

Aus dem Radiologischen Zentrum des Universitätsklinikums
Hamburg Eppendorf
Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
Direktor: Prof. Dr. med. Gerhard Adam

**Computertomographisch gesteuerte interventionelle Schmerztherapie:
Die Wertigkeit topographischer Kriterien für den klinischen Erfolg.**

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Sönke Kröger
aus Braunschweig

Hamburg 2003

Angenommen vom Fachbereich Medizin der
Universität Hamburg am: 18.Dez. 2003

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende : Priv. Doz. Dr. R. Maas

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/in : Prof. Dr. G. Adam

Prüfungsausschuss, 3. Gutachter/in : Prof. Dr. H. Beck

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
1.1	Erläuterung der Thematik	5
1.2	Ziel der Arbeit	7
1.3	Neuroanatomie des autonomen Nervensystems...	9
1.4	Pathophysiologie des Schmerzes	14
2	PATIENTEN UND METHODE	18
2.1	Patientenklientel	18
2.2	Angewandte bildgebende Methode: Computertomographie	21
2.3	Technische Durchführung	25
2.3.1	Technische Ausstattung	25
2.3.2	Blockadetechniken allgemein	26
2.3.2.1	Vorbereitung und Planung der Intervention	26
2.3.2.2	Nadeltechnik	30
2.3.2.3	Kathetertechnik	33
2.3.2.4	Medikation	36
2.3.3	Spezielle Blockadetechniken in Abhängigkeit von der anatomischen Region	38
2.3.3.1	Grenzstrangblockade	38
2.3.3.2	Plexus coeliacus Blockade	43
2.3.3.3	Spinalnervenblockade	44
2.3.3.4	Facettengelenkblockade	45
2.4	Methodik der Auswertung	48

3	ERGEBNISSE	55
3.1	Komplikationen	55
3.2	Nadel- und Katheterfehlagen.....	55
3.2	Nadellagekorrekturen	57
3.3	Beziehung zwischen Nadellage und Schmerz- reduktion.....	57
3.4	Beziehung zwischen Kontrastmittelverteilung und Schmerzreduktion	58
3.5	Beziehung zwischen Nadellage und Kontrast- mittelverteilung	59
3.6	Auswertung der Kathetertechniken	59
3.7	Klinische Schmerzreduktion unter Berück- sichtigung der einzelnen Techniken.....	61
3.8	Einstichtiefe und Punktionswinkel.....	64
3.9	Verlaufskontrolle der Schmerzreduktion	64
4	DISKUSSION	66
4.1	Thematik und Ziele	66
4.2	Patienten und Methode	71
4.3	Ergebnisse.....	75
4.3.1	Komplikationen	75
4.3.2	Nadelpositionierung	77
4.3.3	Kathetertechniken	79
4.3.4	Vor- und Nachteile des CT-gesteuerten Vorgehens	80
4.3.5	Follow-up	81
5	ZUSAMMENFASSUNG	83

6	LITERATUR	84
7	DANKSAGUNG	89
8	LEBENS LAUF	90

1 Einleitung

1.1 Erläuterung der Thematik

Die Anfänge der Schmerztherapie lassen sich bereits vor ca. 4000 Jahren im Alten China finden. Dort soll der „Rote Kaiser“ und „Himmlische Ackermann“ Shen Nung nicht nur den Pflug erfunden, sondern auch ein medizinisches Heilkräuterbuch, das „Pen-tsáo king“ verfasst haben. In diesem empfahl er zur Schmerzbehandlung bei chirurgischen Eingriffen Wein und Mandragora (verwandt mit der europäischen Alraunwurzel)[1,2]. Bis heute stellt die Therapie *chronischer* therapierefraktärer Schmerzzustände sowie starker bis stärkster *tumorbedingter* Schmerzen für den behandelnden Arzt eine problematische und anspruchsvolle Aufgabe dar.

In einigen Fällen verhindern medikamentöse Nebenwirkungen, wie z.B. Übelkeit oder Obstipation, die für starke Schmerzen erforderliche Dosierung. Dieses bedeutet, dass insbesondere bei zunehmender Schmerzsymptomatik, wie es z.B. bei tumorbedingten Schmerzen mit fortschreitender Grundkrankheit häufig der Fall ist, eine erforderliche weitere Schmerzreduktion oder Schmerzfreiheit nicht erreicht werden kann.

Auch bei chronischen Schmerzzuständen, wie z.B. bei der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK), der Zoster Neuralgie, dem Phantomschmerz oder dem komplexen regionalen Schmerzsyndrom („complex regional pain syndrome“=CRPS), stellen medikamentöse Nebenwirkungen zum Teil ein erhebliches Problem dar. Besonders bei diesen chronischen Schmerzformen ist die Verbesserung der Lebensqualität für längere Zeiträume das oberste Ziel. Daher muss während der Therapie ständig sorgfältig zwischen der Belastung des Patienten durch uner-

wünschte Nebenwirkungen und dem Gewinn an Lebensqualität durch die medikamentöse Schmerzreduktion abgewogen werden. Es hat sich deshalb sowohl in der Behandlung schwer beherrschbarer chronischer Schmerzzustände als auch starker tumorbedingter Schmerzen zunehmend ein Trend zu interventionellen Therapieverfahren entwickelt. Mittels interventioneller Techniken kann der Schmerztherapeut gezielt Medikamente in hoher Dosierung an den Ort der Schmerzentstehung applizieren oder Schmerzleitungszentren blockieren. Hierbei werden mit Hilfe dünnlumiger kleinkalibriger Nadeln periphere Nerven bzw. sympathische Schmerzleitungszentren durch Infiltration von Lokalanästhetika oder Alkohol vorübergehend oder dauerhaft ausgeschaltet [3,4]

In vielen Fällen gelingt es so, den Schmerz lokal interventionell auszuschalten. Der große Vorteil dieser Techniken besteht darin, dass die eingangs beschriebenen z.T. erheblichen und dadurch limitierenden systemischen Nebenwirkungen gar nicht oder zumindest nur in deutlich abgeschwächter Form auftreten. Die erfolgversprechenden ersten Erfahrungen mit der interventionellen Schmerztherapie haben zur Entwicklung immer gezielter und teilweise invasiverer Techniken auch in anatomisch schwierigen Regionen geführt. Hierdurch können jedoch bei ungenauer Nadelplatzierung erhebliche Risiken für den Patienten entstehen. Beispiele dafür wären Gefäßverletzung, Lungenverletzung oder Verletzungen parenchymatöser abdomineller Organe. Deshalb wird für die kontrollierte Steuerung der interventionellen Methoden vermehrt der Einsatz moderner bildgebender Verfahren gefordert. Mit denen kann sowohl die Nadelspitze millimetergenau in der gewünschten anatomischen Region platziert werden, als auch eine etwaige Komplikation bzw. Fehllage rechtzeitig erkannt werden. Prinzipiell sind hierfür der Ultra-

schall, die Röntgendurchleuchtung, die Computertomographie und die Kernspintomographie verwendbare Verfahren. An unserer Klinik hat die zunehmende Verfügbarkeit ebenso, wie die gesunkenen Kosten der Computertomographie (CT), als auch die hohe Ortsauflösung selbst in anatomisch schwierigen Regionen dazu geführt, immer häufiger die CT als präzise Steuerungshilfe bei schmerztherapeutischen interventionellen Eingriffen einzusetzen.

1.2 Ziel der Arbeit

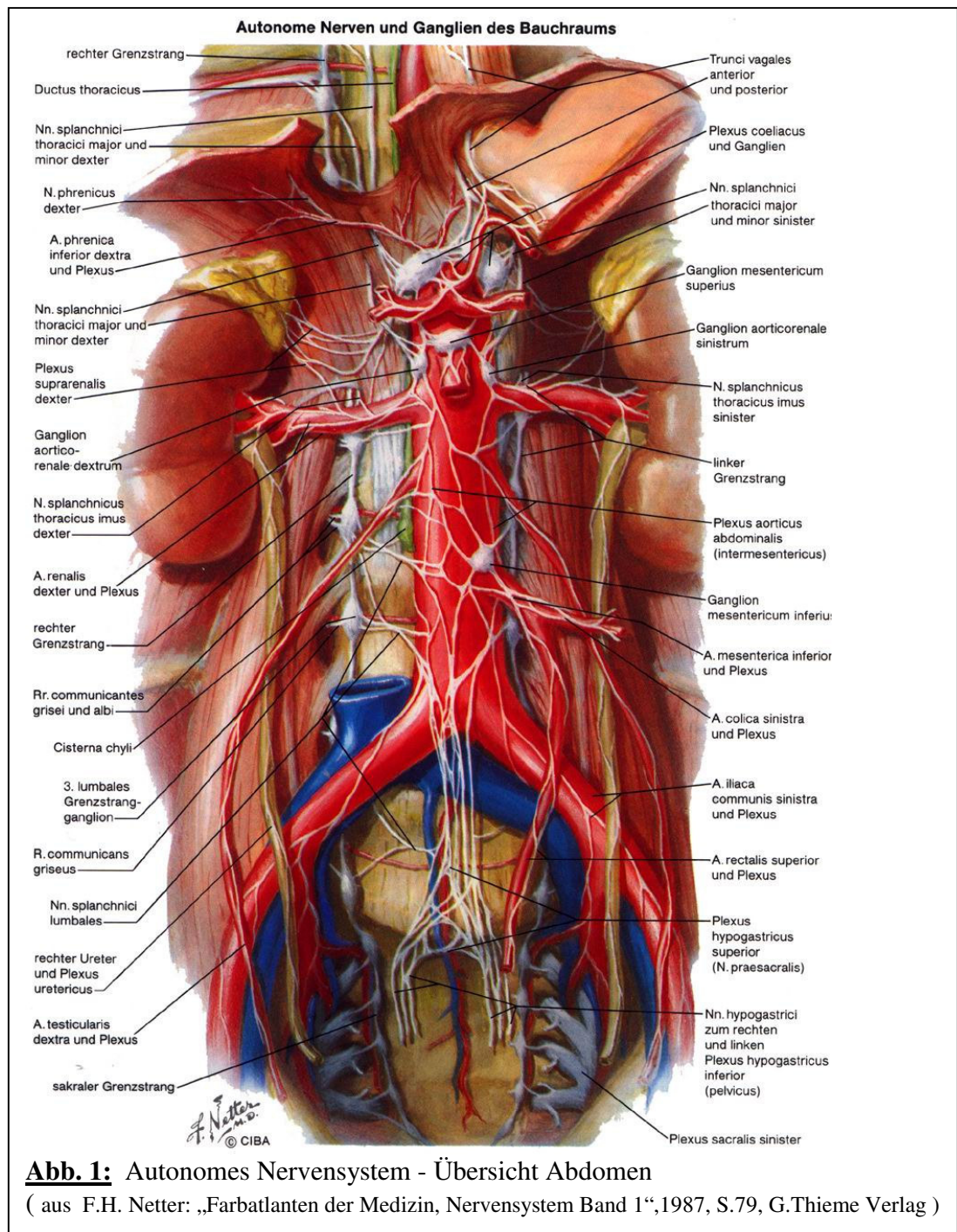
Ziel dieser Arbeit ist es an Hand unserer Erfahrungen und retrospektiver Auswertung CT-gesteuerter schmerztherapeutischer Interventionen aus den Jahren 1992-1998 die Bedeutung der CT für die moderne interventionelle Schmerztherapie herauszuarbeiten.

1. Es wird die Genauigkeit der CT für das Auffinden der erforderlichen anatomischen Strukturen sowie die Möglichkeiten zur Planung, Durchführung und Überwachung/ Kontrolle des interventionellen Eingriffes evaluiert. Der Stellenwert der CT als Navigationshilfe soll insbesondere auch in schwierigen, komplikationsträchtigen anatomischen Regionen, z.B. der paravertebralen Region bei der thorakalen Grenzstrangblockade, herausgearbeitet werden.
2. Unter Berücksichtigung verschiedener Nadel- und Kathertekniken soll versucht werden, eine Beziehung zwischen CT-morphologischen Kriterien, wie Nadellage, Einstichwinkel und Kontrastmittelverteilung, und dem klinischen schmerztherapeutischen Ergebnis herzustellen. So könnte dann ggf. bereits zum Zeitpunkt der Intervention

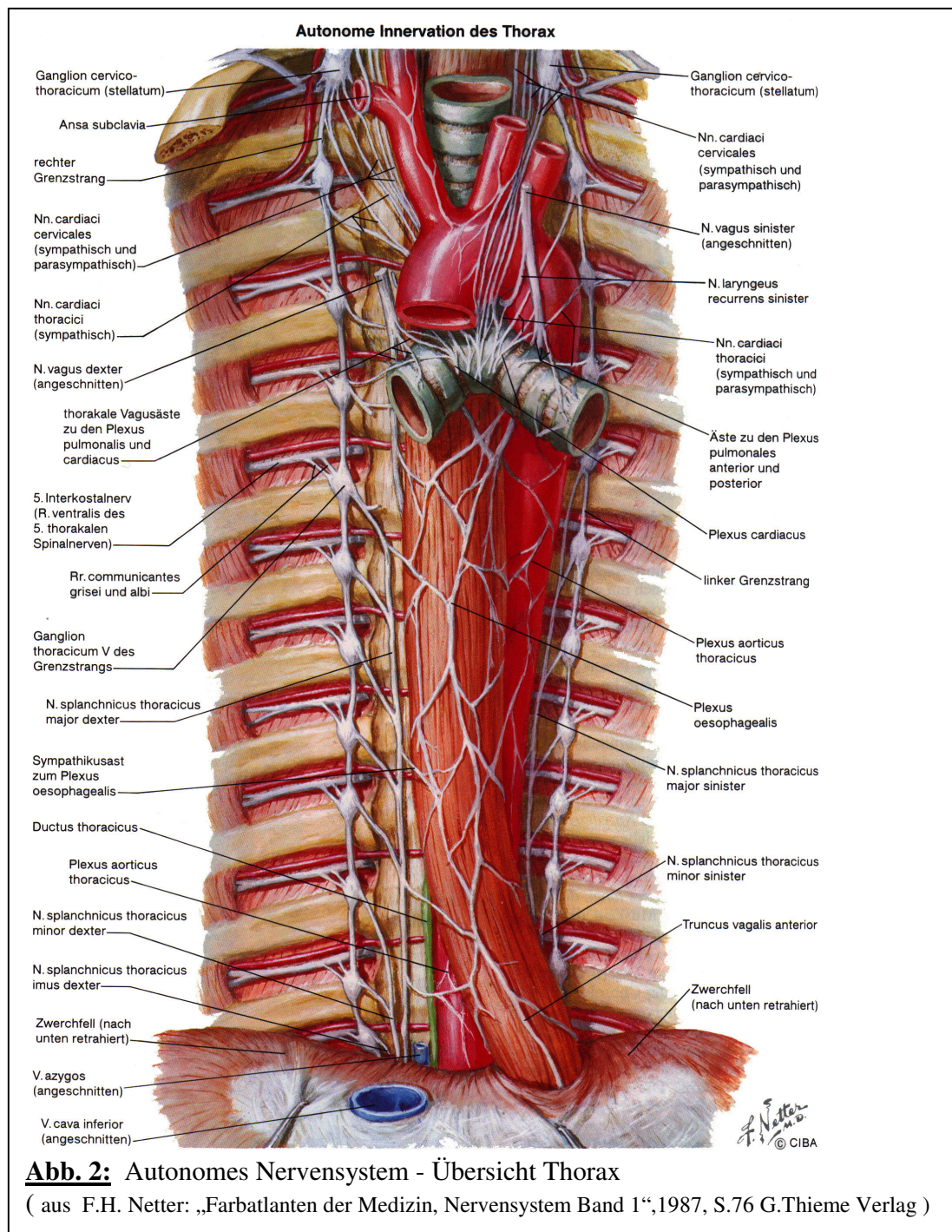
- der spätere klinische Erfolg abgeschätzt und eventuell notwendige Nadelkorrekturen vorgenommen werden.
3. Es soll die Frage untersucht werden ob eine millimetergenaue CT-gesteuerte Nadelplatzierung bei den angewendeten Blockadetechniken im Vergleich mit dem späteren klinischen Ergebnissen überhaupt erforderlich ist, oder ob eine ungenauere Nadelplatzierung auch ausreichend sein würde?
 4. Ferner stellt sich die Frage, ob der erhebliche apparative, organisatorische und personelle Aufwand der CT als Interventionshilfe in der klinischen Routine überhaupt zu realisieren ist. Hierbei muss der erhöhte Zeitaufwand bei der Behandlung der häufig älteren z.T. multimorbiden Patienten ebenso wie die Organisation der notwendigen interdisziplinären Kooperation (Anästhesie <-> Radiologie) berücksichtigt werden.
 5. Abschließend wird in dieser Arbeit versucht, den langfristigen klinischen Erfolg der durchgeführten therapeutischen Interventionen bei den unterschiedlichen angewandten Techniken und Patientengruppen zu evaluieren.

1.3 Neuroanatomie des autonomen Nervensystems

Das periphere vegetative (autonome) Nervensystem gliedert sich im Prinzip in zwei Anteile, die sich in vielen Bereichen gegensätzlich verhalten, nämlich in das parasympathische (trophotrope) Nervensystem und in das sympathische (ergotrope) Nervensystem.



Das für die interventionelle Schmerztherapie bedeutsame sympathische Nervensystem (s. Abb. 1 und 2) hat seinen Ursprung im Thorakalmark Th1 bis Th12, sowie in den zwei oberen Lumbalsegmenten.



Hier entspringen die praeganglionären sympathischen Fasern aus den Zellen des Seitenhornes (Nucleus intermediolateralis) des Rückenmarks. Sie verlassen zusammen mit den Motoneuronen durch die vordere Wurzel das Rückenmark, um sich dann in Höhe des Spinalganglions wieder als markhaltige Fasern (R. communicans albus) von diesen zu trennen und in den Grenzstrang überzutreten. Im Grenzstrang wird ein Teil der Fasern direkt auf postganglionäre Neurone umgeschaltet. Andere Fasern laufen erst im Grenzstrang einige Segmente auf- oder abwärts und wieder andere werden erst in praevertebralen Ganglien auf postganglionäre Neurone umgeschaltet. Die für die interventionelle Schmerztherapie besonders bedeutsamen Ganglia coeliaca (Plexus coeliacus) liegen meist als vier einzelne Ganglien direkt um den Truncus coeliacus.

Die postganglionären Fasern verlassen als marklose R. communicans griseus das Grenzstrangganglion und ziehen mit den Spinalnerven zu den entsprechenden Hautdermatomen. Oder sie verlassen die praevertebralen Ganglien (z.B. Ganglion coeliacum, mesentericum sup. und inf.) und verlaufen entlang der Blutgefäße zu den Erfolgsorganen (z.B. Magen, Duodenum, Leber, Pankreas und Milz).

Wichtig im Hinblick auf die interventionelle Schmerztherapie ist besonders die anatomische Besonderheit, dass in den praevertebralen Ganglien (z.B. Plexus coeliacus) nicht nur sympathische Nervenfasern verlaufen, sondern unter anderem auch afferente viscerale Neurone, die z.B. viscerale Schmerzempfindungen von der Leber oder dem Pankreas zum Rückenmark weiterleiten.

Funktionell ist der sympathische Anteil des autonomen Nervensystems für die Steuerung der Durchblutung insbesondere der

Extremitäten und für die Steuerung der Funktion von inneren Organen wie Herz, Leber, Lunge und Magen-Darmtrakt sowie für die Schweißdrüsensekretion zuständig. Hierbei zielt die sympathische Steuerungsfunktion bei der Beeinflussung der Effektororgane grundsätzlich in Richtung auf eine Leistungssteigerung des Gesamtorganismus in Hinblick auf eine Erhöhung der "Flucht und Kampfbereitschaft". Es kommt also zu einer vermehrten Durchblutung der Skelettmuskulatur, Erhöhung des Blutdruckes, Pulsbeschleunigung, Zunahme des Atemvolumens und vermehrter Adrenalinausschüttung. Weiterhin ist das sympathische Nervensystem an der Entstehung und Unterhaltung einer Reihe von chronischen Schmerzsyndromen beteiligt. Beispiele dafür sind der Phantomschmerz, die Zosterneuralgie und das CRPS. Unter dem Begriff des CRPS werden von der International Association for the Study of pain (I.A.S.P.) seit 1993 sympathikusmodulierte Schmerzsyndrome zusammengefasst. Diese können entweder als CRPS I ohne nachweisbare Nervenläsionen (ehemals sympathische Reflexdystrophie, M.Sudeck) oder als CRPS II mit Nervenläsionen (ehemals Kausalgie) einhergehen [5,6].

Beim CRPS I herrscht meistens ein brennendes kontinuierliches Schmerzempfinden vor, das spontan auftritt oder durch Reize ausgelöst wird. Das CRPS II zeichnet sich hingegen bei ebenfalls brennender Schmerzempfindung zusätzlich durch Allodynie (häufig: Kälteallodynie) und Hyperpathie aus.

Die Nomenklatur ist hier jedoch keinesfalls einheitlich und auch weiterhin Gegenstand vieler Diskussionen [7]. So wird auch häufig der Begriff des sympathisch unterhaltenen Schmerzsyndromes (sympathetic maintained pain = SMP) verwendet.

Pathophysiologisch könnte es sich bei dem CRPS um Kurzschlussverbindungen zwischen sympathischen und afferenten Neuronen handeln, die entweder peripher oder auf Rückenmarksebene stattfinden und sich selber im Sinne eines Circulus vitiosus aufrechterhalten und/oder verstärken können [8].

Ansatzpunkte für die interventionelle Schmerztherapie finden sich am sympathischen Nervensystem durch die Blockade der sympathischen Efferenzen im Grenzstrang selber. Dieses führt zur Aufhebung des Sympathikuseffektes an den Erfolgsorganen. Ein Beispiel wäre die nach Blockaden verbesserte Peripheriedurchblutung durch Aufhebung der Sympathikuswirkung (Gefäßverengung) bei der Therapie der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit [9,10]. Aber auch das CRPS bzw. dessen Circulus vitiosus läßt sich auf diese Weise unterbrechen, z.B. beim CRPS I.

Einen anderen Angriffspunkt für die interventionelle Schmerztherapie stellen die sympathischen praevertebralen Ganglien mit den dort durchziehenden visceralen Fasern dar, wobei hier von besonderer Bedeutung die Ganglia coeliaca sind. Insbesondere bei Tumorschmerzen im Oberbauch z.B. bei Pankreaskarzinomen oder Magenkarzinomen sind die Ganglia coeliaca bevorzugter Ansatzpunkt für Blockadetechniken oder Neurolysen [11].

Weitere Strukturen für interventionelle Maßnahmen sind die afferenten Nervenfasern in den Intervertebralgelenken (Facettengelenken) und direkt die Spinalnerven in den zugehörigen Neuroforamina [12,13], z.B. bei der Zoster Neuralgie.

