

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik - Innenstadt
der Ludwigs - Maximilians - Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. Wolf Mutschler

Vergleich dreier Methoden zur standardisierten
Refluxerzeugung bei chronisch venöser Insuffizienz mittels
Duplexsonographie

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Constanze Bernhardt
aus
Fürstenfeldbruck
2011

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernd Steckmeier

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Malte M. Linder

Prof Dr. Johannes Hoffman

Priv. Doz Dr. Claus-Georg Schmedt

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. Maximilian Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 09.06.2011

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
<u>1. Einleitung</u>	7-25
1.1. Definitionen	7-12
1.1.1 Varikosis	8
1.1.2 Chronisch venöse Insuffizienz	8-9
Definition und Klassifikation (Widmer und CEAP)	
1.1.3 Reflux	10-12
1.1.3.1 Reflux physiologisch	10
1.1.3.2 Reflux pathologisch	11-12
1.2 Historischer Rückblick	12-15
1.3 Pathophysiologie der chronisch venösen Insuffizienz	15-16
1.4 Epidemiologie	16-17
1.5 Venenklappe	18-23
1.5.1 Anatomie	18-20
1.5.2 Physiologische Funktion	21-23
1.5.2.1 Steuerung des Druckes	22
1.5.2.2 Steuerung des Volumens	22
1.5.2.3 Steuerung des Refluxes	22-23
1.6 Unterschiedliche Refluxerzeugung	23-25
1.6.1 Nicht standardisiert	24
1.6.2 Standardisiert	25
1.6.2.1 van Bemmelen	25
1.6.2.2 Evers	25
1.6.2.3 Jeanneret	25

<u>2. Wissenschaftliche Zielsetzung</u>	26
<u>3. Material und Messmethodik</u>	27-37
3.1 Auswahl der Patienten	27-28
3.2 Zustimmung der teilnehmenden Patienten	28
3.3 Anamnese und Daten aus dem Krankenblatt	28
3.4 Rahmenbedingungen	29-30
3.5 Vorstellung der ausgewählten Messmethoden	30-34
3.5.1 Kompressionsversuch nach van Bemmelen	31-32
3.5.2 Kompressionsversuch nach Jeanneret	33-34
3.5.3 Manuelle Kompression nach Evers	34
3.6 Untersuchungsführung und erhobene Parameter	35-37
3.7 Statistische Methodik	37
<u>4. Ergebnisse</u>	38-57
4.1 Allgemeine Ergebnisse	38-43
4.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente untereinander	43-44
4.3 Vergleich tiefer und oberflächlicher Venen	44-47
4.4 Darstellung der Messergebnisse der einzelnen Venensegmente	47-49
4.4.1 Vena poplitea	47
4.4.2 Vena saphena magna	47-48
4.4.3 Vena saphena magna distal	48-49
4.4.4 Vena femoralis superficialis	49
4.4.5 Vena femoralis communis	49
4.4.6 Vena saphena parva	49
4.5 Darstellung der Messergebnisse mit Hilfe des Chi - Quadrat Tests	49-51

4.5.1 Vergleich der einzelnen Messmethoden untereinander	50
4.5.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente	50-51
4.6 Graphische Darstellung der Messergebnisse	52-57
4.6.1 Gesamte Daten im Vergleich abhängig von der Messmethode	52-53
4.6.2 Vergleich der Testverfahren in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, der Zeit und dem Volumen in den einzelnen Venensegmenten	54-55
4.6.3 Vergleich zwischen tiefem und oberflächlichem System	55-57
<u>5. Diskussion</u>	58-83
5.1 Allgemein	58
5.2 Merkmale dieser Studie	58-59
5.3 Schwierigkeiten der verschiedenen Methoden	59-64
5.4 Vergleich dieser Studie mit anderer einschlägiger Literatur	64-83
<u>6. Zusammenfassung</u>	84-85
<u>7. Literaturangaben</u>	86-94

<u>8. Anhang</u>	95-127
8.1 Klassifikation nach CEAP	95-96
8.2 Ein - und Ausschlusskriterien	97
8.3 Anamnesebogen der Probanden	98-100
8.4 Patienteneinverständniserklärung	101
8.5 Ausführliche statistische Auswertung der erhobenen Messwerte	102-121
8.5.1. Allgemeine deskriptive Statistik	102
8.5.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente untereinander unabhängig von der Messmethode	103-105
8.5.3 Oberflächliches und tiefes System	105-107
8.5.3.1 Vergleich des oberflächlichen Systems	105-106
8.5.3.2 Vergleich des tiefen Systems	106-107
8.5.4 Vergleich der einzelnen Venen	107-111
8.5.4.1 Vena poplitea	107-108
8.5.4.2 Vena saphena magna	108-109
8.5.4.3 Vena saphena magna distal	109
8.5.4.4 Vena femoralis superficialis	110
8.5.4.5 Vena femoralis communis	111
8.5.5 Ausführliche Ergebnisse des Chi - Quadrat Tests	112-121
8.5.5.1 Vergleich der einzelnen Messmethoden untereinander	112-113
8.5.5.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente	113-121
8.6 Danksagung	122

1. Einleitung

1.1 Definitionen

Varikosis ist ein weit verbreitetes Leiden, an welchem sowohl Männer als auch Frauen erkranken. Es gibt schwächere Ausprägungen in Form von retikulären Varizen bis hin zur chronisch venösen Insuffizienz mit Lipodermatosclerosis und nicht abheilendem Ulcus cruris. Unter dem Begriff der chronisch venösen Insuffizienz (CVI) werden jene Erscheinungsformen zusammengefasst, welche eine solche Erkrankung mit sich bringt. Es gibt die angeborenen, sog. primären Formen und die erworbenen, sog. sekundären Formen. Jene, die durch eine Thrombose entstanden sind, bezeichnet man als postthrombotisches Syndrom. Die Definition der WHO bezeichnet sie als " sackförmig und zylindrisch erweiterte oberflächliche Venen, wobei die Venenerweiterung umschrieben oder streckenförmig sein kann und zumeist mit einer Schlingelung und Knäuelbildung einhergeht." Im Volksmund werden sie oft als Krampfadern bezeichnet, was sich von dem alten Begriff "krumme Ader" ableitet und nichts mit Krämpfen zu tun hat. Kennzeichen einer CVI ist die Rückflussstörung des Blutes aus der Peripherie in die zentralen Venen mit konsekutiver venöser Hypertension mit den daraus resultierenden typischen Hautveränderungen. Über die Ursache sagt der Begriff nichts aus (83). Normalerweise schützen Venenklappen vor einem venösen Reflux. Ist jedoch die Funktion durch verschiedene Ursachen gestört, kann Reflux entstehen.

Die Aufgabe dieser Arbeit besteht nun darin, den venösen Reflux, welcher bei einer CVI entsteht, mit verschiedenen standardisierten Messtechniken zu messen und die einzelnen Methoden zu vergleichen. Gleichzeitig wird jede auf ihre Kliniktauglichkeit und Aussagekraft überprüft.

1.1.1 Varikosis

Im Jahre 1957 wurde die Varikosis das erste Mal von Arnoldi definiert als "jegliche dilatierte, geschlängelte und elongierte subkutane Vene der unteren Extremitäten", darauf folgten 1978 die etwas differenzierteren Definitionen von Widmer und 1995 im englischsprachigen Raum die von Porter (15).

1.1.2 Chronisch venöse Insuffizienz

Definition und Klassifikation (Widmer und CEAP)

Für die Beurteilung des Schweregrades insuffizienter Venen hat sich die CEAP Klassifikation (4) als ein wichtiges wissenschaftliches Basisinstrument für die standardisierte Dokumentation von Befunden etabliert. Damit wurden die Schwierigkeiten, welche sich aus nicht einheitlichen Definitionen und Methoden zur Datenerhebung ergaben, deutlich verringert (10).

<u>Tabelle 1</u> <u>CEAP Klassifikation</u>	
C	Klinische Zeichen (Grad 0 bis 6), ergänzt durch A für asymptomatisch und S für symptomatische Präsentation
E	Ätiologische Klassifikation (congenital, primäre, sekundäre)
A	Lage (oberflächlich, tief oder perforans alleine oder in Kombination)
P	Pathophysiologische Dysfunktion (Reflux oder Obstruktion, alleine oder in Kombination)

(siehe Tabelle 3 im Anhang für genauere Erklärungen)(58).

Tabelle 2 Definitionen der Varikose

Autor	Klinische Beschreibung	Definition
Arnoldi (1957)		jegliche dilatierte, geschlängelte und elongierte subakute Vene der unteren Extremität.
Widmer (1978)	Stammvarize	Dilatierter, geschlängelter Stamm der V. saphena magna und parva sowie deren Äste ersten und zweiten Grades
	Retikuläre Varize	Dilatierte geschlängelte subakute Venen, nicht zum Hauptstamm oder deren Äste dazugehörend
	Besenreiser Varize	Intradermale Venenektasie
Porter (1995)	Varikose	Dilatierte, palpable subakute Venen >4mm
	Retikuläre Vene	Dilatierte, palpable subdermale Venen ≤4 mm
	Teleangiektasie	Dilatierte, palpable Venolen <1 mm

1.1.3 Reflux

Definition:

Jeder in einer Vene nach distal oder fusswärts gerichteter Fluss wird als Reflux bezeichnet. Reflux ist durch Bauchpresse (Valsalva - Manöver) aufgrund des erhöhten Druckes auslösbar.

1.1.3.1 Reflux physiologisch

Einige Autoren definierten einen retrograden Fluss, der unter 0.5 sec. liegt als physiologisch (16). Dies wurde von van Bemmelen's Studie übernommen, welcher bei 95% der gesunden Probanden einen Reflux von nicht länger als 0,5 sec. feststellte. Dabei benutzte er das von ihm eingeführte Provokationsmanöver (s. Punkt 5a) (5, 14).

Interessant sind die Arbeiten von Lurie et al., welche sich mit der Funktion der Venenklappe beschäftigten. Im Gegensatz zu van Bemmelen (s. u.) war die Aussage in Lurie's Arbeiten, dass retrograder Fluss nicht nötig sei zur Venenklappenschließung (7). In Bezug auf die Provokationsmanöver machte er die Aussage, dass diese einen Druckanstieg über der Klappe erzeugen, welche das Blut zwingen zurückzufließen, bis der Venenschluss komplett ist.

Damit wäre dann der "physiologische" Klappenschluss van Bemmelen's zu erklären (7). Auch in vitro Studien haben bisher keinen retrograden physiologischen Schluss gezeigt (7).

Aber nach wie vor wird Reflux als ein Ereignis definiert, das charakterisiert werden kann als retrograder Fluss unter dem untersuchten Segment. Diesen kann man durch nachlassende Kompression oder durch Valsalva Manöver sichtbar machen (2).

Nach van Bemmelen dauert der Reflux in den oberflächlichen Venen meist mehr als 1 Sekunde, während er bei den tiefen nicht länger als eine Sekunde dauert (2).

1.1.3.2 Reflux pathologisch

Dabei stellt sich nun die Frage: Was ist ein pathologischer Reflux und wie entsteht er? Als Reflux im einfachen Sinn wird ein retrograder Blutfluss bei einer nicht intakten Venenklappe bezeichnet. Wie van Bemmelen so definierte auch Evers seinen Reflux als einen retrograden Fluss, der jedoch über 0,5 sec. dauert (12, 13). In Bezug auf die Risikofaktoren für die Entstehung einer CVI und damit eines Refluxes nimmt die Studie von Carpentier et al. (11) folgende Position ein, unterstützt dabei aber auch die Edinburgh und Basler Studie III: Die wichtigsten Risikofaktoren sind das Vorhandensein von Varizen bei Verwandten 1. Grades, thromboembolische Erkrankungen, sitzende oder auch lang stehende Tätigkeiten und Sport weniger als einmal die Woche bei beiden Geschlechtern. Bei Frauen kommt noch die Schwangerschaft, eine Größe von über 1,65m und ein Bodymass-Index von $>23\text{kg/m}^2$ hinzu.

Bei Männern steigt die Prävalenz bei einer Größe von $>1,75\text{m}$ und einem Bodymass-Index von $>25\text{kg/m}^2$. Auch eine nicht vorhandene Ausbildung für den Beruf spielt eine maßgebliche Rolle (11). Andere Faktoren können auch kongenitale Malformationen oder z.B. Metastasen sein, welche das venöse oder lymphatische System komprimieren und die Einnahme von Medikamenten, die thromboembolische Ereignisse fördern (siehe orale Kontrazeptiva).

Reflux kann sowohl im tiefen als auch im oberflächlichen System an unterschiedlichen Stellen vorkommen. Für die Vena femoralis, Vena profunda femoris und Vena saphena magna ist der Reflux meist in der Leistengegend lokalisiert, für die Vena gastrocnemius, Vena poplitea und die Vena saphena parva hingegen in der Kniegegend (50). Reflux, welcher mehrere Lokalisationen in einem definierten System involviert, bezeichnet man als axial. Im Gegensatz dazu wird ein Rückstrom, der nur eine Stelle im gleichen System involviert, als ein "nichtaxialer" Reflux bezeichnet (50).

Somit kann das Refluxmuster auch wie folgend beschrieben werden: "single level/single system, single level/multiple system, multiple level/single system und multiple level/multiple system" (50, 27).

Um nun das Vorhandensein von Reflux feststellen zu können, haben sich bisher drei Provokationsmethoden international etabliert. Diese drei Messmethoden wurden nun in dieser Arbeit miteinander verglichen. Dabei war die zentrale Fragestellung, ob die erhobenen Messwerte zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wenn man jeweils das gleiche Venensegment untersucht und diese miteinander vergleicht. Diese einzelnen Messmethoden werden in Punkt 1.5.2-1.5.4 vorgestellt.

1.2 Historischer Rückblick

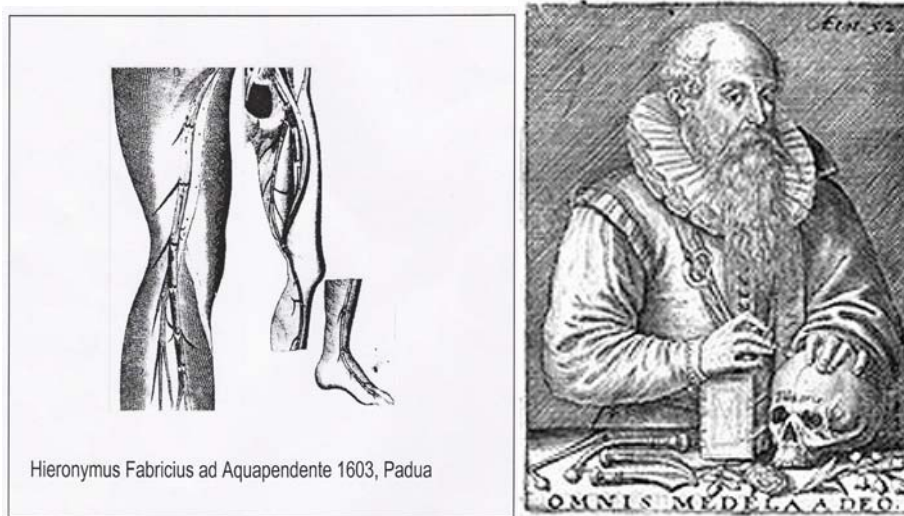
Schon sehr früh beschäftigten sich Wissenschaftlicher mit Theorien über die Bewegung des Blutflusses und dessen Funktion, denn schon damals wie auch heute litten die Menschen unter der CVI und diese war oft mit erheblichen Einschränkungen verbunden. Galen (150 - 200 a.d.) veröffentlichte seine Theorie der Bewegung des Blutes und der Bildung des Spiritus, welche er sich als Ebbe und Flut vorstellte. Diese Theorie blieb bis zu Harvey, dem Entdecker des Blutkreislaufes, unangefochten (8).

Hieronymus Fabricius ad Aquapendente (1619) war der erste, der die Venenklappe beschrieb und er stellte sich in seinem Traktat über die Venenklappen "De venarum ostiolis" 1603 die Frage, worin deren Aufgabe liegen möge (8).

Abbildung 1:

Hieronymus Fabricius ad Aquapendente, Professor an der Universität von Padua

(85)



Er kam zu der Annahme, dass die Venenklappen den Blutfluss drosseln würden und verglich sie mit Verästelungen der Leitungsbahnen von Pflanzen (8).

Harvey, ein Schüler von Fabricius, stellte die These auf, dass Venenklappen einen Blutfluss nur in eine Richtung zulassen würden. Wenn man eine gestaute Vene direkt unterhalb der insuffizienten Venenklappe nach distal ausstreiche, so sagte er, bliebe diese geleerte Vene leer. Daraus schloß er, dass Venenklappen einen Blutfluss in proximaler Richtung zulassen und einen in distaler zu verhindern suchen (8).

Im vorherigen Jahrhundert war die Varikosis eine weit verbreitete Krankheit, die oft Geschwüre und Ulkusleiden hervorrief, die aber erst in diesem fortgeschrittenen Stadium als behandlungswürdig galten. So veröffentlichte der Münchner Generalstabsarzt von Nussbaum seine Circumzision (1873), wobei ein zirkulärer Einschnitt eines Querfingers vom Ulkusrand vorgenommen wurde. 1884 wurde die totale Venen-Exhairese nach Madelung eingeführt, welche das erste radikale Behandlungskonzept darstellte.

Er entfernte die ganze Vena saphena magna einschließlich aller Seitenäste über lange Hautschnitte und führte auch eine ausgedehnte subfasziale Perforansdissektion durch.

Es folgte die Ligatur der Stammvene nach Trendelenburg 1891, Verfeinerungstechniken der zirkulären Umschneidung nach Moreschi (1893) und Mariani 1903 (9, 76). 1908 kam dann der Spiralschnitt von Rindfleisch und Friedel, der uns heute sehr radikal erscheint, sich aber damals in den größeren Kliniken gut etablierte. Eine Reihe weiterer Techniken folgten, wie die Nervendehnungs-Operation nach Bardescu (1899) oder die Verlagerung der Vena saphena magna nach Cecca (1908) und Katzenstein (1911) und die sapheno-femorale Anastomose nach Delbet 1906, bis sich schließlich die Operationstechnik nach Babcock etablierte (9).

Mit wachsendem pathophysiologischem Verständnis wurde in den letzten Jahrzehnten die partielle Saphenateilresektion in zunehmendem Umfang vorgenommen (3).

Dies geschieht aufgrund der Vorstellung, dass nur die vom Reflux betroffenen - und damit erkrankten - Abschnitte des oberflächlichen Venensystems entfernt werden sollen, da die belassenen gesunden Venensegmente auch zur Drainage der Beine beitragen können. Heutzutage stellen die endovenöse Lasertherapie (EVLT) oder die Radiofrequenzablation (RFA) neue, minimal invasive perkutane Techniken für die Ablation einer insuffizient gewordenen Vena saphena magna dar (29).

Die Wertigkeit dieser Methoden für die zukünftige Behandlung der Varikosis ist Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten. Letztlich ist in beiden Fällen die thermische Schädigung der Venenwand mit konsekutiver Thrombose und Obliteration der Vene der Mechanismus, der zum Erfolg dieser Methoden führt (60, 82).

Wenn auch einige erste Studien mit guten Ergebnissen vorliegen, gibt es doch keine prospektiven Vergleichsstudien mit Langzeitergebnissen, die die beiden Verfahren im Vergleich zum traditionellen Babcockverfahren untersuchen.

Hierbei muss man aber auch die Risiken berücksichtigen, die diese neuen Methoden beinhalten, was in neuen Studien aufgezeigt wird (30).

1.3 Pathophysiologie der chronisch venösen Insuffizienz

Die Chronisch Venöse Insuffizienz (CVI) beruht auf einer Mikrozirkulationsstörung der Gefäße infolge einer venösen Abflussbehinderung. Für die Entstehung ist das Vorhandensein eines pathologischen Bluthochdrucks der oberflächlichen Venen wichtig. Steigt der normale Druck von 20-30 mmHg durch primär oder sekundär insuffizient pathologisch veränderte Venenklappen oder thrombotische Auflagen auf Werte von 60-90 mmHg, entsteht meist eine CVI mit typischen Stauungsbeschwerden und Hautveränderungen. Die größte Veränderung durch die venöse Hypertonie betrifft die Venenklappe selbst. Thrombotische Veränderungen verursachen einen venösen Hochdruck und zerstören die Venenklappen, deshalb persistiert auch bei Hochdruck die Rekanalisation.

Die Gefäßwandveränderungen durch Hochdruck verursachen weitere Klappenschäden und somit unterhält sich der Hochdruck selbst.

Bei anhaltendem erhöhten venösen Druck entstehen Veränderungen an den Kapillarwänden u.a. mit Verlängerung und Verbreiterung des Kapillarbettes, erhöhter Endotheloberfläche, erhöhter Einlagerung von Kollagen 4 in die Basalmembran und perikapillärer Einlagerung von Fibrin.

Erhöhter venöser Druck und abnorme Kapillaren führen zum Ausschwemmen von Wasser, Proteinen und Erythrozyten.

Unter physiologischen Bedingungen wird das Kapillarbett vor starken Druckveränderungen geschützt, da präkapilläre Arteriolen sich reflektorisch kontrahieren können.

Diesen Reflex scheinen Patienten mit chronisch erhöhtem venösen Druck jedoch verloren zu haben, d. h. dass bei Veränderungen der Körperlage Druckveränderungen direkt an das Kapillarbett weitergegeben werden können. Es kommt zu vermindertem Gasaustausch, es folgt eine kutane Hypoxie und daraus eine Leukozytenaktivierung. Das Zusammenspiel dieser pathologischen Bedingungen führt zu lokaler Gewebeproliferation, Entzündungsvorgängen und Kapillarthrombosen (84).

1.4 Epidemiologie

Nach wie vor gehören die Varikosis und ihre Folgeerkrankungen zu den volkswirtschaftlich bedeutenden Erkrankungen (1). So wurden die Gesamtausgaben in Großbritannien auf 2% der nationalen Gesundheitsausgaben geschätzt, welche sich auf die Behandlung beziehen (10) und umgerechnet mehr als 10 Millionen Euro/ 1 Million Einwohner pro Jahr in Belgien, Frankreich, Italien und Großbritannien für direkt entstehende Kosten ausmachen (11).

Dabei gab jeder 2. Proband an, schon Beschwerden in den Extremitäten zu haben. Bei 11,6% der männlichen und 14,6% der weiblichen Teilnehmerinnen waren schon Anzeichen von Ödemen vorhanden. Eine CVI im Stadium zwischen C4-C6 wurde bei 3,8% der Männer und 3,5% der Frauen festgestellt: 28% der Männer und 34% der Frauen zeigten Anzeichen einer mehr oder weniger ausgeprägten Varikosis. Laut dieser Studie leiden 1/4 der Bevölkerung unter Venenproblemen, das bedeutet jede 5. Frau und jeder 6. Mann. Auch in der Anzahl der durchgeführten Operationen wird die Bedeutung sichtbar: Im Jahre 2002 wurden 168.627 Operationen laut Statistischem Bundesamt Wiesbaden stationär durchgeführt, davon 158.349 bei niedergelassenen Ärzten (1).

Betrachtet man diese Daten, wird die Bedeutung dieser Erkrankung sichtbar, die im Ausprägungsgrad eine große Bandbreite zeigt, d.h. von asymptomatischen Venenklappeninsuffizienzen bis hin zu chronisch-venösen Ulzerationen (10). Zieht man die Edinburgh Studie heran (10), so kommt diese zu folgenden Aussagen bezüglich der Verteilung von Varizen in der Normalbevölkerung: Man untersuchte 1566 Probanden im Alter zwischen 18-64 Jahren. Dabei vertritt die Studie die These, dass die milde Varikosis eine höhere Prävalenz bei Männern als bei Frauen hat. Retikuläre Venen sind überall am Bein zu finden. Es liegen keine unmittelbaren Beziehungen zum tiefen Venensystem vor. Schmerzen, Schwellungen und Stauungsgefühl können vorkommen, mit ernsthaften Komplikationen ist nicht zu rechnen. Störungen im retikulären System treffen 80% der Bevölkerung (10).

Noch anschaulicher wird dies beim Betrachten der aktuellsten epidemiologischen Studie, der Bonner Venenstudie 2003, in der 12,3% der Männer und 15,8% der Frauen eine Varikosis ohne Zeichen einer CVI aufwiesen (1).

Zwischen 2000 und 2002 wurden 3072 Probanden untersucht, Männer wie Frauen im Alter zwischen 17-79 Jahren. Die Bonner Studie kommt u.a. auch zu dem Schluss, dass die Prävalenz, vorausgesetzt man standardisiert das Alter und untersucht jede Altersklasse, nicht an das Geschlecht gebunden ist (10). Das Risiko ein Varizenleiden zu entwickeln steigt mit zunehmendem Alter bei Männern und Frauen gleichermaßen.

