

Aus der Chirurgischen Klinik  
des Universitätsklinikums Eppendorf  
-Abteilung für Allgemeinchirurgie-  
Hamburg

Direktor:  
Prof. Dr. med. J.R. Izbicki

Sonographische Diagnostik bei akutem rechtsseitigem  
Unterbauchschmerz

-Retrospektive Studie zur Aussagekraft der präoperativen Appendixsonographie und  
ihrer Bedeutung für die Indikationsstellung zur Appendektomie-

D i s s e r t a t i o n  
zu Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Kathrin Becker

aus Wolgast

Hamburg, 2002

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Universität Hamburg am: 09.09.2002

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Dekan: Prof. Dr. C. Wagener

Referent: PD Dr. Ch. Tesch

Koreferent: Prof. Dr. J. Izbicki

## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Ziel der Studie</b>	<b>2</b>
<b>3. Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Begriffsdefinitionen</b>	<b>3</b>
3.1.1. Die negative Appendektomie	3
3.1.2. Die negative Laparotomie	3
3.1.3. Die Perforationsrate	4
<b>3.2. Technik, Risiken und Komplikationen der Appendektomie</b>	<b>4</b>
<b>3.3. Appendix vermiformis</b>	<b>6</b>
3.3.1. Anatomie der Appendix vermiformis	6
3.3.1.1. Makroskopischer und mikroskopischer Bau	6
3.3.1.2. Lage der Appendix	8
3.3.1.3. Funktion der Appendix	8
3.3.2. Pathologie der Appendix vermiformis	9
3.3.2.1. Ätiologie und Pathogenese der Appendicitis acuta	9
3.3.2.2. Inzidenz der Appendicitis acuta	10
3.3.2.3. Makroskopisches Erscheinungsbild der akuten Appendizitis	10
3.3.2.4. Histologie	11
3.3.2.4.1. Histologie der akuten Appendizitis	11
3.3.2.4.2. Histologie der chronischen Appendizitis	13
<b>3.4. Diagnostik der Appendizitis</b>	<b>14</b>
3.4.1. Klinische Diagnostik der Appendizitis	14
3.4.1.1. Anamnese	14
3.4.1.2. Körperliche Untersuchung	14
3.4.1.3. Laborparameter	15
3.4.1.4. Weitere diagnostische Verfahren	16
3.4.2. Differentialdiagnosen der Appendicitis acuta	17
3.4.3. Sonographie	18
3.4.3.1. Grundlagen der Ultraschalldiagnostik	18
3.4.3.2. Die Sonographie der akuten Appendizitis	19

3.4.3.3.	Sonographische Kriterien der Appendixdarstellung	21
3.4.3.3.1.	Die entzündlich veränderte Appendix	22
3.4.3.3.2.	Die normale Appendix	23
<b>4.</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>24</b>
<b>4.1.</b>	<b>Patientenkollektiv</b>	<b>24</b>
<b>4.2.</b>	<b>Methodik</b>	<b>26</b>
4.2.1.	Technische Voraussetzungen	26
4.2.2.	Sonographische Untersuchungstechnik	26
4.2.3.	Auswertung der sonographischen Befunde	28
4.2.4.	Auswertung der histologischen Befunde	28
<b>4.3.</b>	<b>Statistische Berechnungen</b>	<b>29</b>
4.3.1.	Sensitivität	29
4.3.2.	Spezifität	29
4.3.3.	Gesamtgenauigkeit	29
4.3.4.	Positiver Vorhersagewert	29
4.3.5.	Negativer Vorhersagewert	30
4.3.6.	t-Test	30
4.3.7.	U-Test	30
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>32</b>
<b>5.1.</b>	<b>Histologie</b>	<b>32</b>
5.1.1.	Appendektomie	32
5.1.2.	Akute Appendizitis	33
5.1.2.1.	Kontrollgruppe A: 1988-1990	33
5.1.2.2.	Gruppe B: 1991-1993	34
5.1.2.3.	Gruppe C: 1991-1993 mit präoperativer Sonographie	34
5.1.2.4.	Zusammenfassung	35
5.1.3.	Nicht-akute Appendizitis	36
5.1.3.1.	Kontrollgruppe A: 1988-1990	36
5.1.3.2.	Gruppe B: 1991-1993	37
5.1.3.3.	Gruppe C: 1991-1993 mit präoperativer Sonographie	38
5.1.4.	Negative Appendektomierate	39
5.1.5.	Perforationsrate	42

5.1.6.	Zusammenfassung der histologischen Untersuchungsbefunde	44
<b>5.2.</b>	<b>Sonographie</b>	<b>46</b>
5.2.1.	Patientenkollektiv (Gruppe C)	46
5.2.2.	Analyse der sonographischen Diagnosen	46
5.2.3.	Auswertung der histologischen Befunde der Operierten im Untersuchungskollektiv	47
5.2.4.	Vergleich von sonographischer Diagnose mit den histologischen Befunden bzw. dem klinischen Verlauf	49
5.2.5.	Sonographisch ermittelter Appendixdurchmesser und Diagnosegenauigkeit	52
5.2.6.	Sensitivität, Spezifität und Gesamtgenauigkeit der sonographischen Diagnostik	53
5.2.7.	Sonographisch erfaßte Differentialdiagnosen und Nebenbefunde	55
<b>5.3.</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>56</b>
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>58</b>
<b>6.1.</b>	<b>Datenlage</b>	<b>58</b>
<b>6.2.</b>	<b>Trefferquote der Sonographie bei Appendizitisverdacht</b>	<b>59</b>
<b>6.3.</b>	<b>Unnötige Appendektomien und Perforationsrate</b>	<b>61</b>
<b>6.4.</b>	<b>Sonographische Fehldiagnosen</b>	<b>66</b>
<b>6.5.</b>	<b>Appendixdurchmesser</b>	<b>71</b>
<b>6.6.</b>	<b>Sonographische Alternativdiagnosen</b>	<b>72</b>
<b>6.7.</b>	<b>Zusammenfassung der Diskussion</b>	<b>73</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>76</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang</b>	<b>77</b>
<b>8.1.</b>	<b>Kasuistiken</b>	<b>77</b>
<b>9.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>79</b>

## 1. Einleitung

Die seit 120 Jahren praktizierte chirurgische Therapie der akuten Appendizitis wurde aufgrund der enormen medizinisch - technischen Fortschritte zur Standardtherapie eines Krankheitsbildes, das ursprünglich aufgrund von Perforation, Peritonitis und Sepsis mit einer hohen Letalität behaftet war [16;63;159]. Bestand die größte Herausforderung für die Chirurgen darin, die Letalität der akuten Appendizitis durch eine rechtzeitige Operation zu senken, so sind die Anforderungen mit der Zeit gewachsen und es wird daran gearbeitet, die Perforationsrate, die negative Appendektomie rate und die Häufigkeit postoperativer Komplikationen zu senken [34;77;85;118;120;160].

Die Appendicitis acuta ist nach wie vor die häufigste Ursache eines akuten Abdomens und einer notfallmäßigen Laparotomie [22;45;69;78;116;149]. Sie stellt auch heute noch eine diagnostische Herausforderung dar. Besondere Probleme bereitet die Diagnostik bei Kindern, jungen Frauen, Schwangeren und alten Menschen [8;57;64;82;127]. Ausdruck hierfür sind hohe negative Appendektomie rates bis zu 45% bei jungen Frauen [26;28;38;130] und Perforationsraten bis zu 30% bei Kindern [85;107;161] und 40-65% bei alten Menschen [25;28;29;68;149]. Mit zunehmendem Entzündungsgrad der Appendix steigt die postoperative Morbidität. Selbst nach Appendektomien, bei denen sich histologisch unauffällige bzw. nicht akut entzündlich veränderte Appendices fanden, wurde eine postoperative Komplikationsrate (Früh- und Spät komplikationen) bis zu 20% festgestellt [16;30;37;43;54].

Diese Zahlen unterstreichen die Wichtigkeit einer sorgfältigen Indikationsstellung zur Operation. Aus diesem Grund haben sich in letzter Zeit viele Studien zum Krankheitsbild der akuten Appendizitis mit der Frage beschäftigt, welche neuen Möglichkeiten zur Verbesserung der präoperativen Diagnostik sinnvoll sein könnten [7;20;30;99;102;141;161].

Zur Objektivierung des subjektiven Eindrucks des Chirurgen wurden Scores entwickelt, die sowohl anamnestische als auch klinische und laborchemische Parameter enthalten sowie computergestützte Datenanalysen, allerdings ohne große Akzeptanz [4;46;62;69;135;152]. Unter den bildgebenden Verfahren gewinnt seit der Erstbeschreibung durch den Radiologen J.B. Puy laert 1986 die

Appendixsonographie auch in der Hand des Chirurgen zunehmend Verbreitung [7;45;118;121;138;150;161].

## **2. Ziel der Studie**

In dieser retrospektiven Studie soll überprüft werden, welche Akzeptanz die Anwendung der abdominalen Sonographie bei der Diagnostik des akuten rechtsseitigen Unterbauchschmerzes in der chirurgischen Klinik des Universitätskrankenhauses Eppendorf seit dem 1.1.1991 gefunden hat, welche Aussagekraft die präoperative Sonographie in der Hand des Chirurgen bezüglich der Diagnostik einer akuten Appendizitis und der Ermittlung von Differentialdiagnosen hat und welche Auswirkungen auf die negative Appendektomie rate und die Perforationsrate, die als Vergleichskriterien dienen, nachzuweisen sind.

Der Untersuchungszeitraum reicht von 1988 bis einschließlich 1993, wobei alle Appendektomien, die zwischen 1988 und 1990 in der chirurgischen und kinderchirurgischen Klinik des UKE durchgeführt wurden, die Kontrollgruppe (A) bilden.

Außerdem wird untersucht, welche Bedeutung dem sonographisch ermittelten Appendixdurchmesser als Diagnosekriterium zukommt und ob hieraus Rückschlüsse auf den Entzündungsgrad der Appendix möglich sind.

### 3. Grundlagen

#### 3.1. Begriffsdefinitionen

##### 3.1.1. Die negative Appendektomie rate [112]

Die negative Appendektomie rate wird definiert als der prozentuale Anteil der Patienten mit nicht-akuter Appendizitis bezogen auf die Gesamtzahl der Appendektomien.

Hierzu erfolgt eine Klassifikation nach dem histologischen Untersuchungsbefund der entfernten Appendix in 2 Gruppen (Tab. 1):

*Tabelle 1. – Einteilung der histologischen Untersuchungsbefunde [69]*

<b>Akute Formen der Appendizitis</b>	<b>Nicht-akute Formen der Appendizitis</b>
alle Appendizitisformen mit polymorphkernig leukozytärer Infiltration der Appendixwand einschließlich der Muscularis	Subsumtion der histologischen Befunde ohne polymorphkernige leukozytäre Wandinfiltration der Appendix
(katarrhalische, nekrotisierende, eitrige, perforierende Appendizitis)	phlegmonöse, ulceröse und (chronische, chronisch-rezidivierende und subakute Appendizitis sowie blande Appendix)

Basierend auf dieser Definition finden sich in der Literatur Angaben über negative Appendektomie rates, die zwischen 16,7% und 47,2% liegen mit einem Durchschnittswert von 26,4% (bezogen auf Angaben aus den Jahren 1973-1986)[69].

##### 3.1.2. Die negative Laparotomie rate

Die negative Laparotomie rate wird definiert als der prozentuale Anteil der Patienten, die unter der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis notfallmäßig appendektomiert wurden, bei denen die histologische Untersuchung des Wurmfortsatzes jedoch einen regelrechten Befund ergab und eine weitere intraabdominelle Erkrankung, welche die präoperativ geklagten Beschwerden erklärte, nicht festgestellt wurde. Als Bezugsgröße dient die Gesamtzahl der Appendektomien [95;138].

In einer vergleichenden Studie von 1979 wurde eine negative Laparotomie rate zwischen 14% und 75% mit einem Mittelwert um 25% gefunden [8;40;95].

### 3.1.3. Die Perforationsrate

Die Perforationsrate wird als der Anteil der perforierten Appendizitiden an der Gesamtheit aller im Untersuchungszeitraum durchgeführten Appendektomien definiert [93;95;107].

In der Literatur finden sich Perforationsraten zwischen 7% und 30% insgesamt [5;93;102;107;109;129;149;160], wobei besonders hohe Perforationsraten bei Kindern [85;95;107;161] und älteren Patienten [25;28;29;68;95;125;149] beobachtet wurden.

## 3.2. Technik, Risiken und Komplikationen der Appendektomie

Für den Zugang zur Appendektomie ist der Wechselschnitt ("gridiron incision") verbreitet, wie bereits 1894 von McBurney eingeführt und standardisiert [63;159]. Hiermit ist es gelungen, die häufigen Komplikationen, insbesondere Narbenhernien, durch eine der funktionellen Anatomie entsprechende, schichtweise wechselnde Inzisionsrichtung zu reduzieren [63].

Postoperative Komplikationen nach Appendektomie lassen sich in Früh- und Spät komplikationen einteilen [82]:

**Frühkomplikationen** sind Wundinfektionen (in 6-9,8%) [1;15;37;59;91], intraperitoneale Abszesse (in 1,7-4%)[1;91], postoperativer paralytischer Ileus (0,4-1,8%)[1;59;91], Appendixstumpfsuffizienz und Sepsis (Häufigkeit unter 10% bei normaler Appendix und 20% nach perforierter Appendizitis) [15;31;75;76;88;106],

**Spät komplikationen** Adhäsions- und Strangulationsileus, intraabdominelle Abszeßbildung, enterokutane Fistelung sowie Narbenhernien [37;82;107;140].

Ein anderes Einteilungskonzept unterscheidet zwischen septischen (Wundsepsis, Abszeßbildung intraabdominell und Appendixstumpfsuffizienz) und nicht - septischen (Myokardinfarkt, Thrombose, Lungenembolie, Bronchopneumonie und Obstruktionsileus) postoperativen Komplikationen [82]. So wurden in einer Studie von 1982 [107] in 11,5% aller Appendektomien septische im Gegensatz zu 8,1% nicht - septischer Komplikationen gefunden. Bei der Entfernung einer perforierten

Appendix sind in 48,4% postoperative Komplikationen aufgetreten, wobei 33,6% septisch und 14,8% nicht - septisch waren. Im Gegensatz dazu wurden bei der Entfernung einer normalen Appendix "nur" in 14,6% postoperative Komplikationen beobachtet, und zwar 5% septische und 9,6% nicht - septische [49;88;107].

In einer Übersichtsarbeit zum Thema Appendektomie wird festgestellt, daß die Letalität des Eingriffs wegen der verschiedenen Formen der akuten Appendizitis mit etwa 1% zu veranschlagen ist [63].

Mit der schwerwiegenden Komplikation eines Strangulations- oder Adhäsionsileus muß nach etwa 1% aller Appendektomien gerechnet werden [81;107]. Eine Spätrevision aufgrund eines Ileus ist nach fortgeschrittenen Entzündungsformen in 3-4% der Fälle und bei Entfernung einer „normalen“ Appendix immerhin in 2-3% erforderlich [81;107]. Etwa jede fünfte Operation eines Darmverschlusses ist ursächlich auf eine vorangegangene Appendektomie zurückzuführen [63;78;81;137]. Die mit dem Krankheitsbild Appendizitis verbundene Morbidität und Mortalität erhöht sich signifikant, wenn es zur Perforation kommt [42;75;91;107;138]. So wurde eine Verdreifachung der Wundinfektionsrate beobachtet, intraabdominelle Abszesse traten 15mal häufiger auf und die Mortalität erhöhte sich um das 50fache im Vergleich zu nicht perforierten Formen [62;86]. Außerdem birgt eine perforierte Appendizitis bei weiblichen Patienten das Risiko einer Infertilität infolge einer Begleitadnexitis [13;26;96].

Das Ziel muß sein, die Perforation der Appendix zu verhindern. Dagegen steht die Rate negativer Appendektomien und deren postoperative Komplikationsrate, die nicht viel niedriger ist als nach der Entfernung einer pathologischen Appendix [42;55;62;75;107].

### 3.3. Appendix vermiformis

#### 3.3.1. Anatomie der Appendix vermiformis

##### 3.3.1.1. Makroskopischer und mikroskopischer Bau

Die Abbildungen 1a und 1b zeigen die ersten anatomischen Zeichnungen der Appendix, die von Leonardo da Vinci und Andreas Vesalius angefertigt wurden.

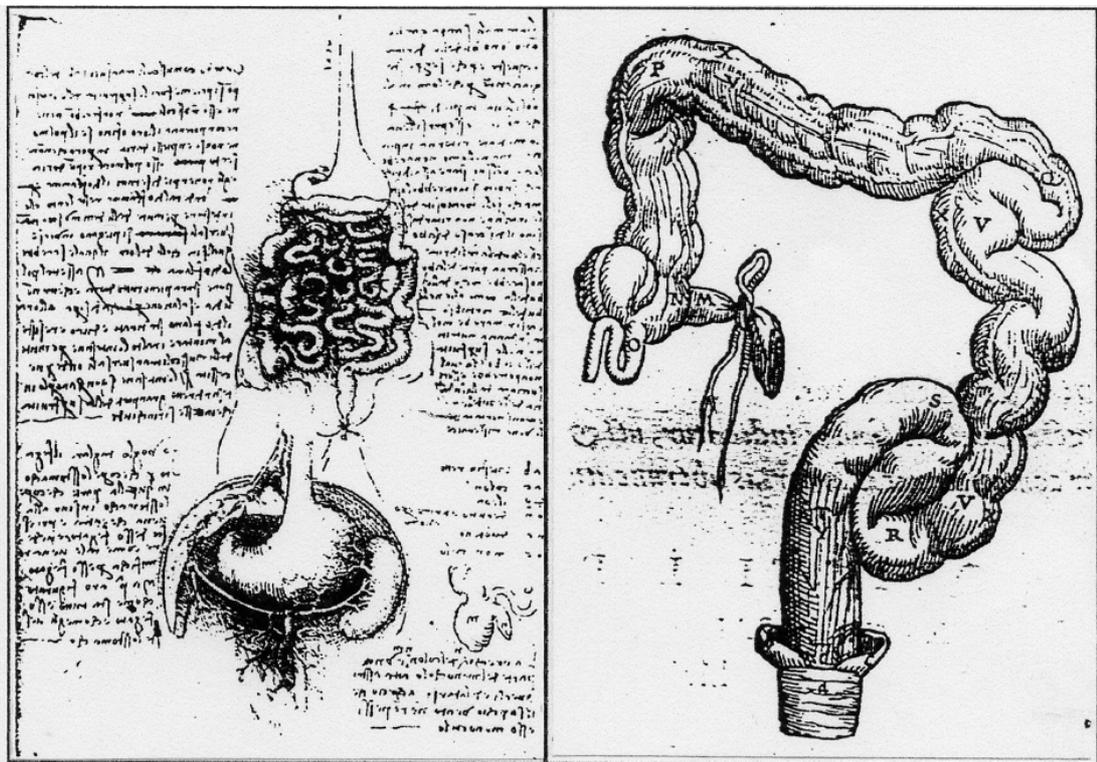


Abb. 1a. - Zeichnung von Leonardo da Vinci (1492), in der rechten unteren Ecke Darstellung der Appendix [158]

Abb. 1b. - Andreas Vesalius, „De Humani Corporis Fabrica“ (1543), [158]

Die Appendix (Processus) vermiformis ist ein fingerförmiger, als Blindsack ausgebildeter Anhang des Intestinum coecum. Der Wurmfortsatz geht von der dorsomedialen Seite des Blinddarmes ab [94]. Die drei Taenien des Coecum setzen sich auf den Wurmfortsatz fort und bilden eine einheitliche Längsmuskellage.

Die Appendix besitzt medial ein eigenes Mesenteriolum, die Mesoappendix. Die Blutversorgung erfolgt aus der Arteria appendicularis, die, im freien Rand der

Mesoappendix gelegen, ein Endast der Arteria ileocolica aus der Arteria mesenterica superior ist [155].

Die Appendix ist variabel in Form und Größe, so daß die Länge von 1 - 30 cm [133] schwankt, durchschnittlich eine Länge von 6-9 cm, ein Durchmesser von 6 mm und ein Lumen von 1-3 mm gefunden wird. Nicht selten ist sie teilweise oder vollständig verschlossen und enthält Schleim, Darminhalt oder Kotsteine [155]. Der histologische Aufbau der Appendixwand entspricht weitgehend dem des Colons und weist als Besonderheit eine große Zahl an Folliculi lymphatici auf (Abb. 2).

Die Appendixwand besteht aus folgenden Schichten:

- 1. Mukosa:**
  - a) Lamina epithelialis: einschichtiges, mit Kutikularsaum versehenes, zylindrisches Darmepithel mit Lieberkühnschen Krypten und Becherzellen
  - b) Lamina propria: lockeres Bindegewebe, führt Gefäße und Nerven.
  - c) Lamina muscularis mucosae: zweischichtige Lage glatter Muskulatur mit scheringitterartiger Architektur [42;63;65].
- 2. Submukosa:** Bindegewebe mit größerem Blutgefäß-, Lymphgefäß- und Nervennetz sowie Lymphfollikeln
- 3. Muskularis:** innen Ring- und außen Längsmuskelschicht.
- 4. Serosa:** gefäßreiches, fibroelastisches, viscerales Blatt des Peritoneums [155].

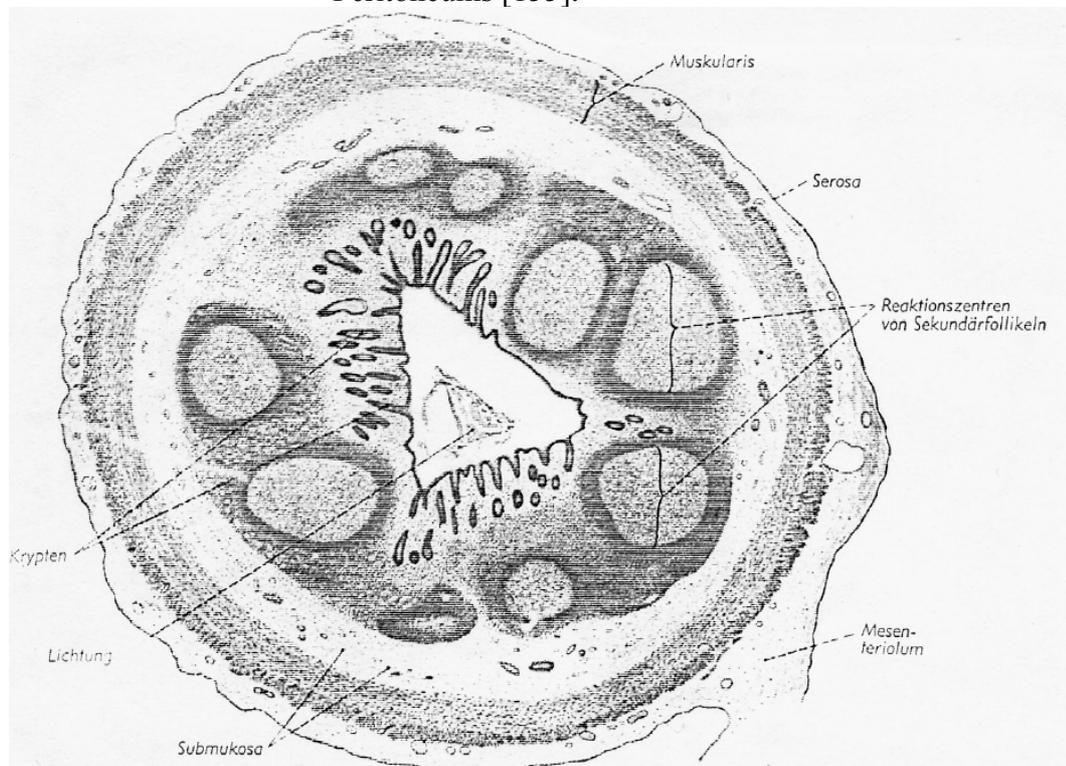


Abbildung 2 - Histologischer Querschnitt durch den Wurmfortsatz [145])

### 3.3.1.2. Lage der Appendix

Die Lage der Appendix in der Bauchhöhle ist von einer großen Variationsbreite, so daß das Auffinden der Appendix problematisch sein kann [9;17;119;155].

Die Appendix kann:

1. in das kleine Becken herabhängen (ggf. bis in den Douglas-Raum),
2. nach medial in den Recessus ileocecalis inferior reichen,
3. nach lateral und dorsal in den Recessus retrocoecalis hochgeschlagen sein (gelegentlich subhepatisch [9]),
4. in der Fossa iliaca liegen und
5. mit der Spitze gegen die vordere Bauchwand weisen [155].

Eine Untersuchung zur Lage der Appendix in der Bauchhöhle von 1992 [119] hat gezeigt, daß nur 35% der Appendices mit ihrem Ursprung innerhalb eines Kreises von 5 cm Radius liegen, dessen Mittelpunkt der McBurney - Druckpunkt ist. 61% aller Appendices liegen vor dem Coecum, 27% retrocoecal und 12% para - und subcoecal [119].

### 3.3.1.3. Funktion der Appendix

Die Funktion der Appendix ist nicht eindeutig geklärt. Der histologische Aufbau weist darauf hin, daß die Appendix zu den lymphoepithelialen Organen gehört und ihr möglicherweise eine Funktion im Abwehrsystem zukommt (sog. Darmtonsille) [63;64;112;155].

Die Aktivierung des lymphatischen Gewebes erfolgt durch Antigene, die mit Darminhalt in die Appendix gelangen und zu einer Antikörperbildung führen [50;63;133]. Es wird vermutet, daß die vom Appendixepithel täglich sezernierten 2 bis 3 ml mucoider Flüssigkeit mit Immunglobulinen (sekretorisches IgA) und Lysozym angereichert sind [42;65;133].

### 3.3.2. Pathologie der Appendix vermiformis

#### 3.3.2.1. Ätiologie und Pathogenese der Appendicitis acuta

Über die genaue Ätiologie herrscht bislang noch keine Klarheit. Am ehesten handelt es sich um ein multifaktorielles Geschehen, wobei eine mechanische Obstruktion des Appendixlumens und eine bakterielle Infektion zu den erforderlichen Voraussetzungen gezählt werden (Tab. 2) [5;52;63;65;94].

*Tabelle 2 - Mögliche Ursachen für die Entwicklung einer Appendizitis*  
[78;112;133;149;150]

<b>1. Obstruktion des Lumens</b>	-Lageanomalien -fokale Narbenstenosen -lymphatische Hyperplasie (z.B. Allgemeininfektionen) -Tumoren (Carcinoid, Adenocarcinom u.ä.) -eingedickte Kotmassen, Appendicolithen -Darmparasiten, Fremdkörper (selten)
<b>+ ischämische Schleimhautschädigung</b>	
<b>+ bakterielle Infektion</b>	-enterogen / hämatogen -primär / sekundär
<b>2. virale Infektion</b>	-z.B. ZMV-Infektion bei AIDS-Patienten
<b>3. weitere Faktoren</b>	-familiäre Prädisposition -Menstruationszyklus -hormonelle Antikonzeptiva

Es wird vermutet, daß die morphologischen und funktionellen Eigenheiten der Appendix,

- a) geringes Dehnungspotential des fibromuskulären Wandskeletts,
- b) relative Minderdurchblutung durch funktionelle Endarterien und Schwellneigung der Lymphfollikel,
- c) sekretorische Aktivität der Appendixschleimhaut

bei Obstruktion zu einer intraluminalen Druckerhöhung mit konsekutiver ischämischer Schleimhautschädigung führen und dadurch eine bakterielle Infektion begünstigen [44;63;81;108;112;150;156].