1.4 Die Pathophysiologie des Schmerzes

Nach Definition der "International Association for the Study of pain" (Merskey 1986) ist der Schmerz ein "unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktuellen oder potentiellen Gewebsschädigungen verknüpft ist oder mit Begriffen solcher Schädigungen beschrieben wird." [14]

Der Schmerz als solches hat somit zuallererst eine protektive Bedeutung und für sich genommen keinen Krankheitswert. In vielen Fällen wird man es daher mit dem Phänomen Schmerz als Symptom zu tun haben, wobei die zugrundeliegende Krankheit und nicht der Schmerz im Mittelpunkt der ärztlichen Bemühungen stehen sollte. Wird die Grundkrankheit erfolgreich behandelt und damit der Entstehungsgrund der Schmerzen, dann ist auch der Schmerz als Symptom erfolgreich therapiert.

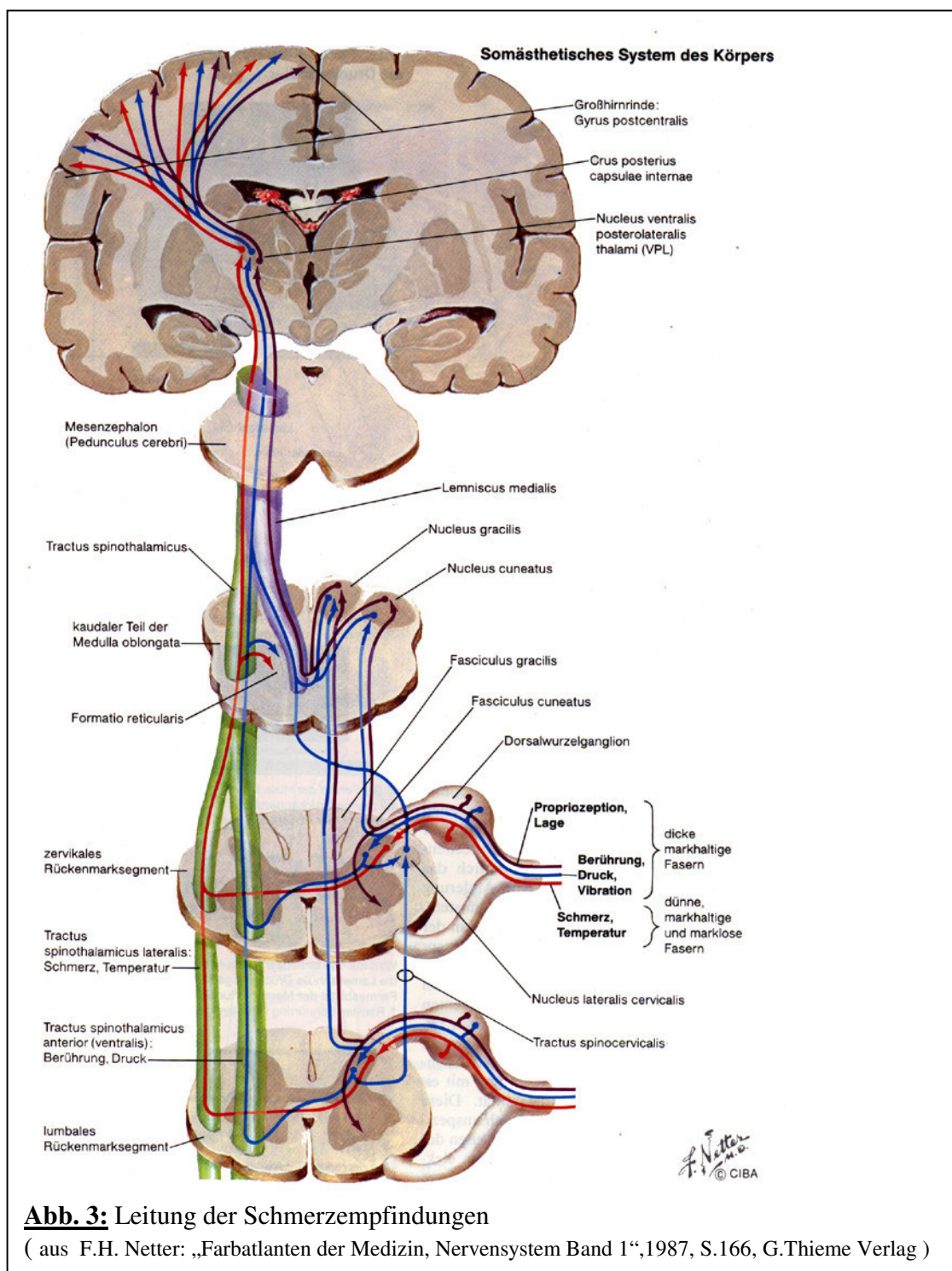
In einigen Fällen jedoch muss auch die Therapie dieses Symptoms „Schmerz“ in Angriff genommen werden, da mit der Behandlung der Grundkrankheit keine oder keine ausreichende Schmerzreduktion oder gar Schmerzfreiheit erreicht werden kann.

Neben dem beschriebenen Phänomen Schmerz als Symptom gibt es jedoch auch das Phänomen Schmerz als Krankheit sui generis. Hierbei handelt es sich um Fehlregulationen oder Kurzschlussverbindungen im neuronalen nozizeptiven System, wobei hier der entstehenden Schmerzempfindung eben gerade keine aktuelle oder potentielle Gewebsschädigung zu Grunde liegt. Als Beispiel sei hier noch einmal der Phantomschmerz nach Amputation einer Extremität oder das CRPS genannt. In diesen Fällen steht der Schmerz als solcher und nicht eine somatische Grunderkrankung im Vordergrund der therapeutischen Bemühungen.

Zwischen den beiden unterschiedlichen Erscheinungsformen des Phänomens Schmerz gibt es natürlich fließende Übergänge und Überlappungen.

Neuroanatomisch stammen die dünnen markarmen oder marklosen Nervenfasern für die Schmerz- und Temperaturempfindung aus den Zellen der Spinalganglien (s.Abb.3). Nach zentripetal gelangen ihre Fortsätze durch die Hinterwurzel in das Rückenmark, wo dann das 1.Neuron im Hinterhorn des Rückenmarkes bzw. in der Substantia gelatinosa endet. Hier werden sie umgeschaltet auf das 2.Neuron und kreuzen zur Gegenseite, um dann im Tractus spinothalamicus lateralis weiter nach kranial zu verlaufen. In der Medulla oblongata verläuft der Tractus spinothalamicus lateralis als Lemniscus spinalis am lateralen Rand des Olivenkernes und gibt hier zahlreiche Kollateralen an die Formatio reticularis ab, wo ein beträchtlicher Teil der Nervenfasern als Tractus spinoreticularis auch endet. Die Formatio reticularis wiederum ist selber Bestandteil des aufsteigenden Aktivierungssystems, das unter anderem dafür sorgt, dass Schmerzimpulse nicht nur zu bewussten Empfindungen werden, sondern der Organismus auch in einen Wach- oder Alarmzustand versetzt und seine Aufmerksamkeit gesteigert wird.

Weiter verlaufen die meisten übrigen spinothalamischen Nervenfasern im Mittelhirn durch den Lemniscus medialis zu den Zellen des Nucleus ventralis posterior thalami, in dem sie in somatotopischer Ordnung enden. Einige wenige Nervenfasern ziehen jedoch auch zu anderen Thalamuskernen z.B. in die intralaminären Kerne. Von den Zellen des Nucleus ventralis posterior thalami verlaufen dann schließlich tertiäre Nervenfasern weiter zur Postzentralregion.



Der beschriebene Verlauf der Schmerzbahn ist jedoch auch neuroanatomisch keine Einbahnstraße: Es werden nicht nur Schmerzreize von der Peripherie über den Tractus spinothalami-

cus lateralis nach zentral geleitet, sondern die periphere Reizzufuhr wird zusätzlich von absteigenden zentrifugal verlaufenden Nervenfasern aus der Zentralregion, dem Kleinhirn und der *Formatio reticularis* reguliert. Diese höheren Zentren können entweder einen hemmenden oder bahnenden Einfluss auf die Schmerzreize besitzen.

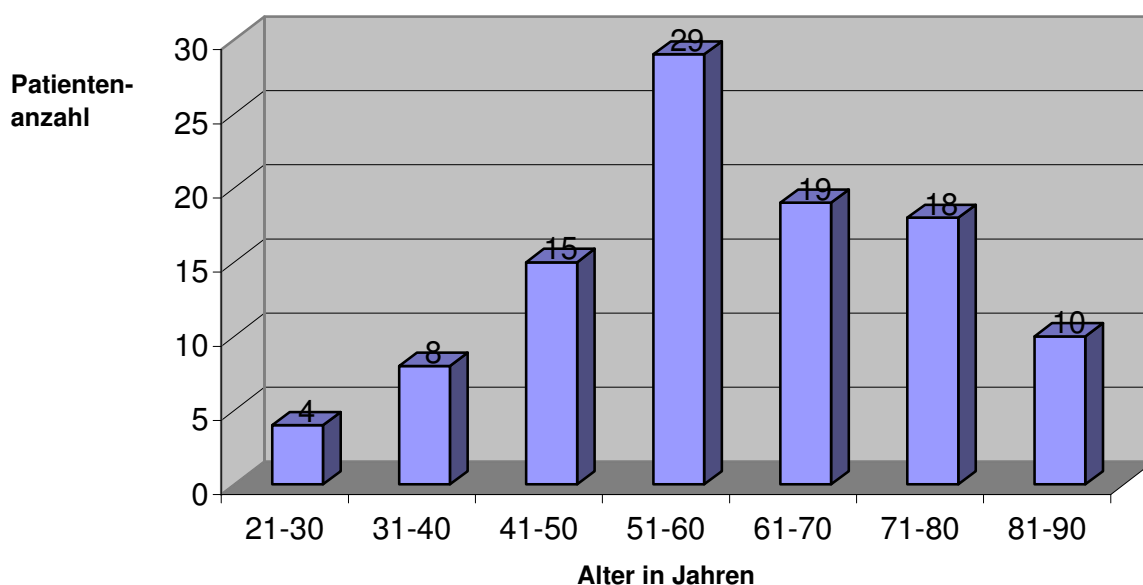
2 Patienten und Methode

2.1 Patientenkollektel

Es wurden 160 CT-gesteuerte schmerztherapeutische interventionelle Eingriffe bei 103 Patienten retrospektiv ausgewertet.

Von den 103 Patienten waren 51 Frauen und 52 Männer, wobei der jüngste Patient 21 Jahre alt und der älteste 90 Jahre alt war (s. Diagramm 1).

Diagramm 1:



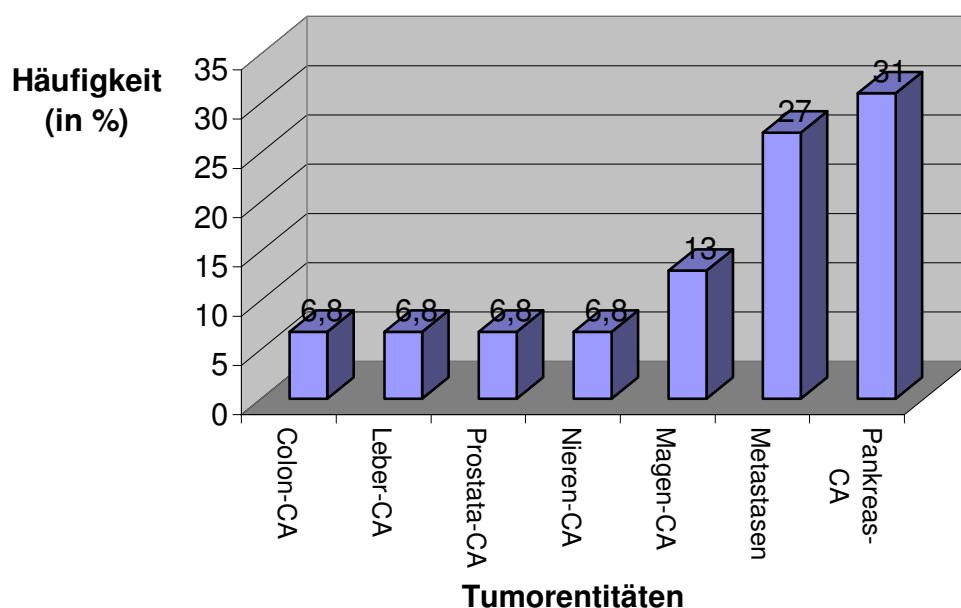
Legende: Altersverteilung des Patientenkollektives.

Das Patientenkollektiv setzte sich zu 30% aus Tumorpatienten (n=31) und zu 70% aus Patienten mit chronischen therapierefraktären Schmerzen (n=72) zusammen.

Bei den Tumorleiden stand das Pankreaskarzinom mit 31% im Vordergrund, gefolgt von Tumorschmerzen bedingt durch Metas-

tasen 27% (Mamma-CA, Ovarial-CA, Plasmozytom sowie Metastasen bei unklarem Primarius), dem Magen-CA 13% und zu gleichen Anteilen dem Nieren-, Prostata- und Leber-CA (s. Diagramm 2).

Diagramm 2:



Legende: Tumorpatienten - Verteilung der Tumoren.

Die einzelnen Tumorentitäten in Relation zu ihrem prozentualen Auftreten in dem Patientenkollektiv

Bei der größeren heterogenen Gruppe der Patienten mit chronischen therapierefraktären Schmerzen (n=72) war mit 42% die periphere AVK der häufigste Grund für die schmerztherapeutische Intervention. Gefolgt wurde diese Gruppe von den typischen sympathisch unterhaltenen Schmerzsyndromen wie dem CRPS, dem Phantomschmerz und der Zosterneuralgie, die zusammen 26% der Indikationen für die Interventionen darstellten.

Auf Grund der Vielfalt der Grunderkrankungen unserer Patienten waren unterschiedliche Nadel- und Kathetertechniken in verschiedenen Körperregionen erforderlich (s. Tabelle 1). Hierbei wurde der bei weitem größte Anteil der Interventionen (n=104) von Grenzstrangblockaden/-neurolysen gestellt. Die Plexus coeliacus Blockaden/ Neurolysen bildeten (n=31) die zweitgrößte Gruppe gefolgt von den Interventionen direkt an den Spinalnerven (n=13).

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Techniken (Interventionen n=160)

	Spinalnadeltechnik („single shot“)		Kathetertechnik („continous therapy“)
	Blockaden	Neurolysen	
Grenzstrang (104)	25	54	25
Plexus coeliacus (31)	5	24	2
Spinalnerven (13)	4	9	---
Facettengelenke (12)	7	5	---

2.2 Angewandte bildgebende Methode: Computertomographie

An dieser Stelle soll kurz auf die Grundlagen der Computertomographie eingegangen werden, da es sich hierbei um das entscheidende bildgebende Verfahren in der vorliegenden Arbeit handelt.

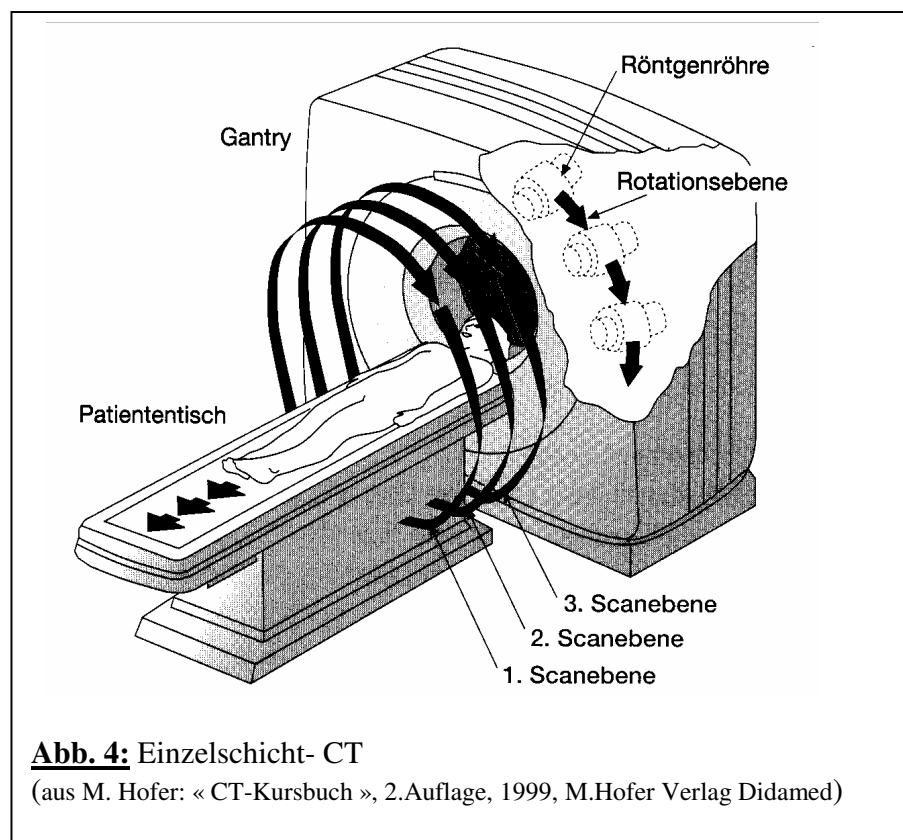
Die Computertomographie (CT) hat seit ihrer Entwicklung im Jahre 1972 von Sir G.N.Hounsfield die radiologische Diagnostik entscheidend verändert.

Die Weiterentwicklungen dieses diagnostischen Verfahrens in den frühen 90er Jahren mit Einführung des Spiral-CT und im Jahre 1999 mit der Einführung des Mehrzeilen-Spiral-CT, haben den Einsatzbereich und die Bedeutung der Computertomographie für die moderne Medizin weiter vergrößert.

Das Funktionsprinzip der Computertomographie besteht aus einem sich um ein Objekt (z.B. in der Medizin den Patienten) kreisförmig bewegendes Röntgenröhren-Detektorsystem, das in der Lage ist, überlagerungsfreie Transversalschichtbilder in einer sehr hohen Kontrastauflösung zu liefern.

Durch die Detektoren wird die Strahlungsintensität nach Durchstrahlung des Objektes gemessen. Mittels der registrierten Strahlungsintensitäten kann der Computer anschließend durch spezielle Algorithmen Schichtbilder des durchstrahlten Objektes berechnen. Bei der konventionellen Computertomographie oder Einzelschicht-CT wird erst in einer definierten Schichtbreite eine 360° Rotation des Röntgenröhren-Detektorsystems durchgeführt und dann die so gewonnenen Daten des durchstrahlten Volumens berechnet. Anschließend erfolgt ein Tischvorschub um einen ebenfalls genau vorher festgelegten Betrag und danach

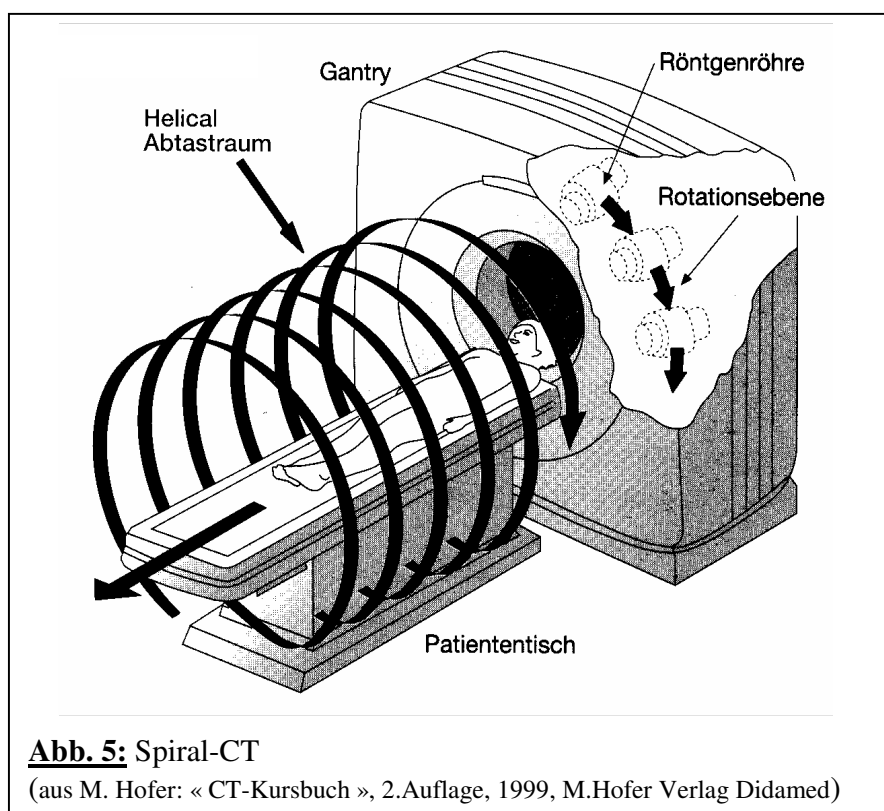
wieder eine 360° Rotation des Röntgenröhren-Detektorsystems (s. Abb. 4).



Auf diese Weise wird das gesamte zu untersuchende Volumen (z.B. das Abdomen) Schicht für Schicht abgetastet. Ein großer Nachteil dieses Untersuchungsverfahrens ist der relativ hohe zeitliche Aufwand. Deshalb ist bei dieser Technik vom Patienten ein hohes Maß an Mitarbeit und Toleranz gefordert. Auch die Anwendung und Qualität dynamischer mit Röntgenkontrastmittel verstärkter Untersuchungen (z.B. Gefäßdarstellungen, Perfusionsverhalten der parenchymatösen Organe) ist deutlich eingeschränkt. Ein weiterer gravierender Nachteil dieser sequenziellen Technik ist, dass auf Grund unterschiedlicher Inspirationslagen während der Erstellung der einzelnen Schichten kleinere Veränderungen bzw. Pathologien (z.B. kleine Lungenmetastasen) eventuell nicht mit dargestellt werden. Der Vorteil

der konventionellen oder auch sequentiellen ("Schicht für Schicht") Untersuchungsmodalität liegt in den nach heutigen Maßstäben sehr geringen Hardware- und Software-Anforderungen dieser Technik, so dass diese Form der Computertomographie zumindest in West-Europa weit verbreitet und in den meisten Krankenhäusern verfügbar ist.

Im Gegensatz zu der konventionellen/ sequentiellen Computertomographie wird bei der Spiral-Computertomographie das zu untersuchende Volumen nicht Schicht für Schicht abgetastet. Die Röntgenröhren-Detektoreinheit vollführt vielmehr eine ständige kreisförmige Bewegung, während sich der Patiententisch kontinuierlich vorbewegt, bis das gesamte Volumen in Form einer helikalen Spirale abgetastet worden ist (s.Abb.5).



Der große Vorteil dieser Technik ist das schnelle Erfassen eines großen Untersuchungsvolumens in einer vergleichsweise sehr

kurzen Zeitspanne. Intravenöse Kontrastmittelapplikationen können jetzt wesentlich genauer sowohl die Blutgefäße selber, als auch die Durchblutung der parenchymatösen Organe in verschiedenen Phasen detailreich darstellen.

