

Aus der Universitätsklinik für Allgemeine, Viszeral- und
Transplantationschirurgie Tübingen
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. A. Königsrainer

**CT-gesteuerte perkutane lumbale Sympathikolyse bei
peripherer arterieller Verschlusskrankheit**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
FELIX HÄNSSLER
aus
Stuttgart
2007

Dekan: Professor Dr. I.B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Frau Privatdozentin Dr. M.Witte
2. Berichterstatter: Professor Dr. G. Köveker

Meinen Eltern und Stephe
für ihre ganze Unterstützung

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	7
1.1	Periphere arterielle Verschlusskrankheit	7
1.1.1	Pathogenese der pAVK	8
1.1.2	Diagnostik der pAVK	9
1.2	Diabetes mellitus	10
1.3	Die Wundheilung	11
1.3.1	Die Inflammation	11
1.3.2	Proliferationsphase	12
1.3.3	Spätphase	13
1.3.4	Die Wundheilungsstörung	13
1.4	Therapiemöglichkeiten des DFS und der pAVK	14
1.4.1	Therapie des DFS	14
1.4.2	Therapie der pAVK	14
1.5	Geschichte und Wirkungsweise der CT-LSE	15
1.6	Fragestellung	17
2	MATERIAL UND METHODIK	18
2.1	Technik der CT-LSE	18
2.1.1	Allgemeine Voraussetzungen zur Durchführung einer CT-LSE	18
2.1.2	Spezielle Technik zur Behandlung unseres Patientenkollektivs	18
2.2	Patienten	20
2.2.1	Wundcharakteristika	20
2.2.2	Fragebogen	21
2.2.3	Kontrollgruppe	22
2.3	Datenerhebung und statistische Auswertung	22

3	ERGEBNISSE	24
3.1	Objektive Auswertungen	24
3.1.1	Patientendaten	24
3.1.1.1	Ergebnisse der Behandlungsgruppe	24
3.1.1.2	Ergebnisse der Kontrollgruppe	25
3.1.2	Amputationen	26
3.1.2.1	Amputationsrate der Diabetiker im Vergleich zu den Nicht- diabetikern	28
3.1.3	Analyse der tcpO ₂ -Werte	28
3.1.4	Wunden	29
3.1.4.1	Ergebnisse der Behandlungsgruppe	29
3.1.4.2	Ergebnisse der Kontrollgruppe	30
3.1.4.3	Wundverlauf der Diabetiker im Vergleich zu den Nichtdiabetikern..	31
3.2	Subjektive Auswertungen	31
3.3	Komplikationen	33
4	DISKUSSION	34
4.1	Therapieprinzipien der pAVK	34
4.2	Parameter zur Beurteilung des Therapieerfolges der CT-LSE	35
4.2.1	Anmerkung zum Verfahren der Sympathektomie	36
4.2.2	Amputationsraten nach CT-LSE	36
4.2.2.1	Einfluß der CT-LSE auf den Amputationszeitpunkt	38
4.2.2.2	Einfluß der CT-LSE auf die Amputationshöhe	39
4.2.3	Einfluß der CT-LSE auf die Abheilung der Wunden und auf subjektive Parameter	39
4.2.3.1	Mögliche Ursachen des fehlenden Erfolges der CT-LSE	42
4.3	Vergleich der Behandlung von Diabetikern und Nichtdiabetikern	43

4.4	Indikation zur CT-LSE	44
4.5	Komplikationen der CT-LSE	46
5	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	50
6	ANHANG.....	54
6.1	Abbildungen	54
6.3	Abkürzungen	54
6.4	Patientenfragebogen	55
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	57
8	LEBENS LAUF	78

1 Einleitung

1.1 Periphere arterielle Verschlusskrankheit

Die periphere arterielle Verschlusskrankheit (im Folgenden als pAVK abgekürzt) stellt ein weit verbreitetes Krankheitsbild dar, in dessen Folge es zu chronischen Wunden kommen kann, die erhebliche Einschränkungen für den Patienten bedeuten. Eine krankhafte Verengung der Arterien wird als arterielle Verschlusskrankheit bezeichnet. Dies umfasst stenosierende und okkludierende Veränderungen der Aorta und der Extremitätenversorgenden Arterien (Spengel et al 2001). In über 90 Prozent sind die Gefäße im Becken und in den Beinen betroffen. In diesem Fall wird von peripherer arterieller Verschlusskrankheit gesprochen. Die Verengungen der Beinarterien führen zu Durchblutungsstörungen der Muskulatur und können die Betroffenen zu Gehpausen zwingen. Daher wird die Erkrankung auch als Schaufensterkrankheit (Claudicatio intermittens) bezeichnet.

Die chronische arterielle Verschlusskrankheit findet sich latent oder manifest bei etwa 11% der männlichen Gesamtbevölkerung, Männer erkranken etwa 5mal häufiger als Frauen. In etwa 20% der Krankheitsfälle mit Durchblutungsstörungen der Beine liegt eine arterielle Verschlusskrankheit vom peripheren Typ vor (Alexander 1992). Dabei treten Symptome einer Durchblutungsstörung nur bei etwa einem Drittel der Betroffenen auf. Viele Menschen schränken ihr Leben so ein, dass sie die Symptome selbst nicht merken.

Nach Fontaine wird die periphere arterielle Verschlusskrankheit anhand des Schweregrades der Durchblutungsstörung in 4 Stadien eingeteilt. Fontaine bezeichnet einen Zustand als Stadium I wenn eine asymptomatische Stenose besteht. Im Stadium II liegt ein Belastungsschmerz vor, d.h. daß es ab einer bestimmten Gehstrecke zu Schmerzen in den Beinen kommt. Das Stadium II wird unterteilt, wobei IIa durch eine Gehstrecke von mehr als 200m und IIb durch eine Gehstrecke von weniger als 200m charakterisiert ist. Im Stadium III zeigt sich ein Ruheschmerz. Sobald ein Gewebeuntergang in Form einer Nekrose oder einer Gangrän vorliegt, handelt es sich um das Stadium IV.

Eine Reihe Risikofaktoren für die Entwicklung einer pAVK sind bekannt. Hierzu zählen die arterielle Hypertonie, der Nikotinabusus, die Hyperlipidämie sowie der Diabetes mellitus. Die kumulative Fünf-Jahresmortalitätsrate von Männern mit AVK liegt zwischen 5 und 17%. Männliche AVK-Patienten haben eine um 10 Jahre verkürzte Lebenserwartung. Die koronare Herzkrankheit (Patienten mit AVK 55%, Patienten ohne AVK 36%) und cerebrale Todesursachen (Patienten mit AVK 11%, Patienten ohne AVK 4%) stellen dabei die Haupttodesursachen dar (Spengel et al 2001).

1.1.1 Pathogenese der pAVK

In der Pathogenese der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit führen die oben genannten Risikofaktoren zu funktionellen oder morphologischen Endothelschädigungen. Daraufhin kommt es intraluminal zu einer Monozyten- und Thrombozytenwandadhäsion. Vor allem PDGF (platelet derived growth factor), aber auch andere Wachstumsfaktoren werden freigesetzt, die eine Proliferation und Migration glatter Muskelzellen der Media in die Intima induzieren. Diese Muskelzellen bilden große Mengen Kollagen, Elastin und Proteoglykane, charakteristische Bestandteile atheromatöser Plaques (Berger et al 1992).

Bei der Interaktion zwischen Gefäßwand und Gefäßinhalt, deren Störung für die thrombolischen Komplikationen verantwortlich ist, spielt das Gleichgewicht zwischen Prostacyclin und Thromboxan A₂ eine wichtige Rolle. Das von den Endothelzellen gebildete Prostacyclin ist ein starker Vasodilatator und hemmt die Thrombozytenaggregation, während das von den Thrombozyten gebildete Thromboxan A₂ stark vasokonstringierend wirkt und die Thrombozytenaggregation fördert. Dieses Gleichgewicht ist beim Gesunden ausgeglichen. Das Endothel atherosklerotischer Gefäße bildet weniger Prostacyclin, während Thrombozyten arteriosklerotischer Patienten vermehrt Thromboxan freisetzen. Somit wird das Gleichgewicht in Richtung einer erhöhten Thrombozytenaggregation verschoben. Dies fördert einen gefährlichen Circulus vitiosus, der schrittweise zu einem Arterienverschluß führen kann (Berger et al 1992).

1.1.2 Diagnostik der pAVK

Die Anamnese und die körperliche Untersuchung stellen die Basis der Diagnostik dar. Obligat sind dabei die Erfassung des Pulsstatus, die Auskultation mit der Frage nach Gefäßgeräuschen sowie die Suche nach trophischen Störungen und sonstigen Hautzeichen einer arteriellen Verschlusskrankheit (Venenfällung, Hautfarbe und -temperatur, Haarverlust im Extremitätenbereich, Hyperkeratose der Fußsohlen, Nagelmykosen, Druckstellen, Ulzerationen, Nekrosen etc).

Zur Objektivierung des Belastungsschmerzes empfiehlt sich eine Laufbandergometrie. Hierbei wird die Strecke bis zum Schmerzbeginn, die maximale Gehstrecke, die Schmerzlokalisierung und sonstige Beschwerden registriert.

Bei der Erstdiagnose einer arteriellen Verschlusskrankheit sollten ausserdem diejenigen Laboruntersuchungen veranlasst werden, die systemische Risikofaktoren wie z.B. Diabetes mellitus und Hyperlipidämie oder arteriosklerotisch bedingte Organschäden (z.B. Nierenfunktionsstörungen) aufdecken.

Im Rahmen der apparativen Untersuchung stehen die dopplersonographische Messung der systolischen Knöchelarterienverschlusdrücke, die Oszillographie, die Venenverschlussplethysmographie sowie an bildgebenden Verfahren die Duplexsonographie und Angiographie zur Verfügung. Die Basis der apparativen Diagnostik stellen die einfache Messung der Dopplerverschlussdrücke und die Duplexsonographie dar. Der Goldstandard vor therapeutischen Eingriffen ist die intraarterielle digitale Subtraktionsangiographie, die heute auch als MR-Angiographie standardmäßig durchgeführt werden kann. Des Weiteren besteht die Möglichkeit eine transkutane Sauerstoffpartialdruckmessung durchzuführen (Spengel et al 2001). Bei der transkutanen Sauerstoffpartialdruckmessung (im folgenden als tcpO₂ bezeichnet) wird anhand einer beheizbaren Sonde (45 °C) der in der obersten Hautschicht befindliche Sauerstoffpartialdruck gemessen. Diese Messungen, erlauben Rückschlüsse auf die intrakutane Durchblutungssituation. tcpO₂-Werte unter 20mmHg gelten als grenzwertig in Bezug auf die zu erwartende Heilung.

1.2 Diabetes mellitus

Der Diabetes mellitus ist eine chronische Erkrankung des gesamten Stoffwechsels (Berger et al 1992). Er ist durch einen Insulin Mangel gekennzeichnet. Ein Diabetes mellitus liegt vor, wenn die Glucosekonzentration im Vollblut nüchtern über 120 mg/dl (6,7 mmol/l) oder nach Glucosebelastung über 200 mg/dl (11,1 mmol/l) liegt.

Nach Angaben der Deutschen Diabetes Gesellschaft sind 4 - 5% der Bevölkerung an einem Diabetes mellitus erkrankt (Scherbaum und Kiess 2004). Amerikanischen Studien zufolge muss jeder zweite Diabetiker im Laufe seines Lebens mit einer nicht-traumatischen Amputation rechnen (Balkin 1995). Dabei liegen die Amputationsraten bei Diabetikern etwa 15-50mal höher als bei Nichtdiabetikern (Chantelau 1999). Bei geschätzten mindestens vier Millionen Diabetikern in Deutschland sind das jährlich ca. 29.000 Amputationen (Heller et al 2004). Somit ist das Amputationsrisiko in der Gesamtbevölkerung zu ca. 70% durch Diabetes bedingt (Trautner et al 1994). Bisher wurde dieser Zustand als schicksalhafte Diabetesfolge angesehen. Nach heutiger Kenntnis könnten jedoch die meisten Amputationen bei Diabetikern durch eine korrekte Diagnose und Therapie sowie vor allem durch eine geeignete Prophylaxe vermieden werden (Boulton 1990). So zeigte sich, daß durch die Etablierung spezieller Wundzentren die Amputationsrate sowohl bei Diabetikern als auch bei Nicht-Diabetikern deutlich reduziert werden konnte (Kleinfeld 1991).

Im Rahmen des Diabetes mellitus entwickeln sich Spätschäden. Hierzu gehören die diabetische Polyneuropathie, die Nephro- und Retinopathie (Mikroangiopathien) und die Arteriosklerose (Makroangiopathie).

Das „Syndrom des diabetischen Fußes“ beschreibt definitionsgemäß Fußläsionen im Zusammenhang mit diabetischen Folgeschäden (Chantelau 1999). Entwicklungsbestimmend beim diabetischen Fußsyndrom (im Folgenden als DFS abgekürzt) sind die zugrunde liegenden neuropathischen und angiopathischen Spätschäden. Als Vorstadium geht der diabetischen Gangrän meist eine banale mechanische, thermische oder chemische Hautverletzung voraus (Apelqvist et al 1993). Liegt hauptsächlich eine Neuropathie zugrunde, führt das fehlende Schmerzempfinden bei weiterem Gehen zu einer

permanenten Belastung der Wunde. Bei der pAVK führen Bagatellverletzungen zu schmerzhaften Weichteilschäden, die nekrotisch werden können. Hinsichtlich der Ätiologie unterscheidet man beim Diabetischen Fußsyndrom nach Chantelau drei Formen:

1. den neuropathisch Typ
2. den ischämisch Typ und
3. die Kombination der beiden genannten Formen, den sogenannten neuropathisch-ischämischen Typ oder Mischtyp.

Am häufigsten ist der Mischtyp, gefolgt vom rein neuropathischen Typ, seltener ist der rein ischämische Typ des DFS.

1.3 Die Wundheilung

Obwohl die initialen Verletzungen beim Diabetiker oft nur gering sind, sind sie Ausgangspunkt von Wundheilungsstörungen, die erhebliche Ausmaße annehmen können. Im Gegensatz zur akuten Wundheilung spricht man beim DFS von einer chronischen Wundheilungsstörung, die nicht mehr der typischen Kaskade der Wundheilung folgt. Um die Dysregulation zu verstehen, die dem DFS zugrunde liegt, sei hier ein kurzer Überblick über den Ablauf der normalen Wundheilung gegeben.

1.3.1 Die Inflammation

Die erste Phase der Wundheilung schliesst die Hämostase und die Entzündungsphase ein. Im Rahmen der Blutstillung kommt es primär zur Vasokonstriktion mit Einsetzen der Gerinnungskaskade in Form des extrinsischen und intrinsischen Systems. Dabei kommt es zur Bildung eines Thrombus, der reich an Fibrin und Thrombozyten ist, diese aggregieren und setzen aus ihren alpha-Granula verschiedene Zytokine frei (Calvin 1998).

Der Hämostase folgt die Entzündungsphase, in der, ausgelöst durch Histamin, Bradykinin und Prostaglandin, eine Vasodilatation mit erhöhter Gefäßwand-permeabilität stattfindet. Dadurch kommt es zu einer erhöhten Extravasation von Zellen (Leukozyten und Monozyten) und Plasmaproteinen. Die Folge ist eine Ödembildung. Nach 24 - 48 Stunden kommt es zur Einwanderung von

neutrophilen Granulozyten mit der Folge der Phagozytose und intrazellulären Zerstörung von fremdem Material. Liegt keine Infektion vor, so werden die Granulozyten nach einigen Tagen durch Makrophagen phagozytiert. Nach 48 - 72 Stunden überwiegen die Makrophagen, welche eine Vielzahl an Zytokinen abgeben. Diese stimulieren unter anderem die Proliferation von Fibroblasten und Endothelzellen (Reike 1999). Die Makrophagen kontrollieren somit den Übergang von der Phase der Entzündung zur Phase der Proliferation (Flanagan 1998).

Bei klinisch relevanter Infektion in der Wunde persistieren die Neutrophilen und die Entzündung kann durch anhaltende Freisetzung von destruktiven, proteolytischen Enzymen sowie freien Sauerstoffradikalen zu der für nicht heilende Wunden typischen Gewebezzerstörung führen (Lawrence 1998). Die Wunde stagniert in der Phase der Entzündung.

1.3.2 Proliferationsphase

Die zweite Phase beinhaltet die Migration und Proliferation von mesenchymalen Zellen, die Angiogenese, die Epithelisierung und die Wundkontraktion.

Bei ungestörter Wundheilung wandern nach 2 - 4 Tagen Fibroblasten aus dem umliegenden Gewebe in die Wunde ein. Dort synthetisieren sie vor allem Kollagen, welches das Schlüsselprotein der Wunde ist. Die Kollagensynthese beinhaltet die Hydroxylierung von Prolin und Lysin, wofür bestimmte Enzyme und Kofaktoren benötigt werden. Die Hemmung dieser Enzyme durch Kortikosteroide oder der Mangel an Kofaktoren (z.B. Vitamin C) führt zu vermindert hydroxyliertem Kollagen mit der Unfähigkeit einer effektiven Quervernetzung (Reike 1999).

Ein weiteres wichtiges Protein ist Elastin, dieses wird im Narbengewebe nicht erneuert, was die fehlende Elastizität erklärt.

Entscheidend ist auch ein rascher Wundverschluss, um den Verlust von Flüssigkeit und Elektrolyten nach außen, sowie das Eindringen von Bakterien nach innen zu verhindern. Dabei wandern Epithelzellen aus den intakten Randbereichen über die extrazelluläre Matrix. Treffen sie auf Epithelzellen der

Gegenseite so wird eine neue Basalmembran aufgebaut und aus dem einschichtigen Epithel wird ein mehrschichtiges (Lawrence 1998).

Bereits einige Tage nach der Verletzung beginnt die Wundkontraktion. Die daran beteiligten Myofibroblasten fördern den Wundverschluß.

1.3.3 Spätphase

In der letzten Phase, der Spätphase, findet das Remodelling statt. Durch den programmierten Zelltod wird aus dem zellreichen, gut durchbluteten Gewebe ein zellarmes, wenig durchblutetes Narbengewebe. Zunächst verschwinden die Endothelzellen, später die Fibroblasten. Mittels spezifischer Enzyme wird Kollagen abgebaut und durch neue Kollagenfasern ersetzt (Remodelling). Zusätzlich richten sich die Kollagenfasern neu aus, so daß die Reißfestigkeit der Wunde steigt. Nach ca. 6 Monaten werden 80% der Reißfestigkeit normaler Haut erreicht (Reike 1999).

1.3.4 Die Wundheilungsstörung

Heilt eine Wunde trotz adäquater Therapie nicht innerhalb von 8 Wochen ab, wird sie als chronische Wunde bezeichnet. Chronische Wunden unterscheiden sich in ihrem Wundmilieu und in den Eigenschaften, der an der Wundheilung beteiligten Zellen deutlich von akuten, heilenden Wunden (Reike 1999).