Darüber hinaus kann es auch zu einer primär viralen Schädigung der Schleimhaut mit bakterieller Superinfektion kommen. Gerade bei AIDS- Patienten wird in jüngster Zeit die Zytomegalievirusinfektion als Schrittmacher einer akuten Appendizitis diskutiert [52;89;100].

### 3.3.2.2. Inzidenz der Appendicitis acuta

Der Altersgipfel für die akute Appendizitis findet sich unabhängig von der Größe des untersuchten Kollektives oder der Region einheitlich bei einem Lebensalter von 10-19 Jahren, wobei der Anteil der männlichen Patienten etwa im Verhältnis 1,4:1 überwiegt [5;28;94;149].

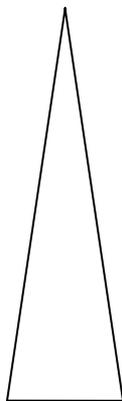
Dagegen ist die Appendizitis bei Neugeborenen und Kleinkindern bis zum 5. Lebens-jahr selten und macht etwa 3%-10% aller Patienten aus [10;19;95].

### 3.3.2.3. Makroskopisches Erscheinungsbild der akuten Appendizitis

Das makroskopische Erscheinungsbild der Appendizitis ist im wesentlichen vom Entzündungsstadium abhängig [52].

Mit Fortschreiten des Entzündungsprozesses sind folgende makroskopisch erfaßbaren Veränderungen zu beobachten:

Anfangsstadium:



Endstadium:

- vermehrte Gefäßinjektion der Serosa, leichte Schwellung der Appendix,
- Fibrinexsudation an der serösen Oberfläche,
- bei Eröffnung der Appendix im Lumen Pus, vermischt mit Schleim, Blut und eingedicktem Kot,
- Zunahme der Schwellung, Abszeßbildung, Blutungen und flächenhafte Fibrinbeläge auf der Serosa,
- Übergriff der Entzündung auf das Mesenteriolum und angrenzende Peritoneum,
- Entstehung ausgedehnter Nekrosen mit der Folge der Perforation und Ausbildung einer kotig - eitrigen Peritonitis bzw. eines perityphlitischen Abszesses

Diese Veränderungen können auch gleichzeitig nebeneinander vorkommen. Die Geschwindigkeit, mit der die verschiedenen Entzündungsstadien durchlaufen werden, ist sehr variabel und aufgrund des morphologischen Aspektes nur schwer einschätzbar [52]. Häufig finden sich Diskrepanzen zwischen makroskopischem Aspekt und histologisch erhobenem Befund [8;52;79;87;94;160]. Eine Studie aus dem Jahr 1986 [87] zeigt, daß beispielsweise 19% der vom Operateur makroskopisch

als normal eingestuften Präparate in der histologischen Untersuchung einer akuten Appendizitis zugeordnet wurden. Umgekehrt waren 7,7% der makroskopisch als akute Appendizitis beurteilten Präparate histologisch unauffällig.

#### 3.3.2.4. Histologie

Bei der Appendizitis lassen sich histologisch mehrere Entzündungsstadien unterscheiden, die in verschiedenen Abschnitten der Appendix mit fließenden Übergängen gleichzeitig nebeneinander vorkommen können [52].

##### 3.3.2.4.1. Histologie der akuten Appendizitis

1. **oberflächliche katarrhalische / exulzerierende Appendizitis:**  
umschriebene Schleimhauterosion (sog. Primäraffekt nach Aschoff), die mit Fibrin ausgefüllt ist
2. **fokale Schleimhautulzerationen:**  
tiefer reichende Schleimhautdefekte, die von neutrophilen Granulozyten, Zelldetritus und Fibrinauflagerungen bedeckt werden
3. **ulzero-phlegmonöse Appendizitis:**  
diffuse zellige Infiltration aller Wandschichten bis hin zur Tunica serosa und Mesenterium appendicis überwiegend mit polymorphkernigen Leukozyten, granulozytär untermischte Fibrinausschwitzung auf der Serosa i.S. einer lokalen, fibrinös-eitrigen Peritonitis, Appendixlichtung enthält fibrinös-eitriges Exsudat mit Erythrozyten, manchmal auch Kotsteine (Nachweis von Pflanzenzellresten)
4. **abszedierende Appendizitis:**  
eitriges Einschmelzen der Phlegmone mit Untergang der Schleimhaut
5. **gangränöse Appendizitis:**  
Ulcerationen dienen als Eintrittspforte für anaerobe Bakterien, die Gangrän hervorrufen können [52]
6. **nekrotisierende Appendizitis:**  
durchgreifender Wanddefekt (Nekrose), der zur Perforation und zu einer diffusen Peritonitis oder zur Entstehung eines perityphlitischen Abszesses führen kann

Eine wesentliche differentialdiagnostische Bedeutung besitzt der Entzündungsgradient, der bei der akuten Appendizitis gerade in frühen Stadien eine deutliche von

der Schleimhaut zur Serosa hin abnehmende Dichte der entzündlichen Infiltrate erkennen läßt. Entzündliche Veränderungen ausschließlich in der Tunica serosa ohne Beteiligung der übrigen Wandschichten weisen deshalb auf eine sekundäre Appendizitis bzw. Periappendizitis im Rahmen anderer Entzündungsprozesse in der Umgebung hin [52;60].

Der Spontanverlauf einer unbehandelten Appendizitis ist nicht vorhersehbar [52;94;160]. So kann sich die Entzündung auch im Stadium der phlegmonösen Appendizitis unter Ausbildung von Granulationsgewebe, welches auch in das Lumen einwächst, zurückbilden (spontan oder unter antibiotischer Therapie) und unter Fibrosierung abheilen [19;51;65;94;103;105;160]. Eine entzündliche Mitreaktion der Appendix bei Allgemeininfektionen ist häufig. Residuen früher abgelaufener Entzündungen (Vernarbungen, Zellinfiltrate und Fibrosen) finden sich in zunehmendem Alter häufiger [65;81;103]. Die Vernarbung der Appendix kann asymptomatisch bleiben oder, z.B. bei Ausbildung von Narbenneuomen, als neurogene Appendikopathie oder bei Obliteration des proximalen Lumens als Mukozele und ggf. akute Appendizitis, symptomatisch werden [52].

Die nekrotisierende bzw. gangränöse Appendizitis dagegen ist nicht rückbildungsfähig, sondern führt zu einem kompletten Wanddefekt mit Folge der Perforation des Organs [160].

Neben den bisher genannten Formen der Appendizitis lassen sich zusätzlich verschiedene pathologisch - anatomische **Organ - Differentialdiagnosen** zur akuten Appendizitis abgrenzen.

*Tabelle 4 – Organ – Differentialdiagnosen [52]*

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Appendixdivertikulitis</li><li>2. Appendizitis bei Appendixendometriose</li><li>3. Oxyuris-vermicularis-Besiedlung der Appendix mit granulomatöser Entzündungsreaktion mit Eosinophilie und Mukosa-Ulzerationen</li><li>4. Appendixinfektionen mit Yersinia pseudotuberculosis oder Actinomyces israeli</li><li>5. Morbus Crohn der Appendix</li><li>6. Appendizitis bei proximal gelegenen Appendixtumoren (Carcinoide, Adenome, Adenocarcinome, mesenchymale Tumoren)</li></ol> |
|--|

#### 3.3.2.4.2. Histologie der chronischen Appendizitis

Für die Diagnose "chronische Appendizitis" sind folgende histologische Merkmale zu fordern:

1. entzündliche Infiltration der Mucosa, Muscularis mucosae und Muscularis propria bis hin zur Tunica serosa mit Lymphozyten und Plasmazellen,
2. Nachweis von Epitheldefekten im Krypten- und Oberflächenepithel mit Infiltration durch eosinophile Granulozyten, Plasmazellen und Lymphozyten,
3. Hyperplasie des lymphatischen Gewebes auf das Vierfache der Norm,
4. Nachweis von Eisen als Beweis für abgelaufene Entzündung innerhalb der letzten 6 Monate
5. Muscularis mucosae und Submucosa bindegewebig verbreitert und aufgesplittert durch Anteile eines zellreichen Granulationsgewebes oder Züge kernarmen Narbengewebes
6. Aktivierung der interfollikulären Retikulumzellen der Mucosa

Die chronische Appendizitis zählt zu den seltenen Formen der Entzündung der Appendix (1% bis maximal 6%) [35;70;103;128]. Der Krankheitswert dieser pathologisch - anatomischen Entität wird von vielen Autoren bezweifelt [65;70;103;160]. So ist beispielsweise im amerikanischen Raum die Diagnose der „chronischen“, „chronisch - rezidivierenden“ und der „subakuten“ Appendizitis aus dem Diagnosekatalog gestrichen worden [60;65].

### 3.4. Diagnostik der Appendizitis

#### 3.4.1. Klinische Diagnostik der Appendizitis

##### 3.4.1.1. Anamnese

Die Anamnese sollte immer Angaben zu folgenden Fragestellungen erfassen:

<i>anamnestische Schwerpunkte</i>	<i>typische Befunde</i>
1. Erkrankungsbeginn	plötzlich einsetzender Schmerz [112]
2. Dauer der Beschwerden	weniger als 24 Stunden
3. Erstlokalisierung und Schmerzverlagerung	diffus im Epigastrium oder paraumbilical, Verlagerung in den rechten Unterbauch, McBurney - Druckpunkt [119;127]
4. zusätzliche Symptome	Übelkeit, Erbrechen, Appetitlosigkeit
5. Schmerzqualität und -quantität	dumpf, anhaltend, progredient, Zunahme bei Erschütterungen (Gehen) und intraabdominellen Drucksteigerungen
6. frühere Beschwerden gleicher Art	vor Wochen bis Jahren, Hinweis auf rezidivierende Appendizitis [119]

##### 3.4.1.2. Körperliche Untersuchung

<i>Symptom</i>	<i>Untersuchungstechnik</i>
1. Druckschmerz im rechten Unterbauch	tiefe Palpation am McBurney- Druckpunkt, Punctum maximum vom Patienten zeigen lassen
2. Loslaßschmerz (Blumberg- Symptom)	plötzliches Zurückziehen der palpierenden Hand, oft falsch positiv, besser vorsichtige Perkussion des rechten Unterbauchs [78]
3. kontralateraler Druckschmerz	tiefe Palpation im linken Unterbauch provoziert Schmerzen auf der Gegenseite
4. Rovsing- Symptom	Schmerzprovokation im rechten Unterbauch bei Ausstreichen des Kolons zum Zökum hin
5. Psoas- Zeichen	spontane Beugung im rechten Hüftgelenk als Schonhaltung, Extension provoziert Schmerzen im rechten Unterbauch bei retrozökaler Appendizitis [78;112]

Die rektale oder vaginale Untersuchung dient dem Ausschluß eines Adnexprozesses oder eines Douglasabszesses, kann bei Lokalisation der Appendix im kleinen Becken aber auch eine Appendizitis nachweisen [78;112].

Geringgradige Temperaturerhöhung (durchschnittlich 37,8° Celsius) wird oft gemessen, ist aber ein unzuverlässiges Zeichen [102;112;139]. **In hierzu durchgeführten Untersuchungen konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der in der Klinik weit verbreiteten Bestimmung der axillo-rektalen Temperaturdifferenz (>1°C) und dem Vorliegen einer Appendizitis nachgewiesen werden [69;129].** Hohes Fieber und Schüttelfrost dagegen weisen eher auf eine komplizierte Appendizitis oder eine andere Erkrankung hin.

Bei Fortschreiten des Entzündungsprozesses kann sich die zunächst lokale Muskelabwehrspannung auf das gesamte Abdomen ausbreiten und zu einer unwillkürlichen, reflektorischen Dauerkontraktion der Bauchmuskulatur werden [112;151].

#### 3.4.1.3. Laborparameter

Die **Leukozytenzahl im Blut** ist von hoher Sensitivität (bis zu 95%), aber nur geringer Spezifität (65%) für die akute Appendizitis aufgrund eines hohen Anteils an falsch-positiven Ergebnissen (16-91%) und gestattet keine verlässliche Aussage über den Entzündungsgrad der Appendix oder die Ätiologie der Leukozytose [78;85;102;152;160].

Ver mehrt wird das **C-reaktive Protein** (CRP, Normwert <0,9-1,0 mg/dl) zur Entscheidungsfindung bestimmt [6;85;102]. Ein Anstieg des CRP- Wertes erfolgt innerhalb von 12 Stunden nach Einwirkung eines Entzündungsreizes, wobei der CRP- Wert proportional zum Entzündungsgrad bzw. dem Ausmaß der Gewebszerstörung steigt und seinen Höchstwert etwa nach 24-48 Stunden erreicht [6;85]. Durch Kombination der CRP- Bestimmung mit dem klinischen und sonographischen Untersuchungsbefund sowie einfachen laborchemischen Parametern kann eine Erhöhung der diagnostischen Sicherheit erreicht werden [56;57;70].

Die **Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit** (BSG) nach Westergren steigt 24-48 Stunden nach Entzündungsbeginn an [85]. Sie zeigt den Progreß des entzündlichen Prozesses an [102;112].

Bei 20% der Patienten mit Appendizitis finden sich auch vereinzelt Leukozyten oder Erythrozyten im **Urinsediment** [112].

#### 3.4.1.4. Weitere diagnostische Verfahren

Eine Übersicht apparativer diagnostischer Verfahren, die sowohl in Studien als auch klinischen Berichten beschrieben werden, bietet Tabelle 6.

*Tabelle 6. - Vor- und Nachteile verschiedener diagnostischer Methoden*

Vorteile	Nachteile
<b>Radiologische Diagnostik (Abdomen-Leeraufnahmen, Barium-Passage, Barium-Kontrastmitteleinlauf) [27;62;84;103;126;127]</b>	
breite Verfügbarkeit	geringe Sensitivität und Spezifität, Strahlenbelastung
<b>Computertomographie [12;27;62]</b>	
z.T. gute Sensitivität und Gesamtgenauigkeit, insbesondere bei lokalen Komplikationen (Perforation, Abszeß)	hochentwickelte, teure Technik ionisierende Strahlung, geringe Sensitivität bei beginnender Appendizitis
<b>Computergestützte Datenanalysen [4;62;78;135]</b>	
strukturierte Anamnese und klinische Untersuchung, noninvasives Verfahren	abhängig von klinischer Diagnostik, Ergebnisse nicht reproduzierbar
<b>Laparoskopie [15;27;28;38;90]</b>	
Senkung der negativen Laparotomierate, Erfassung gynäkologischer und anderer intraabdomineller Erkrankungen, ggf. gleichzeitig laparoskopische Appendektomie, profitabel für junge Frauen, ältere und adipöse Patienten	Invasivität, Allgemeinanästhesie notwendig, intra- und postoperative Komplikationen, Limitierung bei Zustand nach abdominalen Operationen
<b>Szintigraphie (z.B. Tc-99m beladene monoklonale Antikörper gegen Granulozyten) [20;47;62;163]</b>	
Sensitivität und Spezifität bis zu 81% bzw. 100%	eingeschränkte Verfügbarkeit, komplexe Methodik, hoher Zeitaufwand, Strahlenbelastung bisher nur geringe Fallzahlen
<b>Peritoneale Aspirationszytologie [11;30;62;148;153]</b>	
Gute Sensitivität und Spezifität (86% bzw. 88%) für intraperitoneale Entzündung, Senkung der negativen Laparotomierate	invasives Verfahren, geringe Spezifität für Appendizitis, eingeschränkter Erfolg bei Adipositas

### 3.4.2. Differentialdiagnosen der Appendicitis acuta

In Tabelle 7 werden die wichtigsten Differentialdiagnosen bei akutem rechtsseitigem Unterbauchschmerz zusammengefaßt, wobei aufgrund der spezifischen Besonderheiten eine Unterteilung zwischen Kindes- und Erwachsenenalter vorgenommen wurde.

Tabelle 7. – Differentialdiagnosen der Appendicitis acuta [57;78;103;137]

Kinder	Erwachsene
Enterocolitis	
chronisch entzündliche Darmerkrankungen Harnwegsinfekt, Urolithiasis, Pyelonephritis	
Coxsacki-Viren-Infektion intra/retroperitoneale Hämatome (Hämophilie, M. Schönlein-Hennoch) Begleitappendizitis (Angina tonsillaris, Grippe, Pharyngitis, Masern, u.a.) Coma diabeticum, azetonämisches Erbrechen	Endometriose, Uterus myomatosus, Ovarialtorsion, extrauterine Gravidität, Adnexitis, Ovarialeystenruptur Follikelsprung Cholezystitis Coecumkarzinom
Pankreaspseudozysten Ovarialtorsion Gedekte Milzruptur Hodentorsion	selten: Unterlappenpneumonie rechts Meckel'sche Divertikulitis Ulcus duod./ventr.
	Rektusscheidenhämatom Herpes-Zoster-Infektion Yersinieninfektion, Pleuritis

grau unterlegte Begriffe = sonographisch erfaßbare Differentialdiagnosen

### 3.4.3. Sonographie

Die Sonographie wird seit 1986 [110] zunehmend als bildgebendes Verfahren der Wahl in der Diagnostik und Differentialdiagnostik der akuten Appendizitis eingesetzt, um die präoperative Diagnosegenauigkeit zu erhöhen.

#### 3.4.3.1. Grundlagen der Ultraschalldiagnostik

Das Prinzip der Ultraschallmethodik wird als bekannt vorausgesetzt.

Für Ultraschalluntersuchungen stehen lineare, sektorielle und konvexe Schallköpfe zur Verfügung. Lineare Schallköpfe ermöglichen eine Abbildung ohne Verzerrungen, benötigen aber gleichzeitig eine große Auflagefläche, so daß bei schlechter Ankopplung z.B. durch knöcherne Strukturen (Rippen) die Abbildungsqualität eingeschränkt wird. Sektorschallköpfe weisen aufgrund der kleinen Auflagefläche eine bessere Ankopplung auf, führen aber zu einer Bildverzerrung. Ein Konvexschallkopf verbindet mit geringem Radius und starker Krümmung die Vorteile beider Verfahren miteinander.

Bei korrekter Schallkopfhaltung entsprechen Strukturen links auf dem Bildschirm

1. bei sonographischen Längsschnitten kranialen Regionen des Patienten und
2. bei sonographischen Querschnitten rechten Regionen des Patienten.

Die Regionen oben auf dem Bildschirm werden als schallkopfnah, solche unten als schallkopffern bezeichnet. Helle Areale werden als echoreich (z.B. Gallensteine, Luft, atherosklerotische Gefäßplaques), dunkle als echoarm bis -leer bezeichnet (z.B. Zysten, Gefäße, Flüssigkeit). Festes Gewebe (z.B. Knochen, Gallen- oder Kotsteine, Gefäßkalk) wirft ebenso wie Luft einen Schallschatten.

Hierzu einige Bildbeispiele:



**Abbildung 3** - Oberbauchquerschnitt mit Darstellung der Leitstrukturen Leber, Magen, Pankreas, V. cava inferior, V. portae, A. mesenterica superior, Aorta abdominalis (3,5 - MHz curved-array)



**Abbildung 4** - Oberbauchlängsschnitt mit Darstellung von Leber, Magen, Pankreas und Gefäßen (V. hepatica sin., A. mesent. sup., Aorta) (3,5-MHz curved-array)

#### 3.4.3.2. Die Sonographie der akuten Appendizitis

1986 zeigte J.B.C.Puylaert [110], daß die hochauflösende „Real-Time“ - Sonographie mit Hilfe der Technik der dosierten Kompression bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis ein wertvolles diagnostisches Hilfsmittel sein kann. Nach Anamnese, klinischer Untersuchung und Laborkontrolle hat sie sich vielerorts als diagnostisches Verfahren etabliert [28;42;58;72;104;122;150;161]. Dabei werden folgende Anforderungen gestellt:

1. Erhebung alternativer pathologischer abdomineller Befunde, Erfassung klinisch relevanter Differentialdiagnosen
2. Verbesserung der diagnostischen Treffsicherheit [7;121]

Die Sonographie kann möglicherweise bei Kindern, jüngeren Frauen, immunsupprimierten und älteren Patienten eine größere Bedeutung erlangen, da die

klinischen Symptome bei diesen Patienten eine große Bandbreite aufweisen [42;97;121;122;161]. Nach Studien von Herzberg und Treutner [61;149] nimmt der diagnostische Wert der Sonographie mit steigendem Lebensalter zu.

*Tabelle 8 – Übersicht sonographisch erfaßbarer Differentialdiagnosen [61;97;113;139]*

<b>Sonographisch erfaßbare Differentialdiagnosen</b>
Leber- und Gallenwegserkrankungen
Gynäkologische Krankheitsbilder (extrauterine Gravidität, Adnexitis, Ovarialzysten, Ovarialtumoren, Uterusmyome, Uterustumoren, Endometriose)
Urologische Krankheitsbilder (Nephrolithiasis, Harnstau, Harnverhalt, Nephritis, Nierentumoren)
Lymphadenitis mesenterialis
Entzündliche Darmerkrankungen (Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Divertikulitis)
Rektusscheidenhämatom
Aortenaneurysma

Vorteile der Sonographie[12;28;42;58;135;161]:

1. keine Nebenwirkungen, Einsatz auch in der Schwangerschaft möglich
2. breite Verfügbarkeit,
3. beliebige Wiederholbarkeit
4. geringer Zeitaufwand
5. Mobilität, auch am Krankenbett einsetzbar

### 3.4.3.3. Sonographische Kriterien der Appendixdarstellung

Das wichtigste sonographische Kriterium für die Darstellung der Appendix ist der Nachweis einer Kokarde in unmittelbarer Nachbarschaft zum Coecalpol. Dieses sogenannte Zielscheibenphänomen beruht auf der sonographischen Darstellung der insgesamt 5 Schichten der Appendixwand, wie sie u.a. von Puylaert beschrieben wurde [112;147]. (Tabelle 9)

*Tabelle 9 - Zielscheibenphänomen der Appendix*

Histologische Struktur	sonographisches Korrelat
0. Lumen der Appendix	zentrales, <u>echoarmes</u> Lumen, wenn flüssigkeitsgefüllt
1. Epithel der Mucosa	<u>echoreiche</u> , schmale Schicht
2. Lamina propria der Mucosa	homogen <u>echoarme</u> , breiteste Schicht, enthält Lymphfollikel, die teilweise bis in die Submucosa reichen können
3. Submucosa	<u>echoreiche</u> Schicht (durch kollagenes und anderes Bindegewebe), wirkt gezahnt oder leicht irregulär durch die Einstülpung von Lymphfollikeln aus der Mucosa
4. Muscularis propria	<u>echoarme</u> (wie Skelettmuskulatur), schmale Schicht
5. Serosa	<u>echoreich</u> durch Fetteinlagerung

In der Abbildung 5 ist das typische Bild einer Appendixkokarde dargestellt.



**Abbildung 5** - Darstellung der Appendix mit charakteristischer "target sign"-Konfiguration im Transversalschnitt, ventral davon die vordere Bauchwand

#### 3.4.3.3.1. Die entzündlich veränderte Appendix

Bei entzündeten Appendices ist diese Architektur gestört, die einzelnen Schichten sind schlecht abgrenzbar und wirken sonographisch inhomogen.

Weitere wichtige Kennzeichen einer akuten Appendizitis sind folgende:

##### 1. obligate sonomorphologische Kennzeichen einer Appendizitis [112;113]

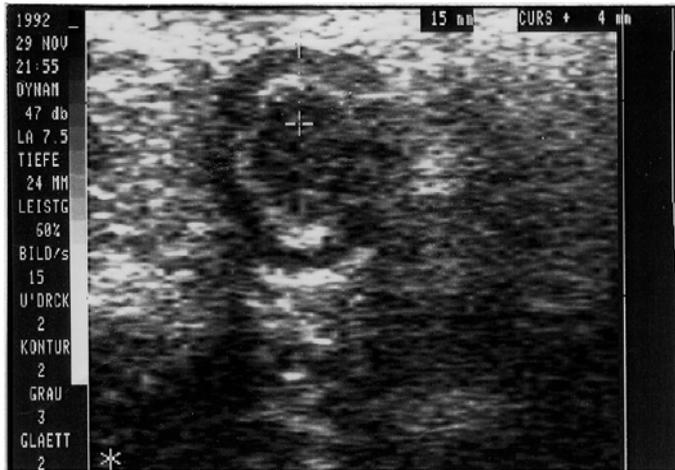
- tubuläre Struktur mit kokardenartigem Querschnitt (Abb. 6)
- Anschluß zum Coecalpol
- keine Peristaltik
- abgeschlossenes freies Ende
- äußerer Durchmesser bei maximaler Kompression >6mm bzw. Wanddicke >3mm
- druckschmerzhaft
- nicht oder nur gering kompressible Struktur (Abb. 7)

##### 2. fakultative sonomorphologische Kennzeichen einer Appendizitis

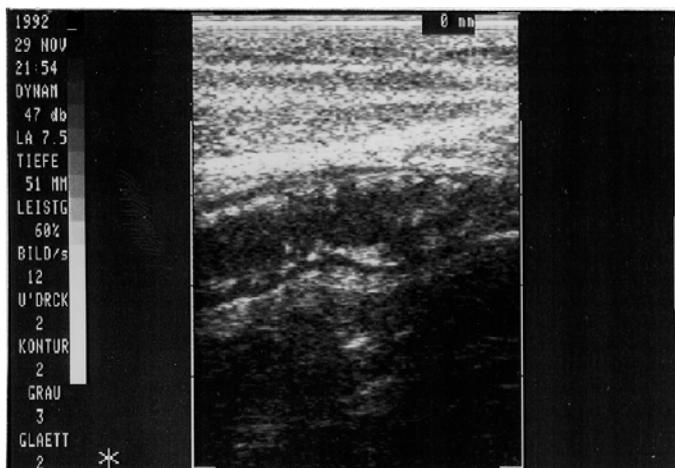
- Fünfschichtung der Appendixwand
- fokale Wandverdickung [112]
- Verlust der echoreichen, submucösen Schicht durch Ulzeration und Nekrose bei fortgeschrittener Entzündung, diffus oder fokal [113]
- Begleiterguß (pericoecale Flüssigkeitsansammlung) und evtl. nicht kompressible, echoreiche Struktur (abdeckende Netzkappe, entzündliche Mitbeteiligung der Mesoappendix oder des benachbarten Mesenteriums) bei Periappendizitis [112;113]
- Appendicolithen (auch Koproolithen; =Kotsteine) als echogene Foci mit oder ohne akustischen Schallschatten im Appendixlumen oder nach Perforation von perityphlitischem Abszeß umgeben [73;113;131;161]
- vergrößerte, mesenteriale Lymphknoten, echoarm[131]

##### 3. sonomorphologische Kennzeichen der perforierten Appendizitis

- Verlust der Organstruktur oder asymmetrische Wandverdickung [2;19]
- pericoecales Flüssigkeitsdepot [19;25;80;163]
- echoarmes, bizarres perityphlitisches Konglomerat bzw. abgekapselter Abszeß mit echoreichem Randsaum, evtl. mit Appendicolith [19;25;112;113;131;163]
- Zeichen einer lokalen oder generalisierten Peritonitis wie flüssigkeitsgefüllte, dilatierte und atonische Coecum- und Ileumschlingen im rechten Unterbauch oder im gesamten Abdomen oder freie Flüssigkeit im Abdomen und Douglas-Raum [113;131]



**Abbildung 6** - Akut entzündete Appendix im Querschnitt, Ausschnittsvergrößerung zur Darstellung des Zielscheiben-Phänomens (Wanddicke 4mm, Durchmesser 12mm)



**Abbildung 7** - Akute Appendizitis, Longitudinalschnitt der Appendix aus Abb. 2 mit charakteristischer Darstellung einer nicht kompressiblen, tubulären, blind endenden Darmformation mit typischem Wandaufbau

#### 3.4.3.3.2. Die normale Appendix

In der neueren Literatur findet sich des öfteren der Hinweis, daß auch die normale Appendix der sonographischen Darstellung zugänglich ist [113;123;131;144;161]. Gründe hierfür liegen in der zunehmenden Erfahrung der Sonographen hinsichtlich der Untersuchungstechnik und Interpretation der Befunde als auch in technischen Verbesserungen der Sonographiegeräte.