Ein weiterer Vorteil der Spiral-CT besteht in der Möglichkeit der Bildrekonstruktion. So können aus dem gewonnenen Datensatz beliebig viele Einzelbilder berechnet werden und dieses nicht nur in transversaler Schichtung, sondern in jeder beliebigen Raumbene. Zusätzlich können an Hand der Rohdaten auch sekundär andere Bildbetrachtungsmodalitäten wie z.B. 3D-Oberflächen-Projektionen oder MIP (Maximum Intensity Projection) erzeugt werden.

2.3 Technische Durchführung

2.3.1 Technische Ausstattung

Vor Beginn einer interventionellen Schmerztherapie empfiehlt es sich, insbesondere bei Tumorpatienten eine diagnostische Computertomographie zur Beurteilung des Lokalbefundes (Tumorausdehnung, Tumordinfiltration) als Spiral-CT durchzuführen.

Für die Steuerung der Interventionen selber wird nur ein sequenzieller Computertomograph bzw. der Einzelschicht-Modus/Biopsie-Modus eines Spiral-CT benötigt. Die CT wird hierbei nur zur hochauflösenden Nadel-/Katheterlagekontrolle und zur Kontrolle der Kontrastmittelausbreitung benötigt, und nicht zum schnellen Scannen einer größeren Körperregion.

In unserer Klinik standen für die Durchführung der Interventionen ein Siemens Somatom Plus, sowie ein Philips Tomoscan SR 7000 zur Verfügung. Aus räumlichen/logistischen Gründen wurde der Großteil der Eingriffe am Philips Tomoscan SR 7000 durchgeführt. Beide CT-Scanner sind Spiral-CTs, jedoch wurde, wie oben beschrieben, für die Interventionen nur der Einzelschicht-Modus verwendet.

2.3.2 Blockadetechniken allgemein

2.3.2.1 Vorbereitung und Planung der Intervention

Trotz unterschiedlicher Schmerzlokalisationen und den verschiedenen pathophysiologischen Genesen der Schmerzen, ist doch bei allen Interventionen eine gemeinsame Grundtechnik vorhanden, die dann jeweils für den gewünschten therapeutischen Ansatz entsprechend abgewandelt wird.

Allgemein lassen sich die Blockaden in drei Hauptgruppen gliedern:

1. diagnostische Blockaden

Hierbei werden reversible Blockaden der Zielstrukturen mit Lokalanästhetika vorgenommen. Die Schmerzursachen oder zumindest die Mitbeteiligung der blockierten Strukturen an dem Beschwerdebild lassen sich so überprüfen.

2. prognostische Blockaden

Diese erlauben, ebenfalls mit Lokalanästhetika noch reversibel durchgeführt, eine Abschätzung der klinischen Wirkung einer eventuellen späteren therapeutischen Blockade.

3. therapeutische Blockaden

Bei diesen Techniken werden neurodestruktive Verfahren verwendet, um die entsprechenden nervalen Strukturen dauerhaft irreversibel auszuschalten. Hierbei sind prinzipiell chemische, thermische und auch kryotherapeutische Verfahren interventionell möglich. Bei unserem Patientenkollektiv kamen ausschließlich chemische Neurolysen zur Anwendung.

Die verschiedenen Indikationen für die einzelnen Blockadetechniken werden im Kapitel 2.3.3 unter Berücksichtigung der anatomischen Regionen besprochen.

Der Patient sollte nüchtern zur geplanten Intervention erscheinen. Die Anlage eines peripheren Zuganges erscheint aus Sicherheitsgründen obligat, auch wenn kein intravenöses Kontrastmittel appliziert werden soll. Bei einer ausreichenden Nierenfunktion (Kreatininwert bis 1,8mg/dl) und fehlender sonstiger Ausschlusskriterien für intravenöses jodhaltiges Kontrastmittel, sollte jedoch insbesondere vor Grenzstrangblockaden eine vorherige Kontrastierung der Ureteren erfolgen, um akzidentielle Verletzungen derselben zu vermeiden.

Bei der Plexus coeliacus Blockade ist für die computertomographische Identifizierung des Truncus coeliacus meistens kein intravenöses Kontrastmittel notwendig. Bei adipösen Patienten ebenso wie bei ausgeprägten narbigen und/oder tumorösen Veränderungen kann jedoch im Einzelfall auch hier eine Kontrastmittelapplikation hilfreich sein.

Mit Ausnahme der Plexus coeliacus Blockade (s.u.) erfolgen die meisten Interventionen in Bauchlage, sofern dieses vom Patienten toleriert wird.

Zuerst wird im CT ein Topogramm der interessierenden Körperregion angefertigt, d.h. ein Übersichtsscan mit Tischvorschub bei nicht rotierender Röntgenröhre, ähnlich einer konventionellen Röntgenaufnahme. Das Topogramm erfolgt meistens im seitlichen Strahlengang, da sich hierbei die Wirbelkörper besser abzählen lassen und somit die Höhenlokalisation exakt bestimmbar ist.

Anschließend wird im CT Schicht an Schicht die klinisch relevante Region aufgesucht, wobei hierfür 8-10 mm dicke Schichten zur Anwendung kommen. Ist der anatomische Zielort des

Eingriffes in einer Einzelschicht exakt lokalisiert, wird der CT-Tisch mit dem Patienten genau an diese Position gefahren. Nun erfolgt bei eingeschaltetem Lichtvisier, welches den Scanbereich des Computertomographen markiert, das Aufkleben einer metalledichten Hautmarkierung in Höhe des gewünschten späteren Einstichpunktes (s. roter Pfeil in Abb.6).

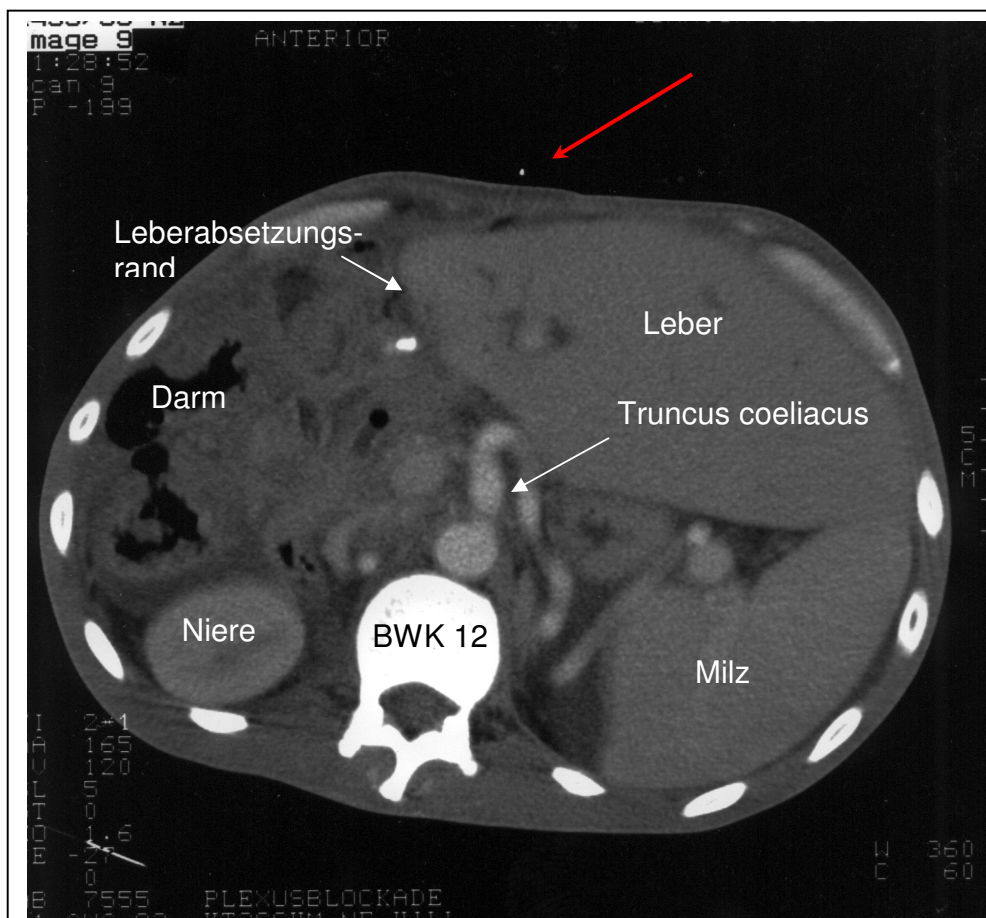


Abb. 6:

Punktionsortbestimmung mit Markierung der geplanten Einstichstelle (s. Pfeil ):

Z.n. Leberteilresektion, hypertrophierter li. Leberlappen. Transhepatischer Zugangsweg bei schwierigen postoperativen anatomischen Verhältnissen.

An Hand eines Kontrollscans an dieser Position lässt sich jetzt mit liegender Hautmarkierung am Monitor die geplante Einstichtiefe präzise ausmessen und der Einstichwinkel zur Hautoberfläche des Patienten abschätzen (s. Abb.7).



Abb. 7:

Ausmessen der geplanten Punktionsdistanz: Auf dem Monitor wird die geplante Punktionsdistanz von der Hautoberflächenmarkierung bis zum gewünschten Zielort ausgemessen.

Der Punktionsort wird nun auf der Haut des Patienten mit einem wasserfesten Stift markiert und die Hautoberfläche mittels Wischdesinfektion desinfiziert.

2.3.2.2 Nadeltechnik („single-shot“)

Nach steriler Abdeckung des Punktionsgebietes wird nach erfolgter Oberflächenanästhesie unter laufender Lokalanästhetikumgabe eine 22-Gauge Punktionsnadel bis zur ausgemessenen Distanz und im berechneten Winkel vorgeschoben (s.Abb.8).



Abb. 8:

Punktion, Nadellagebestimmung:

Die Nadelspitze ist direkt ventral der Aorta platziert, der Schlagschatten kennzeichnet die Nadelspitze. Ampulläres Nierenbecken rechts nach vorangegangener i.v.-KM-Gabe.

Hierbei muss versucht werden, mit der Nadel beim Einführen in der Gantryebene zu bleiben, damit die Nadelspitze weder nach kranial noch nach kaudal vom anvisierten Zielpunkt abweicht. Bei schwierigen Punktionen sind gelegentlich mehrere Kontrollscans zur exakten Lokalisation der Nadelspitze schon wäh-

rend des Punktionsvorganges erforderlich, damit rechtzeitig eine Fehllage erkannt und korrigiert werden kann. Für die genaue Lokalisation der Nadelspitze werden dünnere Einzelschichten von 5mm Schichtdicke verwendet. Nach Erreichen der vorher ausgemessenen Eindringtiefe der Punktionsnadel dokumentiert ein abschließender Kontrollscan die korrekte Nadellage bzw. die eventuell doch noch erforderliche Korrektur.

Bei regelrechter Lage wird nun ein Lokalanästhetikum-Kontrastmittelgemisch appliziert und die Ausbreitung desselben mit weiteren Kontrollscans dokumentiert (s. Abb.9).

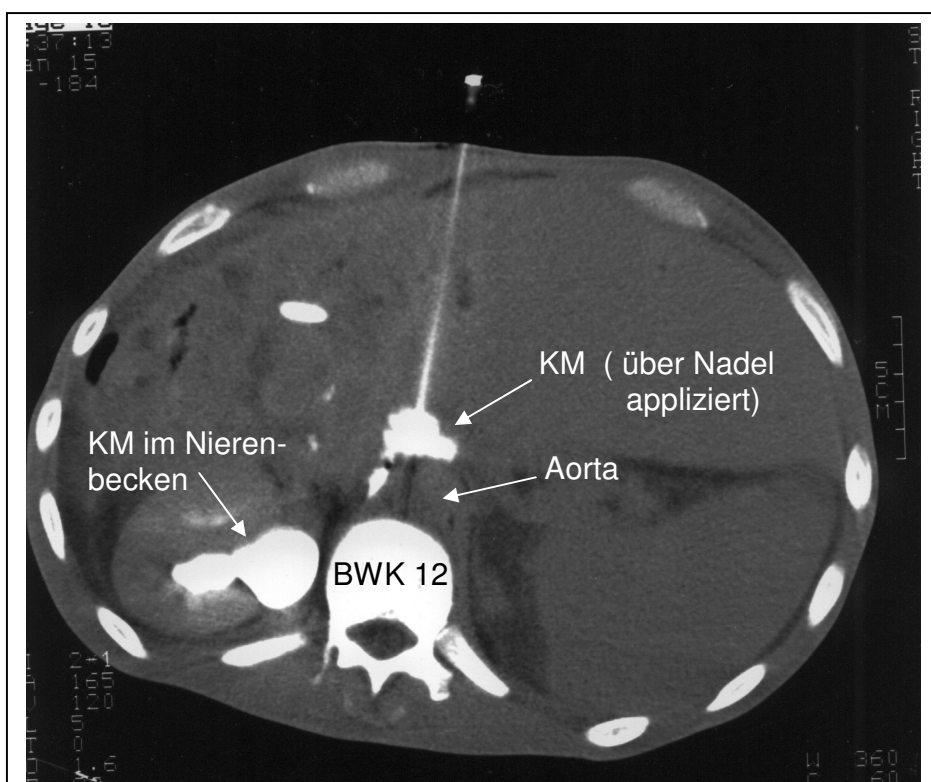


Abb.9:

Kontrastmittelausbreitung:

Das Lokalanästhetikum/KM-Gemisch wurde nach Verifizierung der Nadellage appliziert. Gute KM-Verteilung um den Truncus coeliacus ventral der Aorta anliegend. Kein Abfließen entlang von Septen oder retrograd entlang des Einstichkanals.

KM im ampullären Nierenbecken nach vorangegangener i.v.- KM-Applikation.

Erst nach sicher regelrechter Verteilung des Gemisches kann die endgültige Applikation des Lokalanästhetikums bzw. des Neurolytikums in der vorgesehenen Menge und Konzentration erfolgen. Abschließend erfolgt die Dokumentation der gesamten kraniokaudalen Kontrastmittelausbreitung in wieder größerer Schichtdicke (ca. 10mm).

2.3.2.3 Kathetertechnik

Die Technik bei Katheteranwendungen (z.B. Grenzstrangkatheter) unterscheidet sich nur geringfügig von der oben beschriebenen Technik.

Statt einer 22-Gauge Nadel wird eine 16-Gauge Tuohy-Nadel verwendet (s.Abb.10). Durch das zentrale Lumen dieser Spezialnadel lässt sich nach Entfernen des Mandrains ein Katheter vorschieben, wobei der 90°-Schliff an der Spitze der Tuohy-Nadel dem Arzt zusätzlich noch die Möglichkeit bietet, durch Drehung der Nadel die Katheterspitze in die gewünschte Richtung zu lenken .

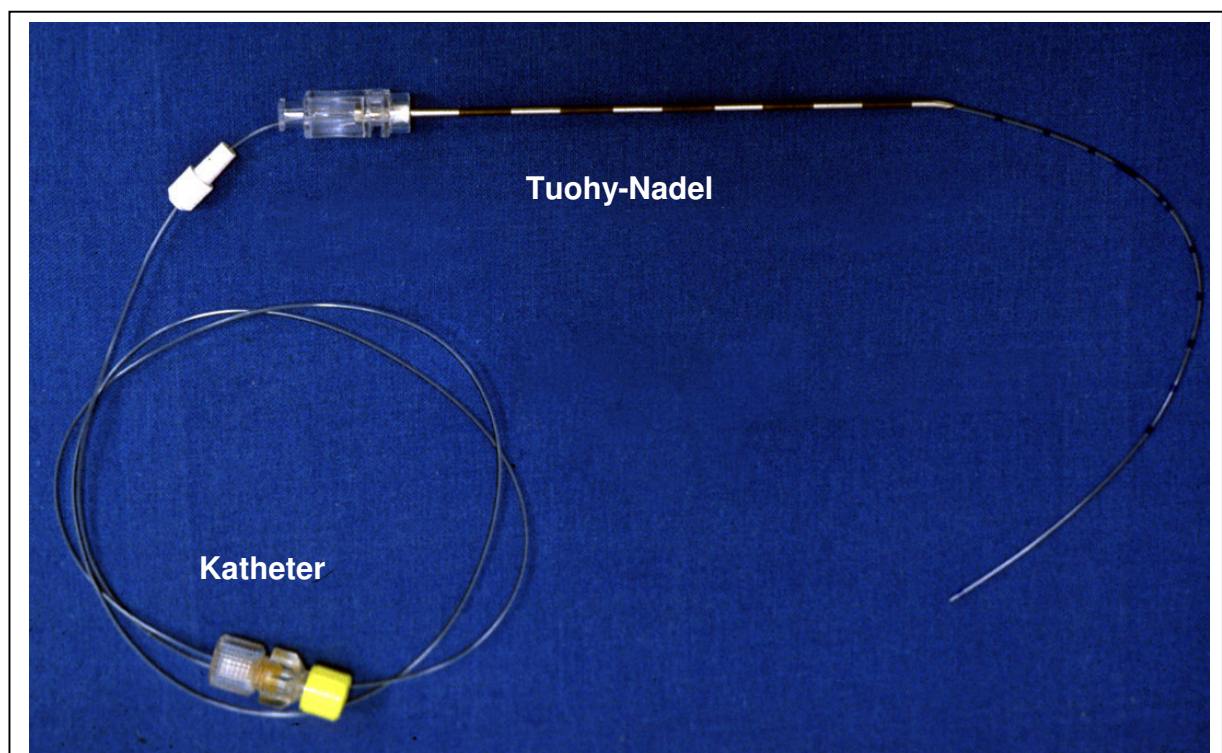


Abb. 10:

Verwendetes Punktionsmaterial für die Kathetertechniken:

Oben im Bild eine Tuohy-Nadel mit zur Anschauung bereits eingefädeltm Katheter.

Das Einbringen dieser Spezialnadel erfolgt analog der oben beschriebenen Technik (s. Abb. 11). Nachdem die Spitze der Tuohy-Nadel ihren exakten Zielpunkt erreicht hat, wird der Mandrain entfernt und der Periduralkatheter so vorgeschoben, dass er deutlich die Nadelspitze überragt, damit er bei dem nun folgenden gefühlvollen Zurückziehen der Tuohy-Nadel nicht versehentlich disloziert.

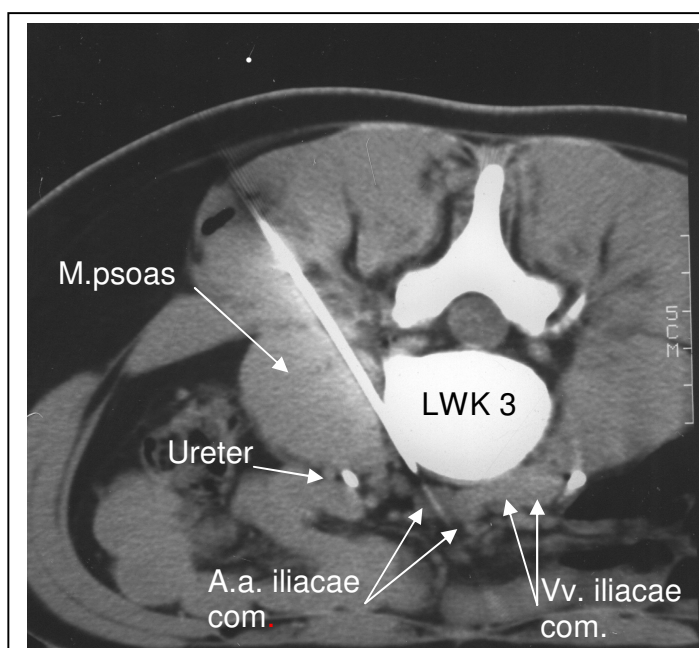


Abb.11:

Tuohy-Nadel, Lagekontrolle:
Die Nadelspitze liegt ventrolateral direkt dem WK an. Die Ureteren sind bds. durch vorausgegangene i.v.-KM-Gabe gut kontrastiert abgrenzbar.

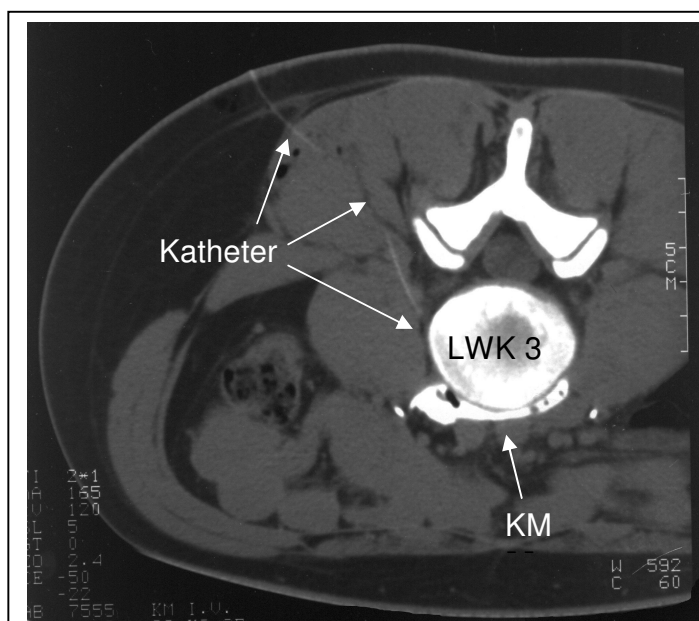


Abb.12:

Grenzstrangkatheter, KM-Verteilung:
Nach Zurückziehen der Tuohy-Nadel lässt sich der dünne Katheter in seinem Verlauf abgrenzen.
Gute KM-Verteilung ventral und ventrolateral des WK.
In diesem Fall fließt das KM-Gemisch von der Region des li.-seitigen Grenzstranges bis zur Gegenseite.

Nach Kontrolle der korrekten Katheterlage und der regelrechten Ausbreitung des applizierten Kontrastmittelgemisches (s.Abb.12) erfolgt abschließend eine subkutane Untertunnelung des Katheters. Hierdurch lässt sich eine räumliche Trennung von Punktionsort und Eintrittsstelle des Katheters erzielen, wodurch das Infektionsrisiko vermindert und durch die bessere Fixierungsmöglichkeit akzidentielle Dislokationen eher vermieden werden können (s.Abb. 13 und 14).