Hier liegt auch das Problem aller oben genannten Studien, da in allen ein Alter >79 Jahre ein Ausschlusskriterium darstellte. Somit dürfte bei zunehmender Überalterung der Bevölkerung und weiter steigender Lebenserwartung die Bedeutung der Erkrankung in den nächsten Jahrzehnten stark zunehmen.

1.5 Venenklappe

1.5.1 Anatomie

Bei den Venenklappen handelt es sich meist um bikupide, taschenförmige Duplikaturen der Tunica intima (= Endothelfalte), welche frei sind von Gefäßen und Muskelzellen (62).

Venen an sich haben - wie Arterien - einen dreischichtigen Aufbau aus Intima, Media und Adventitia.

Während des Schließvorganges verändert der Sinus der Venenklappe sowohl seine Form wie auch seine Dimension, wie es anschaulich von Lurie et al. (7) dargestellt wird (siehe auch Abbildung 4).

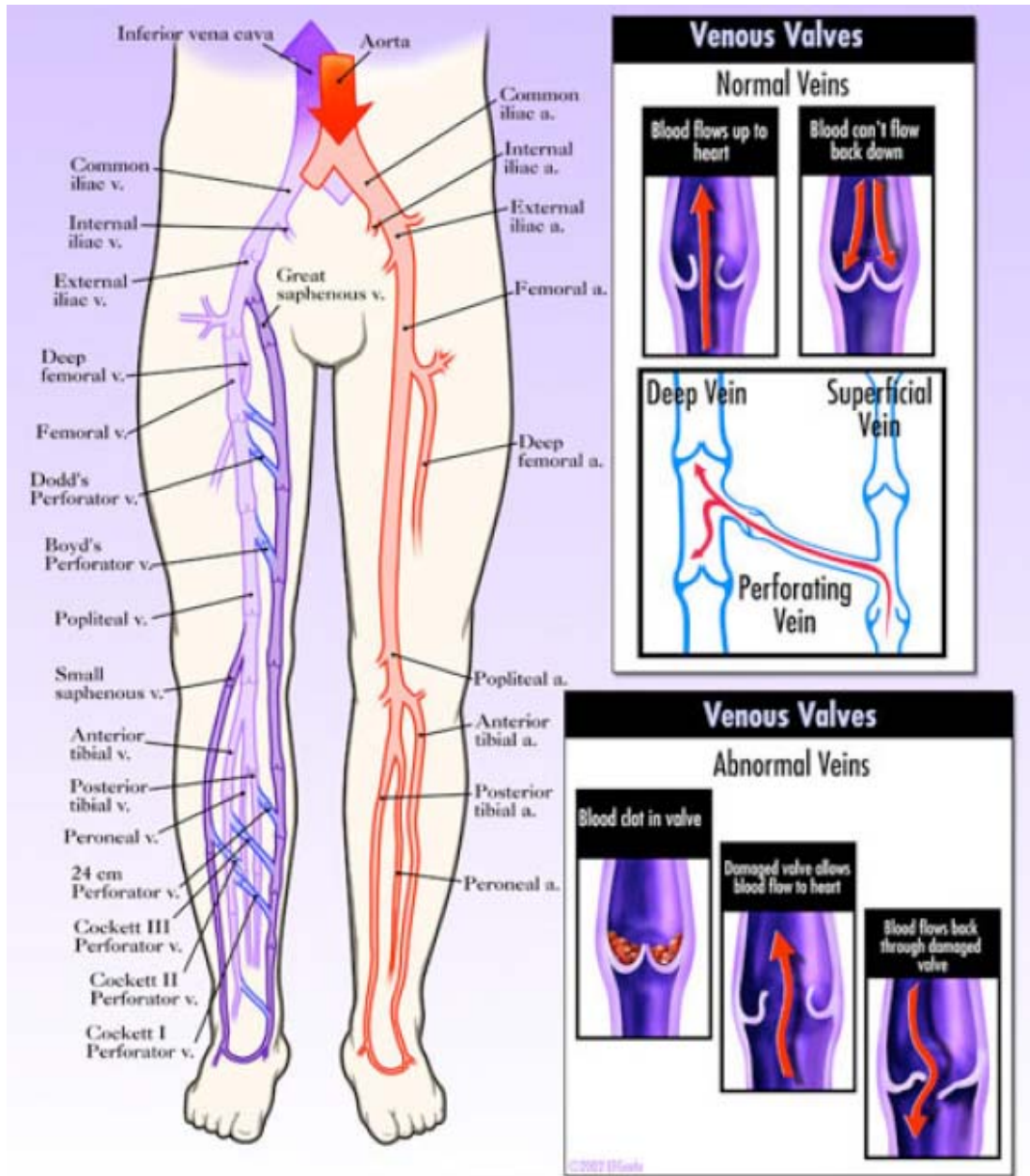
Man unterscheidet ein oberflächliches venöses System (epifaszial), ein transfasziales und ein subfasziales System. Das epifasziale Venensystem umfasst die beiden trunkalen Venen (Vena saphena magna und parva) sowie viele in diese Stammvenen einmündenden oberflächlichen Seitenäste.

Die Krosse der Vena saphena magna (VSM) erhält Blut von der Vena pudenda externa, Vena epigastrica inferior und der Vena iliaca circumflexa externa, bevor sie das Blut in die Femoralvene abgibt (2). Die Wanddicke der Vena saphena magna nimmt im Laufe des Lebens zu. Dort findet man dann eine erhöhte Anzahl von Muskelzellen und Kollagen, elastische Fasern nehmen hingegen ab (67).

Die Wanddicke der Saphenastämme nimmt von kranial nach kaudal zu, was auf die erhöhte Anzahl von Muskelzellen in allen drei Schichten im Fußbereich zurückzuführen ist (67), nicht jedoch in den Seitenästen. Alle drei Wandschichten (Intima und Adventitia longitudinal, Media zirkulär) enthalten in den Saphenastämmen Muskelzellen (67). Die Vena saphena magna liegt auf der Fascia lata, in der epifaszialen Etage der Subkutis, welche von einer Fettschicht und einer Pseudofaszie bedeckt ist (67).

Die tiefen Venen (subfaszial) der unteren Extremität umfassen die plantaren Venen des Fußes, tibiale Venen der Wade sowie die Vena poplitea und femorale Venen im Oberschenkel. Diese Venen sind wichtige Gefäße und verantwortlich für den retrograden Blutfluss, auch des oberflächlichen Systems zum Herzen mit Hilfe der Muskelpumpe (2). Als transfaszial werden die Perforansvenen beschrieben, die eine Verbindung zwischen epifaszialem und subfaszialem Venensystem darstellen und von denen es etwa 80-90 pro Bein gibt (67). Streng genommen sind die Vena saphena magna et parva an ihren Einmündungen auch Perforansvenen.

Abbildung 2:
Das Gefäßsystem des Menschen



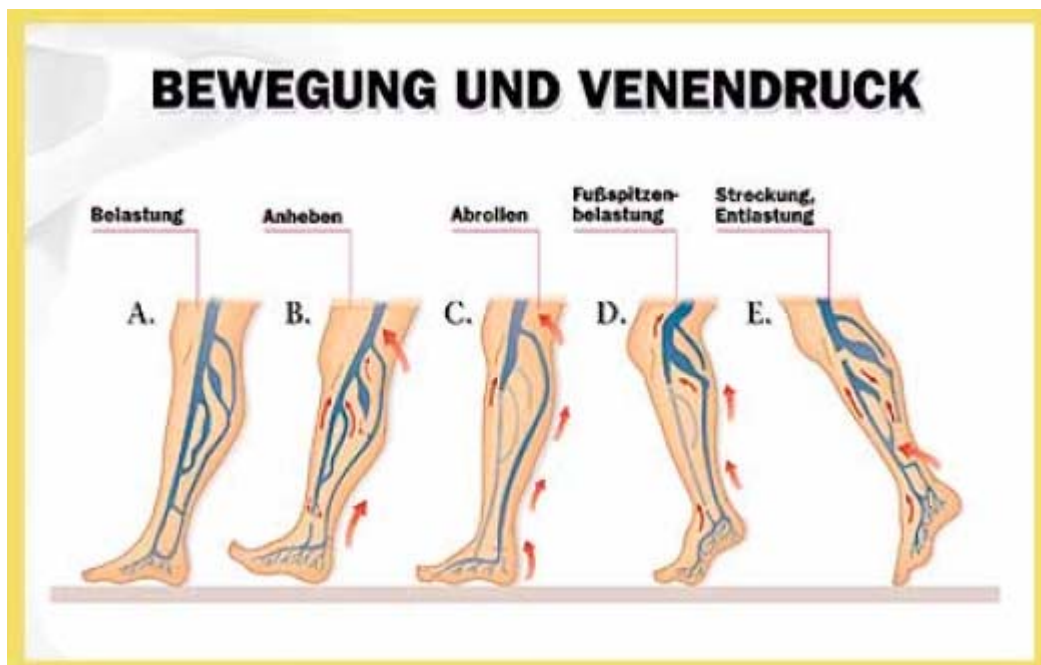
(87)

1.5.2 Physiologische Funktion

Die Aufgabe der Venenklappe ist es, den retrograden Fluss zu verhindern und somit das venöse Blut zum Herzen zurück zu führen. Dabei treten die oben genannten Formveränderungen auf.

Die treibende Kraft der venösen Hämodynamik ist die muskulovenöse Wadenpumpe und die daraus entstehenden venösen Druckänderungen. Durchgängige Venen sind die Voraussetzung für die gute Funktion (61). Da der venöse Druck in den Fußvenen ca. 90 mmHg beträgt, ist eine aktive Förderung des Blutflusses nötig, welche durch die Muskel-Venen-Pumpe, den Saug-Druck-Pumpeneffekt der Atmung und den Ventilmechanismus des Herzens erfolgt (63).

Abbildung 3:
Einfluss der Wadenpumpe auf den Venendruck



(87)

1.5.2.1 Steuerung des Druckes

Ein Druckanstieg über der Klappe zwingt das Blut über der Klappe zum Rückfluss, bis der Venenschluss komplett ist.

In horizontaler Lage ist der Druck niedrig, so dass der Druckunterschied zwischen den Beinvenen und dem rechten Vorhof ungefähr 10-15 mmHg beträgt. Im Stehen wird der venöse Ruhedruck durch den hydrostatischen Druck der Blutsäule bestimmt und steigt nach dem Gesetz der Schwerkraft ca. 0,8 mmHg/cm unterhalb des rechten Vorhofes distalwärts an und beträgt ungefähr in Knöchelhöhe 80-100 mmHg (61).

1.5.2.2 Steuerung des Volumens

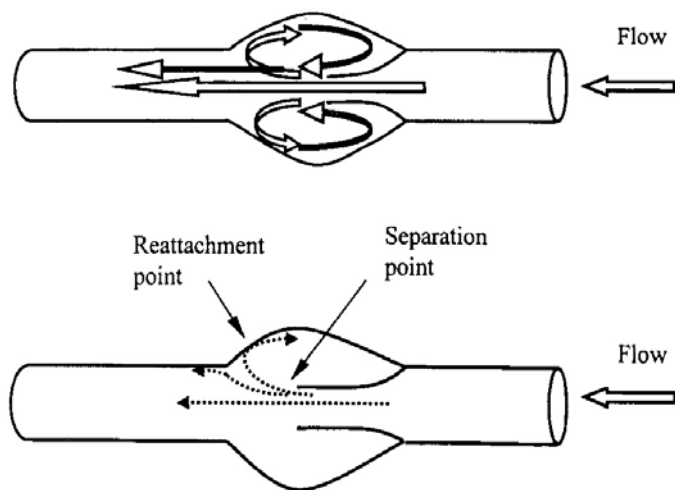
Sowohl Druck als auch Volumen steuern den Rückfluss. Bei Inspiration erhöht sich der Rückstrom zum Herzen, und dadurch steigt auch das Schlagvolumen des rechten Ventrikels. Die Lungengefäße werden gedehnt, der venöse Rückfluss zum linken Vorhof nimmt ab. Die Inspiration hat also im rechten wie im linken Ventrikel bezogen auf das Volumen eine entgegengesetzte Wirkung (63).

1.5.2.3 Steuerung des Refluxes

Schon Leonardo da Vinci beschäftigte sich mit der hämodynamischen Rolle des Sinus der Aortenklappe. Er nahm an, dass der Blutfluss in zwei Ströme unterteilt werden sollte; nämlich in einen, der in den Sinus fließt und den Vortex generiert, und einen, der der Wand des Gefäßes folgt. Diese Erkenntnis war wegweisend für die Biomechanik (7). Wichtig für das Verständnis ist, dass der Druck vom Sinus die Klappe zu schließen beginnt (7), sobald der Blutfluss durch die Klappe langsamer wird. Durch diese Stromteilung erfolgt der Schluss der Klappe durch den retrograden Fluss, wie sie Lurie in seinen Studien veröffentlichte (7, siehe unten).

Abbildung 4:

Flussgesteuerter Venenklappenschluss nach Lurie et al. (7)



1.6 Unterschiedliche Refluxerzeugung

Für den Nachweis bzw. die klinische Bewertung des Refluxes ist es wichtig, eine möglichst sensitive und spezifische Messmethode zu entwickeln, welche kostengünstig, ohne viel Zeitaufwand und für den Patienten schonend eingesetzt werden kann. Diese Aussage unterstützte auch van Bemmelen (16).

Große Bedeutung spielt eine solche Messmethodik auch in Hinblick auf die geführten Diskussionen der "Ergebnisse des Qualitätssicherungsprojektes Varizenchirurgie der deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie" (1), denn nur durch eine gute und genaue präoperative Diagnostik kann es dem behandelnden Arzt gelingen, sich einen Überblick über den vorliegenden Fall und gleichzeitig dessen Schwere zu verschaffen.

1.6.1 Nicht standardisiert

A- Sound (Augmentation - Sound)

Reflux kann erzeugt werden, indem man am stehenden Menschen die distale Muskulatur komprimiert. Hierdurch kommt es zu einem Fluss in proximale Richtung, der unter dopplersonografischer Kontrolle der zu untersuchenden Vene abgeleitet werden kann. Beim Loslassen der Muskulatur werden die komprimierten Venen bei Vorliegen einer venösen Insuffizienz retrograd gefüllt, hierbei zeigt sich ein fußwärts gerichteter Fluss im Doppler (= Reflux).

Bei dieser Methode, verglichen mit standardisierten Messtechniken, zeigte diese eine deutliche Unterlegenheit. Manuelle Kompression mit den Händen ist sehr ungenau, abhängig vom Untersucher und der aufzubauende Druck variiert auch sehr stark (12, 25).

Valsalva

Das Valsalvamanöver wird durch aktives Pressen (Bauchpresse) des Probanden bzw. Patienten ausgelöst. Bei gleichzeitiger Dopplersonografie kann eventuell Reflux in einer Vene nachgewiesen werden (24).

Mittels der Valsalvamethode werden die proximalen Venen auf Insuffizienz untersucht (Krosse der Vena saphena magna, V. femoralis communis, V. femoralis superficialis).

Letztlich sind die nicht standardisierten Methoden nur zum Screening geeignet, ob überhaupt ein Reflux vorliegt.

1.6.2 Standardisiert

Eine genaue Beschreibung der einzelnen Methoden ist unter Material und Methoden Punkt 3 zu finden.

1.6.2.1 van Bemmelen

Van Bemmelen benutzt für seine Untersuchungstechnik eine durch Pressluft befüllte Blutdruckmanschette, bei der der Druck schlagartig (< 0,3 sec.) abgelassen werden kann. Dies ist eine sehr elegante und für jeden einfach durchführbare, standardisierte Methode am stehenden Patienten. Der Reflux entsteht durch die schlagartige Öffnung der Manschette und damit der Venen, distal des untersuchten Venensegmentes.

1.6.2.2 Evers

Der Versuch nach Evers basiert auf demselben Prinzip wie der von van Bemmelen, benutzt aber eine einfache handelsübliche Blutdruckmanschette.

Die Manschette wird auf 100 mmHg manuell aufgepumpt und für 10 sec. belassen. Danach wird der Druck möglichst schlagartig abgelassen und mittels Duplexgerät gezeigt, ob ein retrograder Fluss vorhanden ist und dessen Refluxzeit gemessen (12, 25).

1.6.2.3 Jeanneret

Bei dieser Methode bläst der Proband in ein für diesen Versuch extra angefertigtes und von Jeanneret vertriebenes Manometer, baut einen standardisierten Druck mit seinem Mund von 30 mmHg innerhalb 0,5 sec. auf und hält dieses Druckniveau für 3 sec.. Gleichzeitig wird wie bei den vorangegangenen Methoden ein eventuell vorhandener Reflux mittels des Duplexgerätes aufgezeigt (15, 24). Diese Methode entspricht einem standardisierten Valsalvamanöver (siehe 1.6.1).

2. Wissenschaftliche Zielsetzung

Diese Studie hatte die wissenschaftliche Zielsetzung zu klären, ob man mit den drei refluxerzeugenden Methoden nach van Bemmelen, Evers und Jeanneret Unterschiede für den Nachweis und das Ausmaß eines Refluxes erkennen kann. Dabei wurden alle drei Untersuchungsmethoden nach den Erstbeschreibern detailgetreu reproduziert und die Versuchsergebnisse verglichen.

Es sollten folgende Fragestellungen untersucht werden:

1. Welche der standardisierten Untersuchungsmethoden zeigt die am besten reproduzierbaren Ergebnisse?
2. Welche der standardisierten Untersuchungsmethoden eignet sich für den klinischen Alltag?
3. Gibt es eine Korrelation zwischen Refluxgeschwindigkeiten und/- oder Dauer und Stadium der CVI?
4. Was sind die Vor - und Nachteile der einzelnen Methoden?

3. Material und Messmethoden

3.1 Auswahl der Patienten

29 Extremitäten wurden mit einem Duplexgerät (Fa. Kretztechnik, Sonoace SA 6000) untersucht.

Abbildung 5:

Verwendetes Duplexgerät (Sonoace SA 6000)



Bei der Auswahl der Probanden wurden Ein -/und Ausschlusskriterien beachtet (siehe Tabelle 26 Anhang). Es nahmen 9 männliche und 8 weibliche Probanden teil, welche zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 20 und 85 Jahren alt waren.

Die Probanden mussten vor Beginn einen Anamnesebogen (siehe Tabelle 27 im Anhang) und ihre Einverständniserklärung unterzeichnen, nachdem sie über die Vorgehensweise und das verfolgte Ziel dieser prospektiven Diagnosestudie aufgeklärt wurden. Bei der Ethikkommission wurde diese Studie beantragt und genehmigt.

Dabei wurden die teilnehmenden Probanden in zwei Gruppen eingeteilt.

Die erste Gruppe umfasste 10 Patienten (14 Extremitäten) mit gesicherten varikösen Veränderungen im Stadium der CEAP C2. (Einschluss - und Ausschlusskriterien siehe Tabelle 26 im Anhang).

Die zweite Gruppe umfasste ein Normalkollektiv mit 8 Probanden und 15 Extremitäten ohne Varikosis im Stadium CEAP 1. Die Probanden wurden bewusst ausgesucht, um eine möglichst weite Spannbreite verschiedener Probanden jeder Altersgruppe zu repräsentieren und auch deren Begleiterkrankungen.

Bei allen Patienten wurden duplexsonografisch (s.o.) 6 Segmente (Vena femoralis communis, Vena saphena magna distal und proximal, Vena saphena parva, Vena poplitea und Vena superficialis) an dem jeweiligen Bein untersucht. Dabei wurden die Messungen jeweils dreimal wiederholt.

3.2 Zustimmung der teilnehmenden Patienten

Im Anhang befindet sich eine Patientenaufklärung (8.4), welche die teilnehmenden Probanden erhielten. Ihnen wurde genügend Zeit gelassen, um über ihre Teilnahme nachzudenken. Auch wurde ihnen diese Studie und ihre Zielsetzung ausführlich und verständlich erklärt, so dass alle Probanden aus eigenem, freiem Willen entschieden, an dieser Studie teilzunehmen.

3.3 Anamnese und Daten aus dem Krankenblatt

Die Daten und Anamnesen wurden für jeden einzelnen Probanden gesondert sorgfältig abgeheftet und verwahrt. Einen Anamnesebogen, welchen diese auszufüllen hatten, befindet sich im Anhang. Es wurde besonders viel Wert auf die Erhebung aller wichtigen Ereignisse gelegt, die Auswirkungen auf diese Studie haben könnten.

3.4 Rahmenbedingungen

Alle Probanden haben die geforderten Testreihen von Anfang bis Ende ohne Unterbrechung zu Ende geführt. Es gab keine Ausfälle, keine Ablehnungen oder Abbrüche während der Versuchsreihen.

Alle Patienten und Probanden wurden vorher instruiert, keine langen Spaziergänge oder lange stehende Tätigkeiten auszuführen, um gleiche Voraussetzungen für die Untersuchung zu gewährleisten.

Der Untersuchungszeitraum wurde immer zwischen 14 Uhr - 16 Uhr gewählt und die Untersuchungsdauer betrug zwischen 1 und 1 ½ Stunden pro Patient. Jeder Proband wurde von demselben erfahrenen Untersucher geschallt, in demselben Untersuchungszimmer mit jeweils demselben Duplexgerät.

Die Datenerhebung geschah für jeden einzelnen Patienten durch einen erfahrenen Gefäßchirurgen, welcher zur Standardisierung während der ganzen Testreihen nicht wechselte.

Alle Testreihen wurden in der gleichen Reihenfolge durchgeführt, wobei man mit dem Manöver nach van Bemmelen begann, dann Evers und Jeanneret anschloss.

Für die Duplexuntersuchungen wurde ein Gerät der Fa. Kretztechnik (Sonoace SA 6000) und ein Linearschallkopf von 6,5- 10 MHz verwendet.

Abbildung 6:

Das Bild zeigt den Versuchsaufbau mit dem Podest, der Halterung (jeweils drei Höhen), dem Manometer von Jeanneret, sowie auch die Entlastung des nicht geschallten Beines.



3.5 Vorstellung der Provokationsmanöver

Als Provokationsmanöver diente der Valsalvaversuch (15), die Kompressionsmethode nach van Bemmelen (5, 14, 16), und die Manschettenkompression nach Evers (12, 13).

Die Provokationsmanöver wurden genau den vorgegebenen und publizierten Versuchsbeschreibungen nachempfunden. Vorlage hierfür waren die Publikationen von van Bemmelen (16), von Jeanneret (86) und von Evers (25).

3.5.1 Kompressionsversuch nach van Bemmelen

Van Bemmelen benutzte für seine Studien einen "E 20 rapid cuff inflator" von D. E. Hokason, Inc. Hokason, welcher innerhalb von 0,3 sec. den gewünschten Druck in der Manschette aufbaut und auch wieder ablässt (14). Dieser Kompressor wurde für diese Studie aus Amerika bei dem Hersteller direkt bestellt (Abbildung 7). Die folgende Untersuchungsbeschreibung orientierte sich an dem Versuchsaufbau von van Bemmelen.

Während der Duplexuntersuchung stand der Patient auf einem 30 cm hohen Podest, welches 45 cm breit und 50 cm lang war. An der Wand befestigte man in unterschiedlichen Höhen jeweils 3 Metallhalterungen in der Wand, an der sich Patienten festhalten konnten, je nachdem wie groß sie waren. Das untersuchte Bein wurde entlastet und der Druck auf das Gegenbein verlagert, um die Muskelpumpe des geschallten Beines zu umgehen (14, 16, 21, 26).

Der Drucklevel war jeweils abhängig vom untersuchten Segment und konnte manuell an dem Gerät in Form eines Rädchens eingestellt werden:

Am Oberschenkel wurde ein Druckniveau von 80 mmHg zur Refluxbestimmung für die Vena saphena magna, Vena femoralis communis und Vena superficialis communis gewählt. Im Kniebereich wurde zur Ermittlung des Refluxes in der Vena poplitea und distalen Vena saphena magna ein Manschettendruck von 100 mmHg und für die Vena saphena parva im Fußbereich ein Druck von 120 mmHg gewählt (14, 26). Diese Druckwerte wurden der Originalpublikation von van Bemmelen entnommen.

Der gesteigerte Druck an den mehr distal gelegenen Bereichen wurde von van Bemmelen beschrieben und von anderen Autoren in ihren Arbeiten übernommen (26, 19).

Die Manschettenweite betrug 24 cm für die Oberschenkel, 12 cm für den Kniebereich, und 7 cm für den Fußbereich (s. auch Beschreibung) (16, 19, 20).