##### sonographische Kennzeichen der normalen Appendix

- im Längsschnitt tubulär und blind endend [113;161]
- im Transversalschnitt targetförmig mit komprimierbarem Lumen, das meist kollabiert erscheint [123;144]
- Appendixquerschnitt bei Kompression oval, maximaler Durchmesser von 6 mm bzw. Wanddicke von 3 mm oder weniger [78;123;144;161]
- keine Peristaltik [78;112;113]
- nie von echoreichen, rigiden Strukturen im Sinne von entzündlich verändertem Fettgewebe umgeben [113]

## 4. Material und Methoden

### 4.1. Patientenkollektiv

Retrospektiv wurden im Beobachtungszeitraum vom 1.1.1988-31.12.1993 alle Patienten der Chirurgischen und der Kinderchirurgischen Universitätsklinik, bei denen eine Appendektomie vorgenommen wurde, anhand der Krankenakten sowie der statistischen Jahrbücher des Instituts für Pathologie des UKE erfaßt.

Die Gesamtzahl wurde unterteilt in Patienten des Beobachtungszeitraumes vom 1.1.1988-31.12.1990 (Kontrollgruppe A) und in Patienten des Beobachtungszeitraumes vom 1.1.1991-31.12.1993 (Gruppe B), unter Ausschluß der im Rahmen der präoperativen Diagnostik sonographisch untersuchten Patienten, welche der Gruppe C zugeordnet wurden (Tab. 10). Hierzu zählen auch alle bei V.a. Appendizitis sonographierten Patienten, die nicht operiert wurden.

***Tabelle 10 - Gruppeneinteilung***

<b>Gruppe A</b>	<b>Gruppe B</b>	<b>Gruppe C</b>
Appendektomien <b>ohne</b> präoperative Sonographie vom 1.1.1988 - 31.12.1990 n=537, weiblich=279, männlich=258	Appendektomien <b>ohne</b> präoperative Sonographie vom 1.1.1991-31.12.1993 n=552, weiblich=285, männlich= 267	Appendektomie <b>mit</b> präoperativer Sonographie vom 1.1.1991-31.12.1993 n=47, weiblich=24, männlich=23 + Sonographie bei V.a. Ap- pendizitis ohne Operation n=84, weiblich=53, männlich=31

Erfaßt wurden Angaben zu Alter und Geschlecht sowie der histopathologische Untersuchungsbefund. Hierbei erfolgte keine Differenzierung zwischen

notfallmäßiger Appendektomie oder simultaner Appendektomie im Rahmen anderer abdominalchirurgischer Eingriffe.

Nach Auswertung der schriftlichen histopathologischen Befunde aller Appendixpräparate wurde die negative Appendektomierate (s. Definition S. 3) sowie die Perforationsrate (s. Definition S. 4) für den gesamten Untersuchungszeitraum sowie für die einzelnen Jahrgänge und die Gruppen A-C bestimmt.

In der Zeit vom 1.1.1991 bis zum 31.12.1993 wurden Patienten, die sich mit der Diagnose "V.a. Appendicitis acuta" bzw. "akuter rechtsseitiger Unterbauchschmerz" in der chirurgischen Poliklinik des UKE vorstellten oder die mit dieser Einweisungsdiagnose stationär aufgenommen wurden, im Rahmen der üblichen Diagnostik auch sonographisch untersucht.

Retrospektiv wurden durch Auswertung der Daten aus der Dokumentation der Chirurgischen Sonographie alle Patienten ermittelt, die im genannten Zeitraum unter der Verdachtsdiagnose „Appendictis acuta“ zur sonographischen Untersuchung vorgestellt wurden (Gruppe C). Erfasst wurden Angaben zu Alter und Geschlecht der Patienten, die sonographische Diagnose sowie sonographisch ermittelte Differentialdiagnosen und Nebenbefunde, und Angaben zu Darstellbarkeit und Durchmesser der Appendix. Bei den appendektomierten Patienten dieser Gruppe wurde der schriftliche histopathologische Untersuchungsbefund ausgewertet und ebenfalls die negative Appendektomierate und die Perforationsrate berechnet.

## 4.2. Methodik

### 4.2.1. Technische Voraussetzungen

Alle der hier untersuchten Sonographiebefunde bei klinischem Verdacht auf eine akute Appendizitis wurden mit einem der folgenden Sonographiegeräte erhoben:

1. Ultramark 4 Plus (Advanced Technology Laboratories), ausgestattet mit einem 3,5 MHz Sektorschallkopf sowie einer 7,5 MHz Linearsonde
2. Aloka Echocamera SSD-500 ( Hellige PPG ), ausgestattet mit einem 3,5 MHz sector scanner ( UST-934N-3,5 )
3. Aloka Echocamera SSD-680 EX (Aloka), ausgestattet mit einem 3,5 MHz sector scanner und einem 7,5 MHz Linearschallkopf

Die Dokumentation der Untersuchungsbefunde erfolgt in Form eines schriftlichen Befundes in Freitextformulierung sowie eines Bildausdrucks (Sony Videoprint) oder einer Videoaufzeichnung (Sony SVHS-Videokassette).

### 4.2.2. Sonographische Untersuchungstechnik [112]

Die sonographische Untersuchung der Patienten mit Verdacht auf akute Appendizitis wurde nach der standardisierten Untersuchungstechnik der dosierten Kompression ausschließlich von sonographisch geschulten Chirurgen durchgeführt.

Die Untersuchung wird mit der systematischen Darstellung und Beurteilung der Abdominalorgane der Ober- und Unterbauchregion, der großen Gefäße und der Nieren mittels eines 3,5-MHz-Sektorschallkopfes begonnen. Bei Patientinnen werden Uterus, Ovarien und der Douglasraum untersucht.

Unter Verwendung eines 7,5-MHz-Linearschallkopf wird zunächst versucht, unter Beobachtung der atemabhängigen Verschiebewebewegungen intraperitoneale Darmschlingen von extraperitonealen Leitstrukturen wie Bauchwand, Musculus iliopsoas und Vasa iliaca abzugrenzen [19].

Anschließend wird der rechte untere Quadrant des Abdomens untersucht, wobei die Schmerzlokalisationsangaben des Patienten berücksichtigt werden. Dies kann die

Identifikation einer atypisch gelegenen Appendix erleichtern [32;161]. Dabei wird die Technik der dosierten Kompression angewendet, und zwar in Anlehnung an die klassische Palpation des Abdomens. Durch diese Technik gelingt es, den Darm und Fett zu verdrängen und/oder zu komprimieren, wodurch der störende Einfluß von Luft oder anderem Darminhalt beseitigt wird. Durch die Kompression wird die Distanz zwischen Schallkopf und Appendix verringert, was die Anwendung hochfrequenter Schallköpfe erlaubt. Gleichzeitig ist es möglich, rigide von weichen Strukturen zu unterscheiden, indem man ihre Reaktion auf die Kompression bewertet [113]. Der Appendixdurchmesser wird bei maximaler Kompression als die Distanz von Außenwand zu Außenwand bestimmt.

Bei der Exploration der Appendixregion dient die sonographische Darstellung des Coecumpols, des terminalen Ileums, des Musculus psoas und der Iliacalgefäße als Landmarke. Die Appendix wird am unteren Coecumpol aufgesucht und in verschiedenen Schnittrichtungen im Quer- und Längsschnitt dargestellt.

Um eine retrocoecal oder subhepatisch gelegene Appendix darzustellen, wird die Untersuchung zusätzlich zur sagittalen Schnittrichtung durch die vordere Bauchwand auch in horizontaler Richtung von rechts lateral durchgeführt [113;138].

Im Anschluß an die Exploration der Region der maximalen Empfindlichkeit wird der Rest des Abdomens auf Ultraschallzeichen eines Ileus, Abszeßbildungen und Übergriff der Entzündung auf benachbarte Darmstrukturen, auf Omentum und mesenteriales Fettgewebe hin untersucht.

Die Region, die sich rechts laterokaudal des Umbilicus befindet, wird gründlich nach vergrößerten, mesenterialen Lymphknoten abgesucht.

Die Untersuchung kann im Bedarfsfall nach einem Zeitraum von 20 Minuten oder, falls klinisch möglich, nach einigen Stunden wiederholt werden. Nicht selten kommt es zu einer Lageveränderung der Appendix und die Diagnose einer Appendizitis kann doch noch gestellt werden. Auch scheint die kontinuierliche Anwendung dosierter Kompression einen Coecalspasmus zu bewirken, welcher die Sicht für die Ultraschall-untersuchung frei macht.

Schließlich ist bei Patientinnen, bei denen die Beckenorgane aufgrund einer leeren Blase nicht darstellbar waren und bei denen noch keine positive Diagnose gestellt werden konnte, eine erneute Ultraschalluntersuchung mit voller Blase erforderlich, um gynäkologische Erkrankungen zu demonstrieren bzw. auszuschließen.

#### 4.2.3. Auswertung der sonographischen Befunde

Um die Sensitivität, Spezifität und die Gesamtgenauigkeit der an der Chirurgischen Klinik des UKE durchgeführten Sonographien bei V.a. Appendicitis acuta zu ermitteln, wurden die Sonographiebefunde retrospektiv gemäß der unter 3.4.3.3. beschriebenen Kriterien (s.S. 21-23) ausgewertet und mit den Ergebnissen der histologischen Untersuchung der operativ entfernten Appendices verglichen bzw. bei stationär- konservativer Therapie mit dem weiteren klinischen Verlauf. Wurden die Patienten nach klinischer und Ultraschalluntersuchung nach Hause entlassen, wurde davon ausgegangen, daß keine akute Appendizitis vorlag.

Bei der Auswertung der Sonographiebefunde wurde besonderes Augenmerk auf die sonographisch erfaßten Differentialdiagnosen sowie auf den maximalen Appendixdurchmesser gerichtet.

#### 4.2.4. Auswertung der histologischen Befunde

Die histologischen Untersuchungsbefunde der entfernten Appendices wurden erfaßt und gemäß Tabelle 1 (s.S. 3) zugeordnet und hieraus dann die negative Appendektomie rate entsprechend der Definition unter 3.1.1. (S. 3) und die Perforationsrate laut Definition unter 3.1.3. (S. 4) für die Gruppen A-C berechnet. Außerdem wurde untersucht, ob geschlechts- und altersspezifische Unterschiede für die negative Appendektomie rate sowie die Perforationsrate bestehen.

### 4.3. Statistische Berechnungen

#### 4.3.1. Sensitivität

Die Sensitivität eines Tests beschreibt den Anteil der Patienten mit nachgewiesener Appendizitis, die auch ein positives Testergebnis haben.

Die Sensitivität der Sonographie bei V.a. akute Appendizitis wird errechnet, indem man die richtig-positiven Testergebnisse durch die Summe der richtig-positiven und falsch-negativen Testergebnisse, d.h. durch die Gesamtheit aller Patienten mit histologisch nachgewiesener akuter Appendizitis, dividiert [53;104].

#### 4.3.2. Spezifität

Die Spezifität eines Tests beschreibt den Anteil der Patienten ohne nachgewiesene Appendizitis, die auch ein negatives Testergebnis haben.

Die Spezifität errechnet sich aus der Anzahl der richtig-negativen Sonographien geteilt durch die Summe der richtig-negativen und falsch-positiven Testergebnisse [53;104].

#### 4.3.3. Gesamtgenauigkeit

Unter der Gesamtgenauigkeit eines Tests versteht man den Anteil aller richtigen Testergebnisse am Gesamtkollektiv, das mit diesem Test untersucht wurde.

Sie wird errechnet, indem man die Gesamtzahl der sonographierten Patienten durch die Summe der richtig-positiven und der richtig-negativen Ultraschalluntersuchungen dividiert.

#### 4.3.4. Positiver Vorhersagewert

Der positive Vorhersagewert eines Tests beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Patient mit positivem Testergebnis auch tatsächlich erkrankt ist.

Der positive Vorhersagewert wird errechnet, indem man die Anzahl aller richtig-positiven Untersuchungsergebnisse der abdominalen Sonographie durch die Summe aller richtig-positiven und aller falsch-positiven Testergebnisse dividiert.

#### 4.3.5. Negativer Vorhersagewert

Der negative Vorhersagewert eines Tests gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein Patient mit negativem Testergebnis auch tatsächlich nicht an der durch den Test untersuchten Erkrankung leidet.

Der negative Vorhersagewert entspricht dem Anteil der richtig-negativen Ergebnisse an der Gesamtheit aller negativen Testergebnisse.

#### 4.3.6. t-Test

Eine Signifikanzberechnung erfolgt für die negative Appendektomie rate und für die Perforationsrate für den Zeitraum vor und seit Einsatz der abdominalen Sonographie im Rahmen der Appendizitisdiagnostik mit dem t-Test für verbundene Stichproben.

Der t-Wert wird nach Gleichung 1 mit Hilfe des Statistikprogramms STATISTICA für Windows, Version 5.1, StatSoft, Inc. (1996), Tulsa berechnet.

Das Signifikanzniveau wird mit  $p < 0,05$  festgelegt.

Gleichung 1: t-Test für verbundene Stichproben

$$t = \frac{|\bar{d}|}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - n\bar{d}^2}{n(n-1)}}}$$

$t = t - \text{Wert}$   
 $d_i = \text{Stichprobenunterschied}$   
 $d_i^2 = \text{Quadratsumme der Stichprobenunterschiede}$   
 $\bar{d} = \text{Mittelwert der Stichprobenunterschiede}$   
 $\bar{d}^2 = \text{Quadrat des Mittelwerts}$   
 $\quad \text{der Stichprobenunterschiede}$   
 $n = \text{Anzahl der Meßwerte}$

#### 4.3.7. U-Test

Für den Vergleich der sonographisch ermittelten Appendixdurchmesser (Meßwertanzahl:  $m+n < 60$ ) in den 4 verschiedenen Gruppen der Sonographieergebnisse (richtig-positiv, richtig-negativ, falsch-positiv und falsch-negativ) werden die Signifikanzen mittels U-Test für zwei unabhängige Stichproben nach Wilcoxon, Mann und Whitney mit Hilfe der Gleichung 2 berechnet.

Das Signifikanzniveau wird mit  $p < 0,05$  festgelegt.

Gleichung 2: U-Test zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben nach Wilcoxon, Mann und Whitney

$$U_1 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = mn + \frac{n(n+1)}{2} - R_2$$

$$U_1 + U_2 = mn$$

$U_1$  = Prüfgröße 1

$U_2$  = Prüfgröße 2

$R_1$  = Summe der Rangzahlen von  $U_1$

$R_2$  = Summe der Rangzahlen von  $U_2$

$m$  = Anzahl der Stichprobenwerte 1

$n$  = Anzahl der Stichprobenwerte 2

Zur Ermittlung des kritischen Wertes U wird anstelle einer Tabelle die Gleichung 3 verwendet, die eine gute Annäherung darstellt.

Gleichung 3: Annäherungsberechnung des kritischen Wertes U für größere Stichprobenumfänge  $m+n > 60$

$$U_{(a,m,n)} = \frac{mn}{2} - z \cdot \sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}}$$

$U$  = Prüfgröße

$\alpha$  = Irrtumswahrscheinlichkeit

$z$  = Tabellenwert für Schranke der Normalverteilung

$m$  = Anzahl der Stichprobenwerte 1

$n$  = Anzahl der Stichprobenwerte 2

Die Berechnungen für den U-Test werden mit dem Statistikprogramm SPSS for MS Windows, Release 6.0 durchgeführt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Histologie

#### 5.1.1. Appendektomie

In den Jahren 1988 bis einschließlich 1993 wurden an der Chirurgischen und Kinderchirurgischen Klinik des UKE insgesamt 1136 Appendektomien durchgeführt, wobei die Anzahl pro Jahr nahezu konstant blieb. Mit 588 Patienten weiblichen Geschlechts (51,76%) und 548 männlichen Patienten ist das Geschlechtsverhältnis ausgeglichen.

Tabelle 11 - Anzahl und Geschlechtsverteilung der Appendektomien von 1988-1993

Appendektomien			
Jahrgang	weiblich	männlich	gesamt
1988	101	79	180
1989	79	86	165
1990	99	93	192
1991	101	122	223
1992	100	87	187
1993	108	81	189

Das Durchschnittsalter betrug 29,47 Jahren (0,02 Jahre bis 95 Jahre).

Der Hauptteil der Appendektomien (62,76%) erfolgte zwischen dem sechsten und dreißigsten Lebensjahr. Kinder unter 6 Jahren machen etwa 2,46% aller Appendektomien aus und 9,7% aller Appendektomierten gehören der Altersgruppe der über 59jährigen an.

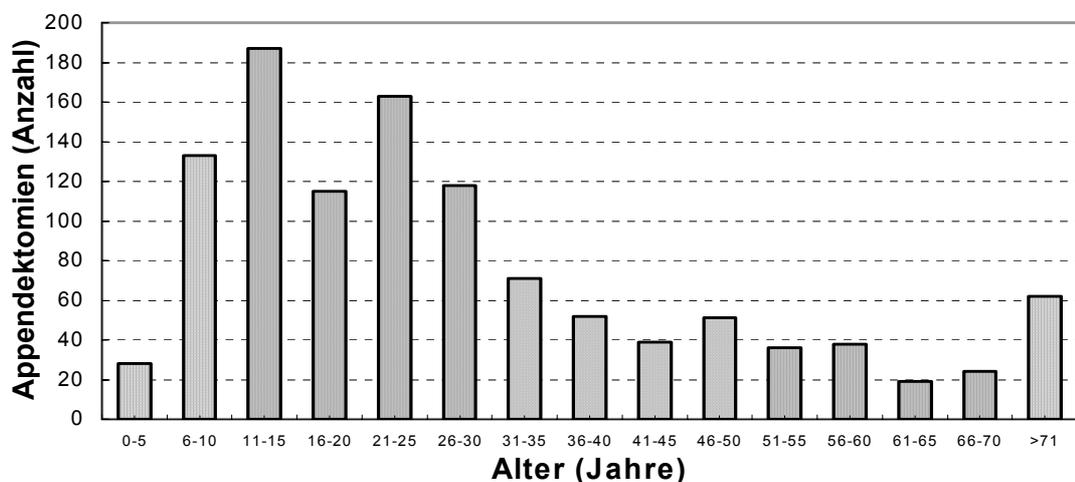


Diagramm 1 - Altersverteilung bei Appendektomie (1988-1993)

### 5.1.2. Akute Appendizitis

Nach Auswertung der histologischen Untersuchungsbefunde gemäß der in Tabelle 1 (s.S. 3) aufgeführten Kriterien der Einteilung in akute und nicht-akute Formen der Appendizitis lag für den Gesamtzeitraum (Gruppen A-C) in 732 Fällen (64,4%) eine akute Appendizitis vor. In 106 Fällen (9,33% aller Appendektomien) war es zu einer Perforation der Appendix gekommen.

**Geschlechtsverteilung: m=384 (52,5%)**

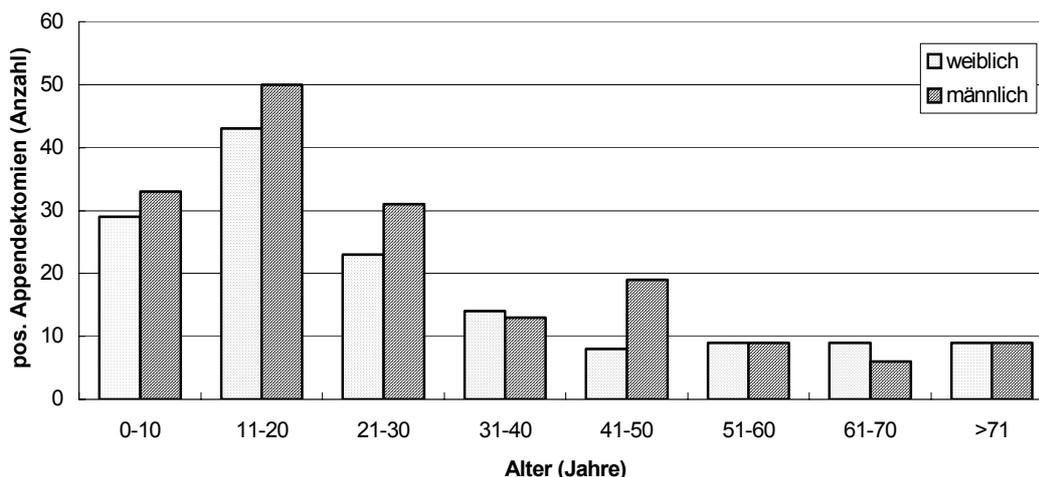
**w=348 (47,5%)**

**Alter: Mittelwert 28,56 Jahre (1,6-90,6 Jahre).**

#### 5.1.2.1. Kontrollgruppe A: Patienten des Beobachtungszeitraums 1988-1990

In der Zeit vom 1.1.1988 bis zum 31.12.1990 wurden 537 Appendektomien vorgenommen. Mit 279 weiblichen und 258 männlichen Patienten ist auch in dieser Gruppe das Geschlechterverhältnis ausgeglichen. Das Durchschnittsalter lag bei 29,81 Jahren (0,02-95,0 Jahre).

Die Auswertung der histologischen Untersuchungsbefunde für Gruppe A ergab, daß in 314 von 537 (58,47%) Fällen eine akute Appendizitis vorlag.



**männlich: n=170 (54,14%)      weiblich: n=144 (45,86%)**

**Alter: Mittelwert 28,45 Jahre (3,4-90,6 Jahre).**

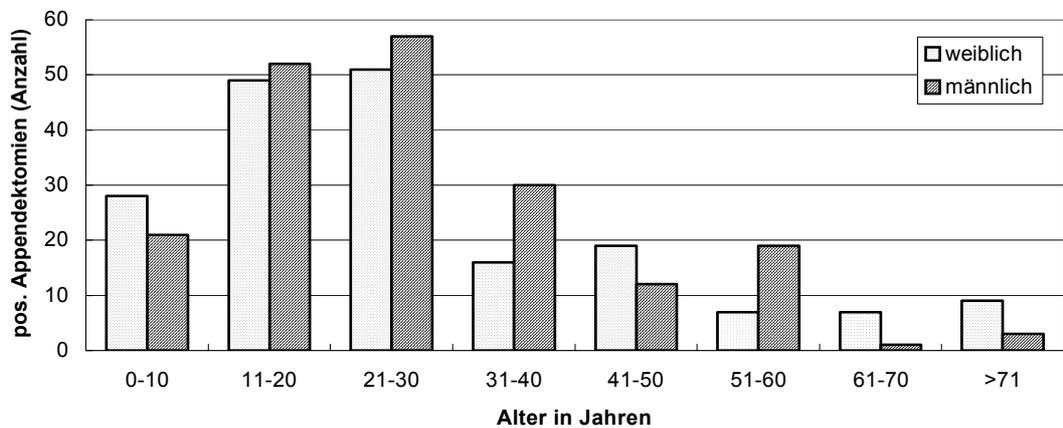
*Diagramm 2 – Alters- und Geschlechtsverteilung bei Appendektomie mit histologisch gesicherter akuter Appendizitis (Gruppe A)*

### 5.1.2.2. Gruppe B: Patienten des Beobachtungszeitraums 1991-1993

Alle Patienten, die in der Zeit vom 1.1.1991 bis zum 31.12.1993 ohne vorherige sonographische Untersuchung bei Verdacht auf akute Appendizitis appendektomiert wurden, bilden die Gruppe B (n=552, w=285, m=267) (s. Tab.10, S.24).

Das Durchschnittsalter betrug 28,94 Jahren (1,6-90,9 Jahre).

Die Auswertung der histologischen Untersuchungsbefunde für Gruppe B ergab, daß 381 von 552 Appendektomien (69,02%) aufgrund einer akuten Appendizitis durchgeführt wurden.



**männlich: n=195 (51,18%)      weiblich: n=186 (48,82%)**

**Alter: Mittelwert 28 Jahre (1,6-90,9 Jahre)**

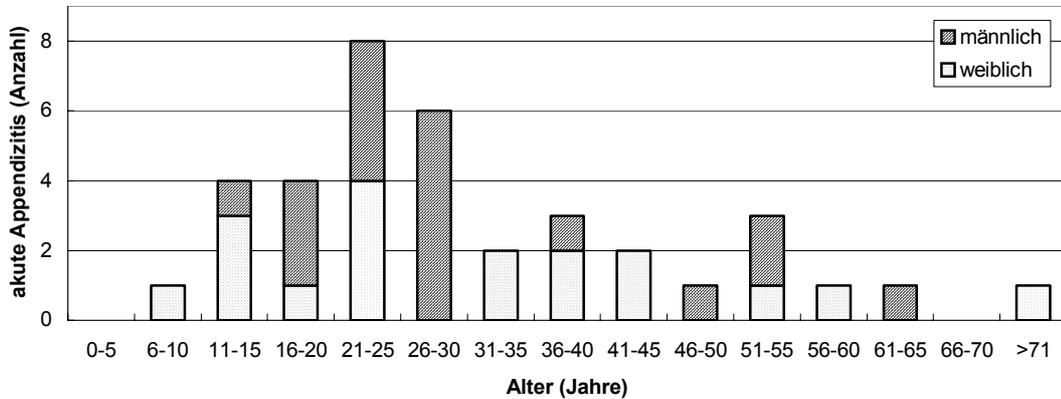
*Diagramm 3 - Alters- und Geschlechtsverteilung bei Appendektomie mit histologisch gesicherter akuter Appendizitis (Gruppe B)*

Der Altersgipfel der Patienten mit nachgewiesener akuter Appendizitis liegt mit 21-30 Jahren etwas höher als in Gruppe A.