Wundsekret aus chronischen Wunden inhibiert die Proliferation von Fibroblasten, Keratinozyten und Endothelzellen, während das Wundsekret aus akuten Wunden die Proliferation dieser Zellen stimuliert (Vande Berg et al 1998). Fibroblasten aus dem Wundbett chronischer Druckulzera sind häufig inaktiv, d.h. die Teilungsrate ist deutlich vermindert ebenso wie die Synthese von Kollagen und Inhibitoren der Gewebe-Metalloproteinasen (Vande Berg et al 1998). Außerdem ist das Ansprechen dieser Fibroblasten auf Wachstumsfaktoren niedriger (Schultz und Mast 1998). Damit ist in chronischen Wunden die physiologische Balance zwischen Matrixab- und Matrixaufbau gestört (Ramasastry 1998).

Störungen der Wundheilung können durch zahlreiche Ursachen hervorgerufen werden. Dazu zählen Infektionen (Hunt und Jawetz 1988),

Zirkulationsstörungen (Allgöwer 1982), Sauerstoffmangel (Stephens und Hunt 1971), Exsikkose (Chang et al 1983), Unterkühlung, Stoffwechselstörungen wie zum Beispiel Diabetes mellitus (Goodson und Hunt 1979, Quabbe 1988, Morain und Colen 1990), Katecholaminausschüttung bei Stress (Groves et al 1973, Towell et al 1981, Jensen et al 1985), Glukokortikoid-Therapie (Neumann und Schenck 1987), Immunsuppression (Fishel et al 1983, Scharek et al 1988), Chemotherapie (Schlag und Kettelhack 1989), Hypoproteinämie und Unterernährung (Irvin 1978, Ruberg 1984), chronische Urämie (Goodson et al 1982), Hyperbilirubinämie (Grande et al 1990), Avitaminosen- besonders Vitamin A-, C- und K- Mangel (Stryer 1985, Hunt 1986), Strahlenschäden (Mustoe 1989) und höheres Alter der Patienten (Kraas 1988, Jones und Millman 1990). Eine akute Hyperglykämie behindert ebenfalls die Wundheilung (Goodson und Hunt 1977, Kamal et al 1998). Erhöhte Blutzuckerwerte vermindern außerdem die Fähigkeit zur Infektabwehr durch Störungen der Leukozytenfunktion (Delamaire et al 1997, Gallacher et al 1995).

1.4 Therapiemöglichkeiten des DFS und der pAVK

1.4.1 Therapie des DFS

Die Prävention stellt die beste Therapie des DFS dar. Ist einmal ein Ulkus oder eine Gangrän eingetreten, ist mit einer verminderten Heilung zu rechnen. Das Vorhandensein eines Ulkus ist der größte Risikofaktor für eine spätere Amputation. Ca. 20% der Patienten mit Ulzera müssen im Verlauf amputiert werden. Die Therapie des DFS richtet sich in erster Linie nach der zugrunde liegenden Ätiologie. Die Grundprinzipien der Therapie sind die vollständige Druckentlastung, die Infektbeherrschung und die adäquate Lokalthherapie, die typischerweise als feuchte Wundbehandlung durchgeführt wird (siehe <http://www.ddg.de/Leitlinien> und <http://www.ag-Fuss-ddg.de>).

1.4.2 Therapie der pAVK

Die Deutsche Gesellschaft für Angiologie hat in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Gefäßmedizin Leitlinien erarbeitet, in denen die Diagnostik und

Therapie der arteriellen Verschlusskrankheit der Becken und Beinarterien zusammengefasst werden (Spengel et al 2001, <http://www.leitlinien.net>).

Therapeutisch kommen kausale und symptomatische Behandlungen zur Anwendung. Kausal ist in der Regel nur eine Reduktion der Risikofaktoren (Nikotinkarenz, Blutzuckereinstellung, Kontrolle des Fettstoffwechsels bzw. einer Hypertonie, Untersuchung auf Hyperhomocysteinämie).

Zur symptomatischen Therapie können interventionelle (perkutane transluminale Angioplastie (PTA mit und ohne Stent), chirurgische (Bypass-Operationen) oder medikamentöse Verfahren (Thrombozytenaggregationshemmer, Antikoagulantien, Prostanoiden und vasoaktive Substanzen [Naftidrofuryl, Pentoxifyllin, Buflomedil]) angewandt werden. Die hyperbare Sauerstofftherapie sei hier der Vollständigkeit ebenso genannt. Ausserdem steht die CT-LSE (Computertomographie-gesteuerte lumbale Sympathikolyse) als Verfahren zur Wahl.

Ist die Durchblutungsstörung dergestalt, daß die o.g., insbesondere chirurgischen Therapieverfahren nicht (mehr) möglich sind, bleibt nur noch die Amputation. Um dies zu verhindern, wird in der Literatur immer wieder auf die computertomographie-gesteuerte perkutane lumbale Sympathikolyse (im Folgenden als CT-LSE abgekürzt) als eine der letzten Methode verwiesen.

1.5 Geschichte und Wirkungsweise der CT-LSE

Das Verfahren der Sympathikolyse oder Sympathektomie beruht auf der Überlegung, daß die periphere Durchblutung in den Extremitäten stark vom Sympathikotonus abhängig ist, dessen vasokonstriktiver Effekt durch die Sympathikolyse ausgeschaltet werden kann. Eine direkte, therapeutisch gezielte Zugriffsmöglichkeit auf einzelne Teile des autonomen Nervensystems, ohne Rückenmark, Gefäße oder Viszeralorgane zu schädigen, ist nur im Bereich der paravertebralen und prävertebralen Ganglien gegeben (Schneider 1996). Durch die Sympathikolyse kommt es zu einer besseren Durchblutung der zu behandelnden Extremität (Lindenauer und Cronenwett 1982, Schild und Grönninger 1984, Strotzer et al 1992). Die CT-gesteuerte Sympathikolyse zerstört dabei sympathische Nervenfasern irreversibel (Schneider 1996). Nach

Strotzer werden dabei aber vorwiegend die unmyelinisierten Fasern geschädigt, so dass myelinisierte sensorische und motorische Nerven unbeeinflusst bleiben (Strotzer et al 1992). Durch die erreichte Vasodilatation erhofft man sich nun eine bessere Sauerstoffversorgung und damit eine bessere Wundheilung. Außerdem sollen damit bestehende Schmerzen reduziert werden.

Prinzipiell kann eine chemische Sympathikolyse von der operativen Entfernung der Ganglien des Grenzstranges bzw. die Durchtrennung der afferenten sympathischen Nervenfasern unterschieden werden. Bei der chemischen Sympathikolyse handelt es sich um eine neuere, interventionell-radiologische Maßnahme. Die chirurgische, lumbale Sympathikolyse steht dem gegenüber seit rund 100 Jahren zur Behandlung der arteriellen Verschlusskrankheit zur Verfügung (Gaza 1924). Dabei sind die Ergebnisse der chemischen Sympathikolyse denen der operativen Sympathektomie gleichwertig (Walsh et al 1985, Courtheoux et al 1982, Moore und Walton 1981, Ramos et al 1983).

In der Literatur geht der Gedanke der Sympathikolyse bis auf 1889 zurück (Alexander 1889). Damals versuchte W. Alexander die Epilepsie damit zu behandeln, allerdings ohne Erfolg. 1899 führte Jaboulay die erste lumbale Sympathektomie chirurgisch durch. N. D. Royle setzte die Sympathektolyse 1924 zur Therapie von spastischen Lähmungen ein und beschrieb dabei auch den vasodilatatorischen Effekt der Behandlung. Die Erstbeschreibung einer chemischen Sympathikolyse folgte 1924 durch Swetlow (Swetlow 1924). Eine erste systematische Untersuchung der chemischen Sympathikolyse mittels Phenylalkohol an über 200 Patienten wurde 1949 von Haxton veröffentlicht (Haxton 1949). Zunächst wurden perkutane Eingriffe ohne und mit Durchleuchtungskontrolle versucht, die langsam von der CT-gesteuerten Technik mit ihrer besseren anatomischen Zielgenauigkeit verdrängt wurden (Schneider 1996). Zur Pionierzeit, in der ohne Durchleuchtungskontrolle gearbeitet wurde, kam es durch Fehlpunktionen zu zahlreichen schwerwiegenden Komplikationen. Durch den Einsatz der Röntgendurchleuchtung konnte die Komplikationsrate reduziert werden, doch die Wirksamkeit der Methode blieb durch die Ungenauigkeit der Nadelpositionierung eingeschränkt. Zur entscheidenden Weiterentwicklung des

Verfahrens kam es 1977 durch die Einführung der Computertomographie-gesteuerten lumbalen Sympathikolyse durch Haaga (Haaga 1977).

Schild und Mitarbeiter haben 1984 folgende Indikationen für die CT-LSE vorgeschlagen:

1. bei peripherer Durchblutungsstörung mit Gefäßokklusion, die chirurgisch nicht therapierbar ist,
2. als ergänzende Maßnahme bei chirurgisch-rekonstruktiven Eingriffen oder perkutaner transluminaler Angioplastie,
3. zur Verbesserung der Wundheilung des Amputationsstumpfes bei indizierter Amputation (Schild et al 1984).

Als Kontraindikationen gelten nach Schild und Mitarbeiter isolierte aortoiliakale Stenosen und Verschlüsse.

Seltenere Indikationen liegen in der Behandlung von Tumor, und Phantomschmerzen und Neuralgien sowie Erfrierungen (Adler und Engel 1990, Dondelinger und Kurdziel 1987, Schild und Grönninger 1984, Seibel et al 1989). Weitere Indikationen, die genannt werden, sind: M.Raynaud, Endangiitis obliterans, M.Sudeck und Kausalgien. In diesen Fällen fehlen vergleichbare erfolgsversprechende Therapieansätze (Dondelinger und Kurdziel 1987, Roeren 1995, Schild und Grönninger 1984, Seibel et al 1989, Strotzer et al 1992).

1.6 Fragestellung

Ziel der Arbeit war, die Langzeitergebnisse der CT-LSE bei Patienten mit pAVK IV zu untersuchen. Insbesondere sollte untersucht werden, ob die Maßnahme zur Vermeidung einer Amputation, zur Wundverkleinerung oder ggf. auch Abheilung führte. Hierfür wurden die Daten retrospektiv mit einer Kontrollgruppe, die ebenfalls eine pAVK IV hatte, die aber keine CT-LSE erhalten hatte, verglichen. Insbesondere sollte beurteilt werden, in welcher Gruppe es zu mehr Amputationen kam und ob die CT-LSE eventuell eine Amputation verhindern könnte. Die gewonnenen Ergebnisse wurden dann mit der momentan vorliegenden Literatur in Form einer Übersicht verglichen.

2 Material und Methodik

2.1 Technik der CT-LSE

2.1.1 Allgemeine Voraussetzungen zur Durchführung einer CT-LSE

Die Intervention wurde am wachen und nüchternen Patienten in örtlicher Betäubung nach vorangegangener Aufklärung durchgeführt. Eine ausreichende Gerinnungsfunktion des Patienten mit einem Quickwert >50% (entsprechend einem INR (International normalized ratio) von 1.55), partieller Thromboplastinzeit < 45 s und Thrombozyten > 80.000 pro μ l waren Voraussetzung (Schneider et al 1996). Des Weiteren sollte eine Kontrastmittelverträglichkeit zur Markierung der Gefäße und des Ureters sowie zur Kontrolle der Ausbreitung des Neurolytikums bestehen (Schild und Grönninger 1984). Zur genauen Lagebestimmung des Punktionsortes auf der Haut hat sich die Verwendung eines Markierungsgitters als hilfreich erwiesen. Durch dieses Raster war es nach der Kontrolle der Punktion im CT möglich, den günstigsten Zugang zu wählen (Nöldge et al 1996). Zur Punktion wurden 22- oder 21-G.-Feinnadeln mit Mandrin verwendet, um das Blutungsrisiko während der Punktion so gering wie möglich zu halten (Roeren 1995, Schild 1988).

Vor der definitiven Neurolyse empfiehlt sich das Einbringen eines lang anhaltenden Lokalanästhetikums. Dadurch wurden die Schmerzfasern im Bereich der geplanten Neurolyse ausgeschaltet und die Schmerzen, die durch die Nekrose entstehen können, reduziert (Roeren 1995). Zur definitiven chemischen Neurolyse wurde 96%iges Ethanol oder Phenol verwendet (Schneider et al 1996).

2.1.2 Spezielle Technik zur Behandlung unseres Patientenkollektivs

Die möglichen Zugänge für eine Neurolyse des lumbalen Sympathikus sind translumbal und transabdominal. In unserem Patientenkollektiv wurde der Eingriff translumbal in Bauchlage durchgeführt. Zu Beginn wurden dabei 50ml Kontrastmittel injiziert, um Ureter und Gefäße zu markieren. Dann folgte die Darstellung von L2 bis L4 in 5mm Schichtdicke.

Nach Lokalisation der sympathischen Ganglien wurde in einer entsprechenden Schicht der Punktionsweg simuliert. Entsprechend dieser Simulation erfolgte die Punktion unter sukzessiver Lokalanästhetikaabgabe entlang des Punktionsweges. Die korrekte Tiefe war erreicht, sobald die Nadelspitze bei der linksseitigen Sympathektomie retroperitoneal hinter der Aorta und bei der rechtsseitigen Sympathektomie hinter der V.cava zu liegen kam und die Psoasfaszie durchstoßen wurde. Das Aspirieren ist nach Erreichen des Zielpunktes und vor der Abgabe obligat, um eine intravasale Injektion zu vermeiden (Schild 1988).

Zunächst wurde ein Gemisch von einem ml Kontrastmittel (300mg Jod/ml) und 4 ml Lokalanästhetikum (Bupivacain) injiziert. Anschließend wurde die Kontrastmittelverteilung in 5-mm-Schnitten dokumentiert. Das Kontrastmittel diente zur Abschätzung des technischen Erfolgs und half Komplikationen zu vermeiden. Es sollte sich gleichmäßig verteilen, wobei ein direkter Kontakt zum Ureter unterbleiben muss (Gefahr der Ureternekrose). Das Lokalanästhetikum diente zum einen der direkten Therapiekontrolle, da nach circa 10 Minuten ein Nachlassen bzw. Verschwinden der Schmerzen erfolgen sollte und zum anderen sollten die durch das Lytikum entstehenden Schmerzen bis zur vollständigen Lyse der Nerven aufgehoben werden (Schneider et al 1996).

Befand sich die Kanüle in der korrekten Position wurde nun ein Gemisch aus 1-2 ml Bupivacain und 3-5 ml Ethanol 96%ig injiziert. Dies führte zur eigentlichen Neurolyse.

Anschließend sollte die Kanüle mit wenig Kochsalzlösung gespült werden, um ein Verschleppen des Alkohols beim Herausziehen der Kanüle zu vermeiden. Damit sollen eventuelle Schädigungen der Rückenmuskulatur unterbunden werden.

Der Patient sollte nach dem Eingriff 4 Stunden Bettruhe einhalten, am besten weiterhin in Bauchlage. Dies ist möglicherweise hilfreich um einem Absinken des Neurolytikums nach dorsal entgegenzuwirken (Schild 1988).

2.2 Patienten

Ziel war es, die Daten aller Patienten zu erheben, die seit Etablierung der Tübinger Wundsprechstunde im Jahr 1991 eine CT-LSE erhalten hatten. Hierfür wurden alle Patienten, die seit 1991 eine CT-LSE erhalten hatten, mittels des radiologischen Dokumentationssystems erfaßt. Gleichzeitig wurde das in der Abteilung für Allgemeine Chirurgie benutzte Dokumentationssystem herangezogen, die mittels CT-LSE behandelten Patienten zu erfassen. Somit wurden zwei unterschiedliche Möglichkeiten zur Patientenerfassung genutzt, dies sollte eine vollständige Patientenerfassung gewährleisten. In die Untersuchung eingeschlossen wurden allerdings nur Patienten, die auch in der Tübinger Wundsprechstunde behandelt wurden und deren Wundverlauf dokumentiert ist.

Die Erhebung der Daten erfolgte einerseits anhand der zur Verfügung stehenden Krankenakten und Arztbriefe und andererseits anhand eines an die Patienten verschickten Fragebogens.

Folgende Parameter wurden festgehalten:

- Alter zum Zeitpunkt der CT-LSE bzw. zum Zeitpunkt der Angiographie sowie der Nachuntersuchung
- Geschlecht
- Begleiterkrankungen (insbesondere Diabetes mellitus, koronare Herzkrankheiten, Hypertonie, Nikotinabusus, Hypercholesterinämie, Immunsuppression, Leberzirrhose und Tumorerkrankungen)
- die Ergebnisse der Angiographie sowie der Röntgendiagnostik
- die transkutane Sauerstoffpartialdruckmessung vor und nach CT-LSE
- Charakteristika der Wunden (siehe weiter unten)
- Anzahl und Zeitpunkt der Amputationen

2.2.1 Wundcharakteristika

Die Erhebung der Wundcharakteristika und die Beurteilung des Wundverlaufs war zentraler Punkt der Arbeit. Es wurde die Anzahl, die Größe und die Lokalisation der Wunden [Zehen, Mittelfuß, Ferse und Unterschenkel] sowie deren Entwicklung während der Therapie auf der mittels CT-LSE behandelten

Seite erhoben. Ferner wurde eruiert, wie lange die Wunden bereits vor der CT-LSE bestanden. Zur Beurteilung des Heilungsverlaufs wurde eine Verkleinerung der Wunde oder das Ausbleiben weiterer chirurgischer Eingriffe (d.h. Amputationen) in der laufenden Behandlung als Verbesserung gewertet. Sollte es zu einer Amputation gekommen sein, wurde der Zeitraum vom Tag der Durchführung der CT-LSE bis zur Amputation erhoben. Zur Erhebung der Daten wurde das in der Wundsprechstunde benutzte Computerprogramm herangezogen (Coerper et al 2004).

2.2.2 Fragebogen

Zum anderen wurde zur subjektiven Beurteilung der Schmerzen und der Wunden ein standardisierter Fragebogen (Abb.1) an alle Patienten verschickt. Es handelte sich insgesamt um 15 Fragen, 13 hiervon wurden durch Ankreuzen von *ja* oder *nein* beantwortet, zwei konnten frei beantwortet werden. Der Fragebogen war in zwei Teile aufgeteilt. Im ersten Abschnitt wurden die Schmerzen in Ruhe vor und nach CT-LSE, die Schmerzen beim Gehen in Ruhe vor und nach CT-LSE sowie der Nachtschmerz vor und nach CT-LSE abgefragt. Diese Fragen wurden durch Ankreuzen innerhalb einer Skala von 0 bis 10 von den Patienten beantwortet. 0 bedeutet dabei keinen Schmerz, 10 entsprach sehr starken Schmerzen. Anschließend sollte der persönliche Eindruck, ob durch die CT-LSE eine Schmerzreduktion stattfand durch Ankreuzen von *Ja* und *Nein* angegeben werden.