Danach wurde die Manschette innerhalb von 0,3 sec. automatisch durch Betätigung des Fußschalters auf den gewünschten, vorher geeichten Druck gebracht. Dieses Druckniveau wurde für 3 sec. gehalten und dann innerhalb von 0,3 sec. wieder abgelassen (16, 20).

Danach wurde mit Hilfe der Duplexsonografie das jeweils zu untersuchende Segment geschallt.

Mit Ausnahme der Venae poplitea und saphena parva wurden alle Versuche so durchgeführt, dass der Proband von vorne den Untersucher sehen konnte.

Abbildung 7:

Dieses Gerät zeigt den verwendeten Cuff Inflator E20 von Hokanson. Man sieht links die jeweiligen Schlauchverbindungen, welche mit den jeweiligen Manschetten verbunden werden. Das rechte Bild zeigt den Drehregler, den man manuell steuert.



3.5.2 Kompressionsversuch nach Jeanneret

Das Valsalvamanöver ist beschrieben durch die Betätigung der Expirationsmuskeln und der Bauchpresse bei geschlossener Epiglottis, etwa für 10 sec. nach tiefer Inspiration. Es wird verwendet zur Früherkennung der Linksherzinsuffizienz und bei Venenklappeninsuffizienz (23).

Mittels der Valsalvamethode werden die proximalen Venen auf das Vorliegen einer Insuffizienz untersucht (Krosse der Vena saphena magna, V. femoralis communis, V. femoralis superficialis). Der Patient bläst dabei in ein für diesen Versuch extra angefertigtes Manometer. Wichtig hierbei ist, dass der Ausatemdruck von 30 mmHg rasch aufgebaut wird, um die Klappen, falls suffizient, geschlossen zu halten und ein Sistieren des Blutflusses zu erreichen (15). Nach Jeanneret (24) sollte das expiratorische Druckplateau innerhalb von 0,5 sec. erreicht und dieses für 3 sec. gehalten werden. Für vorliegende Versuche wurden die vorgegebenen Angaben exakt nach Anleitung nachvollzogen (24). Das Manometer wurde von Frau Dr. Christine Jeanneret entwickelt und eigens für diesen Versuch bestellt. Wir benutzten ein von Frau Dr. Christine Jeanneret entwickeltes Manometer, ein Trantec, Model 60-800, American Edward`s Laboratories, USA Manometer (77).

Abbildung 8: standardisiertes Jeanneret Manometer



Für jeden Probanden wurden Einmalmundstücke für das Manometer verwendet, die von der Firma vertrieben werden.

Der Proband wurde angewiesen sich auf das vorher beschriebene Podest zu stellen und mit einer Hand das Manometer und mit der anderen sich an der Wandhalterung festzuhalten.

Während der Untersuchung stand der Proband bzw. Patient mit dem Gesicht frontal zum Untersucher. Hierdurch konnten Schwierigkeiten des Probanden bei der Versuchsdurchführung sofort erkannt werden, welche z. B. das Erreichen des Druckniveaus oder aber die Art des Druckaufbaus betrafen. Eine Ausnahme bildete die Vena poplitea, bei welcher der Proband mit dem Gesicht zur Wand schauen musste.

Wie im vorherigen Versuch wurde das zu untersuchende Bein entlastet.

3.5.3. Manuelle Kompression nach Evers

Die Patienten wurden in stehender, aufrechter Position auf dem unter 3.5.1 beschriebenen Podest mit Entlastung des beschallten Beines untersucht. Eine handelsübliche Blutdruckmanschette mit der Breite von 15 cm wurde jeweils unter das zu untersuchende Segment gebunden.

Dabei entlastete der Patient das zu untersuchende Bein und flektierte es, wobei er das Gewicht auf das andere Bein verlagerte. Dann wurde die Manschette auf 100 mmHg manuell aufgepumpt, das Druckniveau 10 sec. gehalten und dann wieder schnellstmöglich abgelassen. Dabei wurde, falls vorhanden, die Refluxzeit winkelkorrigiert gemessen (25, 12). Auch hier wurde die Messung dreimal wiederholt (25, 12).

3.6 Untersuchungsführung und erhobene Parameter

Der Proband befand sich in aufrechter Position auf dem unter Punkt 3.5.1 beschriebenen Podest und in den vorher unter 3.5.1 - 3.5.2 beschriebenen Methoden. Alle Messdaten wurden dreimal wiederholt.

Die dabei erhobenen Parameter waren:

Refluxzeit/ Refluxdauer:

Die Refluxdauer beginnt ab dem Zeitpunkt, bei dem der Kompressionsdruck der Manschette nachlässt und endet, wenn kein Reflux mehr nachweisbar ist. Physiologisch ist ein kurzfristiger Reflux ohne pathologischen Wert möglich. Dabei wird angenommen, dass ein normaler Venenklappenschluss in aufrechter Position weniger als 0,5 sec. betragen sollte. Dieser wird als Reflux bezeichnet, wenn er länger als diese Zeitspanne dauert (16, 19), was für die tiefen und oberflächlichen Venen sowie die Kombination aus beiden galt (22). Die Einheit wird in Sekunden angegeben.

Refluxgeschwindigkeit:

Die Geschwindigkeit wird zum Zeitpunkt des größten Reflexes gemessen und gibt die maximale Geschwindigkeit, sample volume und Winkel korrigiert an (17, 18). Sie wird in cm/sec. angegeben. Die Refluxdauer oder Refluxzeit ersetzt den gewöhnlich verwendeten Ausdruck "Valve closure Time" (VT) (50). Refluxzeit ist in diesem Zusammenhang ein passenderer Messparameter und Ausdruck, da der Klappenschluss in insuffizienten Venen nicht vorkommt (50).

Technisch war es nicht möglich, die mittlere Refluxgeschwindigkeit zu bestimmen, da dies außerhalb der technischen Möglichkeiten des Duplexsonografiegerätes lag.

Venendurchmesser:

Dieser wird exakt in der Venenklappenebene in mm gemessen, an der die Messung durchgeführt wurde.

Die Schallbarkeit war für diese Arbeit auch ein wichtiges Kriterium, da es nur so möglich ist, genaue Daten zu ermitteln und gegebenenfalls auch eine Aussage darüber zu machen, ob bei schlechter Schallbarkeit die Daten variieren können, somit also keine guten Vergleiche möglich sind. Dies gehörte allerdings nicht zu unserer Fragestellung und wurde somit auch nicht in die Analyse miteinbezogen. Alle teilnehmenden Probanden hatten durchgehend gute bis sehr gute Schallbarkeit.

Auswahl der Venensegmente:

Vena poplitea (= VP) :

Sie ist ein zuverlässiger Marker für das Aufzeigen von einer hämodynamisch und klinisch signifikanten tiefen CVI (22), wobei ihre alleinige Trägerfunktion als " Gatekeeper" minimiert wurde (50). Es muss in dem Zusammenhang auch der Reflux der anderen Venen wie VSM, VSP, Vena gastrocnemius miteinbezogen werden, damit man ein Gesamtbild erhält.

Vena saphena magna (VSM) Mündung:

Labropoulos et al. (49, 53) stellten in ihrer Arbeit fest, dass dieser Abschnitt am häufigsten von Insuffizienz betroffen ist. In vorliegender Studie waren sowohl die Mündung wie auch der Abschnitt der distalen Vena saphena magna (VSM distal) am häufigsten von Reflux betroffen.

Vena saphena parva (= VSP) Mündung:

Dieses Venensegment konnte nur zweimal bei Teilnehmern gemessen werden, da bei den meisten Probanden aufgrund zu geringen Durchmessers eindeutig keine Insuffizienz vorlag.

Bei der Vena femoralis communis (= VFC) und der Vena femoralis superficialis (= VFS) ist der Reflux vergesellschaftet mit einer meist insuffizienten VSM (49), dies trifft auch in dieser Studie zu.

3.7 Statistische Methodik

Bei vorliegender Arbeit handelt es sich um eine klinische, prospektive Studie, die keine Normalverteilung darstellt. Somit konnte auch keine Berechnung mit dem Kolmogorow Smirnow Test erfolgen.

Die Daten in dieser Arbeit wurden mit Mittelwert, Median und Standardabweichung berechnet. Mit Hilfe des post Anova hoc Testes und dem Bonferroni/Dunn Korrekturfaktor wurden die Signifikanzen in den jeweilig zu vergleichenden Venensegmenten herausgearbeitet und mit Hilfe von Cell Bar Charts graphisch dargestellt. Der Bonferroni/Dunn Korrekturfaktor korrigiert das beobachtete Signifikanzniveau unter der Berücksichtigung, dass multiple Vergleiche durchgeführt wurden (28).

Bei der hier verwendeten statistischen Analyse verändert sich p von 0,05 auf 0,0167, da es sich hier um einen Global Level und nicht um einen Single Test handelt. Dies wird mit dem Bonferroni/Dunn Korrekturfaktor berechnet.

Zur statistischen Prüfung wurde jeweils aus den drei erhobenen Messungen der Mittelwert ermittelt.

Zur Fragestellung, ob Reflux vorhanden ist (ja/nein) wurde der Chi - Quadrat Test verwendet. Mit dem χ^2 -Test (*Chi - Quadrat-Test*) untersucht man Verteilungseigenschaften einer statistischen Grundgesamtheit.

4. Ergebnis

4.1 Allgemeine Ergebnisse

Es wurden insgesamt 29 Extremitäten untersucht, davon zeigten 14 erkennbare Varikosis, gemessen wurden 174 Segmente. In 38 Segmenten war Reflux nachweisbar. Tabelle 3 stellt die Übereinstimmungen zwischen den einzelnen Messmethoden dar, ob die einzelnen Methoden jeweils zu dem gleichen Ergebnis kommen, ob Reflux vorhanden ist oder nicht.

Tabelle 3:

Anzahl der Refluxaufdeckung bei den verschiedenen Methoden

38 Segmente	Übereinstimmung aller 3 Methoden	Van Bemmelen/ Evers Übereinstimmung	Van Bemmelen	Evers	Jeanneret
Reflux vorhanden	12	17 VSM 4x VSM dist. 7x VFS 2x VP 3x VSP 1x	2 VFC 2x	1 VFC 1x	6 VFC 3x VP 1x VFS 2x

Bei den 14 Varizenträgern befanden sich in Stadium C2 drei Probanden, in C3 fünf und in C4 sechs Probanden. Rechts wurde das Stadium C2 zweimal, C3 dreimal und C4 viermal nachgewiesen. Links C2 einmal, C3 zweimal, C4 zweimal diagnostiziert.

Die genauere Aufteilung der Ergebnisse der verschiedenen Stadien gibt Tabelle 4 wieder.

Tabelle 4:

Aufteilung der Ergebnisse

	weiblich			männlich		
Reflux	5			5		
Anzahl der Extremitäten	8			6		
Altersverteilung	57- 85			28- 73		
Stadieneinteilung	Re./Anzahl	Li./Anzahl		Re./Anzahl	Li./Anzahl	
14 Extremitäten	C2 0	C2 0		C2 2	C2 1	
	C3 2	C3 1		C3 1	C3 1	
	C4 3	C4 2		C4 1	C4 0	
Lokalisation	Re.	Anz.	Stad./Anz.	Re.	Anz.	Stad./Anz.
	VSM	4	C3/2,C4/2	VSM	2	C2/1,C4/1
	VSM	5	C3/2,C4/3	VSM	4	C2/2,C3/1,C4/1
	Distal			Distal		
	VFC	2	C3/1,C4/1	VFS	1	C4/1
	VFS	3	C3/1,C4/2	VP	2	C2/1,C4/1
	VP	3	C3/1,C4/2			
	Li.	Anz.	Stad./Anz.	Li.	Anz.	Stad./Anz.
	VSM	1	C4/1	VSM	1	C2/1
	VSM	3	C3/1,C4/2	VSM	1	C2/1
	Distal			Distal		
	VP	1	C3/1	VSP	1	C3/1
	VFC	2	C3/2	VP	1	C3/1
	VFS	1	C3/1			

Aus Tabelle 5 kann man die subjektiv empfundenen Beschwerden der Probanden bezogen auf das jeweilige Stadium erkennen. Es wurde zwischen der rechten und linken Extremität unterschieden, da man bei einigen Teilnehmern nur an einem Bein Reflux feststellen konnte.

Auffällig ist hier, dass man ab dem Stadium C3 viele der aufgeführten Symptome bei den Probanden finden kann und es gab auch keine geschlechterspezifisch - oder altersabhängigen Unterschiede.

Tabelle 5:

Beschwerdeangaben in Abhängigkeit vom Klassifikationsgrad

(die Zahlen geben wieder, wieviele Probanden das jeweilige Symptom angaben)

	Stadium C1 Re/ Li	Stadium C2 Re/ Li	Stadium C3 Re/ Li	Stadium C4 Re/ Li
Beschwerdefrei				1
Schwere Beine		1/0	2/1	1/2
Schmerzen		2/1	3/2	2/2
Schwellung		0/0	5/2	3/2
Venous claudication				
Pigmentation, Lipodermato- sclerosis		0 / 0	1 / 2	3 / 2

An jedem dieser 29 Extremitäten wurden die vorher vorgestellten 6 Segmente untersucht, also insgesamt 174 Venensegmente. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Vena saphena parva aber nur zweimal richtig gemessen werden konnte. In den anderen Fällen wurde auf weitere Messungen verzichtet.

Dabei fiel vor allem auf, dass die Vena saphena magna und Vena saphena magna distal am Oberschenkel häufig von Reflux betroffen waren, gefolgt von der Vena poplitea. Tiefer Venenreflux kam nur in Verbindung mit einer insuffizienten Vena saphena magna vor, während oberflächlicher Reflux isoliert häufig auftrat.

Beim Betrachten von Tabelle 4 fällt auf, dass Frauen gehäuft Stadium C3 und C4, Männer eher mildere Formen aufwiesen. Dies wurde schon in der Edinburgh Studie (10) gezeigt.

Die Messungen dieser Arbeit besagen, dass Männer häufiger von milder Form der Varikosis betroffen sind als Frauen sowie öfter an einer chronisch venösen Insuffizienz leiden (10). Dafür erkrankten Frauen häufiger an retikulären Varizen und Unterschenkelödemen (10).

Diesen Trend bestätigte diese Studie. Keine weibliche Teilnehmerin hatte Stadium C2, wohingegen die Männer zur Hälfte sich im Stadium C2 befanden.

Die durchschnittliche Refluxgeschwindigkeit in den verschiedenen Venenabschnitten sowie die anderen erhobenen Parameter entnimmt man Tabelle 6. Jeanneret kommt in ihrer Studie (15) zu annähernd ähnlichen Daten was die Refluxbestimmung mit der standardisierten Refluxbestimmung betrifft.

Tabelle 6:

Deskriptive Statistik

	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Evers t in sec.	2,927	2,224	,150	5,0000
Van Bemmelen t in sec.	3,643	1,755	,100	5,0000
Jeanneret t in sec.	1,371	1,695	,100	5,0000
Evers v in cm/sec.	9,269	8,145	1,150	37,000
Van Bemmelen v in cm/sec.	28,887	30,049	2,200	100,000
Jeanneret v in cm/sec.	11,604	12,363	2,100	54,300
Evers h= v*t	34,544	43,891	,487	172,050
Van Bemmelen h= v*t	115,939	127,256	,220	500,00
Jeanneret h= v*t	16,469	30,117	,256	146,610

Es wurde schon früher gezeigt, dass die insuffiziente Vena femoralis communis und Vena femoralis superficialis im Zusammenhang mit der Vena saphena magna eine häufige Insuffizienz aufweist (2, 49).

Tabelle 6 spiegelt die erhobenen deskriptiven Daten wider, welche die Mittelwerte und deren Standardabweichung sowie Standardfehler zeigen, unabhängig vom Segment.

Sie berücksichtigen das verwendete Testverfahren in Bezug auf die Zeit t in sec., die Geschwindigkeit v in cm/sec. und den Durchmesser d in mm. Um annähernd Aussagen über das durchflossene Flussvolumen treffen zu können, kann man den Tabellen Messwerte für die Höhe $h = v \cdot t$ und das Flussvolumen $\pi \cdot r^2 \cdot h$ entnehmen.

In der Diskussion auf Seite 70 wird auf die Aussage und Bedeutung der ermittelten Messwerte bezüglich des Flussvolumens detailliert eingegangen.

Wie man den Tabellen entnehmen kann, produzierte die Methode nach van Bemmelen höhere Geschwindigkeiten sowie ein längeres t als Evers und Jeanneret.

4.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente untereinander unabhängig von der Messmethode

Signifikanzen erkennt man bezüglich t an 4 Segmenten, für v an 1 Segment, für h= v*t an 6, für d in mm an 7 und $\pi*r^2*h$ an keinen. Eine ausführliche Darstellung der einzelnen Ergebnisse befindet sich im Anhang.

Tabelle 7:

Die einzelnen Venensegmente im Vergleich unabhängig von der Messmethode mit Bonferroni/Dunn für t in Sekunden

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
V. femoralis comm., VSM distal OS	-2,970	1,655	< 0,0001
V. femoralis comm., VSM Mündung	-2,029	1,740	< 0,0007
V. femoralis sup., VSM distal OS	-2,660	1,693	< 0,0001

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0033)

Tabelle 8:

Die einzelnen Venensegmente im Vergleich unabhängig von der Messmethode mit Bonferroni/Dunn für v cm/sec.

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
V. poplitea, VSM Mündung	-16,918	15,557	0,0015

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0033)

Tabelle 9:

Die einzelnen Venensegmente im Vergleich unabhängig von der Messmethode mit Bonferroni/

Dunn für $h = v * t$

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
V. femoralis comm., VSM distal OS	-78,765	69,270	0,0009
V. femoralis comm., VSM Mündung	-73,884	72,843	0,0029
V. femoralis super., VSM distal OS	-80,559	70,877	0,0009
V. femoralis super., VSM Mündung	-75,679	74,372	0,0028
V. poplitea, VSM distal OS	-71,906	59,856	0,0005
V. poplitea, VSM Mündung	-67,026	63,957	0,0021

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0033)

4.3 Vergleich tiefer und oberflächlicher Venen

Zur Interpretation der gewonnenen Daten muss man sich vergegenwärtigen, welche Venensegmente untersucht wurden (eine genaue Beschreibung dieser Systeme befindet sich unter dem Punkt 1.4.1 Anatomie der Veneklappe).

1. Das oberflächliche venöse System:

Die Vena saphena magna (VSM) und ihre Abkömmlinge stellen die wichtigsten dieses Systems dar, dabei gibt sie zwei wichtige Venen unter und über dem Knie ab (2).

2. Tiefe Venen der unteren Extremität:

Dies umfasst die plantaren Venen des Fußes, tibiale Venen der Wade sowie die Vena poplitea und femorale Venen im Oberschenkel (2).

In den folgenden Tabellen wurden die zum oberflächlichen System gehörenden Venen mit jenen des tiefen Systems verglichen.

1. Oberflächliches System:

Aus den folgenden Tabellen kann man sowohl für die Geschwindigkeit v , $h = v \cdot t$ als auch für $\pi \cdot r^2 \cdot h$ Signifikanzen zwischen Evers und van Bemmelen und zwischen van Bemmelen und Jeanneret feststellen. Nur in Bezug auf die Zeit des Reflexes gemessen in t werden Signifikanzen zwischen Evers und Jeanneret sowie zwischen van Bemmelen und Jeanneret deutlich.

Evers und van Bemmelen erzeugten im oberflächlichen System vergleichbare Reflexzeiten. Jeanneret und Evers ließen sich in Bezug auf v nicht signifikant darstellen.

Tabelle 10:

Vergleich des oberflächlichen Systems mit Bonferroni/Dunn für t in Sekunden

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Oberflächliches System van Bemm. u. Jeanneret t in Sekunden	1,990	1,418	0,0010
Oberflächliches System Evers u. Jeanneret t in Sekunden	1,735	1,375	0,0028

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 11:

Vergleich des oberflächlichen Systems mit Bonferroni/Dunn für v in cm/sec.

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Oberflächliches System Evers u. van Bemm. v max in cm/sec.	-25,482	14,772	< 0,0001
Oberflächliches System van Bemm und Jeanneret v max in cm/sec.	23,056	16,834	0,0013

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 12:

Vergleich des oberflächlichen Systems mit Bonferroni/Dunn für $h= v*t$

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Oberflächliches System Evers und van Bemm. $h= v*t$	-103,228	60,365	< 0,0001
Oberflächliches System van Bemm. u. Jeanneret $h= v*t$	123,876	68,791	< 0,0001

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 13:

Vergleich des oberflächlichen Systems mit Bonferroni/Dunn für $\pi*r^2*h$

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Oberflächliches System Evers und van Bemm. $\pi*r^2*h$	-5683,350	4897,327	0,0058
Oberflächliches System van Bemm. u. Jeanneret $\pi*r^2*h$	5973,211	5580,896	0,0106

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

2. Tiefes Venensystem:

Hier gibt es keine Signifikanzen in v und $\pi*r^2*h$. Dagegen gibt es in Bezug auf die Zeit t zwischen van Bemmelen und Jeanneret und für $h= v*t$ zwischen Evers und van Bemmelen und zwischen van Bemmelen und Jeanneret Signifikanzen.

Tabelle 14 :

Tiefes Venensystem mit Bonferroni/Dunn für t in Sekunden

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Van Bemm. und Jeanneret t in Sekunden	1,762	1,490	0,0051

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 15

Tiefes Venensystem mit Bonferroni/Dunn h= v*t

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Evers und van Bemmelen h= v*t	-18,674	16,538	0,0073
Van Bemmelen und Jeanneret h= v*t	23,815	16,179	0,0006

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

4. 4 Darstellung der Messergebnisse der einzelnen Venensegmente

4.4.1 Vena Poplitea

Hier konnten keine Signifikanzen festgestellt werden.

4.4.2 Vena saphena magna

Bei der Auswertung ergaben sich hier für t zwischen Evers und Jeanneret und van Bemmelen und Jeanneret, für v zwischen Evers und van Bemmelen und van Bemmelen und Jeanneret und für h= v*t dieselben Signifikanzen wie für v.

Tabelle 16:

Vena saphena magna mit Bonferroni/Dunn für t in Sekunden

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Evers u. Jeann. t in sec.	2,996	1,972	0,0006
Van Bemm. u. Jeanneret t in sec.	2,190	1,972	0,0006

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 17:

Vena saphena magna mit Bonferroni/Dunn für v in cm/sec.

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Evers u. van Bemm. v max in cm/sec.	-35,249	28,720	0,0042
Van Bemm. u. Jeanneret v max cm/sec.	31,336	27,993	0,0082

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 18:

Vena saphena magna mit Bonferroni/Dunn für h= v*t

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Evers u. van Bemm. h= v*t	-125,407	113,336	0,0089

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

4.4.3 VSM distal

In Bezug auf t gab es keine Signifikanzen, sowohl aber für v zwischen Evers und van Bemmelen. Für h= v*t wieder zwischen Evers und van Bemmelen und van Bemmelen und Jeanneret.

Tabelle 19 :

VSM distal mit Bonferroni/Dunn für v in cm/sec.

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Evers u. van Bemm v max in cm/sec.	-22,947	18,236	0,0032

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

Tabelle 20 :

VSM mit Bonferroni/Dunn für $h = v * t$

Signifikanzlevel: 5%

	Mittlere Differenz	Crit. Differenz	p-value
Evers u. van Bemm. $h = v * t$	-107,885	76,906	0,0012
Van Bemm u. Jeanneret $h = v * t$	128,173	99,056	0,0025

(Vergleiche in dieser Tabelle sind signifikant ab einem p-value Wert von unter 0,0167)

4.4.4 Vena femoralis superficialis

In Bezug auf die Vena femoralis superficialis konnten keine Signifikanzen festgestellt werden mit den verschiedenen Untersuchungsmethoden.

4.4.5 Vena femoralis communis

In Bezug auf die Vena femoralis communis konnten ebenfalls keine Signifikanzen herausgearbeitet werden.

4.4.6 Vena saphena parva

Bei VSP war eine weitere Bestimmung der Unterschiede mittels post ANOVA hoc – Test nicht möglich, weil nur zwei Werte aufgrund des minimalen Durchmessers ermittelt werden konnten. Eine signifikante und sinnvolle statistische Aussage kann hier nicht erfolgen.

4.5 Darstellung der Messergebnisse mit Hilfe des Chi - Quadrat Tests

Der Chi - Quadrat – Test wird zum Vergleich verwendet wie oft ein Refluxnachweis erfolgte in Abhängigkeit des Testverfahrens ohne Aufteilung nach oberflächlichem oder tiefem System.