### 5.1.2.3. Gruppe C: Patienten des Beobachtungszeitraums 1991-1993 mit präoperativer Sonographie

Die Patienten, die in der Zeit vom 1.1.1991 bis zum 31.12.1993 nach vorheriger sonographischer Untersuchung bei Verdacht auf akute Appendizitis appendektomiert wurden, bilden die Gruppe C (n=47, w=24, m=23).

Die Auswertung der histologischen Untersuchungsbefunde für Gruppe C ergab, daß 37 von 47 Appendektomien (78,7%) aufgrund einer akuten Appendizitis durchgeführt wurden.



**männlich: n=19 (51,35%) weiblich: n=18 (48,65%)**

**Alter: Mittelwert 32,3 Jahre (6,6-72,4 Jahre)**

Diagramm 4 - Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten mit gesicherter akuter Appendizitis (Gruppe C)

Nur in der Altersgruppe der 21-30jährigen Patienten überwiegt das männliche Geschlecht, während das Geschlechtsverhältnis in den übrigen Altersgruppen ausgeglichen ist. Der Altersgipfel der Patienten mit nachgewiesener akuter Appendizitis liegt ebenfalls bei 21-30 Jahren.

#### 5.1.2.4. Zusammenfassung

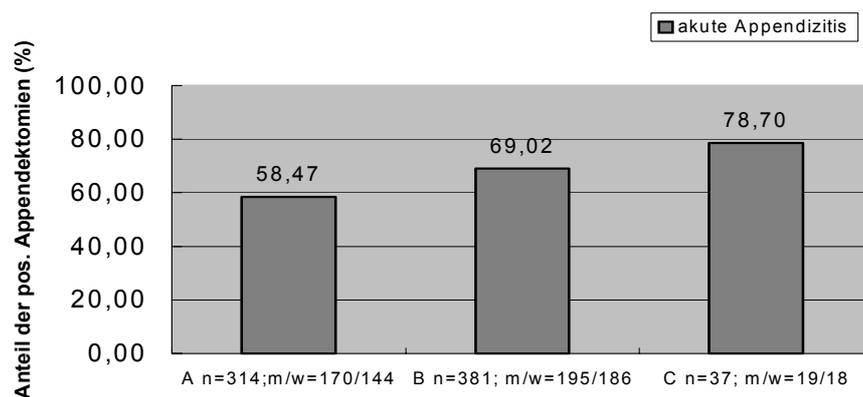


Diagramm 5 – Anteil der positiven Appendektomien für die Gruppen A, B und C

Das obige Diagramm gibt einen Überblick über den Anteil der akuten Appendizitiden an der Gesamtzahl der Appendektomien in den einzelnen Untersuchungsgruppen.

### 5.1.3. Nicht-akute Appendizitis

Die Auswertung der histologischen Befunde ergab, daß im gesamten Untersuchungszeitraum 404 Appendektomien (35,6%) aufgrund einer nicht-akuten Appendizitis (s.S. 3, Tab.1) durchgeführt wurden.

**Geschlechtsverteilung: m=164 (40,6%)**

**w=240 (59,4%)**

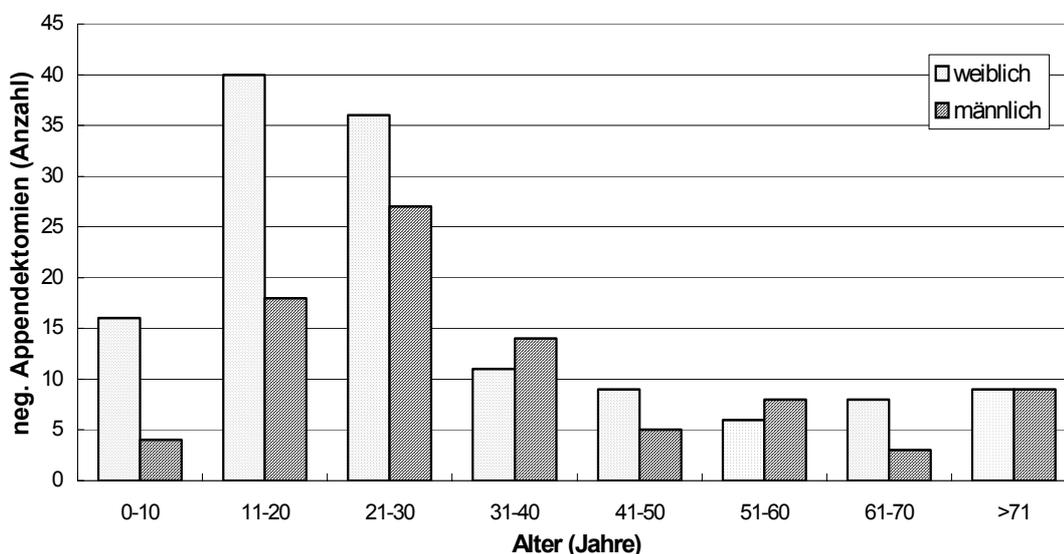
**Alter:**

**Mittelwert 31,5 Jahre (0,02-95,0 Jahre)**

Im Gegensatz zu den Patienten mit nachgewiesener akuter Appendizitis zeigt sich in der Teilgruppe der nicht akuten Appendizitiden ein deutliches Überwiegen des weiblichen Geschlechts, insbesondere in der Altersgruppe bis 30. Der Altersgipfel verschiebt sich hier zur Altersgruppe der 21-30jährigen Patienten (s. folgende Diagramme).

#### 5.1.3.1. Kontrollgruppe A: Patienten des Beobachtungszeitraums 1988-1990

Von den insgesamt 537 Appendektomien der Gruppe A wurden laut histologischem Befund 223 (41,53%) bei nicht-akuter Appendizitis vorgenommen.



**männlich: n=88 (39,46%) weiblich: n=135 (60,54%)**

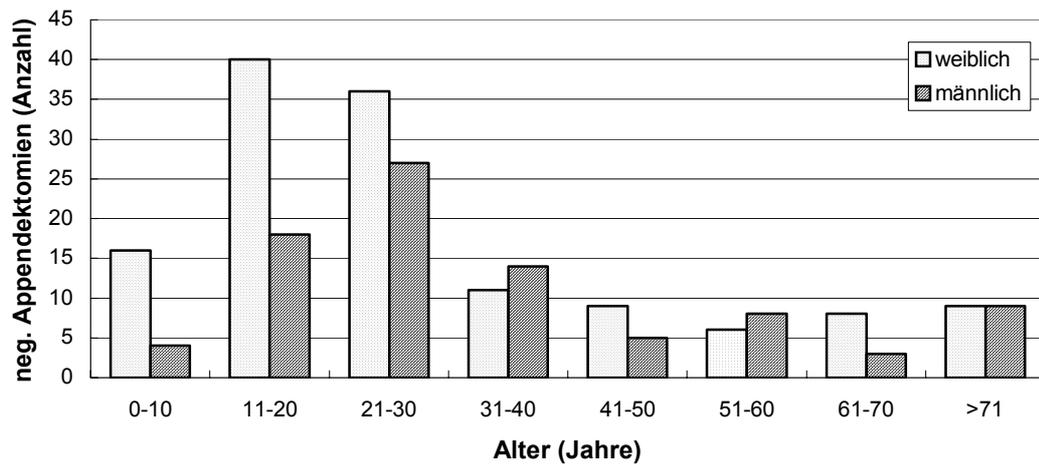
**Alter: Mittelwert 31,73 Jahre (0,02-95,0 Jahre)**

*Diagramm 6 – Alters- und Geschlechtsverteilung bei Appendektomie mit nicht akutem Histologiebefund (= negative Appendektomie) (Gruppe A)*

Das Durchschnittsalter liegt für Frauen bei 29,6 Jahren (0,02-95,0 Jahre) und für Männer bei 35,04 Jahren (9,7-89,8 Jahre).

#### 5.1.3.2. Gruppe B: Patienten des Beobachtungszeitraums 1991-1993

Von den insgesamt 552 Appendektomien der Gruppe B wurden laut histologischem Befund 171 (30,98%) bei nicht-akuter Appendizitis vorgenommen.



**männlich: n=72 (42,1%)**

**weiblich: n=99 (57,9%)**

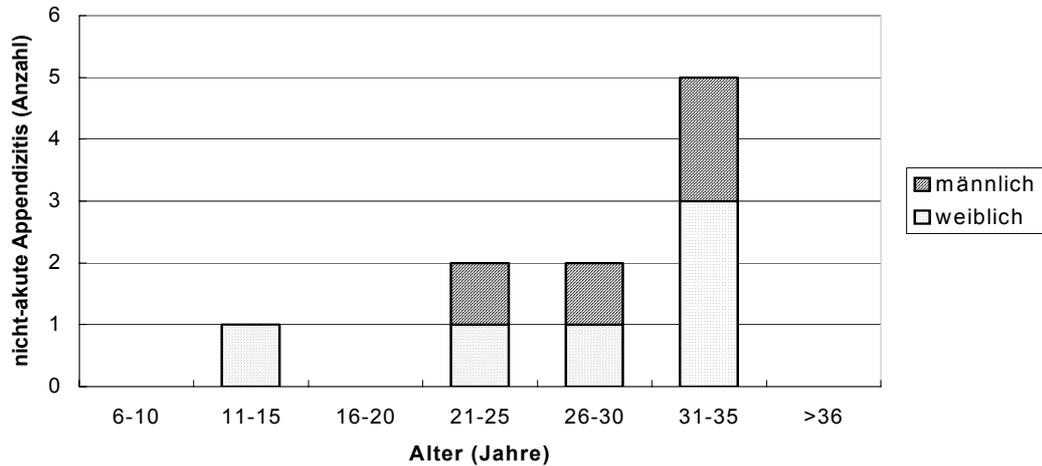
**Alter: Mittelwert 31 Jahre (1,6-89,9 Jahre)**

*Diagramm 7 – Alters- und Geschlechtsverteilung bei Appendektomie mit nicht akutem Histologiebefund (= negative Appendektomie) (Gruppe B)*

Das Durchschnittsalter liegt für Frauen bei 30,72 Jahren (6,8-89,9 Jahre) und für Männer bei 31,4 Jahren (1,6-77,8 Jahre).

5.1.3.3. Gruppe C: Patienten des Beobachtungszeitraums 1991-1993 mit präoperativer Sonographie

Von den insgesamt 47 Appendektomien der Gruppe C wurden laut histologischem Befund 10 (21,3%) aufgrund einer nicht-akuten Appendizitis vorgenommen.



**Geschlechtsverteilung: m=4 (40%) w=6 (60%)**

**Alter: Mittelwert 29 Jahre (15-35,8 Jahre)**

*Diagramm 8 - Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten mit nicht-akuter Appendizitis (Gruppe C; n=10)*

Mit 6 weiblichen und 4 männlichen Patienten ist das Geschlechtsverhältnis ausgeglichen. Der Altersgipfel verschiebt sich hier zur Altersgruppe der 31-40jährigen. Das Durchschnittsalter in dieser Teilgruppe beträgt 29 Jahre, wobei es für Frauen mit 27,3 Jahren deutlich niedriger als für Männer mit 31,5 Jahren liegt.

#### 5.1.4. Negative Appendektomie

Die negative Appendektomie betrug im Untersuchungszeitraum für das gesamte Patientenkollektiv durchschnittlich 35,56%, wobei der Maximalwert mit 45,83% 1990 und der niedrigste Wert mit 28,57% 1993 erreicht wurde (Diagramm 9).

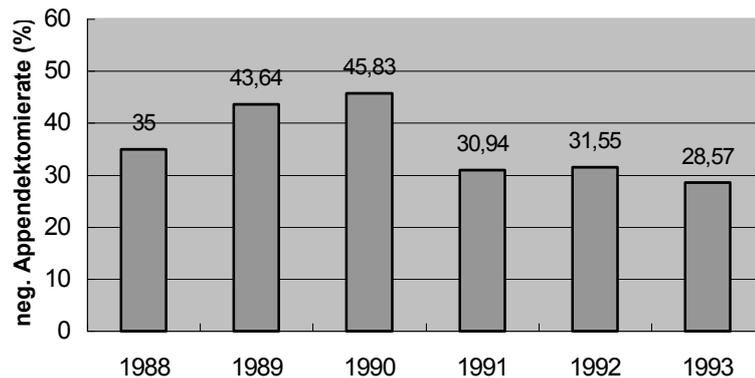


Diagramm 9 – Durchschnittliche negative Appendektomie 1988-1993

Für den Zeitraum vor Anwendung der Sonographie in der Diagnostik der akuten Appendizitis von 1988-1990 (Kontrollgruppe A) liegt die negative Appendektomie bei durchschnittlich 41,53%. Im Zeitraum von 1991-1993 (Gruppe B) dagegen beträgt sie 30,98%. Eine statistische Überprüfung mittels t-Test hat gezeigt, daß dieser Unterschied signifikant ist ( $p < 0,05$ ).

Für die Patienten der Gruppe C wurde eine negative Appendektomie von nur 21,3% ermittelt. Dieses Ergebnis ist statistisch signifikant niedriger als die Werte der Gruppen A und B ( $p < 0,05$ ).

Ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,0001$ ) war festzustellen, wenn man die negative Appendektomie des Gesamtkollektivs in Abhängigkeit vom Geschlecht ermittelte. So ergab sich für Frauen eine durchschnittliche negative Appendektomie von 40,82%, für Männer dagegen von 29,93%.

Die tendenzielle Abnahme der negativen Appendektomie von 1988 bis 1993 war am deutlichsten in der Gruppe der weiblichen Patienten, für die im Zeitraum von 1988-1990 (Gruppe A) eine negative Appendektomie von 48,4% und im

Zeitraum von 1991-1993 (Gruppe B) nur noch von 34,74% zu verzeichnen war. Für die Gruppe C wurde eine negative Appendektomie rate von 25% ermittelt.

Bei den Männern sank die negative Appendektomie rate ebenfalls deutlich von 34,12% für 1988-1990 (Gruppe A) auf 26,21% für 1991-1993 (Gruppe B). Für die Gruppe C wurde eine noch geringere negative Appendektomie rate von 17,39% ermittelt.

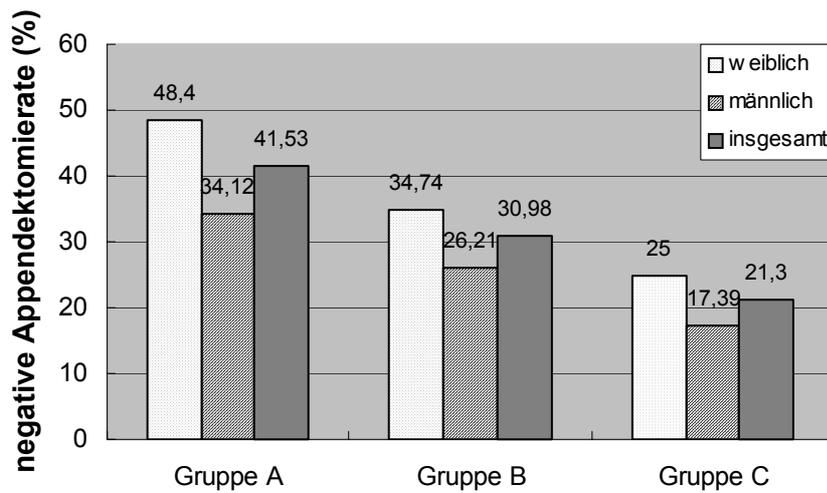


Diagramm 10 – Senkung der negativen Appendektomie raten

Die Werte für die einzelnen Jahrgänge und Gruppen sind den folgenden Diagrammen zu entnehmen.

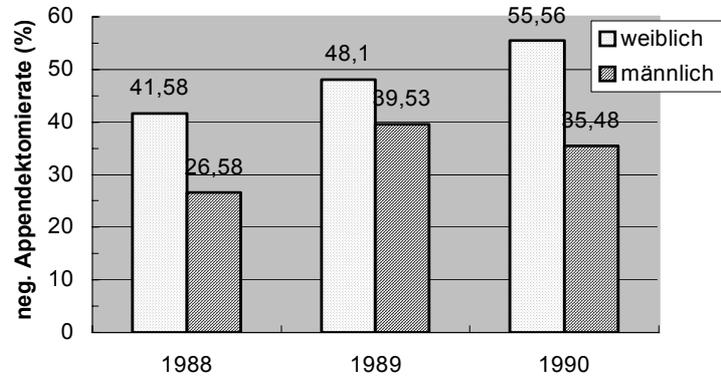


Diagramm 11 - Die negativen Appendektomieraten von 1988-1990 (Gruppe A)

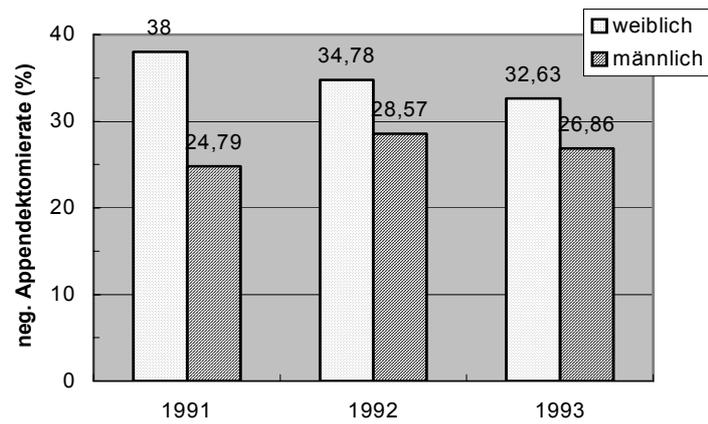


Diagramm 12 - Die negativen Appendektomieraten von 1991-1993 (Gruppe B)

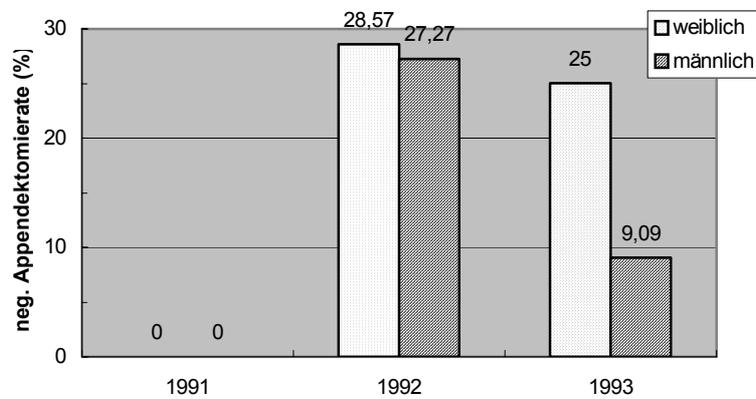


Diagramm 13 - Die negativen Appendektomieraten von 1991-1993 (Gruppe C)

### 5.1.5. Perforationsrate

Neben der negativen Appendektomie rate ist die Perforationsrate für die Qualitätskontrolle der Diagnostik bei V.a. akute Appendizitis von besonderem Interesse. Im gesamten Untersuchungszeitraum ist die durchschnittliche Perforationsrate kontinuierlich von 13,3% im Jahre 1988 um etwa die Hälfte, nämlich auf 6,35% für 1993, gesunken. Auch dieser Unterschied ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ).

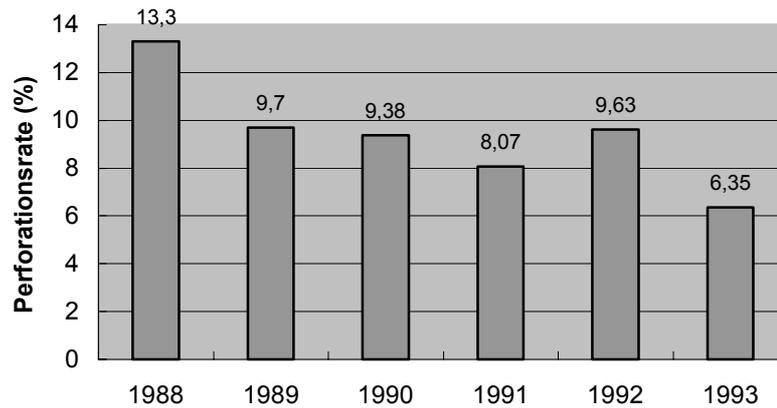


Diagramm 14 - Perforationsrate (%) von 1988-1993

Die Perforationsraten für die einzelnen Untersuchungsgruppen A, B und C sind, getrennt nach Geschlecht, in Diagramm 15 aufgeführt.

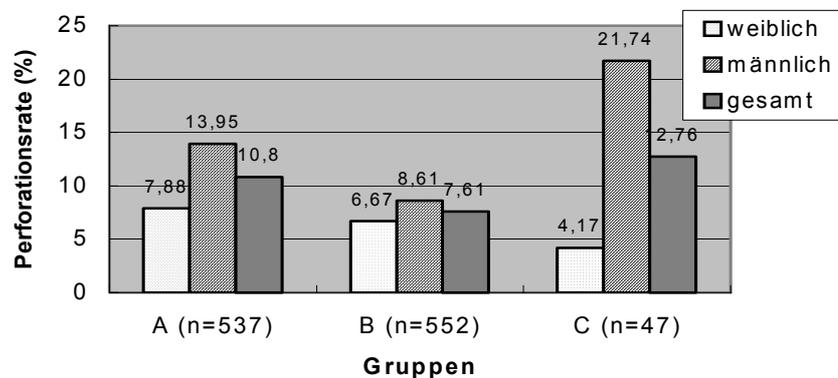


Diagramm 15 - Perforationsraten für die Gruppen A, B und C, getrennt nach Geschlecht

Hierbei fällt auf, daß die Perforationsrate der Gruppe C aufgrund der überproportional hohen Perforationsrate der männlichen Patienten (5/23) noch über der Gesamtporationsrate der Kontrollgruppe A liegt. Bei einem Vergleich der Gruppen A und B mit der Gruppe C ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Untersuchungskollektive sehr unterschiedliche Größen aufweisen.

In Diagramm 16 ist die Geschlechts- und Altersverteilung für alle perforierten Appendizitiden von 1988-1993 dargestellt. Es zeigt sich, daß die meisten Perforationen in der Altersgruppe bis 20 Jahre auftraten, daß sich hierbei aber das Geschlechtsverhältnis umkehrte. Überwiegen in der Gruppe bis 10 Jahre die Mädchen noch leicht mit 14:11, so kehrt sich das Verhältnis in der Gruppe der 11-20jährigen zugunsten der Jungen mit 14:5 deutlich um. Ab einem Alter von 21 Jahren treten perforierte Appendizitiden überwiegend bei männlichen Patienten auf.

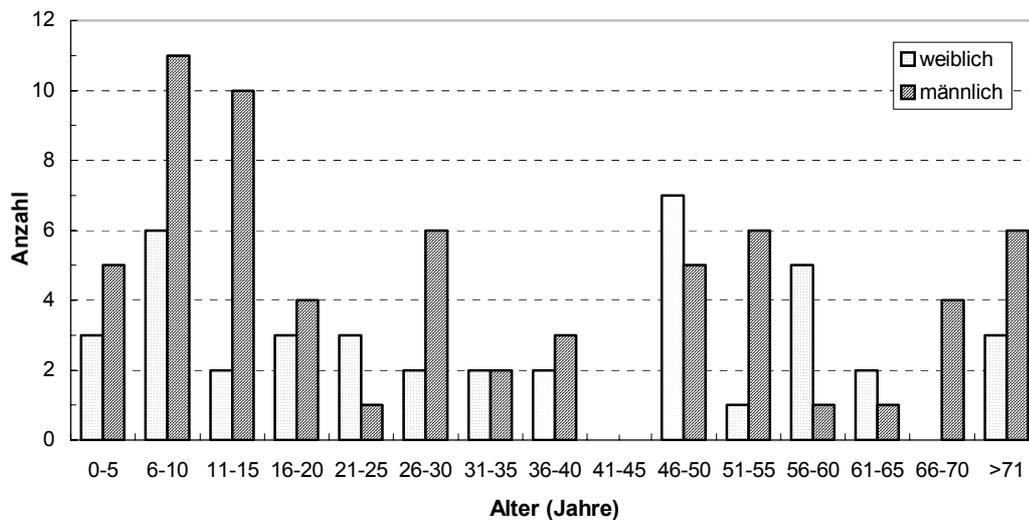


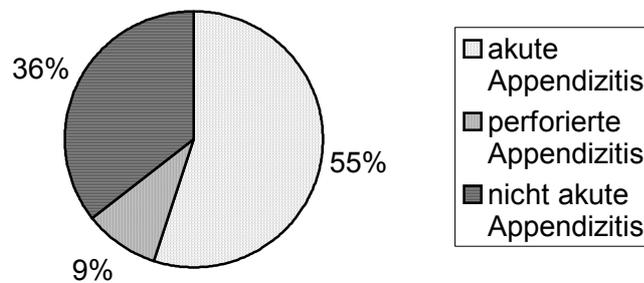
Diagramm 16 - Alters- und Geschlechtsverteilung bei perf. Appendizitis (n=106)

### 5.1.6. Zusammenfassung der histologischen Untersuchungsbefunde

Die Art, Anzahl und Geschlechtsverteilung der histologischen Diagnosen für das Gesamtkollektiv (Gruppe A-C) sind in Tabelle 12 zusammenfassend dargestellt.

*Tabelle 12 - Art und Geschlechtsverteilung der histologischen Diagnosen*

Histologische Diagnosen	männlich	weiblich	insgesamt
akute perforierte Appendizitis	64	42	<b>106</b>
akute (nicht perforierte) Appendizitis	219	191	<b>410</b>
akutes Rezidiv	97	114	<b>211</b>
Appendix-Carcinoid	0	1	<b>1</b>
Appendizitis Crohn	1	1	<b>2</b>
chronische Appendizitis	79	95	<b>174</b>
chron. rezidivierende Appendizitis	42	61	<b>103</b>
chron. vernarbende/fibrosierende App.	21	42	<b>63</b>
chron. App. und Periappendizitis	10	13	<b>23</b>
neurogene Appendicopathie	0	1	<b>1</b>
blande/vernarbte Appendix	10	22	<b>32</b>
Sonstiges	5	5	<b>10</b>
<b>Summe</b>	<b>548</b>	<b>588</b>	<b>1136</b>



*Diagramm 17 - Prozentuale Verteilung der Hauptdiagnosen*

Ein Teil der histologischen Befunde ließ sich nicht eindeutig den in Tabelle 12 aufgeführten Klassifikationen zuordnen bzw. wies einen seltenen Nebenbefund auf und wurde deshalb unter der Rubrik „sonstiges“ aufgeführt. Diese 10 Befunde sind im Einzelnen in Tabelle 13 erfaßt.