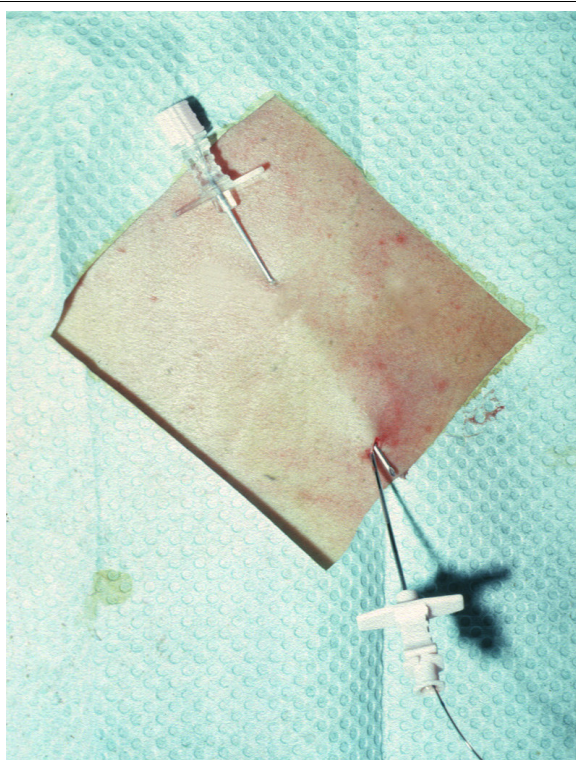


Abb. 13:

Subkutane Tunnelung nach Grenzstrangkatheteranlage:
Untertunnelung mit einer zweiten Kanüle. Anschließend Auffädeln des Katheters über die zweite Kanüle.

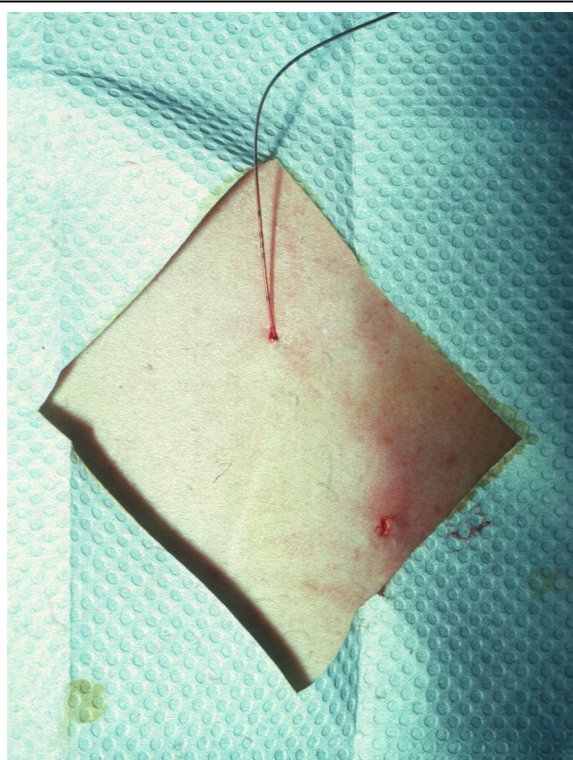


Abb. 14:

Nach Zurückziehen der Nadeln verläuft der Katheter nun subkutan bis zur Hautaustrittsstelle, die distal des initialen Punktionsortes liegt.

2.3.2.4 Medikation

Bei den interventionellen Eingriffen wurden je nach Körperregion und Interventionsart drei unterschiedliche Kontrastmittelgemische verwendet:

1. **Positionierung:**

Für die initiale Kontrolle der Nadel- bzw. Katheterspitze und zum Austesten der Kontrastmittelverteilung wurde eine kleinere Menge (ca. 3-5ml) eines Gemisches aus physiologischer Kochsalzlösung und wasserlöslichem Kontrastmittel (Solutrast® 200) verwendet.

2. **Blockaden:**

Für die Durchführung temporärer reversibler Blockaden wurde ein Gemisch aus einem Lokalanästhetikum (Bupivacain 0,75%) und einem wasserlöslichen Kontrastmittel (Solutrast® 200) verwendet (Verhältnis 8,5:1,5). Je nach Körperregion waren unterschiedliche Lösungsmengen erforderlich:

- Plexus coeliacus : 30-50 ml
- Grenzstrang : 3-5 ml
- Spinalnerven : 2-3 ml
- Facettengelenke : 1-2 ml

3. **Neurolysen:**

Zur Reduzierung möglicher Schmerzsensationen während der Applikation des neurotoxischen Agens wurden zuerst 2-5ml eines Gemisches aus Lokalanästhetikum (Bupivacain 0,75%) und wasserlöslichem Kontrastmittel (Solutrast® 200) injiziert (Verhältnis 8,5:1,5).

Für die definitive neurodestruktive Lyse wurde dann ausschließlich 96%iger Alkohol verwendet, der im Verhältnis 8,5:1,5 mit wasserlöslichem Kontrastmittel (Solustrast® 200) gemischt wurde.

Erfolgte eine Neurolyse unmittelbar im Anschluss an eine Blockade, konnte auf die vorherige Gabe des Lokalanästhetikums verzichtet werden. Die Mengen der verabreichten neurotoxischen Lösungen wurden den Körperregionen angepasst und entsprachen den oben in Absatz 2 angegebenen Mengen für die Blockaden.

4. **Kathetertechniken:**

Bei den Kathetertechniken erfolgte die Lokalanästhetikagabe nach CT-gesteuerter Anlage und Lagekontrolle erst auf Station. Hier wurde für die kontinuierliche Schmerztherapie je nach Beschwerdebild 5-10ml/h Bupivacain 0,125% bis 0,5% pumpengesteuert appliziert.

2.3.3 Spezielle Blockadetechniken in Abhängigkeit von der anatomischen Region

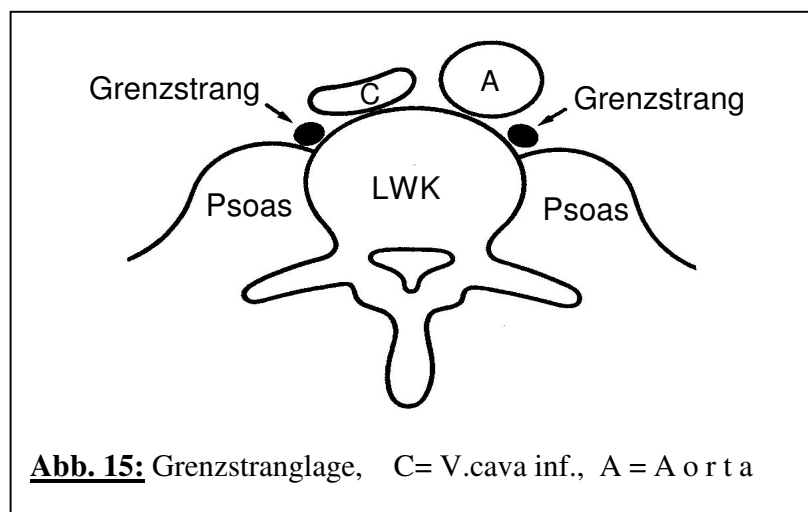
2.3.3.1 Grenzstrangblockade

Indikationen der Grenzstrangblockade sind z.B. die Post-Zoster-Neuralgie, das CRPS I und II, die pAVK, der Phantomschmerz, der Stumpfschmerz, sowie die Hyperhidrosis.

Spezielle Komplikationen können z.B. im thorakalen Bereich durch Verletzung der Pleura, der Lunge, des Herzens und der Gefäße/Organe im hinteren Mediastinum entstehen. Im lumbalen Bereich sind neben den praeventebralen Gefäßen die Nieren und Harnleiter am meisten gefährdet. Durch intraarterielle und/oder intramuskuläre Fehlinjektionen sind Paresen bis hin zur Querschnittssymptomatik möglich. Bradykardie und Diarrhoe können als Nebenwirkungen der Sympathikolyse auftreten.

➤ lumbale Grenzstrangblockade:

Der lumbale Grenzstrang verläuft ventrolateral beidseits der Wirbelsäule anliegend (s. Abb. 15).



Computertomographisch ist in der Regel eine direkte Darstellung des Grenzstranges und seiner praevertebralen Ganglien nicht möglich. Die typische Lage des Grenzstranges am Wirbelkörper und die gute Darstellung des Wirbelkörpers selber in der CT erlauben jedoch trotzdem eine exakte Positionierung der Nadelspitze (s.Abb.16-18). In Abhängigkeit von der Klinik kann die Grenzstrangblockade auch beidseits in einer Sitzung erfolgen (s.Abb. 19-21). Die Durchführung der Blockade erfolgt im Normalfall in Bauchlage bevorzugt in Höhe des 3.LWK. Je nach Punktionshöhe erscheint bei fehlenden Kontraindikationen eine intravenöse Kontrastmittelapplikation zur Darstellung der Ureteren sinnvoll.



Abb. 16:

Lumbale Grenzstrangblockade in Bauchlage, hier nach i.v. KM-Applikation: Ausgemessen ist die beabsichtigte Punktionsdistanz von der Hautoberfläche zum idealen Zielpunkt, sowie die Entfernung des geplanten Einstichortes von der Hautmarkierung. Anschließend visuelle Abschätzung des erforderlichen Einstichwinkels zur Hautoberfläche. Gute Kontrastierung der Ureteren und der Gefäße.

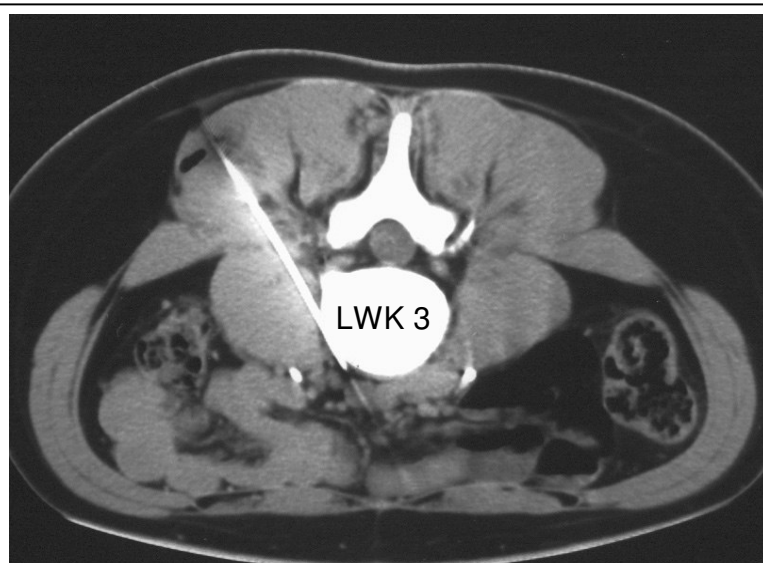


Abb. 17:

Lumbale Grenzstrangblockade: Kontrolle der Nadellage vor KM-Gabe. Optimale Lage.



Abb. 18:

Lumbale Grenzstrangblockade:
Kontroll-Scan nach KM-Gabe. Optimale
Ausbreitung direkt an der ventrolatera-
len Seite des WK entlang.
In diesem Fall Ausdehnung des KM-
Gemisches bis zur Gegenseite.

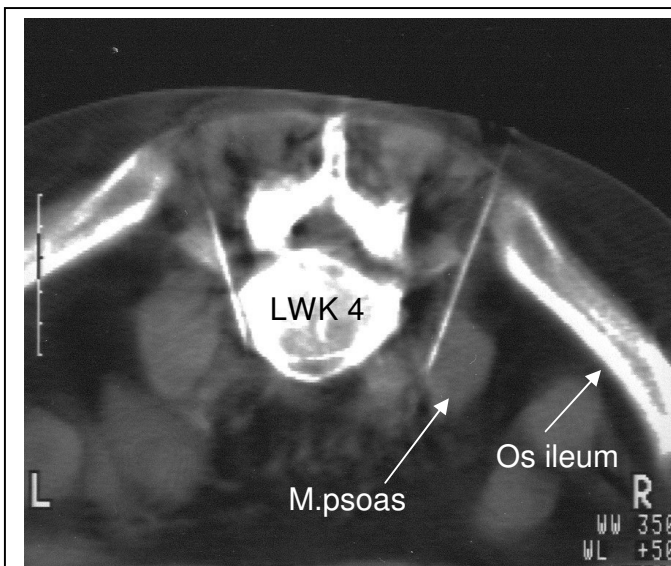


Abb. 19:

Lumbale Grenzstrangblockade beidseits:
Korrekte Nadellage links, Fehllage rechts
im M.psoas.

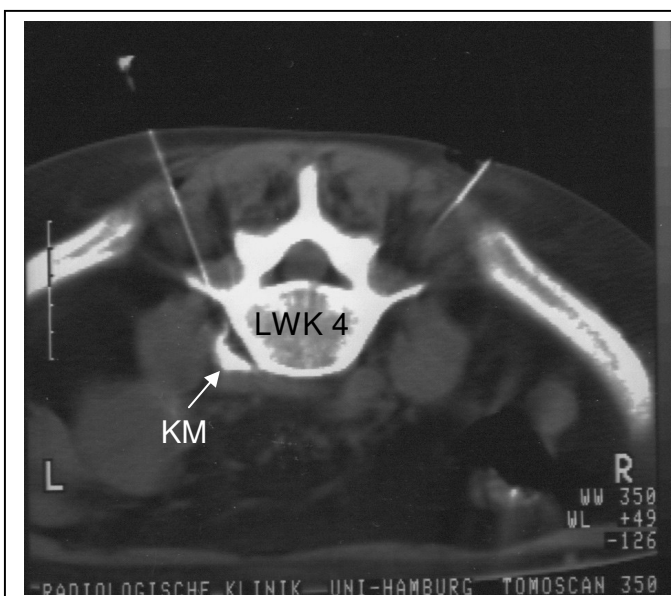
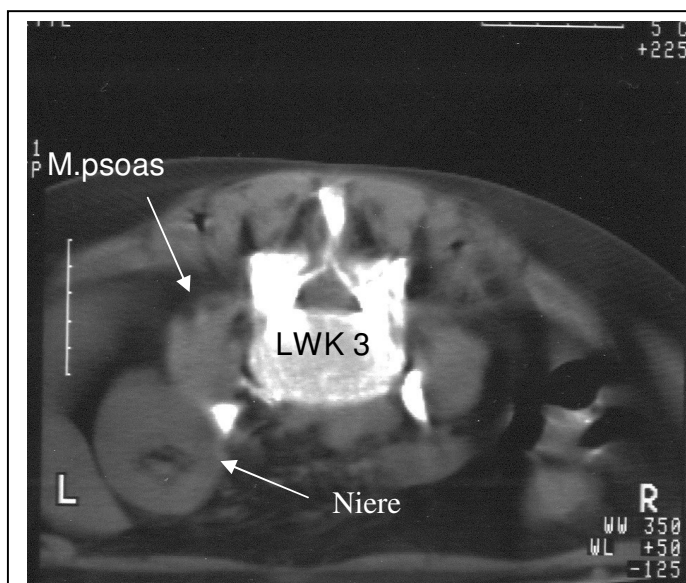


Abb. 20:

Lumbale Grenzstrangblockade beidseits:
Nach Applikation des KM-Gemisches gute
KM-Verteilung links, Nadellagenkorrektur
rechts.

**Abb. 21:**

Lumbale Grenzstrangblockade beidseits (kraniale Grenzschicht):

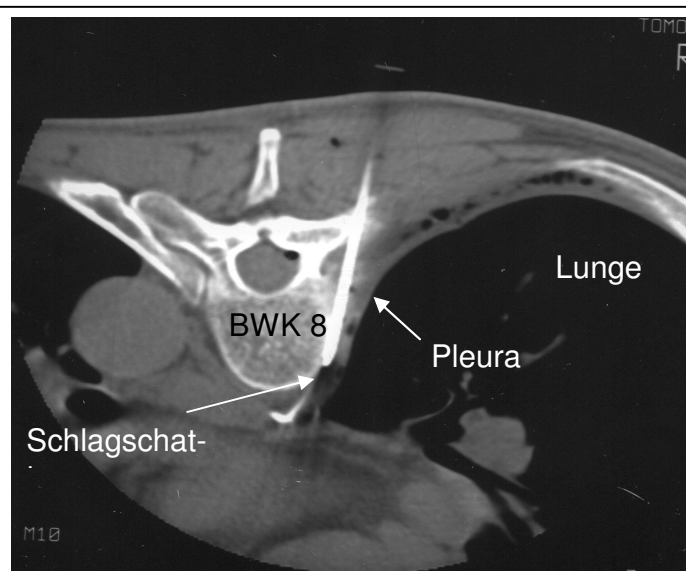
KM-Gemisch Applikation bds. nach erfolgter Nadelkorrektur. Die KM-Verteilung ist optimal zwischen M.psoas und V.cava inf. rechts.

Linksseitig fließt ein Großteil des KM nach ventrolateral zwischen M.psoas und Niere ab => befriedigende bis schlechte Verteilung.

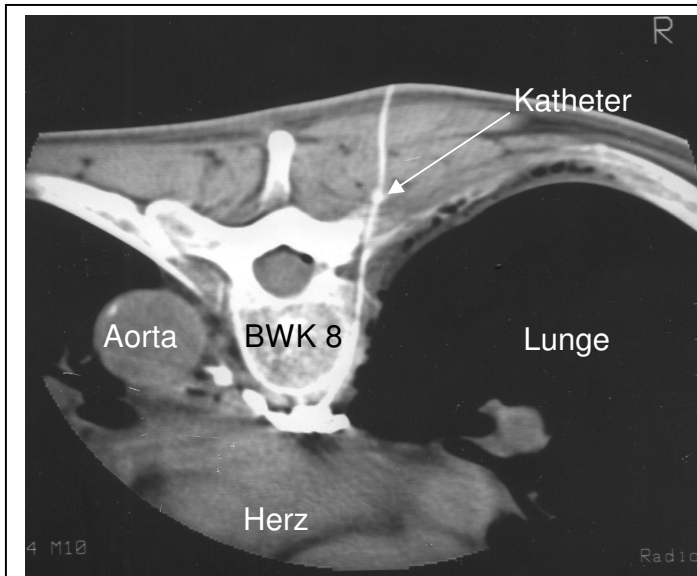
Zur Bewertung sind weitere kranial und kaudal hiervon gelegene Schichten hinzuzuziehen.

➤ thorakale Grenzstrangblockade:

Auf Grund der engen räumlichen Verhältnisse im thorakalen Bereich ist zur Vermeidung einer Verletzung der sensiblen Nachbarorgane (z.B. Lunge, Aorta, Oesophagus) häufig eine Aufweitung des Interventionsraumes durch initiales Vorspritzen von Kochsalzlösung oder von Stickstoff ratsam. Hierdurch gelingt es, ausreichend Platz für die vorzuschiebende Nadel zu schaffen und insbesondere einen Pneumothorax zu vermeiden (s.Abb.22 und 23).

**Abb. 22:**

Thorakale Grenzstrangblockade (Kathetertechnik) mit Tuohy- Nadel: Kontroll-Scan nach Vorspritzen von Kochsalzlösung. Hierdurch deutliche Verbreiterung des paravertebralen Raumes und damit des Punktionsweges.

**Abb. 23:**

Thorakale Grenzstrangblockade (Katheter-technik) mit liegendem Katheter:
Kontroll-Scan nach KM-Gemisch
Applikation mit optimaler KM-Verteilung.

2.3.3.2 Plexus coeliacus Blockade:

Indikationen der Plexus coeliacus Blockade sind z.B. tumorbedingte Oberbauchschmerzen, Leberkapselschmerz bei hepatischer Metastasierung und Schmerzen bei chronischer Pankreatitis.

Spezielle Komplikationen können sich durch Gefäßverletzungen, wegen der engen topographischen Beziehung des Plexus coeliacus zu den großen abdominellen Gefäßen, ergeben. Durch intraarterielle Fehlinjektionen sind Paresen bis hin zur Querschnittssymptomatik möglich. Hypovolämie und Diarrhoe können als Nebenwirkungen der Sympathikolyse auftreten.

Der Plexus coeliacus liegt mit seinen beiden Hauptbestandteilen den Ganglia coeliaca in Höhe des 12. Brustwirbelkörpers und des 1. Lendenwirbelkörpers[15]. Er liegt ventral der Aorta um den Abgang des Truncus coeliacus und seinen Abgängen der A.hepatica communis, der A.lienalis und der A.gastrica sinistra. Der Zugangsweg erfolgt im Normalfall von ventral mit Punktionsrichtung direkt von der Bauchdecke senkrecht auf den abgehenden Truncus coeliacus, möglichst exakt in Höhe der Gefäßaufzweigung. Das Kontrastmittel sollte im Idealfall bei der Plexus coeliacus Blockade den Truncus coeliacus und die ventrale Aortenwand beidseits homogen umfließen.

In Ausnahmefällen ist alternativ zum ventralen Zugang auch eine Punktion in Seitenlage oder in Rückenlage des Patienten möglich. Der dorsale Zugangsweg wird insbesondere bei der Durchführung von Kathetertechniken verwendet (s.Abb.24 und 25).



Abb. 24:

Plexus coeliacus Katheter:
Liegende Tuohy-Nadel bei dorsalem Zugang.
Enger Punktionsweg zwischen Wirbelsäule
und Niere.

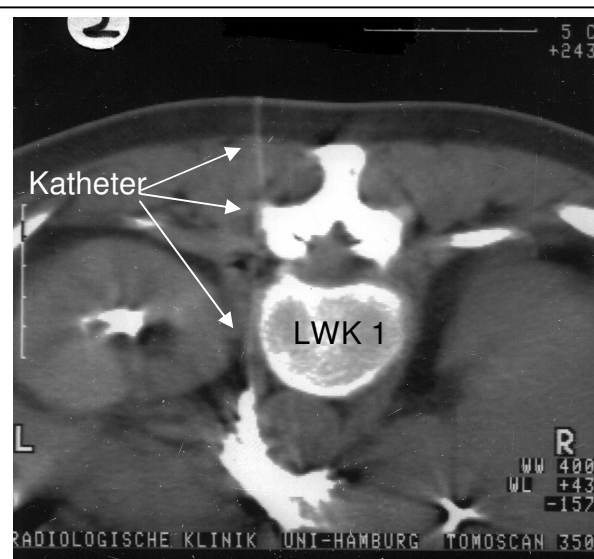


Abb. 25:

Plexus coeliacus Katheter:
Liegender Katheter + Kontrastmittel, die Na-
del wurde bereits entfernt.

2.3.3.3 Spinalnervenblockade

Indikationen für die Spinalnervenblockade sind z.B. die Post-Zoster-Neuralgie, ödematöse Veränderungen der Spinalnervenzwurzel (z.B. durch enge Neuroforamina bedingt), die diagnostische Prüfung segmentaler Zuordnung sowie die Differenzierung (pseudo)radikulärer Beschwerdebilder.

Spezielle Komplikationen sind z.B. die akzidentielle Spinalanästhesie, die Verletzung der Spinalnerven selber oder des Rückenmarkes.

Eine dosisabhängige sensible Blockade der Spinalnerven in den Neuroforamina, die z.B. bei der Zosterneuralgie angewendet werden kann, erfolgt normalerweise in Bauchlage des Patienten. Nur bei z.B. schmerzbedingtem Unvermögen auf dem Bauch zu liegen kann ein Blockadeversuch auch von schräg ventral erfolgen. Regelhaft wird bei der Punktion von dorsal versucht, zwischen den Querfortsätzen und den Rippen hindurch das betref-

fende Neuroforamen mit der Nadelspitze zu erreichen (s. Abb. 26 und 27). Hierbei kann entsprechend den anatomischen Voraussetzungen eine mehr oder weniger starke Angulation der Nadel aus der senkrechten Gentryebene heraus erforderlich sein.