Im zweiten Abschnitt wurden die Wunden klassifiziert, *an den Zehen* (1), *an den Fussballen* (2), *an der Ferse* (3) und *am Unterschenkel* (4). Hier wurde nach der Veränderung der Wunde *Ja, kleiner geworden*; *Ja, größer geworden*; *Die Wunde ist abgeheilt*; *Nein*; *Ja, die Wunde ist...* gefragt. Außerdem wurde nach neuen Wunden und nach anschließenden Amputationen gefragt. Abschließend konnten die Patienten ihr Befinden direkt nach und Jahre nach der CT-LSE beschreiben, sowie eigene, freie Angaben in Form von Bemerkungen machen. Das Auftreten von Komplikationen aus der Sicht des Patienten wurde ebenfalls erfragt. Der Patientenfragebogen ist im Anhang abgebildet.

2.2.3 Kontrollgruppe

Zusätzlich wurde aus der Datenbank der Patienten der Wundsprechstunde eine Gruppe an Patienten erhoben, die ebenfalls alle eine pAVK Grad IV hatten, jedoch keine CT-LSE erhalten hatten. Diese Patientengruppe diente als Kontrolle. Ziel war es, eine „matched pair“ Analyse zu erhalten, in der jeder Patient der CT-LSE Gruppe mit einem Patienten aus der Kontrollgruppe verglichen wurde. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Patienten der Kontrollgruppe hinsichtlich Alter, Geschlecht und Vorhandensein eines Diabetes mellitus möglichst der Behandlungsgruppe (CT-LSE) entsprachen. Obwohl alle Patienten eine pAVK IV hatten, wurde bei der Paarbildung neben den oben genannten Kriterien auf einen ähnlichen Angiographiebefund in beiden Gruppen geachtet, um von einer vergleichbaren Gefäßsituation auszugehen. D.h. dass darauf geachtet wurde, dass die Gefäßstenosen- bzw. Verschlüsse der Paare jeweils im Oberschenkel- oder Unterschenkelbereich lagen.

2.3 Datenerhebung und statistische Auswertung

Die Datenerhebung in beiden Gruppen erfolgte identisch. In der Kontrollgruppe wurde der Zeitpunkt der Angiographie mit dem Zeitpunkt der CT-LSE in der Behandlungsgruppe gleichgesetzt. Dies konnte deshalb erfolgen, da der Zeitraum zwischen Angiographie und CT-LSE in der Behandlungsgruppe immer sehr kurz war.

Die Paarbildung ebenso wie die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels des Statistikprogramms JMP (SAS Institute GmbH, Heidelberg) unter Anleitung von Prof. Dr. Dietz (Institut für Medizinische Biometrie der Universität Tübingen). Nach der Paarbildung wurde die CT-LSE Gruppe mit der Kontrollgruppe verglichen. Ziel der Arbeit war es, zu beurteilen, in welcher Gruppe es zu mehr Amputationen kam und ob die CT-LSE eventuell eine Amputation verhindern könnte.

Des Weiteren wurde verglichen, in welcher Gruppe es vermehrt zu einer Wundverkleinerung bzw. zu einer Abheilung der Wunde kam. Auch die Dauer vom Wundbeginn bis zur Amputation wurde verglichen.

Als Erfolgskriterien zur Beurteilung der Behandlungsmethode CT-LSE wurde folgendes festgelegt:

- Verhinderung einer Amputation in der Folge
- Wundverkleinerung bzw. Abheilen der Wunde
- Verlängerung der Zeit bis zur Amputation

3 Ergebnisse

3.1 Objektive Auswertungen

3.1.1 Patientendaten

3.1.1.1 Ergebnisse der Behandlungsgruppe

Zwischen Dezember 1991 und Dezember 2003 wurden an 28 Patienten (14 weibliche und 14 männliche Patienten) 30 CT-LSE durchgeführt. 20 (66%) Sympathikolyse fanden rechtsseitig und 10 (34%) fanden linksseitig statt. An zwei Patienten wurde die CT-LSE gleichzeitig auf beiden Seiten durchgeführt. Die Auswertung bezieht sich im Folgenden auf 30 Fälle.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der weiblichen Patienten betrug im Median 86.03 Jahre (75-98 Jahre) und der männlichen Patienten betrug im Median 70.97 Jahre (50-84 Jahre). Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug damit 78.5 Jahre (50-98 Jahre).

Das Durchschnittsalter bei Durchführung der CT-LSE betrug bei den nachuntersuchten Frauen im Median 77.45 Jahre (67-94 Jahre), bei den Männern 64.82 Jahre (46-79 Jahre). Daraus ergab sich ein Gesamtdurchschnittsalter von 71.13 Jahren (46-94 Jahre) für alle Patienten bei Durchführung der CT-LSE.

Die Nachbeobachtungszeit beläuft sich damit auf 2 bis 14 Jahre.

Alle Patienten litten an einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit Stadium IV, das heißt alle Patienten hatten zum Zeitpunkt der Behandlung auch eine Wunde bzw. Nekrose.

Insgesamt 16 Patienten (55%) litten an Diabetes mellitus Typ II, davon waren 5 weiblich (33%) und 11 männlich (78%). Bei den Patienten der Behandlungsgruppe fanden sich folgende Begleiterkrankung: 13 (43.3%) litten an einer koronaren Herzkrankheit, 12 (40%) an einer Hypertonie, 5 (16.7%) an einer Niereninsuffizienz, 3 (10%) an einer Hypercholesterinämie, zwei (6.7%) betrieben Nikotinabusus, einer (3.3%) litt an einer Leberzirrhose und einer (3.3%) an einem Tumor. 11 Patienten (7 Frauen und 4 Männer) hatten zusätzlich eine chronisch venöse Insuffizienz (siehe Tabelle 1).

Im Vorfeld der CT-LSE wurden folgende Behandlungen durchgeführt: 5 Patienten (16.6%) wurden mittels PTA behandelt, drei (10%) wurden mittels

PTA und Stent behandelt und 5 (16.6%) erhielten einen Bypass. Die restlichen 17 (56%) hatten keine spezifische Vorbehandlung bzgl. der pAVK (siehe Tabelle 2).

3.1.1.2 Ergebnisse der Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe setzte sich aus 16 weiblichen und 14 männlichen Patienten, also aus insgesamt 30 Patienten zusammen.

Das mediane Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der weiblichen Patienten betrug 83.53 Jahre (74-93 Jahre), das der männlichen Patienten betrug 71.47 Jahre (63-84 Jahre). Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug damit 77.5 Jahre (63-93 Jahre). Das Alter zum Zeitpunkt der Angiographie betrug bei den Frauen 79.56 Jahre (67-89 Jahre), bei den Männern 67.21 Jahre (59-81 Jahre), Daraus ergibt sich ein Durchschnittsalter von 73.38 Jahren (59-89 Jahre) für alle Patienten zum Zeitpunkt der Angiographie. Auch die Nachbeobachtungszeit der Kontrollgruppe beläuft sich auf 2 – 14 Jahre.

Alle Patienten litten an einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit Stadium IV. 4 weibliche (25%) und 11 männliche (78%) Patienten, das heißt insgesamt 15 (50%) Patienten hatten ein Diabetes mellitus Typ II.

Die Patienten der Kontrollgruppe wiesen folgende Begleiterkrankungen auf:

12 (40%) hatten eine koronare Herzkrankheit, 12 (40%) eine Hypertonie, 4 (13%) eine Niereninsuffizienz, 4 (13%) eine Hypercholesterinämie, drei (10%) betrieben einen Nikotinabusus, einer (3.3%) hatte eine Lebercirrhose und zwei (6%) hatten einen Tumor. 10 Patienten (7 Frauen und 3 Männer) wiesen zusätzlich eine chronisch venöse Insuffizienz (CVI) auf.

Die Verteilung an Begleiterkrankungen der beiden Gruppen ist in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Charakteristika der Behandlungs- und Kontrollgruppe hinsichtlich Alter und Begleiterkrankungen

	CT-LSE	Kontrolle
Durchschnittsalter (median)	78.5 Jahre	77.5 Jahre
Geschlecht m:w	14:14	14:16
Diabetes mellitus	55%	50%
KHK	43%	40%
Hypertonie	40%	40%
Niereninsuffizienz	16%	13%
Hypercholesterinämie	10%	13%
Nikotinabusus	6%	10%
Leberzirrhose	3%	3%
Tumorerkrankung	3%	6%

In der Kontrollgruppe waren folgende pAVK-spezifische Vorbehandlungen vor der Angiographie durchgeführt worden: 6 Patienten (20%) wurden mittels PTA behandelt, drei (10%) mittels PTA und eines Stents und 7 (23%) erhielten einen Bypass. Die prozentuale Verteilung an Vorbehandlungen der beiden Gruppen ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Gefäßchirurgische und interventionelle Vorbehandlungen

	CT-LSE	Kontrolle
Bypass-Operation	20%	23%
PTA + Stent	10%	10%
PTA	20%	20%

Es gab keinen signifikanten Unterschied bezüglich Alter, Begleiterkrankungen oder Vorbehandlungen in beiden Gruppen.

3.1.2 Amputationen

Bei den Patienten der CT-LSE Gruppe kam es innerhalb von 6 Jahren zu 13 Amputationen (43.4%). Davon waren 8 (62%) minor und 5 (38%) major Amputationen. Die restlichen 17 Patienten (56.6%) wurden bis zum Zeitpunkt

der Nachuntersuchung nicht amputiert. Bei den Patienten der Kontrollgruppe kam es zu 9 (30%) Amputationen innerhalb von 4 Jahren, wovon 6 (66%) minor und 3 (34%) major Amputationen waren. 21 (70%) Patienten erfuhren bis zur Nachuntersuchung keine Amputation.

Die Amputationsrate in der Behandlungsgruppe liegt im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 43% versus 30% höher. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant ($p=0.059$).

Tabelle 3: Amputationen in der Behandlungs- und Kontrollgruppe

	CT-LSE (%)	Kontrolle (%)
Amputationen insgesamt	13 (43%)	9 (30%)
minor Amputation	8 (62%)	6 (66%)
major Amputation	5 (38%)	3 (34%)

Um zu untersuchen, ob die CT-LSE in zeitlichem Zusammenhang mit der Amputation stand, wurde der Zeitraum von der Intervention bis zur Ablatio willkürlich in 3 Zeiträume unterteilt: Gruppe 1 beinhaltet einen Zeitraum bis 4 Wochen nach CT-LSE, Gruppe 2 einen Zeitraum bis zu einem Jahr und Gruppe 3 einen Zeitraum, in dem die Amputation erst nach einem Jahr erfolgte.

In der CT-LSE-Gruppe mussten 5 (39%) der Amputationen innerhalb von 4 Wochen nach CT-LSE durchgeführt werden. Drei (23%) erfolgten im ersten Jahr nach CT-LSE und 5 Amputationen wurden nach mehr als einem Jahr postinterventionell durchgeführt.

In der Kontrollgruppe wurde der Angiographietermin als Bezugspunkt verwendet. Danach fanden zwei (22%) Amputationen innerhalb der ersten 4 Wochen statt, eine (11%) im ersten Jahr und 6 (67%) in den darauffolgenden Jahren. Tabelle 4 faßt dies zusammen.

Tabelle 4: Amputationszeitpunkt in Bezug zur Intervention

	CT-LSE (%)	Kontrolle (%)
Amputationen insgesamt	13 (43%)	9 (30%)
< 4 Wochen	5 (38%)	2 (22%)
< 1 Jahr	3 (24%)	1 (11%)
> 1 Jahr	5 (38%)	6 (67%)

3.1.2.1 Amputationsrate der Diabetiker im Vergleich zu den Nichtdiabetikern

Von den 13 Amputationen der Behandlungsgruppe wurden 10 (77%) an Diabetikern und drei (23%) an Nichtdiabetikern durchgeführt. In der Kontrollgruppe verteilten sich die 9 Amputationen zu 6 (67%) auf Diabetiker und zu drei (33%) auf Nichtdiabetiker.

3.1.3 Analyse der tcpO₂-Werte

85% der Patienten der Behandlungsgruppe hatten einen dokumentierten tcpO₂-Wert während der Beobachtungszeit.

Bei 14 Patienten der CT-LSE-Gruppe war ein prä- und postinterventioneller Wert erfasst worden, der - zeitlich gesehen - adäquat vor und nach der Intervention erhoben worden war, so daß Aussagen zum Verlauf erlaubt waren. Hier fand sich in 2 (14%) Fällen eine Verbesserung, in 5 Fällen (35%) blieb der Wert unverändert und in 7 Fällen (50%) verschlechterten sich die Werte. Wird ein Zusammenhang zwischen dem Verlauf der tcpO₂ - Werte vor und nach der Intervention und einer nachfolgenden Amputation hergestellt, so wird ersichtlich, dass bei einem Anstieg der tcpO₂ - Werte keine Amputation, während bei einem Abfall der tcpO₂ - Werte in 4 Fällen eine Amputation durchgeführt werden mußte (Tabelle 5).

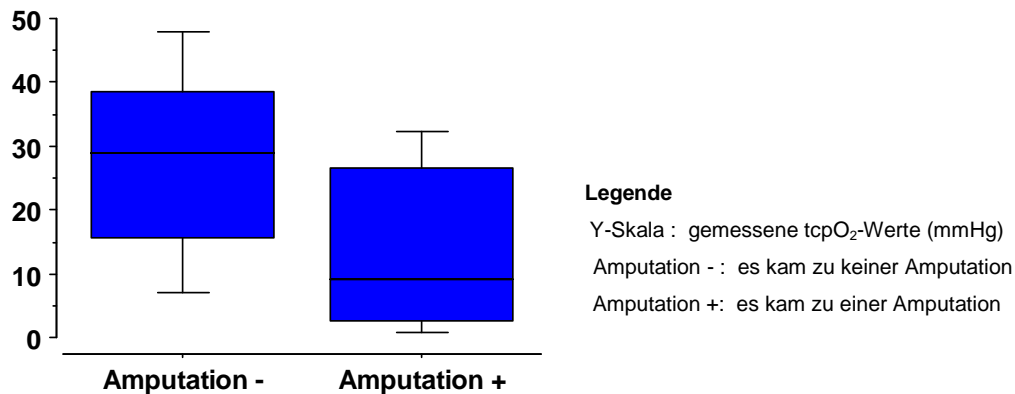
Tabelle 5: Korrelation zwischen tcpO₂ - Werten und Amputation

	Amputation	keine Amputation
tcpO ₂ ansteigend (n=2)	0	2
tcpO ₂ gleichbleibend (n=5)	2	3
tcpO ₂ abfallend (n=7)	4	3

Betrachtet man in der Behandlungsgruppe die tcpO₂ - Werte bei den Patienten, die später amputiert werden mußten (Amputation+) und vergleicht diese mit den Werten der Patienten, die später nicht amputiert werden mußten (Amputation-), sind die tcpO₂-Werte der Gruppe Amputation- signifikant höher als die der Gruppe Amputation+ (Abbildung 1).

Abbildung 1 : Korrelation zwischen tcpO₂ -Werten und Amputation

tcpO₂ in mmHg



3.1.4 Wunden

3.1.4.1 Ergebnisse der Behandlungsgruppe

In der CT-LSE Gruppe fanden sich insgesamt 43 Wunden. An 19 (65%) Patienten zeigte sich eine Wunde, an 8 (27%) zwei und jeweils an einem (3%) zeigten sich drei und 5 Wunden. Im Mittel fanden sich somit 1.48 Wunden pro Patient in der CT-LSE Gruppe. Die Gesamtdauer des Bestehens der Wunden vom ersten Auftreten bis zur letzten Untersuchung betrug durchschnittlich 34.4 Monate.

Bezüglich der Lokalisation der Wunden sah die Verteilung an der unteren Extremität wie folgt aus: 35% (15 Wunden) fanden sich am Unterschenkel, 28% (12 Wunden) am Vorfuß, 23% (10 Wunden) an den Zehen und 14% (6 Wunden) an der Ferse.

Von diesen 43 Wunden heilten im Untersuchungszeitraum 7 (16%) ab während 36 Wunden (84%) nicht abheilten.

Die Größe der Wunden betrug zu Beginn im Durchschnitt 7.87 cm² (0.1 – 59.7 cm²) und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bzw. bei der letzten durchgeführten Untersuchung im Mittel 11.98 cm² (0.2 – 51.9 cm²). Die abgeheilten Wunden wurden dabei nicht mit einbezogen. Insgesamt hatten sich 12 (27%) Wunden verkleinert.

3.1.4.2 Ergebnisse der Kontrollgruppe

Die Patienten der Kontrollgruppe wiesen insgesamt 37 Wunden auf. 23 Patienten (76%) hatten je eine Wunde und 7 Patienten (24%) jeweils zwei Wunden. Im Mittel fanden sich 1.23 Wunden pro Patient. Die Gesamtdauer des Bestehens der Wunden vom ersten Auftreten bis zur letzten Untersuchung betrug durchschnittlich 32.07 Monate.

Die Wunden waren zu 37% (14) am Unterschenkel, zu je 22% (8) an den Zehen und der Ferse sowie zu 19% (7) am Vorfuß lokalisiert.

15 (40.5%) Wunden der Kontrollgruppe heilten im Verlauf ab, 22 (59.5%) nicht. Zu Beginn der Wunduntersuchung lag die durchschnittliche Größe der Wunden bei 7.25 cm² (0.1 – 61.2 cm²), zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung bei 11.71 cm² (0.2 – 98.1 cm²). Von den 37 Wunden verkleinerten sich 10 (27%). Auch hier wurden bei der Angabe der durchschnittlichen Wundgröße sowie der Anzahl an Wunden, die sich verkleinert haben, die abgeheilten Wunden nicht mit einbezogen.

Die mittleren Wundgrößen der Behandlungs- und Kontrollgruppe sowohl zu Beginn, als auch zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung sind nicht signifikant unterschiedlich. Zehn bzw. zwölf Wunden in der CT-LSE respektive der Kontrollgruppe haben sich im Verlauf der Beobachtungszeit verkleinert. Zusammengefaßt heilten somit 7 Wunden in der Behandlungsgruppe bzw. 15 in der Kontrollgruppe ab. Dieser Unterschied in der Abheilungsrate der Wunden zwischen den beiden Gruppen ist signifikant ($p < 0.05$). Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefaßt.

Tabelle 6: Charakteristika der Wunden der Behandlungs- und Kontrollgruppe

	CT-LSE	Kontrolle
Gesamtanzahl an Wunden	43	37
Durchschnittliche Anzahl an Wunden pro Patient	1.48	1.23
Anzahl abgeheilte Wunden	7	15 *
Anzahl nicht abgeheilte Wunden	36	22
Durchschnittliche Größe der Wunden zu Beginn	7.87 cm ²	7.25 cm ²
Durchschnittliche Größe der Wunden am Ende	11.98 cm ²	11.71 cm ²
Anzahl an Wunden die sich verkleinert haben	12	10

3.1.4.3 Wundverlauf der Diabetiker im Vergleich zu den Nichtdiabetikern

Die 43 Wunden der CT-LSE Gruppe verteilten sich zu 58% (25 Wunden) auf Patienten mit Diabetes mellitus und zu 42% (18 Wunden) auf Patienten ohne Diabetes mellitus. Von den 37 Wunden der Kontrollgruppe entfielen 17 (46%) auf Diabetiker und 20 (54%) auf Patienten ohne Diabetes mellitus. Von den 7 abgeheilten Wunden der CT-LSE Gruppe fanden sich 6 (86%) bei den Diabetikern und eine (14%) bei den Nichtdiabetikern. In der Kontrollgruppe heilten von den 15 Wunden 11 (73%) bei den Diabetikern und 4 (27%) bei den Nichtdiabetikern ab.