*Tabelle 13 - Seltene histologische Diagnosen*

histologische Diagnose	männlich=m weiblich=w	Alter in Jahren
Appendix-Invagination + chron. Appendizitis	1xw	8,2
Adenocarcinom und Mucocele bei akut-eitriger Appendizitis	1xw	45,0
Adenocarcinom auf dem Boden eines Becherzellcarcinoids mit narbig obliterierter Appendix	1xw	87,6
Mucocele und chron. vernarbende Appendizitis	1xm	72,9
Periappendizitis	1xm	35,2
2x Perityphlitis und chron. Appendizitis	2xw	19,5 und 28,6
epitheloidzellige-granulomatöse App. und Perityphlitis	1xm	19,5
mucinöses Zystadenom der Appendix	1xm	44,9
Perityphlitis	1xm	32,7

Des Weiteren fanden sich an der entfernten Appendix in 23 Fällen interessante histologische Nebenbefunde, nämlich 12 neurogene Appendicopathien (das entspricht 1,06%, bezogen auf die Gesamtzahl der Appendektomien), 7 Carcinome der Appendix (0,62%) und viermal eine Appendicitis Crohn. In 24 Fällen (2,11%) war die bei der Appendektomie durchgeführte Suche nach einem Meckelschen Divertikel erfolgreich (Tab. 14).

*Tabelle 14 - Nebenbefunde bei Appendektomie*

Nebenbefunde bei Appendektomie	Anzahl	weiblich	männlich
Appendix-Carcinoid	7	5	2
neurogene Appendicopathie	12	6	6
Meckel-Divertikel	24	9	15
Appendizitis Crohn	4	1	3

## 5.2. Sonographie

### 5.2.1. Patientenkollektiv (Gruppe C)

Seit dem 01.01.1991 wurde in Ergänzung zu klinischer Untersuchung und Laboruntersuchungen bei Verdacht auf Appendicitis acuta die Sonographie des rechten Unterbauches angewendet. So wurden in der Zeit vom 01.01.1991 bis zum 31.12.1993 131 Patienten (w=77, m=54) aus der chirurgischen, kinderchirurgischen oder pädiatrischen Klinik, aus der Frauenklinik und aus der Klinik für Innere Medizin sowie aus der chirurgischen Ambulanz zur Untersuchung in der chirurgischen Sonographie vorgestellt. 5 dieser Patienten wurden mehrfach, z.T. auch von unterschiedlichen Sonographen untersucht. Insgesamt wurden 136 sonographische Untersuchungen des rechten Unterbauches unter der Verdachtsdiagnose „akute Appendizitis“ durchgeführt.

### 5.2.2. Analyse der sonographischen Diagnosen

Die Ergebnisse der sonographischen Untersuchungen hinsichtlich der Diagnose „akute Appendizitis“ sind in Tabelle 15 zusammengefaßt.

*Tabelle 15 - Art, Anzahl und Geschlechtsverteilung der sonographischen Diagnosen*

Sonographiebefund	weiblich	männlich	insgesamt
(V. a.) akute Appendizitis	15	28	43
Perforation, perityphlitischer Abszeß	1	1	2
app. Reizung	11	7	18
Normalbefund der Appendix	51	21	72
Ileus	1	0	1

Dabei war die Appendix in 72 Fällen (53%) darstellbar, in 18 Fällen fraglich darstellbar und in 46 Fällen nicht darstellbar. Der Durchmesser der Appendix wurde in 69 Fällen gemessen und lag zwischen 4 und 40 mm, im Mittel bei 9 mm.

### 5.2.3. Auswertung der histologischen Befunde der Operierten im Untersuchungs-kollektiv

Von den 131 Patienten (Gruppe C), die bei klinischem Verdacht auf Appendicitis acuta in der chirurgischen Sonographie zur Evaluation vorgestellt wurden, mußten sich 47 (w=24, m=23) einer Appendektomie unterziehen. Das Durchschnittsalter betrug 31,6 Jahre (6,6 - 72,4 Jahre).

4 weitere Patienten wurden aufgrund anderer Erkrankungen operiert, und zwar jeweils einmal bei Ovarialneoplasma, bei einem Bridenileus mit Dünndarminfarzierung, aufgrund eines Ösophaguskarzinoms und bei einer Sigmadivertikulitis.

Im gleichen Zeitraum wurden 552 Patienten ohne vorherige Sonographie appendektomiert (Gruppe B), d.h. 7,8% der Patienten, die sich in der Zeit vom 1.1.1991-31.12.1993 einer Appendektomie unterziehen mußten, wurden präoperativ auch sonographiert.

Bei 37 Patienten (w=18, m=19) wurde eine akute Appendizitis operativ und in der histologischen Untersuchung nachgewiesen. Das entspricht einer Prävalenz von 28,24% (37/131) im untersuchten Patientengut.

Das Durchschnittsalter der Patienten mit akuter Appendizitis betrug 32,3 Jahre und lag zwischen 6,6 und 72,4 Jahren. Der Altersgipfel lag für Frauen bei 21-25 Jahren und für Männer bei 26-30 Jahren.

Bei 6 Frauen und 4 Männern fand sich bei der histologischen Untersuchung des Operationspräparates eine chronische, chronisch-rezidivierende oder chronisch-vernarbende Appendizitis bzw. eine blande Appendix.

Das Durchschnittsalter der Patienten mit nicht-akuter Appendizitis betrug 29,4 Jahre und lag zwischen 15 und 35,8 Jahren. Hierbei war das Durchschnittsalter der Frauen mit 27,3 Jahren deutlich geringer als das der Männer mit 31,5 Jahren.

Die negative Appendektomie­rate beträgt im Teilkollektiv der sonographierten Patienten 21,28% (10/47) und liegt deutlich unter der durchschnittlichen negativen Appendektomie­rate von 30,98 % für den Untersuchungszeitraum 1991-1993 (Gruppe B). Für Frauen wird eine negative Appendektomie­rate von 25% (6/24) ermittelt, wobei alle negativen Appendektomien in der Altersgruppe der 11-35jährigen (6/16) erfolgten. Bei Männern beträgt die negative Appendektomie­rate insgesamt 17,4% (4/23).

Die Perforationsrate für Gruppe C beträgt 12,76% (6/47) und ist damit höher als in der Gruppe B, für die 7,61% (42/552) ermittelt wurden. Die Perforationsrate in der Gruppe der Frauen liegt bei 4,17% (1/24), während sie bei den männlichen Patienten 21,74% (5/23) beträgt. Das Durchschnittsalter der Patienten mit perforierter Appendizitis beträgt 38,4 Jahre (26,1-53,3 Jahre).

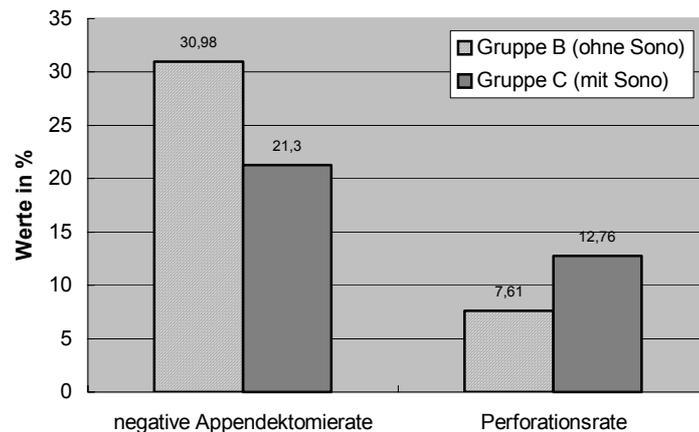


Diagramm 18- neg. Appendektomie­rate und Perforationsrate ohne (Gruppe B) und mit (Gruppe C) präoperativer Sonographie

#### 5.2.4. Vergleich von sonographischer Diagnose mit den histologischen Befunden bzw. dem klinischen Verlauf

In Tabelle 16 werden die Ergebnisse des Vergleichs der histologischen Diagnosen mit den sonographisch erhobenen Diagnosen dargestellt.

*Tabelle 16 - Vergleich von sonographischen und histologischen Diagnosen*

histologische Diagnosen	n	RP	RN	FP	FN
akute, perforierte Appendizitis	5	5			
perityphlitischer Abszeß	1	1			
akute, nicht perf. Appendizitis	19	12			7
akutes Rezidiv	11	7			5
akute, katarrhalische Appendizitis	1				1
chronische Appendizitis	1		1		
chron. rezidivierende Appendizitis	6		4	2	
chron. vernarbend/fibrosierende App.	1			1	
chron. App. und Periappendizitis	1			1	
normale Appendix und chron. Periapp.	1			1	
keine Appendizitis/ keine Operation	80		70	14	
keine Appendizitis/ Operation	4		3	1	
Summe	131	25	78	20	13

*n= Anzahl;*

*RP= richtig-positiv; RN= richtig-negativ; FP= falsch-positiv; FN= falsch-negativ*

Von den insgesamt 25 **richtig-positiven** Ultraschalldiagnosen wurden 15 bei männlichen und 10 bei weiblichen Patienten gestellt. Dabei war die Appendix in 20 Fällen sonographisch darstellbar, in 4 Fällen nicht sicher darstellbar und einmal nicht darstellbar. In den letztgenannten 5 Fällen wurde die Diagnose aufgrund von indirekten Anzeichen für eine Appendizitis wie lokale Flüssigkeitsansammlung am Coecalpol oder retrocoecal im Sinne eines Abszesses oder einer Perforation, periappendizitische Flüssigkeit, eine echoreiche Struktur (abdeckende Netzkappe, entzündliche Mitbeteiligung der Mesoappendix oder des benachbarten Mesenteriums) oder Darstellbarkeit von vergrößerten Lymphknoten im rechten Unterbauch gestellt. Der Appendixdurchmesser betrug zwischen 4 und 40 mm (Mittelwert=12,3 mm, Median=10,5 mm).

Bei 14 Männern und 6 Frauen wurde eine **falsch-positive** Diagnose gestellt, d.h. es wurde sonographisch in 20 Fällen eine akute Appendizitis fehldiagnostiziert. 3 dieser Patienten (2 Frauen und ein Mann) wurden zweimal sonographiert, wobei die zweite Sonographie keinen Anhalt für das Vorliegen einer akuten Appendizitis ergab.

Bei 15 Patienten (10 Männer und 5 Frauen, darunter auch obige 3 Patienten) zwang der klinische Verlauf nicht zur Laparotomie. 11 dieser Patienten wurden einer stationär-konservativen Therapie zugeführt und 4 Patienten wurden nach Abschluß der Untersuchungen entlassen.

4 Männer und eine Frau wurden jedoch appendektomiert. Die histologische Untersuchung des OP-Präparats ergab 2mal eine chronisch-rezidivierende Appendizitis, eine chronisch-vernarbende Appendizitis, eine chronische Appendizitis mit Periappendizitis und eine normale Appendix mit einer chronisch-granulierenden Periappendizitis.

Von den 20 falsch-positiven Diagnosen war die Appendix in 19 Fällen darstellbar und einmal nicht sicher darstellbar. Der Appendixdurchmesser lag zwischen 9 und 16 mm (Mittelwert=11,47 mm, Median=11 mm).

Eine **falsch-negative** Diagnose wurde in 13 Fällen gestellt (8 Frauen, 5 Männer). Ein Patient wurde zweimal sonographiert, wobei die zweite Sonographie für das Vorliegen einer akuten Appendizitis sprach. Intraoperativ wurde diese Diagnose durch das Vorliegen eines akut-eitrigen Rezidivs mit Periappendizitis bestätigt.

Bei den übrigen 12 Patienten wurde aufgrund des klinischen Verlaufs eine Appendektomie durchgeführt. Die histologische Untersuchung ergab in 6 Fällen eine akute, phlegmonös-eitrige Appendizitis, in weiteren 5 Fällen ein akut-eitriges Rezidiv und eine akut-katarrhalische Appendizitis. Hierbei war die Appendix 8mal nicht darstellbar, 3mal nicht sicher darstellbar (einmal fraglicher Durchmesser von 20 mm) und nur 2mal darstellbar (8 und 5-10 mm Durchmesser). Auffällig ist hierbei, daß 7 der 8 Untersuchungen, bei denen die Appendix nicht darstellbar war, von 4 verschiedenen, weniger erfahrenen Untersuchern durchgeführt wurden, während die übrigen 6 Fehldiagnosen von ein und demselben Untersucher gestellt wurden. Hierbei war die Appendix einmal nicht darstellbar, in 3 Fällen nicht sicher

darstellbar und zweimal darstellbar. Die letzteren 5 Fälle finden sich als Kasuistiken im Anhang (S. 77).

Von den insgesamt 78 **richtig-negativen** Diagnosen wurden 21 bei männlichen Patienten und 57 bei weiblichen Patienten gestellt, wobei eine Patientin zweimal untersucht wurde und beide Male eine richtig-negative Diagnose gestellt werden konnte. Bei einem Mann und zwei weiteren Frauen wurde dagegen in einer zweiten Ultraschalluntersuchung eine falsch-positive Diagnose gestellt (s. oben). 38 dieser Patienten wurden einer stationär-konservativen Therapie zugeführt und 32 Patienten (darunter 27 Frauen) konnten nach Abschluß der Untersuchungen wieder entlassen werden.

5 Patientinnen wurden trotz eines negativen Sonographiebefundes appendektomiert. Die histologische Untersuchung der Appendixpräparate ergab eine chronische und viermal eine chronisch-rezidivierende Appendizitis.

Insgesamt war die Appendix in der Gruppe der richtig-negativen Ergebnisse 33mal darstellbar, 37mal nicht darstellbar und 8mal nicht sicher darstellbar. In 31 Fällen (39,7%) wurde der Appendixdurchmesser ermittelt. Der Durchschnittswert lag bei 7,34 mm (Min. 4 mm, Max. 11,6 mm), der Median betrug 7 mm.

In Tabelle 17 werden die Ergebnisse der Sonographie hinsichtlich der Darstellbarkeit der Appendix zusammenfassend dargestellt.

*Tabelle 17 - Sonographie bei Verdacht auf akute Appendizitis*

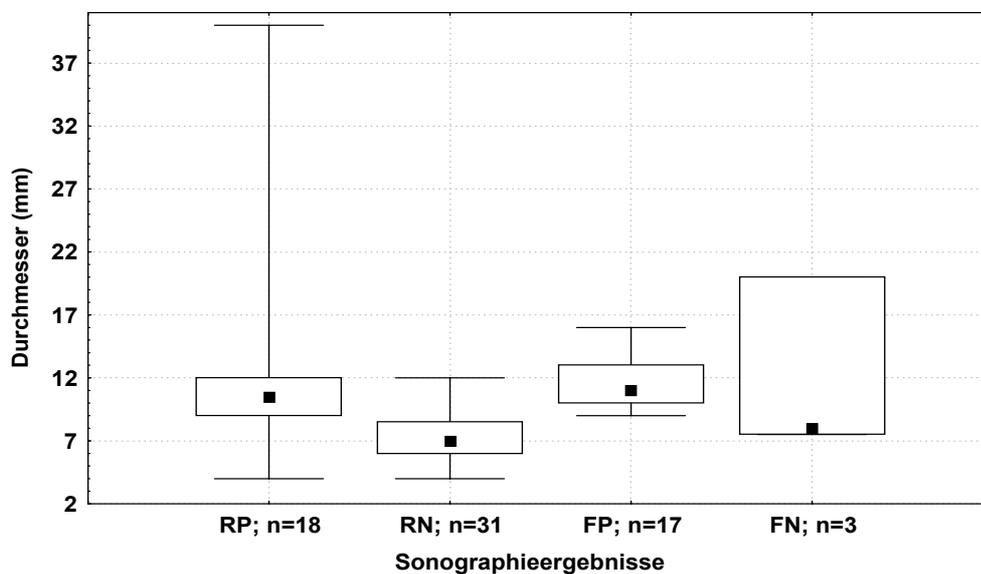
		<i>sonographische Darstellbarkeit der Appendix (n=136)</i>		
<i>Histologie</i>		<i>eindeutig</i>	<i>fraglich</i>	<i>nein</i>
<i>Appendektomie (n=47)</i>	<i>akute App.</i>	16	7	9
	<i>perf. App.</i>	5	0	0
	<i>perityphl. Abszeß</i>	0	1	0
	<i>nicht akute App.</i>	6	2	2
<i>Klin. Verlauf (n=84)</i>	<i>keine OP</i>	44	8	36
<i>Gesamtsumme</i>		71	18	47

Diese Aufstellung zeigt, daß in 71 von 136 Ultraschalluntersuchungen die Appendix eindeutig darstellbar war (52,2%), in 18 Untersuchungen nicht sicher abzugrenzen war und in 47 Sonographien die Darstellung der Appendix nicht gelang. Im Gegensatz dazu wurde bei nur 37 von 131 Patienten eine akute Appendizitis operativ

und in der histologischen Untersuchung bestätigt (28,2%). Diese Beobachtung legt die Vermutung nahe, daß die Darstellbarkeit der Appendix allein kein hinreichendes Kriterium für die sonographische Diagnose einer akuten Appendizitis sein kann.

#### 5.2.5. Sonographisch ermittelter Appendixdurchmesser und Diagnosegenauigkeit

In Diagramm 19 werden die sonographisch ermittelten Appendixdurchmesser mit Minimal-, Maximal- und Medianwerten für die einzelnen Gruppen zusammengestellt.



(Box-Whisker-Diagramm: Mittelwerte als Quadrat, 95%-Vertrauensbereich der Mittelwerte als Box, 95%-Streubereich der Einzelwerte als Whisker)

*Diagramm 19 - Beziehungen zwischen sonographisch ermitteltem Appendixdurchmesser und sonographischer Diagnose*

Die Medianwerte für die Gruppen Richtig-Positiv und Falsch-Positiv lagen bei 10,5 bzw. 11 mm, während die Medianwerte für die Gruppen Richtig-Negativ und Falsch-Negativ etwas darunter, nämlich bei 7 bzw. 8 mm lagen.

Eine statistische Untersuchung mittels U-Test ergab einen signifikanten Unterschied für den Vergleich der Gruppen Richtig-Negativ mit Falsch-Positiv sowie Richtig-Positiv mit Richtig-Negativ ( $p < 0,0001$ ). Der Vergleich der übrigen Gruppen untereinander ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede.

### 5.2.6. Sensitivität, Spezifität und Gesamtgenauigkeit der sonographischen Diagnostik

Untersucht man die Geschlechts- und Altersverteilung der Sonographieergebnisse getrennt nach den Gruppen 1=Richtig-Positiv, 2=Richtig-Negativ, 3=Falsch-Positiv und 4=Falsch-Negativ, so findet man die meisten richtig-positiven Ergebnisse ( $11/25=44\%$ ) in der Gruppe der 11-30jährigen männlichen Patienten, wohingegen die Mehrzahl der richtig-negativen Ergebnisse ( $44/78=56,4\%$ ) in der Gruppe der 11-40jährigen weiblichen Patienten zu verzeichnen ist.

In der Gruppe 3 (falsch-positive Ergebnisse) rekrutiert sich der überwiegende Anteil ebenfalls aus dem Teilkollektiv der 11-30jährigen männlichen Patienten ( $8/20=40\%$ ). Dagegen findet man in Gruppe 4 (falsch-negative Sonographieergebnisse) ein weitgehend ausgeglichenes Geschlechtsverhältnis. Den größten Anteil hat hier die Altersgruppe der 21-30jährigen Patienten ( $8/13=61,5\%$ ).

Errechnet man aus diesen Daten Sensitivität, Spezifität und Gesamtgenauigkeit für die einzelnen Altersgruppen, so zeigen sich erhebliche Schwankungen. Die höchste Sensitivität wird in der Altersgruppe ab 51 Jahren mit 100% erreicht, während die Maximalwerte für Spezifität (100%) und Gesamtgenauigkeit (88,89%) in der Gruppe der 41-50jährigen errechnet werden. Die niedrigsten Werte dieser Eckdaten finden sich in der Altersgruppe bis 10 Jahre mit jeweils nur 50% (s. Diagramm 20).

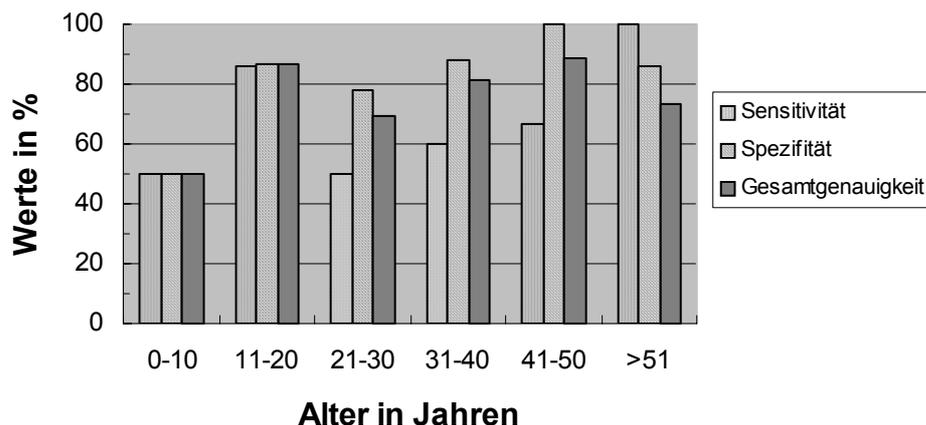


Diagramm 20 – Sensitivität, Spezifität und Gesamtgenauigkeit der Sonographie bei Verdacht auf Appendizitis in Abhängigkeit vom Patientenalter

Diese Aufstellung zeigt die Qualitätsunterschiede der sonographischen Untersuchung in verschiedenen Altersgruppen ist. So ist die Sensitivität der Sonographie hinsichtlich der Diagnose akute Appendizitis am höchsten in der Gruppe der über 51jährigen, in der alle Fälle einer akuten Appendizitis richtig diagnostiziert wurden. Beim Ausschluß der Diagnose kam es allerdings auch hier zu Fehldiagnosen (falsch-positiv), so daß für die Spezifität ein Wert um 86% resultiert. In der Gruppe der 41-50jährigen werden bessere Werte für Spezifität und Gesamtgenauigkeit erreicht, dafür nimmt wiederum die Sensitivität in dieser Gruppe deutlich ab. Am ausgeglichensten sind die Ergebnisse in der Gruppe der 11-20jährigen Patienten.

### 5.2.7. Sonographisch erfaßte Differentialdiagnosen und Nebenbefunde

Die Ultraschalluntersuchung erwies sich als hilfreich für das weitere diagnostische Vorgehen bei einer Reihe von differentialdiagnostisch in Betracht kommender Erkrankungen.

Nachweisbar waren in 5 Fällen gynäkologische Krankheitsbilder, bei 2 Patienten konnten retroperitoneale bzw. urologische Erkrankungen festgestellt werden und bei 5 Patienten fanden sich Oberbaucherkrankungen. Bei 9 weiteren Patienten konnte sonographisch ein ausgeprägter Meteorismus bzw. eine Koprostase festgestellt werden.

Die Art und Anzahl der einzelnen sonographisch erhobenen Befunde mit klinischer Relevanz bei V.a. Appendicitis acuta sind Tabelle 18 zu entnehmen.

*Tabelle 18 - Sonographisch ermittelte Differentialdiagnosen*

klinisch relevante sonographische Befunde	Anzahl	weiblich	männlich
Gastroenteritis	<b>8mal</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
Koprostase	<b>3mal</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Meteorismus	<b>6mal</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
Ovarialcyste	<b>2mal</b>	<b>2</b>	<b>entfällt</b>
Adnexitis	<b>2mal</b>	<b>2</b>	<b>entfällt</b>
Hydrosalpinx, Uterusmyom	<b>1mal</b>	<b>1</b>	<b>entfällt</b>
Urolithiasis	<b>1mal</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Nierencyste	<b>1mal</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Ileus	<b>1mal</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Raumforderung in der Leber	<b>2mal</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Cholecystolithiasis	<b>2mal</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

8 Patienten litten an einer Gastroenteritis, deren Genese im einzelnen nicht systematisch nachgegangen wurde.

Insgesamt wurden 18 der 29 Differentialdiagnosen bzw. Nebenbefunde bei weiblichen Patienten gestellt.

### 5.3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Von den zwischen 1991 und 1993 appendektomierten Patienten wurden 7,8% (47/599) präoperativ unter der Verdachtsdiagnose „akute Appendizitis“ sonographiert.

Die negative Appendektomierate ist im gesamten Untersuchungszeitraum von 41,53% für Gruppe A (1988-1990) bis auf 21,3% für Gruppe C (1991-1993) kontinuierlich gesunken.

Die negative Appendektomierate der Gruppe C mit präoperativer Sonographie ist signifikant niedriger ( $p < 0,5$ ) als die der Gruppen A und B.

Die negative Appendektomierate der weiblichen Patienten ist grundsätzlich höher als die der männlichen Patienten (w= 40,82%, m= 29,93%), jedoch zeigt sich auch hier ein signifikanter Rückgang im Vergleich der Gruppen A bis C.

Die Zahl der perforierten Appendizitiden ist zwischen 1988 und 1993 kontinuierlich zurückgegangen. So beträgt die Perforationsrate für 1988 13,3% und für 1993 nur noch 6,35%. Im Gegensatz dazu liegt die Perforationsrate der Gruppe C (12,76%) über der Perforationsrate der Gruppe A (10,8%), wobei allerdings die unterschiedliche Größe der Untersuchungskollektive zu berücksichtigen ist.

Zusammenfassend ergibt sich im Gesamtkollektiv aller vorgestellten Patienten (Gruppe C, n=131) bezüglich der Diagnose „Appendicitis acuta“ folgendes Ergebnis:

Tabelle 19 - Sonographieergebnisse

<i>Ergebnisse</i>	<i>Werte</i>
<i>richtig-positiv</i>	25
<i>richtig-negativ</i>	78
<i>falsch-positiv</i>	20
<i>falsch-negativ</i>	13
<i>Sensitivität</i>	65,8%
<i>Spezifität</i>	79,6%
<i>Gesamtgenauigkeit</i>	75,7%
<i>Pos. Vorhersagewert</i>	55,6%
<i>Neg. Vorhersagewert</i>	85,7%

Das 95%-Konfidenzintervall für die Sensitivität der Ultraschalluntersuchung wurde mit 56,85% und 73,72% ermittelt und für die Spezifität betrug das 95%-Konfidenzintervall 71,45% und 85,96%.

Die Appendix war in 52,2% der sonographischen Untersuchungen (n=136) eindeutig darstellbar. Eine akute Appendizitis wurde allerdings nur bei 28,2% der Patienten operativ und histologisch verifiziert (Prävalenz). Damit wurden 25 von 37 histologisch bestätigten akuten Appendizitiden durch die präoperative Sonographie richtig diagnostiziert (67,6%).

Der sonographisch ermittelte Appendixdurchmesser ist für die Gruppen der richtig-positiven und der falsch-positiven Sonographieergebnisse signifikant höher als in der Gruppe der richtig-negativen Diagnosen.

Außerdem konnte bei 29 Patienten (22,1%) mit Hilfe der Sonographie eine Differentialdiagnose bzw. ein pathologischer Nebenbefund erhoben werden, wobei 18 dieser Patienten weiblichen Geschlechts waren.

## **6. Diskussion**

### **6.1. Datenlage**

Der Anteil der vor Appendektomie sonographierten Patienten liegt im Untersuchungszeitraum bei 7,8% (47 von 599). Appendizitisverdachtsfälle, die weder operiert noch sonographiert wurden, können in dieser retrospektiven Studie nicht berücksichtigt werden, da sie nicht systematisch erfaßt wurden.