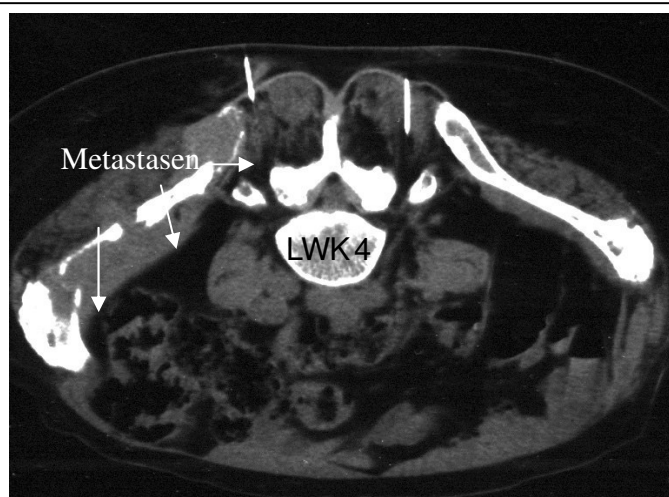


Abb. 26:

Lumbale Spinalnervenblockade mit 2 Nadeln bds.:

Erster Kontrollscan nach Einbringen der Nadeln in einer Punktionstiefe von 4-5cm.

(Osteolysen insbesondere im linken Os Ileum bei metastasiertem Mamma-CA)



Abb. 27:

Lumbale Spinalnervenblockade mit 2 Nadeln bds.:

Kontrollscan vor KM-Applikation. Nach leichter Winkelkorrektur und Verschieben der Nadeln bis in eine Tiefe von 7cm. Die Nadelspitzen liegen exakt in Höhe des Neuroforamens LWK4/LWK5.

2.3.3.4 Facettengelenkblockade

Indikationen für die Facettengelenkblockade sind durch fehlende sichere klinische Zeichen schwierig zu stellen. Je nach Lokalisation stellen cervicale, thorakale oder lumbale Rückenschmerzen, z.T. mit Ausstrahlung Indikationen dar, sofern sie auf diagnostische Blockaden positiv ansprechen.

Spezielle Komplikationen sind z.B. die akzidentielle Spinalanästhesie oder eine zentralnervöse Lokalanästhetikaintoxikation durch intravasale Injektion in die A.vertebralis.

Bei der Facettengelenkblockade lassen sich die sensiblen Nervenendigungen (freie Nozizeptoren) in den Facettengelenken (Intervertebralgelenke) durch Injektion von Lokalanästhetikum/Alkohol direkt in die Gelenkkapsel blockieren. Der Zugangsweg erfolgt bevorzugt von dorsal. Die Stichrichtung sollte möglichst senkrecht in Gentryebene verlaufen, wobei die Nadelspitze idealerweise innerhalb des Gelenkspaltes platziert werden sollte (s.Abb.28 und 29). Alternativ ist bei schwierigen anatomischen Gegebenheit auch eine extraartikuläre Nadelspitzenlage zur Denervierung der Facettengelenkscapsel akzeptabel.

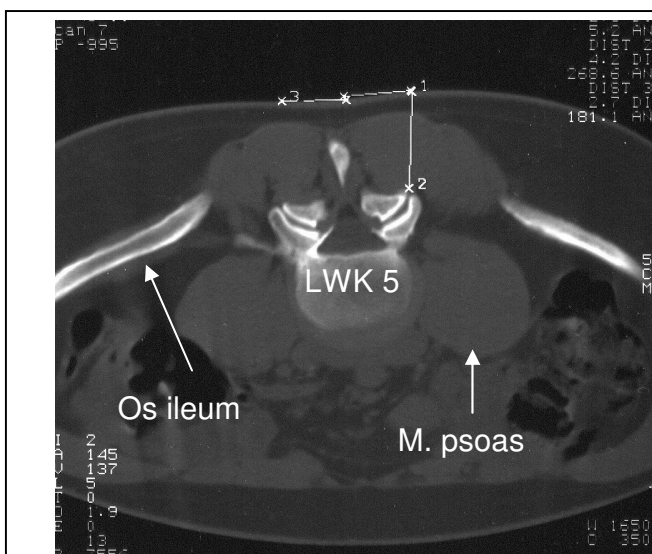


Abb. 28:

Facettengelenkblockade in Höhe LWK4/5 re.:

Ausmessen der Punktionsdistanz von der Hautoberfläche bis zum Gelenkspalt des Facettengelenkes.

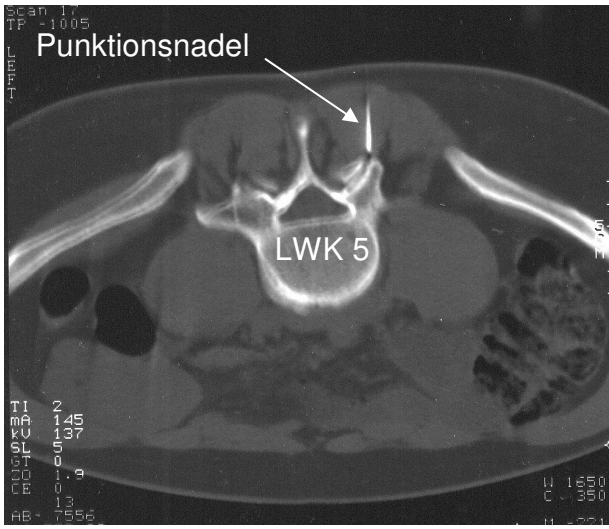


Abb. 29:

Facettengelenkblockade in Höhe
LWK4/5 re.:

Kontrollscan vor KM-Applikation
nach Einbringen der Nadel.

2.4 Methodik der Auswertung

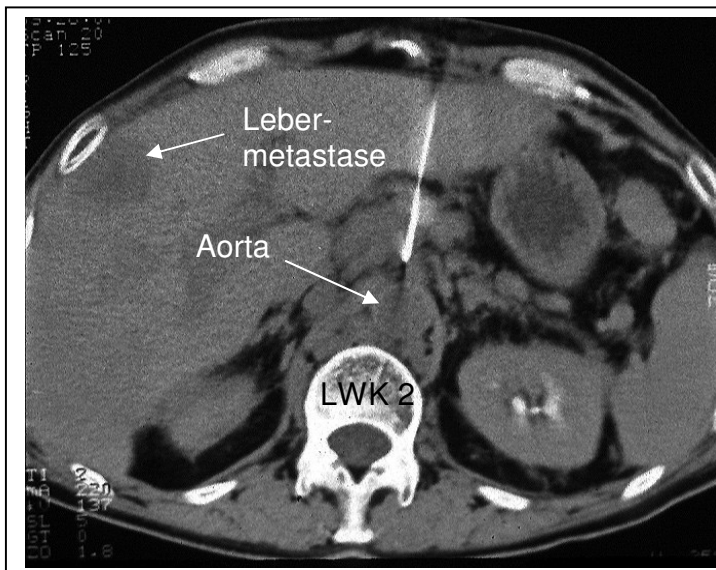
Bei der Auswertung der Computertomographien wurde versucht sowohl die Nadellage (s.Tabelle 2) als auch die Kontrastmittelausbreitung (s.Tabelle 3) an Hand anatomisch-topographischer Kriterien zu klassifizieren und als Untersuchungskriterien den jeweiligen klinisch-therapeutischen Ergebnissen gegenüber zu stellen.

Tabelle 2 : Bewertungskriterien für die Nadellage

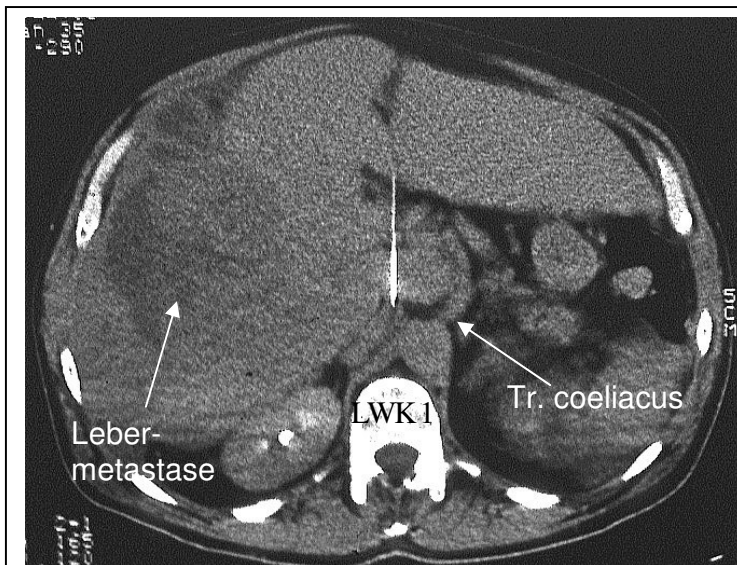
1 = optimale Nadellage	2 = befriedigende Nadellage	3 = ungenügende Nadellage
zwischen 0 und 10mm vom anatomischen Zielort entfernt	zwischen 10 bis max. 15mm vom Zielort entfernt	mehr als 15mm vom Zielort entfernt

Die Position der Nadelspitze wurde unter Berücksichtigung der jeweils angewandten Technik mit „optimal“ (=1), „befriedigend“ (=2) und „ungenügend“ (=3) bewertet. Als objektives Messkriterium wurde der Abstand der Nadelspitze zum idealen Zielpunkt herangezogen, der zuvor durch computertomographische und anatomische Kriterien für die einzelnen Techniken definiert worden war.

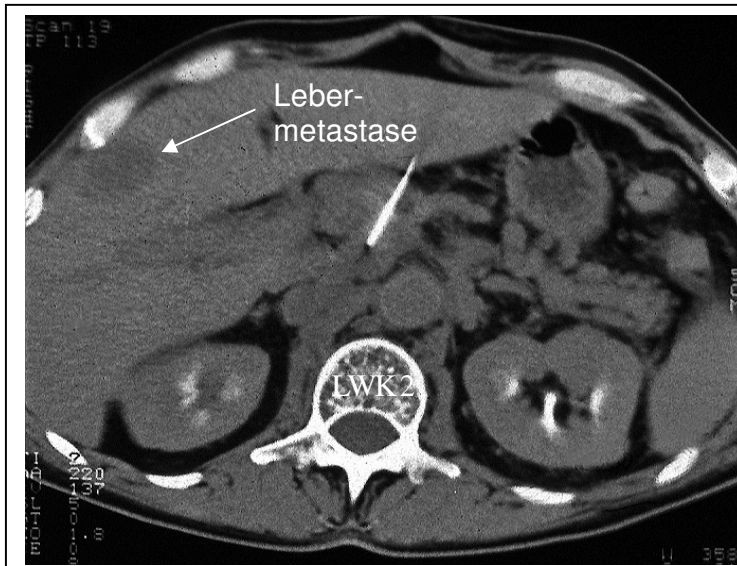
War dieser Abstand zwischen 0mm und 10mm, so wurde er als eine „optimale“ Nadellage eingestuft; zwischen 10mm und 15mm Distanz zum idealen Zielort wurde er mit „befriedigend“ bewertet. Eine Nadelspitze, die weiter als 15mm vom Zielort entfernt, war wurde mit „ungenügend“ klassifiziert (s.Abb.30-32).

**Abb. 30:**

Beispiel für eine optimale Nadellage:
Die Spitze der Punktionsnadel liegt *direkt* ventral der Aorta am Abgang des Tr.coeliacus.

**Abb. 31:**

Beispiel für eine befriedigende Nadellage:
Die Spitze der Punktionsnadel liegt ca. 13mm vom Abgang des Tr. coeliacus entfernt.

**Abb. 32:**

Beispiel für eine ungenügende Nadellage:
Die Spitze der Punktionsnadel liegt *mehr als 15mm* vom Abgang des Tr. coeliacus (Abgang aus der Aorta weiter kranial).

Die Bewertung der Verteilung des applizierten Kontrastmittel/Lokalanästhetikum-Gemisches erfolgte ebenfalls nach topographisch-anatomischen Kriterien, sowie nach dem computertomographischen Erscheinungsbild (s. Tabelle 3):

Tabelle 3: 3-Punkte Schema zur Bewertung der Kontrastmittel (KM)-Verteilung

1= optimale KM-Verteilung	2=befriedigende KM-Verteilung	3=ungenügende KM-Verteilung
Das KM umfließt das Zielgebiet beidseitig und ist in sich homogen, solide	Das KM tritt nur einseitig in Kontakt mit dem Zielgebiet und/oder stellt sich inhomogen bzw. gefiedert dar, jedoch noch mit Kontakt zum Zielgebiet	Minimaler oder kein Kontakt zum anatomischen Zielgebiet, Fehlleitung, Abfließen des KM entlang von Septen oder retrograd in den Stichkanal

Wenn das Kontrastmittel den idealen Zielpunkt der Blockade bzw. Neurolyse homogen, solide umfloss, wurde die Kontrastmittelverteilung mit "optimal" (=1) bezeichnet. Erreichte das Kontrastmittel nur partiell, einseitig oder inhomogen aufgefiedert den Zielpunkt, war die Klassifikation "befriedigend" (=2). Wenn jedoch nur ein minimaler oder sogar überhaupt kein topographischer Kontakt zum idealen Zielpunkt bestand, dann wurde die Verteilung als "ungenügend" bewertet (s. Abb. 33-36).

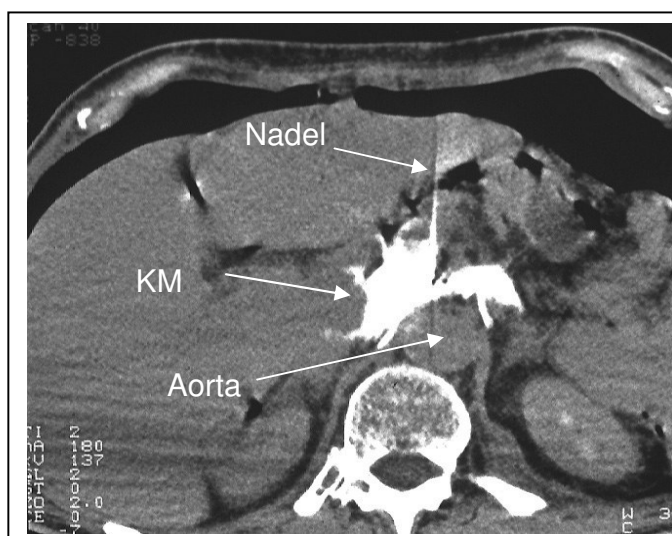


Abb. 33:

Beispiel für eine optimale KM-Verteilung: Das KM/Äthanolgemisch *umfließt beidseits* den Tr. coeliacus und die Aorta ventral mit einem *homogenen soliden* Verteilungsmuster.

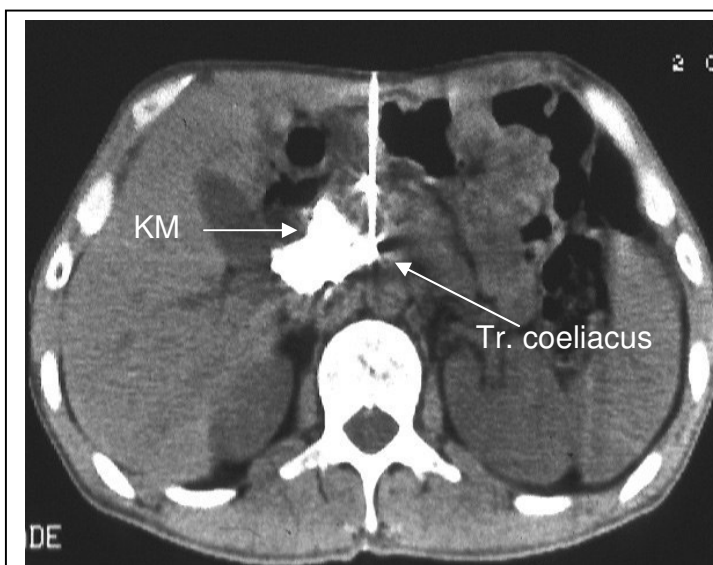


Abb. 34:

Erstes Beispiel für eine befriedigende KM-Verteilung: Das KM/Äthanolgemisch umfließt *nur einseitig* den Tr. coeliacus und die Aorta ventral mit einem homogen soliden Verteilungsmuster.

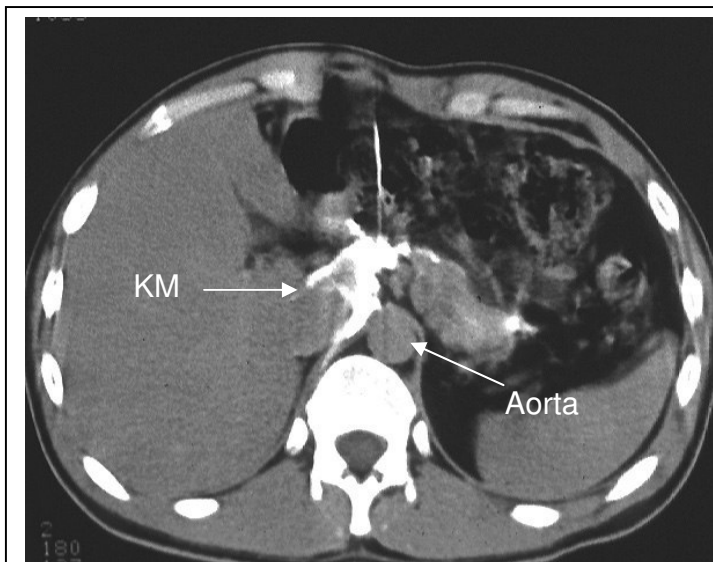


Abb. 35:

Zweites Beispiel für eine befriedigende KM-Verteilung: Das KM/Äthanolgemisch breitet sich *inhomogen gefiedert* aus, jedoch noch einseitig mit Kontakt zum Tr. coeliacus und der Aorta.

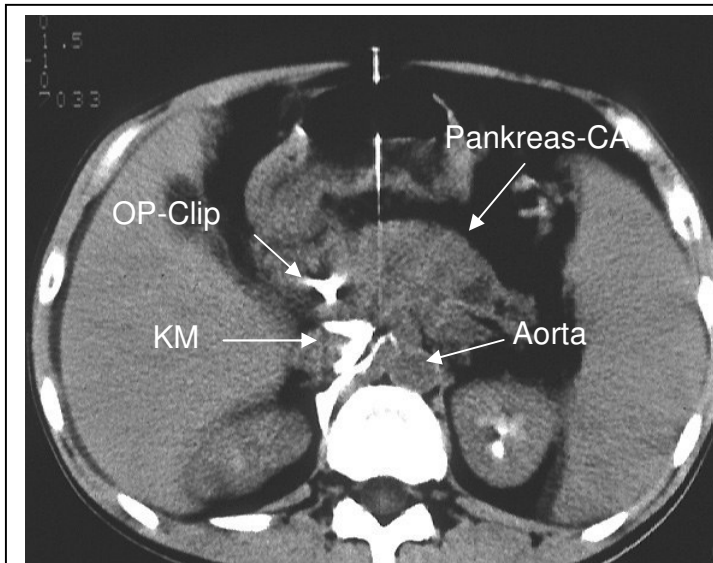


Abb. 36:

Beispiel für eine ungenügende KM-Verteilung: Das KM/Äthanolgemisch hat nur noch *minimalen Kontakt* zum Tr.coeliacus und *keinen Kontakt* zur ventralen Aortenwand. Das KM läuft paravertebral in Septen ab.

Anschließend erfolgte die Auswertung der Patientenakten. In die Auswertung gingen hierbei die Art der Grundkrankheit, die angewandten Therapieformen, die Medikation, die Interventionshäufigkeit, die Dauer der Schmerztherapie und insbesondere der klinische Therapieerfolg ein.

Der klinische Therapieerfolg, der bei dem untersuchten Patientenkollektiv der subjektiven Schmerzreduktion entsprach, war in den Krankenakten in Form eines sogenannten „VAS“-Wertes quantifiziert worden. Hierfür waren die Patienten zur Evaluierung ihrer Schmerzsymptomatik während des stationären Klinikaufenthaltes mit einer visuellen Analogskala (VAS) konfrontiert worden [16,17].

Auf dieser Skala konnten die persönlichen Schmerzempfindungen vor und nach der therapeutischen Intervention mit Werten zwischen 0 (keine Schmerzen) und 10 (maximal vorstellbarer Schmerz) angegeben werden. Ein Schieberegler erleichterte hier die Handhabung. Je nach Hersteller gibt es verschiedene Varianten der Schmerzskalen. So werden auch VAS-Schiebeskalen mit Werten zwischen 0 und 100 angeboten. Wiederum andere Skalen weisen auf einer Seite überhaupt keine Zahlenwerte auf. Der Grad der Schmerzempfindungen wird hier rein graphisch kodiert dargestellt. Diese abstraktere Darstellungsweise erleichtert zumindest einigen Patienten die Einschätzung ihrer eigenen Schmerzsymptome. Auf der Rückseite solcher „graphischen“ Skalen ist zur Quantifizierung und Dokumentation für den Therapeuten jedoch wiederum eine Analogskala im bekannten Format ablesbar. (s. Abb. 37 und 38).

Abb. 37: Visuelle Analogskala (VAS) zur Schmerzevaluierung. Angabe der Schmerzstärke mit Werten zwischen 0 und 10



Abb. 38: Visuelle Analogskala (VAS) zur Schmerzevaluierung. Angabe der Schmerzstärke mit graphischer Hilfe



Die so gewonnenen Werte wurden in vier Gruppen aufgeteilt und diesen Gruppen eine beschreibende Darstellung der Schmerzreduktion zugeordnet (s. Tabelle 4).

Hierbei wurde die vom Patienten auf der VAS-Skala angegebene Schmerzreduktion von 0-1 Einheiten mit „keine signifikante Schmerzreduktion“ bzw. „Grad 1“ bewertet.

Eine Schmerzreduktion von 2-3 VAS-Einheiten wurde mit „leichter Schmerzreduktion“ bzw. „Grad 2“ bewertet. Wurde hingegen eine Schmerzreduktion um mehr als 4 VAS-Einheiten angegeben, erfolgte die Einstufung als „deutliche Schmerzreduktion“ bzw. „Grad 3“. Schließlich wurde jede vom Patienten mit dem VAS-Wert „0“ eingestufte Schmerzsituation als „vollständige Schmerzfreiheit“ gewertet und bekam den „Grad 4“.

Dieses Vier-Punkte-Schema erlaubte auch die Einbindung und Bewertung späterer telefonischer Follow-up's. Einzelne in den Krankenakten nur beschreibend, d.h. ohne Angabe eines VAS-Wertes, dokumentierte Therapieverläufe konnten auf diese Weise ebenfalls ausgewertet und verglichen werden.