Verkleinert haben sich von den 12 Wunden der Behandlungsgruppe 7 (58%) bei den Diabetikern und 5 (42%) bei den Nichtdiabetikern. Von den 10 Wunden der Kontrollgruppe verkleinerte sich eine (10%) bei den Diabetikern und 9 (90%) bei den Nichtdiabetikern.

Tabelle 7: Wundverlauf der Diabetiker im Vergleich zu den Nichtdiabetikern

	CT-LSE	Kontrolle
Anzahl an Wunden (Diabetiker)	25	17
Anzahl an Wunden (Nichtdiabetiker)	18	29
Anzahl abgeheilte Wunden (Diabetiker)	6	11
Anzahl abgeheilte Wunden (Nichtdiabetiker)	1	4
Anzahl an Wunden die sich verkleinert haben (Diabetiker)	7	1
Anzahl an Wunden die sich verkleinert haben (Nichtdiabetiker)	5	9

3.2 Subjektive Auswertungen

Die Auswertung der Fragebögen und damit die subjektive Beurteilung der CT-LSE durch die Patienten ergab folgende Ergebnisse:

Von den 29 verschickten Fragebögen wurden 17 (58%) beantwortet zurückgesendet, davon waren 12 (41%) auswertbar. 11 der angeschriebenen Patienten sind mittlerweile verstorben.

Auf einer willkürlichen Skala von 0 bis 10 wurden im Durchschnitt die Schmerzen vor der CT-LSE mit 7.5 bewertet und nachher mit 5.5. Die Schmerzen beim Gehen vor der Behandlung wurden mit 6.5 und nach der

Behandlung mit 4.9 angegeben. Somit haben sich die Beschwerden subjektiv um 24% gebessert. 8 (66%) der 12 Patienten gaben einen Nachtschmerz vor der CT-LSE an, dieser bestand auch bei 8 Patienten (66%) nach der Behandlung. Die direkte Frage nach einer subjektiven Verbesserung beantworteten 5 (42%) der 12 Patienten mit *ja* und 7 (58%) mit *nein*.

Bei der Frage nach einer Wunde vor der CT-LSE bzw. nach deren Lokalisation wurde 6-mal (50%) der Unterschenkel, 5-mal (41%) die Zehen und einmal (9%) die Ferse angegeben.

Ein Abheilen der Wunde fand subjektiv bei 4 (33%) Patienten statt, keine Veränderung stellten drei (25%) Patienten fest.

Eine Verkleinerung trat bei einem (8%) Patienten, eine Vergrößerung bei zwei (16%) Patienten auf. Neue Wunden traten im Anschluss an die durchgeführte CT-LSE bei 5 (42%) Patienten auf, diese kamen 4-mal (80%) am Unterschenkel und einmal (20%) an den Zehen vor. Bei 7 (58%) Patienten kam es im Verlauf zu keinen neuen Wunden.

Zu einer Amputation nach der Behandlung kam es in 4 Fällen (33%), wovon zwei (50%) den Unterschenkel und zwei (50%) die Zehen betrafen.

Bei der Beurteilung des eigenen Empfindens direkt nach der CT-LSE gaben 5 (41%) Patienten eine Verbesserung, 6 (50%) Patienten ein Gleichbleiben und ein (9%) Patient eine Verschlechterung an. Bei der Beurteilung des eigenen Empfindens Jahre nach der CT-LSE gaben drei (25%) Patienten eine Verbesserung, 4 (33%) Patienten ein Gleichbleiben und zwei (16%) Patienten eine Verschlechterung an.

Die Frage nach Komplikationen bejahte nur ein (8%) Patient. Er beschrieb ein pelziges Gefühl in den Zehen beim Gehen.

Als letztes konnten eigene Bemerkungen zu dieser Behandlungsmethode gemacht werden. Es wurde dort 6-mal (50%) angegeben, dass die Behandlung insgesamt als nicht erfolgreich bewertet wurde. 4 (33%) Patienten waren sehr zufrieden und empfanden die Behandlung abschließend als (sehr) erfolgreich.

Tabelle 8 : Zusammenfassung der Ergebnisse der Fragebögen

	vorher	nachher
Schmerzen in Ruhe	7.5	5.5
Schmerzen beim Gehen	6.5	4.9
Schmerzen in der Nacht	8	8
	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>
Subjektive Verbesserung	5	7
Bewertung der Behandlung als erfolgreich	4	6
	<i>besser</i>	<i>schlechter</i>
Empfinden direkt nach der CT-LSE	5	1
Empfinden Jahre nach der CT-LSE	3	2

3.3 Komplikationen

Alle durchgeführten Sympathikolysen verliefen komplikationslos und zeigten nach den zur Verfügung stehenden Unterlagen und Patientenaussagen auch im weiteren Verlauf keine Spätschäden.

Im Rahmen der retrospektiven Auswertung fand sich nur ein Patient, der im Anschluss an die Behandlung über Schmerzen in den Beinen und der rechten Leiste klagte. Ob die Ursache die CT-LSE bzw. die Durchführung dieser Behandlung war, konnte von ärztlicher Seite nicht verifiziert werden.

Ein Patient gab an, sein großer Zeh würde sich pelzig anfühlen, was ihn beim Gehen stören würde.

4 Diskussion

4.1 Therapieprinzipien der pAVK

Im Zeitalter der Evidenz basierten Medizin und der begrenzten finanziellen Ressourcen sollten Therapieverfahren sinnvoll angewandt werden. Bei Patienten mit pAVK IV ist dies besonders schwierig, da die Folgezustände nach Amputation und der Wunsch des Patienten, dies zu vermeiden die Therapieentscheidungen häufig stark beeinflusst.

Verschiedene amerikanische Fachgesellschaften haben sich auf eine gemeinsame Leitlinie zur peripheren arteriellen Verschlusskrankheit geeinigt. Dabei betonen sie die Bedeutung einer frühzeitigen Behandlung, um schwerere Folgeschäden zu vermeiden. So sollten Patienten ab dem 70. Lebensjahr nach den typischen Beschwerden der Claudicatio intermittens befragt werden. Patienten mit den bekannten Risikofaktoren (Rauchen, Diabetes, Hypertonus, Hypercholesterinämie, Hyperhomocysteinämie oder erhöhtes C-reaktives Protein) sollten bereits ab dem 50. Lebensjahr dazu untersucht werden.

Routine sollte auch die Bestimmung des Knöchel-Arm-Index sein, also des Quotienten aus dem Blutdruck am Unterschenkel zum Blutdruck am Oberarm. Die Leitlinie beschäftigt sich ausführlich mit den weiteren diagnostischen Möglichkeiten vom Gefäßduppler bis zur Kernspintomographie.

Bei der medikamentösen Therapie wird für Cilostazol eine Level-A-Empfehlung ausgesprochen. US-Experten bewerten das in Deutschland am häufigsten verordnete Medikament Pentoxifyllin nur als Mittel der zweiten Wahl (Hirsch et al 2006).

Andand und Creager haben 2003 eine Übersicht über Behandlungsmethoden bei pAVK und deren Effekte publiziert. Dabei teilten sie die Therapien in drei Gruppen ein (Andand und Creager 2003).

Die erste Gruppe waren Verfahren, deren Nutzen belegt ist. Dazu zählten die Thrombozytenaggregationshemmer und das körperliche Training. Thrombozytenaggregationshemmer senkten im Vergleich zu Kontrolltherapien das Risiko eines Arterienverschlusses sowie das Risiko für einen Revaskularisierungseingriff signifikant (Girolami et al 1999a, CAPRIE Steering Committee 1996). Ein regelmäßiges körperliches Training (circa drei Mal

wöchentlich 30 Minuten) hat im Vergleich zu Kontrollen ebenfalls eine signifikante Verbesserung gebracht (Girolami et al 1999b, Gardner und Poehlman 1993). Bypass-Operationen werden übereinstimmend als wirksam beschrieben (Wilson et al 1989, Holm et al 1991, De Vries 1997).

Einen wahrscheinlichen Nutzen brachten der Einsatz von Cilostazol, die perkutane transluminale Angioplastie sowie das Einstellen des Rauchens. Cilostazol brachte in vier „Randomized Clinical Trials“ (RCT) eine signifikante Verbesserung der Gehstrecke (Dawson et al 2000, Money et al 1998, Beebe et al 1999 und Hiatt et al 2001). Die perkutane transluminale Angioplastie brachte in zwei publizierten RCTs nur einen vorübergehenden Nutzen (Whyman et al 1996, Teteroo et al 1998). In einer randomisierten Studie verglichen Vroegindeweyj und Mitarbeiter die Ballondilatation mit primärer Stenteinsetzung mit einer alleinigen Ballondilatation. Dabei zeigte sich, dass die Ballondilatation mit Stent der alleinigen Dilatation weit überlegen ist. Der klinische Erfolg betrug dabei 85% gegenüber 74% (Vroegindeweyj et al 1997).

Der Nutzen durch das Einstellen des Rauchens konnte nicht eindeutig belegt werden, die Ergebnisse deuten jedoch daraufhin, dass es ein Fortschreiten der pAVK mit anschließender Notwendigkeit eines rekonstruktiven Eingriffs reduzieren konnte (Girolami et al 1999a, Radack und Wyderski 1989).

Pentoxifyllin bleibt als Medikament in seiner Wirkung fraglich (Girolami et al 1999a, Dawson et al 2000, Money et al 1998, Beebe et al 1999) und gehörte damit der dritten Gruppe an therapeutischen Möglichkeiten an, deren Nutzen nicht eindeutig belegt ist.

4.2 Parameter zur Beurteilung des Therapieerfolges der CT-LSE

Prinzipiell ist eine retrospektive Beurteilung kritisch zu beurteilen, da die Datenerhebung eventuell unvollständig ist. Die im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Parameter, die die Wirksamkeit bzw. den klinischen Erfolg des Verfahrens beurteilen sollten, waren folgende:

- Zum einen wurde objektiv die Amputationsrate nach der Intervention über einen sehr langen Beobachtungszeitraum erhoben

- Zum anderen wurde die Abheilung der Wunden über den gleichen Beobachtungszeitraum verfolgt
- Des Weiteren wurde der klinische Erfolg der subjektiven Aussagen der Patienten beurteilt.

4.2.1 Anmerkung zum Verfahren der Sympathektomie

Da mehrere Autoren (Walsh et al 1985, Courtheoux et al 1982, Moore und Walton 1981, Ramos et al 1983) belegt haben, dass die CT-gesteuerte LSE in den Ergebnissen der operativen lumbalen Sympathikolyse gleichwertig ist, sollen im Folgenden beide Verfahren in die Diskussion einbezogen werden. Aufgrund der möglichen Komplikationen und der Invasivität wird das chirurgische Verfahren jedoch kaum mehr angewendet.

Holiday verglich die beiden Verfahren miteinander und fand bei der chirurgischen Vorgehensweise (n=36) eine erhöhte Erfolgsrate in den ersten 6 Wochen nach dem Eingriff (44%) im Vergleich zur chemischen Vorgehensweise (n=40) mit nur 18%. Allerdings war die Gesamterfolgsrate, die er nach einem Jahr erhob, für beide Verfahren annähernd gleich (47% für die chirurgische LSE und 45% für die chemische LSE).

Im Folgenden soll zuerst die Amputationsrate, dann die Abheilung und schließlich die subjektiven Wertung mit den Daten der Literatur verglichen und diskutiert werden.

4.2.2 Amputationsraten nach CT-LSE

In der von uns durchgeführten Studie über einen Beobachtungszeitraum von bis zu 14 Jahren zeigte sich im Vergleich zur Kontrollgruppe durch die CT-LSE keine signifikante Abnahme der Amputationsrate. Es fanden sich jedoch prozentual mehr Amputationen in der Behandlungsgruppe als in der Kontrollgruppe (43.3% versus 30% respektive, $p < 0.059$)

Tabelle 9: Literaturübersicht über die Amputationsrate nach chirurgischer oder interventioneller Sympathikolyse

Autor	Patientenzahl (n)	Amputationsrate
Moll (2001)	56	44%
Holiday (1999)	40	58%
Schneider (1996)	20	65%
Duda (1994)	36	38%
Schütter (1990)	142	36%
Seibel (1989)	k.A.	18%
Büsken (1988)	42	22%
Schmidt (1988)	382	26%
Ramos (1983)	k.A.	38%
Collins (1981)	45	42%
Da Valle (1981)	93	51%
Koikkalainen (1980)	120	47%
Blumenberg (1979)	70	29%
Allen (1976)	106	17%
Spies (1972)	56	14%
Becker (1969)	400	17%

Vergleicht man diese Daten mit der Literatur, finden sich hier Amputationsraten von 14 – 65% (siehe Tabelle 9). Die auffallend große Spannweite der Ergebnisse ist vermutlich dadurch bedingt, dass die Studiendesigns und damit auch die Indikationsstellungen nicht einheitlich sind. Die niedrige Anzahl an Amputationen in einigen Studien lässt sich dadurch erklären, dass ein Großteil der untersuchten Patienten ein Stadium II nach Fontaine aufwies. In diesem Stadium ist die Amputationswahrscheinlichkeit per se gering. Betrachtet man nur die Patienten, die sich im Stadium IV befanden, liegt in diesen Studien auch die Amputationsrate wesentlich höher. Bei Duda und Mitarbeitern zum Beispiel finden sich 69% der Patienten im Stadium II. Die Gesamtamputationsrate liegt bei 38%, betrachtet man nur die Patienten mit Stadium IV, liegt die Amputationsrate bei 50%.

Bei Becker, Allen, Blumenberg, Koikkalainen, Collins und Schütter wurden die Ergebnisse für die einzelnen Stadien nach Fontaine ermittelt. Es lässt sich anhand dieser Daten deutlich erkennen, dass die Amputationsrate direkt mit

dem Stadium nach Fontaine korreliert. So fanden sich für das Stadium IV bei Becker 52% (Gesamtergebnis 17%), bei Allen 20% (Gesamtergebnis 17%), bei Blumenberg 26% (Gesamtergebnis 29%), bei Koikkalainen 47% (Gesamtergebnis 47%), bei Collins 55% (Gesamtergebnis 42%) und bei Schütter 47% (Gesamtergebnis 36%) Amputationen.

Die von uns erhobenen Daten der Behandlungsgruppe mit einer Amputationsrate von 43% liegen damit durchaus im Rahmen dessen, was in der Literatur veröffentlicht ist, betrachtet man nur die Ergebnisse der Patienten im Stadium IV. Überraschend ist das schlechtere Abschneiden der Behandlungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, auch wenn dieser Unterschied nicht signifikant ist. Eine mögliche Erklärung hierfür liegt in einer negativen Selektion des Patientengutes, das sich auch in der Kontrollgruppe nicht adäquat widerspiegelt. In der Regel kommt die CT-LSE als letzte Maßnahme zum Einsatz nach maximaler Ausschöpfung aller anderen Optionen. Dagegen spricht, daß in beiden Gruppen gleich viele interventionelle und chirurgische (Bypass) Vorbehandlungen durchgeführt worden waren.

Bei der Analyse der vorliegenden Literatur muss auch immer der Aufbau der einzelnen Studien in der Gewichtung mit einbezogen werden. Die Evidenzkraft der Studien kann im Allgemeinen je nach Design der Studie von gering (z.B. Einzelfalldarstellungen) bis maximal (prospektiv, kontrolliert, randomisiert, multizentrisch usw.) reichen. Die Bedeutung unserer Daten erhöht sich durch den Vergleich mit einer Kontrollgruppe, da eine rein deskriptive Auswertung einer Testgruppe weniger aussagekräftig ist.

4.2.2.1 Einfluß der CT-LSE auf den Amputationszeitpunkt

Ein weiterer Diskussionspunkt ist, ob die CT-LSE in der Lage ist, den Amputationszeitpunkt hinaus zu zögern. In der Arbeit von Schütter und Mitarbeitern (29.6% Stadium IV, 66.2% Stadium III 4.2% Stadium II) ist der Abstand zwischen CT-LSE und Amputation verlängert. 47 der Amputationen fanden im ersten Jahr postinterventionell statt, 10 erst 2-5 Jahre später.

Innerhalb unserer Untersuchung der CT-LSE-Gruppe mussten 5 (39%) Amputationen innerhalb von 4 Wochen nach CT-LSE durchgeführt werden. Drei

(23%) erfolgten im ersten Jahr nach CT-LSE und 5 Amputationen wurden nach mehr als einem Jahr postinterventionell durchgeführt.

In der Kontrollgruppe wurde der Angiographietermin als Bezugspunkt verwendet. Danach fanden zwei (22%) Amputationen innerhalb der ersten 4 Wochen statt, eine (11%) im ersten Jahr und 6 (67%) in den darauffolgenden Jahren. Es zeigte sich also, dass durch die CT-LSE kein Hinauszögern des Amputationszeitpunktes erreicht werden konnte.

4.2.2.2 Einfluß der CT-LSE auf die Amputationshöhe

Bei den Patienten der CT-LSE Gruppe kam es in unserem Patientenkollektiv zu 13 Amputationen. Davon waren 8 (62%) minor und 5 (38%) major Amputationen. Bei den Patienten der Kontrollgruppe kam es zu 9 Amputationen, wovon 6 (66%) minor und 3 (34%) major Amputationen waren. Dies lässt vermuten, dass eine vorausgegangene CT-LSE keinen Einfluss auf die Amputationshöhe hat.

4.2.3 Einfluß der CT-LSE auf die Abheilung der Wunden und auf subjektive Parameter

Der klinische Erfolg der CT-LSE kann nicht nur nach der Amputationsrate sondern auch nach anderen Gesichtspunkten beurteilt werden. Hierzu zählten Koikkalainen und Spiess zum Beispiel den Rückgang der Ruheschmerzen, die Zunahme der Wegstrecke und die Abheilung von Nekrosen (Koikkalainen 1980 und Spies 1972).

Tabelle 10: Literaturübersicht über den klinischen Erfolg nach Sympathikolyse

Autor	Patientenzahl (n)	Klinische Erfolgsrate
Holiday (1999)	40	45%
Duda (1994)	36	39%
Strotzer (1992)	25	80%
Seibel (1990)	510	82%
Schütter (1990)	142	30%
Büsken (1988)	42	55%
Schild (1984)	18	89%
Rosen (1983)	36	39%
Collins (1981)	45	44%
Da Valle (1981)	93	35%
Koikkalainen (1980)	120	24%
Seboldt (1978)	241	50%
Spies (1972)	56	58%
Becker (1969)	235	47%
Myers (1966)	31	42%

In der Literaturübersicht (Tabelle 10) gab Schild die höchste und Koikkalainen die niedrigste Erfolgsrate mit 89% bzw. 24% an.