Die Anzahl der in 3 Jahren bei Verdacht auf Appendizitis sonographierten Patienten ist mit 131 eher gering.

Als Ursache für die relativ geringe Anzahl an sonographierten Appendizitispatienten kommt der Mangel an in der Appendizitisonographie geschulten Chirurgen in Betracht. So wurden 70,6 % der Ultraschalluntersuchungen von einem Untersucher durchgeführt, während sich die übrigen 29,4 % auf 7 weitere Untersucher verteilen, bei denen die Anzahl der Appendixsonographien zwischen 1 und maximal 18 schwankte.

Da die überwiegende Mehrheit der Patienten im Untersuchungszeitraum 1991-1993 (n=552) ohne vorherige sonographische Untersuchung appendektomiert wurde, ist davon auszugehen, daß in erster Linie klinisch unsichere Fälle der Appendixsonographie zugeführt wurden. Dies führt zu einer systematischen Beeinflussung der Stichprobe, da in Gruppe B vermehrt die klinisch sicheren Fälle vertreten sind und in Gruppe C vermehrt klinisch unsichere Fälle auftauchen. Hierdurch kommt es tendenziell zu einer Abnahme der negativen Appendektomierate in der präoperativ nicht sonographierten Gruppe B und gleichzeitig zu einer Verschlechterung der Trefferquote der Sonographieergebnisse in Gruppe C, weil hier ein vermehrtes Vorkommen von Fällen mit atypischer Appendixlage oder ungünstigen klinischen Untersuchungsbedingungen angenommen werden kann. Das bedeutet, daß die Trefferquote der Operation in Gruppe C entgegengesetzt zum tatsächlich festgestellten Ergebnis beeinflußt und damit die Validität der erhaltenen Daten gestärkt wird.

## **6.2. Trefferquote der Sonographie bei Appendizitisverdacht**

Für die klinische Untersuchung allein wurde in den letzten Jahren eine Treffsicherheit von maximal 70-85% ermittelt [5;83;138;149;154]. Die der Appendektomie inhärente Morbidität mit kumulativen Früh- und Spätkomplikationsraten von insgesamt bis zu 15%, bei negativer Appendektomie immerhin von ca. 13% und bei perforierter Appendizitis von mehr als 50%, unterstreichen die Notwendigkeit einer verbesserten präoperativen Diagnostik [21;91;98;163].

Als nichtinvasive, schnelle, mobile und kostengünstige Untersuchungsmethode in der Hand des behandelnden Chirurgen hat diesbezüglich die Sonographie in der Diagnostik der akuten Appendizitis Jahren große Hoffnungen geweckt [19;28;72;115;121;150].

In unserer retrospektiven Untersuchung wurden die sonographischen Befunde mit den histopathologischen Untersuchungsergebnissen nach Appendektomie bzw. dem weiteren klinischen Verlauf verglichen und hieraus Spezifität, Sensitivität und Gesamtgenauigkeit der Sonographie ermittelt.

Bereits die ersten Jahre nach Einführung der Appendixsonographie in die chirurgische Diagnostik am UKE zeigen, daß die Ergebnisse eng mit den in der Literatur angegebenen Durchschnittswerten für die Sensitivität (63,2%-91%), Spezifität (86%-100%) und Gesamtgenauigkeit (87%-97%) korrelieren [45;113;127;138;150].

Bei den hier untersuchten Fällen beträgt die Sensitivität einer sonographisch gestellten Diagnose bei klinischem Verdacht auf akute Appendizitis 66% (25/38), die Spezifität 80% (78/98) und die Gesamtgenauigkeit 76% (103/136) und liegt damit zwar etwas unter den genannten Durchschnittswerten, die allerdings zumeist in großen prospektiven Studien und von „Sonographie-Experten“ erhoben wurden [98;110;112;113;115;138]. Dagegen finden sich in der Literatur nur wenige vergleichbare Untersuchungen, die die Zuverlässigkeit der Sonographie in der Hand des behandelnden Chirurgen [7;24;83;163] unter den alltäglichen

Routinebedingungen näher beleuchten [121;150]. Diese Studien erreichten eine Sensitivität von 59%-87% und eine Spezifität von 93-97,5% [7;24;150;163].

In der Studie von Uebel [150] wurde für die prospektiv angelegten Untersuchungen eine Sensitivität von 75,3% und eine Spezifität von 96,2 % ermittelt, während in den retrospektiven Auswertungen eine Sensitivität von 59,9% und eine Spezifität von 95,6% erreicht wurde. Es fällt eine deutlich höhere Sensitivität der Sonographie in der prospektiven Untersuchung auf, während die Spezifität, also der Ausschluß einer akuten Appendizitis mittels Sonographie, in beiden Untersuchungen etwa gleich war. Allerdings wurden in der prospektiven Studie nur 81 operativ gesicherte akute Appendizitiden erfaßt, während in der retrospektiven Untersuchung 297 ausgewertet wurden. Die Autoren halten es aber für unwahrscheinlich, daß hieraus signifikante Unterschiede für die Sensitivität ableitbar seien.

Daß auch die Erfahrung in der Ultraschalldiagnostik von Bedeutung ist, wird von mehreren Autoren postuliert [7;137;150]. In der genannten Untersuchung von Uebel wurden deutliche Unterschiede in der Sensitivität zwischen weniger erfahrenen Untersuchern (45,1%) und erfahrenen Untersuchern (73,9%) ermittelt, während die Spezifität bei allen über 90% lag und keine signifikanten Unterschiede aufwies.

Die Wahrscheinlichkeit, daß bei einem positiven sonographischen Befund eine akute Appendizitis operativ und histologisch bestätigt werden kann, beträgt in dieser retrospektiven Studie 56% (positiver Vorhersagewert). Der negative Vorhersagewert beträgt 86%, d.h. bei sonographisch negativem Befund sank die Wahrscheinlichkeit, daß eine akute Appendizitis vorliegt, auf etwa 14%. Insgesamt wurde eine Gesamtgenauigkeit von 76% erreicht, die ebenfalls etwas unter den in der Literatur angegebenen Durchschnittswerten liegt [3;27;135;163].

### **6.3. Unnötige Appendektomien und Perforationsrate**

Die Qualität der Indikationspraxis zur Operation bei Verdacht auf akute Appendizitis in der Chirurgischen und Kinderchirurgischen Klinik des UKE im Zeitraum vom 1.1.1988 - 31.12.1993 wird anhand der negativen Appendektomie- und der Perforationsrate untersucht. Aufgrund der unvollständigen Erfassung der tatsächlich durchgeführten Appendektomien durch die chirurgische Dokumentation mußte für die Ermittlung der Gesamtzahl zusätzlich auf die Befunddokumentation des Pathologischen Instituts zurückgegriffen werden. Daher war es retrospektiv nicht möglich, primäre Appendektomien im Rahmen eines Notfalleingriffs von sogenannten Simul-tanappendektomien im Rahmen anderer abdominalchirurgischer Eingriffe zu separieren. Ein Vergleich mit anderen Studien, in denen der Prozentsatz für Appendektomien als Begleiteingriff sogar Werte bis zu 47% erreichte [5;149], ist somit nicht möglich. Die Simultanappendektomie hat Auswirkungen auf die negative Appendektomie- und Perforationsrate, weil hierbei von vornherein auch alle nicht akut-entzündlich veränderten Wurmfortsätze entfernt werden. Um die negativen Appendektomie- und Perforationsraten verschiedener Studien vergleichen zu können, sind neben einer eindeutigen Begriffsdefinition auch Angaben über den Prozentsatz von Simultanappendektomien erforderlich.

Bei einem Vergleich mit anderen Untersuchungen ist außerdem zu beachten, daß der Begriff der negativen Appendektomie- und Perforationsrate in der Literatur unterschiedlich definiert und angewendet wird [64;69;149].

In dieser Studie wurden alle Patienten mit histologisch gesicherter nicht-akuter Form der Appendizitis zu den negativ Appendektomierten gezählt. Zur nicht-akuten Appendizitis gehören neben allen blanden Appendizes auch alle subakuten und chronischen Appendizitisformen (s. Tabelle 1, S. 3) [64;65;69;70]. In der Literatur werden die histologischen Kriterien der chronischen Appendizitis kontrovers diskutiert und sogar die Diagnose als solche angezweifelt, insbesondere wenn sie allein aufgrund von Anamnese und Klinik gestellt wird [64;65;134;160]. Die umstrittene Wertigkeit dieser Diagnosen für die OP-Indikationsstellung und die unterschiedliche Interpretation histologischer Befunde wird mit der Unterteilung in nur 2 Gruppen (akute / nicht-akute Appendizitis, Tabelle 1, S. V) umgangen [52;55;69;103].

Studien, deren Angaben zur negativen Appendektomie-Rate nicht auf histologisch gesicherten Diagnosen beruhen, sondern z.B. auf makroskopischen Befunden des Operateurs, sind nicht vergleichbar, da der mikroskopische Befund etwa 10-19% falsch-negativ und 6-14,5% falsch-positiv intraoperative Beurteilungen aufdeckt [52;79;87;149]. Damit ist die histologische Befunddokumentation einer Appendizitis nach wie vor ein unverzichtbares Instrument für die kritische Überprüfung der Indikationsstellung zur Appendektomie [52].

Studien, in denen die histologischen Untersuchungsbefunde nicht eindeutig definiert wurden und z.B. nur die „normalen“ Appendizes für die Berechnung der negativen Appendektomie-Rate mit daraus resultierenden Werten beispielsweise um 8% herangezogen wurden, sind ebenfalls nicht vergleichbar [21]. So gibt es etwa ab dem 15. Lebensjahr praktisch keine Appendix, die nicht wenigstens Zeichen einer früher abgelaufenen Entzündung mit narbigen oder fibrinösen Residuen aufweist [51;65;81;103;160].

Von den insgesamt 1136 ausgewerteten Appendektomien wurde in 732 Fällen (64,4%) eine akute Entzündung des Wurmfortsatzes durch die histologische Untersuchung diagnostiziert.

Die retrospektiv ermittelten negativen Appendektomie-Raten für den Zeitraum 1988 - 1993 lagen zwischen 45,8% (1990) und 28,6% (1993) mit einem Durchschnittswert von 35,6% und liegt im Mittelfeld der vergleichbaren Studien, die die gleichen definierten histologischen Kriterien zugrunde gelegt haben und negative Appendektomie-Raten zwischen 31% und 40,3% ermittelt haben [8;69;129].

Die negative Appendektomie-Rate ist von 1988 bis 1993 tendenziell gesunken. Gibt es auch bis 1990 relativ große Schwankungen, so zeigt sich doch ein deutlicher Abwärtstrend ab 1991. Die negative Appendektomie-Rate beträgt im Teilkollektiv der sonographierten Patienten (Gruppe C) 21,3% und liegt deutlich unter der negativen Appendektomie-Rate von 30,98% der Gruppe B des gleichen Untersuchungszeitraums.

Ermittelt man die negative Appendektomie-Rate getrennt nach Geschlecht, beträgt diese für weibliche Patienten durchschnittlich 40,8% und liegt für Männer mit 29,9% signifikant niedriger ( $p < 0,05$ ).

Auch hier läßt sich eine signifikante Senkung ( $p < 0,05$ ) der negativen Appendektomie rate im Vergleich der Untersuchungsgruppen A-C von 48,4% (Gruppe A) auf 25% (C) bei den Frauen und von 34,1% (A) auf 17,4% (C) bei den männlichen Patienten nachweisen.

Noch deutlicher wird der Unterschied in der Altersgruppe von 11-30 Jahren. Hier beträgt die negative Appendektomie rate bei den Frauen des gesamten Untersuchungskollektives durchschnittlich 44%, während sie bei gleichaltrigen Männern nur bei 25,5% liegt.

In der Gruppe der Mädchen und jungen Frauen zwischen 11 und 30 Jahren wurden somit überproportional häufig negative Appendektomien durchgeführt, denn allein diese Altersgruppe macht 31,7% (128/404) der Gesamtzahl an nicht-akuten Appendizitisformen aus.

Auch andere Autoren fanden die höchste negative Appendektomie rate gerade bei jungen Frauen im reproduktiven Alter. Sie liegt etwa 2,5mal so hoch wie bei der männlichen Vergleichsgruppe [5;8;109;149] und wird mit 34% bis 45% angegeben [21;28;112;161].

Als wichtigster Grund dafür ist die aufgrund der engen Lagebeziehungen der Appendix zum inneren weiblichen Genitale erschwerte Differenzierung der Appendizitis von gynäkologischen Krankheitsbildern anzusehen, die auch mit den heute zur Verfügung stehenden diagnostischen Mitteln Probleme bereitet [63;67;149].

Die gesunkene negative Appendektomie rate wurde nicht, wie von vielen Autoren befürchtet [16;71;157], von einer erhöhten Perforationsrate begleitet, sondern es zeigt sich im Gegenteil auch hier ein Abwärtstrend. So beträgt die Perforationsrate 1988 durchschnittlich 13% (für Männer 20% und für Frauen 8%), 1993 dagegen nur noch 6% (für Männer 11% und für Frauen 3%). Wie auch in anderen Studien nachweisbar, ist eine restriktivere Indikationsstellung mit einer geringeren Zahl unnötiger Appendektomien nicht zwangsläufig mit einer erhöhten Perforationsrate verbunden [8;19;106]. Betrachtet man die Perforationsraten für die einzelnen Untersuchungsgruppen A-C, so findet sich auch hier eine signifikante Senkung der Perforationsrate von durchschnittlich 10,8% bei Gruppe A auf 7,61% (Gruppe B)

und generell eine bei Frauen niedrigere Perforationsrate. In Gruppe C aber kommt es zu einem überproportional hohen Anstieg der Perforationsrate bei den männlichen Patienten auf 21,7%, während die Perforationsrate bei den Frauen weiter abnimmt und nur noch 4,2% beträgt. Ob es sich hierbei wirklich um eine Zunahme handelt, läßt sich aufgrund der geringen Anzahl der Patienten in Gruppe C nicht feststellen. Möglicherweise bestanden gerade bei den perforierten Appendizitiden besondere Schwierigkeiten in der klinischen Diagnostik, so daß diese Patienten bevorzugt der sonographischen Untersuchung zugeführt wurden und somit überrepräsentiert sind. Insgesamt ist der Anteil der perforierten Appendizitiden bei den männlichen Patienten des gesamten Untersuchungskollektivs (n=64) mit durchschnittlich 11,7% etwa 1,6mal so hoch wie bei den weiblichen (n=42) mit 7,1%.

Diese Ergebnisse korrelieren mit den in neueren Studien mitgeteilten Perforationsraten, für die je nach Altersgruppe Werte zwischen 7% bis über 30% sowie grundsätzlich für Männer etwas höhere Raten als für Frauen angegeben werden [5;25;106;109;129]. Allerdings gibt es auch unterschiedliche Definitionen für die Perforationsrate. So wird entweder der Anteil der Perforationen bezogen auf die akuten Appendizitiden [8;94;106] oder wie in unserer Studie bezogen auf die Gesamtzahl der durchgeführten Appendektomien angegeben [16;69;93;95;107;129;149].

Hinsichtlich der Altersverteilung zeigt sich auch in unserer Studie ein etwas erhöhter Anteil von perforierten Appendizitiden in den extremen Altersgruppen. In der Gruppe der Kinder bis 10 Jahre beträgt die durchschnittliche Perforationsrate 15,5% (25/161), wobei das Geschlechtsverhältnis ausgeglichen ist. Betrachtet man diese Altersgruppe genauer, so findet man, daß in der Teilgruppe bis 5 Jahre die Perforationsrate mit 28,57% mehr als doppelt so hoch ist wie in der Gruppe der 6-10jährigen (12,78%) (s. Diagr.16, S.43). Auch von anderen Autoren wurde festgestellt, daß die Perforationsrate bei Kindern umgekehrt proportional zum Lebensalter ist, während sie bei Erwachsenen mit zunehmendem Alter ansteigt [5;57;94;109;149;151].

Bei Patienten über 50 Jahre findet sich eine erhöhte Perforationsrate von 16,2% gegenüber 9,3% im gesamten Untersuchungskollektiv, wobei sie bei Frauen dieser Altersgruppe 7,7% beträgt und bei Männern auf 25% ansteigt.

Mögliche Ursachen für die in den extremen Altersgruppen erhöhten Perforationsraten liegen in einer durch eingeschränkte Kooperation der Patienten und differentialdiagnostische Überlegungen häufig erschwerten Diagnostik, die daher zu einer verzögerten Behandlung erst bei fortgeschrittenem Krankheitsbild führen kann. Ältere Menschen suchen zudem häufig erst spät nach Einsetzen der Symptomatik ärztliche Hilfe [48;51;105;106;125]. In verschiedenen Studien wird die Vermutung geäußert, daß bei älteren Patienten nicht so sehr eine atypische klinische Präsentation mit verspäteter Diagnosestellung, sondern vielmehr ein rascheres und aggressiveres Fortschreiten des Entzündungsprozesses zu frühzeitiger Perforation und Abszeßbildung führt, woraus wiederum die erhöhte Morbidität und Mortalität der akuten Appendizitis in dieser Patientengruppe resultiert [51;125]. Als mögliche Gründe für die erhöhte Perforationsneigung bei älteren Menschen werden eine Atrophie des lymphatischen Gewebes der Appendix, eine verminderte Blutversorgung der Appendix aufgrund von Arterio-sklerose und Phlebosklerose, eine Rarefizierung der Mukosa, eine Lumeneinengung oder -obstruktion sowie Fibrose und Lipidinfiltation der muskulären Wandschichten als Residuen früherer Entzündungen diskutiert [29;86;94;106]. Speziell bei diesen Patientengruppen läßt sich die Perforationsrate nur durch rechtzeitige und großzügige Indikationsstellung zur Operation in Grenzen halten [86;105;126;142;149]. Dieses Vorgehen führt aber häufig gleichzeitig zu einem Anstieg der negativen Appendektomierate. Gerade hier kann die ergänzende sonographische Untersuchung wertvolle Zusatzinformationen liefern, denn es hat sich gezeigt, daß mit zunehmendem Alter der Patienten der diagnostische Wert der Sonographie steigt [61;149].

In einigen Studien wird festgestellt, daß die Sensitivität der Sonographie bei der perforierten Appendizitis und bei Vorliegen eines perityphlitischen Abszesses aufgrund einer fehlenden Abgrenzbarkeit des Organs sinkt [7;25;104;117;163]. In unserer Untersuchung wurden dagegen alle 5 perforierten Appendizitiden und der einzige perityphlitische Abszeß richtig diagnostiziert. Damit können wir die Ergebnisse der Autoren bestätigen, die für die perforierte Appendizitis bezüglich der Wertigkeit der Ergebnisse keine Verschlechterung im Vergleich zum Gesamtkollektiv feststellen konnten [27;42;77;138;139;150]. Die Darstellung der Appendix war in 5 Fällen möglich, der Durchmesser lag hierbei zwischen 11 und 23

mm und der Medianwert betrug 12 mm. Im Falle des perityphlitischen Abszesses war die Appendix nicht sicher darstellbar. Statt dessen kam eine lokale Flüssigkeitsansammlung am Coecalpol zur Darstellung. Im Operationsbericht wird für die verdickte Appendix eine retrocoecale Lage beschrieben. Verschiedene Autoren haben bereits auf die möglichen Schwierigkeiten bei der Darstellung der Appendix bei retrocoecaler Lage hingewiesen, die zu falsch-negativen Befunden führen können [23;33;41;72;101;112;113].

#### **6.4. Sonographische Fehldiagnosen**

Von den 25 richtig-positiven sonographischen Diagnosen bezüglich einer akuten Appendizitis wurde mit 56% (14/25) der größte Teil allein in der Gruppe der 11-30jährigen Patienten gestellt. Da diese Altersgruppe mit 76 Patienten auch gleichzeitig den Hauptteil (58%) der in der chirurgischen Sonographie zur Untersuchung vorgestellten 131 Patienten ausmacht, besteht hier auch die größte Gefahr, eine Fehldiagnose zu stellen. Große Schwierigkeiten bei der richtigen Diagnosestellung zeigten sich folglich ebenfalls in dieser Altersgruppe, bei der in 13,4% falsch-positive (11/82, 3 Frauen und 8 Männer) und in 10,9% falsch-negative (9/82, 5 Frauen und 4 Männer) sonographische Diagnosen gestellt wurden bei einer durchschnittlichen Fehldiagnoserate von 14,7% für falsch-positive und 9,6% für falsch-negative sonographische Diagnosen.

Die sonographischen Untersuchungen weisen für die einzelnen Altersgruppen eine recht unterschiedliche Qualität auf. Die Sensitivität der sonographischen Diagnosen bzgl. der akuten Appendizitis war bei den über 51jährigen (n=15) mit 100% am höchsten, Spezifität und Gesamtgenauigkeit erreichten Spitzenwerte (100% und 88,9%) dagegen in der Altersgruppe von 41-50 Jahren (n=9). Auffallend schlecht waren die Ergebnisse in der Gruppe bis 10 Jahre (n=8), für die jeweils nur 50% erreicht wurden (Diagramm 20, S. 53). Eine Erklärung hierzu bietet eventuell die Beobachtung, daß bei geringer klinischer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer akuten Appendizitis die Zahl der falsch-positiven Untersuchungen erhöht ist [104;146]. Diese Fehlermöglichkeit läßt sich durch eine Unterteilung des Untersuchungskollektives in Subgruppen mit unterschiedlicher klinischer Prä-Test-Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Erkrankung vermeiden [146]. Auch ist

bekannt, daß Sensitivität und Spezifität eines Testes in verschiedenen Patientenpopulationen differieren können [124].

**Falsch-positiv:** Bei 5 Patienten (4 Männer, 24-35 Jahre alt, 1 Frau, 23 Jahre alt) mit eindeutig sonographischer Darstellbarkeit der Appendix konnte intraoperativ eine akute Appendizitis ausgeschlossen werden. Die histologische Untersuchung der Resektate hat gezeigt, daß es sich um chronische Appendizitisformen handelte.

Im Gegensatz dazu zwang bei 15 Patienten mit eindeutig pathologischem sonographischen Befund der klinische Verlauf nicht zur Laparotomie.

Für falsch-positive sonographische Befunde gibt es grundsätzlich 2 verschiedene Gründe, nämlich zum einen die Verwechslung einer anderen tubulären Struktur im rechten Unterbauch mit einer entzündeten Appendix oder die Verwechslung mit einer normalen Appendix [36;112;123;161;161]. Im Folgenden sollen diese Ursachen näher erörtert werden.

1. Trotz Nachweis sonographischer Zeichen einer akuten Appendizitis kann das klinische Bild gegen eine operative Intervention sprechen. Hierbei ist an die abortiven, klinisch blande verlaufenden und spontanheilenden Appendizitiden in frühen Entzündungsstadien zu denken, deren Darstellung aufgrund verbesserter Gerätetechnik und zunehmender Erfahrung des Untersuchers zu erwarten ist [19;112;113;150]. Handelt es sich um eine solche abortive Form einer Appendizitis, kann in Follow-up-Untersuchungen eine Rückbildung der entzündlichen Veränderungen, auch anhand des Appendixdurchmessers, nachgewiesen werden [72;74;113].
2. Gelegentlich kann eine rechtsseitige Hydro- oder Pyosalpinx oder eine Entzündung des terminalen Ileums das Erscheinungsbild einer Appendix imitieren. Im Gegensatz zur Appendix weist die Tube undulierende Mucosafalten auf und es fehlt die echogene Schicht der Submukosa. Um die Diagnose zu sichern, sollte in diesen Fällen eine vaginale Sonographie durchgeführt werden [72]. Das terminale Ileum weist hinsichtlich Form, Größe und Lokalisation, der Darstellbarkeit der Ileocoecalklappe und der Peristaltik typische sonographische Merkmale

auf, so daß eine eindeutige Zuordnung in den meisten Fällen möglich sein sollte [112;150].

3. Ein entzündlicher Prozeß im Abdomen kann auf die Appendix fortgeleitet werden, so daß sich eine Periappendizitis mit Serosaödem und sekundärer Verdickung der Appendix entwickeln kann. Meistens erfolgt dies im Rahmen eines Morbus Crohn oder bei Tuboovarialabszessen, aber auch bei einem Coecumcarcinom, bei perforierten peptischen Ulcera und bei einer Sigmadivertikulitis. Wenn ein Abszeß in unmittelbarer Nachbarschaft zur Appendix darstellbar, gleichzeitig aber die Submukosaschicht intakt ist, sollte man an eine fortgeleitete Entzündung denken [72;112;113;161]. Als weitere Ursache für eine nicht operationspflichtige entzündliche Mitreaktion der Appendix sind das Vorliegen einer Yersiniose oder Campylobacterinfektion oder andere enteritische Krankheitsbilder in Betracht zu ziehen [27;111;114;122].

**Falsch-Negativ:** Bei 13 Patienten mit akuter Appendizitis (8 Frauen, 6,6-44,4 Jahre alt und 5 Männer, 24,8-40,7 Jahre alt) wurde eine falsch-negative Diagnose gestellt. Bei einem Patienten (30,8 Jahre) konnte in einer Kontrollsonographie doch noch die richtige Diagnose gestellt werden, während bei den übrigen 12 Patienten aufgrund des klinischen Verlaufs eine Appendektomie durchgeführt werden mußte.

Auffällig ist in dieser Gruppe, daß 7 von 13 Fehldiagnosen von 4 verschiedenen, weniger erfahrenen Untersuchern gestellt wurden. Bei diesen 7 Untersuchungen gelang die Darstellung der Appendix nicht, und zwar in 2 Fällen aufgrund einer Adipositas und in 4 weiteren Fällen bei massivem (Colon-) Meteorismus. Bei einem 25jährigen Patienten ohne sonographischen Nachweis einer Appendizitis wird die Appendix im Operationsbericht als „an der Spitze entzündlich verändert bei sonst bledem makroskopischen Erscheinungsbild“ beschrieben.

Auch andere Autoren konnten in ihren Studien nachweisen, daß weniger erfahrene Untersucher eine signifikant niedrigere Sensitivität bei etwa gleich guter Spezifität der sonographischen Untersuchung gegenüber erfahreneren Untersuchern aufwiesen [28;121;150;154].

Bei den übrigen 6 Fehldiagnosen war die Appendix nur einmal nicht darstellbar und in 3 Fällen nicht sicher darstellbar. Eine detaillierte Kasuistik zu diesen Fällen findet sich im Anhang (S. 77).

Diese Beispiele zeigen, wo die Fallstricke für falsch-negative sonographische Diagnosen liegen. Grundsätzlich kann das Ergebnis der Ultraschalluntersuchung falsch-negativ sein, wenn

1. die entzündete Appendix übersehen wird,
2. die entzündete Appendix übersehen wird und andere sonographisch erfaßte pathologische Befunde fälschlicherweise allein für die Symptome des Patienten verantwortlich gemacht werden [143] und
3. die entzündete Appendix darstellbar ist, aber irrtümlicherweise für normal gehalten wird oder nicht als Appendix erkannt wird [112].