Tabelle 4: Gradeinteilungen der Schmerzreduktion

Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Keine signifikante Schmerzreduktion	Leichte Schmerzreduktion	deutliche Schmerzreduktion	Vollständige Schmerzfreiheit
Schmerzreduktion um 0-1 VAS-Einheiten	Schmerzreduktion um 2-3 VAS-Einheiten	Schmerzreduktion um mehr als 4 VAS-Einheiten	Schmerzreduktion <u>auf</u> VAS-Wert 0

Die so gewonnenen Daten bzw. die quantifizierten klinischen Erfolge (= Grad der Schmerzreduktion) konnten nunmehr den gemessenen Daten aus der computertomographischen Bildanalyse gegenübergestellt und ausgewertet werden.

In einigen Fällen (n=22) erfolgte zusätzlich ein telefonisches Follow-up, jedoch ausschließlich bei Patienten mit chronischen Schmerzsyndromen. Ein Follow-up bei den Tumorkranken wurde nur während des Aufenthaltes in unserer Klinik durchgeführt oder telefonisch über die betreuenden Hausärzte.

3 Ergebnisse

3.1 Komplikationen

Bei den 160 ausgewerteten schmerztherapeutischen interventionellen Eingriffen an insgesamt 103 Patienten traten keine schweren Komplikationen während oder im Anschluss an die Interventionen auf. Unter schweren Komplikationen werden unerwünschte Ereignisse verstanden, die zum Abbruch der Intervention auf Grund vitaler Bedrohung des Patienten zwingen, wie z.B. Herz-Kreislaufversagen, nicht beherrschbarer Blutdruckabfall, allergischer Schock oder eine Massenblutung.

Eine leichte Komplikation trat in Form einer geringen lokalen Einblutung auf. Vorsichtshalber wurde diese Blockade trotz fehlender systemischer Wirkung abgebrochen und in einem darauf folgenden Tag komplikationslos wiederholt. Alle übrigen 159 Interventionen konnten kontrolliert und komplikationslos zu Ende geführt werden. Dieses entspricht einer Komplikationsrate von 0,6%.

3.2 Nadel- und Katheterfehllagen

Durch sofort bemerkte und korrigierte Fehllagen kam es während der Eingriffe zu Parenchymverletzungen von Nachbarorganen (n=8), die jedoch keiner weiteren Behandlung bedurften (s.Abb.39-42). Kontrastmittel oder Lokalanästhetikum bzw. Alkohol wurden hierbei nicht appliziert.



Abb. 39:

Fehlfrage:

Nadel in der li. Niere bei schwierigen Punktionverhältnissen in Seitenlage.



Abb. 40:

Fehlfrage:

Die Nadel durchdringt die V.cava inferior. Keine signifikante Blutung.

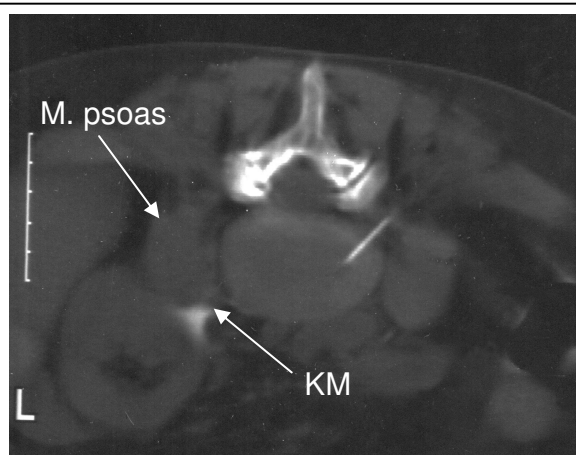


Abb. 41:

Fehlfrage:

Die Nadelspitze liegt in der Bandscheibe. Z.n. vorausgegangener Grenzstrangblockade linksseitig weiter kranial, KM-Rest auf dem linken M. psoas.

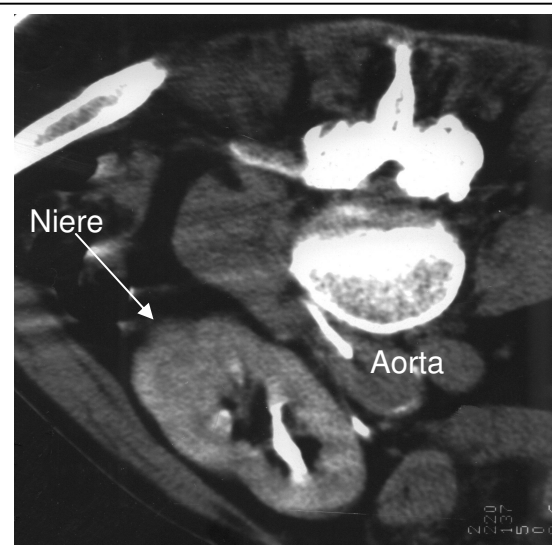


Abb. 42:

Fehlfrage:

Nadelspitze in der Aorta. Z.n. vorausgegangener KM-Applikation mit kontrastiertem Nierenbeckenkelchsystem. Keine signifikante Blutung.

3.2 Nadellagekorrekturen

Unabhängig von den unterschiedlichen Techniken lagen die Punktionsdistanzen von der Hautoberfläche bis zum Zielort bei allen Interventionen zwischen 4cm und 15cm.

Berücksichtigt man die Anzahl, der für jede einzelne Intervention erfolgten Korrekturen der Nadellage, so weisen die Interventionen mit keiner oder nur einer Nadellagenkorrektur Punktionsdistanzen im Mittel zwischen 9,4cm und 9,7cm auf. Bei den Eingriffen mit zwei- und dreimaliger Nadelkorrektur waren Distanzen von 10,3 bis 10,8cm zu überwinden. Der Mittelwert der Distanzen bei den Interventionen mit 4 und 5facher Nadelkorrektur lag bei 12,3cm.

3.3 Beziehung zwischen Nadellage und Schmerzreduktion

Bei der Auswertung der Nadellokalisationen fanden sich bei den insgesamt 160 Interventionen 142 „optimale“ und „befriedigende“ Nadellagen. Der Vergleich mit der Klinik ergab in diesen Fällen in 82% eine komplette oder zumindest deutliche Schmerzreduktion und nur in 8% keinen therapeutischen Effekt. Hingegen fand sich bei den „ungenügend“ liegenden Punktionsnadeln (18) in 78% der Fälle kein schmerztherapeutisch relevanter Effekt (s.Tabelle 5).

Mit dem Halton-Freeman-Test lässt sich mit einem p-Wert von $<0,001$ die Signifikanz dieser Unterschiede belegen.

Tabelle 5: Vergleich der Schmerzreduktion mit der Nadellage (Interventionen n=160)

	Grad der Schmerzreduktion		
	3-4	2	1
optimale oder befriedigende Nadellage (142)	116 (82%)	14 (10%)	12 (8%)
ungenügende Nadellage (18)	4 (22%)	0 (0%)	14 (78%)

Anmerkung: Zur Gradeinteilung der Schmerzreduktion s. Tabelle 4

3.4 Beziehung zwischen Kontrastmittelverteilung und Schmerzreduktion

Bei der Auswertung der Kontrastmittelverteilung zeigten 140 Interventionen ein „optimales“ und „befriedigendes“ Verteilungsmuster. Hier ergab sich klinisch in 82% eine komplette bzw. starke Schmerzreduktion und nur in 8,6% kein Therapieeffekt. Bei den „ungenügenden“ KM-Verteilungen fand sich hingegen in 76% der Interventionen auch keinerlei therapeutischer Effekt (s. Tabelle 6).

Diesen Zusammenhang unterstreicht auch der Halton-Freeman-Test mit einem p-Wert von <0,001 als statistisch signifikant.

Tabelle 6: Vergleich der Schmerzreduktion mit der KM-Verteilungen (Interventionen n=157*)

	Grad der Schmerzreduktion		
	3 - 4	2	1
optimale oder befriedigende KM-Verteilung (140)	115 (82,1%)	13 (9,3 %)	12 (8,6%)
ungenügende KM-Verteilung (17)	4 (24%)	0 (0%)	13 (76%)

*Anmerkung: Bei 3 von 160 Interventionen wurde wegen bek. Unverträglichkeit auf KM-Gabe verzichtet.
Zur Gradeinteilung der Schmerzreduktion s. Tabelle 4

3.5 Beziehung zwischen Nadellage und Kontrastmittelverteilung

Vergleicht man die Nadellage mit der KM-Verteilung, dann zeigen sich in 96% der Interventionen bei einer „optimalen“ Nadellage auch eine „optimale“ oder zumindest „befriedigende“ KM-Verteilung. Hingegen finden sich bei den mit „ungenügend“ bewerteten KM-Verteilungsmustern auch zu 76% „ungenügend“ bewertete Nadellagen (s.Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleich Nadellage mit Kontrastmittelverteilung (Interventionen n=157*)

	Kontrastmittel-Verteilung		
	optimal	befriedigend	ungenügend
optimale Nadellage (n=115)	93	18	4
befriedigende Nadellage (n=25)	3	22	0
ungenügende Nadellage(n=17)	2	2	13

*Anmerkung: Bei 3 von 160 Interventionen wurde wegen bek. Unverträglichkeit auf KM-Gabe verzichtet.

3.6 Auswertung der Kathetertechniken

Bei den Interventionen mit Kathetertechnik lassen sich die Plexus coeliacus Katheter auf Grund der geringen Fallzahl (n=2) nicht statistisch auswerten.

Betrachtet man die Interventionen mit Grenzstrangkathetern (n=25), ließ sich bei den „optimal“ bzw. „befriedigend“ liegenden Kathetern in 87% auch eine „vollständige“ oder zumindest „deutliche“ Schmerzreduktion erzielen (d.h. mehr als 4 Punkte Unterschied auf der VAS-Skala, siehe auch Tabelle 4).

Hingegen zeigten die „ungenügend“ liegenden Katheter (n=4), die auch eine „ungenügende“ KM-Verteilung bedingten, keinerlei therapeutischen Effekt (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Ergebnisse der Kathetertechniken (Interventionen n=25)

	Grad der Schmerzreduktion		
	3-4	2	1
Katheterlage optimal-befriedigend (n=21)	18 (87%)	2 (8,7%)	1 (4,3%)
Katheterlage ungenügend (n=4)	---	---	4 (100%)
KM-Verteilung optimal-befriedigend (n=20)	17 (86%)	2 (9%)	1 (4,5%)
KM-Verteilung ungenügend (n=4)	1 (25%)	---	3 (75%)

Anmerkung: In einem Fall wurde wegen einer KM-Allergie auf die Kontrastmittelgabe verzichtet
Zur Gradeinteilung der Schmerzreduktion s. Tabelle 4

Nur in einem einzigen Fall stellte sich trotz einer ungenügenden KM-Ausbreitung - bei allerdings guter Katheterlage - klinisch eine deutliche Schmerzreduktion ein (s. Abb. 43 und 44). Die Katheterapplikationen führten insgesamt in 74% zu einer kompletten bzw. starken Schmerzreduktion.

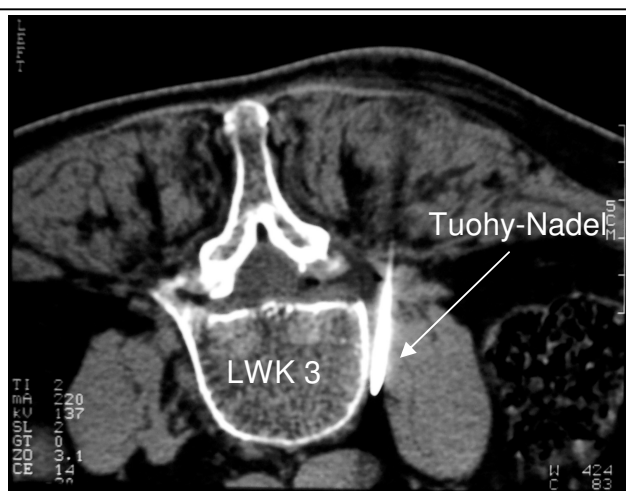


Abb. 43:

Ungenügende KM-Verteilung trotz guter Nadellage und Katheterlage: Die eingeführte Tuohy-Nadel liegt optimal ventrolateral direkt dem Wirbelkörper an.

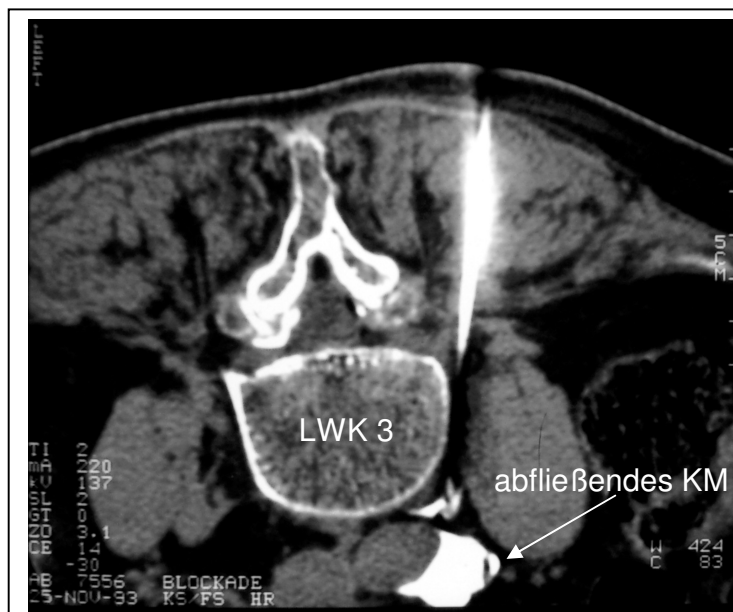
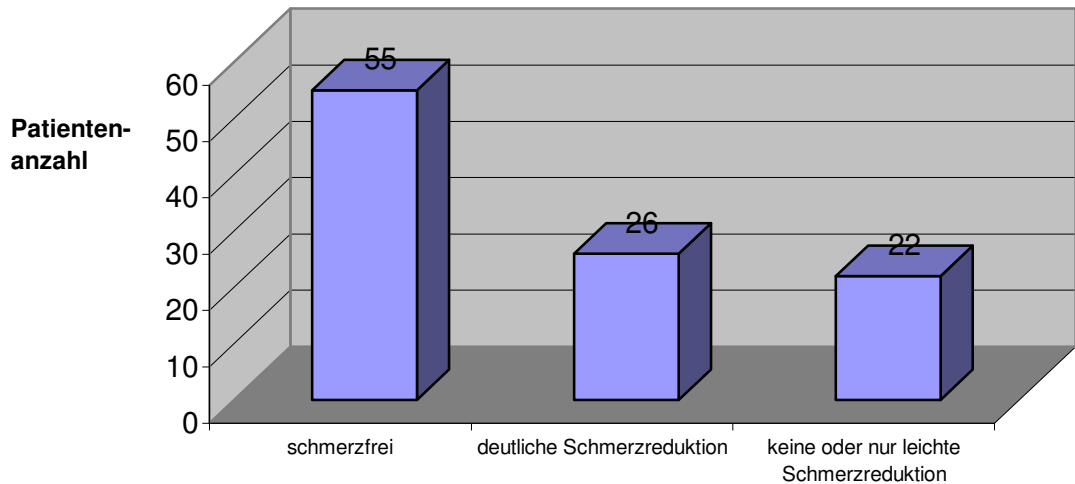


Abb. 44:

Ungenügende KM-Verteilung trotz guter Nadellage und Katheterlage: Das KM-Gemisch hat nur minimalen Kontakt zur praevertebralen Region (Grenzstranglage), es fließt zum Großteil nach ventral und ventrolateral der Iliakalgefäße ab.

3.7 Klinische Schmerzreduktion unter Berücksichtigung der einzelnen Techniken

Von den insgesamt 103 behandelten Patienten konnte zusammenfassend bei 55 (53%) eine „vollständige Schmerzfreiheit“ und bei weiteren 26 (25%) eine „deutliche Schmerzreduktion“ innerhalb der ersten 3 Tage im Anschluss an die Behandlung erzielt werden. Die verbleibenden 22 Patienten (21%) empfanden „keine“ oder nur eine „leichte“ Schmerzreduktion durch die interventionelle Behandlung (s.Diagramm 3).

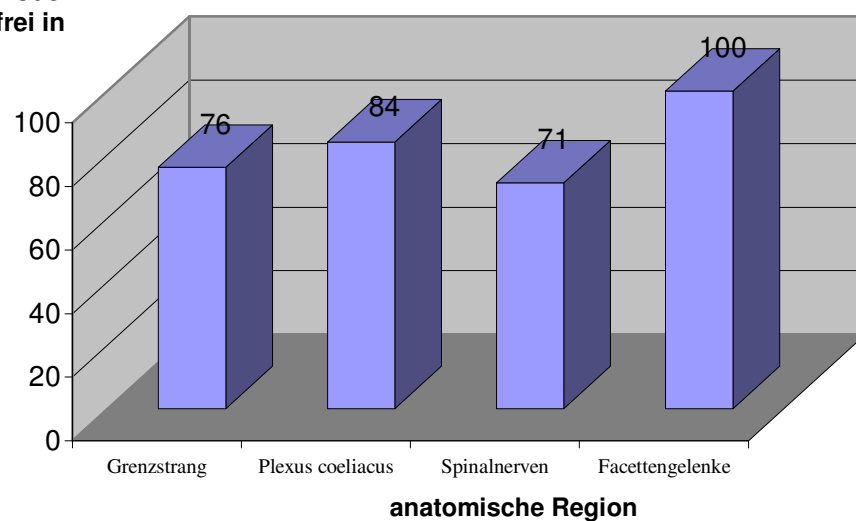
Diagramm 3:

Legende: Klinischer Erfolg bei den Patienten insgesamt.
 Der klinische Erfolg nach den Interventionen wird in drei Gruppen unterteilt und den entsprechenden Patientenzahlen zugeordnet.

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen interventionellen Techniken und Lokalisationen zeigten sich folgende Ergebnisse (s. Tabelle 8 und Diagramm 4).

Diagramm 4:

deutliche Schmerz-
reduktion oder
schmerzfrei in
Prozent



Legende: Erfolge der einzelnen Techniken.
 Das prozentuale Erreichen eines guten klinischen Therapieerfolges (Schmerzreduktion Grad 3 oder Grad 4) wird den einzelnen Interventionstechniken zugeordnet.

Mit den Interventionen am Grenzstrang konnten bei insgesamt 50 der 66 Patienten (76%) eine vollständige oder zumindest deutliche Schmerzreduktion herbeigeführt werden.

Bei 84% der Patienten mit Blockaden oder Neurolysen des Plexus coeliacus (n=26) wurde eine vollständige oder deutliche Schmerzreduktion erreicht, hingegen wiesen 16% der Patienten keinerlei Befundbesserung auf.

Durch Interventionen an den Spinalnerven konnten bei 71% der behandelten Patienten (n=7) eine vollständige Schmerzfreiheit bewirkt werden. Die verbleibenden 29% der Patienten gaben keine subjektive Befundbesserung an.

Alle vier Patienten, die sich einer Facettengelenkblockade unterzogen, waren im Anschluss an die Behandlung schmerzfrei oder deutlich schmerzreduziert.

Tabelle 8: Ergebnisse der einzelnen Techniken (Patienten n=103)

	Grad der Schmerzreduktion			
	1	2	3	4
Grenzstrangblockaden (n=66)	9	11	19	31
Plexus coeliacus Blockaden (n=26)	4	0	5	17
Spinalnervenblockaden (n=7)	2	0	0	5
Facettengelenkblockaden (n=4)	0	0	2	2

Anmerkung: Zur Gradeinteilung der Schmerzreduktion s. Tabelle 4

3.8 Einstichtiefe und Punktionswinkel

Bei den ausgewerteten Interventionen lagen die Distanzen zwischen Hautniveau und dem Punktionsort bei den unterschiedlichen Interventionen zwischen 4cm und maximal 15cm.

Der Versuch, den klinischen Erfolg der Blockaden mit der Eindringtiefe der Punktionskanüle d.h. mit der Länge des zurückgelegten und somit auch zu steuernden Weg bis zum Zielort zu korrelieren, erbrachte keine verwertbaren Resultate (Nach dem Kruskal-Wallis-Test ergab sich ein p -Wert=0,261).

Unabhängig von der Blockadetechnik wurde stets darauf geachtet, möglichst den einfachsten und direktesten Punktionsweg zum Zielort zu nutzen. Verschiedene Umstände, wie die Nähe dieses Weges zu gefährdeten Organen oder Gefäßen (z.B. Nieren, Ureter, Aorta, V.cava), zwangen jedoch gelegentlich zu längeren Punktionswegen und insbesondere auch zu schwierigeren, schrägen Punktionswinkeln.

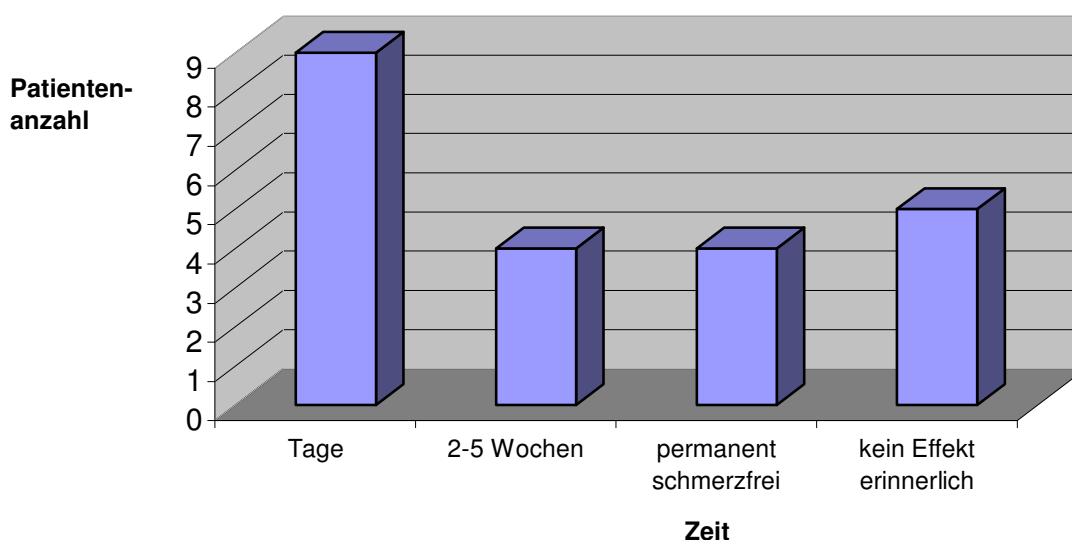
Aber auch der Versuch eines Vergleiches der Punktionswinkel mit dem klinischen Erfolg erbrachte ebenfalls keine verwertbaren Ergebnisse (p -Wert=0,86 nach Kruskal-Wallis-Test).

3.9 Verlaufskontrolle der Schmerzreduktion

Die nur bei einem Teil der Patienten mit chronischen Schmerzleiden zusätzlich durchgeführte telefonische Verlaufskontrolle ($n=22$) zur Eruierung der Wirkungsdauer der Interventionen lieferte folgende Ergebnisse: 39% der Patienten gaben eine komplette Schmerzreduktion von mehreren Tagen Dauer an. Bei 18% erstreckte sich die schmerzfreie Zeit über mehrere Wochen (2-5 Wochen) und weitere 18% gaben zum Zeitpunkt der Befragung (6 Monate nach der Intervention) noch eine anhaltende Schmerz-

freiheit an. Die verbleibenden 26% der Patienten konnten sich retrospektiv, trotz in den Akten dokumentierter deutlicher Schmerzreduktion oder Schmerzfrieheit während ihres stationären Aufenthaltes, an keine Schmerzreduktion durch die Interventionen erinnern. Ein Patient musste ausgeschlossen werden, da er sich an keine durchgeführte Intervention mehr erinnern konnte (s. Diagramm 5).

Diagramm 5:



Legende: Verlaufskontrolle des Therapieeffektes.

Das Säulendiagramm stellt die Dauer des Therapieeffektes den entsprechenden Patientenzahlen gegenüber. Hierbei handelt es sich um die Angaben von Patienten, die nach Aktenlage ausnahmslos zumindest einen kurzfristigen Therapieeffekt erfahren hatten.

4 Diskussion

4.1 Thematik und Ziele

Medikamentöse systemische Schmerztherapie kann in vielen Fällen bei *chronischen Schmerzsyndromen*, wie z.B. dem CRPS oder der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK), aber auch bei starken bis stärksten *tumorassoziierten Schmerzen*, z.B. beim Pankreas-CA, an ihre methodische Grenze stoßen. Unabhängig von der eigentlichen Schmerzursache limitieren in einigen Fällen die unerwünschten Nebenwirkungen den weiteren bzw. vermehrten Einsatz der Analgetika soweit, dass eine Schmerzfreiheit oder zumindest adäquate Schmerzreduktion nicht mehr erzielt werden kann [18].

Um die systemischen medikamentösen Nebenwirkungen zu umgehen, oder doch zumindest auf ein erträgliches Mindestmaß reduzieren zu können, ist deshalb schon früh versucht worden, mit regionalanästhetischen Methoden krankheitsspezifisch Schmerzleitungszentren zu blockieren. Hierbei sind eine Vielzahl von unterschiedlichen Techniken im Laufe der Zeit zur Anwendung gekommen. Bereits 1914 beschrieb Kappis die von dorsal „blind“ durchgeführte Plexus coeliacus Blockade [19]. Vier Jahre später berichtete Wendling [20] über seine Erfahrungen mit Plexus coeliacus Blockaden und einem ventralen Zugangsweg.

Eine Vielzahl weiterer perkutaner interventioneller Eingriffe wurde in der Folgezeit sowohl ganz ohne unterstützende bildgebende Methoden als auch durchleuchtungsgesteuert und später sonographisch gesteuert vorgenommen.

Werden die Interventionen ohne bildgebende Verfahren durchgeführt, dann können bei einem erfahrenen Arzt mit guten anatomisch-topografischen Kenntnissen und dem nötigen dreidimensionalen Vorstellungsvermögen auch zufriedenstellende Resultate

durch Grenzstrangblockaden oder auch Plexus Coeliacus Blockaden erreicht werden. Es lässt sich bei dieser „blinden“ Technik jedoch auch vom erfahrenen Untersucher nur abschätzen, wo denn vermutlich die Nadelspitze in der Tiefe des Körpers liegt. Weder ist eine gezielte millimetergenaue Nadelplatzierung möglich, noch lässt sich die Ausbreitung des Lokalanästhetikums / Neurolytikums erkennen oder gar dokumentieren. Anatomische Varianten, narbige oder postoperative Veränderungen lassen sich ebenso wenig berücksichtigen, wie sich akzidentielle Fehllagen zuverlässig erkennen lassen.

Die vielfach angewandten durchleuchtungsgesteuerten Interventionen können die Punktionsnadel, das applizierte Röntgenkontrastmittel und knöcherne Leitstrukturen während der Intervention relativ gut darstellen. Ein gravierender Nachteil dieser Techniken ist jedoch die fehlende Möglichkeit zur adäquaten Darstellung der umgebenden Weichteil- bzw. Gefäßstrukturen. Dieses Nachteil erscheint insbesondere z.B. bei der Plexus coeliacus Blockade oder der thorakalen Grenzstrangblockade gravierend. Bei beiden Beispielen sind weichteildichte anatomische Strukturen, wie die Aorta, die V.cava, die Nieren und die Lunge bzw. Pleura in unmittelbarer Nachbarschaft vom Zielort und damit von entscheidender Bedeutung für das Gelingen der Intervention und das Vermeiden von Komplikationen. So wird in der Literatur bei durchleuchtungsgesteuerten Verfahren auch von Komplikationen wie z.B. einer Paraplegie berichtet, deren Ursache in einer spinalen Ischämie vermutet wird (z.B. verursacht durch akzidentielle intramurale Injektion, Gefäßspasmus oder Injektion in eine Lumbalarterie) [21,22]. Auch eine partielle Beinparalyse [23] durch Einwirken des Neurolytikums auf den Plexus lumbalis ist bei durchleuchtungsgesteuerter Technik beschrieben worden.

Die in neuerer Zeit von einigen Autoren propagierte sonographische Steuerung interventioneller schmerztherapeutischer Eingriffe [24] hat wie auch die durchleuchtungsgesteuerte Technik den Vorteil der guten Verfügbarkeit und zusätzlich den der fehlenden Strahlenbelastung. Leider ist die Sonographie in ihrer Aussagekraft sehr stark vom Untersucher abhängig, und es sind insbesondere retrospektive Auswertungen bzw. Qualitätskontrollen technisch bedingt kaum möglich. Ein weiterer Nachteil ist die Abhängigkeit der Methode von den Schallbedingungen (Adipositas/ Meteorismus) und der Mitarbeit des Patienten (Befolgen der Atemkommandos, etc.).

Die Computertomographie hingegen als Steuerungsinstrument für schmerztherapeutische interventionelle Eingriffe hat im direkten Vergleich mit der oben angeführten Röntgendurchleuchtung, dem Ultraschall und den „blinden“ Techniken methodisch bedingt einige Vorteile:

1. hohe Ortsauflösung, sowohl von knöchernen als auch von weichteildichten Strukturen (parenchymatöse Organe, Gefäße, Ureteren)
2. direkte Darstellbarkeit der Punktionsnadel, der Katheter und des Röntgenkontrastmittels
3. gleichenbleibende Qualität des Verfahrens weitgehend unabhängig vom Patienten
4. untersucherunabhängiges Verfahren bei standardisiertem Scanprotokoll
5. einfache Bilddokumentation des gesamten Untersuchungsablaufes mit allen Einstellungsparametern. Gute Nachvollziehbarkeit der Prozedur sowohl für den Patienten und für die klinisch verantwortlichen Kollegen als auch im Hinblick auf sich eventuell ergebender forensischer Aspekte.

Trotz dieser Vorteile, und obwohl die Computertomographie bereits im Jahre 1972 entwickelt wurde und die ersten CT-gesteuerten schmerztherapeutischen Interventionen schon im Jahre 1977 in der Literatur erwähnt wurden [25], hat die CT in West-Europa erst Mitte der 90-iger Jahre breiteren Einsatz in der Schmerztherapie gefunden.

Ursächlich dürfte hierfür in erster Linie die anfänglich geringe Verfügbarkeit der CT, die hohen Investitions- und Personalkosten, sowie die noch deutlich eingeschränkte Gerätetechnik gewesen sein. Zwar wird für die schmerztherapeutischen Eingriffe, wie eingangs erwähnt, nur die hardwaretechnisch weniger aufwendige sequenzielle CT-Untersuchungstechnik benötigt, jedoch hat auch diese Technik sowohl in der Bildqualität (s. Abb. 44 und 45), als auch in der Bild-Akquisitionsgeschwindigkeit große Entwicklungsschritte vollzogen.

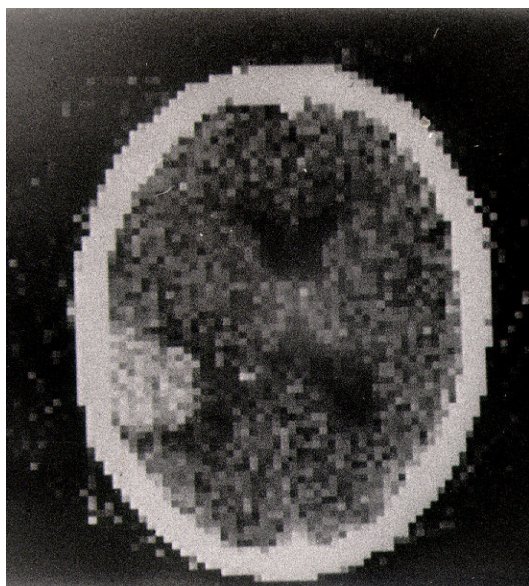


Abb. 44:
Beispiel zur Bildqualität:
1974: Raumforderung rechts temporal
(SIRETOM)



Abb. 45:
Beispiel zur Bildqualität:
1996: Normalbefund (SOMATOM PLUS 4)

Da eine hohe Ortsauflösung zur Lokalisation der submillimeterdicken Punktionsnadel (z.B. 0,7mm), der Katheter sowie der Zielpunkte für die interventionellen Eingriffe erforderlich ist, erscheint es verständlich, dass erst mit verbesserter Ortsauflösung die CT als Navigationshilfe auf breitere Akzeptanz gestoßen ist.

Die deutliche Verbesserung der Bildakquisitionsgeschwindigkeit lieferte einen weiteren Beitrag zur Verbreitung der CT in der täglichen Routine. Durch die reduzierten Untersuchungszeiten ließen sich pro Zeiteinheit auch zunehmend mehr Untersuchungen durchführen. So konnten vermehrt zusätzliche Freiräume für die interventionellen Eingriffe geschaffen werden, die sonst, auf Grund ihrer in den meisten Kliniken eher nachrangige Bedeutung, erst deutlich verzögert hätten durchgeführt werden können.

Bei der vorliegenden Arbeit interessierten vor allem folgende Fragestellungen (siehe auch Kap.1.2):

1. Wie gut ist die *Qualität* der CT-gesteuerten Blockadetechniken in Bezug auf Identifikation der Punktionsziele - auch bei schwierigen anatomischen Verhältnissen -, die Punktionsgenauigkeit und das Vermeiden oder zumindest rechtzeitige Erkennen von Komplikationen ?
2. Kann ein Zusammenhang zwischen CT-morphologischen Kriterien wie Nadellage, KM-Ausbreitung und KM-Verteilung und dem klinischen schmerztherapeutischen Erfolg hergestellt werden ?
3. Ist die millimetergenaue Blockadensteuerung im Vergleich mit dem klinischen Ergebnissen überhaupt erforderlich, oder würde auch eine ungenauere Nadelplatzierung ausreichen?

4. Ist der relativ hohe apparative und organisatorische Aufwand bei der CT in der täglichen Routine überhaupt zu handhaben? Kann hierbei die Zusammenarbeit zweier Kliniken (Schmerz-klinik und Radiologie) ebenso gewährleistet werden, wie die adäquate Betreuung stark schmerzgeplagter Patienten in den beengten Räumlichkeiten der CT ?
5. Wie lange ist die Wirkungsdauer der verschiedenen schmerz-therapeutischen Interventionen ?

4.2 Patienten und Methode

Es wurden insgesamt 103 Patienten ausgewertet, die stationär in der Schmerzlinik des UKE zwischen 1992 und 1998 interventionell CT-gesteuert behandelt wurden. Bei dem Patientenkollektiv in dieser Arbeit muss berücksichtigt werden, dass in der Regel die Patienten durch die Organisationsform einer Schmerz-klinik „vorselektiert“ worden waren. Die meisten Patienten stellten sich erst dann in der Schmerzlinik vor, wenn alle vorherigen, meistens ambulant oder aber auch in anderen Kliniken durchgeführten Behandlungsversuche frustan verlaufen waren. Häufig handelte es sich um multimorbide ältere Patienten oder Tumorpationen im Endstadium ihrer Erkrankung. Einige Patienten hatten sich außerdem bereits mehrfach Voroperationen unterzogen, was insgesamt für die interventionelle Schmerztherapie prognostisch ungünstigere Ausgangbedingungen bedeutet [26]. Somit muss bei den 103 Patienten der vorliegenden Studie davon ausgegangen werden, dass sie im Vergleich mit dem durchschnittlichen Schmerzpatienten, der sich z.B. in einer niedergelassenen Praxis vorstellt, ein eher schwierigeres Kollektiv darstellen.

Da es sich um eine retrospektive Auswertung handelt, konnte weder auf die schriftliche Dokumentation der Interventionen von Seiten der Schmerzklinik noch auf die Bilddokumentation von Seiten der Radiologischen Klinik Einfluss genommen werden. Der gesamte Datenbestand lag somit in vorgegebener Form vor.

Um eine ausreichende Vergleichbarkeit der klinischen Therapieverläufe mit den Interventionen zu gewährleisten, musste von der klinischen und radiologischen Dokumentation bei jedem Patienten ein gewisser Mindeststandard eingehalten worden sein, ohne den eine Aufnahme des Patienten in das Untersuchungskollektiv nicht erfolgen konnte. In der Krankenakte waren z.B. Angaben zur Schmerzsituation vor und nach der Intervention die ausschlaggebende Bedingung, ohne welche eine weitere Auswertung nicht möglich erschien und solche Fälle dementsprechend ausgeschlossen wurden. Bei der Bilddokumentation musste zumindest die Nadelspitze und möglichst auch das applizierte KM-Gemisch gut dokumentiert worden sein, damit der Patient in die Auswertung aufgenommen werden konnte.

Dabei zeigte sich, dass die radiologische Bilddokumentation in der Regel kein Problem darstellte. Zum einen liefen die Untersuchungen, sowie die Befunddokumentation nach einem weitestgehend einheitlichem Schema ab, und zum anderen wurden in der radiologischen Klinik alle Untersuchungen zusätzlich digital archiviert. Somit war auch im Falle einer primär ungenügenden Bilddokumentation eine Bildnachbearbeitung und ein zusätzlicher Bildausdruck problemlos möglich.

Die Dokumentation der klinischen Ergebnisse war in der Schmerzklinik über den stationären Aufenthalt hinaus bzw. über mehr als 5-7 Tage nach der Intervention aus Organisations- und Kostengründen leider nicht vorgesehen. Daher lagen in den

Krankenakten auch nur aus diesem eng umgrenzten Zeitraum adäquat auswertbares Datenmaterial zur Beurteilung des subjektiven Schmerzempfindens vor.

Um über diesen Zeitraum hinaus die Therapieerfolge kontrollieren zu können, wurde versucht, in Form eines telefonischen Follow-up's die Patienten selber oder die Hausärzte zu befragen.

Diese telefonische Verlaufskontrolle wurde jedoch unter anderem dadurch erschwert, dass ein Großteil der Patienten Tumorkranken im finalen Stadium ihrer Erkrankung waren. Teilweise handelte es sich auch um ältere multimorbide Patienten. Für eine längerfristige Verlaufskontrolle stand dieser Teil der Patienten nicht mehr zu Verfügung, da sie in der Zwischenzeit bereits verstorben oder in einem gesundheitlich sehr schlechten Zustand waren. In diesen Fällen hätte man unserer Meinung nach weder dem Patienten selber noch deren Angehörigen eine Befragung ethisch zumuten können. Des weiteren mussten auch noch die Patienten aus dem längerfristigen Follow-up ausgeschlossen werden, bei denen sich schon primär kein Therapieerfolg gezeigt hatte oder er bereits während des stationären Aufenthaltes wieder erloschen war. Die Anzahl der Patienten, die nun für ein Follow-up in Betracht kamen, hatte sich so auf 40% der ursprünglichen Patientenzahl reduziert.

Ein weitere Gruppe der Patienten war nicht erreichbar, unbekannt verzogen oder wollte bzw. konnte keine Angaben zur aktuellen Schmerzsituation machen.

Für eine Auswertung standen dann letztlich nur noch 21% der behandelten Patienten (n=22) zur Verfügung, alle „Nicht Tumorkranken“ mit chronisch therapierefraktären Schmerzsyndromen.

In der Literatur wird auffallend wenig über das Problem der längerfristigen Verlaufskontrollen geschrieben, was die Vermu-

tung nahe legt, dass es in vergleichbaren Kliniken ähnliche Probleme geben dürfte. Nur vereinzelt werden in der Literatur Verlaufskontrollen nach 6 Wochen oder 3 Monaten erwähnt [27]. Längere und detailliertere Angaben zu den Verlaufskontrollen und deren Ergebnissen bei größeren Patientenzahlen fehlen jedoch in der Literatur.

In einigen Veröffentlichungen erwähnen selbst international bekannte interventionelle Radiologen weder die Anzahl der untersuchten Patienten, noch die ungefähre Dauer ihrer angegebenen schmerztherapeutischen Erfolge [28]. Die meisten Studien mit CT-gesteuerten schmerztherapeutischen Eingriffen haben Plexus coeliacus Blockaden ausgewertet und beinhalten ein Patientenkollektiv von deutlich unter 30 Patienten [29,30,31,32,33]. Eine der wenigen Ausnahmen ist z.B. die Studie von Liebermann und Waldmann [34] mit 124 Patienten. Bei dieser Studie wurden nur Plexus coeliacus Blockaden ausgewertet, wobei jedoch eine von dorsal durchgeführte transaortale Technik zur Anwendung kam. Bei unserem Patientenkollektiv wurde hingegen ausschließlich die ventrale transabdominelle Technik für die Plexus coeliacus Blockade verwendet. Dorsale Techniken fanden nur bei Plexus coeliacus-Kathetern Verwendung, bei denen zwar ebenso wie bei den transaortalen Techniken in Bauchlage punktiert wurde, nie jedoch ein transaortaler Zugangsweg genommen wurde. Im Gegenteil: Es wurde bei allen durchgeführten Interventionen genauestens darauf geachtet die großen Gefäße, deren Abgänge und die Ureteren zu schonen, um so Blutungen, Infektionen oder Nekrosen zu vermeiden.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Komplikationen

Das Zielgebiet selber ließ sich bei sämtlichen Interventionen computertomographisch problemlos und exakt darstellen. Bei schwierigen Untersuchungsbedingungen wurde zur besseren Lokalisation auch intravenöses KM appliziert, so dass sich z.B. der Truncus coeliacus und die A.mesenterica sup. besser abgrenzen ließen. Eine intravenöse Kontrastmittelgabe bietet sich auch bei der lumbalen Grenzstrangblockade an, da durch die konsekutive Kontrastierung der Ureteren die Gefahr einer akzidentiellen Verletzung weitestgehend reduziert werden kann. Zwar gab es in unserem Patientenkollektiv keinen Fall von Ureternekrosen oder Ureterstrikturen, jedoch berichten andere Studien von dieser Komplikation [35,36,37].

Nur bei einem einzigen Patienten aus unserem Kollektiv wurde die Intervention sicherheitshalber auf Grund einer kleineren Blutung abgebrochen (Grenzstrangkatheteranlage). Alle anderen 159 Interventionen konnten kontrolliert zu Ende geführt werden. In einigen Fällen fanden sich allerdings korrekturbedürftige Fehllagen (s.Abb.4). Gerade diese Fehllagen zeigen jedoch unserer Meinung nach eindrucksvoll die Notwendigkeit einer detailgetreuen bildgebenden Technik zur Nadellokalisation und Platzierung, da nur die Kenntnis bzw. der Nachweis einer Fehllage eine schnelle und exakte Korrektur überhaupt ermöglicht.

Als Komplikationen wurden im Gegensatz z.B. zu den korrigierbaren Nadelfehllagen Vorkommnisse gewertet, die unbeabsichtigt im Zusammenhang mit den Interventionen auftraten und einen Therapieabbruch oder eine Therapieänderung erforderlich machten.

Schwerwiegende, d.h. den Patienten vital gefährdende, Komplikationen traten bei unserem Patientenkollektiv unter CT-Kontrolle nicht auf. Hierbei sollte auch berücksichtigt werden, dass eine Plexus coeliacus Blockade noch eine relativ einfache Intervention darstellt, bei der einige Millimeter Nadelabweichung von der geplanten Stichrichtung nicht annähernd so risikoreich ist wie bei den an unserer Klinik in zunehmendem Maße durchgeführten **thorakalen** Grenzstrangblockaden bzw. Grenzstrangkatheteranlagen. In dieser topografischen Region besteht insbesondere die Gefahr der Verletzung der großen Gefäße, des Herzens, der Lunge sowie der Pleura.

In der vorliegenden Studie trat als leichte Komplikation nur die oben erwähnte kleinere Blutung auf. Somit ergab sich bei dem untersuchten Patientenkollektiv eine Komplikationsrate von 0,6%.

Im Vergleich mit der Literatur, in der Komplikationsraten von 10% bei blinder Plexus coeliacus Blockade [38] und 3% bei CT-Steuerung [39] angegeben werden, muss berücksichtigt werden, dass die Definition von „Komplikationen“ keineswegs einheitlich ist. Hier wäre eine einheitliche Definition für eine bessere Vergleichbarkeit sinnvoll. Insbesondere sollten funktionelle Nebenwirkungen, die durch die Reduktion des Sympathikustonus bedingt sind, wie z.B. Darmhypermotilität nicht als „Komplikationen“ aufgeführt werden.

4.3.2 Nadelpositionierung

Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigte sich in 89% der durchgeführten 160 Interventionen, bei sicher nicht immer einfachen anatomischen Konstellationen (z.B. tumorösen Verwachsungen, Narbenplatten etc.), eine Abweichung der Nadelspitze vom gewünschten Zielgebiet von nicht mehr als 15mm. Der Vergleich dieser hohen Punktionsgenauigkeit mit dem klinischen Erfolg, unterstreicht die Bedeutung dieser Präzision.

Bereits eine Abweichung der Nadelspitze vom Zielgebiet von mehr als 15mm führte bei 72% der Interventionen zu einer schlechten Kontrastmittelverteilung (s.Tabelle 9) und bei 78% der Fälle ließ sich eine signifikante Schmerzreduktion nicht mehr erzielen (s.Tabelle 5).

Hingegen führt eine exakte Nadelpositionierung auch in 82% zu einem guten oder sehr guten klinischen Ergebnis (s.Tabelle 5) und bei einer optimalen Nadellage zeigte sich in 96% der Interventionen auch eine optimale oder zumindest befriedigende Kontrastmittelverteilung.