Schneider und Mitarbeiter haben an 19 Patienten 20 Sympathikolysen durchgeführt. Alle Patienten befanden sich zu diesem Zeitpunkt im Stadium IV. 13 Patienten mußten amputiert werden. Da die verbliebenen 6 Patienten mit 7 Sympathikolysen zumindest eine zeitweise oder völlige Beseitigung des Ruheschmerzes angaben, gaben die Autoren einen klinischen Erfolg von 35% an.

Duda untersuchte die Veränderung der Gehstrecke nach CT-LSE. Dabei stellte er eine signifikante Zunahme von 86m auf 167m fest. Die klinische Erfolgsquote betrug damit in seiner Untersuchung bei 36 Patienten 39%. Aus den Ergebnissen von Schütter wurde deutlich, dass vor allem bei Patienten mit niedrigem Risikoprofil Verbesserungen eingetreten sind. Die Mehrzahl dieser Patienten habe mit dem Rauchen aufgehört und die Anzahl der Diabetiker unter

ihnen war gering (Schütter 1990). Waibel sah im Stadium II die Nikotinabstinenz als entscheidendes Kriterium (Waibel 1977).

Bei Becker, Koikkalainen und Collins wurde eine getrennte Auswertung für die verschiedenen Stadien nach Fontaine vorgenommen. Bei allen zeigte sich ein deutlich schlechteres Ergebnis für das Stadium IV. So kommt Collins zu 27% (Gesamtergebnis 44%), Koikkalainen zu 21% (Gesamtergebnis 24%) und Becker zu 15% (Gesamtergebnis 47%) klinischer Erfolgsrate. Koikkalainen bewertete, ob es zu einer Amputation kam oder zu Komplikationen nach der Behandlung sowie das Befinden der Patienten.

Huttner und Mitarbeiter verglichen eine Behandlungsgruppe, die mittels CT-LSE behandelt wurde mit einer Kontrollgruppe, die rein konservativ behandelt wurde. Dabei kam es bei 79% der Behandlungsgruppe und 36% der Kontrollgruppe zu einer initialen Besserung. Als Verbesserung wurde der Übergang in ein niedrigeres Stadium nach Fontaine oder ein zumindest deutlicher Rückgang von Nekrosen gewertet. Nach mehr als einem Jahr fand sich noch in 38% eine Verbesserung, in der Kontrollgruppe jedoch nur in 12% der Fälle. Damit war die CT-LSE in dieser Studie sehr erfolgreich (Huttner et al 2002).

Die mittleren Wundgrößen der Behandlungs- und Kontrollgruppe sowohl zu Beginn, als auch zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung in unserem untersuchten Kollektiv waren nicht signifikant unterschiedlich. Zehn bzw. zwölf Wunden in der CT-LSE respektive der Kontrollgruppe haben sich im Verlauf der Beobachtungszeit verkleinert. Zusammengefaßt heilten somit 7 Wunden in der Behandlungsgruppe bzw. 15 in der Kontrollgruppe ab. Dieser Unterschied in der Abheilungsrate der Wunden zwischen den beiden Gruppen war signifikant ($p < 0.05$). Damit führte die CT-LSE nicht zu einer Verbesserung der Abheilungsraten, sondern im Gegenteil, zeigte niedrigere Abheilungsraten im Vergleich zur Kontrolle.

Rosen et al, Schild et al, Seibel et al und Duda et al. beurteilten den Erfolg des Eingriffs nach klinischen Kriterien: Übergang in ein niedrigeres AVK-Stadium oder Verbesserung der Schmerzsymptomatik. Da in unserem Patientenkollektiv alle Patienten ein Stadium IV hatten, wäre das Erreichen eines niedrigeren pAVK Stadiums mit dem Abheilen der Wunde gleichzusetzen. Dies ist -

abhängig von der Wundtiefe - bei pAVK IV ohne Amputation schwer zu erreichen. Duda und Rosen haben als semiquantitatives Kriterium den Knöchel-Arm-Index benutzt. Dieser ist jedoch bei Patienten mit Diabetes mellitus durch die oft vorhandene Mediasklerose nicht verwertbar, da er falsch zu hohe Werte angibt. Lediglich Strotzer und Mitarbeiter haben eine weitergehende, objektive Auswertung mittels Laserflowmetrie, Thermographie, Plethysmographie und Thalliumszintigraphie durchgeführt (Strotzer 1992). Andere Erfolgsparameter für die CT-LSE können die schmerzfreie Gehstrecke sowie der Anstieg der Hauttemperatur sein (Dondelinger und Kurdziel 1987, Duncan 1985).

Melchert und Mitarbeiter nannten die Phosphor-MR-Spektroskopie als biochemisches Verfahren zur Beurteilung des Erfolgs (Melchert et al 1992). Die Erhebung objektiver Parameter zur Beurteilung der Behandlung mittels CT-LSE ist zwar wünschenswert, aus Sicht des Patienten ist allerdings nur die Verbesserung der lokalen Wundsituation mit den einhergehenden Schmerzen bzw. das Vermeiden der drohenden Amputation wichtig.

Schneider und Mitarbeiter sahen als klinischen Erfolg alleine die subjektive Verbesserung der Schmerzsymptomatik, da die Patienten ihrer Meinung nach „austherapiert“ waren. Nach ihren Ausführungen zielt die Methode der CT-LSE nicht auf eine kausale Heilung ab, sondern auf eine Verbesserung der Lebensqualität (Schneider et al 1996).

4.2.3.1 Mögliche Ursachen des fehlenden Erfolges der CT-LSE

Ein möglicher Grund für ein Wiederauftreten der Schmerzen wird in der nicht ausreichenden Lyse des Ganglions mit Reinnervierung angesehen (Duda et al). Eine andere Ursache für das Ausbleiben eines klinischen Erfolges kann auch darin bestehen, dass bei einer weit fortgeschrittenen Ischämie die lokale Hautdurchblutung bereits maximal ist, so dass keine weitere Vasodilatation mehr möglich ist (McCollum 1985). Des Weiteren kann die Progression der Arteriosklerose für eine klinische Verschlechterung verantwortlich sein (Duda et al).

Obwohl die von uns gewonnen Ergebnisse sowie die Übersicht über andere Daten eher gegen die Behandlung mittels CT-LSE sprechen, gibt es Autoren,

die die Wirksamkeit der lumbalen Sympathektomie bei fortgeschrittenen Stadien der arteriellen Verschlusskrankheit seit vielen Jahren als gesichert ansehen (Postlewaithe 1973, Schütter et al 1990).

4.3 Vergleich der Behandlung von Diabetikern und Nichtdiabetikern

Über das Ansprechen von Diabetikern auf die Therapie mittels CT-LSE gibt es widersprüchliche Berichte (Duda et al 1994).

Beim Diabetiker ist bei Vorliegen einer Polyneuropathie schon von einer maximalen Dilatation der Gefäße auszugehen, daher wird ein Erfolg durch die CT-LSE besonders kritisch gesehen (Lindenauer und Cronenwett 1982, Walker 1982). Diese maximale Gefäßdilatation beim Diabetiker wurde von McCollum mit dem Begriff der „Autosympathektomie“ belegt (McCollum et al 1985).

Duda verglich die Ergebnisse von Diabetikern und Nichtdiabetikern. In beiden Gruppen kam es zu einer deutlichen Verbesserung der Gehstrecke. Diabetiker profitierten gleichermaßen von der CT-LSE wie Nichtdiabetiker. Die Ergebnisse waren aber aufgrund der geringen Fallzahl statistisch nicht signifikant. Auch Cross und Cotton, Fraunhofer und Mitarbeiter, Gates und Hartnell, Lee und Mitarbeiter sowie Strotzer und Mitarbeiter interpretierten ihre Ergebnisse in dieser Weise (Cross et al 1985, Fraunhofer et al 1991, Gates und Hartnell 2000, Lee et al 1983, Strotzer et al 1992). Huttner und Mitarbeiter sahen selbst bei langjährigem insulinpflichtigen Diabetes mellitus noch einen Nutzen der CT-LSE, so dass sie empfehlen, Diabetiker nicht auszuschliessen (Huttner et al 2002). Moll und Mitarbeiter folgerten in ihrer Arbeit, dass Diabetiker in über 50% von einer lumbalen Sympathikolyse profitieren und die Amputationsrate nur gering über (48%) der von Nichtdiabetikern (40%) liegt (Moll et al 2001).

Koikkalainen konnte bei 120 lumbalen Sympathikolysen zeigen, dass die Amputationsrate bei Diabetikern höher liegt. Er unterschied dabei den nicht-insulinpflichtigen Diabetes (diätetisch oder medikamentös eingestellt) vom insulinpflichtigen Diabetes. Er fand bei Patienten ohne Diabetes eine Amputationsrate von 49%, bei diätetisch eingestelltem Diabetes 12%, bei medikamentös eingestelltem Diabetes 42% und bei insulinpflichtigem Diabetes 61% (Koikkalainen et al 1980).

Da Valle zeigte an 93 Patienten eine Erfolgsrate von 19% für die Diabetiker im Vergleich zu 51% für die Nichtdiabetiker. Die Amputationsrate lag bei den Diabetikern bei 61%, bei den Nichtdiabetikern bei 41% (Da Valle 1981).

Strotzer und Mitarbeiter kamen zu dem Schluss, dass Diabetiker, die (noch) nicht das klinische Bild einer „spontanen Sympathikolyse“ (warme und trockene Haut) zeigen, durchaus einen positiven Effekt von der CT-LSE zu erwarten haben (Strotzer 1992).

In unserem Patientenkollektiv mussten deutlich mehr Amputationen sowohl in der Behandlungsgruppe als auch in der Kontrollgruppe bei Diabetikern im Vergleich zu den Nichtdiabetikern durchgeführt werden. In der Kontrollgruppe fanden doppelt so viele Amputationen bei Diabetikern statt, in der Behandlungsgruppe mehr als dreimal so viele. Dies kann ein Spiegelbild der sowieso erhöhten Amputationsrate bei Diabetikern sein.

Aus diesen Erhebungen kann geschlossen werden, dass Diabetiker nicht prinzipiell von der Behandlung mittels CT-LSE ausgeschlossen werden sollten. Allein die Tatsache, dass bei den Diabetikern mehr Wunden nach CT-LSE abheilten spricht dafür, das Verfahren auch bei Diabetikern anzuwenden.

4.4 Indikation zur CT-LSE

Nach Angaben vieler Autoren sollte sich der Eingriff auf die klinischen Stadien III und IV beschränken (Allen 1976, Collins et al 1981, Da Valle et al 1981, Koikkalainen et al 1980). Strotzer und Mitarbeiter stellten ebenso die Indikation bei peripheren AVK im Stadium IIB bis IV ohne Revaskularisationsmöglichkeit. Des Weiteren bei rekonstruktiven chirurgischen Eingriffen mit schlechter Ausflussbahn, Endangitis obliterans oder spastischen Gefäßerkrankungen (z.B. Raynaud Syndrom). Auch Schneider sieht als etablierte klinische Indikation die periphere arterielle Verschlusskrankheit II bis IV nach Fontaine, die chirurgisch und interventionell –radiologisch austherapiert ist. Auch der adjuvante Einsatz begleitend zur chirurgischen oder interventionellen Therapie ist möglich, insbesondere präoperativ vor Amputationen zur Verbesserung des Heilungsverlaufs (Schneider et al 1996). Ausserdem sehen mehrere kritische Autoren einen Nachteil darin, dass durch die Denervierung im Wesentlichen

eine Verbesserung der Hautdurchblutung und weniger der Muskeldurchblutung erreicht würde und dies bei Patienten mit Claudicatio intermittens ohne Ruheschmerz ungeeignet wäre. Somit empfehlen diese das Verfahren nur für die therapeutisch per se ungünstigen Stadien III und IV (Becker et al 1969, Erichsen 1979, Myers et al 1978).

Es stellt sich die Frage, ob es Möglichkeiten gibt, die Patienten herauszufiltern, die von einer CT-LSE profitieren.

Huttner und Mitarbeiter untersuchten dies anhand einer nuklearmedizinische Studie. Dabei simulierte eine Periduralanästhesie (PDA) die CT-LSE. An zwei aufeinanderfolgenden Tagen wurde mit und ohne PDA die Perfusion der Beine gemessen. Wurde eine Verbesserung der Perfusion unter der PDA festgestellt, so wurde im Anschluss eine LSE durchgeführt, blieb dagegen eine Verbesserung aus, wurde keine durchgeführt. Die Autoren schlußfolgern, dass diese nuklearmedizinische Perfusionsstudie eine einfache, schnell durchzuführende und objektive Untersuchungsmethode ist, die ein geeignetes Mittel zur Auswahl von Patienten für eine CT-LSE darstellt (Huttner et al 2002).

Zur Messung der Extremitätendurchblutung stehen neben nuklearmedizinischen Methoden (Schütter et al 1990, Blumenberg und Gelfand 1979 und Baumer et al 1987) die Laserflowmetrie, die Thermographie, die Plethymographie und die MR-Spektroskopie (indirekte Methode) zur Verfügung (Baumer et al 1987, Strotzer et al 1992 und Melchert et al 1992).

Strotzer und Mitarbeiter untersuchten die Änderung der Haut- und Muskeldurchblutung. Die Messung erfolgte drei Tage und drei Monate nach CT-LSE mittels Laserflowmetrie, Thermographie, Plethysmographie und Thalliumszintigraphie. Dabei stellten sie fest, dass der Effekt der CT-LSE nach drei Monaten noch deutlicher ausfiel als nach drei Tagen. Eine messbare Durchblutungssteigerung war bei 64% aller Patienten zu verzeichnen, eine subjektive Befundbesserung konnte in 80% der Fälle beobachtet werden (Strotzer et al 1992).

Altomare und Mitarbeiter empfehlen zur Patientenauswahl einen Acetylcholin-Schweiß-Test. Damit soll die Funktionstüchtigkeit der sympathischen Nervenstränge vorab geprüft werden. Sie kamen in ihrer Arbeit zu dem

Ergebnis, dass von 9 Patienten mit normaler sympathischer Nervfunktion 8 eine Besserung im Sinne einer Schmerzreduktion und/oder besserer Wundheilung erfuhren. Im Vergleich dazu zeigte von 22 Patienten mit reduzierter präoperativer Nervfunktion nur ein Patient eine Besserung. Sie führen daher das oft schlechte Abschneiden nach CT-LSE auf eine ungenügende Patientenselektion zurück und empfehlen diesen einfachen Test zur Patientenauswahl für die CT-LSE (Altomare et al 1994).

Demgegenüber muß man - selbst bei fehlendem klinischem Erfolg - die geringe Invasivität und Komplikationsrate (bei CT-gestütztem Verfahren) aufführen. Eine intensive und kostspielige präinterventionelle Untersuchung erscheint bei den geringen Nebenwirkungen der CT-LSE heutzutage nicht gerechtfertigt.

4.5 Komplikationen der CT-LSE

Die Anzahl der Komplikationen liegt bei der chirurgischen LSE deutlich über denen der interventionellen LSE. So fand Schütter eine hohe Klinikletalität von 3.5 %, andere Autoren liegen bei 1.9 – 7% (Becker et al 1969, Koikkalainen et al 1980).

Die Anzahl und Schwere der Komplikationen haben sich mit der methodischen Weiterentwicklung des Verfahrens deutlich verändert. Die Anzahl reduzierte sich als aus der ursprünglichen chirurgischen Sympathektomie, über die „blinde“ und dann durchleuchtungsgezielte Punktion, die CT-gesteuerte Sympathikolyse eingeführt wurde. Durch die Steuerung der Punktion mittels Computertomographie ist eine exakte Kontrolle möglich. Da die umgebenden Strukturen genau dargestellt werden, kann, unter Vermeidung von Gefäß- oder Nervverletzungen ein gefahrloser Zugang gewählt werden (Nöldge et al 1996). So wies die chirurgische Variante noch eine Mortalität von 0 - 9.6% auf (Cotton und Cross 1985, Da Valle et al 1981, Fulton und Blakeley 1968 und Imperato 1979). Die durchleuchtungsgezielte chemische Methode zeigte dann deutlich geringere Werte, es werden in diesem Zusammenhang noch vier Todesfälle beschrieben (Coubret et al 1985, Dreyfus et al 1990, Reid et al 1970, Smith et al 1978). Seit Anwendung der CT-gesteuerten Technik ist in der Literatur über keinen Todesfall mehr berichtet worden (Ernst 1998).

Die folgende Tabelle stellt eine Literaturzusammenstellung dar, in der die Komplikationen der Sympathektomie bzw. Sympathikolyse zusammengefasst werden.

Tabelle 10: Literaturübersicht über die Komplikationen nach Sympathikolyse

Autor	Patientenzahl (n)	Anzahl der Komplikationen	Komplikationen (%)
Huttner (2002)	252	4	0.02
Ernst (1997)	134	4	0.03
Schneider (1996)	19	0	0.0
Duda (1994)	36	2	0.05
Daschner (1994)	k.A.	2	k.A.
Trigaux (1992)	k.A.	1	k.A.
Strotzer (1992)	25	0	0
Seibel (1989)	430	9	0.02
Becquemin (1989)	136	9	0.07
Redman (1986)	15	1	0.07
Schild (1984)	16	0	0
Dondelinger (1984)	53	2	0.04

Wie bei allen Punktionen ist eine Verletzung von Gefäßen mit dem Risiko der Blutung, die Verletzung von Nerven und Organen sowie eine Infektion möglich (Schneider 1996). Da in der Regel sehr kleinlumige Kanülen eingesetzt werden, ist diese Gefahr gering.

In der Literatur werden des Weiteren Ureterläsionen durch Diffusion von Phenol (Trigaux und Decoene 1992) und Hydronephrosen durch den toxischen Effekt des Neurolytikums beschrieben.

Wird die Punktion an falscher Stelle durchgeführt (L2 und weiter cranial) kann es zu Blasen- und Mastdarmentleerungsstörungen sowie Ejakulationsstörungen kommen (Schneider 1996). Blutdruckdysregulationen mit orthostatischen Beschwerden werden häufiger beschrieben, klingen jedoch meist nach einem Tag ab (Strotzer et al 1992). Daher fordern Schneider und Mitarbeiter zur

Durchführung des Eingriffs die stationäre Aufnahme und anschließende 4stündige Bettruhe unter klinischer Überwachung.

Selten kommt es zu, in der Regel reversiblen Neuralgien und Parästhesien, vorwiegend im Bereich des Versorgungsgebietes des Nervus genitofemoralis (Roeren 1995, Schild 1988).