Im Folgenden sind diese Fehlermöglichkeiten noch einmal detailliert beschrieben [19;72;112;123;161]:

1. Entzündliche Veränderungen ausschließlich am distalen Ende der Appendix können nur erkannt werden, wenn die Appendix in ihrer gesamten Länge dargestellt wird.

2. Eine retrocoecale Lage der Appendix erschwert die sonographische Darstellung in den üblichen Schnittrichtungen, daher muß hier eine Darstellung von rechts-lateral direkt hinter dem Coecum versucht werden [33;41;72;112].

3. Schwierigkeiten bei der sonographischen Diagnostik können auch fortgeschrittene, gangränöse oder perforierte Appendizitiden bereiten, da hier die typische Sonomorphologie gestört oder aufgehoben ist und die Diagnose häufig von der Identifikation sekundärer Sonographiebefunde abhängig ist [25;85;104;117;118;122;161;163]. So ist mit einem partiellen oder vollständigen Verlust der echogenen Submukosa aufgrund von Nekrose zu rechnen, die von einem entzündlichen Tumor oder Abszeß mit inhomogener Echogenität umgeben sein kann. Häufig läßt sich auch entzündlich-ödematös verändertes, stark reflektierendes mesenteriales und Omentum-Fettgewebe als abdeckende Netzkappe bei einer gedeckten Perforation oder freie pericoecale Flüssigkeit nachweisen. Oft kommt es im Stadium der Perforation auch zu einer Luftüberlagerung durch reaktiv aufgeweitete, atonische Darmschlingen, die bei vorsichtiger Kompression weggedrückt oder durch einen strikt von lateral gerichteten Einschallwinkel

umgangen werden können [42;112;138;150]. Eine sichere Diagnosestellung ist in solchen Situationen jedoch in der Regel aufgrund des typischen klinischen Aspektes einer Peritonitis möglich [122].

4. Eine gasbildende Infektion kann zu einer Gasansammlung im Appendixlumen führen, so daß eine Darstellung der Appendix durch starke Schallschatten erschwert wird. Meist ist die Gasansammlung nur auf einen Teil der Appendix begrenzt, so daß entweder die Basis oder das distale Ende dargestellt werden kann. Außerdem besteht die Gefahr, daß die luftgefüllte Appendix mit einer Dünndarmschlinge oder mit Luft in einem periappendizitischen Abszeß verwechselt wird [161].

5. Eine sehr starke Vergrößerung des Appendixdurchmessers auf 15-20 mm ist selten und kann daher zu einer Verwechslung mit einer Dünndarmschlinge führen. Auch hier kann durch Darstellung des distalen, blinden Endes der Appendix eine eindeutige Identifikation erfolgen [112].

6. Bei Schwangeren ergeben sich Probleme hauptsächlich im 3. Trimenon durch die zunehmende Verdrängung des Intestinums nach kranial durch den graviden Uterus und die hierdurch veränderten anatomischen Verhältnisse, die eine Lokalisation der Appendix und deren sonographische Darstellung erschweren [13;66;92;161].

7. Zu den sonographisch erfaßbaren Differentialdiagnosen, die gelegentlich fälschlicherweise für die Symptome bei Patienten mit Appendizitis verantwortlich gemacht werden, gehören die Cholezystolithiasis, Ovarialzysten und die Lymphadenitis mesenteriales. Die Cholezystolithiasis ist ein häufiger Zufallsbefund, aber nur selten für eine akute rechtsseitige Unterbauchsymptomatik verantwortlich, es sei denn, es sind Zeichen für einen Hydrops oder eine Cholezystitis nachweisbar und die Gallenblase befindet sich in einer ungewöhnlich tiefen Position [112]. Auch eine große Ovarialzyste rechts muß nicht notwendigerweise für einen rechtsseitigen Unterbauchschmerz verantwortlich sein, so daß in diesem Fall stets auch eine Appendizitis ausgeschlossen werden muß [112]. Ebenso können vergrößerte mesenteriale Lymphknoten nicht nur auf eine Lymphadenitis mesenteriales hinweisen, sondern auch im Rahmen einer Appendicitis acuta auftreten. Die Lymphadenitis mesenteriales ist jedoch vorwiegend eine Erkrankung des

Kindesalters, so daß bei Erwachsenen mit sonographisch vergrößerten Lymphknoten eher an eine akute Appendizitis zu denken ist [112;143].

## 6.5. Appendixdurchmesser

Die sonographische Vermessung der Appendix ist hilfreich, da mit zunehmender Erfahrung in der Appendizitis-Diagnostik und technologischen Verbesserungen auch die normale bzw. die leicht entzündete Appendix dargestellt werden kann [14;113;123;143;161]. In unserer Untersuchung gelang es in 10 Fällen, eine Appendix mit einem Durchmesser bis 6 mm darzustellen und in 2 dieser Fälle konnte eindeutig eine Komprimierbarkeit der Appendix demonstriert werden. Die statistische Auswertung der sonographisch ermittelten Appendixdurchmesser zeigt, daß dieser bei den richtig-negativen Ultraschalluntersuchungen mit 7 mm (Medianwert) signifikant niedriger als bei den richtig-positiven Sonographien mit 10,5 mm ist. Diese Beobachtung wurde auch von anderen Autoren gemacht, die hieraus Empfehlungen für das weitere Procedere ableiten. So werden im allgemeinen Appendixdurchmesser unter 6 mm bzw. eine Wanddicke unter 3 mm noch als normal angesehen, so daß ein abwartendes Vorgehen unter engmaschiger klinischer und sonographischer Befundkontrolle für vertretbar gehalten wird [27;81;83;97;122;139;161;163].

Aber auch die falsch-positiven Sonographiediagnosen weisen einen signifikant höheren Appendixdurchmesser von 11 mm (Medianwert) auf, so daß hier allein aufgrund des Appendixdurchmessers keine Differenzierung zwischen richtig-positiven und falsch-positiven Sonographiediagnosen möglich ist. Von den 20 falsch-positiven Untersuchungen in unserer Studie wurden 3 durch eine zweite Sonographie revidiert und bei 12 Patienten zwang der klinische Verlauf nicht zur Laparotomie. Bei 19 von 20 Untersuchungen war die Appendix darstellbar und der Appendixdurchmesser wurde in 17 Fällen (9-16 mm) gemessen.

Da der sonographisch ermittelte Appendixdurchmesser zu den sonomorphologischen Kriterien der akuten Appendizitis zählt, ist davon auszugehen, daß einige der falsch-positiven Ergebnisse auch aufgrund des großen Durchmessers gestellt wurden.

Von 13 falsch-negativen Untersuchungen konnte bei einem Patienten die Diagnose präoperativ durch eine zweite Sonographie revidiert werden, während bei den übrigen Patienten aufgrund des klinischen Verlaufs appendektomiert wurde. In 11 Fällen war die Appendix nicht oder nicht sicher darstellbar und in nur 3 Fällen konnten Angaben zum Appendixquerschnitt gemacht werden.

Insgesamt läßt sich feststellen, daß durch die Vermessung des Appendixquerschnittes bzw. der Wanddicke bei maximaler Kompression ein nützlicher zusätzlicher Parameter für die Bewertung zur Verfügung steht. Besondere Bedeutung gewinnt der Appendixdurchmesser aufgrund der Berichte über die Darstellung der normalen, nicht entzündlich veränderten Appendix, die in bis zu 82% der Patienten ohne Appendizitis gelang [123]. In unserer Untersuchung konnte in 53% der Patienten ohne Appendizitis (n=94, davon 6 Patienten mit histologisch nicht-akuter Appendizitis) die Appendix eindeutig dargestellt werden. In der Mehrzahl der Studien wird für die normale Appendix ein Durchmesser unter 6 mm gefordert [12;81;83;97;118;122;163]. Der Medianwert in der Gruppe der richtig-negativen Sonographien liegt in unserer Untersuchung mit 7 mm nur etwas höher. In einer Studie wurde für die normale Appendix ein mittlerer Durchmesser von 8 mm und für die Appendizitis von 12 mm angegeben [77]. Somit ist der von uns bei klinisch oder histologisch bestätigter nicht-akuter Appendizitis gemessene Appendixdurchmesser mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichbar. Allerdings ist der Appendixdurchmesser nur im Einklang mit den übrigen sonomorphologischen Kriterien zu bewerten

Daher wird darauf hingewiesen, daß die normale Appendix gelegentlich auch Durchmesser >6 mm aufweisen kann und es in diesen Fällen darauf ankommt, der Echotextur der Wand genauere Beachtung zu schenken [36;123;161]. So sind bei der normalen Appendix weder ödematöse Veränderungen der Lamina propria und/oder der Muscularis noch eine Lumendistension oder Anzeichen einer periappendizitischen Entzündung nachweisbar [36;123;161].

### **6.6. Sonographische Alternativdiagnosen**

Von insgesamt 29 sonographisch ermittelten Differentialdiagnosen und Nebenbefunden fanden sich knapp 2/3 (n=18) bei Patientinnen, wobei es sich in 5 Fällen um gynäkologische Krankheitsbilder handelte.

Daher ist es unumgänglich, mit dem sonographischen Bild physiologischer und pathologischer Veränderungen des inneren weiblichen Genitale vertraut zu sein und diesen während Anamneseerhebung und Untersuchung besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um eventuell bestehende gynäkologische, nicht-operationspflichtige

Erkrankungen wie Adnexitis, Parametritis, Mittelschmerz und Dysmenorrhoe rechtzeitig zu diagnostizieren und unnötige Operationen zu vermeiden.

Besondere Bedeutung kommt der Sonographie aber auch bei der Diagnostik eines perityphlitischen Abszesses zu, da in diesem Fall eine konservative Therapie, eventuell mit sonographisch gestützter Abszeßdrainage, die Therapie der Wahl ist.

### **6.7. Zusammenfassung der Diskussion**

Eine Limitierung der sonographischen Appendizitisdiagnostik besteht darin, daß sie wie alle bildgebenden Verfahren an ein morphologisches Korrelat wie Wandverdickung, fehlende Komprimierbarkeit oder periappendizitische Flüssigkeitsansammlung usw. gebunden ist und somit in sehr frühen Entzündungsstadien aufgrund zu geringer morphologischer Veränderungen versagen kann [28;104;122;150]. Dies zeigt eine Untersuchung zur Sensitivität der Sonographie in Abhängigkeit vom Entzündungsstadium der Appendix, in der für die katarrhalische Appendizitis ein Wert von nur 25% erreicht wurde, während bei phlegmonöser Appendizitis eine Sensitivität von 88% und für den perityphlitischen Abszeß von 100% ermittelt wurde [42]. Allerdings läßt sich diese diagnostische Lücke durch engmaschige Kontrollen des sonographischen und des klinischen Untersuchungsbefundes minimieren [27;122]. Ein Teil dieser frühen Entzündungsstadien wird auch für die wohl nicht ganz zu vermeidenden falsch-positiven Sonographiebefunde verantwortlich gemacht, bei denen trotz eines positiven sonographischen Befundes die Klinik nicht zur Laparotomie zwingt, so daß man hier abortive, klinisch blande verlaufende und spontanheilende Appendizitiden vermuten kann, die grundsätzlich möglich sind und deren histologisches Substrat Granulationsgewebe und Fibrosen darstellen [19;51;65;72;122].

Tendenziell läßt sich seit Einführung der abdominellen Ultraschalluntersuchung durch den behandelnden Chirurgen am UKE für die Jahre 1991 - 1993 eine Verringerung der negativen Appendektomieerate verzeichnen.

Sicher ist dies nicht ausschließlich auf eine größere Diagnosetreffsicherheit durch zusätzliche sonographische Befunde zurückzuführen, der prozentuale Anteil der sonographierten Patienten war in den Anfangsjahren dafür zu gering. Möglicherweise hat aber das Wissen um die Möglichkeit der zusätzlichen

Diagnosesicherung durch die Sonographie bei uneindeutiger Klinik zu einer konservativeren Herangehensweise und weiteren Diagnostik oder stationären Beobachtung bewogen.

Die Untersuchungsergebnisse korrelieren gut mit den publizierten Daten vergleichbarer internationaler Studien, die ebenfalls über rückläufige negative Appendektomieraten ohne gleichzeitige Zunahme der Perforationsraten berichten [8;19;36;84;106;161]. Außerdem konnte die Sonographie in unserer Untersuchung in 29 Fällen zur Etablierung einer Differentialdiagnose beitragen.

Die Ergebnisse der vorgelegten Studie lassen den Schluß zu, daß mit der Ultraschalluntersuchung dem sonographierenden Chirurgen ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel in der Diagnose- und OP-Indikationsstellung der akuten Appendizitis zur Verfügung steht [7;41;42;121;135;150].

Die gezielte sonographische Untersuchung des rechten Unterbauches bei klinischem Verdacht auf Appendizitis kann von jedem sonographisch tätigen Arzt nach einer Einarbeitungszeit durch einen in dieser Methode erfahrenen Kollegen durchgeführt werden [7;19;121].

Die von Puylaert erstbeschriebene lehr- und lernbare Untersuchungsmethode sollte einen festen Platz in der Routinediagnostik einnehmen, denn sie besitzt einen der klinischen Diagnostik vergleichbaren Stellenwert in der Diagnose und Differentialdiagnose der akuten Appendizitis [7;12;18;19;77;83;121;122;136;150].

Die hohe Sensitivität, Spezifität und Gesamtgenauigkeit dieser Untersuchungsmethode hat bereits in den Anfangsjahren der chirurgischen Sonographie bewiesen, daß die Diagnosegenauigkeit verbessert und der Anteil unnötiger Appendektomien reduziert werden können, ohne die Risiken einer verspäteten Diagnose zu erhöhen [8;19;106]. Es muß besonders betont werden, daß der sonographische Befund nur im Einklang mit der klinischen Untersuchung zur Therapieentscheidung führen soll und nicht zu verminderter ärztlicher Sorgfalt bei der klinischen Untersuchung verleiten darf [28;42;81;83;122;138].

Gleichzeitig bietet die Abdomensonographie die wertvolle Möglichkeit, eine Reihe von potentiellen Differentialdiagnosen mit hinreichender Sicherheit zu stellen bzw. auszuschließen [14;19;42;58;84;85;97;112;113;122;161;162]. Dies zeigen

anschaulich auch die in unserer Untersuchung gefundenen vielfältigen Differentialdiagnosen (s.S. 55, Tab.18). Weitere Beispiele für sonographisch erfaßbare Differentialdiagnosen sind in Tab. 7, S.17 aufgeführt. Es ist zu erwarten, daß mit zunehmender Erfahrung und Akzeptanz sowie weiteren technischen Verbesserungen wie in jüngster Zeit zum Beispiel mit dem „Native Tissue Harmonic Imaging“- Verfahren der B-Bilderstellung [132] und breiter Verfügbarkeit die chirurgische Sonographie im Ringen um eine Senkung der negativen Appendektomieraten eine wesentlich größere Rolle spielen und die Diagnosetreffsicherheit deutlich erhöhen wird.

## **7. Zusammenfassung**

Anhand der negativen Appendektomie-Raten und der Perforationsraten sollte eine Qualitätskontrolle der Indikationsstellung zur Appendektomie bei Verdacht auf akute Appendizitis für den Zeitraum von 1988-1993 durchgeführt und gleichzeitig untersucht werden, ob durch den Einsatz der chirurgischen Appendixsonographie in der Diagnostik des akuten rechtsseitigen Unterbauchschmerzes seit 1991 die Diagnosegenauigkeit verbessert werden konnte. Hierzu wurden die histologischen Untersuchungsergebnisse der Operationsresektate von 1136 appendektomierten Patienten sowie die Befunde von 136 sonographischen Untersuchungen an 131 Patienten retrospektiv ausgewertet.

Die negative Appendektomie-Rate im Zeitraum von 1988-1990 betrug durchschnittlich 41,9% und sank im Vergleichszeitraum von 1991-1993 signifikant auf 30,2%. Gleichzeitig verringerte sich die Perforationsrate von 13,3% für 1988 kontinuierlich und signifikant auf 6,3% für 1993.

Für die seit 1991 in Ergänzung zur klinischen Untersuchung und den üblichen Laborkontrollen vom behandelnden Chirurgen durchgeführte sonographische Untersuchung bei Verdacht auf Appendicitis acuta wurde bezüglich dieser Diagnose eine Sensitivität von 65,8%, eine Spezifität von 79,6% und eine Gesamtgenauigkeit von 75,7% erreicht. Der negative Vorhersagewert wurde mit 85,7% ermittelt, während für den positiven Vorhersagewert nur 55,6% erreicht wurden.

Außerdem konnte bei 29 Patienten mittels Sonographie eine Differentialdiagnose gestellt bzw. pathologische Nebenergebnisse erfaßt werden. Da von den seit 1991 insgesamt 599 appendektomierten Patienten nur 47 Patienten (7,8%) präoperativ auch sonographisch untersucht wurden, läßt sich eine Verbesserung der präoperativen Diagnosegenauigkeit durch die sonographische Untersuchung im Gesamtkollektiv nicht eindeutig nachweisen. Die negative Appendektomie-Rate der sonographisch untersuchten Patienten lag allerdings mit 21,3% (10/47) noch deutlich unter der von 1993 mit 28,6% niedrigsten Appendektomie-Rate im gesamten Untersuchungszeitraum.

Es ist zu erwarten, daß mit wachsender Erfahrung und Akzeptanz sowie breiter Verfügbarkeit die abdominelle Sonographie durch den mit Anatomie und Klinik

vertrauten Chirurgen zu einer weiteren Verbesserung der präoperativen Diagnostik bei V.a. akute Appendizitis beitragen wird.

## **8. Anhang**

### **8.1. Kasuistiken**

#### *Falsch - negative Sonographiediagnosen*

1. In einem Fall handelte es sich um eine 25jährige Patientin in der 30. Schwangerschaftswoche, bei der die Appendix nicht sicher darstellbar war mit einem fraglichen Durchmesser von 20 mm und einem an gleicher Stelle lokalisierten maximalen Schmerzpunkt. Da weitere sonographische Kriterien einer akuten Appendizitis fehlten, ließ die sonographische Untersuchung keinen eindeutigen Nachweis einer akuten Entzündung des Wurmfortsatzes zu. Im Operationsbericht wird die Appendix als „am Ileum adhärent“ beschrieben und die histologische Untersuchung des Resektates ergab eine akute, phlegmonös - eitrige Appendizitis und Periappendizitis.

2. Bei einer weiteren, 23jährigen Patientin läßt sich nur eine „echoarme Zone im rechten Unterbauch“ ohne sichere Darstellung einer Appendix lokalisieren. Auch dieser Befund reicht nicht aus, um die sonographische Diagnose einer akuten Appendizitis zu stellen. Im Operationsbericht wird die Appendix als „nach kaudal weisend und mit dem Coecum verbacken“ beschrieben. Die histologische Diagnose lautet: akute, phlegmonös - eitrige Appendizitis und Periappendizitis.

3. Bei dem dritten Patienten handelt es sich um eine 40jährigen Mann. Auch hier werden die Kriterien der sonographischen Appendizitisdiagnostik nicht erfüllt, so daß eine akute Appendizitis nicht nachweisbar ist. Im Operationsbericht wird für die Appendix eine retrocoecale Lage beschrieben und histologisch handelt es sich um ein akutes, phlegmonös - eitriges Rezidiv einer chronisch - vernarbenden Appendizitis mit fibrinös - eitriger Periappendizitis.

Bei 2 Patienten wurde trotz Darstellbarkeit der Appendix eine akute Appendizitis sonographisch ausgeschlossen.

4. Bei einem 30jährigen Patienten war die Appendix mit 8 mm im Durchmesser darstellbar. Aufgrund eines nur mäßigen Druckschmerzes über der Appendix und dem Fehlen weiterer, sonographisch eindeutiger Kriterien für eine

akute Appendizitis wurde die Diagnose eines Reizzustandes der Appendix gestellt. Bei einer zweiten Sonographie wurde bei Darstellbarkeit der Appendix durch einen anderen Sonographeur die Diagnose einer akuten Appendizitis gestellt. Der Operationsbericht weist für die Appendix eine retrocoecale Lage aus und histologisch findet sich ein akutes Rezidiv einer chronischen Appendizitis mit Periappendizitis.

5. Bei dem zweiten Fall handelt es sich um eine 44jährige Patientin, bei der die Appendix mit 5 bzw. 10 mm Durchmesser darstellbar war, wobei die Appendix komprimierbar und von einem schmalen Flüssigkeitssaum umgeben war und keine Peristaltik aufwies. Somit wurde eine akute Appendizitis sonographisch ausgeschlossen. Im Operationsbericht wird die Appendix als „nach kaudalweisend gelegen und ödematös entzündlich verändert und aufgetrieben“ beschrieben. In der histologischen Untersuchung wird ein akutes ulceröses, z.T. phlegmonös - eitriges Rezidiv einer chronisch - vernarbenden, apical obliterierenden Appendizitis diagnostiziert.

## 9. Literaturverzeichnis

1. Ablaßmaier B, Kießling S, Pier A. "Offene" versus laparoskopische Appendektomie. *Chirurg* 1996;67:522-525.
2. Abu-Yousef MM, Bleicher JJ, Maher JW, Urdaneta LF, Franken EAJ, Metcalf AM. High-resolution sonography of acute appendicitis. *AJR* 1987;149:53-58.
3. Adams DH, Fine C, Brooks DC. High-resolution real-time ultrasonography; A new tool in the diagnosis of acute appendicitis. *Am.J.Surg.* 1988;155:93-97.
4. Adams ID, Chan M, Clifford PC. Computer-aided diagnosis of abdominal pain: a multicentre study. *BMJ* 1986;293:800-804.
5. Addiss DG, Shaffer N, Fowler BS, Tauxe RV. The epidemiology of appendicitis and appendectomy in the United States. *Am.J.Epidemiol.* 1990;132/5:910-925.
6. Albu E, Miller BM, Choi Y, Lakhanpal S, Murthy RN, Gerst PH. Diagnostic value of C-Reactive Protein in acute appendicitis. *Dis.Colon Rectum* 1994;37:49-51.
7. Amgwerd M, Röthlin M, Candinas D, Schimmer R, Klotz HP, Largiadèr F. Appendizitissonographie durch Chirurgen-Erfahrungssache? *Langenbecks Arch.Chir.* 1994;379:335-340.
8. Andersson RE, Hugander A, Thulin AJG. Diagnostic Accuracy and Perforation Rate in Appendicitis: Association with Age and Sex of the Patient and with Appendicectomy Rate. *Eur.J.Surg.* 1992;158:37-41.
9. Arbatli MM, Kuscu L, Dorak AC, Saray A, Tamac NI, Isik S. Ultrasonic diagnosis of acute uncomplicated appendicitis located in the subhepatic space. *J.Clin.Ultrasound* 1993;21:272-273.
10. Bachmann K-D. Das akute Abdomen:3.Aus der Sicht des Pädiaters. *Dtsch.Ärztebl.* 1984;81:355-362.
11. Baigrie RJ, Saidan Z, Hamilton JB, Katesmark M, Vipond MN, Paterson-Brown S, Thompson JN, Scott-Coombes D. Role of fine catheter peritoneal cytology and laparoscopy in the management of acute abdominal pain. *Brit.J.Surg.* 1991;78:167-170.
12. Balthazar EJ, Birnbaum BA, Yee J, Megibow AJ, Roshkow J, Gray C. Acute appendicitis: CT and US correlation in 100 patients. *Radiology* 1994;190:31-35.

13. Barloon TJ, Brown BP, Abu-Yousef MM, Warnock N, Berbaum KS. Sonography of acute appendicitis in pregnancy. *Abdom.Imaging* 1995;20:149-151.
14. Barr LL. Sonography in the Infant With Acute Abdominal Symptoms. *Semin.in Ultrasound, CT and MRI* 1994;15:275-289.
15. Becker H, Neufang T. Appendektomie 1997-Offen oder geschlossen? *Chirurg* 1997;68:17-29.
16. Berry J, Malt RA. Appendicitis near its centenary. *Ann.Surg.* 1984;567-575.
17. Beyer D, Friedmann G, Krestin GP. Sinnvoller Einsatz bildgebender Verfahren bei akuter Appendizitis. *ROFO* 1984;140:269-275.
18. Beyer D, Rieker O, Kaiser C, Stamm I, Horsch S. Sonographie bei Verdacht auf Appendizitis: Wende in Diagnostik und Therapie? Ergebnisse einer prospektiven Studie an 669 Patienten. *ROFO* 1990;152:510-515.
19. Beyer D, Schulte B, Kaiser C, Horsch S, Rieker O. Sonographie der akuten Appendizitis: Eine prospektive Studie über 5 Jahre bei 2074 Patienten. *Radiologe* 1993;33:399-406.
20. Biersack HJ, Overbeck B, Ott G, Kania U, Briele B, Kropp J, Bockisch A, Grünwald F, Hotze AL, Hirner A, Shih WJ. Tc-99m Labeled Monoclonal Antibodies Against Granulocytes (BW 250/183) in the Detection of Appendicitis. *Clin.Nuclear Med.* 1993;18/5:371-376.
21. Birnbaum BA, Balthazar EJ. CT of Appendicitis and Diverticulitis. *Radiol.Clin.North Am.* 1994;32:885-898.
22. Blair NP, Bugis SP, Turner LJ, MacLeod MM. Review of the pathologic diagnoses of 2.216 appendectomy specimens. *Am.J.Surg.* 1993;165:618-620.
23. Blank W, Braun B. Die Sonographie in der Diagnostik der Appendizitis-Eine prospektive Untersuchung. *Z.Gastroenterol.* 1988;26:708-714.
24. Bloching H, Colakoglu Z, Reuß J, Seitz K. Routinesonographie bei Verdacht auf Appendizitis. *Ultraschall Med.* 1989;10:177-181.
25. Borushok KF, Jeffrey RBJ, Laing FC, Townsend RR. Sonographic diagnosis of perforation in patients with acute appendicitis. *AJR* 1990;154:275-278.
26. Brake D, Holtz J. The Role of Imaging in Diagnosis of Acute Appendicitis. *Kan.Med.* 1995;Fall:130-132.
27. Braun B, Blank W. Ultraschall-Diagnostik der akuten Appendizitis. *Ultraschall Med.* 1989;10:170-176.