Der Chi - Quadrat Test klärt die Frage, ob Reflux vorhanden war ja/nein. Die genauere Darstellung und Ergebnisse befinden sich im Anhang unter dem Punkt 8.5.5.

4.5.1 Vergleich der einzelnen Messmethoden untereinander

Der Chi - Quadrat Test ergab keine Signifikanzen in Bezug auf den Vergleich der einzelnen Messmethoden untereinander.

4.5.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente

Aus der Tabelle 21 kann man die Ergebnisse des Chi - Quadrat Testes mit Aufteilung nach den Venen (einzeln) in Abhängigkeit der Testverfahren (Evers, Bemmelen, Jeanneret) entnehmen.

Dieser Test erbrachte für die Fragestellung „Reflux vorhanden (ja/nein)“ keine Signifikanzen im Hinblick auf die Unterscheidung nach den einzelnen Venensegmenten. Es lässt sich ein Trend feststellen, dass van Bemmelen und Evers in Bezug auf Reflux vorhanden (ja/nein) öfter eine Übereinstimmung erkennen lassen.

Tabelle 21 :

Refluxnachweis nach Segment mit der Fragestellung aufgedeckt (ja)/nicht aufgedeckt (nein)

<i>V pop</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	5	24
Bemmelen	5	23
Jeanneret	3	25

<i>VSM Mündung</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	8	21
Bemmelen	8	20
Jeanneret	4	24

<i>VFS</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	2	27
Bemmelen	2	26
Jeanneret	2	26

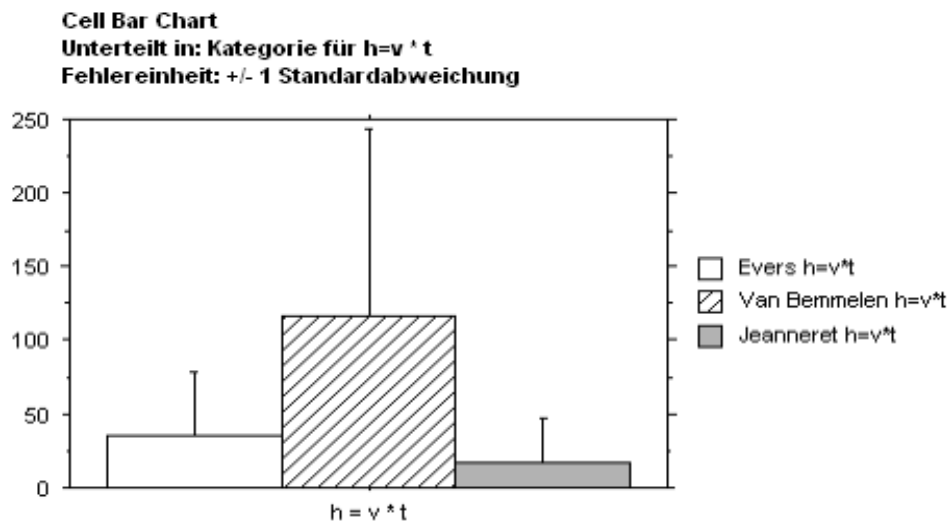
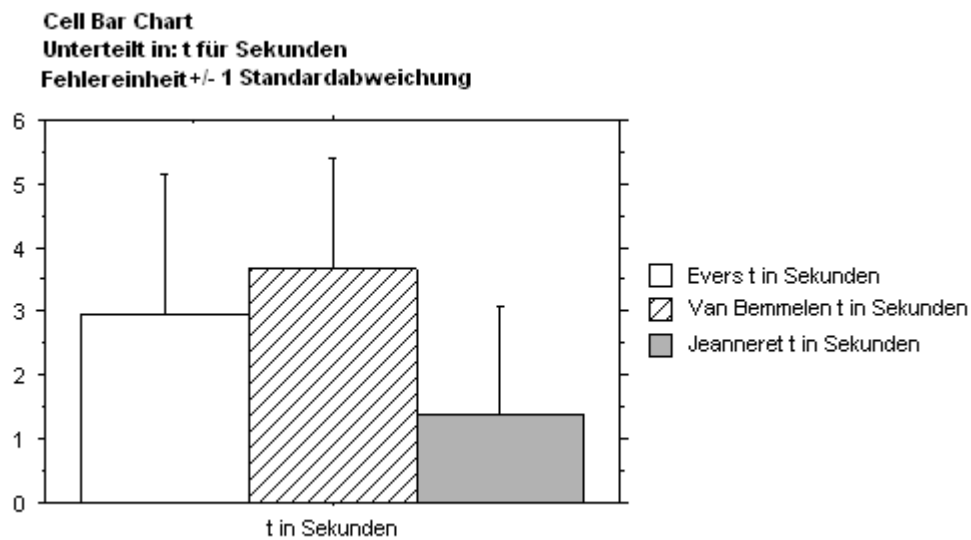
<i>VFC</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	1	28
Bemmelen	2	26
Jeanneret	3	25

<i>VSM</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	13	16
Bemmelen	13	15
Jeanneret	6	22

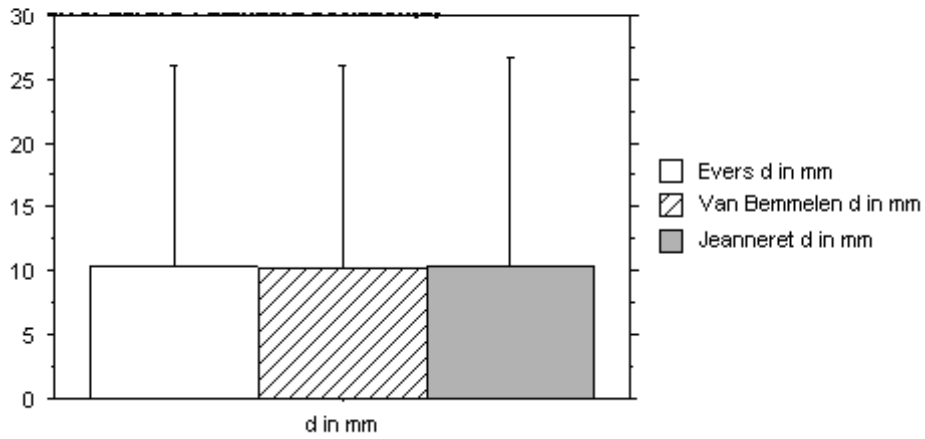
<i>VSP</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	1	28
Bemmelen	1	27

4. 6 Graphische Darstellung der Messergebnisse

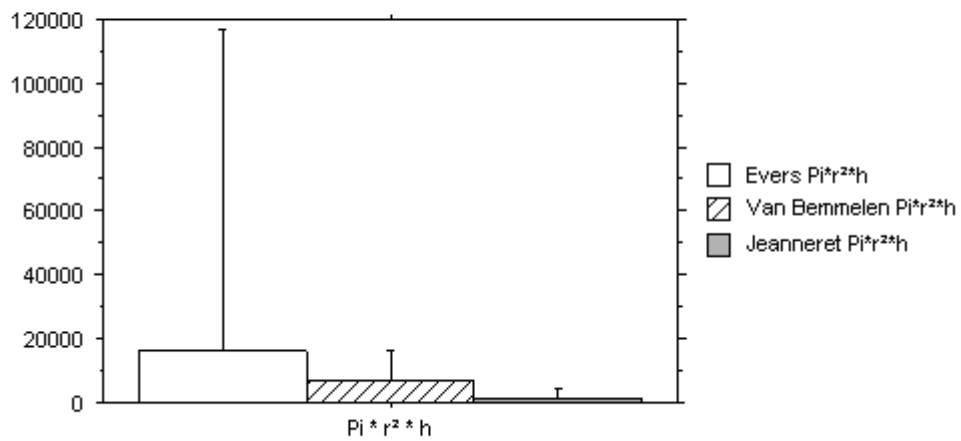
4.6.1 Gesamte Daten im Vergleich abhängig von der Messmethode



Cell Bar Chart
Unterteilt in: Kategorie für d in mm
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung

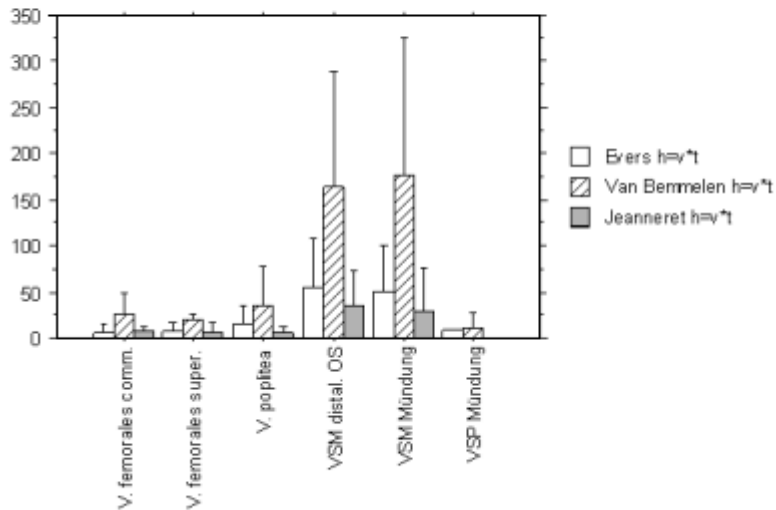


Cell Bar Chart
Unterteilt in: Kategorie für $\pi \cdot r^2 \cdot h$
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung

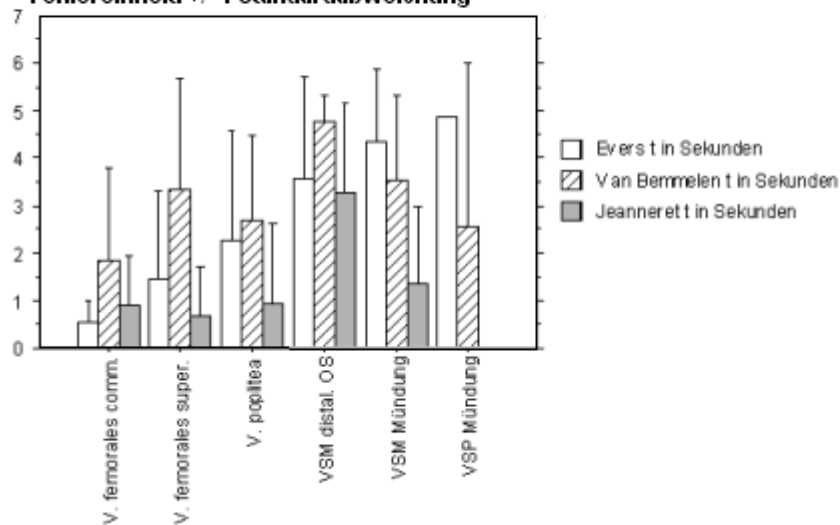


4.6.2 Vergleich der Testverfahren in Anhängigkeit von Geschwindigkeit, Zeit und Volumen in den einzelnen Segmenten

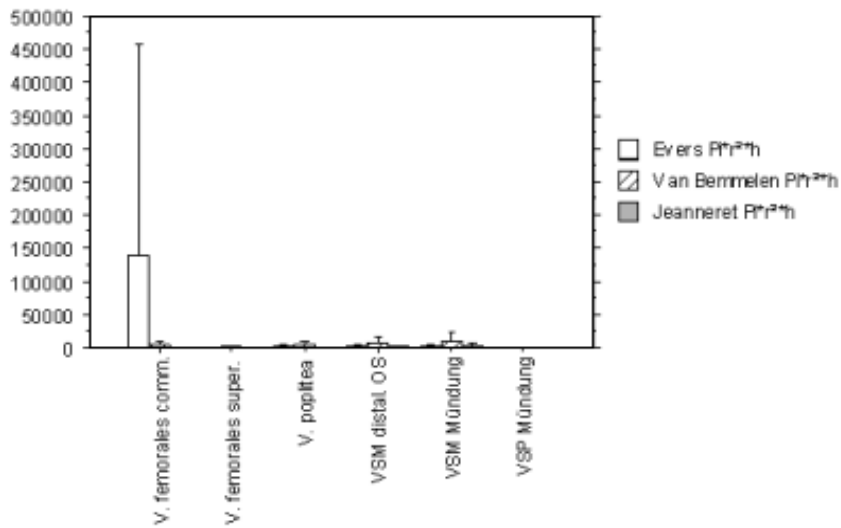
Cell Bar Chart
Gruppenvariable(n): Venen
Unterteilt in: Kategorie für $h = v \cdot t$
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung



Cell Bar Chart
Gruppenvariable(n): Venen
Unterteilt in: Kategorie für t in Sekunden
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung

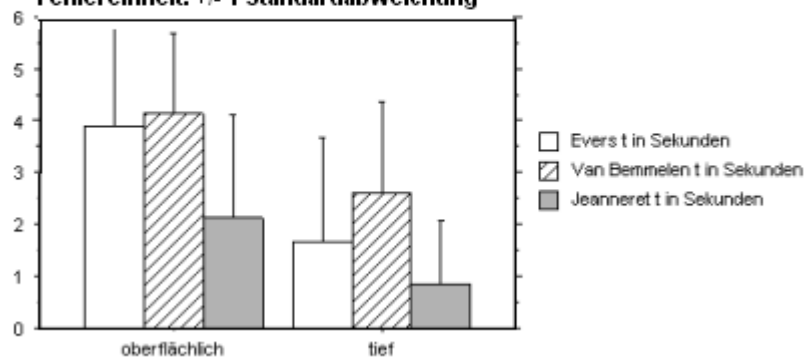


Cell Bar Chart
Gruppenvariable(n): Venen
Unterteilt in: Kategorie für $Pi \cdot r^2 \cdot h$
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung

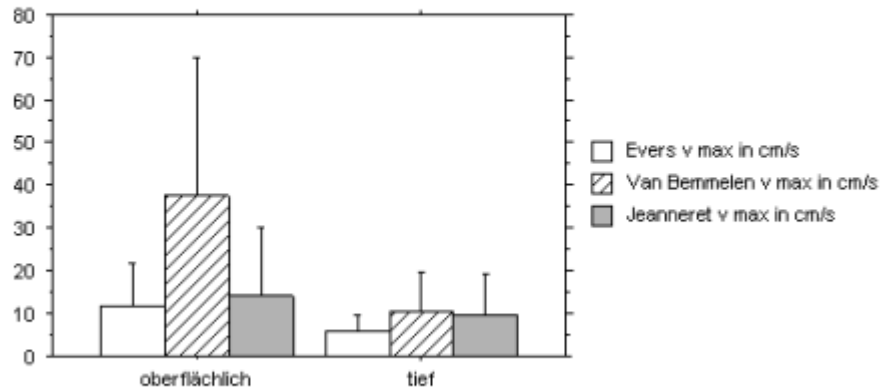


4.6.3 Vergleich zwischen tiefem und oberflächlichem System

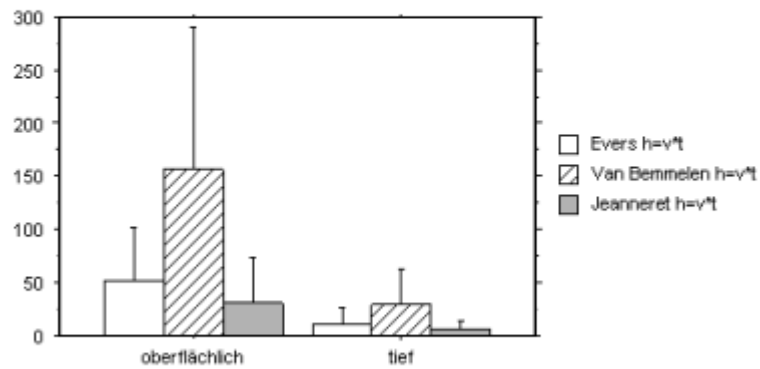
Cell Bar Chart
Gruppenvariable(n): Venensystem
Unterteilt in: Kategorie für t in Sekunden
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung



Cell Bar Chart
Gruppenvariable(n): Venensystem
Unterteilt in: Kategorie für V max
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung



Cell Bar Chart
Gruppenvariable(n): Venensystem
Unterteilt in: Kategorie für h= v ^ t
Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung

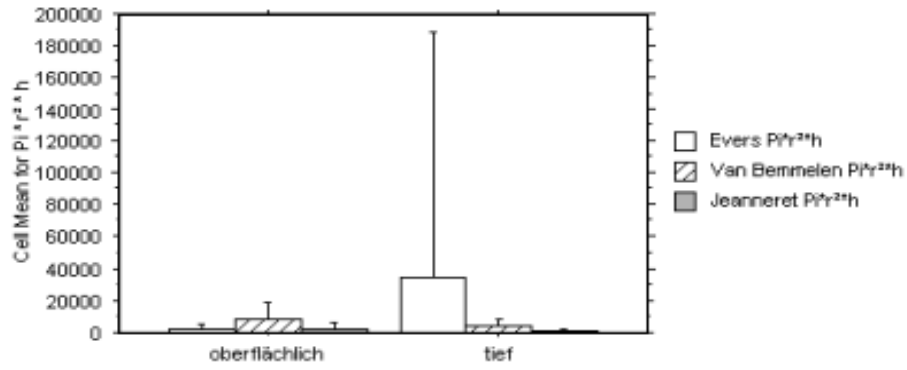


Cell Bar Chart

Gruppenvariable(n): Venensystem

Unterteilt in: Kategorie für $Pi \cdot r^2 \cdot h$

Fehlereinheit: +/- 1 Standardabweichung



5. Diskussion

5.1 Allgemein

Schon in den späten 70igern des letzten Jahrhunderts versuchte O`Donnell et al. herauszufinden, ob die Phlebographie oder das Duplexgerät besser zum Erkennen der CVI geeignet sind (34). In den frühen 80igern (16, 17, 32) wurde untersucht, ob es Unterschiede bezüglich der manuellen oder automatischen Kompression gibt. In den Jahren danach gab es weitere Studien bezüglich stehender versus liegender Position, auch mit den oben genannten Methoden der Phlebographie und Sonographie. Araki et al. fanden heraus, dass die Methode im Stehen die bessere Wahl darstellt gegenüber der liegenden Position und die proximale Kompression nicht von Vorteil ist (33). Diese Erkenntnis und die in vitro Untersuchungen von Qui et al. (65) trugen entscheidend bei zum Verständnis der Venenklappenfunktion, so dass konstatiert werden muss, dass der Klappenschluss physiologisch nur in der aufrechten Position regelgerecht erfolgen kann. Dieser Erkenntnis wurde in unserer Studie Rechnung insofern getragen, dass alle Patienten im Stehen mit entlastetem Bein untersucht wurden.

5.2 Merkmale dieser Studie

In unserer deskriptiven Studie wurden alle Patienten im Stehen untersucht (s. Material und Methoden). Dabei wurden Unterschiede festgestellt hinsichtlich der verschiedenen methodenspezifischen Refluxerzeugung, die einen Signifikanzlevel erreichten. Darüber hinaus muss man berücksichtigen, dass viele Parameter die erhobenen Messdaten beeinflussen können.

Messdaten, welche mit der Duplexsonografie erhoben werden, sind abhängig vom verwendeten Gerätetyp in Bezug auf die Genauigkeit (12, 13), von der Art des verwendeten Refluxmanöver, von der Position des Probanden und dessen Compliance, wie auch vom Messniveau in Bezug auf die gewählte Klappenebene (6, 7).

Die Geschwindigkeiten des Blutflusses sind unterschiedlich an verschiedenen Stellen in der Klappenebene, was Lurie et al. in seiner Arbeit graphisch gut darstellt (6). Aus diesem Grund wurde in dieser Studie darauf geachtet, dass die verschiedenen Probanden jeweils den gleichen Positionsaufbau durchliefen, die gleiche Klappenebene gemessen wurde und das sie zur gleichen Tageszeit untersucht wurden (s. Messmethoden), um mögliche Fehler diesbezüglich zu vermeiden.

Die Probanden wurden vorher instruiert, keine langen Spaziergänge oder körperliche Aktivitäten durchzuführen, damit annähernd die gleichen Voraussetzungen gegeben waren. Auch wurden alle Messdaten von demselben erfahrenen Team erhoben und kein einziges Mal ein Mitglied ersetzt. Duplexsonografie erfordert für adäquate Aussagen Routine und Übung (56). Damit konnten alle Schwierigkeiten oder Vorteile bei jedem einzelnen Probanden beobachtet und dokumentiert werden. Nach wie vor gilt die Duplexsonografie als die Funktionsstandarduntersuchung, welche in einigen vielen Fällen als Therapieplanung ausreichen kann (70, 73).

5.3 Schwierigkeiten der verschiedenen Methoden

Probleme ergaben sich beim detailgetreuen Nachempfinden des Versuchsaufbaus durch z.T. ungenaue Beschreibungen der Vorgehensweise sowie des zu schallenden Klappenniveaus der Venensegmente. Lurie et al. (6, 7) macht deutlich, wie wichtig das Beschreiben des geschallten Klappenniveaus ist, da hierdurch erhebliche Unterschiede entstehen können.

Wenige Arbeiten konnten hierbei eine Hilfestellung bieten (31).

Es traten Schwierigkeiten auf, welche in den Originalpublikationen nicht beschrieben wurden, betreffend des exakt zu bezeichnenden Klappenniveaus. Die Refluxzeit variierte dabei zwischen 0,5 und 2 sec..

In unserer Studie wurde deshalb darauf geachtet, dass sich das Messniveau immer exakt in der Klappenebene befand. Nur von wenigen Autoren (s. unten) wird die Problematik der Messmethode und die genaue Vorgehensweise beschrieben (47, 81).

Die Arbeit von Labropoulos et al. (35) ist ein sehr gutes Beispiel für die mangelhafte Beschreibung des Versuchsaufbaus zur Refluxmessung, wodurch die Reproduzierbarkeit der Methode trotz ausreichender Beschreibung der gewählten Klappenebene erschwert werden kann. Andere im Gegensatz dazu liefern eine gute Darstellung der Kompressionstechnik, aber kein Messniveau. Welch et al. (26, 36) schlägt vor, sich genau an den Versuchsaufbau von van Bemmelen zu halten, splittet seine Refluxzeiten auf, aber von einem exakt beschriebenen Messniveau ist nicht die Rede.

Der Begriff der manuellen Kompression wird auch sehr gerne verwendet, welcher in der Literatur als Kompression mit der Hand (16), mit einer handelsüblichen Manschette oder ohne genauere Angaben erwähnt wird (31, 66, 48). Bei Labropoulos et al. (48) ist wiederum nicht ganz ersichtlich, was er als manuelle Kompression bezeichnet. Das Standardwerk von van Bemmelen aus dem Jahre 1989 erläutert detailliert, daß manuelle Kompression mit der Hand nicht standardisiert werden kann, demgegenüber aber mit einer gewöhnlichen Blutdruckmanschette reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden können.

In einer neueren Studie definiert Labropoulos (74) Reflux als einen retrograden Fluss länger als 0,5 sec. und bestimmt für die femoropopliteale Achse eine Rückflusszeit von 1 sec..

In einer früheren Arbeit (48) definiert er den Reflux ab 1 sec., die Zeit zur Klappenschließung wird mit 0,5 sec. festgelegt. Diese Messwerte wurden von van Bemmelen übernommen (48).

Haenen et al. nehmen bei einem Antitrendelenburgversuch eine pathologische Refluxzeit von 1 sec. und mehr an, mit der Begründung, dass bei gesunden Probanden ein retrograder Fluss von unter 1 sec. messbar (74) sei. Gemessen wurde mit der Valsalvamethode, in standardisierter Weise oder nicht, das wird nicht erläutert. Man erkennt, dass die verschiedenen Autoren alleine in der Definition der Dauer der Refluxzeiten schon erheblich unterschiedliche Aussagen machen.

Weitere erwähnenswerte Schwierigkeiten ergaben sich dann u.a. aus der Tatsache, dass Asthmatiker und andere Lungenkranke Probleme mit der Valsalvamethode hatten. Der rasante hohe Druckaufbau des Kompressionversuchs nach van Bemmelen stellte für ältere, meist morbide Patienten eine große Herausforderung dar, da dieser innerhalb von 0,3 sec. geschah, was für nicht standfeste Probanden die Gefahr des Sturzes oder Umkippens in sich barg. Für diese Teilnehmer bereitete auch die Entlastung des zu untersuchenden Beines erhebliche Probleme trotz Wandhalterung.

Auch standfeste Teilnehmer erschraaken - trotz Vorwarnung - vor dem plötzlichen Druckaufbau der Manschette.

Hier muss man klar die Aussage treffen, dass diese Methode für ältere, multimorbide oder aber gehschwache Patienten nicht geeignet ist. Auch das Anbringen und Fixieren der Kompressionsmanschetten war - häufig anatomisch bedingt - problematisch, obwohl für die verschiedenen Messniveaus unterschiedliche Größen vorhanden waren.