Bei Huttner und Mitarbeitern traten 4 Komplikationen bei 252 durchgeführten Behandlungen auf, zwei dauerhafte Läsionen des Ureters, eine ödematöse Schwellung die zu einem passageren Harnstau führte und eine inkomplette aber permanente Parese des Nervus femoralis (Huttner et al 2002). Ernst und Mitarbeiter stellten als Komplikationen einen retroperitonealen Abszess, eine Schrumpfniere sowie zwei Ureterstrikturen fest. In der Arbeit von Schneider wird über keinerlei Komplikationen berichtet. Duda stellte bei 37 Patienten in einem Fall eine passagere Mikrohämaturie und bei einem weiteren Patienten eine Großzehenheberparese fest. Nach seinen Angaben ist die Parese aber nicht in einen sicheren kausalen Zusammenhang mit der CT-LSE zu bringen, da der Verdacht auf eine diabetische Polyneuropathie bestand. Für die vorübergehende Mikrohämaturie konnte klinisch und sonographisch kein Korrelat gefunden werden.

Daschner machte keine Angaben zur Anzahl der untersuchten Patienten, berichtet jedoch von zwei aufgetretenen Komplikationen. Dabei handelte es sich um eine Ureternekrose sowie um eine Darmschlingenperforation. Auch Triqaux gab die Anzahl der Patienten nicht an, beschreibt aber eine aufgetretene Ureternekrose sowie ein Urinom, beides wurde mittels Ureterrekonstruktion behandelt.

Strotzer und Mitarbeiter publizierten Ergebnisse von 210 durchgeführten Eingriffen, dabei kam es in ihren Untersuchungen zu keiner einzigen Komplikation. Allerdings wurden nur 25 Patienten prä- und postoperativ untersucht, so dass nur diese 25 in die Studie einbezogen werden konnten. Bei Seibel traten nach 430 Patienten in 2% der Fälle reversible Neuralgien auf, in 0.2 % der Fälle kam es zu einer Ureterfistel. Becquemin schilderte in zwei Fällen ein Hämatom, in drei Fällen eine pulmonale Komplikation, in weiteren drei Fällen eine Hemiplegie sowie in einem Fall eine Cruralgie. Bei Redman trat

nur eine Lumbalvenenpunktion auf. In der Arbeit von Schild an 16 Patienten wurden keinerlei Komplikationen beschrieben. Dondelinger berichtet über einen reversiblen Pleuraerguss mit Aszites, sowie eine reversible milde Peritonitis.

Ureterläsionen werden in der Literatur mit einer Häufigkeit von 1% angegeben (Duda et al 1994, Daschner und Allgayer 1994, Ernst et al 1998 und Huttner et al 2002). Ernst und Mitarbeiter stellten fest, dass die Ureterläsion die häufigste Komplikation ist. Dies kommt weniger durch eine direkte Nadelschädigung zustande, da diese durch die CT-Steuerung zu vermeiden ist, sondern durch ein nicht vollständig zu kontrollierendes Verteilungsverhalten des Neurolytikums und damit eventuell zu einer Ureterschädigung durch das chemische Agens. Aus diesem Grund empfehlen sie, eine systematische sonographische Kontrolle im Anschluss durchzuführen. Auch um Langzeitschäden (narbige Veränderungen) zu sehen.

Mit einer Hypästhesie im Innervationsgebiet des N. genitofemoralis oder des N. cutaneus femoris lateralis ist nach Seibel in 2% der Fälle zu rechnen (Seibel et al 1989).

In unserem Patientengut kam es nur in einem Fall zu Schmerzen in der rechten Leiste und in den Beinen. Ein weiterer Patient berichtete im Rahmen der Fragebogenaktion von einem pelzigen Gefühl in der großen Zehe.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass es sich bei der CT-LSE um eine komplikationsarme Behandlungsmethode handelt, insbesondere im Vergleich zur früher durchgeführten offenen Sympathektomie. Somit ist die Indikation auch bei Patienten mit pAVK IV durchaus als ultima ratio gegeben.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel: Ziel dieser Arbeit war es zu prüfen, wie die objektiven und subjektiven Langzeitergebnisse nach Behandlung von pAVK-Patienten mittels CT-LSE sind. Es sollte ermittelt werden, ob eine Amputation durch die CT-LSE verhindert werden kann, ob bestehende Wunden durch die CT-LSE abheilen oder sich verkleinern.

Material und Methodik: Alle Patienten der Tübinger Wundsprechstunde, die eine CT-LSE erhielten, wurden nachuntersucht und mit einer Kontrollgruppe verglichen. Ausserdem wurde ein standardisierter Fragebogen an die Patienten verschickt.

Durch ein radiologisches Dokumentationssystem wurden alle Patienten erfasst, die sich im Stadium IV nach Fontaine befanden und die seit 1991 eine CT-LSE erhalten hatten. Es wurden insgesamt 28 Patienten die 30 CT-LSE erhielten retrospektiv anhand von Krankenakten erfasst und nachuntersucht. Aus den Krankenunterlagen wurden die Anzahl und der Zeitpunkt der Amputationen, die Wundcharakteristika und der Wundverlauf (Anzahl, Größe, Lokalisation, Entwicklung während der Therapie) erhoben. Die Kontrollgruppe wurde nach Alter, Geschlecht, Erkrankung an Diabetes mellitus, Gefässsituation und Begleiterkrankungen im Rahmen einer Paarbildung zusammengestellt.

Ergebnisse: Bei den Patienten der CT-LSE Gruppe kam es insgesamt innerhalb von 6 Jahren zu 13 Amputationen (43.4%), in der Kontrollgruppe kam es in 4 Jahren zu 9 (30%) Amputationen. Dieser Unterschied war nicht signifikant ($p=0.059$). Somit kam es nach CT-LSE zu mehr Amputationen als in der Kontrollgruppe. Auch der Zeitraum bis zur Amputation ist in der Behandlungsgruppe kürzer als in der Kontrollgruppe (Tabelle 4), so daß die CT-LSE nicht in der Lage zu sein scheint, eine Amputation hinauszuzögern. Die Anzahl der Wunden betrug bei den CT-LSE Patienten zu Beginn 43 mit einer Durchschnittsgröße von 7.87 cm². Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung bzw. bei der letzten durchgeführten Untersuchung betrug die durchschnittliche Größe der Wunden 11.98 cm². In der Kontrollgruppe gab es zu Beginn 37 Wunden mit einer Durchschnittsgröße von 7.25 cm². Bei der letzten Untersuchung waren die Wunden im Mittel 11.71 cm² groß. Insgesamt hatten

sich in der Behandlungsgruppe 12 (27%) Wunden verkleinert, in der Kontrollgruppe verkleinerten sich 10 (27%) Wunden.

Von den 43 (CT-LSE Gruppe) bzw. 37 Wunden (Kontrollgruppe) heilten im Untersuchungszeitraum in der CT-LSE Gruppe 7 (16.2%), in der Kontrollgruppe 15 (40.5%) ab. Dieser Unterschied in der Abheilungsrate der Wunden zwischen den beiden Gruppen war signifikant ($p < 0.05$).

Insgesamt haben sich also prozentual gleich viele Wunden verkleinert, allerdings heilten in der Kontrollgruppe signifikant mehr Wunden ab. Damit konnte die CT-LSE die Abheilungsrate von bestehenden Wunden im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht verbessern, sondern zeigte im Vergleich zur Kontrollgruppe sogar schlechtere Ergebnisse.

Betrachtet man Diabetiker und Nichtdiabetiker getrennt, so zeigten sich unterschiedliche Ergebnisse. Einerseits war die Amputationsrate bei den Diabetikern gegenüber den Nichtdiabetikern in der CT-LSE Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe etwas höher, andererseits war die Rate an abgeheilten Wunden bei den Diabetikern im Vergleich zu den Nichtdiabetikern in der CT-LSE Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe höher. 10 (77%) der 13 Amputationen der CT-LSE Gruppe fanden bei den Diabetikern statt, 6 (67%) der 9 Amputationen der Kontrollgruppe. Dies war statistisch nicht signifikant.

Im Gegensatz dazu heilten in der CT-LSE Gruppe von 7 Wunden 6 (86%) bei den Diabetikern und nur eine (14%) bei den Nichtdiabetikern ab, bzw. von den 15 der Kontrollgruppe heilten 11 (73%) bei den Diabetikern und 4 (27%) bei den Nichtdiabetikern ab. Verkleinert haben sich von den 12 Wunden der CT-LSE Gruppe 7 (58%) bei den Diabetikern und 5 (42%) bei den Nichtdiabetikern. Die Ergebnisse lassen keinen überzeugenden Grund finden, Diabetiker prinzipiell von dieser Behandlung auszuschliessen. Sie variieren im Erfolg ähnlich wie Nichtdiabetiker.

Bei der Nachuntersuchung der aufgetretenen Komplikationen fanden sich in nur zwei Fällen Hinweise auf eine postinterventionelle Einschränkung (Kribbeln in den Zehen, Schmerzen in der Leiste). Beide Male blieb unklar, wodurch die Symptomatik verursacht wurden.

Die Auswertung des Fragebogens ergab gemischte Ergebnisse. So verneinte die Mehrzahl der Patienten die Frage nach einer subjektiven Verbesserung. Die persönliche Einschätzung des Erfolgs der Behandlung wurde von 60% der Patienten verneint. Allerdings bewerteten die Patienten das Empfinden direkt nach der CT-LSE und Jahre nach der CT-LSE besser. Die Ergebnisse des Fragebogens korrelieren mit denen der Auswertung der Krankenakten. Durch die kleine Fallzahl der analysierten Fragebögen (geringer Rücklauf bei sehr alten Patienten) müssen die Ergebnisse aber sehr zurückhaltend beurteilt werden. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen anderer Autoren, so zeigt sich, dass die Erfolge der Behandlung nicht vorhergesagt werden können.

Die durchschnittliche Amputationsrate nach LSE wird in der Literatur (siehe Tabelle 9) mit circa 34% angegeben, während die klinische Erfolgsrate im Durchschnitt bei circa 50% liegt (siehe Tabelle 10). Diese Werte dürfen nicht als absolut gesehen werden, da nicht alle Studien gleich gewertet werden können, sie zeigen jedoch eine gewisse Tendenz auf.

Unsere eingeschränkten Ergebnisse bezüglich der Amputationensrate nach der CT-LSE könnten daraufhinweisen, dass eine gewisse Negativselektion vorliegt. Eventuell wäre auch eine frühzeitigere Intervention zu erwägen. Die Frage, ob es eine Auswahl an Patienten gibt, die auf die CT-LSE positiv reagieren, lässt sich aus unseren Daten nur eingeschränkt beantworten. Ein fehlender Anstieg des nach der CT-LSE gemessenen tcpO_2 -Wertes scheint jedoch ein negativer prädiktiver Wert zu sein.

Schlussfolgerung: Die von uns erhobenen Daten zeigen, dass die CT-LSE nicht in der Lage ist, die Amputationsrate bei Patienten mit pAVK IV zu senken. Im Vergleich zur Literatur, die für alle Stadien der pAVK eine Gesamt-Amputationsrate von ca. 34% aufweist, ermittelten wir eine Amputationsrate von 43%. Da die Abheilungsrate der bestehenden Wunden durch die CT-LSE ebenfalls nicht signifikant gesenkt werden konnte, hatte die CT-LSE somit auch in dieser Hinsicht keine Verbesserung gebracht.

Ausblick: Duda sieht in seinen Ergebnissen durchaus eine Rechtfertigung des Einsatzes der CT-LSE. Er empfiehlt die Anwendung bei Patienten, bei denen revaskularisierende Eingriffe nicht mehr möglich sind. Die Arbeit von Schütter

zeigt, dass in einem früheren Stadium eine CT-LSE die Indikation zur Amputation zeitlich hinauszögern kann. Waibel zeigte 1977, dass im Stadium II 58.7% der Patienten eine Verbesserung erfuhren.

Möglicherweise müssen die Patienten früher einer CT-LSE zugeführt werden, um bessere Ergebnisse zu erzielen. Vielleicht sollten auch Voruntersuchungen, die die Indikationsstellung eindeutig definieren, vorher durchgeführt werden.

Das Therapiespektrum zur Behandlung der pAVK wird natürlich weiterentwickelt. Molekularbiologische Ansätze durch lokale oder systemische Applikation von angiogenetischen Substanzen sind zukünftige, vielversprechende Ansätze.

6 Anhang

6.1 Abbildungen

Abbildung 1: Korrelation zwischen tcpO₂-Werten und Amputation

6.2 Tabellen

Tabelle 1: Charakteristika der CT-LSE- und Kontrollgruppe hinsichtlich Alter und Begleiterkrankungen

Tabelle 2: Prozentuale Verteilung an gefäßchirurgischen und interventionellen Vorbehandlungen

Tabelle 3: Anzahl an Amputationen in der CT-LSE und Kontrollgruppe

Tabelle 4: Anzahl an Amputationen bezogen auf die Zeit bis zur Amputation

Tabelle 5: Korrelation zwischen tcpO₂- Werten und Amputation

Tabelle 6: Charakteristika der Wunden der CT-LSE- und der Kontrollgruppe (Anzahl und Größe)

Tabelle 7: Wundverlauf der Diabetiker im Vergleich zu den Nichtdiabetikern

Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Fragebögen

Tabelle 9: Literaturübersicht über die Amputationsrate nach Sympathektomie bzw. Sympathikolyse

Tabelle 10: Literaturübersicht über den klinischen Erfolg nach Sympathektomie bzw. Sympathikolyse

Tabelle 11: Literaturübersicht über die Komplikationen nach Sympathektomie bzw. Sympathikolyse

6.3 Abkürzungen

CVI	Chronisch venöse Insuffizienz
DFS	Diabetisches Fuss Syndrom
L2 – L4	lumbale Wirbelkörper 2 bis 4
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PDA	Periduralanästhesie
PTA	Perkutane transluminale Angioplastie
tcpO ₂	transkutane Sauerstoffpartialdruckmessung

6.4 Patientenfragebogen

I. Schmerzen

(1= kein Schmerz bis 10= sehr starke Schmerzen)

1. Hatten Sie Schmerzen in der Wunde/ im Bein vor der Untersuchung ?

ja nein

2. Wie sehr haben Sie Schmerzen in den Beinen in Ruhe vor der CT LSE verspürt ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Wie sehr haben Sie Schmerzen in den Beinen in Ruhe nach der CTLSE verspürt ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Wie sehr haben Sie Schmerzen in den Beinen beim Gehen vor der CT LSE verspürt ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Wie sehr haben Sie Schmerzen in den Beinen beim Gehen nach der CT LSE verspürt ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Hatten Sie speziell in der Nacht Schmerzen, so dass Sie die Beine zur Entlastung aus dem Bett hängen lassen mussten, vor der CTLSE ?

Ja Nein

7. Hatten Sie speziell in der Nacht Schmerzen, so dass Sie die Beine zur Entlastung aus dem Bett hängen lassen mussten, nach der CTLSE ?

Ja Nein

II. Wunden

8. Hatten Sie vor der CT LSE Wunden ?

an den Zehen	Ja	Nein
an den Fussballen	Ja	Nein
an der Ferse	Ja	Nein
am Unterschenkel	Ja	Nein

9. Hatten Sie nach der CT LSE neue Wunden ?

an den Zehen	Ja	Nein
an den Fussballen	Ja	Nein
an der Ferse	Ja	Nein
am Unterschenkel	Ja	Nein

10. Hat sich die Wundenform verändert ?

Ja, kleiner geworden

Ja, größer geworden

Nein

Ja, die Wunde ist _____

11. Wie beurteilen Sie Ihr Befinden (Schmerzen,Wunden) direkt nach dem Eingriff ?

hat sich verbessert	ist gleich geblieben	hat sich verschlechtert
---------------------	----------------------	-------------------------

12. Wie beurteilen Sie Ihr Befinden (Schmerzen,Wunden) Jahre nach dem Eingriff ?

hat sich verbessert	ist gleich geblieben	hat sich verschlechtert
---------------------	----------------------	-------------------------

13. Haben Sie insgesamt das Gefühl, daß Ihnen die Maßnahme geholfen hat ?

14. Musste im späteren Verlauf eine Operation durchgeführt werden ?

an einem Zeh	Ja	Nein
an mehreren Zehen	Ja	Nein
am Unterschenkel	Ja	Nein
am Oberschenkel	Ja	Nein

15. Möchten Sie noch eigene Bemerkungen zum Erfolg dieser Behandlung machen ?

Legende 1

Skala 1 - 10: 1 ist der niedrigste Wert, 10 ist der höchste Wert

7 Literaturverzeichnis

Adler, OB., Engel, A. (1990)

Palmar hyperhidrosis CT guided chemical percutaneous thoracic sympathectomy

Fortschr Röntgenstr, 153, 400-440

Alberti, K.G. M. M., Zimmet, P.Z. (1998)

Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus.

Provisional report of a WHO consultation.