28. Bruch H-P, Schiedeck T. Der unklare Unterbauchschmerz - Stellenwert der Laparoskopie "If in doubt, carry it out". *Chirurg* 1997;68:12-16.
29. Burns RP, Cochran JL, Russel WL, Bard RM. Appendicitis in mature patients. *Ann.Surg.* 1985;201:695-704.
30. Caldwell MTP, Watson RGK. Peritoneal aspiration cytology as a diagnostic aid in acute appendicitis. *Brit.J.Surg.* 1994;81:276-278.
31. Chang FC, Hogle HH, Welling DR. The fate of the negative appendix. *Am.J.Surg.* 1973;126:752-754.
32. Chesbrough RM, Burkhard TK, Balsara ZN, Goff II WB, Davis DJ. Self-localization in US of appendicitis: An addition to graded compression. *Radiology* 1993;187:349-351.
33. Claes H, Reygaerts D, Leemans J, De Boeck M, Potvlieghe R. Ultrasonic visualization of the acute inflamed retrocaecal appendix: A report of 4 cases. *J.Belge Radiol.* 1984;67:333-336.
34. Connor TJ, Garcha IS, Ramshaw BJ, Mitchell CW, Wilson JP, Mason EM, Duncan TD, Dozier FA, Lucas GW. Diagnostic Laparoscopy for Suspected Appendicitis. *Am.Surg.* 1995;61:187-189.
35. Crabbe MM, Norwood SH, Robertson HD, Silva JS. Recurrent and chronic appendicitis. *Surg.Gynecol.Obstet.* 1986;163:11-13.
36. Crady SK, Jones JS, Wyn T, Luttenton CR. Clinical Validity of Ultrasound in Children With Suspected Appendicitis. *Ann.Emerg.Med.* 1993;22:1125-1129.
37. Deutsch AA, Shani N, Reiss R. Are some appendicectomies unnecessary? *J.R.Coll.Surg.Edinb.* 1983;28:35-40.
38. Deutsch AA, Zelikovsky A, Reiss R. Laparoscopy in the prevention of unnecessary appendicectomies: A prospective study. *Brit.J.Surg.* 1982;69:336-337.
39. Ditscherlein G, Guski H, Kunz J, Martin H, Wenzelides K. Enteritis, Kolitis und Appendizitis. In: Kunz J, ed. *Histopathologie*. 1. Ed. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit, 1980:93-98.
40. Dombal FTd. Diagnose und Operationsindikation bei der akuten Appendicitis: Wieviele "Irrtümer" sind unvermeidlich? *Chirurg* 1979;50:291-296.
41. Doring E, Feurstein M. Was bringt die Ultraschalluntersuchung der akuten Appendizitis (bei dosierter Kompression) ? *Ultraschall Med.* 1988;9:185-188.

42. Dreuw B, Truong S, Riesener K-P, Füzesi L, Schumpelick V. Stellenwert der Sonographie bei der Diagnostik der Appendicitis; Eine prospektive Studie an 100 Patienten. *Chirurg* 1990;61:880-886.
43. Dubecz S, Juhasz F, Simon K, Zsiros L. Die frühzeitige Operation der Appendicitis acuta - das Risiko der überflüssigen Appendektomien. *Zentralbl.Chir.* 1986;111:769-773.
44. Eder M. Verdauungstrakt: Appendizitis. In: Eder M, Gedigk P, eds. *Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie und der Pathologischen Anatomie.* 30 Ed. Stuttgart: Springer-Verlag, 1975:504-505.
45. Eriksson S, Tisell A, Granström L. Ultrasonographic Findings after Conservative Treatment of Acute Appendicitis and Open Appendectomy. *Acta Radiol.* 1995;36:173-177.
46. Eskelinen M, Ikonen J, Lipponen P. Sex-specific diagnostic scores for acute appendicitis. *Scand.J.Gastroenterol.* 1994;29:59-66.
47. Foley CR, Latimer RG, Rimkus DS. Detection of Acute Appendicitis by Technetium 99 HMPAO Scanning. *Am.Surg.* 1992;58:761-765.
48. Franz MG, Norman JG. Letters to the editor: Delay in presentation accounts for the majority of inflamed appendices. *Ann.Surg.* 1996;223(1):105-106.
49. Frazee RC, Bohannon WT. Laparoscopic Appendectomy for Complicated Appendicitis. *Arch.Surg.* 1996;131:509-512.
50. Freudenberg V. Die chronische Appendizitis aus pathomorphologischer Sicht. *Med.Welt* 1974;25:1686-1689.
51. Freund HR, Rubinstein E. Appendicitis in the aged: is it really different? *Am.Surg.* 1984;50:573-576.
52. Gerharz CD, Gabbert HE. Pathomorphologische Aspekte der akuten Appendicitis. *Chirurg* 1997;68:6-11.
53. Golledge J, Toms AP, Franklin IJ, Scriven MW, Galland RB. Assessment of peritonism in appendicitis. *Ann.R.Coll.Surg.Engl.* 1996;78:11-14.
54. Guidry SP, Poole GV. The anatomy of appendicitis. *Am.Surg.* 1994;60:68-71.
55. Hansen G, Heß W, Mitzscherling B. Die Indikation der Appendektomie nach Auswertung von 4258 pathologisch-histologischen Untersuchungen. *Chirurg* 1975;46:239-244.
56. Hecker C, Ring-Mrozik E, Nägele S, Soder J. Stellungnahme zur Veröffentlichung von J.R.Izbicki et al.:Retro- und prospektive

Untersuchung zur Wertigkeit klinischer und laborchemischer Daten bei der akuten Appendicitis. *Chirurg* 1991;62:765-766.

57. Hecker WC, Ring-Mrozik E, Trammer A, Naegele S. Appendektomie im Kindesalter. *Chirurg* 1989;60:513-516.
58. Heistermann HP, Joosten U, Krawzak H-W, Hohlbach G. Der Einfluß der Darmsonographie auf die chirurgische Verfahrenswahl beim akuten Bauchschmerz. *Ultraschall Med.* 1995;16:288-292.
59. Henle KP, Beller S, Rechner J, Zerz A, Szinicz G, Klingler A. Laparoskopische versus konventionelle Appendektomie: eine prospektive, randomisierte Studie. *Chirurg* 1996;67:526-530.
60. Herd ME, Cross PA, Dutt S. Histological audit of acute appendicitis. *J.Clin.Pathol.* 1992;45:456-458.
61. Herzberg W, Nolden K. Die Sonographie in der Diagnostik der Appendicitis. *Chirurg* 1987;58:286-288.
62. Hoffmann J, Rasmussen OO. Aids in the diagnosis of acute appendicitis. *Brit.J.Surg.* 1989;76:774-779.
63. Hontschik, B. Theorie und Praxis der Appendektomie- Eine historische, psychosoziale und klinische Studie. *Hochschulschriften. (232), 1-277.* 1987. Köln, Pahl-Rugenstein Verlag. (GENERIC)  
Ref Type: Serial (Book,Monograph)
64. Hontschik B. Indikation zur Appendektomie - in der Praxis zu wenig restriktiv? *Chirurgische Praxis* 1989;40:221-227.
65. Hontschik B, Stelter W-J. Bemerkungen zur Praxis der Appendektomie: Stellungnahme zum Leitthema "Die Appendektomie". *Chirurg* 1990;61:906-908.
66. Horntrich J, Hinkel M, Haring G, Radzuweit H. Akute Appendizitis in der Schwangerschaft. *Zentralbl.Chir.* 1986;111:788-793.
67. Horntrich J, Schneider W. Die Appendizitis aus epidemiologischer Sicht. *Zentralbl.Chir.* 1990;115:1521-1529.
68. Howie JGR. Unnecessary appendectomy versus missed appendicitis in the elderly. *Geriatrics* 1970;25:136-139.
69. Izbicki JR, Wilker DK, Mandelkow HK, Müller K, Siebeck M, Geissler K, Schweiberer L. Retro- und prospektive Untersuchung zur Wertigkeit klinischer und laborchemischer Daten bei der akuten Appendizitis. *Chirurg* 1990;61:887-893.
70. Izbicki JR, Wilker DK, Mandelkow HK, Waldner H, Schweiberer L. Stellungnahme zum Kommentar auf Anforderung der Schriftleitung

von D. Lorenz sowie Schlußwort zur Stellungnahme von W.C. Hecker et al. *Chirurg* 1991;62:767-768.

71. Jacob ET, Bar-Nathan N, Iuchtman M. Error-rate factor in the management of appendicitis. *Lancet* 1975;II:1032-1032.
72. Jeffrey RB, Jain KA, Nghiem HV. Sonographic diagnosis of acute appendicitis: Interpretive pitfalls. *AJR* 1994;162:55-59.
73. Jeffrey RBJ, Laing FC, Lewis FR. Acute appendicitis: High-resolution real-time US findings. *Radiology* 1987;163:11-14.
74. Jeffrey RBJ, Laing FC, Townsend RR. Acute appendicitis: Sonographic criteria based on 250 cases. *Radiology* 1988;167:327-329.
75. Jess P. Review: Acute appendicitis: Epidemiology, diagnostic accuracy, and complications. *Scand.J.Gastroenterol.* 1983;18:161-163.
76. Jess P, Bjerregaard B, Brynitz S, Holst-Christensen J, Kalaja E, Lund-Kristensen J. Acute appendicitis; Prospective trial concerning diagnostic accuracy and complications. *Am.J.Surg.* 1981;141:232-234.
77. John H, Neff U, Kelemen M. Appendicitis Diagnosis Today: Clinical and Ultrasonic Deductions. *World J.Surg.* 1993;17:243-249.
78. Jones DJ. ABC of colorectal diseases: Appendicitis. *BMJ* 1992;305:44-47.
79. Jones MW, Paterson AG. The correlation between gross appearance of the appendix at appendectomy and histological examination. *Ann.R.Coll.Surg.Engl.* 1988;70:93-94.
80. Karstrup S, Torp-Pedersen S, Roikjaer O. Ultrasonic visualisation of the inflamed appendix. *Br.J.Radiol.* 1986;59:985-986.
81. Käufer C, Franz I, Löblich HJ. Appendicitis - Wandel des Krankheitsbildes? *Chirurg* 1989;60:501-507.
82. Kern E, Kujath P. Die Appendektomie im Erwachsenenalter. *Chirurg* 1989;60:508-512.
83. Klotter H-J, Zielke A, Nies C, Sitter H, Rothmund M. Sonographie beim akuten abdominalen Notfall. *Chirurg* 1992;63:597-605.
84. Kniskern JH, Eskin EM, Fletcher HS. Increasing accuracy in the diagnosis of acute appendicitis with modern diagnostic techniques. *Am.Surg.* 1986;52:222-225.
85. Ko Y-S, Lin L-H, Chen D-F. Laboratory Aid and Ultrasonography in the Diagnosis of Appendicitis in Children. *Acta Paed.Sin.* 1995;36:415-419.

86. Kupczyk D, Raguse T, Brockamp G. Die Altersappendizitis-Ein Problem der Alterschirurgie. *Akt.Chir.* 1982;17:86-91.
87. Lau WY, Fan ST, Yiu TF, Chu KW, Suen HC, Wong KK. The clinical significance of routine histopathologic study of the resected appendix and safety of appendiceal inversion. *Surg.Gynecol.Obstet.* 1986;162:256-258.
88. Lau WY, Teoh-Chan CH, Fan ST, Yam WC, Lau KF, Wong SH. The bacteriology and septic complication of patients with appendicitis. *Ann.Surg.* 1984;576-581.
89. Lauwers GY. Cytomegalovirus Infection of the Appendix in AIDS. *Gastroenterology* 1992;102/1:379-380.
90. Leape LL, Ramenofsky ML. Laparoscopy for questionable appendicitis: Can it reduce the negative appendectomy rate ? *Ann.Surg.* 1980;191:410-413.
91. Lewis FR, Holcroft JW, Boey J, Dunphy JE. Appendicitis: A critical review of diagnosis and treatment in 1000 cases. *Arch.Surg.* 1975;110:677-684.
92. Lim HK, Bae SH, Seo GS. Diagnosis of acute appendicitis in pregnant women: Value of sonography. *AJR* 1992;159:539-542.
93. Lippert H, Detzner D. Präoperative Untersuchungsbefunde bei Patienten mit einer Appendixperforation. *Zentralbl.Chir.* 1986;111:801-806.
94. Luckmann R. Incidence and case fatality rates for acute appendicitis in California. A population-based study of the effects of age. *Am.J.Epidemiol.* 1989;129/5:905-918.
95. Luhmann J, Schneider A, Braun L. Diagnose der Appendizitis: nur Erfahrung hilft. *Med.Klin.* 1980;75:303-306.
96. Malt RA. The perforated appendix. *N.Engl.J.Med.* 1986;315:1546-1547.
97. Meiser G. Gastrointestinale Ultraschalldiagnostik: die chirurgische Bedeutung faßbarer Befunde Teil 3: Erkrankungen des Dünn-und Dickdarmes einschließlich der Appendix. *Ultraschall Klin.u.Praxis* 1987;2:137-147.
98. Meiser G, Meissner K, Sattlegger P. Ultraschalluntersuchung bei "Akuter Appendizitis", Kür oder Pflicht in der Allgemeinchirurgie. *Ultraschall Med.* 1987;8:197-202.
99. Nauta RJ, Magnant C. Observation versus operation for abdominal pain in the right lower quadrant. *Am.J.Surg.* 1986;151:746-748.

100. Neumayer A, Makar R, Ampel NM, Zukoski CF. Cytomegalovirus appendicitis in a patient with human immunodeficiency virus infection. *Arch.Surg.* 1993;128:467-468.
101. Niekel RAM, Lampmann LEH. Graded compression sonography in acute appendicitis. *ROFO* 1986;145:441-445.
102. Nordback I, Harju E. Inflammation parameters in the diagnosis of acute appendicitis. *Acta Chir.Scand.* 1988;154:43-48.
103. Oehlert W, Lasch HG, Wenz W, Weisschedel E. Die chronische Appendizitis. In: Gödecke AG, ed. 6. *Freiburger Chirurgengespräch.* 1974:1-60.
104. Orr RK, Porter D, Hartman D. Ultrasonography to Evaluate Adults for Appendicitis: Decision Making Based on Meta-analysis and Probabilistic Reasoning. *Acad.Emerg.Med.* 1995;2:644-650.
105. Peltokallio P, Tykka H. Evolution of the age distribution and mortality of acute appendicitis. *Arch.Surg.* 1981;116:153-156.
106. Pieper R, Forsell P, Kager L. Perforating appendicitis. A nine-year survey of treatment and results. *Acta Chir.Scand.(Suppl.)* 1986;530:51-57.
107. Pieper R, Kager L, Näsman P. Acute appendicitis: A clinical study of 1018 cases of emergency appendectomy. *Acta Chir.Scand.* 1982;148:51-62.
108. Pieper R, Kager L, Tidefeldt U. Obstruction of appendix vermiformis causing acute appendicitis. *Acta Chir.Scand.* 1982;148:63-72.
109. Primates P, Goldacre MJ. Appendicectomy for Acute Appendicitis and for Other Conditions: An Epidemiological Study. *Int.J.Epidemiol.* 1994;23:155-160.
110. Puylaert JBCM. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. *Radiology* 1986a;158:355-360.
111. Puylaert JBCM. Mesenteric adenitis and acute terminal ileitis: US evaluation using graded compression. *Radiology* 1986b;161:691-695.
112. Puylaert JBCM. 1. Introduction; 2. Review of literature; 3. Examination technique; 4. Normal US anatomy of the right lower abdomen; 5. Diagnosis of appendicitis by ultrasound. In: *Anonymous Ultrasound of appendicitis and its differential diagnosis.* 1989:1-62.
113. Puylaert JBCM. Imaging and intervention in patients with acute right lower quadrant disease. *Bailliere`s Clinical Gastroenterology* 1995;9:37-51.

114. Puylaert JBCM, Lalisang RI, Werf SDJvd, Doornbos L. Campylobacter ileocolitis mimicking acute appendicitis: Differentiation with graded compression. *Radiology* 1988;166:737-740.
115. Puylaert JBCM, Rutgers PH, Lalisang RI, Vries BCd, Werf SDJvd, Dörr JPJ, Blok RAPR. A prospective study of ultrasonography in the diagnosis of the appendicitis. *N.Engl.J.Med.* 1987;317:666-669.
116. Quillin SP, Siegel MJ. Appendicitis in children: Color doppler sonography. *Radiology* 1992;184:745-747.
117. Quillin SP, Siegel MJ, Coffin CM. Acute appendicitis in children: Value of sonography in detecting perforation. *AJR* 1992;159:1265-1268.
118. Ramachandran P, Sivit CJ, Newman KD, Schwartz MZ. Ultrasonography as an Adjunct in the Diagnosis of Acute Appendicitis: A 4-Year Experience. *J.Pediatr.Surg.* 1996;31:164-169.
119. Ramsden WH, Mannion RAJ, Simpkins KC, Dombal FTd. Is the appendix where you think it is- And if not does it matter? *Clinical Radiology* 1993;47:100-103.
120. Rauch, W. Die Problematik der Indikationsstellung zur Appendektomie unter besonderer Berücksichtigung des postoperativen Ileus - Eine retrospektive Untersuchung. 1989. Ludwig-Maximilian-Universität München, Klinikum Innenstadt. (GENERIC)  
Ref Type: Thesis/Dissertation
121. Riesener K-P, Tittel A, Truong SN, Schumpelick V. Der Wert der Sonographie in der Routinediagnostik der akuten Appendicitis. Eine retrospektive Analyse. *Leber Magen Darm* 1994;24:16-22.
122. Rilinger N, Pascu M, Häberle HJ, Tomczak R, Pfeifer T, Bernhard B, Friedrich JM, Leibing U. Sonographische Aspekte bei klinischem Verdacht auf akute Appendizitis. *Akt.Radiol.* 1994;4:180-183.
123. Rioux M. Sonographic detection of the normal and abnormal appendix. *AJR* 1992;158:773-778.
124. Rosenquist CJ. The Usefulness of Diagnostic Tests. *AJR* 1988;150:1189-1190.
125. Ryden CI, Grunditz T, Janzon L. Acute appendicitis in patients above and below 60 years of age. *Acta Chir.Scand.* 1983;149:165-170.
126. Sanson TG, O'Keefe KP. Evaluation of Abdominal Pain in the Elderly. *Emerg.Med.Clin.North Am.* 1996;14/3:615-627.
127. Sarfati MR, Hunter GC, Witzke DB, Bebb GG, Smythe SH, Boyan S, Rappaport WD. Impact of adjunctive testing on the diagnosis and

- clinical course of patients with acute appendicitis. *Am.J.Surg.* 1993;166:660-665.
128. Savrin RA, Clausen K, Martin EWJ, Cooperman M. Chronic and recurrent appendicitis. *Am.J.Surg.* 1979;137:355-357.
  129. Scheibe O, Allhoff PG. Anmerkungen und Ergänzungen zur Veröffentlichung von J.R.Izbicki et al.:Retro- und prospektive Untersuchung zur Wertigkeit klinischer und laborchemischer Daten bei der akuten Appendicitis. *Chirurg* 1991;62:766-767.
  130. Scher KS, Coil JA. The continuing challenge of perforating appendicitis. *Surg.Gynecol.Obstet.* 1980;150:535-538.
  131. Schmidt G. Gastrointestinaltrakt. In: Schmidt G, ed. *Ultraschall-Kursbuch.* 2 Ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1996:262-282.
  132. Schoelgens C. Native Tissue Harmonic Imaging. *Radiologe* 1998;38:420-423.
  133. Schreiber HW, Otto HF, Koch G, Kortmann KB. Chirurgische Krankheiten der Appendix vermiformis. *Chirurg* 1978;49:679-683.
  134. Schumpelick V, Dreuw B. Kommentar zur Stellungnahme von B.Hontschik und W.-J.Stelter. *Chirurg* 1990;61:908-908.
  135. Schwerk WB, Rothmund M. Akute Appendizitis-Klinische und sonographische Diagnostik. *Endosk.heute* 1988;3:3-5.
  136. Schwerk WB, Wichtrup B, Maroske D. Sonographie bei akuter Appendizitis-eine prospektive, kontrollierte Studie. *Ultraschall Klin.u.Praxis* 1987;Suppl.:10-10.
  137. Schwerk WB, Wichtrup B, Maroske D, Rüschoff J. Sonographie bei akuter Appendizitis. *Dtsch.Med.Wochenschr.* 1988;113:493-499.
  138. Schwerk WB, Wichtrup B, Rothmund M, Rüschoff J. Ultrasonography in the diagnosis of acute appendicitis: A prospektive study. *Gastroenterology* 1989;97:630-639.
  139. Schwerk WB, Wichtrup B, Rüschoff J, Rothmund M. Acute and perforated appendicitis: Current experience with ultrasound-aided diagnosis. *World J.Surg.* 1990;14:271-276.
  140. Semm K. Endoscopic appendectomy. *Endoscopy* 1983;15:59-64.
  141. Semm K. Die pelviskopische Appendektomie. *Dtsch.Med.Wochenschr.* 1988;113:3-5.
  142. Sherlock DJ. Acute appendicitis in the over-sixty age group. *Brit.J.Surg.* 1985;72:245-246.

143. Simonovsky V. Ultrasound in the Differential Diagnosis of Appendicitis. *Clinical Radiology* 1995;50:768-773.
144. Sivit CJ. Diagnosis of acute appendicitis in children: Spectrum of sonographic findings. *AJR* 1993;161:147-152.
145. Sobotta J, Hammersen F. Verdauungsapparat: Magen-Darmkanal - Dünn- und Dickdarm einschl. Wurmfortsatz und Gallenblase. In: Hammersen F, ed. *Atlas der Histologie des Menschen*. 1. Ed. München-Berlin-Wien: Urban&Schwarzenberg, 1975:107-111.
146. Sox HCJ. Probability theory in the use of diagnostic tests. An introduction to critical study of the literature. *Ann.Intern.Med.* 1986;104:60-66.
147. Spear R, Kimmey MB, Wang KY, Sillery JK, Benjamin DR, Sawin RS. Appendiceal US scans: Histologic correlation. *Radiology* 1992;183:831-834.
148. Stewart RJ, Purdie GL, Gupta RK, Isbister WH. Fine catheter aspiration cytology of the peritoneal cavity improves the decision-making about difficult cases of acute abdominal pain. *Lancet* 1986;2:1414-1415.
149. Treutner K-H, Schumpelick V. Appendicitis acuta - eine Status-quo-Analyse/ Epidemiologie der Appendicitis. *Chirurg* 1997;68:1-5.
150. Uebel P, Weiss H, Trimborn CP, Fiedler L, Bersch W. Die sonografische Diagnostik der akuten Appendizitis- Möglichkeiten und Grenzen einer Methode-Ergebnisse prospektiver und retrospektiver klinischer Studien. *Ultraschall Med.* 1996;17:100-105.
151. Ungeheuer E, Fabian W. Das akute Abdomen: 1. Aus der Sicht des Chirurgen. *Dtsch.Ärztebl.* 1984;81:345-350.
152. Vermeulen B, Morabia A, Unger P-F. Influence of White Cell Count on Surgical Decision Making in Patients with Abdominal Pain in the Right Lower Quadrant. *Eur.J.Surg.* 1995;161:483-486.
153. Vipond MN, Paterson-Brown S, Tyrrell MR, Coleman D, Thompson JN, Dudley HAF. Evaluation of fine catheter aspiration cytology of the peritoneum as an adjunct to decision making in the acute abdomen. *Brit.J.Surg.* 1990;77:86-87.
154. Wade DS, Morrow SE, Balsara ZN, Burkhard TK, Goff WB. Accuracy of ultrasound in the diagnosis of acute appendicitis compared with the surgeon's clinical impression. *Arch.Surg.* 1993;128:1039-1046.
155. Waldeyer A, Mayet A. *Anatomie des Menschen: für Studierende u. Ärzte dargestellt nach system., topograph. u. prakt. Gesichtspunkten*. 15 Ed. Berlin; New York: de Gruyter, 1987:249;207-208

156. Wangenstein OH, Dennis C. Experimental proof of the obstructive origin of appendicitis in man. *Ann.Surg.* 1939;110:629-647.
157. White JJ, Santillana M, Haller JA. Intensive in-hospital observation: A safe way to decrease unnecessary appendectomy. *Am.Surg.* 1975;41:793-798.
158. Williams GR. Presidential address: a history of appendicitis. *Ann.Surg.* 1983;197:495-506.
159. Williams RS. Appendicitis: Historical milestones and current challenges. *Med.J.Aust.* 1992;157:784-787.
160. Willmen HR, Houben F, Höfken H. Die Indikation zur Appendektomie nach einer sogenannten "3-Tages- Regel": Erfahrungen aus 10jähriger Anwendung. *Chirurg* 1996;67:826-832.
161. Yacoe ME, Jeffrey RBJ. Sonography of Appendicitis and Diverticulitis. *Radiol.Clin.North Am.* 1994;32:899-911.
162. Yacoe ME, Jeffrey RBJ. Degenerated Uterine Leiomyoma Mimicking Acute Appendicitis: Sonographic Diagnosis. *J.Clin.Ultrasound* 1995;23:473-475.
163. Zielke A, Malewski U, Lindlar R, Förster R, Klotter HJ, Rüschoff J, Sitter H, Rothmund M. Sonographie bei Verdacht auf akute Appendizitis: Möglichkeit oder Notwendigkeit für den Chirurgen? *Chirurg* 1991;62:743-749.

## **Danksagung**

Für die Überlassung des Themas sowie des Untersuchungsmaterials, das die Grundlage für diese Studie bildete, bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn *PD Dr. Ch. Tesch*. Die intensive Betreuung und materiell-technische Unterstützung bei der Umsetzung, seine zahlreichen Anregungen und sein praktischer Beistand trugen wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit bei.

Weiterhin gilt mein Dank all jenen, die Zeit und Geduld geopfert haben, um mir in den verschiedenen Stadien der Materialbeschaffung und –aufbereitung behilflich zu sein;

insbesondere Herrn *Dr. R. Neumann*, Herrn *Dr. R. Schubring* sowie den Mitarbeitern des Pathologischen Instituts, namentlich Herrn *Prof. Dr. med. U. Helmchen*, des Zentralarchivs und der Chirurgischen Dokumentation, besonders Herrn *Dr. Meyer-Pannwitt*.

## **Lebenslauf**

### **Angaben zur Person**

Name: Kathrin Becker  
Geburtstag: 10.08.1966  
Geburtsort: Wolgast  
Familienstand: ledig, 1 Kind (geb. 29.02.00)  
Eltern: Dietrich Becker  
Dr. med. Waltraut Becker, geb. Huber  
Nationalität: deutsch  
Konfession: evangelisch-lutherisch

### **Schulbildung / Ausbildung**

1973-1983 Allgemeinbildende Polytechnische Oberschule  
„Diesterweg“, Ostseebad Kühlungsborn  
1983-1985 Erweiterte Oberschule „Goethe“, Bad Doberan  
Abschluß: Abitur  
1985-1986 Krankenpflegepraktikum  
1986-1989 Studium der Humanmedizin  
Universität Rostock  
1989-1993 Studium der Humanmedizin  
Universität Hamburg  
1992-1993 Praktisches Jahr:-Altonaer Kinderkrankenhaus, Hamburg  
-2. Medizinische Klinik des UK Eppendorf  
-Philadelphia College of Osteopathic Medicine  
1993 Ärztliche Prüfung an der Universität Hamburg  
und Erlaubnis für die Tätigkeit als Ärztin im Praktikum  
1995-1997 AiP: Augenabteilung des Marienkrankenhauses Hamburg  
1997 Erteilung der Approbation  
1997-2000 Assistenzärztin: Augenabteilung des Klinikum Nord, Hamburg  
2001 Facharztanerkennung für Augenheilkunde, Hamburg  
seit 2001 Erziehungsurlaub

## **Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und daß ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

.....