Jedoch muss hier kritisch angemerkt werden, dass die Zielgebietsbestimmung im CT an Hand topographischer Kriterien, wie die Lagebeziehung der Nadelspitze zu Wirbelkörpern, Muskulatur oder Gefäßstrukturen erfolgt. Die exakte Lage der Zielstrukturen selber, wie z.B. die Grenzstrangganglien, zeigt das CT nicht. Dieses bedeutet, dass im Einzelfall auf eine eventuell mögliche anatomische Variabilität der nervalen Strukturen nicht eingegangen werden konnte.

Zusammenfassend erscheint eine genaue Punktion des Zielgebietes (Abweichung $<15\text{mm}$) für eine effiziente interventionelle Schmerztherapie unabdingbar, der Versuch jedoch einer darüber hinaus noch exakteren Nadelplatzierung dürfen aus den eben erwähnten Gründen allerdings nur von fraglichem Nutzen sein.

Die Bedeutung der exakten KM-Verteilung und Nadelpositionierung für den klinischen Erfolg unterstreichen auch neuere kleinere Studien (38 bzw. 53 Interventionen) in retrospektiven Auswertungen: Perello et al. (1999) hält die beidseitig um den Truncus coeliacus sich verteilende KM/Lokalanästhetikum-mischung notwendig für eine adäquate Schmerzreduktion bei der Plexus coeliacus Blockade [40]. Bei der gleichen Blockadetechnik propagiert De-Cicco et al (1997) die Spinalnadelpositionierung direkt kranial des Truncus coeliacus, um die besten Ergebnisse zu erzielen [41].

Das Zustandekommen der im untersuchten Patientenkollektiv mit „ungenügend“ bewerteten Nadellagen und KM-Verteilungen könnte unter anderem durch die zum Teil schwierigen anatomischen Bedingungen (z.B. post-OP Verwachsungen) oder ungünstigen Rahmenbedingungen, wie z.B. instabiler oder stark unruhiger Patient bedingt sein. Des weiteren waren naturgemäß die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zum Zeitpunkt der Intervention noch nicht bekannt, so dass im Einzelfall eventuell auch weitere Distanzen der Nadelspitze zum Punktionszielort noch akzeptabel erschienen.

Bei dem Vergleich der Interventionstiefe mit der Anzahl der erforderlichen Nadelkorrekturen zeigte sich, dass bei zunehmender Tiefe auch zunehmend häufig Nadelkorrekturen erforderlich waren. Dieses wiederum ist jedoch Dank der hohen Ortsauflösung der CT auch in den meisten Fällen problemlos möglich gewesen, so dass sich der spätere klinische Erfolg auch bei mehrfachen Korrekturen unter schwierigen Bedingungen nicht verschlechterte.

4.3.3 Kathetertechniken

Die Kathetertechniken bei Grenzstrangblockaden und insbesondere bei Plexus coeliacus Blockaden werden international unverändert noch sehr zurückhaltend eingeschätzt. Zwar wird in der Literatur schon 1990 eine Katheteranwendung bei Plexus coeliacus Blockaden als erfolgversprechende Methode beschrieben [42], jedoch blieb eine deutlich vermehrte Anwendung dieser Techniken an den meisten Zentren bis heute aus. Hierfür mag zum Teil das etwas aufwendigere Verfahren ursächlich sein (z.B. subkutane Untertunnelung zur Infektionsprophylaxe, s. Abb. 13 und 14) sowie die nach der Intervention erforderliche Pflege des Verbandes und der Kathetereinstichstelle. Die Kathetertechniken haben jedoch bei Indikationen, die eine längerfristige Analgetikaapplikation erfordern, mehrere Vorteile auf ihrer Seite. Sie ermöglichen bei ähnlich guten klinischen Ergebnissen eine über Tage bis Wochen andauernde Zufuhr eines Lokalanästhetikums. Der Vorteil dieses Verfahrens ist vor allem die gute Steuerbarkeit der Dosierung in Abhängigkeit von der Klinik. Durch die kontinuierliche Lokalanästhetikaapplikation lassen sich zum Teil Krankheitsbilder wie sympathikusmodulierte Schmerzsyndrome langfristig therapieren, ohne dass hierfür eine Neurolyse erforderlich wäre. Es kann vermutet werden, dass die kontinuierlichen Blockadeverfahren via Katheter zu einem günstigeren Erfolg im Sinne einer mehrtägigen anhaltenden Neuro-modulation führen.

Auch bei unentschlossenen oder ängstlichen Patienten bieten die Katheteranwendungen Vorteile, erlauben sie doch dem Patienten, die Auswirkungen einer möglichen späteren Neurolyse in einem noch reversiblen Stadium in Ruhe abzuschätzen. Eine Neurolyse mit Alkohol kann dann gegebenenfalls über den noch

liegenden Katheter ohne erneute Punktion unter CT-Kontrolle erfolgen.

4.3.4 Vor- und Nachteile des CT-gesteuerten Vorgehens

Ein alternatives ultraschallgesteuertes Vorgehen kann selbstverständlich unter guten Schallbedingungen ebenfalls die erforderliche Lokalisationsgenauigkeit bieten. Besonders jedoch bei Tumorpatienten (z.B. Pankreaskopfkarzinom => Plexus Coeliacusblockade) die eventuell zusätzlich unter Meteorismus und Obstipation bei Morphintherapie leiden oder bei adipösen Patienten, dürften gute Schallbedingungen nicht die Regel sein. So ist auch der einzige in der Literatur bisher beschriebene Todesfall im Rahmen einer gesteuerten Plexus coeliacus Neurolyse unter sonographischer Kontrolle aufgetreten [43]. Weitere Vorteile der sonographischen Interventionssteuerung sind die dynamische Bildgebung während der Intervention („real time“) und die fehlende Strahlenbelastung.

Aus umfangreichen Messprotokollen und Tabellen [44] kann entnommen werden, dass die effektive Dosis bei einer Abdomen-CT Untersuchung mit ca. 25 Schichtaufnahmen bei ungefähr 7mSv liegt. Dieses bedeutet pro Schichtaufnahme eine Strahlenbelastung in der Größenordnung von 0,2mSv. Bei einem eingespielten Team mit ausreichender Erfahrung sollten z.B. bei einer lumbalen Grenzstrangblockade 15 Schichtaufnahmen in der Regel ausreichend sein. Dieses ergibt eine Gesamtdosis von 3,0mSv. Diese Teilkörperdosis liegt noch unter der Ganzkörperdosis aus der Summe von natürlicher und künstlicher Strahlenbelastung aus der Umwelt während eines Lebensjahres.

Das Auftreten von somatischen oder genetischen Schäden durch eine CT-gesteuerte schmerztherapeutische Intervention ist somit

außerordentlich unwahrscheinlich. Da zudem noch in der Regel CT-gesteuerte Interventionen vor allem am älteren Menschen und /oder am Tumorpatienten zur Anwendung kommen, erscheint der Aspekt der Strahlenexposition zumindest von untergeordneter Bedeutung zu sein. Deshalb halten wir ein CT-gesteuertes Vorgehen, nicht zuletzt auch auf Grund der ständig sinkenden Untersuchungskosten und der kürzer werdenden Untersuchungszeiten, aus ethischen sowie aus forensischen Gründen (Dokumentation!) für notwendig. Insbesondere sollte dieses auch bei schwierigen wirbelsäulen-, lungen- und gefäßnahen Interventionen gelten. Durch die jetzt bessere Verfügbarkeit der CT kann dieser Anspruch im Rahmen der Schmerztherapie auch praktisch umgesetzt werden.

4.3.5 Follow-up

Bei der telefonischen Verlaufskontrolle gaben 18% der befragten Patienten eine anhaltende permanente Schmerzfreiheit an. Der Großteil der Patienten erinnerte sich allerdings nur an schmerzfreie Intervalle von mehreren Wochen (18%) oder mehreren Tagen (41%) Dauer.

Diese Ergebnisse sind jedoch nur stark eingeschränkt verwertbar, da:

1. die Patientenzahl für das Follow-up relativ klein war (n=22) (s. auch Kap.4.2, S.70/71)
2. bei unserem Patientenkollektiv unterschiedliche Erkrankungen bzw. Krankheitsstadien vorlagen und auch noch verschiedene Blockadetechniken verwendet wurden
3. die telefonische retrospektive Befragung als sehr unzuverlässige Behelfsmethode angesehen werden muss

So bewerteten z.B. Patienten, die während ihres stationären Aufenthaltes über Tage dokumentiert schmerzfrei gewesen waren, retrospektiv die Interventionen mit „keinerlei Effekt“. Ein Patient aus der Follow-up Gruppe konnte sich überhaupt nicht mehr an eine CT-gesteuerte Intervention erinnern. Hierbei muss berücksichtigt werden, wie unbedeutend z.T. für einen über Jahre an chronischen Schmerzen leidenden Patienten ein schmerzfreies Intervall von Tagen bis wenigen Wochen Dauer sein kann.

Jedoch sollte die langfristige Verlaufskontrolle auch nicht überbewertet werden, da auf Grund der komplikationsarmen interventionellen CT-gesteuerten Techniken frühzeitige Wiederholungen der Eingriffe bei persistierenden oder wieder auftretenden Schmerzen gut möglich sind. Zudem ist die *langfristige* Wirkungsdauer der schmerztherapeutischen Interventionen zumindest bei der Behandlung älterer multimorbider Patienten oder bei Patienten mit fortgeschrittenem Tumorleiden eher von sekundärer Bedeutung.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende retrospektive Auswertung von 160 Interventionen (1992-1998) zeigt, dass die CT-gesteuerte interventionelle Schmerztherapie heute nicht nur ein komplikationsarmes und zielgenaues Verfahren darstellt, sondern auch die Ortsauflösung, die erreichbare Punktionsgenauigkeit sowie die optimale Nadellage und KM-Verteilung für den klinischen Erfolg unverzichtbar sind. Die Ergebnisse belegen den Zusammenhang zwischen den von uns beschriebenen KM-Verteilungsmustern, der exakten Nadelplatzierung und dem späteren klinischen Erfolg.

Die Durchführung „blinder“ sowie durchleuchtungsgesteuerter Neurolysen und Blockaden, insbesondere im Bereich des thorakalen und lumbalen Grenzstranges sowie des Plexus coeliacus ist nicht mehr zeitgemäß und kann unter forensischen Gesichtspunkten auch problematisch werden. Auch eine sonographisch gesteuerte Blockade erscheint nur in den Fällen gerechtfertigt, in denen der erfahrene Untersucher eine genaue Nadelplatzierung sicher gewährleisten kann. Die durch die Interventionen bedingte Strahlenbelastung des Patienten von ca. 3 mSv erscheint insbesondere bei den überwiegend palliativen Behandlungskonzepten eher von untergeordneter Relevanz zu sein. Trotz des relativ hohen apparativen Aufwandes und der erforderlichen Organisation der interdisziplinären Kooperation, war die Handhabung der CT als Steuerungsinstrument für alle Beteiligten zufriedenstellend realisierbar. Wegen der Komplikationsarmut (0,6%) und der guten klinischen Ergebnisse sollte die Indikation zur Intervention bei *Tumorpatienten* generell großzügig gestellt werden. Für eine genauere Beurteilung und Verlaufskontrolle langfristiger Therapieerfolge, wie z.B. bei chronischen Schmerzsyndromen, wären prospektive Studien mit einheitlichen Protokollen in Zukunft wünschenswert.

6 Literatur

- 1 Ming Wong : Die altchinesische Medizin. In: Toellner, R. (Hrsg.): Illustrierte Geschichte der Medizin. Band 1, Andreas & Andreas, Salzburg (1986): 49-89
- 2 Randolph, C.B.: The Mandragora of the ancients in folk-lore and medicine. In: Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences (1905): 487
- 3 Bonica, J.J (ed.).: The management of pain. 2nd ed. Lea & Febinger, Philadelphia 1990
- 4 Boas, R.A.: Sympathetic blocks in clinical practice. Int-Anesthesiol-Clin. 16 (1978): 149-182
- 5 Standl, T., H. Ohnesorge: Anästhesiologische Verfahren in der Schmerztherapie. . In: Beck, H., E. Martin, J. Motsch, J. Schulte am Esch (Hrsg.): Schmerztherapie., Thieme Verlag, Stuttgart (2001): 122-143
- 6 Stanton Hicks, M., R. Baron et al. : Consensus report ; Complex regional pain syndrom : Guidelines for therapie. Cli J Pain 14 (1998): 155-166
- 7 Wiesner, A., W. H. Jost: Sympathikusmodulierte Schmerzsyndrome. In : Beck, H., E. Martin, J. Motsch, J. Schulte am Esch (Hrsg.): Schmerztherapie, (2001): 455-458
- 8 Döbler, K., M. Zenz: Sympathikusblockaden und intravenöse Regionalanästhesie. In: Zenz, M., Jurna, I.: Lehrbuch der Schmerztherapie. Wissenschaft. VG, Stuttgart(1993): 239-245
- 9 Duda , S. H., P. E. Huppert, B. Heinzelmann, W. Schareck, H. Seboldt, C. D. Claussen: CT gestützte perkutane lumbale Sympathicolyse bei peripherer arterieller Verschlußkrankheit. Fortschr. Röntgenstr. 160,2 (1994): 132-136

-
- 10 Frauenhofer, S., M. Henzler, M. Strotzer, S. von Sommoggy: Durchblutungsmessung zur Wertigkeit der CT-gesteuerten lumbalen Sympathikolyse bei arterieller Verschlußkrankheit. *Vasa-Suppl.* 33 (1991): 160-161
- 11 Haaga , J. R., S. H. Kori, D. W. Eastwood, G. P. Borkowski: Improved technique for CT-guided celiac ganglia block. *AJR* 142 (1984): 1201-1204
- 12 Pelz, D. M.: Percutaneous lumbar nerve root blocks. *AJR* 158 (1992): 1412
- 13 Castro, W.H., P.F. van Akkerveeken: Der diagnostische Wert der selektiven lumbalen Nervenwurzelblockade. *Z-Orthop-Ihre-Grenzgeb.* 129 (1991): 374-379
- 14 Jänning, W.: Biologie und Pathologie der Schmerzmechanismen. In : Zenz, M., Jurna, I.(Hrsg.): *Lehrbuch der Schmerztherapie*, (1993): 15
- 15 Ward, E.M, D.K. Rorie, L.A. Nauss, R.C.Bahn: The celiac ganglia in man: normal anatomic variations. *Anesth. Analg.* 58 (1979): 461
- 16 Radbruch, L., S.Grond: Klinische Schmerzmessung. In: Beck, H., E. Martin, J. Motsch, J. Schulte am Esch (Hrsg.): *Schmerztherapie*, (2001): 78-85
- 17 De Conno, F., A. Caraceni, A. Gamba, L. Mariani, A. Abbattista, C. Brunelli, A. La Mura, V. Ventafridda: Pain measurement in cancer patients: a comparison of six methods. *Pain* 57 (1994): 161-166
- 18 Strumpf, M, M. Zenz: Stufenschema, Betäubungsmittelverschreibungsverordnung. In: : Zenz, M., Jurna, I.(Hrsg.): *Lehrbuch der Schmerztherapie*, (1993): 281-290

-
- 19 Kappis M.: Erfahrungen mit Lokalanaesthesie bei Bauchoperationen. *Verh-Dtsch-Ges-Chir.* 43 (1914): 87-89
 - 20 Wendling, H: Ausschaltung der Nervi splanchnici durch Leitungsanästhesie bei Magenoperationen und anderen Eingriffen in der oberen Bauchhöhle. *Beitr klein Chir* 110 (1918): 517-550
 - 21 Galizea, E.J., S.K. Lahiri: Paraplegia following coeliac plexus block with Phenol. *Br-J-Anaesth.* 46 (1974): 539-540
 - 22 Woodham, M.J., M.H. Hanna: Paraplegia after coeliac plexus block. *Anaesthesia* 44(1989): 487-89
 - 23 Thompson, G.E., D.C. Moore, L.D. Bridenbaugh, R.Y. Artin: Abdominal pain and alcohol celiac plexus nerve block. *Anesth-Analg.* 56 (1977): 1-5
 - 24 Zenz, M., K. Kurz-Müller, M. Strumpf, B. May: Die ventrale sonographisch-gesteuerte Zoeliakusblockade. Überblick und eigene Ergebnisse. *Anaesthesist* 42 (1993): 246-255
 - 25 Haaga, J.R., N.E. Reich, R.T. Havarilla, R..J. Alfidi: Interventional CT scanning. *Radiol.-Clin-N-Am.* 15 (1977): 456-469
 - 26 Schild, H: Perkutane Neurolyse des Plexus coeliacus. In *Interventionelle Radiologie*. S.558-562
 - 27 Ischia, S., A. Luzzani, A. Ischia, S. Faggion: A new approach to the neurolytic block of the coeliac plexus: the transaortic technique. *Pain* 16 (1983): 333-341
 - 28 Lee, M. J., P. R. Mueller, E. v. Sonnenberg, S.L. Dawson, H. D'Agostino, S. Saini, A. M. Cats: CT-guided celiac Ganglion block with alkohol. *AJR* 161 (1993): 633-636
 - 29 Finkenzeller, F., J. Techert, M. Lenhart, J. Link, S. Feuerbach: CT-gesteuerte thorakale Sympathikolyse zur Behandlung der arteriellen Verschlusskrankheit und thorakaler Schmerzen in 6 Fällen. *Fortschr. Röntgenstr.* 173 (2001): 920-923

-
- 30 Eisenberg, E., D.B. Carr, T.C. Chalmers: Neurolytic Celiac Plexus Block for Treatment of Cancer Pain: A Meta-Analysis. *Anesth Analg* 80 (1995): 290-295
- 31 Buy, J.N., A.A. Moss, R.C. Singler: CT guided celiac plexus and splanchnic nerve neurolysis. *J-Comput-Assist-Tomogr.* 6 (1982): 315-319
- 32 Herpels, V., J.C. Kurdziel, R.F. Dondelinger: Percutaneous CT guided nerve block of the coeliac plexus and splanchnic nerves. *Ann-Radiol-Paris* 31 (1988): 291-296
- 33 Moore, D.C., W.H. Bush, L.L. Burnett: Celiac plexus block: a roentgenographic, anatomic study of technique and spread of solution in patients and corpus. *Anesth-Analg.* 60 (1981): 369-379
- 34 Liebermann, R.P., S.D. Waldman: Celiac plexus neurolysis with the modified transaortic approach. *Radiology* 175 (1990): 274-276
- 35 Trigaux, J.P., B. Decoene, B. Van-Beers: Focal necrosis of the ureter following CT-guided chemical sympathectomy. *Cardiovasc-Intervent-Radiol.* 15 (1992): 180-182
- 36 Daschner, H., Allgayer, B.: Ureterverschluss nach CT-gezielter lumbaler Sympathicusausschaltung. *Fortschr Röntgenstr* 161 (1994): 85-87
- 37 Ernst, S., Heindel, W., Fischbach, R., Gawenda, M., Langen, H.-J., Neubauer, S., Krahe, T.: Komplikationen der CT-gesteuerten lumbalen Sympathikolyse: Eigene Erfahrungen und Literaturübersicht. *Fortschr. Röntgenstr.* 168,1 (1998): 77-83
- 38 Black, A., B. Dwyer: Coeliac plexus block. *Anaesth Intensive Care* 1 (1973): 315-318

-
- 39 Brown, D.L., D.C. Moore: The use of neurolytic celiac plexus block for pancreatic cancer: anatomy and technique. *J-Pain-Sympt-Manag.* 3 (1988): 206-209
- 40 Perello, A., Ashford, N.S., Dolin, S.J.: Coeliac plexus block using computed tomography guidance. *Palliat-Med.* 13 (1999): 419-425
- 41 De-Cicco, M., Matovic, M., Balestreri, L., Fracasso, A., Morassut, S., Testa, V.: Single-needle celiac plexus block: is needle tip position critical in patients with no regional anatomic distortions? *Anesthesiology* 87 (1997): 1301-1308
- 42 Humbles, F.F., J.E. Mahaffey: Teflon Epidural catheter Placement for intermittent celiac plexus blockade and celiac plexus neurolytic blockade. *Reg Anesth* 15 (1990): 103-105
- 43 Greiner, L.: Punktionssonographische Alkoholneurolyse der Zoeliakalganglien. *DMW* 110 (1985): 833-836
- 44 Jung, H.: Grundkurs im Strahlenschutz für Ärzte nach der Röntgenverordnung, Ärztekammer Hamburg (1998)

7 Danksagung

Herrn PD Dr. Maas danke ich für die Überlassung des Themas, die Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten und die zeitaufwendige und geduldige Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. E. Bücheler, ehemaliger Direktor der Abteilung für Röntgendiagnostik, möchte ich für die Unterstützung meiner Arbeit während seiner Amtszeit, sowie für Möglichkeit der Nutzung von Materialien und Räumlichkeiten in der radiologischen Diagnostik meinen Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr. G. Adam danke ich für die Möglichkeit die begonnene Arbeit in seiner Abteilung beenden zu können, sowie für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. H. Beck, Oberarzt der Schmerzklinik, für die gute Kooperation mit der Schmerzklinik und der Beratung beim klinischen Teil dieser Arbeit.

Frau Schlegel, Sekretärin der Schmerzklinik, möchte ich für die Geduld und Hilfe bei dem Heraussuchen der Patientenakten ebenfalls meinen Dank aussprechen.

Ebenso danke ich den Mitarbeitern der Radiologischen Klinik, sowie der Schmerzklinik, die durch ihre Hilfe zur Erstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

8 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name : Sönke Kröger
 Geburtsdatum : 27.10.68
 Geburtsort : Braunschweig
 Konfession : evangelisch
 Familienstand : verheiratet seit 04.07.90
 Ehefrau : Kirsten Kröger (Ärztin)
 Kinder : Lasse Kröger geb.23.08.92 Lina Kröger geb.04.11.93
 Leif Kröger geb.20.04.01 Laurin Kröger geb. 23.09.02
 Staatsangehörigkeit : deutsch

Schulbildung

08/75 - 07/79 : Grundschule, Hamburg-Volksdorf
 08/79 - 07/88 : Gymnasium „Walddörfer Gymnasium“, Hamburg-Volksdorf
 15.06.88 : Abitur

Zivildienst

09/88 - 04/90 : Rettungssanitäter beim Arbeiter-Samariter-Bund
 dabei Ausbildung zum Rettungsassistenten

Studium

04/90 - 03/92 : Vorklinisches Studium Universität Heidelberg
 04/92 - 10/96 : Klinisches Studium Universität Hamburg
 11/96 : ärztliche Prüfung

Praktisches Jahr

06/95 - 10/95 : Innere Medizin, I. Medizinische Abteilung AK Barmbek
 12/95 - 03/96 : Abteilung Röntgendiagnostik, UKE, Hamburg
 06/96 - 09/96 : Chirurgie, UKE, Hamburg

Berufserfahrung

12/96 - 05/98 : AIP Abteilung Röntgendiagnostik, UKE, Hamburg
 06/98 - 12/01 : Assistenzarzt Abteilung Röntgendiagnostik, UKE, Hamburg
 01/02 - 12/02 : Klinisches Jahr Abteilung Strahlentherapie, UKE, Hamburg