Diabetic Med, 15, 539

Alexander, K. (1989)

Prostaglandine einschließlich Prostacyclin in der Therapie peripherer arterieller Durchblutungsstörungen

Internist, 30, 429

Alexander, K. (1992)

Krankheiten der Arterien, 178-228

In: Siegenthaler, W., Kaufmann, W., Hornbostel, H., Waller, H.D.: Lehrbuch der inneren Medizin;

3.Aufl., Thieme, Stuttgart, New York

Alexander, W. (1889)

The treatment of epilepsy

Edinburgh Pentland Nat Libr Cat, 1955-1959

Allen, T.R. (1976)

Current Status of Lumbar Sympathectomy

Amer Surg, 42, 89

Allgöwer, M. (1982)

Wundheilung, 3-14

In: Allgöwer, M.: Allgemeine und spezielle Chirurgie

4.Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Altomare, DF., Regina, G., Lovreglio, R., Memeo, V. (1994)

Acetylcholin sweat test: an effective way to select patients for lumbar sympathectomy

Lancet, 344, 976-978

Anand, S., Creager, M. (2003)

Periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK)

Vasa, 32, 179-180

- Apelqvist, J., Larsson, J., Agard, CD (1993)
 Long-term prognosis for diabetic patients with foot ulcers
 J Intern Med, 233, 485 -491
- Arter, O.E., Racz, G.B. (1990)
 Pain management of oncologic patient
 Semin Surg Oncol, 6, 162-172
- Balkin, S.W. (1995)
 Lower limb amputation and the diabetic foot
 JAMA (Letter) 273
- Baumer, K., Wolff, M., Kroker, H., Antes, G., Neher, M. (1987)
 Perfusionsszintigraphie vor lumbaler Sympathektomie: Eine Hilfe zur
 Indikationsstellung ?
 Zentralbl Radiol, 134, 177
- Baumgartner, R. (1999)
 Chirurgisches Vorgehen bei Neuropathie und Osteoarthropathie des
 diabetischen Fusses
 Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 17-24
- Becker, H.M. (1968)
 Die Wahl der Operationsmethode bei chronischen arteriellen
 Verschlusskrankheiten
 Münchner Medizinische Wochenschau, 110, 862-7
- Becker, H.M., Baumann, G., Rueff, F.L., Handrock, M. (1969)
 Zur Indikationsstellung der lumbalen Sympathektomie bei chronischer arterieller
 Verschlusskrankheit
 Münchn med Wschr, 42, 2154
- Beebe, H.G., Dawson, D., Cutler, B. (1999)
 A new pharmacological treatment for intermittent claudication
 Arch Intern Med, 159, 2041-2050
- Benett, N., Schultz, G. (1993)
 Growth Factors and Wound Healing: Biochemical Properties of Growth Factors
 and Their Receptors
 Am J Surg, 165, 728-737
- Berger, W., Gries, F.A., Koschinsky, Th., Toeller, M., Strohmeyer, G. (1992)
 Stoffwechselkrankheiten, 1268-1342
 In: Siegenthaler, W., Kaufmann, W., Hornbostel, H., Waller, H.D.: Lehrbuch der
 inneren Medizin;
 3.Aufl., Thieme, Stuttgart, New York

Berghaus, H., Senge, T. (1968)
Erste klinische Erfahrungen mit Dusodril bei arteriellen Verschlusskrankheiten
Hippokrates, 39, 349-51

Biedermann, H., Janetschek, G., Flora, G. (1994)
Videokontrollierte, retroperitoneoskopische, lumbale Sympathektomie und
Sympathicotomie (VRLS)
Der Chirurg, 65, 717-20

Birrer, M. (2001)
Makroangiopathie bei Diabetes mellitus
Vasa, 30, 168-74

Blumenberg, R., Gelfand, M., (1979)
Lumbar Sympathectomy for Limb Salvage: A Goal Line Stand.
Am J Surg, 138, 241-245

Blume, J., Kieser, M., Holscher, U. (1998)
Ginkgo-Spezialextrakt EGb 761 bei pAVK. Plazebokontrollierte
Doppelblindstudie bei Patienten mit pAVK im Stadium IIb nach Fontaine
Fortschritt der Medizin, 116, 36-7

Bollinger, A., Marty, A., Brunner, U. (1968)
Zur Spätwirkung der Sympathektomie auf Unterarm- und Wadendurchblutung
bei Patienten mit Gliedmassenarterienverschlüssen
Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin, 74, 664-6

Boulton, A.J.M. (1990)
The diabetic foot – neuropathic in etiology ?
Diabetic Med, 7, 852-858

Breddin, H.K. (1999)
Antithrombotische Therapie und Verlauf der peripheren arteriellen
Verschlusskrankheit
Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung in Zusammenarbeit
mit der Kaiserin Fried, 93, 633-8

Bristow, A., Foster, J.M. (1988)
Lumbar sympathectomy in the management of rectal tenesmoid pain
Ann R Coll Surg Engl, 70, 38-39

Brunner, U. (1999)
Der diabetische Fuss aus infektchirurgischer Sicht
Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 13-6

- Brunner, U. (1976)
Lumbale Sympathektomie bei kruralen Arterienverschlüssen, Besonderheiten der Indikation
Vasa, 5, 228-33
- Buche, M., Randour, P., Mayne, A., Joucken, K., Schoevaerds, J.C. (1988)
Neuralgia following lumbar sympathectomy
Ann Vasc Surg, 2, 279-281
- Broghammer, H. (1967)
Frühergebnisse quantitativer Messungen der Durchblutung der Unterschenkelmuskulatur und physikalische Kreislaufanalysen nach lumbaler Sympathektomie bei Durchblutungsstörungen
Langenbecks Archiv für Chirurgie, 317, 1-13
- Calvin, M. (1998)
Cutaneous wound repair
Wounds, 10, 12-32
- CAPRIE Steering Committee (1996)
A randomized, blinded, trial of clopidogrel versus aspirin in patients at risk of ischemic events.
Lancet, 348, 1329-1339
- Chang, N., Goodson III, W.H., Gottrup, F., Hunt, T.K. (1983)
Direct measurement of wound and tissue oxygen tension in postoperative patients
Ann Surg, 197, 470-478
- Chantelau, E. (1999)
Das Syndrom des diabetischen Fusses. Eine Übersicht
Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 6-11
- Chantelau, E., Spraul, M., Berger, M. (1996)
Das Syndrom des diabetischen Fusses – neue Aspekte, 8-15
In: Hepp, W.: Der diabetische Fuss;
Blackwell, Berlin
- Cilliers, P.H. (1987)
Surgical Management of patients with hyperhidrosis
S Afr Med J, 72, 538-539
- Coerper, S., Wicke, C., Pfeffer, F., Köveker, G., Becker, HD. (2004)
Documentation of 7051 chronic wounds using a new computerized system within a network of wound care centers
Arch Surg, 139, 251-258

- Coerper, S., Köveker, G. (1993)
 Stimulation der Wundheilung durch thrombozytäre Wachstumsfaktoren, 291-298
 In: Sedlarik: Wundheilung
 2. Aufl., Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart
- Collins, G.J., Rich, N.M., Clagett, G.P., Salander, J.M., Spebar, M.J. (1981)
 Clinical Results of Lumbar Sympathectomy
 Amer Surg, 47, 31
- Cotton, L.T., Cross, F.W. (1985)
 Lumbar sympathectomy for arterial disease
 Brit J Surg, 72, 678-683
- Courtheoux, P., Theron, J., Evrard, C., Maiza, D., Oriot, G. (1982)
 Chemical lumbar sympathectomy: a new technic in therapeutic radiology
 Ann Radiol Paris, 25, 429-431
- Cross, F.W., Cotton, L.T. (1985)
 Chemical lumbar sympathectomy for ischemic rest pain. A randomized, prospective controlled clinical trial
 Amer J Surg, 150, 341-345
- Dahmen, H.G. (1997)
 Das diabetische Fussyndrom und seine Risiken: Amputation, Behinderung, hohe Folgekosten
 Gesundheitswesen, 59, 566-8
- Daschner, H., Allgayer, B. (1994)
 Ureterverschluss nach CT-gezielter lumbaler Sympathikusausschaltung
 RöFo Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der neuen bildgebenden Verfahren, 161, 85-7
- Da Valle, M., Baumann, F.G., Mintzer, R., Riles, T.S. (1981)
 Limited Success of Lumbar Sympathectomy in the prevention of Ischemic Limb Loss in Diabetic Patients
 Surg, Gyn. & Obstetr., 152, 784
- Dawson, D.L., Cutler, B.S., Hiatt, W.R. (2000)
 A comparison of cilostazol and pentoxifylline for treating intermittent claudication
 Am J Med, 109, 523-530
- Debus, E.S., Timmermann, W., Sailer, M., Schmidt, K., Reith, H.-B., Franke, S. (1999)
 Die arterielle Rekonstruktion beim arteriopathischen diabetischen Malum perforans – lohnt sich der Aufwand ?
 Zentralblatt Chirurgie 124 Suppl. 1, 36-39

Delamaire, M., Maugendre, D., Moreno, M., LeGoff, M-C., Allanic, H., Genetet, B. (1997)

Impaired leucocyte functions in diabetic patients
Diab Med, 14, 29-34

Demmer, K., Gajdusek, C. (1967)

Ist die lumbale Sympathektomie im Gangränstadium zweckmässig ?
Zentralblatt für Chirurgie, 92, 606-9

Dondelinger, RF., Kurdziel, JC. (1987)

Percutaneous phenol neurolysis of the lumbar sympathetic chain with computed tomography control
Ann Radiol, 27, 376-379

Drawzak, H.W., Jakel, F., Strosche, H., Buchholz, J. (1989)

Intraarterielle Infusionstherapie der fortgeschrittenen diabetischen Fussgangrän mit Prostaglandin E1 und Cefotaxim
Vasa, 18, 312-5

Duda, S.H., Huppert, P.E., Heinzelmann, B., Schareck, W., Seboldt, H., Claussen, C.D. (1994)

CT-gestützte perkutane lumbale Sympathikolyse bei peripherer Verschlusskrankheit Röntgenpraxis, 160, 132-136

Duncan, J.A. (1985)

Chemical lumbar sympathectomy
J Bone Jt Surg Br, 67, 174-175

Einecke, U. (1999)

Neues Verfahren bessert Mikrozirkulation. Gezielter Fibrinogenentzug soll Diabetikerfüsse retten
Fortschritte der Medizin, 141, 62-3

Enderle, M.D., Haring, H.U., Luft, D. (1996)

Das diabetische Fussyndrom. Ätiologie und Differentialtherapie
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 121, 1236-42

Ernst, S., Heindel, W., Fischbach, R., Gawenda, M., Langen, H.J., Neubauer, S., Krahe, T. (1998)

Komplikationen der CT-gesteuerten lumbalen Sympathikolyse: Eigene Erfahrungen und Literaturübersicht
RöFo Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der neuen bildgebenden Verfahren, 168, 77-83

Erichsen, H.G. (1979)

Lumbar Sympathectomy in Obliterative Arteriosclerosis
Scand. J Cardio Surg, 13, 333

- Finkenzeller, T., Techert, J., Lenhart, M., Link, J., Feuerbach, S. (2001)
CT-gesteuerte thorakale Sympathikolyse zur Behandlung der peripheren
arteriellen Verschlusskrankheit und thorakaler Schmerzen in 6 Fällen
RöFo Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der neuen
bildgebenden Verfahren, 173, 920-923
- Fishel, R., Barbul, A., Wasserkrug, H.L., Penberthy, L.T., Rettura, G., Efron, G.
(1983)
Cyclosporine A impairs wound healing in rats
J Surg Res, 34, 572-575
- Flanagan, M.(1998)
The characteristics and formation of granulation tissue
J Wound Care, 7, 508-510
- Fochem, K., Partan, J. (1966)
Zur Problematik der Arteriographie der unteren Extremitäten
Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin, 104,
164-70
- Frauenhofer, S., Henzler, M. (1991)
Durchblutungsmessung zu Wertigkeit der CT-gesteuerten lumbalen
Sympathikolyse bei arterieller Verschlusskrankheit
Vasa (Suppl), 33, 160-161
- Fulton, RL., Blakeley, WR. (1968)
Lumbar sympathectomy: a procedure of questionable value in the treatment of
arteriosclerosis obliterans of the legs
Amer J Surg, 116, 735-744
- Gallacher, S., Thomson, G., Fraser, WD., Fisher, BM., Gemell, CG., MacCuish,
AC. (1995)
Neutrophil bactericidal function in diabetes mellitus: evidence for association
with blood glucose control
Diab Med, 12, 916-920
- Gardner, A., Poehlman, E. (1995)
Exercise rehabilitation programs for the treatment of claudication pain.
JAMA, 274, 975-980
- Gates, J., Hartnell, G (2000)
Optimized Diagnostic Angiography in High Risk Patients with Severe Peripheral
Vascular Disease
Radiographics, 20, 121-133

- Gaza, W. von (1924)
Über paravertebrale Neurektomie am Grenzstrang und paravertebrale
Injektionstherapie
Klin Wschr, 3, 525-528
- Girolami, B., Bernardi, E., Prins, MH. (1999a)
Antithrombotic drugs in the primary medical management of intermittent
claudication: a meta-analysis
Thromb Haemost, 81, 715-722
- Girolami, B., Bernardi, E., Prins, MH. (1999b)
Treatment of intermittent claudication with physical training, smoking cessation,
pentoxifylline, or nafronyl: a meta-analysis
Arch Intern Med, 159, 337-345
- Goodson III, WH., Hunt, TK. (1977)
Studies of wound healing in experimental diabetes mellitus
J Surg Res, 22, 221-227
- Goodson III, W.H., Hunt, T.K. (1979)
Wound healing and the diabetic patient
Surg Gynecol Obstet, 149, 600-608
- Goodson III, W.H., Hunt, T.K. (1992)
Development of a new miniature method for the study of wound healing in
human subjects
J Surg Res, 33, 394-401
- Grande, L., Garcia-Valdecasas, J.C., Fuster, J., Visa, J., Pera, C. (1990)
Obstructive jaundice and wound healing
Br J Surg, 77, 440-442
- Greitemann, B. (1997)
Das diabetische Fussyndrom – Ätiologie und Differentialtherapie
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 122, 243-4
- Groves, A.C., Griffiths, J., Leung, F., Meek, R.N. (1973)
Plasma catecholamines in patients with serious postoperative infection
Ann Surg, 178, 102-107
- Grusser, M., Hoffstadt, K., Jorgens, V. (2000)
Vorsorgeuntersuchung zur Früherkennung der Folgeschäden bei Diabetes
mellitus
Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung, 94, 411-6
- Haaga, J.R., Reich, R.E., Havrilla, T.R., Alfidi, R.J. (1977)
Interventional CT-scanning
Radiol Clin N Amer, 15, 449-456

Hanke, B., Harsch, I.A., Bock, H., Fischer, A., Riedel, C., Wein, A. (2001)
Prävention und Therapie des diabetischen Fussyndroms
Fortschritte der Medizin, 143, 30-2

Haxton, H.A. (1949)
Chemical sympathectomy
Br Med J, 1026 – 1028

Haynsworth, R.F., Noe, C.E. (1991)
Percutaneous Lumbar Sympathectomy: A comparison of radiofrequency
denervation versus phenol neurolysis
Anesthesiology, 74, 459-463

Heidrich, H., Bullinger, H., Cachovan, M., Creutzig, A., Diehm, C., Gruss, J.D.,
Kirchberger, I., Loeprecht, H., Rogatti, W. (1996)
Entwicklung eines krankheitsspezifischen Instruments zur Erfassung der
Lebensqualität von Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit
Vasa, 25, 32-40

Heller, Günster, Schellschmidt (2004)
Wie häufig sind Diabetes-bedingte Amputationen unterer Extremitäten in
Deutschland
Dtsch med Wochenschr, 129, 429-433

Hepp, G., Lennert, K.A., Brandt, K. (1972)
Veränderungen des kapillarmikroskopischen Bildes bei arteriosklerotischen
Durchblutungsstörungen. Vergleichende Untersuchungen vor und nach
Sympathektomie und Naftidrofuryl-Infusion
Münchener Medizinische Wochenschrift, 114, 565-8

Heuberger, J., Furrer, M., Habicht, J., Inderbitzi, R. (2000)
Indikationen und Ergebnisse der videothorakoskopischen Sympathektomie
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 125, 817-21

Hiatt, W.R. (2001)
Medical treatment of peripheral arterial disease and claudication
N Engl J Med, 344, 1608-1621

Hirsch, A.T., Haskal, Z.V., Hertzner, N.R. (2006)
Guidelines for the Management of Patients with peripheral arterial disease
Journal of the American College of Cardiology (Publikation in Vorbereitung)

Hunt, T.K. (1986)
Vitamin A and wound healing
J Am Acad Dermatol, 15, 817-821

- Hunt, T.K., Jawetz, E. (1988)
Inflammation, infection & antibiotics
In: Way, L.W.: Current surgical diagnosis & treatment, 99-127
Appleton & Lange, Norwalk, Connecticut / San Mateo, California
- Huber, A., Wurm, G., Witzmann, A., Fischer, J. (1992)
Perkutane lumbale thermale Sympathektomie: Methode, Indikationen und
Ergebnisse
Neurochirurgia, 35, 85-8
- Huttner, S., Huttner, M., Neher, M., Antes, G. (2002)
CT-gesteuerte Sympathikolyse bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit –
Indikationen, Patientenauswahl, Langzeitergebnisse
RöFo Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der neuen
bildgebenden Verfahren, 174, 480-484
- Imperato, AM. (1979)
Lumbar sympathectomy: a role in treatment of occlusive arterial disease in the
lower extremities
Surg Clin North Amer, 59, 719-735
- Irvin, T.T. (1978)
Effects of malnutrition and hyperalimentation on wound healing
Surg Gyn Obstet, 146, 33-37
- Jaboulay, M. (1899)
Le traitement de quelques troubles trophiques du pied et dela jambe ar la
denudation de l'arterie femorale et la distension des nerfs vasculaires
Lyon Med, 91, 467-468
- Jensen, J.A., Jonsson, K., Hunt, K.T. (1985)
Epinephrine lowers subcutaneous wound oxygen tension
Curr Surg, 42, 472-474
- Jones, P.L., Millman, A. (1990)
Wound healing and the aged patient
Nurs Clin North Am, 25, 263-277
- Jung, V. (1996)
Fuss-Erhalt bei diabetischer Gangrän
Zentralblatt für Chirurgie, 121, 387-92
- Kamal, K., Du, W., Mills, I., Sumpio, BE. (1998)
Antiproliferative effect of elevated glucose in human microvascular endothelial
cells
J Cell Biochem, 71, 491-501

- Kappey, F., Brach, K.D., Nicolescu, R.F. (1974)
Der Einfluss der lumbalen Grenzstrangresektion auf die Durchblutung der
gegenseitigen Gliedmasse bei arterieller Verschlusskrankheit vom peripheren
Typ
Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung, 40, 246-9
- Killer, J., Dieterle, P. (1995)
Der diabetische Fuss
Medizinische Klinik, 90, 713-5
- Kleinfeld, H. (1991)
Der diabetische Fuss – Senkung der Amputationsrate durch spezialisierte
Versorgung in Diabetes-Fuß-Ambulanzen
MMW, 133, 711-715
- Knick, B., Knick, J. (1994)
Diabetologie
Kohlhammer, Stuttgart
- Kocher, W., Kiefler, I. (1981)
Der Einfluss der Sympathektomie auf die Knochendurchblutung
Zentralblatt für Chirurgie, 106, 862-72
- Koikkalainen, K., Luosto, R., Jokinen, T. (1980)
Lumbar Sympathectomy in the Treatment of Severe Lower Limb Ischemia in old
People
Ann Chir Gyn, 69, 92
- Kraas, E. (1988)
Alter als Risikofaktor – Analyse und Bewertung, 177-183
In: Häring, R.: Risiko in der Chirurgie
De Gruyter, Berlin, New York
- Kraus, O., Neufang, A., Eckardt, A., Kustner, E., Beyer, J., Kann, P. (2002)
Interdisziplinäre Diagnostik und Therapie des ischämisch-osteomyelitischen
diabetischen Fussyndroms
Medizinische Klinik, 97, 244-55
- Kremer, K., Berghaus, H. (1966)
Sympathektomie oder Gefäßrekonstruktion bei chronischen
Arterienverschlüssen der unteren Extremität
Der Chirurg, 37, 496-502
- Kruse, H.J., Schellong, S. (2001)
Prostaglandintherapie bei arterieller Verschlusskrankheit
Deutsche Medizinische Wochenschrift