Ein erwähnenswerter Vorteil der Methode nach van Bemmelen lag darin, dass man trotz aller vorher erwähnten Probleme immer wieder einen wirklich sehr guten standardisierten Versuch hatte, der zwar für den Untersuchten oft nicht angenehm war, dafür aber für den Untersucher eine äußerst adäquate und schnelle Datenerhebung sicherte.

Der Untersucher kann mittels eines Fußpedals alle Steuerfunktionen alleine ausüben, für den sicheren Versuchsaufbau ist aber trotzdem eine zweite Person nötig, die den Drucklevel nach jedem Versuch kontrolliert.

Als sehr angenehm wurde die Methode nach Evers von unseren Probanden empfunden. Sie war schnell und einfach durchzuführen, die Patienten erschrecken nicht, denn sie waren mit der Blutdruckmanschette von Arztbesuchen her schon vertraut und wussten, was auf sie zukommen würde.

Bei dem standardisierten Valsalvaversuch nach Jeanneret wurde festgestellt, dass zu den unterschiedlichen Methoden des Druckaufbaus (Bauchpresse vs. Backendruck) die Schwierigkeit hinzukam, dass wieder vor allem ältere Patienten wegen lockerer Zahnprothesen, aber auch aufgrund der Anstrengung das Mundstück nicht fest umschließen konnten.

Somit entwich permanent Luft, was für den Probanden bedeutete, noch fester zu blasen, um das Druckniveau halten zu können. Hier muss man wieder - wie bei van Bemmelen - die Aussage treffen, dass eine solche Methode nicht sehr empfehlenswert ist für multimorbide Patienten. Die Methode nach Jeanneret kann im Gegensatz zu der Messmethodik nach Evers und van Bemmelen auch keine genauen Aussagen über alle Venensegmente treffen.

Nach objektiver Wertung alle Methoden zur Refluxerzeugung lässt sich die Aussage treffen, dass van Bemmelen am besten standardisierbar ist, zugleich aber auch die teuerste Methode darstellt. Jeanneret versucht mit dem Manometer für die Bauchpresse eine gewisse Standardisierung zu erreichen, ist aber dem gut reproduzierbaren von van Bemmelen unterlegen. Als eine sehr kostengünstige, für den Patienten sehr angenehme und in jeder Praxis durchführbare Methode muss man die von Evers bewerten, welche zwar nicht die gleiche Standardisierung aufweist wie van Bemmelen, jedoch der Jeanneret - Methode deutlich überlegen erscheint.

Auf die Ergebnisse bezogen, bestehen Signifikanzen zwischen Evers und van Bemmelen bezüglich der gemessenen Geschwindigkeit des venösen Blutflusses. Die Anzahl der Refluxaufdeckung stimmte in 17 Fällen überein, so dass ein Trend erkennbar wird: Van Bemmelen und Evers sind vergleichbar gute Methoden, wobei die von Evers erheblich kostengünstiger und einfacher durchzuführen ist für den Arzt. Evers selbst konnte in einer seiner Studien nachweisen, dass man mit manueller Manschettenkompression im Gegensatz zu Valsalva und manueller Kompression per Hand 14,6% mehr Reflux nachweisen kann. Dabei erzielt man mit der Methode nach van Bemmelen die höchste Refluxgeschwindigkeit, gefolgt von Evers und dann kam Jeanneret. Für Evers ist die Geschwindigkeit des Refluxes von besonderer Bedeutung (12, 13).

Das Entscheidende der präoperativen Diagnostik ist, dass der untersuchende Arzt die insuffiziente Vene lokalisieren und feststellen kann, ob Reflux vorhanden ist oder nicht und das mit guter Spezifität und Sensitivität.

Die in dieser klinischen Studie verwendeten Anamnesebögen zeigen einen Trend zu Familienkrankheiten an, u.a. werden zu den häufig genannten Venensystemerkrankungen auch Adipositas und Hypertonus erwähnt, gefolgt von jeglicher Art von Tumoren. Bis auf einen Patienten hatten alle einen BMI unter 30, bis auf 2 auch unter 26.

Viele hatten Tätigkeiten ausgeübt, bei denen sie lange stehen mussten oder müssen, geben Schwellungen und Verschlechterung bei heißem Wetter an. Der Zusammenhang zwischen den oben genannten Faktoren wurde schon ausgiebig in anderen Publikationen dargestellt und soll deshalb hier nur kurz erwähnt werden (11).

Die Wertigkeit dieser Dissertation misst sich vor allem daran, dass die Problematik der einzelnen Messmethoden und des unterschiedlichen Versuchsaufbaus dargestellt wird, da diese durch die jeweiligen Erstautoren vorher nie wirklich vergleichend angesprochen wurden.

Jede Methode für sich zeigt Mängel, die man erst dann entdeckt, wenn man die einzelnen Messmethoden hinsichtlich ihrer Reproduzierbarkeit überprüft durch eigene Messungen.

5.4 Vergleich dieser Studie mit der einschlägigen Literatur

Diese klinische Studie hat sich zum Ziel gesetzt, die drei in der Literatur bekannten, standardisierten Methoden zur Refluxerzeugung zu vergleichen und sowohl die Vorteile als auch Nachteile der einzelnen Methoden herauszuarbeiten. Deshalb werden auch frühere Publikationen mit aktuellen Entwicklungen in die Beurteilung einbezogen. Hierbei müssen in erster Linie die Arbeiten von Lurie et al. erwähnt werden (6, 7, 45), welcher sich vor allem mit der Physiologie der Venenklappe beschäftigte.

Seine Versuche spiegeln Erkenntnisse wider, die von früheren Autoren nicht erwähnt worden sind und somit viele neue Ideen in Bezug auf die Funktion der Venenklappe zulassen.

Er untersuchte und unterteilte den Venenklappenmechanismus (6) in einen Venenzyklus mit 4 Phasen, welcher während der Betätigung der Muskelpumpe kürzer wird.

In stehender Position beträgt der Venenklappenmechanismus 2.9 bis 3.2 sec. (mit einer Frequenz von 18.8 bis 20.4 pro Minute) und horizontal 1.7.bis 1.8 (34.2 - 36.1 pro Minute). Er wird in hohem Maße sowohl respiratorisch als auch kardial beeinflusst. Der pulsatile Fluss distal beeinflusst die Flussrate und die Geschwindigkeit rhythmisch. In den folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse von Lurie et al. graphisch dargestellt.

Abbildung 10 und 12 erläutern den Klappenschluss aus anatomischer Sicht, Abbildungen 9 und 11 geben die unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Blutflusses wider. Abbildung 11 ist sehr wichtig für die gemessenen Geschwindigkeiten des Refluxes in dieser Arbeit, sowie den erwähnten Publikationen, weil sie verdeutlicht, dass es von großer Bedeutung ist, das gemessene Niveau anzugeben bzw. zu beschreiben, da unterschiedliche Geschwindigkeiten vorherrschen.

Abbildung 9:

Lurie et al. : Venenklappenfluss und Schließung (6)

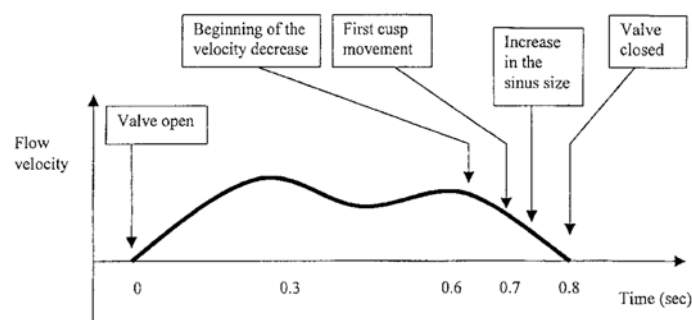


Abbildung 10:

Lurie et al. : Schnitt durch Vena femoralis communis und Vena saphena magna mit den verschiedenen Klappenebenen und Schließungsphase

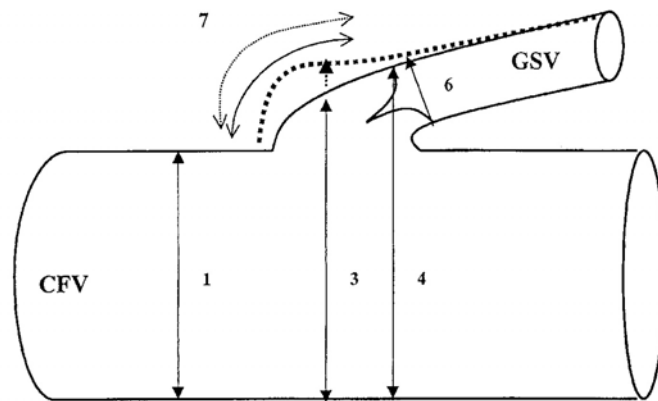


Abbildung 11:

Lurie et al. : Darstellung der verschiedenen Geschwindigkeiten in der jeweiligen Klappenebene

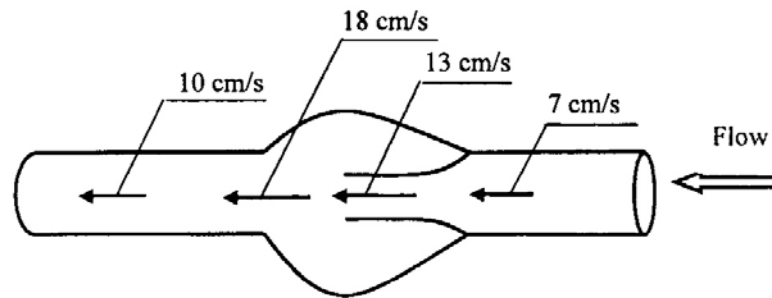
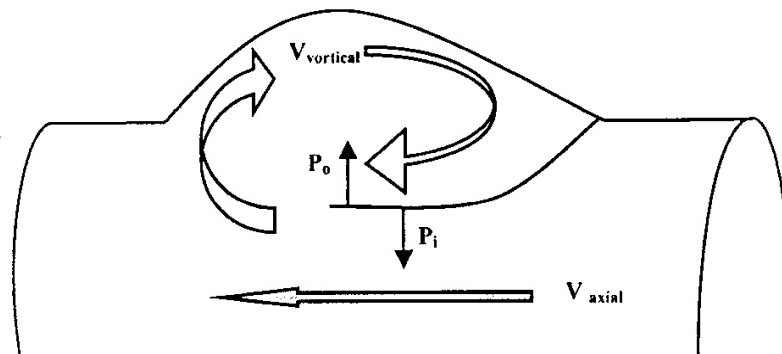


Abbildung 12:

Lurie at al. : Darstellung des Blutstromes in der Klappenebene und die Veränderung des Sinus



Weiterhin untersuchte Lurie et al. 12 gesunde Probanden, an denen er 3 Typen von Kompressionen durchführte und zeigte, dass die intermittierende Kompression (= IPC) eine Erhöhung des venösen Flussvolumens, der Geschwindigkeit und der Flussbeschleunigung mit sich bringt, dies aber auch abhängig vom jeweiligen Segment ist und man aber durchaus noch detailliertere Studien zu diesem Thema benötigt (45). In ihrer Arbeit beschreiben Lurie et al. ein modifiziertes Konzept zur Funktion und Hämodynamik der Venenklappen (6). Er traf auch die Aussage, dass retrograder Fluss durch die Klappe als venöser Flussmodulator verhindert wird. Dabei gibt es 2 Strömungsformen: die vortical Strömungsform hinter den Venenklappen und die axiale in der Mitte der Vene. Beide produzieren dabei jeweils Drücke, welche gut in Abbildung 12 dargestellt werden. Dabei verhindert der vortical Teil (= der Anteil des Blutes, der in den Venensinus fließt) maßgeblich eine Stase in den Venenklappen. In der Mitte oder im Zentrum des Venenlumens wird der Durchfluss dabei aber noch aufrecht erhalten. Unterstützt wird Luries Aussage von Qui et al. (65), welche ebenso den Venenklappensinus "als rapid expandierend" gegen Druck beschreiben, somit ist wenig bis gar kein Reflux zur Klappenschließung notwendig.

Mit dieser Aussage widerspricht Lurie et al. der Aussage von van Bemmelen, der in seiner Arbeit bei 95% der gesunden Probanden einen physiologischen Reflux von unter 0,5 sec. feststellte (14, 16).

Dieser von van Bemmelen eingeführte Standard wurde für fast alle ähnlich durchgeführten Studien (57, 59) übernommen, nur wenige Arbeiten passten die Zeit des "physiologischen Refluxes" der Position des Patienten oder des Segmentes an.

Die Schwierigkeit mag darin liegen, dass in der Duplexsonografie zwar ein retrograder Fluss aufgedeckt werden kann, aber dabei nicht routinemäßig die Klappen dargestellt werden (7).

Lurie et al. (7) zitierte van Bemmelen (5), dass dieser eine Geschwindigkeit von 30 cm/sec. annimmt, die für die Klappenschließung notwendig wäre. Lurie et al. widerlegte van Bemmelen's Aussage (7), da seiner Meinung nach der Venenklappenschluss schnell erfolgen muss und Reflux bei Gesunden nicht auftritt. Masuda et al. trifft die Aussage, dass bei stehenden, gesunden Messpersonen Geschwindigkeiten von weniger als 4.2 cm/sec. während des Valsalvamanövers gemessen werden (39).

Unsere Studie ergab bei gesunden Probanden ein ebenfalls geringeres v in cm/sec. bei standardisiertem Valsalva - Versuch (5). Unter physiologischen Bedingungen beträgt die Auswurfgeschwindigkeit bei Gesunden zwischen 7 - 20 cm/sec. in 30 Grad Oberkörperhochlagerung, so dass eine Geschwindigkeit von 30 cm/sec. unphysiologisch erscheint nach Lurie et al. (7). Dieser Aussage stimmt unsere Studie aufgrund der erhobenen Daten zu. Nach obigen Autoren erzielt man im Stehen bei Gesunden kleinere Geschwindigkeiten als im Liegen (39), was auch ein v zwischen 7-20 cm/sec. ergeben kann (46).

Masuda et al. (39) änderte aufgrund eigener Messung bei 8 von 21 Extremitäten in der Antitrendelenburg - Lagerung die "physiologische Refluxzeit" auf 1.5 sec.. Also ist sie variabel laut der Literatur, bei suffizienten sowie insuffizienten Venen. Diese Behauptung anhand von Messungen an 8 Extremitäten zu treffen, ist nur in geringem Maße aussagekräftig. Auch trifft er die Aussage, dass es keine größeren Unterschiede in der Durchschnittsgeschwindigkeit und Refluxzeit zwischen den verschiedenen Methoden gab. Dieser Aussage widerspricht unsere Studie sowie die von van Bemmelen, Evers und Jeanneret.

Lurie et al. sagte in seiner Studie klar aus, dass mit Refluxprovokationsmanövern (wie Valsalva, manuelle Kompression oder Manschettenkompression unterhalb des Venensegments) ein unphysiologischer Druckanstieg über der Klappe erzeugt wurde, welcher das Blut zwangsweise zurückfließen ließ.

Dadurch ist Reflux messbar, welcher normalerweise nicht messbar wäre und dürfte so nicht auf gesunde physiologische Umstände extrapoliert werden (7). Van Bemmelen untersuchte auch die Venenklappenkompetenz, indem er proximal und distal des Venensegments eine Wadenkompression durchführte, sowie in liegender, 10 Grad Antitrendelenburglagerung und stehender Position (16). Er kam zu dem Schluss, dass nur distale automatische Wadenkompression eine zuverlässige und reproduzierbare Methode der Refluxmessung ist (6). In unserer Studie lag t in den meisten Fällen über 4 sec. bei Reflux und unterstützt die These von Lurie et al., zumal man einen unphysiologischen Druck auf das untere Segment ausübt in 0,3 sec. nach der Methode von van Bemmelen und diesen wieder ablässt, was im Normalzustand nicht vorkommt.

Van Bemmelen's "physiologischer Reflux" ist ein von ihm provoziertes Reflux, den andere Studien übernahmen, wobei aber nicht immer das Provokationsmanöver von van Bemmelen übernommen wurde.

Van Bemmelen's "physiologische Refluxzeit" von 0,5 sec. (14, 16) wurde als solche definiert, da van Bemmelen bei 95% seiner gesunden Probanden eine Refluxzeit von unter 0,5 sec. fand und schaffte damit eine gewisse Nulllage. Dieses Verfahren wurde von vielen anderen übernommen (44), wobei es auch angepasst wurde für die RT-Lage (43).

Es wurde auch von unserer Studie einbezogen. Darf man aber dieses t für die anderen Messmethoden verwenden?

Und genau hier ergibt sich wieder die Notwendigkeit, die zu klären ist: Was ist Reflux und mit welcher Methode misst man ihn am besten und muss man Refluxdauer und Zeit an die jeweilige Messmethode anpassen?

Lurie et al. (7) gibt eine einfache Erklärung für die Messunterschiede zu vorherigen veröffentlichten Studien (5, 16):

Da die Klappe nicht genau dargestellt wurde, wurde entweder direkt an der Klappe, darüber oder in einem avalvulären Segment (7) gemessen bzw. die Klappenbewegung hat einen Doppler frequency shift verursacht (5). Diese Studie von Lurie et al. (7) bekräftigte die Aussage, dass die Venenklappe ihren Sinus in Form und Dimension ändert aufgrund des ansteigenden Druckes im Sinus.

Eine Messmethode zu entwickeln, welche standardisiert durchgeführt werden kann, ist deshalb sehr wichtig, da man nur so die verschiedenen Studien miteinander vergleichen kann. Denn das Aufdecken von Reflux ist von großer Bedeutung, da dieser einen Risikofaktor darstellt für das Entstehen von Ulzerationen (47).

Die jeweilige Versuchsmechanik nachzuvollziehen, stellte aufgrund ungenauer Beschreibungen im Hinblick auf Material und Methodik in den jeweiligen Publikationen für unsere Studie eine besondere Schwierigkeit dar.

In vorliegender Arbeit wurde versucht zusätzlich die Flussgeschwindigkeit und das näherungsweise Flussvolumen als unabhängigen prognostischen Faktor zur Entstehung einer CVI zu untersuchen.

Das Flussvolumen wurde näherungsweise über die Formel $V = A \cdot h$ berechnet, wobei V das Volumen, A die Querschnittsfläche der Vene und h die Refluxlänge darstellt. Hierbei kann die Fläche A mit $\pi \cdot r^2$ ersetzt werden, h wird durch das Produkt aus Refluxzeit und -geschwindigkeit bestimmt.

Die Refluxgeschwindigkeit wurde nicht - wie geplant - aus dem Integral der Geschwindigkeitskurve errechnet, sondern es wurde die peak velocity verwendet, da die Rohdaten der Geschwindigkeitskurve nicht aus dem Duplexgerät zu erhalten waren.

Signifikanzen konnten herausgearbeitet werden u.a. im oberflächlichen System in Bezug auf h und $\pi \cdot r^2 \cdot h$ zwischen van Bemmelen und Evers/Jeanneret, im tiefen System zwischen van Bemmelen und Evers/Jeanneret in Bezug auf die Größe h . Viele Signifikanzen konnten für die einzelnen Venensegmente unabhängig von der Messmethode nachgewiesen werden. Betrachtet man die einzelnen Venensegmente und oben genannte Größen, so werden Unterschiede und Trends bei der Vena saphena magna deutlich zwischen Evers und van Bemmelen bezüglich der Größe h sowie bei der Vena saphena magna distal zwischen van Bemmelen und Evers/Jeanneret.

In Bezug auf die Größen t in sec. und v in cm/sec. wird im Verlauf noch genauer eingegangen. Refluxerzeugung nach Van Bemmelen zeigt deutlich gegenüber den beiden anderen Methoden Signifikanzen auf, doch die Anzahl und Genauigkeit zur Aufdeckung des Refluxes ist mit der Methode nach Evers vergleichbar.

Neglen et al. (50) stützt die Aussage, dass die Refluxgeschwindigkeit eine optimale Methode zur Quantifizierung des retrograden Flusses mittels Duplexuntersuchung ist. Die ist jedoch zu unsicher und entspricht, wie vorher erörtert, nicht ganz der Wahrheit. Der Autor trifft die Aussage, dass die Refluxzeit (= reflux time) nicht mit der Schwere und dem Ausmaß des Refluxes korreliert (50).

Zwar kann man mit der Refluxzeit Reflux aufdecken, jedoch stellt sich hier wieder die Frage, wo man die Grenzen setzt.

Diese Studie unterstützt die Aussage von Neglen et al., dass Refluxvolumen ein guter Messparameter ist (50).

Es wurde TAV (= retrograde time average velocity in m/sec.) gemessen, was der Refluxdauer entspricht und deren Spitzengeschwindigkeit (PRV= peak reflux velocity, m/sec.).

Neglen berechnete seinen retrograden Durchschnittsvolumenfluss (so bezeichnet er ihn, Asbeutah bezeichnete ihn nur als Refluxfluss) (TAF = mL/min), in dem er die TAV und die Segmentregion multiplizierte, d.h. Refluxfluss= Spitzengeschwindigkeit (cm/sec.) × area (cm²) (50).

Die Zahl der Segmentregion errechnete er mit $A = \pi (d/s)^2$ und fügte hinzu, dass das transverse Lumen als fast zirkulär betrachtet werden kann und damit die venencrosssectionale Region auch kalkuliert werden kann, indem man den gemessenen Wert in die oben genannte Gleichung einsetzen kann (50). Diese von Neglen verwendete Formel hatte Asbeutah für seine Studie übernommen, um bessere Aussagen machen zu können (52), wobei dessen Variabilität geringer ist.

Man muss aber hierbei beachten, dass man bei kranken Venen den Venendurchmesser nur näherungsweise als zirkulär bezeichnen kann, da Thrombenablagerungen u.a. vorhanden sein können.

In dieser Arbeit wird versucht nach Laplace eine Aussage zu treffen über das Volumen, das pro Zeit während des Refluxes in der Vene fließt: Einschränkend muss man konstatieren, dass keine laminare Strömung in der Vene vorliegt, wie es Lurie eindrucksvoll beschrieb (6, 7) und Blut auch keine Newtonsche Flüssigkeit ist, welche für diese Gleichung eigentlich gefordert wird. Somit handelt es sich bei diesen Berechnungen nur um näherungsweise angenommene Flussvolumina. Das Betrachten des Blutvolumens ist jedoch wichtig, da z.B. bei einer insuffizienten Vena saphena magna ein zusätzliches Volumen von 170-500 ml entsteht, welches transportiert werden muss (69).

Das Laplace- Gesetz standardisiert, wie es idealisiert für das Herz und die Blutgefäße angenommen wird, die Längen-Spannungsbeziehung des Muskels auf Hohlorgane und stellt folgende Beziehung her:

$$K = P * r / 2 * d$$

- *K = Wandspannung*
- *P = transmuraler Druck*
- *r = Gefäßradius*
- *d = Wanddicke*

Dieser Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen ist sehr wichtig für das Verständnis vieler Regulationen und pathophysiologischer Veränderungen im Kreislaufsystem (64).

Neglen et al. (50) trafen die Aussage, dass Refluxzeit nicht der wichtigste Messparameter ist, sondern das Volumen und die Geschwindigkeit (50), da diese Parameter signifikant mit der Graduierung der Schwere des Refluxes korrelierten. Vorliegende klinische Studie unterstützt diese These von Neglen. Auch eine der neuesten Studien von Jeanneret versucht Aussagen über das zu durchfließende Volumen zu treffen mit Hilfe des "absoluten Wertes des verschobenen Volumens" (ADVOL) und des "Flussvolumens".

Auch trifft sie die Aussage, dass die beste Korrelation existiert zwischen der Spitzenrefluxgeschwindigkeit und den oben genannten Volumina und dass dieser Parameter ein besserer Messparameter ist als die alleinige Refluxzeit (77). Sie untersuchte zusätzlich den Venendurchmesser und fand absolute und relative Durchmesseränderungen in den proximalen oberflächlichen und tiefen Venen.

Für van Bemmelen, einer der Pioniere, wenn es um die Position des zu untersuchenden Probanden geht, ist die distale Wadenkompressionsmethode die einzig sichere Methode, welche Reproduktivität (vgl. dazu Jeanneret) und Quantität in Bezug auf die Dauer des venösen Refluxes verspricht (16).

Van Bemmelen ist ein Verfechter der pneumatischen Kompression (79). Ein gewisser Vorteil besteht darin, dass die Anwesenheit von einer ileofemorale Vene sich nicht störend auf die Ergebnisse bei dieser Art der Wadenkompression auswirkt (16). In seiner Studie (16), welche als eine der ersten die verschiedenen refluxerzeugenden Messmethoden verglich, untersuchte er das Valsalvamanöver, die manuelle Wadenkompression per Hand und die automatische Kompression und deren Messergebnisse. Hier wird die von Evers beschriebene Methode nicht berücksichtigt.

Das Ergebnis von van Bemmelen's Studie war, dass eine intakte inguinale Venenklappe nichts über die mehr distal gelegenen Segmente aussagen kann bei der Methode nach Jeanneret, was auch van Bemmelen beachtenswert hält (16). Wichtig sei für ihn, eine Methode zu finden, welche die physiologischen Konditionen imitieren würde. Vorliegende Studie kann nachweisen, daß die Methode von van Bemmelen sehr gut wiederholbar und standardisiert ist, wobei aber keine physiologischen Drücke erzeugt werden .

Mit der Evers Methode wird auch eine Muskelkompression distal des zu untersuchenden Segmentes wie beim Gehen nachempfunden. So wurde sein Problem mit der Kompression per Hand umgangen, indem eine Manschette benutzt wurde, welche immer wieder das gleiche Druckniveau aufbauen und dieses halten kann. Auch wird die ganze Wade gleichmäßig komprimiert.

Van Bemmelen traf bezüglich der Methode nach Jeanneret folgende Aussage, dass beim Valsalva - Manöver in stehender Position die Refluxdauer größer im Bereich der Vena femoralis (1.77 +/- 0.96 sec. vs 0.69 +/- 0.83 sec.) war im Vergleich zu seinen anderen verwendeten Messmethoden.

Unsere Studie kommt zu folgendem Schluss, dass die drei verwendeten Messmethoden zu einer unterschiedlichen Anzahl von Refluxaufdeckungen kommen. Als Beispiel sei an dieser Stelle die Vena femoralis communis erwähnt. Unser teilnehmender Proband 3 hatte sichtbare Varizen, befand sich im Stadium C4 rechts und hatte nach van Bemmelen in der VFC, VFS, VP, VSM distal Reflux. Nach Evers konnte nur ein Reflux in VFS, VP, VSM distal und nach Jeanneret nur ein Reflux in VP und VSM distal nachgewiesen werden. Hier ist kein Vergleich möglich. Bei Patient 6, welcher sich im Stadium C4 rechts befand, löste nur der Evers Test einen Reflux in der VFC aus, bei Patient 8 im Stadium C3 rechts und links C3 konnte Jeanneret links einen Reflux und rechts van Bemmelen einen nachweisen, jedoch nie beide gleichzeitig.

Für die VSM brachten unsere Messungen Signifikanzen mit einem p-value von 0,0167 zwischen Jeanneret und van Bemmelen in Bezug auf t , v , $h = v \cdot t$ hervor. Zwischen Evers und van Bemmelen kamen im gleichen Segment für v und $h = v \cdot t$ Signifikanzen mit einem p-value von 0,0167 auf. Als Beispiel sei hier genannt, dass bei Patient 1 v in cm/sec. für van Bemmelen bei 30 lag, für Evers und Jeanneret nur 11.

Auch Patient 4 wies an der rechten Extremität nach Evers ($t > 5$ sec., v 12 cm/sec.) und nach van Bemmelen ($t = 4,15$ sec. und v cm/sec. 80) einen Reflux für die VSM Mündung, nur nach Jeanneret nicht. Das gleiche zeigte sich für die distale VSM bei dem gleichen Patienten. Reflux war nachweisbar, wie man aus Tabelle 4 erkennen kann, vor allem bei den weiblichen Teilnehmern im Stadium C3 und C4, bei den Männern auch schon im Stadium C2 und dann vor allem C3.

Bei unseren Probanden hatten alle im fortgeschrittenen Stadium einen nachweisbaren Reflux.

Tabelle 22:

Durchschnittsgeschwindigkeit/ -zeit in VSM Mündung mit Reflux

	Evers	Van Bemmelen	Jeanneret
v in cm/sec.	11,9	52,0	46,57
t in sec.	4,83	3,95	3,0

Die Daten errechnen sich aus den erhobenen Messwerten für die VSM aller Patienten mit Reflux.

Hieraus erkennt man, dass bei der van Bemmelen Kompressionsmethode die höchsten Refluxgeschwindigkeiten erzielt werden konnten in Bezug auf die VSM. Für die Refluxzeit konnte Evers bezogen auf VSM das längste t aufweisen.

Dafür erhielt man für Jeanneret nur in 4 von 8 Versuchen einen Reflux gegenüber den beiden anderen bezogen auf die VSM. Diese Region eignet sich besonders gut für diese Diskussion, da hier ein Segment besprochen wird, das am häufigsten von Reflux betroffen ist.

Die Durchschnittswerte für Tabelle 23 errechneten sich genauso wie die für die Vena saphena magna und zeigen einen ähnlichen Trend an.

Tabelle 23:

Durchschnittsgeschwindigkeit/-zeit in Vena saphena magna distal mit Reflux

	Evers	Van Bemmelen	Jeanneret
v in cm/sec.	16,18	33,9	19,26
t in sec.	4,9	4,95	3,9

Hier wird auch wieder sichtbar, dass man mit der van Bemmelen Methode ein größeres v provozierte, im Gegensatz zu den anderen Methoden.

Diese Studie stimmt also mit Masuda et al. (39) überein, in der ein größeres v bei dem Kompressorversuch im Stehen erzeugt wird als mit den anderen verwendeten. Man erhält für die VSM distal auch einen deutlichen Unterschied zwischen Refluxerzeugung nach Evers und van Bemmelen.

Weingarten et al. (42) sagten in ihrer Studie aus, dass die Summe aller Refluxzeiten in allen Segmenten einer Extremität und dessen Mittel in Korrelation zu der Schwere der Erkrankung steht.

In einer früher veröffentlichten Studie wurde die Dauer der Refluxzeit mit der Schwere der Ulzeration in Verbindung gebracht (43). Dabei wurde ausgesagt, dass eine totale mittlere Refluxzeit einer Extremität (die Summe der Refluxzeit aller Segmente dieser Extremität) mit Ulzerationen eine höhere Geschwindigkeit erwarten lässt als ohne Ulzerationen (9.66 +/- 5.61 sec. vs. 7.44 +/- 5.09 sec.), wobei man zusätzlich noch zwischen oberflächlichem und tiefem Venensystem unterschied und man bestätigte die Aussage, dass Ulzerationen signifikant mit Reflux in multiplen Segmenten einhergehen (43).

Außerdem muss man bei dieser Aussage berücksichtigen, welches Provokationsmanöver verwendet wird, wie oben stehende Tabellen zeigen, da diese sich deutlich unterscheiden und somit eine hohe Geschwindigkeit und ein längeres t nicht unbedingt mit der Schwere der CVI korrelieren.

Jeanneret gibt eine genaue Beschreibung eines standardisierten Valsalvamanövers, welches nachempfunden wurde (18, 77), wobei sie in früheren Veröffentlichungen (24) den Probanden in 0,5 sec. den Druck aufbauen lässt, in den neuesten in nur 0,3 sec. Einige Autoren wandelten diesen standardisierten Versuch auch um und ließen ihre Probanden einen höheren oder niedrigeren Druck aufbauen (75), ohne oder mit Erklärung für diesen Umstand (78).

Sowohl ältere Patienten hatten in unserer Studie größere Probleme im Erreichen des Druckniveaus als auch Asthmatiker, wieder andere brachten das Druckniveau mit Hilfe der Bauchpresse hervor, andere nahmen ihre Backen zu Hilfe. Das standardisierte Valsalvamanöver ist deshalb trotz des Manometers und der vorgegebenen Versuchsanordnung schwierig durchzuführen.

Jeanneret spricht selbst Schwierigkeiten in Bezug auf das aufzubauende Druckniveau an (18, 77), geht dabei in einem neueren Artikel auch auf obstruktive Atemwegserkrankungen als Hindernis ein, erwähnt aber nicht das Alter der Patienten und die damit verbundene schlechte Compliance als mögliche Schwierigkeit.

Die Reproduktivität sichert sie an 5 Beinen bei gesunden Patienten (18).

Man muss Jeanneret beipflichten, dass die Reproduktivität bei gesunden, jungen Probanden kein Problem darstellt sowie auch die Durchführung ihrer Methode. Es kann jedoch erhebliche Schwierigkeiten in Bezug auf das aufzubauende Druckniveau bei Asthmatikern, Lungenkranken und multimorbiden Patienten geben. Orthostatische Probleme ergaben sich auch, so dass die Hilfeleistung in Form von Handgriffen an der Wand benötigt wurde.

Einige Probanden konzentrierten sich so sehr auf das Erreichen und Halten des Druckniveaus, dass das Entlasten des zu untersuchenden Beines vergessen wurde. Auch das Umschließen des Manometers mit dem Mund stellte bei einigen Patienten eine Schwierigkeit dar.

Insgesamt kann man sagen, dass ein standardisiertes Valsalvamanöver bei Gesunden, jedoch nicht bei älteren, multimorbiden oder an Lungenerkrankungen leidenden Probanden verwendet werden kann. An dieser Stelle muss aber erwähnt werden, dass eher ältere Patienten an Venenerkrankungen leiden als jüngere und deswegen häufiger untersucht werden müssen. Ein weiterer Nachteil dieser Methode ist, dass nur proximal insuffiziente Venenklappen gemessen werden können (14, 15, 16).

Deshalb werden in den Studien von Jeanneret meist nur proximale Areale untersucht (77).

Als positiv kann man aber erwähnen, dass die standardisierte Valsalvamethode sowohl im Stehen als auch im Liegen erfolgen kann (77), gegenüber der Methode von van Bemmelen, deren Durchführung nur im Stehen möglich ist.

Dieser genannte Vorteil der Valsalvamethode stellt aber keinen wirklichen Vorteil dar, da die Venenklappe vor allem im Stehen rein physiologisch arbeiten kann und somit Reflux im Stehen am besten aufgezeigt werden kann.

Mittels des Valsalva - Pressmanövers können also die Krosse der VSM, die VFC und die VFS getestet werden (15). Intakte iliofemorale Klappen können auch das Testergebnis verzerren (18, 16). Allerdings wurde auch in diesen Arbeiten nicht exakt auf das gemessene Klappenniveau eingegangen wird (18, 16).

Dies ist, im Hinblick auf die vorher erwähnte Biomechanik sehr wichtig, beeinflusst es doch die erhobenen Daten.

Auch vergleichen viele Autoren nie alle drei Refluxmanöver, sondern meistens zwei von den von uns verwendete Methoden, teilweise auch in weniger standardisierter Weise. Masuda et al. (39) verglichen in ihrer Studie Valsalvamanöver mit distaler Wadenkompression und kamen zu dem Schluss, dass Wadenkompression besser in stehender Position durchgeführt werden sollte als in liegender, was auch physiologischer ist. Außerdem wurden im Doppler exaktere Endpunkte für die Messebene gefunden (39). Im Gegensatz dazu konnte man leichter beim Valsalvamanöver in der Antitrendelenburg 15° Position zwischen gesunden und kranken Beinen unterscheiden.

Beide Methoden werden hier als gleich gut beschrieben, wobei man für die Vena poplitea bessere Ergebnisse bei der Wadenkompression erzielt. Es wurden aber hier wieder nur zwei unserer drei verwendeten Methoden miteinander verglichen (39).

Neglen et al. führte eine vergleichbare Studie durch, wobei das Valsalva - Manöver in der Antitrendelenburg 10° durchgeführt wurde und man der Kompressionsmethode mehr zuspricht (40). Eine weitere Studie darüber wurde über die Position des Probanden gemacht (41).

Yamaki et al. verglichen in ihrer Arbeit (31) manuelle Kompression der Wade mit der Methode nach van Bemmelen im oberflächlichen Venensystem, um herauszufinden, ob es Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Methoden gibt. Yamakis Arbeit wurde durchgeführt mit dem Anliegen, dass es bisher zu wenig Vergleichsstudien zu diesem Thema gibt.

Betreffend der Bland-Altman plot Analyse wurde eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen beider Testverfahren zwischen den beiden Testgruppen gefunden.

Wie in dieser Arbeit auch beschrieben, liegt die Schwierigkeit der manuellen Kompression darin, dass einige Probanden einen großen Wadenumfang haben, so dass man Probleme mit der standardisierten Festlegung der Manschettenbreite hatte.

Hier wurde die Aussage getroffen, dass man mit der manuellen Methode nicht standardisiert arbeiten kann, da es keine Standardmethode gibt, welche die maximalen Kompressionsdrücke und Dauer zur Erzeugung des Refluxes vorgibt.

Darüber hinaus ist es aber einfacher, die automatische Kompression zu standardisieren (31), da man ein Gerät hat, das in einer vorgegebenen Zeit einen bestimmten Druck aufbaut, während bei manueller Kompression Schwankungen auftreten können, welche die Geschwindigkeit betreffen können, in der man das Druckniveau aufbaut.

Yamaki et al. (31) kamen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass manuelle Kompression versus automatischer Manschettenkompression höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten produziert als sie mit dem Kompressor zu erreichen wären.

Unsere Studie kam zu einem konträren Ergebnis, stimmt aber in dem Punkt überein, dass sich beide Methoden nicht sonderlich in der Refluxzeit unterscheiden.

Zusammengefasst kam Yamaki zu demselben Schluss wie diese Studie, dass Diskrepanzen zwischen den verwendeten Methoden bestehen.

Evers selbst veröffentlichte (12) eine Arbeit, in der er Valsalva, manuelle Kompression und Manschettenkompression miteinander verglich. Dabei erwähnt er nicht, ob er den standardisierten Valsalva oder jenen mit gewöhnlicher Bauchpresse verwendet.

Tabelle 24: Evers Ergebnisse mit 3 Probandengruppen

(Mittelwerte mit Standardabweichung der Refluxspitzengeschwindigkeit, gemessen unter Refluxprovokation mittels Manschettentest, manueller Wadenkompression und Valsalvamanöver. Unterteilung in verschiedene Refluxgrade. V= Variationsquotient Refluxgrad und Refluxspitzengeschwindigkeit cm/sec.) (12)

	1.		2.		3.	
Test	X +/- S	V	X +/- S	V	X +/- S	V
Manschette	5,6 +/- 1,2	0,21	17,5 +/- 4,2	0,24	39,4 +/- 9,8	0,24
Manuell	3,3 +/- 1,8	0,54	19,2 +/- 5,8	0,30	47,6 +/- -	0,21
					10,4	
Valsalva	3,8 +/- 3,0	0,80	17,3 +/- 5,4	0,31	46,4 +/- -	0,24
					10,9	

Er unterteilte seine Gruppen auch in Refluxgrade. Der erste Grad entsprach einer maximalen Refluxgeschwindigkeit von unter 10 cm/sec., mittelgradig zwischen 10 - 30 cm/sec. und hochgradig über 30 cm/sec. .Alle Patienten mit Reflux hatten eine Refluxzeit von mehr als 2 sec. .

In unserer Studie waren die Geschwindigkeiten mit der Manschette meist deutlich höher und man kann der Studie von Evers zustimmen, dass diese Methode mehr Reflux aufdeckt als die Valsalvamethode, jedoch diese bei Evers ein höheres v erzeugte (12).

Die Manschettenmethode ist leichter reproduzierbar und zu standardisieren.

Neuere Studien besagen, dass Reflux an einer Stelle oder mehreren auftreten und dann in einem antegraden oder retrograden Fluss oder in beiden Flüssen enden kann (54).

Trends in dieser Studie und Signifikanzen lassen sich aus dem Ergebnisteil übernehmen. Im oberflächlichen System der Vena saphena magna lassen sich u.a. Unterschiede in t zwischen Jeanneret und van Bemmelen/Evers erkennen, im tiefen nur zwischen Jeanneret und van Bemmelen. V in cm/sec. ergab im oberflächlichen System, in der Vena saphena magna und in der Vena saphena magna distal Signifikanzen, wie erwartet und schon erwähnt zwischen van Bemmelen und Evers/Jeanneret.

Dabei sei hier wieder darauf verwiesen, dass das zu durchfließende Volumen und nicht die Geschwindigkeit von Interesse ist. Betrachtet man diese Signifikanzen, erkennt man, dass Jeanneret mit den beiden anderen Methoden deutlich mehrere Unterschiede aufweist. Und das ist genau die Aussage, welche diese Studie trifft: für den Kliniker ist die Evers Methode eine gute Alternative zu der von van Bemmelen, die weniger aufwändig und zudem wesentlich kostengünstiger ist.

Man kann sie durchführen mit einer Blutdruckmanschette, wie sie in jeder Klinik zu finden ist. Es gibt keine hohen Anschaffungskosten, die Patienten sind mit diesem medizinischen Instrument vertraut und für multimorbide Patienten ist sie auch sehr gut geeignet. Man erzielt mit der Methode nach Evers außerdem gute bis sehr gute Ergebnisse. Nach Betrachtung aller erhobenen Daten und im Vergleich mit anderen Studien kommt diese Studie zu dem Schluss, dass die Methode nach Evers zu favorisieren ist im klinischen Alltag wegen der wenigen Nachteile und guten Ergebnisse verglichen mit den beiden anderen Methoden.

Man erkennt, dass es viele verschiedene Methoden zur Refluxerzeugung und -messung gibt. Dabei herrscht aber noch Unklarheit darüber, welche davon als Standard betrachtet werden kann und welche nicht.

Einbeziehen muss man dabei natürlich auch noch alle anderen Messparameter.

Neuere Studien von Jeanneret, van Bemmelen u.a. setzen sich zusätzlich noch mit den Zusammenhänge auf molekularer Ebene auseinander (37, 80, 68).

Anliegen dieser Studie ist es zu zeigen, dass die Interpretation der einzelnen Methoden wichtig ist. Wie auch schon bei Rodriguez et al. (71) erwähnt, gilt es einen standardisierten physiologischen Test zu finden, welcher sensitive und qualitative reproduzierbare Ergebnisse liefert.

6 Zusammenfassung

Für unsere Studie wurden 29 Extremitäten mit 174 Venensegmenten untersucht, davon waren 15 gesund und bei 14 wurde mindestens das Stadium C2 festgestellt.

Mit den 3 gängigsten Methoden wurde Reflux provoziert: nach Evers mit manueller Kompression per Blutdruckmanschette, nach van Bemmelen mit einem automatischen Wadenkompressionsgerät und die Methodik nach Jeanneret mit einem geeichten Manometer.

Mit Hilfe des post Anova hoc Testes und dem Bonferroni/Dunn Korrekturfaktor, der das Signifikanzniveau korrigiert unter der Berücksichtigung, dass man multiple Vergleiche (Global Level) durchführte, wurden die Signifikanzen in den jeweilig zu vergleichenden Venensegmenten herausgearbeitet.

Die zu messenden Venensegmente waren das tiefe sowie das oberflächliche Venensegment. Dabei wurde die Refluxgeschwindigkeit, die Refluxdauer, der Venendurchmesser und die Schallbarkeit dokumentiert.

Auffällig war vor allem, dass die Vena saphena magna und Vena saphena magna distal am Oberschenkel häufig vom Reflux betroffen waren, gefolgt von der Vena poplitea. Reflux im tiefen Venensystem kam nur in Verbindung mit einer insuffizienten Vena saphena magna vor, während oberflächlicher Reflux isoliert häufig auftrat.

Signifikanzen wurden festgestellt zwischen Evers und van Bemmelen besonders in der Refluxgeschwindigkeit, weniger in der Zeit und zwischen der Methode nach van Bemmelen und nach Jeanneret.

In 36 Venensegmenten wurde Reflux festgestellt, in 12 zeigten alle drei Methoden einen, in 17 stimmten Evers und van Bemmelen überein, in 6 zeigte nur Jeanneret einen, in 2 nur van Bemmelen und in einem Fall nur Evers.

Jeanneret deckte deutlich weniger Reflux auf als die beiden anderen Provokationsmanöver, jedoch besteht auch zwischen van Bemmelen und Evers ein deutlich signifikanter Unterschied, vor allem in der erzeugten Refluxgeschwindigkeit.

Da es für den Kliniker aber wichtiger ist zu wissen, ob Reflux vorhanden ist oder nicht, dessen Lokalisation und Folgen, sind Refluxgeschwindigkeiten eher von untergeordneter Bedeutung im klinischen Alltag.

Zusammenfassend hat diese klinische Studie große Unterschiede in der Methodik und den Ergebnissen der unterschiedlichen Manöver der Refluxerzeugung aufgezeigt.

Es muss für die Zukunft ein standardisiertes, einheitliches Messsystem festgelegt werden, das dann auch Vergleiche erlaubt. In dieser Studie war die Methode nach Evers die kostengünstigste, angenehmste und im Vergleich auch die zuverlässigste Provokationsmethode zur Aufdeckung des Refluxes. Im Vergleich zu van Bemmelen kommen Evers und die Messmethode nach van Bemmelen oft zu dem gleichem Ergebnis, und diese Studie kommt zu der Aussage, dass Evers für den klinischen Alltag die zu favorisierende Methode zur Aufdeckung des Refluxes ist, und van Bemmelen für Studienzwecke eine gute Alternative darstellt.

Weitere interessante Fragen stellten sich während der Durchführung der Testreihen. So zum Beispiel die Frage nach dem Zusammenhang des Refluxflussvolumens und der Ausprägung der CVI, wie sie schon zu klären versucht wurde bei der Studie von Vasdekis et al. (17), sowie auch die Frage, wo man nun endgültige Grenzen setzt bei den erhobenen Messparametern. Dies bietet für zukünftige Studien interessante Themenstellungen und wäre für die Gefäßchirurgie eine weitere große Hilfe.

7. Literaturangaben

1. *T. Noppeney, HH. Eckstein, H. Niedermeier, T. Umscheid, H. Weber.* Ergebnisse des Qualitätssicherungsprojektes Varizenchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie. *Gefäßchirurgie* 2005; 10: 121-128. Springer Verlag. Online publiziert: 10. 3. 05.
2. *RJ. Min, NM. Khilnani, P. Golia.* Duplex ultrasound of lower extremity venous insufficiency. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 2003: 1233- 1241.
3. *W. Hach.* Was ist CHIVA? *Gefäßchirurgie* 2002; 7: 244-255.
4. *AN. Nicolaidis et al.* Investigation of chronic venous insufficiency. *Circulation* 2000 November 14.
5. *PS. van Bemmelen, K. Beach, G. Bedford, DE. Strandness Jr.* The mechanism of venous closure: Its relationship and the velocity of reverse flow. *Arch Surgery* 1990; 125: 617-619
6. *F. Lurie, RL. Kistner, B. Eklof, D. Kessler.* Mechanism of venous valve closure and role of the valve in circulation: A new concept. *Journal of Vascular Surgery* 2003; 38 Nr.5: 955-961.
7. *F. Lurie, RL. Kistner, B. Eklof.* The mechanism of venous closure in normal physiologic conditions. *Journal of Vascular Surgery* April 2002; 35 Nr.4: 713- 717.
8. *Seminararbeit bei Ao Uni. Prof. H. Grössing.* Entstehung des Blutkreislaufes. 704924 Seminar für neuere Geschichte: Wissenschaft, Weltbild und Gesellschaft im 15. und 16. Jahrhundert . SoSe 2000. Quelle zu finden unter hausarbeiten.de/faecher/vorschau/101302.html
9. *W. Hach.* Festvortrag: Wege ohne Ausweg - über die chirurgische Therapie des Ulcus cruris venosum vor unserer Zeit. Quelle zu finden unter http://www.venenzentrum.org/Venenchirurgiemenu_420.html?detzeigen=ja&info=9
10. *CF. Evans, FG. Fowkes, CV. Ruckley, AJ. Lee.* Prevalence of varicose veins and chronic venous insufficiency in men and women in the general population: Edinburgh Vein Study. *Journal of Epidemiol. Community Health* 1999; 53: 149-153.

11. *HP. Carpentier, HR. Maricq, C. Biro, CO. Ponçot-Makinen, A. Franco.* Prevalence, risk factors and clinical patterns of chronic venous disorders of lower limbs: A Population - based study in France. *Journal of Vascular Surgery* 2004; 40 Nr.4: 650-659.
12. *EJ. Evers, Th. Wuppermann.* Die Charaktersisierung des postthrombotischen Refluxes mittels farbcodierter Duplexsonographie. *VASA* 1997; 26: 190-192.
13. *EJ. Evers, Th. Wuppermann.* Ultraschalldiagnostik beim postthrombotischen Syndrom. *Ultraschalldiagnostik in Med.* 1995 ;16: 259-263. Georg Thieme Verlag
14. *PS. van Bemmelen, MA. Mattos, KJ. Hodgson, LD. Barkmeier, DE. Ramsey, WE. Faught, DS. Summer.* Does air plethysmography correlate with duplex scanning in patients with chronic venous insufficiency? *Journal of Vascular Surgery* 1993; 18 Nr. 5: 796- 807.
15. *Ch. Jeanneret.* Varikose, venöser Reflux und Valsalva. *Schweizer Med Forum* 10. Juli 2002 Nr. 28: 679-685.
16. *PS. van Bemmelen, G. Bedford, K. Beach, D.E. Strandness.* Quantitative segmental Evaluation of venous valvular reflux with duplex ultrasound scanning. *Journal of Vascular Surgery* 1989; 10 Nr.4: 425-431.
17. *SN. Vasdekis, GH. Clarke, AN. Nicolaides.* Quantification of venous reflux by means of duplex scanning. *Journal of Vascular Surgery* 1989; 10: 670-677.
18. *Ch. Jeanneret, M. Aschwanden, A. Bollinger, U. Hoffmann, K. Jäger.* Physiological reflux and venous diameter change in the proximal lower limb veins during a standardised Valsalva maneuver. *European Journal of Vascular Endovascular Surgery* 1999; 17: 398-403.
19. *DE. Strandness, Jr.* Duplex scanning in vascular disorders. Third Edition 2002 by Lippincott Williams & Wilkins. Richard Manzo. Duplex Evaluation of chronic venous disease. 369-378.
20. *A. Fronek, JO. Denenberg, MH.Criqui, RD.Langer.* Quantified duplex augmentation in healthy subjects and patients with venous disease: San Diego Population study. *Journal of Vascular Surgery* 2003; 37 Nr.5: 1054-1057.

21. *V. Ruckley, Ch. Evans, PL. Allan, AJ. Lee, FGR. Fowkes.* Chronic venous insufficiency: Clinical and duplex correlations. The Edinburgh Vein Study of venous disorders in the general population. *Journal of Vascular Surgery* 2002; 36 Nr.4: 520-525.
22. *A. Bradbury, ChJ. Evans, P. Allan, AJ.Lee, CV. Ruckley, FGR. Fowkes.* The relationship between lower limb symptoms and superficial and deep venous reflux on duplex ultrasonography: The Edinburgh Vein Study. *Journal of Vascular Surgery* 2000; 32 Nr. 5: 921-930.
23. *Roche Lexikon Medizin* (5. Auflage): Valsalva Manöver; www.tk-online.de
24. *Ch. Jeanneret, S. Lack, M. Aschwanden, KA. Jäger.* Intraindividuelle Variabilität des mit standardisierten Valsalva Manöver erzeugten venösen Refluxes bei Venengesunden. *VASA* 1999; 28: 223-238.
25. *E. Evers, Th .Wuppermann.* Effect of different compression therapies on the reflux in deep veins with a post-thrombotic Syndrome. *VASA* 1999; 28: 19-23.
26. *HJ. Welch, CM. Young, AB. Semegran, MD. Iafrati, WC. Mackey, Th. F. O'Donnell.* Duplex assessment of venous reflux and chronic venous insufficiency: The significance of deep venous reflux. *Journal of Vascular Surgery* 1996 24 Nr.5: 755-762.
27. *N. Labropoulos, P. Landon, T. Jay.* The Impact of duplex scanning in Phlebology. *Dermato. Surgery* 2002; 28: 1-5.
28. www.reiter1.com/Glossar/Post-Hoc-Test.htm
29. *A. Puggioni, M Kalra, M. Carmo, G. Moses, P. Gloviczki.* Endovenous laser therapy and radiofrequency ablation of the great saphenous vein: Analysis of early efficacy and complications. *Journal of Vascular Surgery* 2005 42 Nr.5: 488 -491;
30. *A. Hingorani, E. Ascher, N. Markevich, RW. Schutzer, S. Kallkurie, A. Hou, S. Nahata, W. Yorkovich, T. Jacob.* Deep venous thrombosis after radiofrequency ablation of greater saphenous vein: A word of caution. *Journal of Vascular Surgery* 2004; 40 Nr.5: 500-504.

31. *T. Yamaki, M Nozaki, H Sakurai, M. Takeuchi, K. Soejima, T. Kono.* Comparison of manual compression release with distal pneumatic cuff maneuver in the ultrasound Evaluation of superficial venous insufficiency. *European Journal of Vascular Endovascular Surgery* 2006; 32: 462-467.
32. *G. Szendro, AN. Nicolaidis, AJ. Zukowski.* Duplex scanning in the assessment of deep venous incompetence. *Journal of Vascular Surgery* 1986; 4: 237-242.
33. *CT. Araki, TL. Back, FT. Padberg.* Refinement in the ultrasonic detection of popliteal vein reflux. *Journal of Vascular Surgery* 1993; 18 :742-748.
34. *TF. O`Donnell Jr, KG. Burnand, G. Clemenson, ML. Thomas, NL. Browse.* Doppler examination vs. clinical and phlebologic detection of the location of incompetent perforating veins. *Arch Surgery* 1977; 112: 31-35.
35. *N. Labropoulos, K. Tassiopoulos, SS. Kang, M. Ashraf Mansour, FN. Littooy, WH. Baker.* Prevalence of deep venous reflux in patients with primary superficial vein incompetence. *Journal of Vascular Surgery* 2000; 32 Nr.4: 663-668.
36. *HJ. Welch, CM. Young, AB. Semergan, MD. Iafrati, WC. Mackey, TF. O`Donnell Jr.* Duplex assessment of venous reflux and chronic venous insufficiency: The significance of deep venous reflux. *Journal of Vascular Surgery* 1996; 24 Nr.5: 755-762.
37. *Ch. Jeanneret, M. Aschwanden, A. Gehrig, KA. Jager.* Venous cross-sectional area: measured or calculated? *Ultraschall Med* 2000; 21 (1): 16-19.
38. *Ch. Jeanneret, T. Baldi, S. Hailerman, C. Koella, J. Gewaltig, BC. Biedermann.* Selective loss of extracellular Matrix Proteins is linked to biophysical properties of varicose veins assessed by ultrasonography. *Br Journal of Surgery* 2007;
39. *EM. Masuda, RL. Kistner, B. Eklof.* Prospective study of duplex scanning for venous reflux: Comparison of Valsalva and pneumatic cuff techniques in the reverse Trendelenburg and standing position. *Journal of Vascular Surgery* 1994; 20 Nr.5: 711-720.

40. *P. Neglen, S. Raju.* A comparison between descending phlebography and duplex doppler investigation in the evaluation of reflux in chronic venous insufficiency: a challenge to phlebography as the “gold standard”. *Journal of Vascular Surgery* 1988; 8: 172-181.
41. *Foldes, Blackburn, J. Hogan et al.* Standing vs. supine positioning in venous valve reflux Evaluation. *Journal of Vascular Tech* 1991; 15: 321-324.
42. *MS. Weingarten, M. Czeredarczuk, S. Scovell, ChC Branäs, GM. Mignogna, ChC. Wolfert Jr.* A Korrelation of air plethysmography and chlor- flow-assisted duplex scanning in the Quantification of chronic venous insufficiency. *Journal of Vascular Surgery* 1996; 24 Nr.5: 750-754.
43. *MS. Weingarten, ChC Branäs, M. Czeredarczuk, JD. Schmidt, ChC. Wolfert Jr.* Distribution and quantification of venous reflux in loser extremity chronic venous stasis disease with duplex scanning. *Journal of Vascular Surgery* 1993;18 Nr.5:753-759.
44. *RA. Bays, DA.Healy, RG. Atnip, M. Neumeyr, BL. Thiele.* Validation of air plethysmography, photoplethysmography, and duplex ultrasonography in the evaluation of severe venous stasis. *Journal of Vascular Surgery* 1994; 20 Nr.5: 721-727.
45. *F. Lurie, DJ. Awaya, RL. Kistner, B. Eklof.* Hemodynamic effect of intermittent pneumatic compression and the position of the body. *Journal of Vascular Surgery* 2003; 37 Nr.1: 137-142.
46. *GL. Moneta, G. Bedford, K. Beach, DE. Strandness.* Duplex ultrasound assessment of venous diameters, peak velocities and flow patterns. *Journal of Vascular Surgery* 1988;8:286-291.
47. *JC. Lin, MD. Iafrati, TF. O'Donnell, JM. Estes, WC. Mackey.* Correlation of duplex ultrasound scanning-derived valve closure time and clinical classification in patients with small saphenous vein reflux: Is lesser saphenous vein truly lesser? *Journal of Vascular Surgery* 2004; 39 Nr.5: 1053-1058.

48. *N. Labropoulos, E. Touloupakis, AD. Giannoukas, M. Leon, A. Tatsamouris, AN. Nicolaides.* Recurrent varicose veins: Investigation of the pattern and extent of reflux with color flow duplex scanning. *Journal of Vascular Surgery* 1996; 119 Nr.4: 406-409.
49. *N. Labropoulos, AK. Tassiopoulos SS. Kang, MA. Mansour, FN. Littooy, WH. Baker.* Prevalence of deep venous reflux in patients with primary superficial vein incompetence. *Journal of Vascular Surgery* 2000; 32 Nr.4: 663-668.
50. *P. Neglen, JF. Egger, J. Olivier, S. Raju.* Hemodynamic and clinical impact of ultrasoundderived venous reflux parameters. *Journal of Vascular Surgery* 2004; 40 Nr.2: 303-310.
51. *F. Lurie, T.Ogawa, RL. Kistner, B. Eklof.* Changes in venous lumen size and shape do not affect the accuracy of volume flow measurements in healthy volunteers and patients with primary chronic venous insufficiency. *Journal of Vascular Surgery* 2002; 35: 522-526.
52. *AM. Asbeutah, AZ. Riha, JD. Cameron, BP. McGrath.* Reproducibility of duplex ultrasonography and air plethysmography used for the evaluation of chronic venous insufficiency. *Journal ultrasound Med* 2005; 24: 475-482.
53. *N. Labropoulos, J. Patel, EJ. Tiongson, L. Pryopr, RL. Leon, Jr. and AK. Tassiopoulos.* Patterns of venous reflux and obstruction in patients with skin damage due to chronic venous disease. *Vascular and Endovascular Surgery*, Vol. 41, No. 1, Feb/March 2007: 33-40.
54. *N. Labropoulos, L. Leon, Sung Kwon, A. Tassiopoulos, JA. Gonzalez-Fajardo, SS. Kang, MA. Mansour, FN. Littooy.* Study of venous reflux. *Journal of Vascular Surgery* 2005; 41 Nr 2: 291-295.
55. *M. Stücker, St. Reich, B. Robak-Pawlczyk, C. Moll, T. Rudolph, PJ. Altmeyer, NG. Weindorf, H. Hirche, Th. Gambichler, U. Schultz-Ehrenburg.* Changes in venous refilling time from childhood to adulthood in subjects with apparently normal veins. *Journal of Vascular Surgery* 2005; 41 Nr.2: 296-302.

56. *PS. van Bemmelen, B. van Ramshorst, BC. Eikelboom.* Photoplethysmography reexamined: Lack of correlation with duplex scanning. *Journal of Vascular Surgery* 1992; 112 Nr.3: 544-548.
57. *KA. Myers, RW. Ziegenbein, Ge Hua Zeng, PG. Mattheus.* Duplex ultrasonography scanning for chronic venous disease: Patterns of venous reflux. *Journal of Vascular Surgery* 1995; 21 Nr.4: 605-612.
58. *JM. Porter, GL. Moneta.* Reporting standards in venous disease: An update. *Journal of Vascular Surgery* 1995; 21 Nr.4: 635-645.
59. *N. Labropoulos, K. Delis, N. Nicolaides, M. Leon, G. Ramaswani, N. Volteas.* The role of the distribution and anatomic extent of the reflux in the development of signs and symptoms in chronic venous insufficiency. *Journal of Vascular Surgery* 1996; 23 Nr.3: 504-510
60. *CG. Schmedt, S. Sroka, S. Steckmeier, O. Meissner, G. Babayka, K. Hunger, V. Ruppert, M. Sadeghi-Azandaryani, B. Steckmeier.* Investigation on Radiofrequency and Laser (980nm): Effects after endoluminal treatment of saphenous vein insufficiency in an ex vivo model. *European Journal of Vascular Surgery* 2006; 32: 318-325.
61. *C. Recek.* *Phlebologie* 5/ 2001:108-114.
62. *KJ. Moll, M. Moll.* *Kurzlehrbuch Anatomie* 16. Auflage Urban & Fischer 2000:118.
63. *C. Hick, A. Hick.* *Kurzlehrbuch Physiologie* 3. Auflage Urban & Fischer 2000:102-103.
64. Quelle zu finden unter www.flexicon.doccheck.com
65. *Y. Qui, RC. Quijano, SK Wang, NH Hwang.* Fluid dynamics of venous valve closure. *ANN Biomed Eng.* 1995 Nov- Dec; 23 (6): 750-759;
66. *ES. Debus,* Kommentar zur Leitlinie des Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) Nr.26); *Gefäßchirurgie* 4 2003: 295-303.
67. *E. Mendoza, Caggiati.* Anatomie im Dienste der Ultraschall Diagnostik und der Therapie der Varikose; *Gefäßchirurgie* 8 2003: 295-303.

68. *SJ. Hollingsworth, CB. Tang, M. Dialynas, SG. Barker.* Varicose Veins: Loss of release of vascular endothelial growth factor and reduced plasma nitric oxide. *European Journal Vascular Endovascular Surgery* December 2001; 22 (6):551-556.
69. *W. Hach, V. Hach-Wunderle, F. Prëve.* Sekundäre Leitveneninsuffizienz; *Gefäßchirurgie* 7 2002: 171-179.
70. *T. Noppeney, H. Nüllen.* Die Rezidivvarikose- Was ist das? *Gefäßchirurgie* 10 2005: 424-427.
71. *AA. Rodriguez, CM. Whitehead, RL. Mc Laughlin, SE Umphrey, HJ. Welch; TF. O'Donnell.* Duplex-derived valve closure times fail to correlate with reflux flow volumes in patients with chronic venous insufficiency? *Journal of Vascular Surgery* 1996; 23: 606-610.
72. *PW. Stuart, AL. Lee, PL. Allan, CV. Ruckley, AW. Bradbury.* Most incompetent calf perforating veins are found in association with superficial venous reflux; *Journal of Vascular Surgery* 2001; 34 Nr.5: 774-778.
73. *RK. Eifell, HY. Ashour; TA. Lees;* Comparison of new continuous measurements of ambulatory venous pressure with conventional tiptoe exercise ambulatory AVP in relation to the CEAP clinical classification of chronic venous disease; *Journal of Vascular Surgery* 2006; 44 Nr. 4: 794-802
74. *JH. Haenen, CH. Janssen, H. van Langen, WNJC. van Asten, H. Wollersheim; MJF. Heystraten; SH. Skotnicki; T. Thien;* Duplex ultrasound in the hemodynamic evaluation of the late sequelae of deep venous thrombosis; *Journal of Vascular Surgery* 1998; 27 Nr.3: 472-478.
75. *A. Fronck, MH. Criqui, J. Deneberg, RD. Langer.* Common femoral vein dimensions and hemodynamics including valsalva response as a function of sex, age, and ethnicity in a population study; *Journal of Vascular Surgery* 2001; 33 Nr.5: 1050-1056.
76. *W. Hach, V. Hach-Wunderle.* Die Chirurgie der insuffizienten Perforansvenen im Wandel der Zeit; *Gefäßchirurgie* 10 2005: 129-138.

77. *C. Jeanneret, KA Jäger, CE. Zaugg, U. Hoffmann.* Venous reflux and venous distensibility in varicose and healthy veins. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2007; 34: 236- 242.
78. *P. Zamboni, F. Portaluppi, MG. Matcellino, R. Manfredini, L. Pisano, A. Liboni.* Ultrasonographic assessment of ambulatory venous pressure in superficial venous incompetence *Journal of Vascular Surgery* 1997; 26: 796-802.
79. *PS. van Bemmelen, P. Kelly, J. Blebea.* Improvement in the visualization of the superficial arm veins being evaluated for access and bypass. *Journal of Vascular Surgery* 2005; 42 Nr.5: 957-962.
80. *PS van Bemmelen, D. Char, F. Giron, JJ. Ricotta, S. Brook.* Angiographic improvement after rapid intermittent compression treatment for small vessel obstruction. *Annals of Vascular Surgery* 2003; 17 Nr. 2: 224-228.
81. *DL. Monahan.* Can phlebectomy be deferred in the treatment of varicose veins? *Journal of Vascular Surgery* 2005; 42 Nr. 6: 1145-1149.
82. *F. Lurie, D. Creton, B. Eklof, LS. Kabnick, RL. Kistner, O. Pichot.* Prospective randomized study of endovenous radiofrequency obliteration (closure procedure) versus ligation and stripping in unselected patient population. *Journal of Vascular Surgery* 2003; 38: 207-214.
83. *Erich Minar.* Varikose und chronisch venöse Insuffizienz. unter akh-consilium.at.
84. www.wikipedia.org/wiki/Chronisch_ven%C3%B6se_Insuffizienz.de
85. Quelle zu finden unter www.nnd.com/people/017/000100714/fabricius-1.jpg
86. *Jeanneret Ch., Labs KH, Aschwanden M., Gehring A., Jäger K.* Messung des venösen Refluxes und der Venendurchmesseränderung während eines standardisierten Valsalva- Manövers bei Patienten mit Varikose im Stehen und im Liegen. *Ultraschall in der Medizin, in press Suppl; 1998.*
87. Quelle zu finden unter www.angiologie-giessen.de

8 Anhang

8.1 Klassifikation nach CEAP

Tabelle 25:

CEAP Classification (C)

0	No visible or palpable signs of venous disease
1	Teleangiectases or reticular veins
2	Varicose veins
3	Varicose veins with oedema
4	Skin changes described to venous disease (eg. pigmentation, venous eczema, lipodermatosclerosis)
5	Skin changes as defined here with healed ulceration

CEAP Classification (E)

Congenital	Ec
Primary	Ep: with undetermined cause
Secondary	Es: with unknown cause (postthrombotic, posttraumatic, other)

CEAP Anatomic Classification (A)

Segment No.	Superficial veins (As)
1	Teleangiectasis/reticular veins Greater (long) saphenous
2	Above knee
3	below knee
4	lesser (short) saphenous
5	Nonsaphenous
6	Deep veins (Ad) Inferior vena cava Iliac
7	Common
8	Internal
9	External
10	Pelvic-gonadal, broad ligament, other femoral
11	Common
12	Deep
13	Superficial
14	Popliteal
15	Crural-anterior tibial, posterior tibial, peroneal (all paired)
16	Muscular-gastrocnemial, soleal, other perforating veins (Ap)
17	Thigh
18	Calf

CEAP Classification Pathophysiological Classification (P)

Reflux Pr
Obstruction Po
Reflux and obstruction Pr,o

CEAP clinical score (C)

Pain 0, none; 1, moderate, not requiring analgetics; 2, severe, requiring analgetics
Edema 0, none; 1, mild/ moderate; 2, severe
Venous claudication 0, none;1, mild/ moderate; 2, severe
Pigmentation 0, none, 1 localized; 2 extensive
Lipdermatosclerosis 0, none; 1, localized; 2, extensive
Ulcer-size (largest ulcer) 0, none; 1, <2 cm diameter;2, >2 cm diameter
Ulcer duration 0, none; 1, <3 mo; 2, >3mo
Ulcer recurrence 0, none; 1, once; 2, more than one
Ulver number 0, one; 1, single; 2, multiple

CEAP

Disability Score

0 Asymptomatic
1 Symptomatic can function without support device
2 Can work 8 h only with support device
3 Unable to work even with support device

8.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Tabelle 26:

Ausschlusskriterien	Einschlusskriterien
Unfähigkeit des Patienten, länger als 30 Minuten zu stehen	Alter über 18 Jahre
Adipositas (siehe BMI)	Chronisch venöse Insuffizienz ab Stadium CEAP 2
Autoimmun-erkrankungen	Gesunde Probanden sollten sich im CEAP Stadium C0/C1 befinden
Schwere Herzinsuffizienz	
Diabetes Mellitus	
Niereninsuffizienz	
Defekte Wadenpumpe (Gelenkversteifungen, muskuläre Ursache etc.)	

8.3 Anamnesebogen der Probanden

Dokumentation Venenstudie

Eigenanamnese:

Name: _____ Alter: _____

Geschlecht: _____ Körpergewicht: _____ BMI: _____

Adipositas: _____ Körpergröße: _____ Nikotin: _____

Thrombose(ja/nein, wo): _____

Beruf (stehende, sitzende Tätigkeit): _____

Sport (Bewegung, körperl. Aktivität): _____

Medikamente: _____

Nur Frauen betreffend:

Schwangerschaft: _____ Antikonzeptiva: _____

Hormoneller Status: _____

Probleme:

Gehäuftes Auftreten von Problemen in der Familie: _____

Probleme im Bereich des Venensystems: _____

Wenn ja:

Schmerzen: gemäßigt _____ schwer _____

Wo und wann treten sie gehäuft auf: _____

Schwellung: leicht _____ mittel _____ schwer _____

Wo und zu welcher Tageszeit: _____

Gefühl der schweren Beine: trifft nicht zu _____ mittel _____ schwer _____

Wann _____

Lipodermatosclerosis: keine _____ lokalisierbar _____ massiv
ausbreitet _____

Venous claudication: keine _____ mild/gemäßigt _____ schwer _____

Pigmentation: keine _____ lokalisierbar _____ ausgebreitet _____

Eigeneinschätzung: Wieviel Belastbarkeit traue ich mir zu bzw. wie lange kann ich stehen?

Vorangegangene Operationen (wann/was) _____

Trauma mit Immobilisation _____

Beginn Varikosis _____

Kompressionbehandlung bisher: _____

Stützstrümpfe (ja/nein), wie lang, wie konsequent) _____

Sonstige Behandlung (en) _____

8.4 Patienteneinverständniserklärung

Patienteneinverständniserklärung

Duplexsonographischer Vergleich verschiedener Messmethoden in Bezug auf venösen Reflux

Patient: _____ Geburtsdatum: _____

Datum des Aufklärungsgespräches: _____

Name des Gesprächsführers: _____

Unterschrift Patient: _____ Unterschrift

Gesprächsführer: _____

Ich bin über die Art, die Durchführung, das Ziel dieser klinischen Studie aufgeklärt worden, habe diese Informationen verstanden und hatte genügend Zeit für meine Entscheidung.

Ich wurde darüber informiert, dass im Rahmen dieser Studie die Ergebnisse meiner persönlichen Evaluierung festgehalten werden und zum Zwecke dieser Studie als Grundlage wissenschaftlichen Arbeitens verwendet werden.

Ich bin damit einverstanden, dass meine persönlichen anamnestischen Erhebungen in anonymisierter Form aufgezeichnet und zur wissenschaftlichen Auswertung verwendet werden.

Mir ist bekannt, dass Veröffentlichungen zu dieser Studie eventuell persönliche Daten von mir enthalten können, diese aber keine Identifizierung möglich machen können.

Ich bin darauf hingewiesen worden, dass alle Daten ärztlicher Schweigepflicht unterliegen und die wissenschaftliche Auswertung anonym bleibt.

Hiermit gebe ich mein Einverständnis für die Teilnahme an der oben genannten Studie, mit dem Vorbehalt, jederzeit- ohne Angabe von Gründen - zurückzutreten.

Eine Kopie dieser Einverständniserklärung wurde mir ausgehändigt.

Ort, Datum und Stempel

8.5 Ausführliche statistische Auswertung der erhobenen Messwerte

8.5.1. Allgemeine deskriptive Statistik

Tabelle 27: Die deskriptive Statistik

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Dev.	Std. Error	Count	Minimum	Maximum	# Missing
Evers t in Sekunden	2,927	2,224	,318	49	,150	5,000	125
Van Bemmelen t in Sekunden	3,643	1,755	,297	35	,100	5,000	139
Jeanneret t in Sekunden	1,371	1,695	,265	41	,100	5,000	133
Evers v max in cm/s	9,269	8,145	1,164	49	1,150	37,000	125
Van Bemmelen v max in cm/s	28,887	30,049	5,079	35	2,200	100,000	139
Jeanneret v max in cm/s	11,604	12,363	1,931	41	2,100	54,300	133
Evers h=v*t	34,544	43,891	6,270	49	,487	172,050	125
Van Bemmelen h=v*t	115,939	127,256	21,510	35	,220	500,000	139
Jeanneret h=v*t	16,469	30,117	4,704	41	,256	146,610	133
Evers d in mm	10,245	15,779	1,247	160	1,000	200,000	14
Van Bemmelen d in mm	10,215	15,824	1,255	159	1,000	200,000	15
Jeanneret d in mm	10,360	16,302	1,336	149	1,000	200,000	25
Evers r	5,123	7,889	,624	160	,500	100,000	14
Van Bemmelen r	5,075	7,897	,624	160	0,000	100,000	14
Jeanneret r	4,824	7,973	,630	160	0,000	100,000	14
Evers r ²	88,097	788,876	62,366	160	,250	10000,000	14
Van Bemmelen r ²	87,740	788,903	62,368	160	0,000	10000,000	14
Jeanneret r ²	86,444	789,013	62,377	160	0,000	10000,000	14
Evers Pi	3,142	0,000	0,000	174	3,142	3,142	0
Van Bemmelen Pi	3,142	0,000	0,000	174	3,142	3,142	0
Jeanneret Pi	3,142	0,000	0,000	174	3,142	3,142	0
Evers Pi*r ² *h	16239,182	100699,839	14385,691	49	4,466	706544,188	125
Van Bemmelen Pi*r ² *h	6808,607	9678,151	1635,906	35	9,677	42943,171	139
Jeanneret Pi*r ² *h	1280,886	2936,538	458,610	41	10,131	18280,773	133

8.5.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente untereinander unabhängig von der Messmethode

Bonferroni/Dunn for t in Sekunden
Effect: Venen
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
V. femorales comm., V. femorales super.	-,310	1,995	,6425	
V. femorales comm., V. poplitea	-,978	1,777	,1018	
V. femorales comm., VSM distal. OS	-2,970	1,655	<,0001	S
V. femorales comm., VSM Mündung	-2,029	1,740	,0007	S
V. femorales comm., VSP Mündung	-2,363	3,493	,0449	
V. femorales super., V. poplitea	-,668	1,813	,2717	
V. femorales super., VSM distal. OS	-2,660	1,693	<,0001	S
V. femorales super., VSM Mündung	-1,719	1,776	,0045	
V. femorales super., VSP Mündung	-2,053	3,511	,0824	
V. poplitea, VSM distal. OS	-1,991	1,430	<,0001	S
V. poplitea, VSM Mündung	-1,051	1,528	,0416	
V. poplitea, VSP Mündung	-1,385	3,392	,2237	
VSM distal. OS, VSM Mündung	,941	1,383	,0437	
VSM distal. OS, VSP Mündung	,606	3,329	,5864	
VSM Mündung, VSP Mündung	-,334	3,373	,7670	

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0033.

Bonferroni/Dunn for V max
Effect: Venen
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
V. femorales comm., V. femorales super.	4,742	20,319	,4859	
V. femorales comm., V. poplitea	4,343	18,101	,4737	
V. femorales comm., VSM distal. OS	-8,811	16,849	,1199	
V. femorales comm., VSM Mündung	-12,576	17,718	,0356	
V. femorales comm., VSP Mündung	6,458	35,571	,5875	
V. femorales super., V. poplitea	-,399	18,465	,9485	
V. femorales super., VSM distal. OS	-13,553	17,240	,0202	
V. femorales super., VSM Mündung	-17,317	18,090	,0049	
V. femorales super., VSP Mündung	1,717	35,757	,8859	
V. poplitea, VSM distal. OS	-13,154	14,559	,0078	
V. poplitea, VSM Mündung	-16,918	15,557	,0015	S
V. poplitea, VSP Mündung	2,116	34,545	,8547	
VSM distal. OS, VSM Mündung	-3,764	14,081	,4248	
VSM distal. OS, VSP Mündung	15,270	33,906	,1799	
VSM Mündung, VSP Mündung	19,034	34,346	,0995	

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0033.

Bonferroni/Dunn for h = v * t**Effect: Venen****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
V. femorales comm., V. femorales super.	1,795	83,537	,9488	
V. femorales comm., V. poplitea	-6,859	74,416	,7830	
V. femorales comm., VSM distal. OS	-78,765	69,270	,0009	S
V. femorales comm., VSM Mündung	-73,884	72,843	,0029	S
V. femorales comm., VSP Mündung	-1,344	146,237	,9781	
V. femorales super., V. poplitea	-8,653	75,913	,7334	
V. femorales super., VSM distal. OS	-80,559	70,877	,0009	S
V. femorales super., VSM Mündung	-75,679	74,372	,0028	S
V. femorales super., VSP Mündung	-3,139	147,005	,9491	
V. poplitea, VSM distal. OS	-71,906	59,856	,0005	S
V. poplitea, VSM Mündung	-67,026	63,957	,0021	S
V. poplitea, VSP Mündung	5,515	142,020	,9076	
VSM distal. OS, VSM Mündung	4,880	57,890	,8011	
VSM distal. OS, VSP Mündung	77,420	139,393	,0988	
VSM Mündung, VSP Mündung	72,540	141,203	,1265	

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0033.

Bonferroni/Dunn for d in mm**Effect: Venen****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
V. femorales comm., V. femorales super.	11,701	6,896	<,0001	S
V. femorales comm., V. poplitea	11,759	6,728	<,0001	S
V. femorales comm., VSM distal. OS	17,232	6,851	<,0001	S
V. femorales comm., VSM Mündung	16,301	6,992	<,0001	S
V. femorales comm., VSP Mündung	19,210	6,992	<,0001	S
V. femorales super., V. poplitea	,058	6,817	,9800	
V. femorales super., VSM distal. OS	5,530	6,938	,0191	
V. femorales super., VSM Mündung	4,600	7,078	,0558	
V. femorales super., VSP Mündung	7,509	7,078	,0019	S
V. poplitea, VSM distal. OS	5,472	6,771	,0175	
V. poplitea, VSM Mündung	4,542	6,914	,0532	
V. poplitea, VSP Mündung	7,451	6,914	,0016	S
VSM distal. OS, VSM Mündung	-,931	7,034	,6964	
VSM distal. OS, VSP Mündung	1,979	7,034	,4069	
VSM Mündung, VSP Mündung	2,910	7,172	,2319	

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0033.

Bonferroni/Dunn for $Pi \cdot r^2 \cdot h$
Effect: Venen
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
V. femorales comm., V. femorales super.	45019,951	67647,026	,0485
V. femorales comm., V. poplitea	43980,731	60260,873	,0307
V. femorales comm., VSM distal. OS	41747,917	56094,280	,0277
V. femorales comm., VSM Mündung	41128,863	58987,612	,0389
V. femorales comm., VSP Mündung	45405,932	118421,257	,2530
V. femorales super., V. poplitea	-1039,220	61473,487	,9597
V. femorales super., VSM distal. OS	-3272,034	57394,991	,8647
V. femorales super., VSM Mündung	-3891,089	60225,868	,8469
V. femorales super., VSP Mündung	385,981	119042,895	,9923
V. poplitea, VSM distal. OS	-2232,814	48470,997	,8905
V. poplitea, VSM Mündung	-2851,869	51791,966	,8693
V. poplitea, VSP Mündung	1425,201	115006,363	,9704
VSM distal. OS, VSM Mündung	-619,054	46878,601	,9685
VSM distal. OS, VSP Mündung	3658,015	112878,957	,9228
VSM Mündung, VSP Mündung	4277,070	114344,344	,9110

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0033.

8.5.3 Oberflächliches und tiefes System

8.5.3.1 Vergleich des oberflächlichen Systems

Bonferroni/Dunn for sup. t in Sekunden
Effect: Category for sup. t in Sekunden
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
superficial Evers t in Sekunden, superficial Van Bemmelen t in Sekunden	-,254	1,244	,6173
superficial Evers t in Sekunden, superficial Jeanneret t in Sekunden	1,735	1,375	,0028
superficial Van Bemmelen t in Sekunden, superficial Jeanneret t in Sekunden	1,990	1,418	,0010

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for sup. v max in cm/s
Effect: Category for sup. v max in cm/s
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
superficial Evers v max in cm/s, superficial Van Bemmelen v max in cm/s	-25,482	14,772	<,0001
superficial Evers v max in cm/s, superficial Jeanneret v max in cm/s	-2,426	16,328	,7162
superficial Van Bemmelen v max in cm/s, superficial Jeanneret v max in cm/s	23,056	16,834	,0013

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

BonferroniDunn for sup. h = v * t**Effect: Category for sup. h = v * t****Significance Level: 5 %**

superficial Evers h=v*t, superficial Van Bemmelen h=v*t
 superficial Evers h=v*t, superficial Jeanneret h=v*t
 superficial Van Bemmelen h=v*t, superficial Jeanneret h=v*t
 Comparisons in this table are not significant unless the
 corresponding p-value is less than ,0167.

Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
-103,228	60,365	<,0001	S
20,648	66,722	,4498	
123,876	68,791	<,0001	S

BonferroniDunn for sup. Pi * r² * h**Effect: Category for sup. Pi * r² * h****Significance Level: 5 %**

superficial Evers Pi*r²*h, superficial Van Bemmelen Pi*r²*h
 superficial Evers Pi*r²*h, superficial Jeanneret Pi*r²*h
 superficial Van Bemmelen Pi*r²*h, superficial Jeanneret Pi*r²*h
 Comparisons in this table are not significant unless the
 corresponding p-value is less than ,0167.

Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
-5683,350	4897,327	,0058	S
289,860	5413,085	,8957	
5973,211	5580,896	,0106	S

8.5.3.2 Vergleich des tiefen Systems

BonferroniDunn for profund t in Sekunden**Effect: Category for profund t in Sekunden****Significance Level: 5 %**

Evers t in Sekunden, Van Bemmelen t in Sekunden
 Evers t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden
 Van Bemmelen t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden
 Comparisons in this table are not significant unless the
 corresponding p-value is less than ,0167.

Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
-,923	1,523	,1401	
,839	1,223	,0958	
1,762	1,490	,0051	S

BonferroniDunn for profund v max in cm/s**Effect: Category for profund v max in cm/s****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v m...	-4,644	7,023	,1080
Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in ...	-3,876	5,638	,0950
Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret...	,767	6,871	,7836

Comparisons in this table are not significant unless the
 corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for profund h = v * t
Effect: Category for profund h = v * t
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Evers h=v*t, Van Bemmelen h=v*t	-18,674	16,538	,0073	S
Evers h=v*t, Jeanneret h=v*t	5,141	13,277	,3428	
Van Bemmelen h=v*t, Jeanneret h=v*t	23,815	16,179	,0006	S

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for profund Pi * r² * h
Effect: Category for profund Pi * r² * h
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers Pi*r ² *h, Van Bemmelen Pi*r ² *h	30599,304	87031,552	,3886
Evers Pi*r ² *h, Jeanneret Pi*r ² *h	34045,640	69871,283	,2337
Van Bemmelen Pi*r ² *h, Jeanneret Pi*r ² *h	3446,336	85141,204	,9207

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

8.5.4 Vergleich der einzelnen Venen

8.5.4.1 Vena poplitea

Bonferroni/Dunn for t in Sekunden
Effect: Category for t in Sekunden
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers t in Sekunden, Van Bemmelen t in Sekunden	-,429	2,647	,6785
Evers t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden	1,330	2,423	,1691
Van Bemmelen t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden	1,759	2,816	,1199

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for v max in cm/s
Effect: Category for v max in cm/s
Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v max in cm/s	-5,325	7,935	,0960
Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	-1,108	7,265	,6966
Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	4,217	8,444	,2090

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for h = v * t**Effect: Category for h = v * t****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers h=v*t, Van Bemmelen h=v*t	-20,127	32,646	,1244
Evers h=v*t, Jeanneret h=v*t	9,751	29,889	,4070
Van Bemmelen h=v*t, Jeanneret h=v*t	29,878	34,739	,0364

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for Pi * r² * h**Effect: Category for Pi * r² * h****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers Pi*r ² *h, Van Bemmelen Pi*r ² *h	-2408,604	4019,492	,1348
Evers Pi*r ² *h, Jeanneret Pi*r ² *h	1128,930	3680,053	,4352
Van Bemmelen Pi*r ² *h, Jeanneret Pi*r ² *h	3537,534	4277,224	,0434

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

8.5.4.2 Vena saphena magna

Bonferroni/Dunn for t in Sekunden**Effect: Category for t in Sekunden****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers t in Sekunden, Van Bemmelen t in Sekunden	,806	2,023	,3166
Evers t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden	2,996	1,972	,0006
Van Bemmelen t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden	2,190	1,972	,0086

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for v max in cm/s**Effect: Category for v max in cm/s****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v max in cm/s	-35,249	28,720	,0042
Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	-3,913	27,993	,7229
Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	31,336	27,993	,0082

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for h = v * t**Effect: Category for h = v * t****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Evers h=v*t, Van Bemmelen h=v*t	-125,407	113,336	,0089	S
Evers h=v*t, Jeanneret h=v*t	21,732	110,466	,6181	
Van Bemmelen h=v*t, Jeanneret h=v*t	147,140	110,466	,0022	S

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

8.5.4.3 VSM distal**Bonferroni/Dunn for t in Sekunden****Effect: Category for t in Sekunden****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers t in Sekunden, Van Bemmelen t in ...	-1,200	1,569	,0628
Evers t in Sekunden, Jeanneret t in Seku...	,302	1,921	,6948
Van Bemmelen t in Sekunden, Jeanneret ...	1,502	2,022	,0702

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for v max in cm/s**Effect: Category for v max in cm/s****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v m...	-22,947	18,236	,0032	S
Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in ...	-,096	22,317	,9914	
Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret...	22,851	23,488	,0196	

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for h = v * t**Effect: Category for h = v * t****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Evers h=v*t, Van Bemmelen h=v*t	-107,885	76,906	,0012	S
Evers h=v*t, Jeanneret h=v*t	20,288	94,118	,5912	
Van Bemmelen h=v*t, Jeanneret h=v*t	128,173	99,056	,0025	S

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

8.5.4.4 Vena femoralis superficialis

Bonferroni/Dunn for VFS $Pi^{*r^{2*}h}$

Effect: Category for VFS $Pi^{*r^{2*}h}$

Significance Level: 5 %

Evers $Pi^{*r^{2*}h}$, Van Bemmelen $Pi^{*r^{2*}h}$

Evers $Pi^{*r^{2*}h}$, Jeanneret $Pi^{*r^{2*}h}$

Van Bemmelen $Pi^{*r^{2*}h}$, Jeanneret $Pi^{*r^{2*}h}$

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers $Pi^{*r^{2*}h}$, Van Bemmelen $Pi^{*r^{2*}h}$	-1526,146	2285,652	,0882
Evers $Pi^{*r^{2*}h}$, Jeanneret $Pi^{*r^{2*}h}$	368,759	1557,409	,5229
Van Bemmelen $Pi^{*r^{2*}h}$, Jeanneret $Pi^{*r^{2*}h}$	1894,905	2159,738	,0312

Bonferroni/Dunn for VFS $h=v^{*t}$

Effect: Category for VFS $h=v^{*t}$

Significance Level: 5 %

Evers $h=v^{*t}$, Van Bemmelen $h=v^{*t}$

Evers $h=v^{*t}$, Jeanneret $h=v^{*t}$

Van Bemmelen $h=v^{*t}$, Jeanneret $h=v^{*t}$

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers $h=v^{*t}$, Van Bemmelen $h=v^{*t}$	-12,256	21,948	,1466
Evers $h=v^{*t}$, Jeanneret $h=v^{*t}$	1,593	14,955	,7722
Van Bemmelen $h=v^{*t}$, Jeanneret $h=v^{*t}$	13,850	20,739	,0881

Bonferroni/Dunn for VFS Geschwindigkeit [cm/s]

Effect: Category for VFS Geschwindigkeit [cm/s]

Significance Level: 5 %

Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v max in cm/s

Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s

Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v max in cm/s	-3,150	7,779	,2824
Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	-2,088	5,301	,2952
Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	1,063	7,350	,6949

Bonferroni/Dunn for VFS Zeit [sec]

Effect: Category for VFS Zeit [sec]

Significance Level: 5 %

Evers t in Sekunden, Van Bemmelen t in Sekunden

Evers t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden

Van Bemmelen t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers t in Sekunden, Van Bemmelen t in Sekunden	-1,880	3,495	,1607
Evers t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden	,826	2,382	,3539
Van Bemmelen t in Sekunden, Jeanneret t in Sekunden	2,706	3,303	,0419

8.5.4.5 Vena femoralis communis

Bonferroni/Dunn for VFC Geschwindigkeit [cm/sec]

Effect: Category for VFC Geschwindigkeit [cm/sec]

Significance Level: 5 %

- Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v max in cm/s
- Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s
- Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers v max in cm/s, Van Bemmelen v max in cm/s	-4,073	23,628	,6438
Evers v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	-8,202	18,445	,2437
Van Bemmelen v max in cm/s, Jeanneret v max in cm/s	-4,129	21,904	,6134

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for VFC h=v*t

Effect: Category for VFC h=v*t

Significance Level: 5 %

- Evers h=v*t, Van Bemmelen h=v*t
- Evers h=v*t, Jeanneret h=v*t
- Van Bemmelen h=v*t, Jeanneret h=v*t

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers h=v*t, Van Bemmelen h=v*t	-19,619	22,708	,0338
Evers h=v*t, Jeanneret h=v*t	-,760	17,727	,9081
Van Bemmelen h=v*t, Jeanneret h=v*t	18,860	21,051	,0287

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

Bonferroni/Dunn for VFC Pi*r²*h

Effect: Category for VFC Pi*r²*h

Significance Level: 5 %

- Evers Pi*r²*h, Van Bemmelen Pi*r²*h
- Evers Pi*r²*h, Jeanneret Pi*r²*h
- Van Bemmelen Pi*r²*h, Jeanneret Pi*r²*h

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
Evers Pi*r ² *h, Van Bemmelen Pi*r ² *h	135964,992	351348,543	,3073
Evers Pi*r ² *h, Jeanneret Pi*r ² *h	140366,349	274271,368	,1834
Van Bemmelen Pi*r ² *h, Jeanneret Pi*r ² *h	4401,358	325708,816	,9710

Comparisons in this table are not significant unless the corresponding p-value is less than ,0167.

8.5.5 Ausführliche Ergebnisse des Chi - Quadrat Tests

8.5.5.1 Vergleich der einzelnen Messmethoden untereinander

Evers versus Bemmelen
Ja = 30 nein=144 ja = 31 nein = 137

Chi-square = 0,023

DF = 1

P = 0,8798

Contingency coeff. = 0,008

Kein signifikanter Unterschied

Evers versus Jeanneret
Ja = 30 nein=144 ja = 18 nein = 150

Chi-square = 2,501

DF = 1

P = 0,1137

Contingency coeff. = 0,085

Kein signifikanter Unterschied

Bemmelen versus Jeanneret
Ja = 31 nein=137 ja = 18 nein = 150

Chi-square = 3,441

DF = 1

P = 0,0636

Contingency coeff. = 0,101

Kein signifikanter Unterschied

Evers/Bemmelen/Jeanneret

Chi-square = 4,461

DF = 2

P = 0,1075

Contingency coeff. = 0,093

Keine Signifikanz im Vergleich aller Verfahren miteinander

8.5.5.2 Vergleich der einzelnen Venensegmente

Chi-Quadrat - Test mit Aufteilung nach den Venen (einzeln) in Abhängigkeit der Testverfahren (Evers, Bemmelen, Jeanneret)

Tabelle 28: Vena poplitea - Aufteilung nach Reflux vorhanden Ja/ Nein

<i>V pop</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	5	24
Bemmelen	5	23
Jeanneret	3	25

Evers vs. Bemmelen

Chi-square = 0,082

DF = 1

P = 0,7740

Contingency coeff. = 0,038

Keine Signifikanz

Evers vs. Jeanneret

Chi-square = 0,107

DF = 1

P = 0,7430

Contingency coeff. = 0,043

Keine Signifikanz

Bemmelen vs. Jeanneret

Chi-square = 0,146

DF = 1

P = 0,7025

Contingency coeff. = 0,051

Keine Signifikanz

alle

Chi-square = 0,680

DF = 2

P = 0,7117

Contingency coeff. = 0,089

Keine Signifikanz

Table 29: Vena saphena magna - Aufteilung nach Reflux Ja/ Nein

VSM Mündung	<i>Ja</i>	Nein
Evers	8	21
Bemmelen	8	20
Jeanneret	4	24

Evers vs. Bemmelen

Chi-square = 0,045

DF = 1

P = 0,8321

Contingency coeff. = 0,028

Keine Signifikanz

Evers vs. Jeanneret

Chi-square = 0,822

DF = 1

P = 0,3647

Contingency coeff. = 0,119

Keine Signifikanz

Bemmelen vs. Jeanneret

Chi-square = 0,955

DF = 1

P = 0,3286

Contingency coeff. = 0,129

Keine Signifikanz

Alle

Chi-square = 1,991

DF = 2

P = 0,3696

Contingency coeff. = 0,151

Keine Signifikanz

Tabelle 30: Vena femoralis superficialis - Aufteilung nach Reflux Ja/ Nein

<i>VFS</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	2	27
Bemmelen	2	26
Jeanneret	2	26

Evers vs. Bemmelen

Chi-square = 0,233

DF = 1

P = 0,6297

Contingency coeff. = 0,064

Keine Signifikanz

Evers vs. Jeanneret

Chi-square = 0,233

DF = 1

P = 0,6297

Contingency coeff. = 0,064

Keine Signifikanz

Bemmelen vs. Jeanneret

Chi-square = 0,269

DF = 1

P = 0,6038

Contingency coeff. = 0,069

Keine Signifikanz

Alle

Chi-square = 0,002

DF = 2

P = 0,9991

Contingency coeff. = 0,005

Keine Signifikanz

Tabelle 31: Vena femoralis communis - Aufteilung nach Reflux Ja / Nein

<i>VFC</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	1	28
Bemmelen	2	26
Jeanneret	3	25

Evers vs. Bemmelen

Chi-square = 0,001

DF = 1

P = 0,9751

Contingency coeff. = 0,004

Keine Signifikanz

Evers vs. Jeanneret

Chi-square = 0,308

DF = 1

P = 0,5789

Contingency coeff. = 0,073

Keine Signifikanz

Bemmelen vs. Jeanneret

Chi-square = 0,000

DF = 1

P = 1,0000

Contingency coeff. = 0,000

Keine Signifikanz

Alle

Chi-square = 1,147

DF = 2

P = 0,5636

Contingency coeff. = 0,115

Keine Signifikanz

Tabelle 32: Vena saphena magna - Aufteilung nach Ja / Nein

<i>VSM</i>	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>
Evers	13	16
Bemmelen	13	15
Jeanneret	6	22

Evers vs. Bemmelen

Chi-square = 0,021

DF = 1

P = 0,8850

Contingency coeff. = 0,019

Keine Signifikanz

Evers vs. Jeanneret

Chi-square = 2,536

DF = 1

P = 0,1113

Contingency coeff. = 0,206

Keine Signifikanz

Bemmelen vs. Jeanneret

Chi-square = 2,868

DF = 1

P = 0,0904

Contingency coeff. = 0,221

Keine Signifikanz

Alle

Chi-square = 4,694

DF = 2

P = 0,0956

Contingency coeff. = 0,229

Keine Signifikanz

Tabelle 33: Vena saphena parva - Aufteilung nach Reflux Ja /Nein

<i>VSP</i>	<i>Ja</i>	Nein
Evers	1	28
Bemmelen	1	27
Jeanneret	0	28

Evers vs. Bemmelen

Chi-square = 0,483

DF = 1

P = 0,4872

Contingency coeff. = 0,092

Keine Signifikanz

Evers vs. Jeanneret

Chi-square = 0,000

DF = 1

P = 0,9859

Contingency coeff. = 0,002

Keine Signifikanz

Bemmelen vs. Jeanneret

Chi-square = 0,000

DF = 1

P = 1,0000

Contingency coeff. = 0,000

Keine Signifikanz

Alle

Chi-square = 1,007

DF = 2

P = 0,6044

Contingency coeff. = 0,108

Keine Signifikanz

8.6 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Bernd Steckmeier für die Überlassung des Themas.

Herrn Privat Dozent Dr. med. Volker Ruppert danke ich für die gesamte Betreuung dieser Arbeit, für seine Beratung, Unterstützung und Durchführung der Messreihen.

Auch möchte ich Herrn Dr. Dominik Bürklein danken, der mir in statistischen Fragen immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat.

An Herrn Dr. med. Heiß- Bogner für die Unterstützung in fachlichen Fragen geht ebenfalls ein großes Dankeschön.

Allen Probanden, durch welche diese Arbeit erst möglich geworden ist, möchte ich mich an dieser Stelle ganz besonders bedanken.

Meiner gesamten Familie, meinen Freunden und Bekannten möchte ich auch für die Unterstützung und Ermunterung während meines gesamten Studiums danken sowie auch das unerschöpfliche Verständnis, das sie mir vorbehaltlos entgegenbrachten.

Großer Dank an Sigggi für seine unermüdliche Unterstützung für die Fertigstellung und das erbrachte Verständniss.

