., Swensen SJ. Guidelines for management of small pulmonary nodules detected on CT scans: a statement from the Fleischner Society. *Radiology*. 2005 Nov; 237(2):395-400.
51. Naidich DP, Bankier AA, MacMahon H, Schaefer-Prokop CM, Pistolesi M, Goo JM, Macchiarini P, Crapo JD, Herold CJ, Austin JH, Travis WD. Recommendations for the management of subsolid pulmonary nodules detected at CT: a statement from the Fleischner Society. *Radiology*. 2013 Jan; 266(1):304-317.
52. Prokop M. GM. *Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body*: Thieme, 2003.
53. Untersteiner H. *Biostatistik. Datenauswertung mit Excel und SPSS für Naturwissenschaftler und Mediziner*. Wien: facultas, 2005.
54. Siegel R, Naishadham D, Jemal A. Cancer statistics, 2012. *CA: a cancer journal for clinicians*. 2012 Jan-Feb; 62(1):10-29.
55. Fung HB, Monteagudo-Chu MO. Community-acquired pneumonia in the elderly. *The American journal of geriatric pharmacotherapy*. 2010 Feb; 8(1):47-62.
56. Arnold FW, LaJoie AS, Brock GN, Peyrani P, Rello J, Menendez R, Lopardo G, Torres A, Rossi P, Ramirez JA. Improving outcomes in elderly patients with community-acquired pneumonia by adhering to national guidelines: Community-Acquired Pneumonia Organization International cohort study results. *Archives of internal medicine*. 2009 Sep 14; 169(16):1515-1524.
57. Mehler PS, Coll JR, Estacio R, Esler A, Schrier RW, Hiatt WR. Intensive blood pressure control reduces the risk of cardiovascular events in patients with peripheral arterial disease and type 2 diabetes. *Circulation*. 2003 Feb 11; 107(5):753-756.
58. Porcel JM, Light RW. Pleural effusions. *Disease-a-month : DM*. 2013 Feb; 59(2):29-57.
59. Wiest RSJ. Diagnostik und Therapie des Aszites. *Deutsches Arzteblatt international* 2006:A 1972- A1981.
60. Ahualli J. The double duct sign. *Radiology*. 2007 Jul; 244(1):314-315.
61. Menges M, Lerch MM, Zeitz M. The double duct sign in patients with malignant and benign pancreatic lesions. *Gastrointestinal endoscopy*. 2000 Jul; 52(1):74-77.

62. Fulcher AS, Turner MA. MR pancreatography: a useful tool for evaluating pancreatic disorders. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 1999 Jan-Feb; 19(1):5-24; discussion 41-24; quiz 148-149.
63. Kim JH, Kim MJ, Chung JJ, Lee WJ, Yoo HS, Lee JT. Differential diagnosis of periampullary carcinomas at MR imaging. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2002 Nov-Dec; 22(6):1335-1352.
64. Keddis MT, Rule AD. Nephrolithiasis and loss of kidney function. *Current opinion in nephrology and hypertension.* 2013 Jul; 22(4):390-396.
65. Genevay S, Chevallier-Ruggeri P, Faundez A. [Lumbar spinal stenosis: clinical course, pathophysiology and treatment]. *Revue medicale suisse.* 2012 Mar 14; 8(332):585-586, 588-589.
66. Phillips FM, Slosar PJ, Youssef JA, Andersson G, Papatheofanis F. Lumbar spine fusion for chronic low back pain due to degenerative disc disease: a systematic review. *Spine.* 2013 Apr 1; 38(7):E409-422.
67. Katz JN. Lumbar disc disorders and low-back pain: socioeconomic factors and consequences. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 2006 Apr; 88 Suppl 2:21-24.
68. Jones CA, Voaklander DC, Johnston DW, Suarez-Almazor ME. Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community based population. *The Journal of rheumatology.* 2000 Jul; 27(7):1745-1752.
69. Mariconda M, Galasso O, Costa GG, Recano P, Cerbasi S. Quality of life and functionality after total hip arthroplasty: a long-term follow-up study. *BMC musculoskeletal disorders.* 2011; 12:222.
70. Smith JA, Hu SS. Management of spondylolysis and spondylolisthesis in the pediatric and adolescent population. *The Orthopedic clinics of North America.* 1999 Jul; 30(3):487-499, ix.
71. Leone A, Cianfoni A, Cerase A, Magarelli N, Bonomo L. Lumbar spondylolysis: a review. *Skeletal radiology.* 2011 Jun; 40(6):683-700.
72. Fritschy D, Fasel J, Imbert JC, Bianchi S, Verdonk R, Wirth CJ. The popliteal cyst. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA.* 2006 Jul; 14(7):623-628.
73. Labropoulos N, Shifrin DA, Paxinos O. New insights into the development of popliteal cysts. *The British journal of surgery.* 2004 Oct; 91(10):1313-1318.
74. Johnson MW. Acute knee effusions: a systematic approach to diagnosis. *American family physician.* 2000 Apr 15; 61(8):2391-2400.
75. Rutherford DJ, Hubley-Kozey CL, Stanish WD. Knee effusion affects knee mechanics and muscle activity during gait in individuals with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society.* 2012 Sep; 20(9):974-981.

76. Paschos NK, Giotis D, Abuhemoud K, Georgoulis AD. Effectiveness of aspiration in knee joint effusion management: a prospective randomized controlled study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2013 Jan 19.
77. Sakorafas GH, Milingos D, Peros G. Asymptomatic cholelithiasis: is cholecystectomy really needed? A critical reappraisal 15 years after the introduction of laparoscopic cholecystectomy. *Digestive diseases and sciences*. 2007 May; 52(5):1313-1325.
78. Attili AF, De Santis A, Capri R, Repice AM, Maselli S. The natural history of gallstones: the GREPCO experience. *The GREPCO Group. Hepatology*. 1995 Mar; 21(3):655-660.
79. Corwin MT, Siewert B, Sheiman RG, Kane RA. Incidentally detected gallbladder polyps: is follow-up necessary?--Long-term clinical and US analysis of 346 patients. *Radiology*. 2011 Jan; 258(1):277-282.
80. Park JY, Hong SP, Kim YJ, Kim HJ, Kim HM, Cho JH, Park SW, Song SY, Chung JB, Bang S. Long-term follow up of gallbladder polyps. *Journal of gastroenterology and hepatology*. 2009 Feb; 24(2):219-222.
81. Misra S, Chaturvedi A, Misra NC, Sharma ID. Carcinoma of the gallbladder. *The lancet oncology*. 2003 Mar; 4(3):167-176.
82. Benjaminov F, Leichtman G, Naftali T, Half EE, Konikoff FM. Effects of age and cholecystectomy on common bile duct diameter as measured by endoscopic ultrasonography. *Surgical endoscopy*. 2013 Jan; 27(1):303-307.
83. Coss A, Enns R. The investigation of unexplained biliary dilatation. *Current gastroenterology reports*. 2009 Apr; 11(2):155-159.
84. Nair RJ, Lawler L, Miller MR. Chronic pancreatitis. *American family physician*. 2007 Dec 1; 76(11):1679-1688.
85. Etemad B, Whitcomb DC. Chronic pancreatitis: diagnosis, classification, and new genetic developments. *Gastroenterology*. 2001 Feb; 120(3):682-707.
86. Lerch MM, Bachmann KA, Izbicki JR. [New guidelines on chronic pancreatitis : interdisciplinary treatment strategies]. *Der Chirurg; Zeitschrift fur alle Gebiete der operativen Medizen*. 2013 Feb; 84(2):99-105.
87. Mayerle J, Hoffmeister A, Werner J, Witt H, Lerch MM, Mossner J. Chronic pancreatitis-definition, etiology, investigation and treatment. *Deutsches Arzteblatt international*. 2013 May; 110(22):387-393.
88. Brugge WR. The incidental pancreatic cyst on abdominal computerized tomography imaging: diagnosis and management. *Clinical gastroenterology and hepatology : the official clinical practice journal of the American Gastroenterological Association*. 2008 Feb; 6(2):140-144.
89. Pekow JR, Bhan AK, Zheng H, Chung RT. Hepatic steatosis is associated with increased frequency of hepatocellular carcinoma in patients with hepatitis C-related cirrhosis. *Cancer*. 2007 Jun 15; 109(12):2490-2496.

90. Sauerbruch T, Appenrodt B, Schmitz V, Spengler U. The conservative and interventional treatment of the complications of liver cirrhosis: Part 2 of a series on liver cirrhosis. *Deutsches Arzteblatt international*. 2013 Feb; 110(8):126-132, I.
91. Everhart JE, Ruhl CE. Burden of digestive diseases in the United States part II: lower gastrointestinal diseases. *Gastroenterology*. 2009 Mar; 136(3):741-754.
92. Parks TG. Natural history of diverticular disease of the colon. *Clinics in gastroenterology*. 1975 Jan; 4(1):53-69.
93. Shahedi K, Fuller G, Bolus R, Cohen E, Vu M, Shah R, Agarwal N, Kaneshiro M, Atia M, Sheen V, Kurzbard N, van Oijen MG, Yen L, Hodgkins P, Erder MH, Spiegel B. Long-Term Risk of Acute Diverticulitis Among Patients with Incidental Diverticulosis Found During Colonoscopy. *Clinical gastroenterology and hepatology : the official clinical practice journal of the American Gastroenterological Association*. 2013 Jul 12.
94. Cohen E, Fuller G, Bolus R, Modi R, Vu M, Shahedi K, Shah R, Atia M, Kurzbard N, Sheen V, Agarwal N, Kaneshiro M, Yen L, Hodgkins P, Erder MH, Spiegel B. Increased Risk for Irritable Bowel Syndrome After Acute Diverticulitis. *Clinical gastroenterology and hepatology : the official clinical practice journal of the American Gastroenterological Association*. 2013 Mar 21.
95. Kahrilas PJ. The role of hiatus hernia in GERD. *The Yale journal of biology and medicine*. 1999 Mar-Jun; 72(2-3):101-111.
96. Kahrilas PJ. GERD pathogenesis, pathophysiology, and clinical manifestations. *Cleveland Clinic journal of medicine*. 2003 Nov; 70 Suppl 5:S4-19.
97. Kim JJ. Upper gastrointestinal cancer and reflux disease. *Journal of gastric cancer*. 2013 Jun; 13(2):79-85.
98. Pozo AL, Godfrey EM, Bowles KM. Splenomegaly: investigation, diagnosis and management. *Blood reviews*. 2009 May; 23(3):105-111.
99. Roosen A, Gratzke C, Herrlemann A, Magistro G, Strittmatter F, Weinhold P, Tritschler S, Stief CG. [Etiology and pathophysiology of benign prostate hyperplasia]. *Der Urologe Ausg A*. 2013 Feb; 52(2):186-192.
100. Weinhold P, Magistro G, Strittmatter F, Herlemann A, Stief CG, Gratzke C, Roosen A. [Etiology and diagnostics of the benign prostate syndrom]. *MMW Fortschritte der Medizin*. 2013 Aug 22; 155(14):35-38.
101. Lyaker MR, Tulman DB, Dimitrova GT, Pin RH, Papadimos TJ. Arterial embolism. *International journal of critical illness and injury science*. 2013 Jan; 3(1):77-87.
102. Menke J, Luthje L, Kastrup A, Larsen J. Thromboembolism in atrial fibrillation. *The American journal of cardiology*. 2010 Feb 15; 105(4):502-510.
103. Saric M, Kronzon I. Aortic atherosclerosis and embolic events. *Current cardiology reports*. 2012 Jun; 14(3):342-349.
104. Fort J. Renal artery embolism. *Renal failure*. 1997 Nov; 19(6):vii-viii.

105. Lessman RK, Johnson SF, Coburn JW, Kaufman JJ. Renal artery embolism: clinical features and long-term follow-up of 17 cases. *Annals of internal medicine*. 1978 Oct; 89(4):477-482.
106. O'Hare AM. Management of peripheral arterial disease in chronic kidney disease. *Cardiology clinics*. 2005 Aug; 23(3):225-236.
107. Smith AD, Remer EM, Cox KL, Lieber ML, Allen BC, Shah SN, Herts BR. Bosniak category IIF and III cystic renal lesions: outcomes and associations. *Radiology*. 2012 Jan; 262(1):152-160.
108. Bosniak MA. The Bosniak renal cyst classification: 25 years later. *Radiology*. 2012 Mar; 262(3):781-785.
109. Boland GW, Blake MA, Hahn PF, Mayo-Smith WW. Incidental adrenal lesions: principles, techniques, and algorithms for imaging characterization. *Radiology*. 2008 Dec; 249(3):756-775.
110. Graser A, Johnson TR, Hecht EM, Becker CR, Leidecker C, Staehler M, Stief CG, Hildebrandt H, Godoy MC, Finn ME, Stepansky F, Reiser MF, Macari M. Dual-energy CT in patients suspected of having renal masses: can virtual nonenhanced images replace true nonenhanced images? *Radiology*. 2009 Aug; 252(2):433-440.
111. Kim YK, Park BK, Kim CK, Park SY. Adenoma characterization: adrenal protocol with dual-energy CT. *Radiology*. 2013 Apr; 267(1):155-163.
112. Song JH, Chaudhry FS, Mayo-Smith WW. The incidental adrenal mass on CT: prevalence of adrenal disease in 1,049 consecutive adrenal masses in patients with no known malignancy. *AJR American journal of roentgenology*. 2008 May; 190(5):1163-1168.
113. Modic MT, Ross JS. Lumbar degenerative disk disease. *Radiology*. 2007 Oct; 245(1):43-61.
114. Adams MA, Freeman BJ, Morrison HP, Nelson IW, Dolan P. Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration. *Spine*. 2000 Jul 1; 25(13):1625-1636.
115. Kauppila LI, McAlindon T, Evans S, Wilson PW, Kiel D, Felson DT. Disc degeneration/back pain and calcification of the abdominal aorta. A 25-year follow-up study in Framingham. *Spine*. 1997 Jul 15; 22(14):1642-1647; discussion 1648-1649.
116. Beattie PF, Meyers SP, Stratford P, Millard RW, Hollenberg GM. Associations between patient report of symptoms and anatomic impairment visible on lumbar magnetic resonance imaging. *Spine*. 2000 Apr 1; 25(7):819-828.
117. Kalichman L, Cole R, Kim DH, Li L, Suri P, Guermazi A, Hunter DJ. Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2009 Jul; 9(7):545-550.
118. Kalichman L, Kim DH, Li L, Guermazi A, Hunter DJ. Computed tomography-evaluated features of spinal degeneration: prevalence, intercorrelation, and association with self-reported low back pain. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2010 Mar; 10(3):200-208.

119. Wittenberg A. The rugger jersey spine sign. *Radiology*. 2004 Feb; 230(2):491-492.
120. Koehler F, Kivelitz D. Images in clinical medicine. A calcified pelvic mass. *The New England journal of medicine*. 2004 Jun 3; 350(23):e21.
121. Parker WH. Etiology, symptomatology, and diagnosis of uterine myomas. *Fertility and sterility*. 2007 Apr; 87(4):725-736.
122. Obuchowski NA, Holden D, Modic MT, Cheah G, Fu AZ, Brant-Zawadzki M, Seballos R, Mohammed TL. Total-body screening: preliminary results of a pilot randomized controlled trial. *Journal of the American College of Radiology : JACR*. 2007 Sep; 4(9):604-611.
123. Hecht SS, Szabo E. Fifty years of tobacco carcinogenesis research: from mechanisms to early detection and prevention of lung cancer. *Cancer Prev Res (Phila)*. 2014 Jan; 7(1):1-8.
124. Sodickson A, Baeyens PF, Andriole KP, Prevedello LM, Nawfel RD, Hanson R, Khorasani R. Recurrent CT, cumulative radiation exposure, and associated radiation-induced cancer risks from CT of adults. *Radiology*. 2009 Apr; 251(1):175-184.
125. Spreng A, Netzer P, Mattich J, Dinkel HP, Vock P, Hoppe H. Importance of extracolonic findings at IV contrast medium-enhanced CT colonography versus those at non-enhanced CT colonography. *European radiology*. 2005 Oct; 15(10):2088-2095.
126. Apfaltrer P, Schymik G, Reimer P, Schroefel H, Sueselbeck T, Henzler T, Krissak R, Nance JW, Jr., Schoepf UJ, Wollschlaeger D, Schoenberg SO, Fink C. Aortoiliac CT angiography for planning transcatheter aortic valve implantation: aortic root anatomy and frequency of clinically significant incidental findings. *AJR American journal of roentgenology*. 2012 Apr; 198(4):939-945.
127. Reneman L, de Win MM, Booij J, van den Brink W, den Heeten GJ, Freling N, Majoie CB. Incidental head and neck findings on MRI in young healthy volunteers: prevalence and clinical implications. *AJNR American journal of neuroradiology*. 2012 Nov; 33(10):1971-1974.
128. Sohns C, Sossalla S, Vollmann D, Luethje L, Seegers J, Schmitto JD, Zabel M, Obenauer S. Extra cardiac findings by 64-multidetector computed tomography in patients with symptomatic atrial fibrillation prior to pulmonary vein isolation. *The international journal of cardiovascular imaging*. 2011 Jan; 27(1):127-134.
129. Berland LL. The American College of Radiology strategy for managing incidental findings on abdominal computed tomography. *Radiologic clinics of North America*. 2011 Mar; 49(2):237-243.
130. Siström CL, Dreyer KJ, Dang PP, Weilburg JB, Boland GW, Rosenthal DI, Thrall JH. Recommendations for additional imaging in radiology reports: multifactorial analysis of 5.9 million examinations. *Radiology*. 2009 Nov; 253(2):453-461.
131. Berland LL. Incidental extracolonic findings on CT colonography: the impending deluge and its implications. *Journal of the American College of Radiology : JACR*. 2009 Jan; 6(1):14-20.

132. Illes J, Rosen AC, Huang L, Goldstein RA, Raffin TA, Swan G, Atlas SW. Ethical consideration of incidental findings on adult brain MRI in research. *Neurology*. 2004 Mar 23; 62(6):888-890.
133. Dettmeyer R, Preuss J. Medical malpractice charges in Germany--a survey. *Leg Med (Tokyo)*. 2009 Apr; 11 Suppl 1:S132-134.
134. Whang JS, Baker SR, Patel R, Luk L, Castro A, 3rd. The causes of medical malpractice suits against radiologists in the United States. *Radiology*. 2013 Feb; 266(2):548-554.
135. Tomczak R, Schnabel S, Ulrich P, Brambs HJ, Rilinger N, Nierhoff C. [Frequency and causes of civil and criminal proceedings in radiology. Analysis of a survey]. *Der Radiologe*. 2006 Jul; 46(7):557-566.
136. Gluecker TM, Johnson CD, Wilson LA, Maccarty RL, Welch TJ, Vanness DJ, Ahlquist DA. Extracolonic findings at CT colonography: evaluation of prevalence and cost in a screening population. *Gastroenterology*. 2003 Apr; 124(4):911-916.
137. Hassan C, Pickhardt PJ, Laghi A, Kim DH, Zullo A, Iafrate F, Di Giulio L, Morini S. Computed tomographic colonography to screen for colorectal cancer, extracolonic cancer, and aortic aneurysm: model simulation with cost-effectiveness analysis. *Archives of internal medicine*. 2008 Apr 14; 168(7):696-705.
138. Priola AM, Priola SM, Giaj-Levra M, Basso E, Veltri A, Fava C, Cardinale L. Clinical implications and added costs of incidental findings in an early detection study of lung cancer by using low-dose spiral computed tomography. *Clinical lung cancer*. 2013 Mar; 14(2):139-148.
139. Lee CI, Tsai EB, Sigal BM, Plevritis SK, Garber AM, Rubin GD. Incidental extracardiac findings at coronary CT: clinical and economic impact. *AJR American journal of roentgenology*. 2010 Jun; 194(6):1531-1538.
140. Bromage SJ, Liew MP, Moore KC, Raju B, Shackley DC. The economic implications of unsuspected findings from CT urography performed for haematuria. *The British journal of radiology*. 2012 Sep; 85(1017):1303-1306.
141. Hayward R. VOMIT (victims of modern imaging technology)—an acronym for our times. *BMJ* 2003;1273.1271.
142. Aronow WS, Ahn C. Prevalence of coexistence of coronary artery disease, peripheral arterial disease, and atherothrombotic brain infarction in men and women \geq 62 years of age. *The American journal of cardiology*. 1994 Jul 1; 74(1):64-65.
143. Criqui MH, Langer RD, Fronek A, Feigelson HS, Klauber MR, McCann TJ, Browner D. Mortality over a period of 10 years in patients with peripheral arterial disease. *The New England journal of medicine*. 1992 Feb 6; 326(6):381-386.
144. Welch HG. Overdiagnosis and mammography screening. *BMJ*. 2009; 339:b1425.
145. Taute BM, Thommes S, Taute R, Rapmund I, Lindner K, Podhaisky H. Long-term outcome of patients with mild intermittent claudication under secondary prevention. *VASA Zeitschrift für Gefasskrankheiten*. 2009 Nov; 38(4):346-355.

146. Meltendorf G, Meltendorf C. [Patient education and treatment documentation - law to improve the rights of patients]. *Laryngo- rhino- otologie*. 2013 Jul; 92(7):482-493.

6. Anhang

Fragebogen:

Name:

Vorname:

Geburtstag:

Gewicht:

Körpergröße:

Geschlecht:

Aktuelle Beschwerden:

| | Linkes Bein | Rechtes Bein |
|--|---|---|
| Haben Sie offene Stellen an den Beinen? | <input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein |
| Haben Sie Beinschmerzen in Ruhe? | <input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein | <input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein |
| Wie weit können Sie gehen bevor Schmerzen in den Beinen Auftreten? | | |
| Arm Knöchel Index | | |

1. **Rauchen Sie?** Ja / Nein, wenn Ja seit wie viel Jahren?...Wie viel Zigaretten pro Tag...
2. **Haben Sie geraucht?** Ja / Nein, wenn Ja seit wie viel Jahren?... Wie viel Zigaretten pro Tag
....
3. Haben Sie **Diabetes?** Ja / Nein Wenn Ja, seit wie viel Jahren? ..
4. Haben Sie **Bluthochdruck?** Ja / Nein Wenn Ja, seit wie viel Jahren? ...
5. Haben Sie erhöhte **Blutfettwerte?** Ja / Nein Wenn Ja, seit wie viel Jahren? ...
6. Ist die **Nierenfunktion eingeschränkt?** Ja / Nein Wenn Ja, seit wie viel Jahren? ...
7. Werden Sie **dialysiert** (Nierenersatz)? Ja / Nein Wenn Ja, seit wie viel Jahren? ...
8. Wurde schon eine **Untersuchung** der Becken- und Beingefäße durchgeführt? Ja / Nein
9. Wurden schon **Operationen** an den Gefäßen durchgeführt? Ja / Nein
(Wenn ja, bringen Sie bitte die Bilder und/oder Befunde zur Untersuchung mit.)
10. Wurde schon eine CT-Untersuchung durchgeführt? Ja / Nein
11. Welche Medikamente nehmen Sie aktuell regelmäßig ein?

| | |
|---|---|
| - | - |
| - | - |
| - | - |
| - | - |

7. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Alexandra Preuß, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Inzidenz und Relevanz extravaskulärer Zufallsbefunde in der CT-Angiographie der Becken- und Beingefäße bei Patienten mit pAVK selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

8. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

9. Danksagung

Dank gilt Prof. Dr. med. B. Hamm für die Förderung der Durchführung dieser Arbeit an der Klinik und Hochschulambulanz für Radiologie am Campus Benjamin Franklin der Charité Universitätsmedizin Berlin.

Großer Dank gilt Herrn PD Dr. med. Thomas Elgeti für die allgegenwärtige und hervorragende Unterstützung bei dieser Arbeit. Eine bessere Betreuung hätte ich mir nicht vorstellen können.

Besonders möchte ich mich bei Herrn Dr. med. Dipl. -Phys. Thomas Werncke für die Überlassung der Fragestellung und die Realisierung des Projektes bedanken. Diese Arbeit wäre ohne ihn schwer möglich gewesen.

Herzlichster Dank gilt meiner Familie, die mich immer unterstützt.