- Kurdziel, J.C., Dondelinger, R.F. (1990)
 Sympathetic chain, 773-780
 In: Dondelinger, R.F., Rossi, P., Kurdziel, J.C., Wallace, S.: *Interventional Radiology*;
 Thieme, Stuttgart, New York
- Lawrence, W.T. (1998)
 Physiology of the acute wound
Clin Plast Surg, 25, 321-340
- Lee, B.Y., Madden, J.L., Thoden, W.R., McCann, W.J. (1983)
 Lumbar sympathectomy for toe gangrene. Long-term follow-up
Amer J Surg, 145, 398-401
- Lindenauer, S.M., Cronenwett, J.L. (1982)
 What is the place of lumbar sympathectomy
Brit J Surg, 69 (Suppl), 32-33
- Loose, K.E. (1967)
 Indikation und Leistungsbreite der Sympathektomie bei chronischer Verschlusskrankungen der unteren Gliedmassen
Der Chirurg, 38, 494-8
- Loose, K.E. (1966)
 Sympathektomie
Medizinische Klinik, 61, 887
- Loose, K.E. (1969)
 Zur Therapie arterieller Verschlusskrankungen
Hippokrates, 40, 334-40
- McCullum, P.T., Spence, V.A., Macrae, B., Walker, W.F. (1985)
 Quantitative assessment of the effectiveness of chemical lumbar sympathectomy
Brit J Anaesth, 57, 1146-1149
- Melchert, U.H., Brinkmann, B., Förger, K., Gleim, M., Wunsch-Binder, F., Maier, Ch., Zick, G. (1992)
 In-vivo-Phosphor-MR-Spektroskopie der Wadenmuskulatur bei arterieller Verschlusskrankheit
Fortschr Röntgenstr, 156, 346-352
- Meyer, J. (1987)
 Indikationen und Möglichkeiten der Blockade des Nervus sympathicus
Regional Anästhesie, 10, 55-8
- Myers, K.A., King, R.B., Scott, D.F., Johnson, N., Morris, P.J. (1978)
 Surgical Treatment of the Severely Ischemic Leg. II: Salvage Rates
Brit J Surg, 65, 779

Moch, D., Fleischmann, W., Russ, M. (1999)
Das BMW-Konzept beim diabetischen Fuss
Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 69-72

Mockus, M.B., Rutherford, R.B., Rosales, C., Pearce, W.H. (1987)
Sympathectomy for causalgia. Patient selection and long-term results
Arch Surg, 122, 668-672

Moll, R., Fieger, M., Frühwald, P., Kern, A., Knüppfler, J., Kraus, A., Range, P.,
Schindler, G. (2001)
Die CT-gesteuerte lumbale Sympathikolyse beim diabetischen Patienten
Fortschr Röntgenstr (Suppl), 173, 87

Money, S.R., Herd, A., Isaacsohn, J.L. (1998)
Effect of cilostazol on walking distances in patients with intermittent claudication
cause by peripheral vascular disease
J Vasc Surg, 27, 267-275

Moore, P.J., Walton, M.R. (1981)
Chemical and operative lumbar sympathectomy
Brit J Clin Pract, 35, 233-237

Morain, W.D., Colen, L.B. (1990)
Wound healing in diabetes mellitus
Clin Plast Surg, 17, 493-501

Moritz, J.D., Layer, G., Traber, F., Kuhl, C., Schuller, H., Reiser, M. (1993)
Stoffwechseluntersuchungen der Wadenmuskulatur mit der 31P-MR-
Spektroskopie bei arterieller Verschlusskrankheit vor und nach lumbaler
Sympathikolyse
RöFo Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der neuen
bildgebenden Verfahren, 159, 419-25

Müller-Wiefel, H., Lehmann, K. (1972)
Ergebnisse rekonstruierender Arterieneingriffe bei schwerer chronischer
Durchlutungsstörung der Beine
Vasa, 1, 37-44

Mustoe, T.A., Purdy, J., Gramates, P., Deuel, T.F., Thomason, A., Pierce, G.F.
(1989)
Reversal of impaired wound healing in irradiated rats by platelet-derived growth
factor-BB
Am J Surg, 158, 345-350

Nachbur, B., Heuberger, T. (1976)
Potenzstörungen beim Mann nach lumbaler Sympathektomie
Helvetica chirurgica acta, 43, 83-6

- Neumann, F., Schenck, B. (1987)
Endokrinopharmakologie, 397-447
In: Forth, W., Henschler, D., Rummel, W.: Pharmakologie und Toxikologie
5. Aufl., Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, Zürich
- Nöldge, G., Richter, G.M., Grenacher, L., Brado, M., Kauffmann, G.W. (1996)
CT-gesteuerte Punktionen
Der Radiologe, 36, 683-91
- Nwomeh, BC., Yager, DR., Cohen, IK. (1998)
Physiology of the chronic wound
Clin Plast Surg, 25, 341-356
- Oehy, K., von Flue, M., Vogt, B. (1989)
Der akute arterielle Verschluss der Extremitäten. Erfolgsrate nach einfacher
Embolektomie und nach kombinierten Verfahren
Helvetica chirurgica acta, 56, 35-8
- Partl, M. (1994)
Nachsorge von Patienten mit diabetischem Fuss durch Hausarzt oder
Spezialambulanz
Gesundheitswesen, 56, 215-9
- Postlewaithe, J.C. (1973)
Lumbar Sympathectomy: A retrospective study of 142 operations on 100
patients
Br J Surg, 60, 789-791
- Quabbe, H.-J. (1988)
Risiko in der Chirurgie: Stoffwechselerkrankungen (Diabetes mellitus,
Adipositas), 139-148
In: Häring, R.: Risiko in der Chirurgie
De Gruyter, Berlin, New York
- Radack, K., Wyderski, R.J. (1990)
Conservative management in intermittent claudication
Ann Intern Med, 113, 135-146
- Ramasastry, SS. (1998)
Chronic problem wounds
Clin Plast Surg, 25, 367-396
- Ramos, M., Almazan, A., Lozano, F., Gomez Alonso, A. (1983)
Phenol lumbar sympathectomy in severe arterial disease of the lower limbs: a
hemodynamic study
Int Surg, 68, 127-130

- Ratzmann, K.P., Drzimalla, E., Raskovic, M. (1994)
Das Syndrom des diabetischen Fusses. Vergesellschaftung mit anderen
Komplikationen sowie Inzidenz von Amputationen
Medizinische Klinik, 89, 469-72
- Reike, H. (1999)
Wundheilung und lokale Wundbehandlung bei diabetischem Fußsyndrom
Internist, 40, 1009-1017
- Reimer, H., Ketfi, M., Boulmont, M. (1999)
Der diabetische Fuss: Ist prophylaktische Chirurgie möglich?
Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 33-5
- Reiners, K. (1999)
Diabetische Neuropathien. Grundlagen, klinische Manifestationsformen und
medikamentöse Therapie
Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 25-32
- Roeren, T. (1995)
Computertomographisch gesteuerte Neurolyse, 451-455
In: Kauffmann, G.W. Rau, W.S. Roeren, T. Sartor, K.: Röntgenfibel;
Springer, Berlin Heidelberg New York
- Rommel, J.D., Klee, P., Burkard, A., Ratthey, K.P. (1999)
Normalisierung des Gefäßbildes durch Sympathikusblockade bei schwerer
arterieller Durchblutungsstörung durch Ergotismus
Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie (AINS), 34,
578-81
- Rosen, R.J., Miller, D.I. (1983)
Percutaneous phenol sympathectomy in advanced vascular disease
AJR, 141, 597-600
- Ruberg, R.L. (1984)
Role of nutrition in wound healing
Surg Clin North Am, 64, 705-714
- Rutherford, R.B., Becker, G.J. (1991)
Standards for evaluating and reporting the results of surgical and percutaneous
therapy for peripheralarterial disease
J Vasc Intervent Radiol, 2, 169-174
- Scharek, W., Hopt, U.T., Greger, B., Bockhorn, H. (1988)
Risikoabwägung bei Wundinfektionen immunsupprimierter Patienten, 213-217
In: Häring, R.: Risiko in der Chirurgie
De Gruyter, Berlin, New York

- Scherbaum, W.A., Kiess, W. (2004)
Epidemiologie und Verlauf des Diabetes mellitus in Deutschland
Leitlinie der Deutsche Diabetes Gesellschaft
- Schild, H. (1988)
Perkutane Neurolyse des Plexus coeliacus, 409-415
In: Günter, RW. Thelen, M.: Interventionelle Radiologie;
Thieme, Stuttgart New York
- Schild, H., Grönninger, J. (1984)
Transabdominelle CT-gesteuerte Sympathektomie
Fortschr Röntgenstr, 141, 504-508
- Schlag, P., Kettelhack, C. (1989)
The surgical treatment of patients treated with cytostatic chemotherapy
Chirurg, 60, 298-300
- Schmiedt, W., Oelert, H. (2002)
Pedale Bypasschirurgie beim diabetischen Fussyndrom: Indikation, Technik
und Ergebnisse
Medizinische Klinik, 97, 256-62
- Schneider, B., Richter, G.M., Roeren, T., Kauffmann, G.W. (1996)
CT-gesteuerte Neurolysen. Stand der Technik und aktuelle Ergebnisse
Der Radiologe, 36, 692-9
- Schubert, J. (2000)
Wundlehre, 1-25
In: Schwenzer, N., Ehrenfeld, M.: Allgemeine Chirurgie;
3. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York
- Schütter, F.W., Sandmann, W., Ashrafnia, S. (1990)
Therapieergebnisse nach lumbaler Sympathektomie. Eine retrospektive Studie
über einen Zeitraum von 10 Jahren
Vasa, 19, 40-46
- Schultz GS., Mast, BA. (1998)
Molecular analysis of the enviroment of healing and chronic wounds: zytokines,
proteases, and growth factors
Wounds, 10 (Suppl F), 1F-9F
- Seboldt, H., Fenchel, G., Hoffmeister, H., Koch, H., Stunkat, R. (1976)
Vergleich von subjektiver und objektiver Erfolgsbeurteilung nach lumbaler
Sympathektomie
Vasa, 5, 220-7

- Seboldt, H., Hoffmeister, H.E. (1978)
Lumbale Sympathektomie bei arterieller Verschlusskrankung der unteren Extremität
Medizinische Klinik, 73, 786-90
- Seibel, R.M., Carstensen, G., Balzer, K., Grönemeyer, D.H., Sehnert, C. (1989)
CT-gesteuerte lumbale Sympathikusausschaltung bei der Behandlung der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (AVK), 168-182
In: Grönemeyer, D.H., Seibel, R.M.: Interventionelle Computertomographie; Ueberreuter, Wien, Berlin
- Seibel, R.M., Grönemeyer, D.H. (1990)
Ct-guided lumbar sympathetic trunc neurolysis for the treatment of occlusive arterial disease (OAD), 211-225
In: Seibel, R.M., Grönemeyer, D.H.: Interventional computed tomography; Blackwell, Cambridge London
- Spengel, F.A., Diehm, C., Heidrich, H., Schulte, K.L., Theiss, W. (2001)
Diagnostik und Therapie der arteriellen Verschlusskrankheit der Becken-Beinarterien
VASA, 30, Suppl 57
- Spies, H.F., Hehrlein, F.W., Heinrich, F. (1972)
Lumbale Sympathektomie bei arterieller Verschlusskrankheit.
Indikationsstellung und Ergebnisse
Münchener Medizinische Wochenschrift, 114, 810-4
- Spraul, M., Schonbach, A.M., Muhlhauser, I., Berger, M. (1999)
Amputationen und Mortalität bei älteren, insulinpflichtigen Patienten mit Typ-2-Diabetes
Zentralblatt für Chirurgie, 124, 501-7
- Standl, E., Mendler, G., Zimmermann, R., Stiegler, H. (1996)
Zur Amputationshäufigkeit von Diabetikern in Deutschland – Ergebnisse einer Erhebung in zwei Landkreisen
Diab Stoffw, 5, Suppl 1, 29-32
- Stephens, F.O., Hunt, T.K. (1971)
Effect of changes in inspired oxygen and carbon dioxide tensions on wound tensile strength
Ann Surg, 173, 515-519
- Stiegler, H., Frey, S., Standl, E. (1988)
Diagnostische und therapeutische Überlegungen beim diabetischen Fuss
Medizinische Klinik, 83, 263-9

Stiegler, H., Standl, E., Hufen, V. (1993)
Makroangiopathie beim Diabetes mellitus
Zeitschrift für die gesamte innere Medizin und ihre Grenzgebiete, 48, 150-6

Stosslein, F., Burger, K., Wierny, L., Widera, R. (1981)
Die Kombinationstherapie arteriosklerotischer Durchblutungsstörungen der unteren Extremität
Zentralblatt für Chirurgie, 106, 1521-8

Strotzer, M., Lenz, M., Fraunhofer, S., von Sommoggy, S. (1992)
Die CT-gezielte lumbale Sympathikolyse. Technik und Ergebnisse
Röntgenpraxis Zeitschrift für radiologische Technik, 45, 220-4

Stryer, L. (1985)
Biochemie
Vieweg, Braunschweig

Sunder-Plasmann, L. (1981)
Verbesserung der Mikrozirkulation und Kollateralstrombahn bei arterieller Verschlusskrankheit der unteren Extremität
Fortschritte der Medizin, 99, 1813-4

Swetlow, GI (1924)
Alcoholic injections into nerve tissue for the relief of pain
Am J Med Sci, 397-407

Tautenhahn, J (1998)
Diabetische Ulcerationen
Hartmann WundForum, 4, 10-17

Teteroo, E., van der Graef, Y. Bosch, J. (1998)
Randomized comparison of primary stent placement versus primary angioplasty followed by selective stent placement in patients with iliac artery occlusive disease
Lancet, 351, 1153-1159

Towell, M.E., Lysak, I., Layne, E.C., Saylor, D., Bessman, S.P. (1981)
The effect of epinephrine on blood and tissue PO₂ in the rabbit
Circ Shock, 8, 123-130

Trautner, C., Haastert, B., Dannehl, K., Berger, M., Giani, G. (1994)
Amputations and diabetes: a case control study (Abstract)
Diabetologia, 37, Suppl 1, A205

Trigaux, JP., Decoene, B. (1992)
Focal necrosis of the ureter following CT-guided chemical sympathectomy
Cardiovasc Interventional Radiol, 15, 180-182

Vande Berg, JS., Ross, R., Hollan, C., Haywood-Reid, PL. (1998)
Fibroblast senescence in pressure ulcers
Wound Rep Reg, 6, 38-49

Vara, R., Vara-Thorbeck, R., Carranza-Albarran, G., (1972)
Die Wirkungen der lumbalen Sympathektomie, bestimmt mit
elekromagnetischer Rheometrie
Zentralblatt für Chirurgie, 97, 1751-7

Vestring, T., Fiedler, R., Greitemann, B., Sciuk, J., Peters, P.E. (1995)
Der diabetische Fuss
Der Radiologe, 35, 447-55

Vollmar, J. (1974)
Chirurgische Aspekte bei der Behandlung der arteriellen Verschlusskrankheiten
Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung, 40, 134-43

Vollmer, J., Lauchbach, K. (1967)
Rekonstruktive Eingriffe bei chronischen Arterienverschlüssen der unteren
Gliedmassen
Der Chirurg, 38, 498-505

Vroegindeweyj, D., Vos, L., Tielbeek, A. (1997)
Ballon angioplasty combined with primary stenting versus ballon angioplasty
alone in femoropopliteal obstructions: a comparative randomized study
Cardiovasc Intervent Radiol, 20, 420-425

Waibel, P. (1974)
Möglichkeiten und Grenzen der lumbalen Sympathektomie
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 99, 2577-9

Waibel, P. (1975)
Sympathektomie bei Diabetes
Deutsche Medizinische Wochenschrift, 100, 2058

Waibel, P. (1977)
Prospektive Studie über den Einfluss der lumbalen Sympathektomie im Stadium
II der arteriellen Verschlusskrankheit
VASA, 6, 15

Waibel, P., Geering, P. (1981)
Prospektive Studie über den Einfluss der lumbalen Sympathektomie im Stadium
II der arteriellen Verschlusskrankheit. Beobachtung nach 10 Jahren
Vasa, 10, 310-11

- Walgenbach, K.J., Horch, R., Voigt, M., Andree, C., Tanczos, E., Stark, G.B. (1999)
 Freie mikrochirurgische Lappenplastiken in der rekonstruktiven Therapie des diabetischen Fussulkus
 Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 40-4
- Walker, P.M. (1982)
 Is there still a place for lumbar sympathectomy ?
 Can Med Assoc J, 127, 353-354
- Walsh, J.A., Glynn, C.J., Cousins, M., Basedow, R.W. (1985)
 Blood flow, sympathetic activity and pain relief following lumbar sympathetic blockade or surgical sympathectomy
 Anaesth Intensive Care, 13, 18-24
- Weidinger, P., Denck, H. (1976)
 Objektivierbare Ergebnisse der lumbalen Sympathektomie bei arteriellen Verschlüssen im Unterschenkelbereich
 Thoraxchirurgie, vaskuläre Chirurgie, 24, 329-32
- Wetz, H.H. (1997)
 Die orthopädisch-chirurgische Behandlung der diabetisch-neuropathischen Osteoarthropathie
 Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete, 135, 20-2
- Wetz, H.H (2001)
 Können Schuhe den Fuss des Diabetikers vor Schaden bewahren ?
 Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete, 139, 48-50
- Weyland, A., Weyland, A., Lamersdorf, A., Ensink, F.B., Hildebrandt, J., Kettler, D. (1993)
 Neurolytische Blockaden des lumbalen Grenzstrangs in fortgeschrittenen Stadien der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit
 Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie (AINS), 28, 420-6
- Whyman, M.R., Fowkes, F.G.R., Kerracher, E.M.G. (1996)
 Randomized controlled trial of percutaneous transluminal angioplasty for intermittent claudication
 Eur J Vasc Endovasc Surg, 12, 167-172
- Wohlrab, J., Marsch, W.Ch. (2001)
 Indikationen und Ergebnisse der videothorakoskopischen Sympathektomie
 Deutsche Medizinische Wochenschrift, 126, 224

Wozniak, G., Noll, T., Bott, U., Hehrlein, F.W. (1999)
Faktor XIII: experimentelle und klinische Ergebnisse beim diabetischen Malum
perforans
Zentralblatt für Chirurgie, 124, Suppl 1, 73-7

8 Lebenslauf

Persönliche Daten

Geburtsdatum 15.06.1977
Geburtsort Stuttgart
Eltern Dr. Reinhard Hänssler, Zahnarzt und
Renate Hänssler, geb. Moser, Arzthelferin
Familienstand ledig

Ausbildung

April 2005 -
Ihre Zahnärzte am Rathaus Ulm
Assistenz Zahnarzt

29. November 2004
Eberhard Karls Universität Tübingen
Zahnärztliche Prüfung (Staatsexamen)

April 2002
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Zahnärztliche Vorprüfung

Oktober 1999
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Naturwissenschaftliche Vorprüfung

November 1998
Eberhard-Karls-Universität Tübingen
Beginn Studium der Zahnmedizin

August 1997 – August 1998
Malteser Hilfsdienst Stuttgart
Zivildienst

Juni 1989 - Juni 1997
Heidehofgymnasium Stuttgart
Gymnasium, Abitur

Juni 1984 - Juni 1988
Rohracker Schule Stuttgart
Grundschule

Famulatur

August 2003

Emmaus-Swiss Referall Hospital Palamaner, Indien

Februar 2004

Emmaus-Swiss Referall Hospital Palamaner, Indien

Dissertation

2006

Titel: CT-gesteuerte perkutane lumbale Sympathikolyse bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit