

Aus den Abteilungen für Anästhesie, Intensiv- und Rettungsmedizin
(Chefarzt: Dr. med. St. Lönnecker),
Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie
(Chefarzt: PD Dr. med. M. Faschingbauer)
des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg
und der
Klinik für Chirurgie des Stütz- und Bewegungsapparates
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein / Campus Lübeck
(Direktor: Prof. Dr. med. Ch. Jürgens)

Punktionsbedingte Komplikationen des zentralen Venenkatheters bei brandverletzten Patienten

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Universität zu Lübeck

- Aus der Medizinischen Fakultät -

vorgelegt von

Tobias David Odenthal

aus Vögelsen

Lübeck 2011

1. Berichterstatter:
Priv.-Doz. Dr. med. Max Faschingbauer

2. Berichterstatter:
Prof. Dr. med. Klaus Gerlach

Tag der mündlichen Prüfung: 24.01.2012

zum Druck genehmigt. Lübeck, den 24.01.2012

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Grundlagen.....	3
2.1 Häufigkeit von Brandverletzungen in der Bundesrepublik Deutschland	3
2.2 Die Brandverletzung: Umfang, Tiefe und ABSI-Score	3
2.3 Historischer Rückblick über die Anfänge des Cavakatheters	8
2.4 Indikationen und Kontraindikationen für eine ZVK-Anlage	8
2.5 Zugangswege zur Anlage eines zentralen Venenkatheters	9
3. Methode.....	12
3.1 Aufbau der Patientengruppen.....	12
3.2 Aufbau des Erhebungsbogens	13
3.3 Ausführende Ärzte	14
3.4 Material und Technik für die ZVK-Anlage.....	14
3.4 Statistische Auswertung	15
4. Ergebnisse	16
4.1 Aufbau der Gruppen nach der Gesamtanzahl der ZVK-Anlagen, der Geschlechter- und Altersverteilung.....	16
4.2 Einteilung der Brandverletzten nach dem ABSI-Score.....	17
4.3 Indikationen für die ZVK-Anlage	17
4.4 Punktionsorte.....	18
4.5 Punktionsbedingte Komplikationen	21
4.5.1 Komplikationen bei der ZVK-Anlage unabhängig vom Punktionsort	21
4.5.2 Punktionsbedingte Komplikationen bei der ZVK-Anlage in Abhängigkeit vom Punktionsort	26
5. Diskussion	35
5.1 Zusammensetzung der Gruppen.....	35
5.1.1 Geschlechter- und Altersverteilung	35
5.1.2 ABSI-Score in der Gruppe der brandverletzten Patienten	35

5.2 Punktionsorte des zentralvenösen Katheters bei brandverletzten Patienten.....	36
5.3 Punktionsbedingte Komplikationen bei der Anlage eines zentralvenösen Katheters bei brandverletzten Patienten.....	38
5.3.1 Mehrfache Punktionen	41
5.3.2 Nicht mögliche Punktion.....	42
5.3.3 Punktion anderer Gefäße und Blutung/Hämatom	43
5.3.4 Hämatothorax.....	44
5.3.5 Schwierigkeiten bei der Platzierung des Drahtes oder des Katheters	45
5.3.6 Pneumothorax.....	45
5.3.7 Nervenverletzungen	46
6. Zusammenfassung.....	48
7. Literatur.....	50
8. Anhang.....	I
8.1 Durchführung der zentralvenösen Katheteranlage nach anatomischen Orientierungspunkten.....	I
8.2 Der Erhebungsbogen für ZVK, PAK, AK	III
8.3 Fallbeispiele 1-4	IV
8.3.1 Fallbeispiel 1	IV
8.3.2 Fallbeispiel 2	V
8.3.3 Fallbeispiel 3	VII
8.3.4 Fallbeispiel 4	VIII
9. Danksagung.....	X
10. Lebenslauf.....	XI

1. Einleitung

Brandverletzungen gehören aufgrund der Komplexität der pathophysiologischen Veränderungen, der personellen und apparativen Aufwendigkeit der Behandlung sowie letztlich auch wegen der langen Behandlungsnotwendigkeit sicherlich zu den anspruchsvollsten Aufgaben im Bereich der Traumatologie und der Intensivmedizin.

Der intensivmedizinische Krankheitsverlauf des Schwerbrandverletzten entspricht einer systemischen inflammatorischen Antwort auf die Brandverletzung (SIRS) mit u.a. schweren Flüssigkeits- und Elektrolytverschiebungen [1]. Die Anlage eines Mehrlumen-ZVK, möglichst in die obere Hohlvene, ist eine wichtige Erstmaßnahme bei der Versorgung schwerbrandverletzter Patienten. Wichtige Indikationen zur Anlage eines zentralen Venenkatheters sind Flüssigkeitsgabe [4], hämodynamische Überwachung (Messung des zentralen Venendrucks (ZVD) und der zentralvenösen Sättigung (SvO₂)) [14], Medikamentenapplikationen, partielle oder totale Ernährung [36]. Aber auch die Schaffung eines Zugangs bei nicht möglicher Punktion von peripheren Venen begründet eine zentralvenöse Punktion. Spezielle Indikationen sind die Anlage eines Shaldonkatheters zur Durchführung einer Hämofiltration oder Hämodialyse und die zentralvenöse Platzierung von Schleusen zum Einführen eines Herzschrittmachers oder Swan-Ganz-Katheters.

Aufgrund der angestrebten Risikominimierung haben sich im klinischen Alltag vier verschiedene Zugangsorte für die Verwendung zentralvenöser Katheter durchgesetzt. Die häufigsten Punktionsorte sind die V. jugularis interna oder externa, die V. subclavia und die V. femoralis. Die Auswahl des Punktionsortes ist abhängig vom Füllungszustand des venösen Systems, von Voroperationen oder Verletzungen im Punktionsgebiet, von anatomischen Variationen, lokalen Besonderheiten und dem Nutzungszweck des Katheters. Außerdem haben gute anatomische Kenntnisse, die erforderliche technische Geschicklichkeit und die klinische Erfahrung des ausführenden Arztes Einfluss auf dessen Auswahl. Bestimmte Punktionsorte weisen eine höhere Komplikationsrate auf. Die Art ihrer Komplikationen kann bei einer möglichen Fehlpunktion variieren. Die Standardtechnik der zentralvenösen Punktion orientiert sich an anatomischen Strukturen. Als Hilfsmittel werden in der Literatur die ultraschallgestützte und die dopplergestützte ZVK-Anlage genannt.

Bei der Anlage eines zentralvenösen Katheters drohen mechanische Komplikationen, wie Pneumothorax, Herzrhythmusstörungen, Luftembolie, arterielle Fehlpunktion, Hämatom,

Läsionen des zentralen oder peripheren Nervensystems, Herzbeuteltamponade sowie infektiöse und thrombotische Komplikationen.

Die zentralvenöse Katheterisierung kann bei Patienten mit Brandverletzungen erschwert sein. Das kann daran liegen, dass

- durch Verbrennungen oder das begleitende Ödem im Bereich der Punktionsstelle die Landmarken der Haut verändert sein können,
- die Verbrennungskrankheit zu einem mediatoreninduzierten Kapillarleck im Rahmen einer SIRS mit konsekutivem Abfall des kolloidosmotischen Drucks und vermindertem intravasalem Volumen führt und damit eine geringere Venenfüllung und einen möglichen Venenkollaps zur Folge hat.

Das Wissen über zentralvenöse Katheterisierung bei Patienten mit Brandverletzungen ist begrenzt, da nur wenige randomisierte, kontrollierte Studien die Häufigkeit punktionsbedingter Komplikationen untersucht haben. Viele Komplikationen wurden ebenfalls nur in kleinen Studienpopulationen oder Fallberichten geschildert.

In dieser retrospektiven Arbeit sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Welcher Zugangsweg zur ZVK-Anlage wird bei brandverletzten Patienten gewählt?
- Welche punktionsbedingten Komplikationen bei der zentralvenösen Katheterisierung treten bei brandverletzten Patienten auf?
- Ist die Komplikationsrate bei der Anlage eines zentralvenösen Katheters bei brandverletzten Patienten größer im Vergleich zu der einer Kontrollgruppe?

2. Grundlagen

2.1 Häufigkeit von Brandverletzungen in der Bundesrepublik Deutschland

Pro Jahr muss in der Bundesrepublik Deutschland mit 2000-2500 Verunfallten gerechnet werden, die nach den AWMF-Leitlinien in einem Brandverletzentrum behandelt werden müssen. Bei einer durchschnittlichen Letalität von 15-20 % dieses Kollektivs ist jährlich mit etwa 400 Verstorbenen während einer Behandlung in Zentren für Brandverletzte zu rechnen [10]

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es 28 Zentren zur Behandlung Schwerbrandverletzter, die zur Zeit 175 Intensivbehandlungsplätze/-betten vorhalten. Entsprechend der AWMF-Leitlinie 'thermische und chemische Verletzungen' [3] sollen Brandverletzte in einem dieser Zentren behandelt werden, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- Zweit- und drittgradige Brandverletzungen mit besonderer Lokalisation wie: Gesicht, Hände, Füße oder Genitalbereich
- Brandverletzung, zweitgradig über 15% der Körperoberfläche (KOF)
- Brandverletzung, drittgradig über 10% der Körperoberfläche (KOF)
- Schädigung durch chemische Substanzen
- Brandverletzung durch elektrischen Strom
- Brandverletzung mit Verdacht auf Inhalationstrauma
- Brandverletzung mit mechanischen Begleitverletzungen (Polytrauma)
- Alter unter 8 oder über 65 Jahren
- Brandverletzte mit relevanten Vorerkrankungen

2.2 Die Brandverletzung: Umfang, Tiefe und ABSI-Score

Der Umfang einer Brandverletzung wird üblicherweise in Prozent der verbrannten Körperoberfläche an der Gesamtkörperoberfläche angegeben. Dabei werden nach der derzeit gültigen AWMF-Leitlinie [3] erstgradige Brandverletzungen nicht mitgerechnet, da sie keinen Krankheitswert besitzen. Berücksichtigt werden also nur die höhergradigen (II°-IV°) Brandverletzungen bei der Berechnung.

Üblicherweise wird der Brandverletzungsumfang anhand der Neunerregel nach Wallace berechnet oder anhand der Handflächenmethode abgeschätzt [6].

- Neunerregel (Abbildung 1): Den verschiedenen Körperregionen werden Anteile an der Gesamtkörperoberfläche zugeordnet -jeweils in 9 %-Schritten- [27]. Die Berechnung bei Kindern und Erwachsenen differiert dabei, da bei Kindern der Kopf größer, die Extremitäten kleiner im Verhältnis zur Körperoberfläche sind.

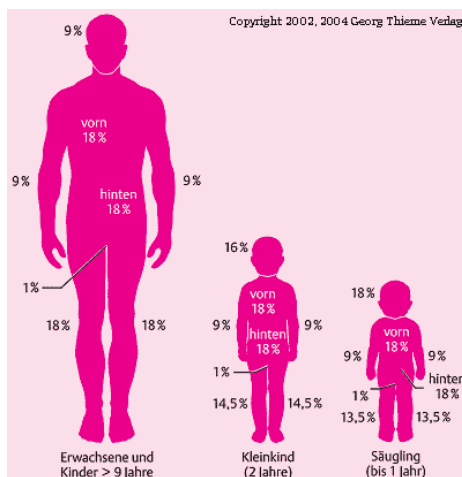


Abbildung 1: Körperregionen prozentual zur Gesamtkörperoberfläche, Neuner-Regel nach Wallace

- Handflächenmethode: Hierbei wird der Brandverletzungsumfang abgeschätzt, indem man ausmisst, wie oft die Handfläche des Verletzten in die brandverletzte Fläche hineinpasst. Die Handfläche repräsentiert beim Erwachsenen ziemlich genau 1% der Körperoberfläche. Obwohl diese Methode recht ungenau erscheint, hat sie große Relevanz im klinischen Alltag und ist eine zuverlässige Messmethode [6].

Die Verbrennungstiefe ist, neben dem Verbrennungsumfang, das zweite wichtige Kriterium für die Abschätzung der Schwere einer Brandverletzung. Dabei werden vier Grade der Verbrennungstiefe unterschieden [61]. Nur zusammenhängend lässt sich aus Verbrennungsumfang und Verbrennungstiefe eine Aussage über die Schwere der Brandverletzung machen.

Grad I°:

Es kommt zur Bildung von Erythem und Ödem in der Haut. Diese Verbrennungstiefe entspricht der eines Sonnenbrandes. Klinisch haben erstgradige Brandverletzungen keinen Krankheitswert, so dass diese Brandverletzungen nicht zur Abschätzung der Brandverletzungsschwere herangezogen werden. Daher sind sie auch in unserer Auswertung nicht berücksichtigt worden.



Abbildung 2: Brandverletzung Grad I°

Grad II°:

Vor allem charakterisiert durch Blasenbildung, also Flüssigkeitsaustritt aus der noch intakten, durchbluteten Subcutis. Es kommt zur Denaturierung von Eiweißen im Bereich der Oberhaut, die Kapillarpermeabilität nimmt zu, so dass aus dem Kapillarbett Plasmaeiweiße und Flüssigkeit austreten. Die Oberhaut lässt sich auf diesem Flüssigkeitsfilm abziehen. Durchblutung und nervale Versorgung der Subcutis sind intakt. Dadurch sind zweitgradige Brandverletzungen sehr schmerzhaft. Ein Neuaufbau der Cutis ohne Narbenbildung ist wahrscheinlich. Beim Kratzen mit einem scharfen Löffel entstehen punktförmige Blutungen, die die intakte Subcutisdurchblutung anzeigen. Darüber hinaus gibt es den Fall der tief-zweitgradigen Brandverletzung, bei der es beim Kratzen mit einem scharfen Löffel zu einer verzögerten, geringen Punktblutung kommt. Es besteht eine insuffiziente Restdurchblutung der Subcutis, die allerdings zur Regeneration der Haut nicht ausreicht. Bei dieser Tiefe von Brandverletzungen wird man operativ vorgehen müssen.



Abbildung 3: Brandverletzung Grad II°

Grad III°:

Es kommt zur Nekrose der Cutis, das heißt, dass alle die Haut versorgenden Strukturen der Subcutis, insbesondere Blutgefäße und Nerven durch die Hitzeeinwirkung zugrunde gegangen sind. Drittgradige Brandwunden sind schmerzfrei und bluten nicht wenn die Oberhaut entfernt wird. Die Subcutis imponiert dann weiß. Die Brandwunden können nicht von selbst heilen und müssen einer operativen Versorgung zugeführt werden. Der Kapillarschaden liegt tiefer als bei Brandwunden II°. Das bedeutet, dass es schon im unter der Subcutis liegenden lockeren Bindegewebe zu einem Austritt von Plasmaeiweißen und Flüssigkeit kommt. Unter der verbrannten Haut erscheint das Gewebe derb geschwollen, mechanische Eindrücke bleiben einige Zeit bestehen.



Abbildung 4: Brandverletzung Grad III°

Grad IV°:

Die Organgrenze der Haut ist hierbei überschritten und die darunterliegenden Gewebe und Strukturen sind durch die Hitzeeinwirkung ebenfalls betroffen. Es kommt zur Nekrose von Muskulatur und/oder Knochen. Man spricht auch von Verkohlung. Im Stadium der Verkohlung ziehen sich die Gewebe stark zusammen, so dass es zum Schrumpfen und Aufbrechen der Haut mit Sichtbarwerden der darunterliegenden Strukturen kommen kann. Knochen können aufgrund der Schrumpfung von Haut und Muskulatur brechen [28]. Die sogenannte 'Fechterstellung' der Extremitäten, die nach Prokop (1960) darauf zurückzuführen ist, dass die Hitzekontraktur der Beugemuskulatur gegenüber der Streckermuskulatur dominiert, ist Folge dieser tiefen Gewebsschädigung [62].

Brandverletzung IV°

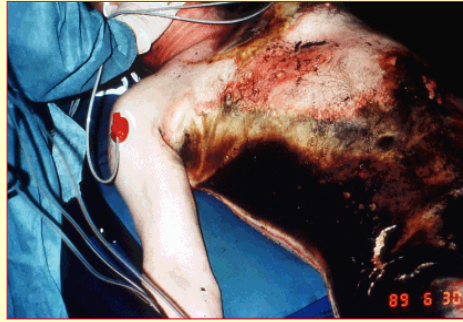


Abbildung 5: Brandverletzung Grad IV°

Die gängigen Beurteilungsscores für Brandverletzte sind der *Brandverletztenindex (BVI)* und der *abbreviated burn severity index (ABSI)*.

Der *Brandverletzungsindex (BVI)* ist die einfachste Form eines Scores für Brandverletzungen. Insbesondere in der Notfallmedizin und der klinischen Erstversorgung Brandverletzter hat er zur Abschätzung der Schwere einer Brandverletzung seinen Platz und seine klinische Relevanz. Es wird hierbei die Summe aus dem Alter des Brandopfers und dem Umfang der Brandverletzung, wobei nur die zweit-, dritt- und viertgradigen Brandverletzungen berücksichtigt werden, gebildet.

- Punktwerte unter 80 haben demnach eine günstige Prognose.
- Bei Werten zwischen 80 und 100 ist die Prognose zweifelhaft.
- Punktwerte um 100 zeigen eine ungünstige Prognose an.
- Bei Werten die deutlich über 100 liegen ist die Prognose infaust.

Nachteilig am Brandverletzungsindex ist, dass relevante Vorerkrankungen, das Geschlecht und ein eventuell vorhandenes Inhalationstrauma nicht in die Bewertung eingehen. Für den BVI spricht die einfache Handhabung, z.B. in der Notfallmedizin [19].

Der *ABSI-Score* nach Tobiasen versucht durch die Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Verbrennungsausmaß eine Aussage über die Überlebenschancen zu treffen [77].

Im Schwerbrandverletzententrum des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg wird überwiegend mit dem etwas genaueren Score gearbeitet. Es fließen auch beim ABSI keine relevanten Vorerkrankungen, keine Risikofaktoren und keine Begleitverletzungen in die Bewertung ein.

2.3 Historischer Rückblick über die Anfänge des Cavakatheters

Die erste arterielle Katheterisierung wurde schon im Jahr 1905 von Bleichröder durchgeführt aber erst 1912 publiziert [7]. Am Anfang der Entwicklung steht der Selbstversuch des Chirurgen und Urologen Professor Dr.med. Werner Forßmann. Er führte im Jahr 1929 einen 65cm langen Ureterenkatheter von der linken Ellenbeuge aus bis zum rechten Herzen. Dieses verfolgte er in einem vor den Durchleuchtungsschirm gehaltenen Spiegel [26]. Mit seinem Bericht darüber rief er damals in der Fachwelt Unverständnis und Ablehnung hervor. Solche Versuche am Menschen schienen gefährlich und nicht vertretbar. Die Fortsetzung der Untersuchungen wurde ihm sogar verboten. Erst Jahrzehnte später, im Jahr 1956, wurde er dafür mit dem Nobel-Preis für Medizin geehrt. Durch diesen Herzkatheterismus leitete er eine Entwicklung ein, die heutzutage im Rahmen der Diagnostik, Überwachung und Behandlung von Patienten zur unverzichtbaren Routine geworden ist.

2.4 Indikationen und Kontraindikationen für eine ZVK-Anlage

Der Cavakatheter wird überwiegend im innerklinischen Bereich angewendet. Unter ganz seltenen Umständen kann im Rahmen eines Rettungsdiensteinsatzes die Notwendigkeit bestehen, über einen solchen zentralen Zugang eine sachgerechte Therapie schon am Notfallort einzuleiten. Hauptsächlich handelt es sich dabei um äußere Hindernisse, die das Aufsuchen von peripheren Venen bei Einklemmten, Versütteten oder Brandverletzten unmöglich machen [33].

Indikationen für die Anlage eines zentralvenösen Venenkatheters sind:

- Häodynamisches Monitoring (Messung des zentralvenösen Venendruckes (ZVD), der zentralvenösen Sauerstoffsättigung (SvO₂), der transkardiopulmonalen Indikator-dilutions-Methode (Picco-System) oder Anlage eines Pulmonalkatheters (PAK)) [14] [44] [45] [50]
- OP in sitzender Position [12] [44]
- Flüssigkeits- und Infusionstherapie [4] [13] [65]
- Zentralvenöse Applikation von Medikamenten (Katecholaminen) [16] [37] [45]
- Gabe hyperosmolarer Lösungen (>800mosmol/kg) [36] [40]
- Notfallzugang, wenn peripher kein Zugang möglich ist [33] [45]
- Großlumiger ZVK („Schockkatheter“) bei Operationen mit großem Blutverlust [45]
- Mehrlumenkatheter zur kontinuierlichen ZVD-Messung und freier Zugang zur Applikation von Medikamenten [45]

Aufgrund einer Reihe von Komplikationsmöglichkeiten sollte im klinischen Alltag immer die Indikation zum ZVK unter Berücksichtigung anamnetischer, anatomisch-konstitutioneller, laborchemischer und prognostischer Gesichtspunkte immer überprüft werden [33] [60]. Mögliche Kontraindikationen sind in Abhängigkeit vom Zugangsweg eine erhöhte Blutungsneigung oder eine ausgeprägte Hyperkoagulabilität. Absolut liegen keine Kontraindikationen vor [45].

2.5 Zugangswege zur Anlage eines zentralen Venenkatheters

Als sogenannte zentrale, d.h. herznahe Zugänge, stehen die Vena jugularis interna, die Vena jugularis externa und die Vena subclavia zur Verfügung. Die Zugangswege zur Vena jugularis interna sind der ventrale Zugang (Abbildung 6), der dorsale Zugang (Abbildung 7), der zentrale Zugang (Abbildung 8) und der transmuskuläre Zugang (Abbildung 9). Der Zugangsweg zur Vena jugularis externa ist in Abbildung 10 dargestellt. Die Zugangswege zur Vena subclavia sind der Infraklavikuläre Zugang (Abbildung 11), der Supraklavikuläre Zugang und die Punktion des Angulus venosus (V. anonyma). Als periphere Zugänge zum Cava-System kommen die Armvenen und die Vena femoralis (Abbildung 12) in Frage.

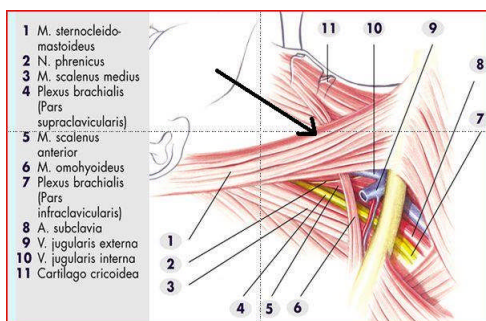


Abbildung 6: Der ventrale Zugang zur Vena jugularis interna (schwarzer Pfeil)

[aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

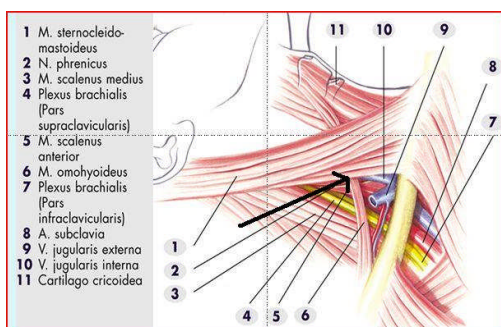


Abbildung 7: Der dorsale Zugang zur Vena jugularis interna (schwarzer Pfeil)

[aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

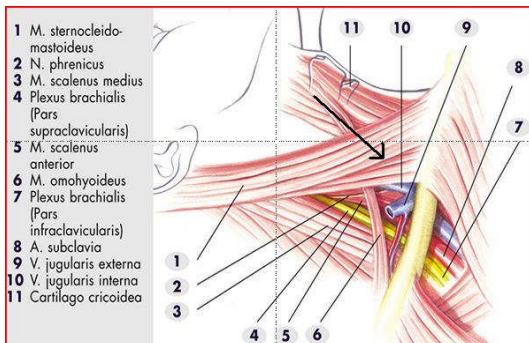


Abbildung 8: Der zentrale Zugang zur Vena jugularis interna (schwarzer Pfeil)
 [aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

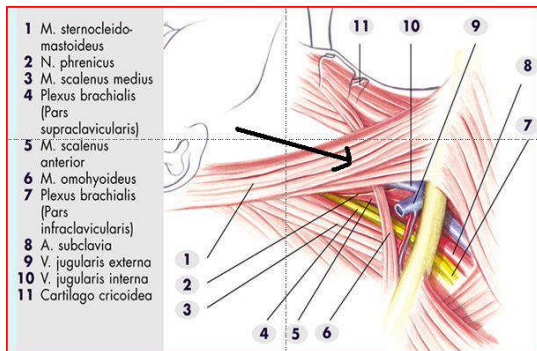


Abbildung 9: Der transmuskuläre Zugang zur Vena jugularis interna (schwarzer Pfeil)
 [aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

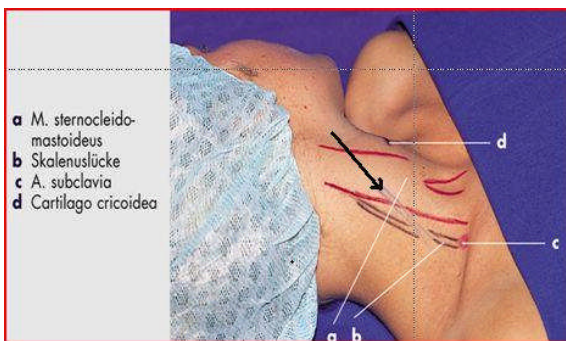


Abbildung 10: Zugangsweg zur Vena jugularis externa (schwarzer Pfeil)
 [aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

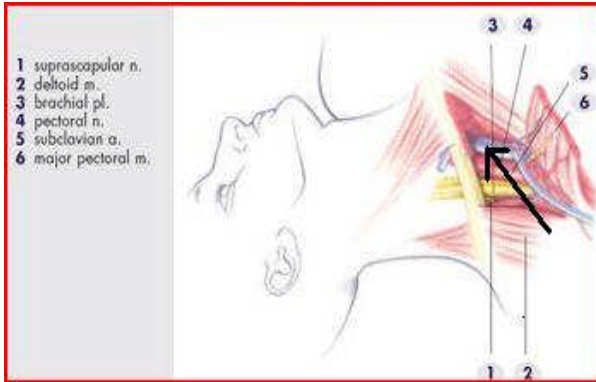


Abbildung 11: Der infraklavikulärer Zugang zur Vena subclavia (schwarzer Pfeil)
[aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

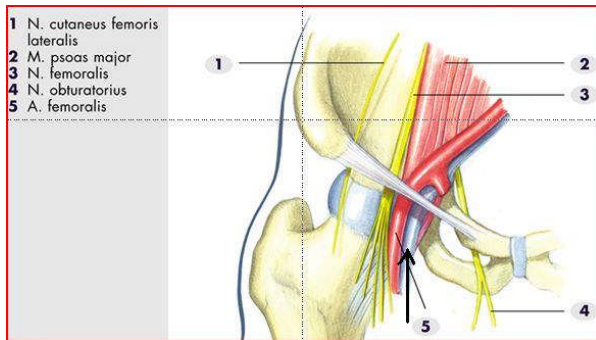


Abbildung 12: Zugangsweg zur Vena femoralis (schwarzer Pfeil)
[aus Meier und Büttner: Atlas der peripheren Regionalanästhesie Thieme Verlag 2006]

3. Methode

In der Zeit vom 01.09.1998 bis zum 31.12.2008 wurde auf der Intensivstation für Schwerbrandverletzte und bei besonderen Indikationen zu operativen Versorgungen im BG Unfallkrankenhaus Hamburg für jede Anlage zentraler Venenkatheter jeweils ein Erhebungsbogen ausgefüllt.

Der Erfassungsbogen war so konzipiert, dass man zwischen brandverletzten Patienten und Patienten anderer Fachabteilungen differenzieren konnte. Am Ende des Untersuchungszeitraumes erfolgte die retrospektive Auswertung der ZVK-Anlagen bei brandverletzten Patienten (Gruppe BV-ZVK) und einer Kontrollgruppe (KG-ZVK), bestehend aus Patienten der Fachabteilungen für Unfallchirurgie und Hand-, Plastische- und Mikrochirurgie.

Die Fragestellung der Auswertung betraf die Indikationsgründe für die ZVK-Anlagen, den Ort der Gefäßpunktion und die Komplikationen, die bei der Anlage aufgetreten waren.

Nachträglich wurden die Gruppen der brandverletzten Patienten und der Kontrollgruppe nach Geschlecht und Lebensalter, die Brandverletzten zusätzlich nach dem Schweregrad der Brandverletzungen mit Hilfe des *Abbreviated Burn Severity Index* (ABSI-Score) aufgeteilt.

Es wurden nur vollständig ausgefüllte Fragebögen in die Datenauswertung aufgenommen.

3.1 Aufbau der Patientengruppen

Gruppe BV-ZVK

Die Patienten der Gruppe BV-ZVK, bei denen die Anlage eines Venenkatheters erfasst wurde, waren durchwegs Patienten, die aufgrund von Brandverletzungen auf der Intensivstation für Brandverletzte behandelt wurden. Angaben über das Geschlecht, das Lebensalter und den ABSI-Score (Tabelle 1) wurden nachträglich den Patientenunterlagen entnommen.

Gruppe KG-ZVK

Die Patienten der Kontrollgruppe waren Patienten der Fachabteilungen für Unfallchirurgie und der Hand-, Plastische- und Mikrochirurgie, die während ihres Krankenhausaufenthaltes einen zentralen Venenkatheter benötigten. Die Kontrollgruppe umfasste Männer und Frauen.

<u>Geschlecht</u>		<u>Brandverletzungsausmaß</u>					
männlich	0 Pkte.	< 10 %		1 Pkt.			
weiblich	1 Pkt.	11 – 20 %		2 Pkte.			
<u>Alter</u>		21 – 30 %		3 Pkte.			
0 – 20	1 Pkt.	31 – 40 %		4 Pkte.			
21 – 40	2 Pkte.	41 – 50 %		5 Pkte.			
41 – 60	3 Pkte.	51 – 60 %		6 Pkte.			
61 – 80	4 Pkte.	61 – 70 %		7 Pkte.			
über 80	5 Pkte.	71 – 80 %		8 Pkte.			
<u>DrittgradigeBrandverletzung</u>		nicht vorhanden		0 Pkte.			
		vorhanden		1 Pkt.			
Gesamtpunktzahl:		1-3	4-5	6-7	8-9	10-11	>11
Sterbewahrscheinlichkeit:		<1%	2-9%	10-20%	30-50%	60-80%	>80%

Tabelle1: ABSI-Score zur Abschätzung der Überlebenschancen

3.2 Aufbau des Erhebungsbogens

Der Erfassungsbogen ist ein von der Abteilung Anästhesie, Intensiv- und Rettungsmedizin eigens konzipierter Erhebungsbogen zur Anlage von zentralen Venenkathetern (ZVK), Pulmonalkathetern (PAK), arteriellen Kathetern (AK) zur Blutdruckmessung und PICCO-Messung (siehe Anhang).

Der Erfassungsbogen wurde im Anschluss an die Katheterisierung durch den ausführenden Arzt ausgefüllt.

Der Bogen war so aufgebaut, dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben wurden. Zusätzlich war Raum für Freitexte im Bereich der Fehllage des Katheters und bei Materialfehlern.

In den Abschnitten ‚Indikationen zur ZVK-Anlage‘ und ‚Komplikationen‘ waren Mehrfachnennungen möglich.

Es wurden nur Komplikationen erfasst, die direkt bei der Anlage des zentralen Venenkatheters oder innerhalb der ersten 24 Stunden (nach der Beurteilung des Röntgen Thorax-Bildes durch die radiologische Abteilung) auftraten. Spätere Komplikationen, wie z. B. Infektionen an der ZVK-Punktionsstelle, wurden nicht erfasst.

Als ‚mehrfache Punktionen‘ wurden mehr als zwei Punktionsversuche oder eine Punktion durch einen zweiten Arzt festgelegt. Die Komplikation ‚Herzrhythmusstörung‘ wurde nur dann bewertet, wenn diese weitere medizinische Maßnahmen (medikamentöse oder elektrische Kardioversion o. ä.) notwendig machte.

3.3 Ausführende Ärzte

Ärzte, die die Anlage des zentralen Venenkatheters durchführten, waren Anästhesisten der Abteilung für Anästhesie, Intensiv- und Rettungsmedizin des BG Unfallkrankenhauses Hamburg. Alle Ärzte verfügten über mehrjährige Berufserfahrung und waren in der Technik der Anlage eines zentralen Venenkatheters geübt. Bei technischen und medizinischen Schwierigkeiten konnte jederzeit ein Oberarzt der Abteilung zur Hilfe gerufen werden

3.4 Material und Technik für die ZVK-Anlage

Zur ZVK-Anlage wurde ausschließlich das zentrale Venenkatheterset ‚central venous catheterization set with blue FlexTip‘ der Firma Arrow verwendet. Bei Anlage eines großlumigen Schockkatheters wurde das Set ‚two-lumen hamodialysis catheterization set‘ der Firma Arrow benutzt.

Die Anlage eines zentralen Venenkatheters wurde unter streng aseptischen Bedingungen durchgeführt.

Der Punktionsort sollte, wenn möglich, nicht in verletzten oder durch Operationen veränderten Hautbereichen liegen. Dieses konnte jedoch aus unterschiedlichen Gründen nicht immer eingehalten werden.

Die Katheterisierung erfolgte an den großen zentralen Venen

- V. jugularis interna
- V. jugularis externa
- V. subclavia
- V. anonyma

und der

- V. femoralis.

Als Orientierung bei der zentralvenösen Katheterisierung galten die anatomischen Leitstrukturen. Eine Kontrolle mittels Ultraschallsonographie fand nicht statt. Die Patienten wurden während der ZVK-Anlage durchgehend mittels EKG, Blutdruckmessung und SaO₂ überwacht.

Als Technik zur ZVK-Anlage wurde die allgemein bekannte ‚Seldingertechnik‘ verwendet.

Um Fehlpunktionen und/oder Verletzungen der begleitenden arteriellen Gefäße zu vermeiden, fand im Bereich der V. jugularis interna häufig eine Vorpunktion des Gefäßes mit einer dünnen Nadel (21Ga. Nadel) statt. Ansonsten wurde mit der im Set vorhandenen Katheternadel (18Ga.) direkt das Punktionsgefäß aufgesucht.

Die korrekte Lage des zentralen Venenkatheters wurde regelhaft durch Röntgenkontrolle überprüft.

Im Anhang wird die Durchführung einer zentralvenösen Katheteranlage nach anatomischen Orientierungspunkten beschrieben.

3.4 Statistische Auswertung

Für die statistische Analyse wurde das Statistikprogramm SAS (SAS Institute, Carie, USA) verwandt. Die Merkmale der Gruppen wurden durch Mittelwerte beschrieben. Der Vergleich der Häufigkeit von Komplikationen in den unterschiedlichen Gruppen erfolgte mit dem exakten Test nach Fisher und dem Vierfelder-Test (Chi²-Test).

4. Ergebnisse

4.1 Aufbau der Gruppen nach der Gesamtanzahl der ZVK-Anlagen, der Geschlechter- und Altersverteilung

Im Untersuchungszeitraum vom 01.09.1998 bis zum 31.12.2008 wurden 825 Patienten mit Verbrennungstraumata auf der Intensivstation für Brandverletzungen im BG Unfallkrankenhaus Hamburg stationär behandelt. Bei 625 Patienten (Gruppe BV) wurden mittels eines Erfassungsbogens die ZVK-Anlagen protokolliert. Diese Patienten benötigten während ihrer Behandlung mindestens einmal oder mehrfach einen zentralen Venenkatheter. Insgesamt wurden 1008 ZVK-Anlagen erfasst. Davon waren 928 Erfassungsbögen (Gruppe: BV-ZVK) vollständig ausgefüllt. Nur diese wurden ausgewertet. Die Kontrollgruppe setzte sich aus Patienten der Fachabteilungen Unfallchirurgie, Hand-, Plastische- und Mikrochirurgie zusammen, die im Verlauf ihrer Behandlung im Krankenhaus einen zentralen Venenkatheter benötigten. In der Kontrollgruppe (Gruppe: KG-ZVK) wurden bei 405 Patienten 405 Erfassungsbögen vollständig erstellt und ausgewertet.

Der Verteilung der Geschlechter innerhalb beider Gruppen (Abbildung 13):

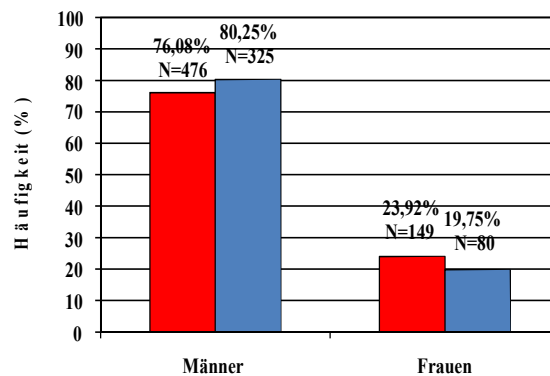


Abbildung 13: Geschlechterverteilung in der Gruppe BV (rot) und in der Kontrollgruppe (blau)

Das durchschnittliche Lebensalter in der Gruppe BV betrug zum Zeitpunkt der Erfassung 47,96 Jahre. Der jüngste Patient war 9 Jahre-, der älteste Patient 97 Jahre alt.

In der Kontrollgruppe betrug das Lebensalter im Mittel 53,48 Jahre. In dieser Gruppe war der jüngste Patient 15 Jahre-, der älteste Patient 95 Jahre alt.

4.2 Einteilung der Brandverletzten nach dem ABSI-Score

Das Untersuchungskollektiv der brandverletzten Patienten wurde anhand des ABSI-Scores wurde in vier Gruppen aufgeteilt:

- Gruppe 1 (ABSI-Score 1-3): Bei 95 Patienten wurden 125 ZVK-Anlagen erfasst.
- Gruppe 2 (ABSI-Score 4-5): Bei 189 Patienten wurden 225 ZVK-Anlagen erfasst.
- Gruppe 3 (ABSI-Score 6-9): Bei 296 Patienten wurden 473 ZVK-Anlagen erfasst.
- Gruppe 4 (ABSI-Score 10-18): Bei 45 Patienten wurden 105 ZVK-Anlagen erfasst.

Der Mittelwert des ABSI-Scores betrug beim gesamten Untersuchungskollektiv 7,1 Punkte.

4.3 Indikationen für die ZVK-Anlage

Die Indikationen für die Anlage eines Zentralen Venenkatheters zeigt Abbildung 14.

Mehrfachnennungen waren möglich.

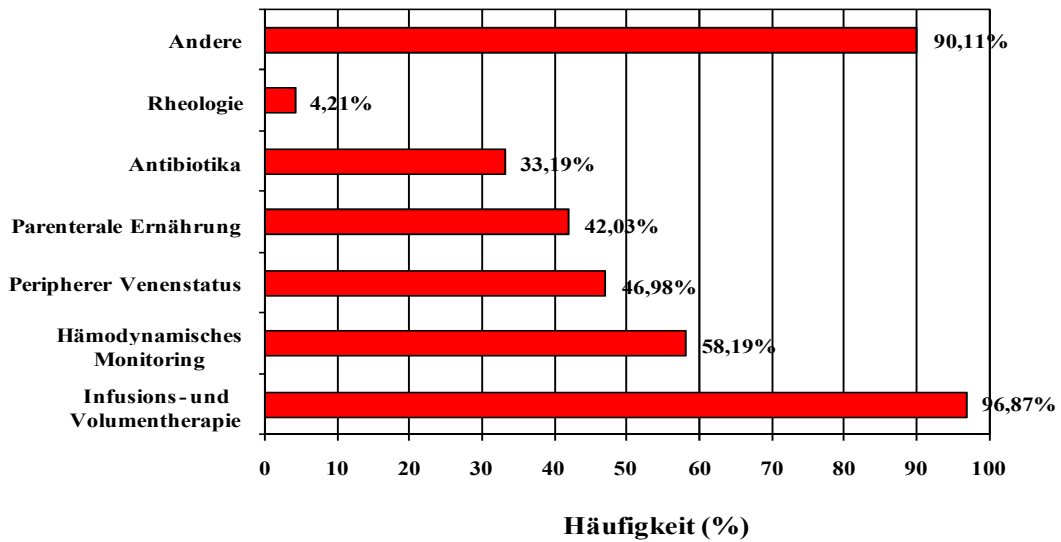


Abbildung 14: Indikationen für die Anlage ZVK in der Gruppe BV-ZVK (rot)

4.4 Punktionsorte (Abbildungen 15a-e)

In Abbildung 15a sind die Punktionsorte der ZVK-Anlagen in beiden Gruppen dargestellt.

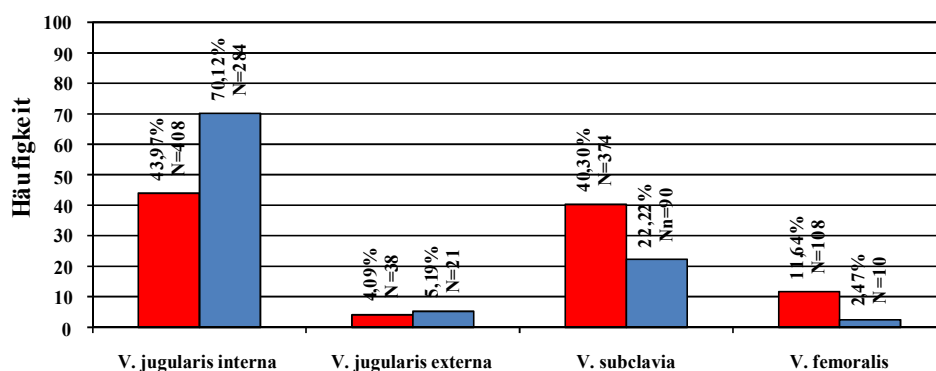


Abbildung 15a: Punktionsorte in der Gruppe BV-ZVK (rot) und in der Kontrollgruppe (blau)

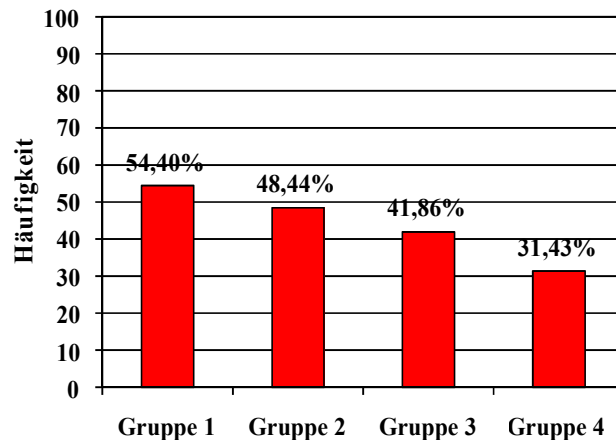


Abbildung 15b: Punktionsort der Vena jugularis interna bei den brandverletzten Patienten (Verteilung in den Gruppen 1-4)

Die Vena jugularis interna wurde bei den brandverletzten Patienten mit 43,97% am häufigsten punktiert (Abbildung 15a). Dabei wurde die rechte Vena jugularis interna häufiger als die linke punktiert (rechte Vena jugularis interna: 63% vs. linke Vena jugularis interna 37%). Es zeigt sich, dass aufgeteilt nach der Schwere der Brandverletzung in der Gruppe 1 die Vena jugularis interna bei 54,40% und in der Gruppe 4 nur noch bei 31,43% der Fälle ausgewählt wurde (Abbildung 15b).

Die Vena jugularis externa wurde in der Gruppe BV-ZVK nur in 4,09% der Fälle katheterisiert. Die Abbildung 15c zeigt die Anzahl der Punktionen aufgeteilt nach den Gruppen 1-4.

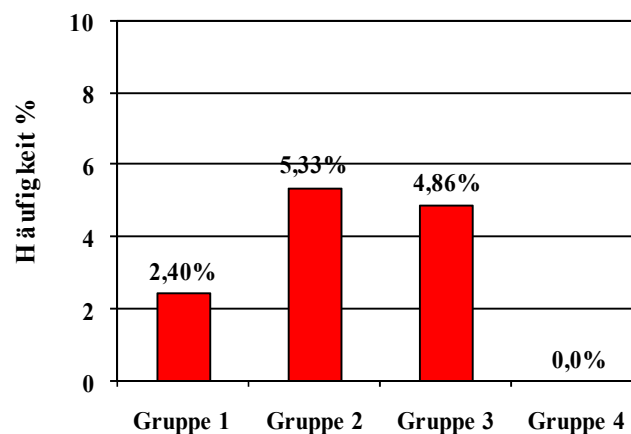


Abbildung 15c: Punktionsort Vena jugularis externa bei den brandverletzten Patienten (Verteilung in den Gruppen 1-4)

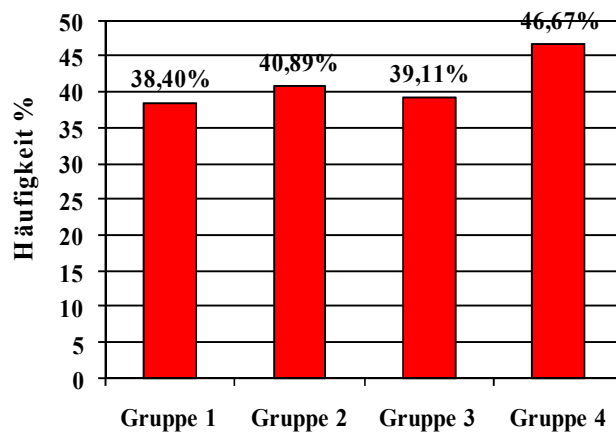


Abbildung 15d: Punktionsort Vena subclavia bei den brandverletzten Patienten (Verteilung in den Gruppen 1-4)

Die Vena subclavia wurde in der Gruppe der brandverletzten Patienten bei insgesamt 40,30% der Fälle punktiert (Abbildung 15a). Die Abbildung 15d zeigt, dass bei Patienten mit schweren Brandverletzungen der zentrale Venenzugang häufiger über die Vena subclavia gewählt wurde.

Die Vena femoralis wurde in der Gruppe BV-ZVK bei 11,64% der Fälle punktiert. In der Kontrollgruppe nur bei 2,47% (Abbildung 15a). In Abbildung 15e ist die Anzahl der Punktionen im Bereich der Vena femoralis aufgeteilt nach der Schwere der Verletzung dargestellt.

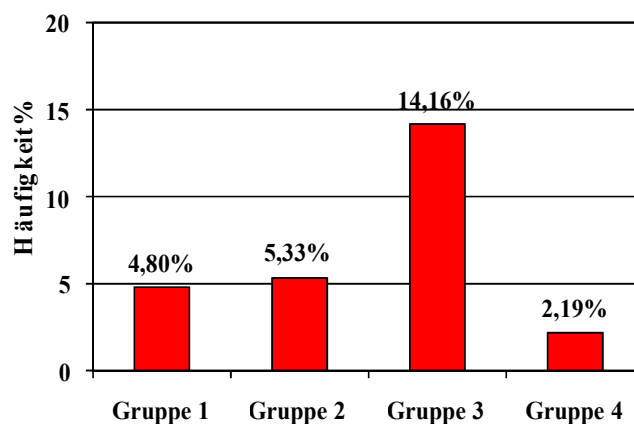


Abbildung 15e: Punktionsort Vena femoralis bei brandverletzten Patienten (Verteilung in den Gruppen 1-4)

4.5 Punktionsbedingte Komplikationen

In unserer Untersuchung wurden punktionsbedingte Komplikationen unabhängig vom Punktionsort und in Anhängigkeit von ihm erfasst. Mehrfachnennungen waren möglich.

4.5.1 Komplikationen bei der ZVK-Anlage unabhängig vom Punktionsort

In der Gruppe BV-ZVK (N=928) wurden bei Anlage eines zentralen Venenkatheters 279 punktionsbedingte Komplikationen dokumentiert. Das entspricht einem Anteil von 30,06 %. Im Gegensatz dazu wurden in der Kontrollgruppe bei 405 ZVK-Anlagen nur 109 (26,91%) Komplikationen erfasst.

Nach dem exakten Test nach Fisher besteht zwischen beiden Gruppen aber kein signifikanter Unterschied ($p=0,2652$). In der Abbildung 16a wird der tendenzielle Unterschied noch einmal graphisch dargestellt.

Die Rate der punktionsbedingten Komplikationen war abhängig vom Schweregrad der Brandverletzung. Je schwerer die Verletzung nach dem ABSI-Score war, desto größer war die Wahrscheinlichkeit einer Komplikation bei der ZVK-Anlage (Abbildung 16b). Ein signifikanter Unterschied bestand jedoch nicht.

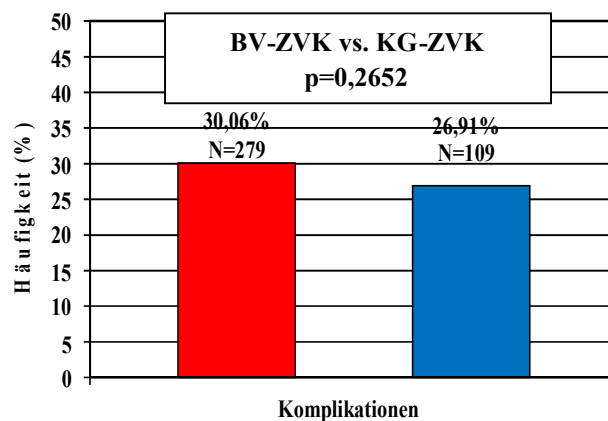


Abbildung 16a: Komplikationen bei der ZVK-Anlage in der Gruppe BV-ZVK (rot) und der Gruppe KG-ZVK (blau)

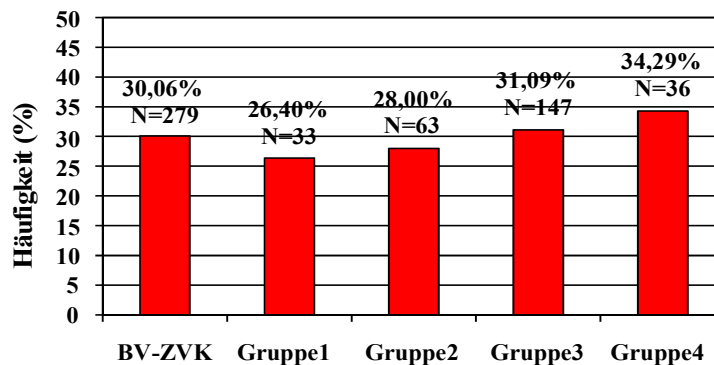


Abbildung 16b: Komplikationen bei der ZVK-Anlage in der Gruppe BV-ZVK gesamt und aufgeteilt nach den Gruppen 1-4

In der Tabelle 2a sind alle punktionsbedingten Komplikationen in der Gruppe der brandverletzten Patienten und die der Kontrollgruppe aufgeführt. Auffällig war die oben beschriebene Tendenz, dass in der Gruppe BV-ZVK häufiger Komplikationen bei einer ZVK-Anlage auftraten als in der Gruppe KG-ZVK.

Das zeigte sich vor allem bei der Komplikation ‚Mehrfache Punktionsversuche‘ ($p=0,0046$). Die Häufigkeit dieser Komplikation wird in der Tabelle 2b und der Abbildung 16c noch einmal extra dargestellt. In der Tabelle 2b werden alle mehrfachen zentralvenösen Punktionsversuche in der Gruppe BV-ZVK ($N=192$) mit den dabei weiter aufgetretenen Komplikationen aufgeführt. Es zeigte sich, dass je öfter punktiert werden musste, desto größer das Risiko war, ein anderes Gefäß zu verletzen ($N=52$). Entweder musste der Punktionsort gewechselt werden und/oder die Punktion war erfolglos ($N=57$). In dieser Untergruppe kam es auch öfter zu einem Pneumothorax ($N=4$). Die Komplikation ‚mehrfache Punktionsversuche‘ war vom Schweregrad der Brandverletzung abhängig und trat bei schwerbrandverletzten Patienten häufiger auf als bei leichter verletzten Patienten (Abbildung 16c). Wenn man diese Komplikation nicht erfasst, sinkt die Rate aller Komplikationen in der Gruppe der brandverletzten Patienten auf 23,49% und die des Kontrollkollektivs auf 14,07%.

Die Komplikation ‚Punktion eines anderen Gefäßes‘ ($p=0,6057$) weist keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen auf (Tabelle 2a).

Desweiteren trat in der Gruppe BV-ZVK zwölfmal ein Pneumothorax auf. Das entspricht 1,29%. In der Kontrollgruppe wurde nur zweimal (0,49%) ein Pneumothorax beschrieben. Ein

Hämatothorax wurde in der Gruppe BV-ZVK dreimal dokumentiert. Diese Komplikation trat in der Kontrollgruppe nicht auf. Außerdem wurde in der Gruppe BV-ZVK siebenmal (0,75%) ein Hämatom oder eine Blutung nach zentralvenöser Punktion beschrieben. Ein Chylothorax oder Hydrothorax trat in keiner der beiden Gruppen auf.

Im Gegensatz dazu wurden in der Gruppe KG-ZVK dreimal Nervenverletzungen nach ZVK-Anlagen dokumentiert. Sie waren durch die lokale Betäubung mit Lokalanästhetika im Bereich der Halsweichteile mit nicht beabsichtigter Blockade des Ganglion stellatum verursacht. Das klinische Bild war das Horner Syndrom, welches sich nach Ende der Wirkdauer des Lokalanästhetikums komplett zurückbildete.

	BV-ZVK (N=928)	KG-ZVK (N=405)	
Alle Komplikationen	30,06% (N=279)	26,91% (N=109)	p=0,2652
Nicht mögliche Punktion	9,59% (N=89)	10,37% (N=42)	p=0,6892
Mehrfache Punktion	20,69% (N=192)	14,07% (N=57)	p=0,0046
Punktionsortwechsel	12,82% (N=119)	16,54% (N=67)	p=0,0853
Punktion anderer Gefäße	9,48% (N=88)	8,40% (N=34)	p=0,6057
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Draht	4,63% (N=43)	5,39% (N=24)	p=0,3407
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Katheter	3,02% (N=28)	4,20% (N=17)	p=0,32
Pneumothorax	1,29% (N=12)	0,49% (N=2)	p=0,2499
Hämatothorax	0,32% (N=3)	keine	
Blutungen/Hämatom	0,75% (N=7)	0,25% (N=1)	p=0,4475
Nervenverletzung			
(Blockade des Ganglion stellatum)	keine	0,74% (N=3)	
Andere Komplikationen			
(Hyperventilation)	keine	0,49% (N=2)	

Tabelle 2a: Auswertung der Komplikationen bei der ZVK-Anlage in beiden Gruppen

BV-ZVK	Mehrfache Punktionsversuche (N=192)
Nicht mögliche Punktion	29,69% (N=57)
Punktionsortwechsel	34,90% (N=67)
Punktion anderer Gefäße	27,08% (N=52)
Schwierigkeiten bei der Platzierung Draht	11,98% (N=23)
Schwierigkeiten bei der Platzierung Katheter	2,60% (N=5)
Pneumothorax	2,08% (N=4)
Hämatothorax	1,56% (N=3)
Blutung/Hämatom	1,04% (N=2)

Tabelle 2b: Auswertung der Komplikation ‚Mehrfache Punktionsversuche‘ und die dabei zusätzlich entstanden Komplikationen

BV-ZVK	Gruppe1	Gruppe2	Gruppe3	Gruppe4	
Alle Komplikationen	26,40%	28,00%	31,09%	34,29%	p=0,5004
Nicht mögliche Punktion	5,60%	8,44%	10,57%	12,38%	p=0,2449
Mehrfache Punktion	12,00%	21,78%	21,56%	24,76%	p=0,0522
Punktionsortwechsel	8,00%	12,89%	13,74%	14,29%	p=0,3483
Punktion anderer Gefäße	3,20%	9,78%	10,57%	11,43%	p=0,0445
Schwierigkeiten bei der Platzierung Draht	2,40%	4,00%	5,50%	4,76%	p=0,0558
Schwierigkeiten bei der Platzierung Katheter	0,80%	2,22%	3,38%	5,71%	p=0,1541
Pneumothorax	1,60%	2,22%	0,85%	0,95%	p=0,4032
Hämatothorax	keine	keine	2,04%	keine	
Blutung/Hämatom	keine	0,89%	0,85%	0,95%	p=1,0

Tabelle 2c: Auswertung der Komplikationen bei den ZVK-Anlagen in den Gruppen 1-4

In Tabelle 2c werden die punktionsbedingten Komplikationen der ZVK-Anlagen bei der Gruppe der brandverletzten Patienten in Abhängigkeit zur Schwere der Brandverletzung aufgeführt. Auch hier zeigte sich die Tendenz, dass die Schwere der Verletzung ein erhöhtes Auftreten von punktionsbedingten Komplikationen beinhaltet. Ein signifikanter Unterschied bestand bei der

Komplikation ‚Punktion eines anderen Gefäßes‘ ($p=0,0445$) (Abbildung 16d). Die übrigen aufgeführten Komplikationen zeigten keine signifikanten Unterschiede. Es zeigte sich jedoch auch hier die Tendenz, dass die Komplikationsrate anstieg je schwerer der Patient verletzt war. Wenn man die Komplikation ‚Mehrfache Punktionsversuche‘ in der Gruppe BV-ZVK Gruppe 1-4 mit der im Kontrollkollektiv vergleicht, zeigt sich ein signifikanter Unterschied ($p=0,0026$). Dieser wird in der Abbildung 16c graphisch dargestellt.

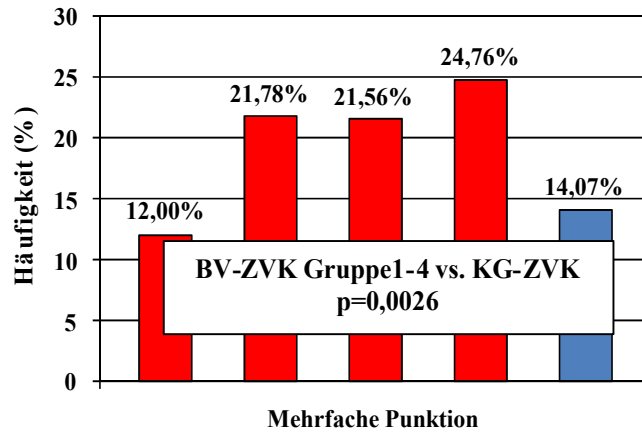


Abbildung 16c: Mehrfache Punktionsversuche bei den brandverletzten Patienten aufgeteilt nach der Schwere der Verletzung in den Gruppen 1-4 (rot) und bei der Kontrollgruppe (blau)

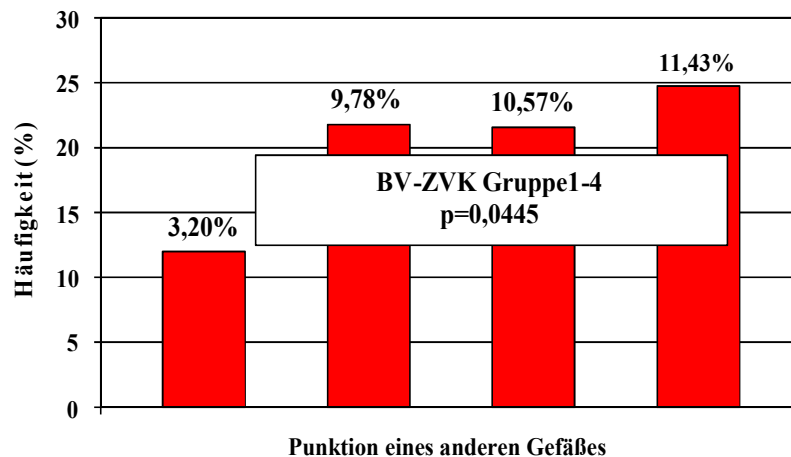


Abbildung 16d: Punktion eines anderen Gefäßes bei der ZVK-Anlage im Untersuchungskollektiv BV-ZVK aufgeteilt nach der Schwere der Verletzung in den Gruppen 1-4

4.5.2 Punktionsbedingte Komplikationen bei der ZVK-Anlage in Abhängigkeit vom Punktionsort

In Tabelle 3a ist die Anzahl der punktionsbedingten Komplikationen an den unterschiedlichen Punktionsorten in der Gruppe der brandverletzten Patienten und beim Kontrollkollektiv aufgeführt. Es ist zu erkennen, dass in der Gruppe der brandverletzten Patienten häufiger punktionsbedingte Komplikationen bei der Anlage eines zentralvenösen Katheters auftraten als in der Kontrollgruppe. Die erhöhte Komplikationsrate gilt für alle vier Punktionsorte. Ein signifikanter Unterschied besteht nicht. Die Komplikationsrate bei der Katheterisierung der Vena jugularis interna und der Vena subclavia ist jedoch höher als die der anderen beiden Punktionsorte. Dieser Unterschied ist in beiden Gruppen vorhanden.

Punktionsbedingte Komplikationen	BV-ZVK	KG-ZVK	
Vena jugularis interna	32,60% (N=133)	27,81% (N=79)	p=0,2086
Vena jugularis externa	26,38% (N=10)	23,81% (N=5)	p=1,0000
Vena subclavia	30,48% (N=114)	26,67% (N=24)	p=0,5224
Vena femoralis	22,22% (N=24)	keine ZVK-Anlage	

Tabelle 3a: Auswertung der Komplikationen in den beiden Gruppen

BV-ZVK	Gruppe1	Gruppe2	Gruppe3	Gruppe4	
Alle Komplikationen					
V. jugularis interna (N=133)	26,47%	33,03%	30,08%	36,36%	p=0,3330
V. jugularis externa (N=10)	keine	33,33%	30,43%	keine	
V. subclavia (N=114)	27,08%	27,71%	31,35%	36,73%	p=0,6418
V. femoralis (N=24)	50%	25%	22,38%	14,04%	p=0,2697

Tabelle 3b: Auswertung der Komplikationen bei den ZVK-Anlagen an den unterschiedlichen Punktionsorten in den Gruppen 1-4

In den folgenden Abschnitten werden alle punktionsbedingten Komplikationen an den oben genannten Punktionsorten aufgeführt.

Vena jugularis interna

In der Gruppe BV-ZVK wurden am Punktionsort V. jugularis interna N=408 erfasst. Dabei traten N=133 (32,60%) Komplikationen auf. Am gleichen Punktionsort traten in der Gruppe

KG-ZVK bei N=284 Katheterisierungen N=79 Komplikationen auf. Das entspricht einer Komplikationsrate von 27,81%.

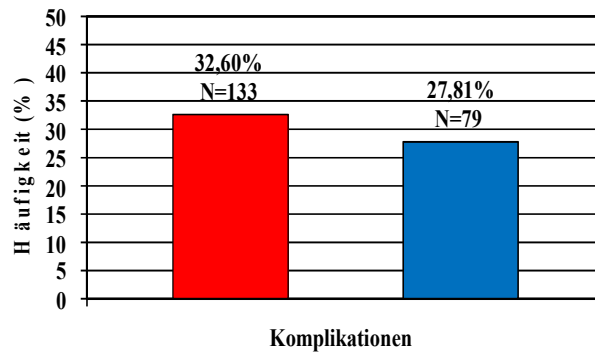


Abbildung 17a: Komplikationen bei der ZVK in der Gruppe BV-ZVK (rot) und der Gruppe KG-ZVK (blau) am Punktionsort Vena jugularis interna.

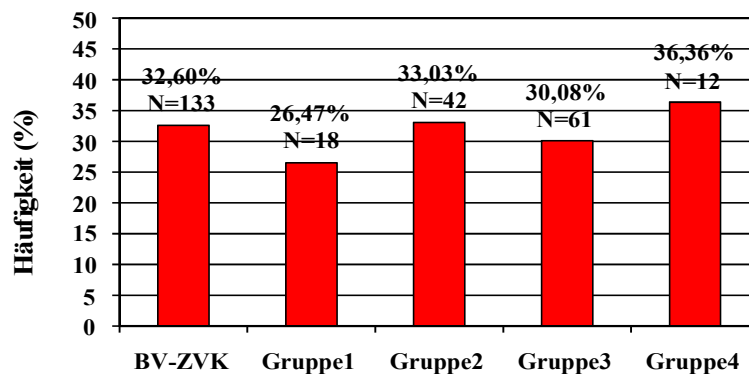


Abbildung 17b: Komplikationen bei der ZVK-Anlage in der Gruppe BV-ZVK am Punktionsort Vena jugularis interna insgesamt und aufgeteilt nach den Gruppen 1-4

Abbildungen 17a und 17b zeigen, dass es in der Gruppe BV-ZVK bei der Anlage eines zentralen Venenkatheters im Bereich der V. jugularis interna häufiger zu einer Komplikation kam als in der Kontrollgruppe. Es bestand aber keine Signifikanz ($p=0,2086$).

Folgende punktionsbedingte Komplikationen wurden in beiden Gruppen erfasst (Tabelle 4a).

	BV-ZVK (N=408)	KG-ZVK(N=284)	
Alle Komplikationen	32,60% (N=133)	27,81% (N=79)	p=0,2086
Nicht mögliche Punktion	12,75% (N=52)	10,21% (N=29)	p=0,3376
Mehrfache Punktion	23,04% (N=94)	14,79% (N=42)	p=0,0085
Punktionsortwechsel	15,69% (N=64)	18,31% (N=52)	p=0,4080
Punktion anderer Gefäße	11,03% (N=45)	10,21% (N=29)	p=0,8029
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Draht	4,17% (N=17)	7,04% (N=20)	p=0,1216
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Katheter	1,96% (N=8)	3,17% (N=9)	p=0,3282
Pneumothorax	0,74% (N=3)	keine	
Blutungen/Hämatom	0,98% (N=4)	keine	
Hämatothorax	0,25% (N=1)	keine	
Nervenverletzungen	keine	1,06% (N=3)	

Tabelle 4a: Auswertung der Komplikationen am Punktionsort Vena jugularis interna in beiden Gruppen

BV-ZVK	Gruppe1 (N=68)	Gruppe2 (N=109)	Gruppe3 (N=198)	Gruppe4 (N=33)	
Alle Komplikationen	26,47%	33,03%	30,08%	36,36%	p=0,3330
Nicht mögliche Punktion	5,88%	9,17%	14,14%	24,42%	p=0,0389
Mehrfache Punktion	14,71%	23,85%	24,24%	30,30%	p=0,0002
Punktionsortwechsel	10,29%	13,76%	15,66%	15,15%	p=0,7505
Punktion anderer Gefäße	7,35%	20,18%	10,10%	15,15%	p=0,0403
Schwierigkeiten bei der Platzierung					
Draht	1,47%	4,59%	4,55%	6,06%	p=0,6030
Schwierigkeiten bei der Platzierung					
Katheter	1,47%	1,83%	1,51%	6,06%	p=0,3960
Pneumothorax	keine	2,75%	keine	keine	
Blutungen/Hämatom	keine	keine	1,52%	3,03%	
Hämatothorax	keine	keine	0,51%	keine	

Tabelle 4b: Auswertung der Komplikationen bei den ZVK-Anlagen am Punktionsort Vena jugularis interna in den Gruppen 1-4

In den Tabellen 4a und 4b sind die Komplikationen einer zentralvenösen Katheteranlage am Punktionsort V. jugularis interna aufgeführt.

Es zeigte sich die Tendenz, dass bei einer ZVK-Anlage am Punktionsort V. jugularis interna in der Gruppe BV-ZVK mehr Komplikationen auftraten als im Kontrollkollektiv. Die Komplikation ´mehrfache Punktion´ war in der Gruppe BV-ZVK signifikant erhöht (p=0,0085).

Dieser Unterschied zeigte sich auch zur Vergleichsgruppe KG-ZVK vs. Gruppe 1-4 ($p=0,002$) (Abbildung 17c).

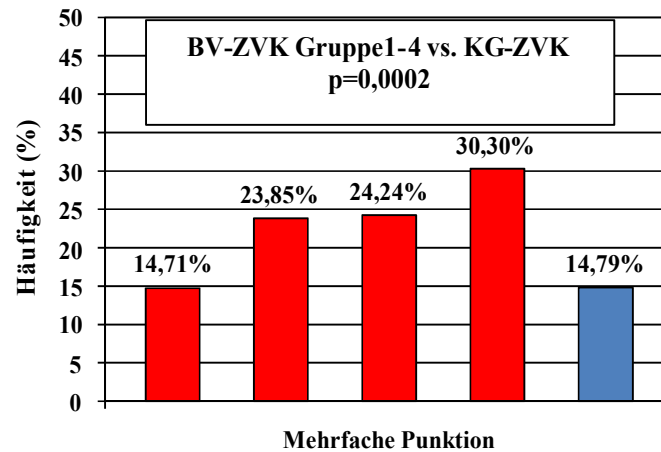


Abbildung 17c: Punktionsort V. jugularis interna: Mehrfache Punktionsversuche bei den brandverletzten Patienten aufgeteilt nach der Schwere der Verletzung in den Gruppen1-4 (rot) und bei der Kontrollgruppe (blau)

Bei der Komplikation 'Punktion nicht möglich' war ein signifikanter Unterschied in Abhängigkeit zum Schweregrad der Verbrennung festzustellen (Gruppe 1-4: $p=0,0389$).

Auch zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Komplikation 'Punktion von anderen Gefäßen' (Gruppe 1-4 $p=0,0403$). Dieser signifikante Unterschied konnte auch zu der Vergleichsgruppe KG-ZVK vs. Gruppe 1-4 ($p=0,0474$) festgestellt werden (Abbildung 17d).

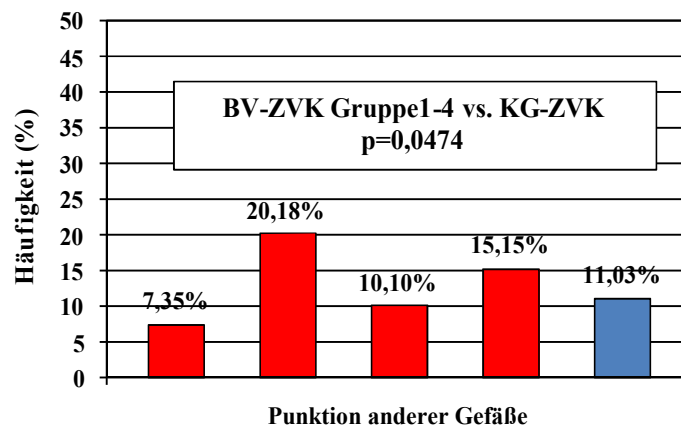


Abbildung 17d: Punktionsort V. jugularis interna: Punktion anderer Gefäße bei den brandverletzten Patienten aufgeteilt nach der Schwere der Verletzung in den Gruppen 1-4 (rot) und bei der Kontrollgruppe (blau)

In der Gruppe BV-ZVK wurden u.a. die Komplikationen ‚Pneumothorax‘ (N=3), ‚Hämatothorax‘ (N=1) und ‚Blutung/Hämatom‘ (N=4) aufgelistet. Diese Komplikationen traten in der Kontrollgruppe nicht auf. Ein signifikanter Unterschied bestand nicht. Das Ganglion stellatum wurde am Punktionsort der Vena jugularis interna in der Kontrollgruppe dreimal durch Lokalanästhesieinjektion blockiert.

Vena jugularis externa

Am Punktionsort Vena jugularis externa bestand in der Gruppe der brandverletzten Patienten eine Komplikationsrate von 26,38%. In der Kontrollgruppe trat in 23,81% der Fälle eine punktionsbedingte Komplikation auf (Abbildung 18a). In der Tabelle 5 sind die gesamten Komplikationen aufgeführt. Schwerwiegende Organverletzungen wie ein Pneumothorax, Hämatothorax oder Nervenverletzungen traten bei einer Katheterisierung der Vena jugularis externa nicht auf. In der Gruppe BV-ZVK wurde aber die Komplikation ‚mehrfache Punktion‘ häufiger erfasst als in der Kontrollgruppe. So war auch die iatrogene Verletzung anderer Gefäße bei der ZVK-Anlage in der Gruppe der brandverletzten Patienten größer als im Kontrollkollektiv.

Da die Anzahl der ZVK-Anlagen am Punktionsort V. jugularis externa in beiden Gruppen sehr gering war (BV-ZVK N=38; KG-ZVK N=21), kann keine konkrete Aussage über Komplikationen an diesen Punktionsort gemacht werden. Ein signifikanter Unterschied bestand zwischen den Vergleichsgruppen nicht.

	BV-ZVK (N=38)	KG-ZVK (N=21)	
Alle Komplikationen	26,38% (N=10)	23,81% (N=5)	p=1,0000
Nicht mögliche Punktion	5,26% (N=2)	9,52% (N=2)	p=0,6108
Mehrfache Punktion	21,05% (N=8)	9,52% (N=2)	p=0,4699
Punktionsortwechsel	23,68% (N=9)	23,81% (N=5)	p=1,0000
Punktion anderer Gefäße	21,05% (N=8)	keine	
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Draht	23,68% (N=9)	14,29% (N=3)	p=0,5038
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Katheter	5,26% (N=2)	keine	

Tabelle 5: Auswertung der Komplikationen am Punktionsort Vena jugularis externa in beiden Gruppen

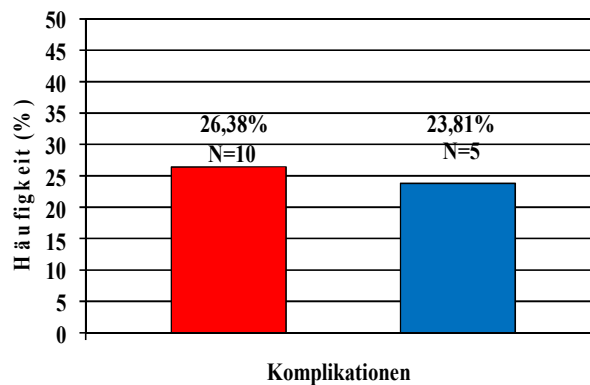


Abbildung 18a: Punktionsort V. jugularis externa: Komplikationen bei der ZVK-Anlage in der Gruppe BV-ZVK (rot) und der Gruppe KG-ZVK (blau).

Vena subclavia

Die Vena subclavia wurde in der Gruppe BV-ZVK 374mal katheterisiert. Bei 144 Katheteranlagen wurden punktionsbedingte Komplikationen beschrieben. Das entspricht einer Komplikationsrate von 30,48% aller Fälle. In der Kontrollgruppe traten bei 90 ZVK-Anlagen am Punktionsorten Vena subclavia nur 24 Komplikationen auf (Abbildung 19a). In Tabelle 6a sind alle dokumentierten Komplikationen beider Gruppen, die bei einer ZVK-Anlage auftraten, verzeichnet. In der Gruppe der Brandverletzten war im Vergleich zur Kontrollgruppe das Risiko von Komplikationen wie Mehrfache Punktion, Punktion anderer Gefäße, Schwierigkeiten bei der Platzierung Draht, Pneumothorax und Hämatothorax tendenziell erhöht. Ein signifikanter Unterschied bestand jedoch nicht.

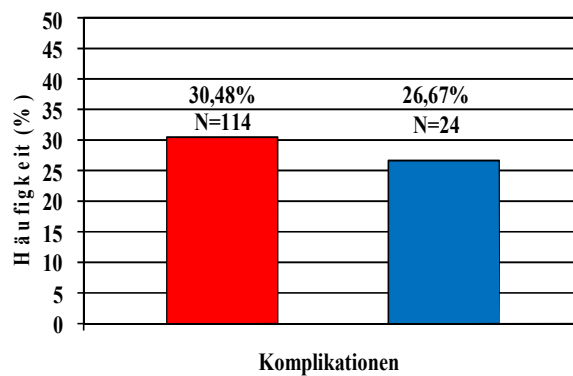


Abbildung 19a: Punktionsort V. subclavia: Komplikationen bei der ZVK in der Gruppe BV-ZVK (rot) und der Gruppe KG-ZVK (blau).

	BV-ZVK (N=374)	KG-ZVK (N=90)	
Alle Komplikationen	30,48% (N=114)	26,67%(N=24)	p=0,5224
Nicht mögliche Punktion	10,16% (N=38)	12,22%(N=11)	p=0,5683
Mehrfache Punktion	20,32% (N=76)	14,44%(N=13)	p=0,2345
Punktionsortwechsel	10,43% (N=39)	11,11%(N=10)	p=0,8491
Punktion anderer Gefäße	7,75% (N=29)	4,44% (N=4)	p=0,3630
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Draht	4,81% (N=18)	keine	
Schwierigkeiten bei der Platzierung			
Katheter	4,81% (N=18)	8,89% (N=8)	p=0,1319
Pneumothorax	2,41% (N=9)	2,22% (N=2)	p=1,0000
Hämatothorax	0,53% (N=2)	keine	
Blutungen/Hämatom	0,27% (N=1)	1,11% (N=1)	p=0,3506

Tabelle 6a: Auswertung der Komplikationen am Punktionsort Vena subclavia in beiden Gruppen

In der Tabelle 6b und der Abbildung 19b ist die Komplikationsrate in der Gruppe BV-ZVK aufgeteilt nach der Schwere der Brandverletzung dargestellt. Es ist gut zu erkennen, dass in den Gruppen mit dem höheren ABSI-Score (Gruppe 3 und 4) die Komplikationen ‚nicht mögliche Punktion‘, ‚Punktionsortwechsel‘, ‚Punktion anderer Gefäße‘ und ‚Schwierigkeiten bei der Platzierung des Drahtes oder des Katheters‘ häufiger auftraten als in den Gruppen 1 und 2. Ein Pneumothorax nach einer Punktion der Vena subclavia wurde in der Gruppe BV-ZVK 9mal erfasst. Diese Komplikation war allerdings unabhängig vom Schweregrad der Verbrennung ($p=0,8518$). Eine Aussage über das Auftreten eines Hämatothorax oder eines Hämatoms nach

ZVK-Anlage am Punktionsort der Vena subclavia lässt sich aufgrund der geringen Fallzahl nicht machen.

BV-ZVK	Gruppe1 (N=48)	Gruppe2 (N=92)	Gruppe3 (N=185)	Gruppe4 (N=49)	
Alle Komplikationen	27,08%	27,17%	31,35%	36,73%	p=0,6418
Nicht mögliche Punktion	6,25%	7,61%	10,81%	16,33%	p=0,3421
Mehrfache Punktion	14,58%	17,39%	22,16%	24,49%	p=0,5207
Punktionsortwechsel	6,25%	8,70%	11,35%	14,29%	p=0,8491
Punktion anderer Gefäße	4,17%	5,43%	9,19%	10,20%	p=0,3630
Schwierigkeiten bei der Platzierung					
Draht	4,17%	4,35%	4,86%	6,12%	p=0,0309
Schwierigkeiten bei der Platzierung					
Katheter	4,17%	4,35%	4,86%	6,12%	p=0,0309
Pneumothorax	4,17%	2,17%	2,16%	2,04%	p=0,8518
Hämatothorax	keine	keine	1,08%	keine	
Blutungen/Hämatom	keine	1,09%	keine	keine	

Tabelle 6b: Auswertung der Komplikationen bei den ZVK-Anlagen am Punktionsort Vena subclavia in den Gruppen 1-4

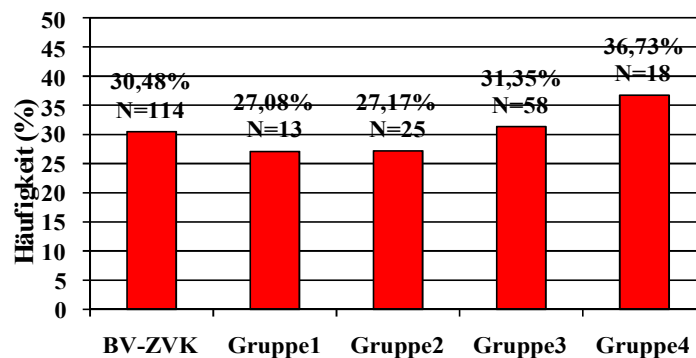


Abbildung 19b: Punktionsort V. subclavia: Komplikationen bei der ZVK-Anlage in der Gruppe BV-ZVK insgesamt und aufgeteilt nach den Gruppen 1-4

Vena femoralis

Die Vena femoralis wurde in der Gruppe BV-ZVK 108 mal punktiert. Dabei traten N=24 (22,22%) Komplikationen auf. In der Gruppe KG-ZVK wurde die Vena femoralis 10mal punktiert. Dabei trat keine Komplikation auf (Abbildung 20).

In der Tabelle 7 sind alle Komplikationen, die bei einer Katheterisierung der Vena femoralis auftraten, aufgeführt. Die Komplikationsrate wurde den Gruppen 1-4 zugeordnet. Schwerwiegende punktionsbedingte Komplikationen traten bei einer ZVK-Anlage im Bereich der Vena femoralis nicht auf. Ein signifikanter Unterschied bestand bei keiner der erfassten Komplikationen.

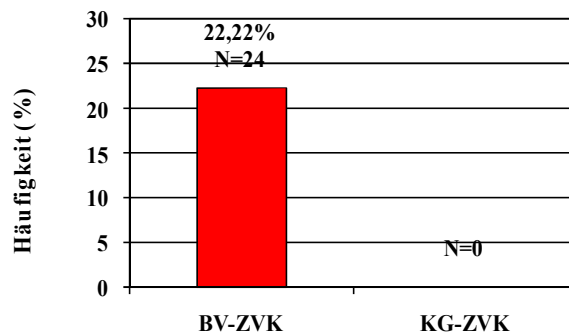


Abbildung 20: Punktionsort V. femoralis: Komplikationen bei der ZVK in der Gruppe BV-ZVK (rot) und der Gruppe KG-ZVK.

	BV-ZVK (N=108)	Gruppe1 (N=6)	Gruppe2 (N=12)	Gruppe3 (N=67)	Gruppe4 (N=23)
Alle Komplikationen	22,22%	50,00%	25,00%	22,38%	14,04%
Nicht mögliche Punktion	3,70%	16,67%	8,33%	1,49%	4,35%
Mehrfache Punktion	12,96%	16,67%	16,67%	13,43%	8,70%
Punktionsortwechsel	6,48%	16,67%	8,33%	5,97%	4,35%
Punktion anderer Gefäße	11,11%	16,67%	8,33%	8,96%	17,39%
Schwierigkeiten bei der Platzierung					
Draht	2,78%	keine	keine	4,48%	keine
Blutung/Hämatom	1,85%	keine	keine	2,99%	keine

Tabelle 7: Auswertung der Komplikationen bei den ZVK-Anlagen am Punktionsort Vena femoralis insgesamt und aufgeteilt in den Gruppen 1-4

5. Diskussion

5.1 Zusammensetzung der Gruppen

5.1.1 Geschlechter- und Altersverteilung

Die Geschlechterverteilung der im Zusammenhang mit einem Brandgeschehen verletzten Patienten ergab in unserem Untersuchungskollektiv ein Verhältnis von Frauen zu Männern von 1:3,18. Dieses Verhältnis bestätigt die Erhebungen anderer Untersuchungen, die auch einen deutlichen Unterschied in der Geschlechtsverteilung bei Brandopfern Frauen < Männer zeigten [74] [10]. In der Kontrollgruppe zeigte die Geschlechtsverteilung ein Verhältnis von Frauen zu Männern von 1:4,06. In der Literatur liegen keine Berichte vor, ob das Geschlecht die Komplikationsrate bei einer ZVK-Anlage beeinflusst. Der Faktor Geschlecht wurde auch in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

In unserer Untersuchung lag der Altersdurchschnitt in der Gruppe der brandverletzten Patienten bei 47,96 Jahren. Das Ergebnis ist vergleichbar mit dem anderer Arbeiten. So stellten beispielsweise Rodge et al. bei ihrer Untersuchung von Brandopfern - über einen zehnjährigen Zeitraum - im Jahre 1996 in Norwegen [67] einen Altersmedian von 44 Jahren fest. Fieguth et al. dokumentierten 1997 in ihrer Arbeit am Institut für Rechtsmedizin der Medizinischen Hochschule Hannover einen Altersmedian von 43 Jahren [24]. In der Kontrollgruppe betrug das Lebensalter im Mittel 53,48 Jahre. Bei einer zentralvenösen Punktion ist ein hohes Lebensalter kein relevanter Grund für ein erhöhtes Komplikationsrisiko. Aus diesem Grund haben wir in unserer Untersuchung den Faktor Lebensalter nicht berücksichtigt.

5.1.2 ABSI-Score in der Gruppe der brandverletzten Patienten

Die gängigen Beurteilungsscores für Brandverletzte sind der Brandverletztenindex (BVI) und der abbreviated burn severity index (ABSI) [11].

Im gesamten Untersuchungskollektiv betrug der errechnete Mittelwert nach dem ABSI-Score 7,1 Punkte. Die nicht veröffentlichten Daten des Zentrums für Brandverletzte im BG Unfallkrankenhaus Hamburg ergaben in den letzten Jahren einen durchschnittlichen ABSI-Score aller brandverletzten Patienten von 6,9 Punkten. Andere Verbrennungszentren gaben im Jahr 2000 einen durchschnittlichen ABSI-Score von 5 bis 8 Punkten bei ihren brandverletzten Patienten an [10]. Unser Patientenkollektiv ist im Bezug auf den ABSI-Score dem anderer Verbrennungszentren vergleichbar.

5.2 Punktionsorte des zentralvenösen Katheters bei brandverletzten Patienten

Standardzugangsorte für venöse Katheter bei Intensivpatienten sind die V. jugularis interna, die V. subclavia und die V. femoralis. Gelegentlich wird auch die V. jugularis externa punktiert. Die Auswahl des Zugangsweges ist abhängig von den Indikationen, die zu der zentralvenösen Punktion führen, den Patienten mit ihren vorbestehenden oder durch Verletzungen bzw. Operationen bedingten anatomischen Varianten und der Erfahrung bzw. dem handwerklichen Geschick des durchführenden Arztes. Ziel ist es, unter Berücksichtigung aller genannten Aspekte, den Punktionsort so zu wählen, dass die Komplikationen bei der Anlage des zentralen Venenkatheters bei der Punktion oder während der Therapie gering gehalten werden [29] [34].

Der in der Literatur am häufigsten gewählte Zugangsweg eines zentralen Venenkatheters ist der in eine jugulare Vene [45]. Die Vena jugularis interna ist leicht zugänglich und der Punktionsort kann auch bei einer operativen Lagerung meistens unproblematisch erreicht werden. In der Literatur wird der Zugangsweg als technisch einfach beschrieben. Es gibt eine hohe Trefferquote. Der Führungsdraht kann bei einer Punktion der rechten Vena jugularis interna geradeaus vorgeschoben werden. Akute, schwerwiegend punktionsbedingte Komplikationen treten selten auf [56]. Jedoch ist die iatrogene Karotisläsion häufig. Schwierigkeiten bei der Punktion der Vena jugularis interna treten bei schlechtem intravasalem Flüssigkeitsvolumen auf. In diesen Fällen kollabieren die Halsvenen leicht und sind schwer zu punktieren [60]. In unserer Arbeit war bei brandverletzten Patienten die Vena jugularis interna der am häufigsten gewählte Zugangsweg zur oberen Hohlvene. Die rechte Vena jugularis interna wurde häufiger punktiert als die linke. Bei Patienten der Gruppe 1 und 2, mit leichteren Brandverletzungen und niedrigerem ABSI-Score, wurde die Vena jugularis interna häufiger punktiert als bei Patienten der Gruppe 3 und 4 (Abbildung 15b). Bei schwerbrandverletzten Patienten liegt aufgrund der Pathophysiologie ein Volumenmangel vor [1][17]. Dadurch kann die Venenfüllung für eine Punktion im Bereich der Vena jugularis interna nicht ausreichend und die Punktion erschwert oder nicht möglich sein. Daher wurde bei Patienten mit schweren Brandverletzungen und hohem ABSI-Score seltener die Vena jugularis interna zur ZVK-Anlage ausgewählt und stattdessen die Vena subclavia gewählt (Abbildung 15d). Unter Notfallbedingungen ist die Vena subclavia schnell und praktikabel zu erreichen. Durch die besondere anatomische Lage ist das Gefäß mit der bindegewebigen Nachbarschaft fest fixiert und das Lumen auch bei schlechter Gefäßfüllung offen. Der Katheter lässt sich meist unproblematisch vorschieben. Langzeitkomplikationen wie Thrombosen oder Infektionen sind gering [29]. Belastet ist dieser Zugang jedoch mit relevant punktionsbedingten Verletzungen (z.B. Pneumothorax). Deshalb

sollte die Punktion der Vena subclavia nicht die Methode des Ungeübten sein. Bei an und für sich risikoarmer Punktion bereitet der Punktionsvorgang der Vena jugularis externa wegen ihrer unterschiedlich starken Ausbildung und ihrer topographisch-anatomischen Inkonzistenz oft erhebliche technische Schwierigkeiten. Das Vorschieben des Katheters wird durch die fast rechtwinklige Einmündung in die Vena subclavia sowie durch die Klappen an dieser Stelle erschwert. Fehlplatzierungen treten häufig auf. Auch ist das Risiko der durch ZVK assoziierten Thrombosen erhöht [45]. Aufgrund der hohen Rate von Fehlpunktionen und der häufigen Fehllage des Katheters erweist sich dieser Katheterzugangsweg als ungünstig [33] und wurde nur selten als Punktionsort bei brandverletzten Patienten ausgewählt (Abbildung 15c). Die Anlage eines Venenkatheters in die Vena femoralis bietet eine Vielzahl von Vorteilen. Die Erfolgsrate der Punktion ist hoch, das Vorschieben des Katheters ist durch den geraden Verlauf der Vene einfach. Die Gefahr des Pneumothoraxes ist ausgeschlossen. Nachteile des Femoraliskatheters sind eine erhöhte Infektionsgefahr, ein erhöhtes Risiko thrombotischer Komplikationen und die Gefahr von retroperitonealen Blutungen, die schwer zu diagnostizieren sind [52] [59]. Die unmittelbar benachbarte Femoralarterie kann bei Fehlpunktion ebenfalls zu schweren Blutungen führen. Ein femoraler Katheter kann für den Patienten unbequem sein und seine Mobilität einschränken. Außerdem kann über den Femoralkatheter kein zentraler Venendruck und keine zentralvenöse Sättigung bestimmt werden. Die Vena femoralis wurde nur in Ausnahmefällen und bei schweren Verbrennungen, bei denen die Leistenregion unversehrt geblieben war, als Zugangsweg ausgewählt (Abbildung 15e).

5.3 Punktionsbedingte Komplikationen bei der Anlage eines zentralvenösen Katheters bei brandverletzten Patienten

Die Anlage eines zentralen Venenkatheters ist die am häufigsten durchgeführte Maßnahme auf Intensivstationen und wird allein in den USA in 5-7 Millionen Fällen pro Jahr angewendet [63]. Doch trotz oder möglicherweise gerade aufgrund des alltäglichen Charakters einer ZVK-Anlage sind teilweise deletäre Komplikationen keineswegs eine Seltenheit. Ungefähr 15% aller Patienten erleiden bei der Anlage oder während der Liegedauer eines ZVK eine Komplikation [52] [73]. Bei unerfahrenen Anwendern sind Fehlpunktionen bis zu 35% beschrieben [55]. Mechanische Komplikationen wie versehentliche arterielle Punktion, Dissektion, arteriovenöse Fistel, Hämatome, Arrhythmien oder Pneumothorax treten in bis zu 19% aller Fälle auf. Katheterassoziierte Infektionen oder Thrombosen werden in bis zu 26% der Fälle beschrieben [53] [73]. Selbst hämodynamisch kompromittierende Blutungen oder Schlaganfälle kommen immer wieder vor (0,1-0,8%) [30].

In unserer Studie haben wir die punktionsbedingten Komplikationen, die bei Anlagen zentralvenöser Katheter bei brandverletzten Patienten und einem Kontrollkollektiv auftraten, erfasst (Abbildung 16a). Es zeigte sich ein leicht erhöhtes Punktionsrisiko in der Gruppe der brandverletzten Patienten. Die Differenz war nicht signifikant ($p < 0,2652$). Ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der brandverletzten Patienten und der Kontrollgruppe bestand bei der Punktionskompliaktion ‚mehrfache Punktionsversuche‘ ($p = 0,0046$). Bei brandverletzten Patienten musste zur Anlage eines zentralen Venenkatheters häufiger punktiert werden als im Kontrollkollektiv. Die anderen erfassten Punktionskompliaktionen wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf.

Unsere Studie weist ein höheres Komplikationsrisiko nach als die Arbeiten von Merres et al [52] und Sznajder et al [73]. Nur in der NICE-Arbeit wurde eine größere Rate an punktionsbedingten Komplikationen beschrieben [55].

Wie lassen sich diese unterschiedlichen Zahlen erklären?

Vermehrte Schwierigkeiten bei der ZVK-Anlage treten gehäuft bei unerfahrenen Anwendern auf. Bei uns erfolgte die Anlage eines zentralvenösen Katheters auf der brandverletzten Intensivstation durch den Stationsarzt oder den zuständigen Oberarzt. Beide verfügten über mehrjährige Berufserfahrung und waren in der Technik der Anlage eines zentralen Venenkatheters geübt.

In unserer Studie wurden die punktionsbedingten Komplikationen mit Hilfe eines Erfassungsbogens exakt dokumentiert. Dabei wurden geringe Komplikationen („minor Komplikationen“) wie mehrfache Punktionsversuche, Schwierigkeiten bei der Platzierung des Führungsdrahtes oder des Katheters und schwerwiegende Komplikationen („major Komplikationen“) mit Organbeteiligung erfasst. Es wurden auch die durch lokale Betäubung ausgelösten Horner-Syndrome oder während der ZVK-Anlage aufgetretene Hyperventilationen in die Auswertung aufgenommen. Diese genaue Dokumentation führt zu einer erhöhten Komplikationsrate in unserer Arbeit. Mehrfache Punktionsversuche wurden in die Arbeiten von Merres et al [52] und Sznajder et al [73] nicht aufgenommen. Wenn man aus unseren Daten die Komplikation „mehrfache Punktionsversuche“ herausrechnet, sinkt die Rate der Komplikationen in der Gruppe der brandverletzten Patienten auf 23,49% und die des Kontrollkollektivs auf 14,07%. Diese Zahlen sind mit den Angaben der oben erwähnten Literatur vergleichbar. Doch zeigen sie, dass das punktionsbedingte Risiko einer ZVK-Anlage bei brandverletzten Patienten tendenziell erhöht ist. In der Tabelle 2c sind die punktionsbedingten Komplikationen bei einer ZVK-Anlage in Abhängigkeit zur Schwere der Brandverletzung aufgeführt. Es zeigte sich, dass das Auftreten von Komplikationen in Abhängigkeit zum ABSI-Score stand und mit der Schwere der Brandverletzung anstieg. Ein signifikanter Unterschied bestand bei der iatrogenen Gefäßverletzung ($p=0,0445$). Diese Tendenz trat bei allen erfassten Komplikationen in unterschiedlicher Ausprägung auf und bestätigt außerdem, dass die Gefäßpunktion bei schwerbrandverletzten Patienten schwieriger ist als bei leichter verletzten Patienten.

Auch die verschiedenen Punktionsorte der ZVK-Anlagen zeigten unterschiedlich hohe Komplikationsraten. Sie beinhalten die gesamten punktionsbedingten Komplikationen (Tabelle 3a), die Einzelkomplikationen und beziehen auch die Schwere der Brandverletzung mit ein (Tabelle 3b). Bei den brandverletzten Patienten traten bei der Punktion der Vena jugularis interna die meisten Komplikationen auf. Danach folgte die Vena subclavia und die Vena femoralis. Diese Tendenz ist mit den Zahlen der Kontrollgruppe und den Angaben aus der Literatur (Tabelle 8) vergleichbar. Bei der Punktion der Vena jugularis interna traten häufiger „minor Komplikationen“ auf. Schwere Komplikationen (z.B. Pneumothorax, Hämatothorax) waren selten (Tabelle 4a). Die Vena subclavia hat insgesamt eine geringere Komplikationsrate, doch ist die Gefahr des iatrogenen Pneumothorax oder die des Hämatothorax nach ZVK-Anlage größer (Tabelle 6a). Bemerkenswert ist die niedrige Komplikationsrate am Punktionsort Vena femoralis bei Patienten mit Brandverletzungen (Tabelle 7). Auch traten an diesem Punktionsort keine major Komplikationen auf.

Es ist festzuhalten, dass die Art und die Anzahl der punktionsbedingten Komplikationen abhängig vom Punktionsort war. Auch stieg das Risiko einer Komplikation mit der Schwere der Verletzung an.

Gründe für eine erschwerte ZVK-Anlage können Übergewicht des Patienten, abnorme Veränderungen des Skeletts oder der Muskulatur, durch Voroperationen oder Verletzungen veränderte Anatomie, nicht bekannte Thrombose der Vene und mögliche anatomische Lagevariationen der zentralvenösen Gefäße sein [60]. Inwieweit diese Punkte Einfluss auf die zentralvenösen Katheteranlagen in unserer Arbeit genommen haben, ist retrospektiv nicht sicher zu erfassen. Doch kann die erschwerte ZVK-Anlage bei brandverletzten Patienten durch folgende Punkte erklärt werden:

1. Durch Verbrennungen oder das begleitende Ödem im Bereich der Punktionsstelle können die Landmarken der Haut verändert sein und
2. durch die Verbrennungskrankheit kommt es zu einem mediatoreninduzierten Kapillarleck im Rahmen eines SIRS mit konsekutivem Abfall des kolloidosmotischen Drucks, der zu einem verminderten intravasalen Volumen mit geringerer Venenfüllung führt und einen möglichen Venenkollaps zur Folge haben kann.

Die Frage nach dem geeignetesten Zugangsweg zur ZVK-Anlage bei brandverletzten Patienten lässt sich wie folgt beantworten: Die Anlage sollte aus chirurgischen Gründen -wenn möglich- nicht im verletzten Hautareal erfolgen. Der Punktionsort ist in Abhängigkeit von der Erfahrung und dem handwerklichen Geschick des durchführenden Arztes, von vorbestehenden oder durch Verletzungen bzw. Operationen bedingten anatomischen Varianten zu wählen. Es ist zu bedenken, dass der Punktionsort Vena jugularis interna zwar die geringere Rate an schwerwiegenden Komplikationen aufweist, aber gerade bei brandverletzten Patienten hier ein intravasaler Volumenmangel mit einer geringeren Venenfüllung bestehen kann. Dadurch kann die Vena jugularis interna kollabiert. So kommt es zu mehrfachen Punktionen wodurch die Gefahr der arteriellen Fehlpunktion ansteigt. Durch die anatomische Lage der Vena subclavia ist diese Gefahr geringer, doch weist dieser Zugangsweg mehr ‚major Komplikationen‘ auf. Die Vena femoralis ist auf die punktionsbedingte Komplikationsrate bezogen eine gute Alternative zur ZVK-Anlage bei brandverletzten Patienten.

In Tabelle 8 sind die in der Literatur genannten Komplikationen aufgeführt. Im Folgenden diskutieren wir die einzelnen Komplikationen und vergleichen unsere Ergebnisse mit denen anderer Studien.

Punktionskomplikationen	insgesamt	Vena jugularis interna	Vena jugularis externa	Vena subclavia	Vena femoralis
Mehrfache Punktionen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nicht mögliche Punktion	9,9-39,1 %	20-39%	k.A.	9,9-12,0%	15-37%
Punktion anderer Gefäße	3,1-15,0%	6,3-9,4%	k.A.	3,1-4,9%	9,0-15 %
Schwierigkeiten bei der Platzierung Draht oder Katheter	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Blutungen/Hämatome	0,1-4,4%	0,1-2,2%	k.A.	1,2-2,1%	3,8-4,4%
Pneumothorax	0,1-3,1%	0,1-0,2%	k.A.	1,5-3,1%	-
Hämatothorax	0,4-0,6%	k.A.	k.A.	0,4-0,6%	k.A.
Nervenverletzungen	0,3-1,3%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Häufigkeit gesamt	0-39,1%	0-39%	k.A.	0,5-12%	1,4-37%

Tabelle 8: Punktionskomplikationen bei ZVK-Anlagen und an den unterschiedlichen Zugangswegen (Angaben aus der Literatur [51][81])

5.3.1 Mehrfache Punktionen

Als mehrfacher Punktionsversuch wurde eine zentralvenöse Katheterisierung gewertet, bei der mehr als zweimal punktiert wurde oder ein zweiter Arzt die Punktion durchgeführt hatte. Bei dieser Punktionskomplikation zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der brandverletzten Patienten und der Kontrollgruppe ($p=0,0046$). Außerdem stieg das Risiko einer mehrfachen Punktion mit dem Schweregrad der Brandverletzung an. Im Vergleich der Zugangswege zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der Gruppe der brandverletzten Patienten am Punktionsort Vena jugularis interna ($p=0,0085$). Auch stieg das Risiko mehrfacher Punktionsversuche am Punktionsort Vena jugularis interna mit der Schwere der Verbrennung signifikant an ($p=0,0002$). Die zentralvenöse Punktion der Vena subclavia zeigte ein ähnlich hohes Komplikationsrisiko einer mehrfachen Punktion. In der Literatur findet man über diese Komplikation kaum Angaben. Ursachen für eine mehrfache Punktion bei einer zentralvenösen Katheterisierung sind vielfältig: stark übergewichtige Patienten, durch den Körperbau bedingte schwere anatomische Bedingungen, Gefäßanomalien oder Thrombosen, Verletzungen und durch Operationen veränderte Anatomie, schlechte Lagerungsmöglichkeiten auf der Untersuchungs- oder dem Operationstisch. Auch in der Technik der zentralen Venenpunktion unerfahrene Ärzte können mehrfache Punktionen begründen [60]. In der Tabelle 2b wird das Risiko anderer Komplikationen nach mehrfacher Gefäßpunktion dargestellt. Die Zahlen zeigen, dass das Risiko weiterer

Punktionskomplifikationen mit der Anzahl der Punktionsversuche stark anstieg. In anderen Studien wird ebenfalls von einer deutlich erhöhten Komplikationsrate bei mehrfachen Punktionsversuchen berichtet [20] [32]. Die Arbeit von Schummer zeigte bei 1794 Intensivpatienten, dass nach mehr als 3 Punktionsversuchen das Risiko weiterer mechanischer Komplikationen ansteigt [69]. Zum gleichen Ergebnis kamen wir auch in unserer Studie. Das Risiko einer erfolglosen Punktion stieg auf 29,69%, das Risiko einer arteriellen Gefäßverletzung auf 27,08%. Die Rate eines Pneumothorax, Hämatothorax, einer Blutung oder eines Hämatoms erhöhte sich ebenfalls.

5.3.2 Nicht mögliche Punktion

Eine erfolglose Punktion bzw. ein Abbruch der zentralvenösen Katheteranlage findet je nach Punktionsort mit einer Häufigkeit von 9,9-39,1% statt [49]. In unserer Studie zeigte sich bei dieser Komplikation keine signifikante Differenz zwischen beiden Gruppen. Auch war diese Komplikation in unserem Untersuchungskollektiv nicht höher als die in den Angaben der Literatur. Jedoch ist die Rate einer erfolglosen Punktion bzw. eines Abbruchs der ZVK-Anlage bei den brandverletzten Patienten der Gruppen 3 und 4 höher als bei den Patienten der Gruppe 1 und 2.

Gründe für eine erfolglose Punktion können Übergewicht des Patienten, abnorme Veränderungen des Skeletts oder der Muskulatur, durch Voroperationen oder Verletzungen veränderte Anatomie, nicht bekannte Thrombose der Vene und mögliche anatomische Lagevariationen der zentralvenösen Gefäße sein [18] [60]. In der Abbildung 13 sind die anatomischen Lagevariationen der Vena jugularis interna dargestellt [79].

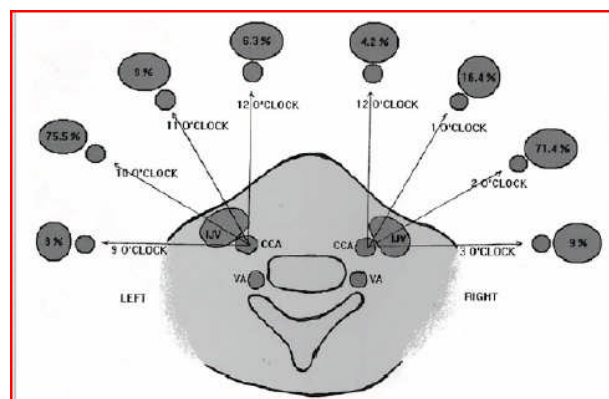


Abbildung 21: Anatomische Variationen der Vena jugularis interna (mod. nach Turban UC et al.: *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005)

Eine weitere Arbeit zeigt, dass bei einer Ultraschalluntersuchung von 58 Patienten vor der Anlage eines Hickmann-Katheters 10% aller Jugularvenen thrombosiert waren [71]. Die oben aufgeführte Arbeit untersucht die anatomischen Lageunterschiede der Vena jugularis interna. Die Vena femoralis zeigt ähnlich hohe Unterschiede in der anatomischen Lage auf wie die Vena jugularis interna [52] [60]. Die Vena femoralis kann sowohl in der klassischen Weise medial der Arteria femoralis als auch vor oder auch hinter dem arteriellen Gefäß liegen. Auch ist eine Thrombose des Gefäßes häufig beschrieben [71]. Zahlen zur erfolglosen Punktion der Vena femoralis werden in der Literatur mit 15-37% angegeben. Diese hohe Komplikationsrate konnten wir in unserer Studie nicht bestätigen. In der Kontrollgruppe traten bei der Punktion der Vena femoralis keine Komplikationen auf. In der Gruppe der brandverletzten Patienten erfolgte eine ZVK-Anlage über die Vena femoralis bei 108 Patienten. Die Rate einer erfolglosen Punktion war mit 3,7% sehr klein. Auch zeigte sich keine Abhängigkeit dieser Komplikation vom Schweregrad der Verbrennung. Das Risiko einer erfolglosen Punktion der Vena subclavia wird in der Literatur mit 9,9-12% angegeben [49]. Diese Zahlen werden sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Gruppe BV-ZVK bestätigt. Außerdem bestätigte sich, dass je schwerer der Patient brandverletzt umso höher das Risiko einer erfolglosen Punktion war.

5.3.3 Punktion anderer Gefäße und Blutung/Hämatom

Die häufigste Ursache für eine Hämatombildung nach zentralvenöser Katheterisierung ist die Verletzung der arteriellen Begleitgefäße. In unserer Studie haben wir sowohl die arterielle Punktion als auch die Blutung/Hämatom als Komplikation ausgewertet. Die versehentliche arterielle Punktion ist eine der häufigsten Komplikationen bei einer zentralvenösen Katheterisierung. In der Literatur weisen bis zu 15% aller ZVK-Anlagen eine arterielle Begleitverletzung auf. In unserer Studie war in der Gruppe BV-ZVK bei 9,48% aller Fälle das arterielle Gefäß verletzt. Hämatome nach einer ZVK-Anlage werden in der Literatur mit 0,1-4,4% der Fälle angegeben. Diese Zahlen werden in unserer Untersuchung bestätigt. Ursache für eine Hämatombildung nach zentralvenöser Punktion ist meist die arterielle Verletzung. Die Inzidenz der versehentlich arteriellen Punktionen liegt wie oben erwähnt zwischen 0,9-15% [5] [22]. Die Rate dieser Komplikationen korreliert mit Geschick und Erfahrung des Ausführenden, der Punktionsstelle, der Dringlichkeit der Situation und der Anzahl der Punktionsversuche [21].

Im Fallbeispiel 2 wird ein schwerer Verlauf einer iatrogenen arteriellen Gefäßverletzung vorgestellt.

Obwohl die meisten akzidentellen arteriellen Punktionen ohne Folge bleiben, wird gelegentlich über eine hämatombedingte Kompression der Atemwege, der Arterie oder den Tod durch Verblutung berichtet [21]. Die Mehrzahl der versehentlichen Punktionen der Arteria carotis kann leicht durch externe Kompression behandelt werden. Wurde eine große Schleuse in die Arterie eingeführt oder erhielt der Patient Heparin, Markumar oder leidet er an einer schweren angeborenen oder erworbenen Gerinnungsstörung, kann eine chirurgische Exploration und Versorgung notwendig werden. Blutungen nach akzidenteller Punktion der Arteria subclavia sind von außen nur schwer durch Kompression stillbar. In den meisten Fällen ist aber keine spezielle Behandlung erforderlich, in seltenen Fällen muss aufgrund eines Hämatothoraxes eine Thoraxdrainage gelegt oder eine Thorakotomie durchgeführt werden.

5.3.4 Hämatothorax

Ein Hämatothorax nach ZVK-Anlage ist eine seltene aber schwerwiegende Komplikation. In unserer Studie wurde diese Komplikation nur in der Gruppe BV-ZVK einmal bei einer zentralvenösen ZVK-Anlage im Bereich der Vena jugularis interna und zweimal bei ZVK-Anlagen im Bereich der Vena subclavia erfasst. In andern Studien wird die Häufigkeit eines Hämatothoraxes nach Anlage eines zentralen Venenkatheters am Punktionsort der Vena subclavia mit 0,4-0,6% angegeben [51]. Angaben über diese Komplikation im Bereich der Vena jugularis interna liegen in der Literatur nicht vor.

Das Fallbeispiel 2 zeigte einen schweren Verlauf einer arteriellen Gefäßverletzung mit daraus entstandenem Hämatomediastinum und Hämatothorax.

Die Ursache eines Hämatothoraxes ist das Durchstoßen der Gefäßwand mit einer Punktionsnadel oder mit dem Einführungsdraht. Auch kann die Katheterspitze eines ZVK die Gefäßwand verletzen. Ein Hämatothorax verläuft oft ohne Symptome und wird erst als Befund der Röntgenthoraxaufnahme diagnostiziert. Eine mögliche Hypoxämie oder sogar eine arterielle Hypotension entwickelt sich erst protrahiert und nur bei ausgeprägten Fällen oder bei einem Spannungshämatothorax [76]. Tritt ein Hämatothorax unmittelbar nach Punktion auf, muss mit einer Verletzung des begleitenden arteriellen Gefäßes gerechnet werden. Ein Hämatothorax tritt eher bei der Punktion der Vena subclavia als bei anderen zentralen Venenpunktionen auf [31]. In den meisten Fällen kommt die Blutung durch Kompression zum Stillstand. Selten ist eine Thorakotomie mit Thoraxdrainage indiziert. Gefürchtet sind zentrale Perforationen großer Gefäße, die zu einer Perikardtamponade und unter Umständen sogar zum Tod des Patienten führen können [47].

5.3.5 Schwierigkeiten bei der Platzierung des Drahtes oder des Katheters

Schwerwiegende Komplikationen bei der Platzierung des Seldingerdrahtes oder des zentralvenösen Katheters sind selten. Zu nennen sind u.a. die Verknotung des Drahtes selbst, Verknotung mit dem Katheter und Embolien durch abgerissene Draht- oder Katheterfragmente. In seltenen Fällen wird auch vergessen, den Draht zu entfernen. Ursachen für Embolien durch Drahtfragmente sind oft Materialfehler und fehlerhafte Anwendungstechnik [80]. Andere Schwierigkeiten können ein Stoppen beim Vorschieben des Seldingerdrahtes oder des Katheters im Gefäß sein. Das kann durch die anatomische Lage des Gefäßes, durch Gefäßanomalien oder durch Thrombosen bedingt sein. Außerdem werden zu diesen Komplikationen auch die Katheterfehllagen (Malpositionen) gezählt [72]. In der Literatur wird oft zwischen primären und sekundären Fehllagen differenziert. Die primäre Katheterfehllage tritt periinterventionell auf und betrifft alle Fehllagen, die unmittelbar mit der Punktion zusammenhängen. Eine sekundäre Katheterfehllage resultiert aus einer Kathetermigration eines ursprünglich regelrecht platzierten Katheters. Die Lagekontrolle eines lege artis angelegten ZVK erfolgt durch die Röntgenaufnahme der Lunge. Außerdem kann die Platzierung des zentralvenösen Katheters unter EKG-Kontrolle (Alpha-Katheter) und durch Sonographie kontrolliert werden [66] [70]. Ist eine extravasale Lage eines Katheters im konventionellen Röntgenbild nicht zweifelfrei darstellbar, kann die Extravasation durch eine Kontrastmittelapplikation unter Durchleuchtung verifiziert werden [43].

In unserer Studie haben wir Komplikationen und Schwierigkeiten bei der Platzierung des Seldingerdrahtes oder des zentralen Venenkatheters in beiden Gruppen erfasst. Schwerwiegende Komplikationen wie eine extravasale Fehllage, eine Knotenbildung im Seldingerdraht oder im Katheter, ein Verbleib des Seldingerdrahtes im Gefäßsystem oder eine Embolie durch Abriss des Drahtes oder Katheters wurden nicht beschrieben. Die erfassten Komplikationen betrafen unklare Hindernisse beim Vorschieben des Seldingerdrahtes oder des Venenkatheters, venöse Fehllagen oder Umschlagen des Venenkatheters im Gefäßsystem. Das Vorschieben des Seldingerdrahtes oder des Venenkatheters wurde durch die spezielle Anatomie der venösen Punktionsorte erschwert. Wichtig ist, dass die Lage eines zentralen Venenkatheters mittels Röntgenbild der Lunge kontrolliert wird [70].

5.3.6 Pneumothorax

Der Pneumothorax zählt mit einer Häufigkeit von 0,3-4,5% zu den schweren Komplikationen nach einer ZVK-Anlage [57] [81]. Über das Auftreten eines Pneumothoraxes in Abhängigkeit

zum venösen Zugangsweg gibt es unterschiedliche Angaben. So zeigt eine systemische Übersichtsarbeit von 3420 Katheteranlagen keinen Unterschied zwischen dem Zugangsweg über die Vena jugularis interna und dem über die Vena subclavia [68]. Andere Studien sehen eine erhöhte Gefahr eines Pneumothorax bei der Punktion der Vena subclavia [51]. Besonders gefährdet sind Patienten mit chronisch obstruktiver Lungenerkrankung oder anderen bullösen Lungenerkrankungen, übergewichtige Patienten, solche mit abnormen Veränderungen des Skeletts oder der Muskulatur oder aber maschinell beatmete Patienten mit hohem Beatmungsspitzen- und hohem positiv end-expiratorischem Druck, bei denen die Lungenspitzen weit nach apikal ausgedehnt werden [58]. Bei maschinell beatmeten Patienten kann sich durch die Überdruckbeatmung ein Spannungspneumothorax entwickeln. Durch extrapulmonale Luftansammlung wird das Mediastinum zur gesunden Seite hin verdrängt und es kann dadurch -neben den oben genannten Symptomen- zum Herzstillstand kommen. Das Vorliegen eines Spannungspneumothorax ist ein Notfall und ist unverzüglich durch Anlage einer Pleuradrainage oder durch eine Notfallentlastung mit einer großlumigen Kanüle zu behandeln [42]. Zum Ausschluß eines Pneumothorax und zur Darstellung der korrekten Katheterlage gilt die Röntgenthoraxaufnahme als etablierter Standard [23]. Um einen Pneumothorax sicher auszuschließen, sollte nach der ersten Röntgenkontrolle des zentralen Venenzuganges nach 4-24 Stunden eine Verlaufskontrolle erfolgen. Zur besseren Beurteilung sollte diese in Expiration ausgeführt werden.

In der Gruppe der brandverletzten Patienten trat ein Pneumothorax nach ZVK-Anlage häufiger auf als im Kontrollkollektiv. Ein signifikanter Unterschied bestand aber nicht. Es bestand auch keine Abhängigkeit vom Schweregrad der Verbrennung. Der Zugangsweg über die Vena subclavia zeigte ein höheres Risiko einer Lungenverletzung als der über die Vena jugularis interna.

5.3.7 Nervenverletzungen

Nervenverletzungen nach Anlage eines zentralen Venenkatheters sind selten. Es liegen in der Literatur nur Einzelfälle vor. Nervenläsionen im Zusammenhang mit der Anlage eines ZVK können durch direkte Verletzungen der Nerven durch die Punktionsnadel, den Führungsdraht oder den Katheter oder indirekt durch eine Hämatombildung oder Extravasation gewebetoxischer Flüssigkeiten erfolgen. Beschrieben sind Verletzungen des Plexus brachialis [38], des Nervus phrenicus [35], des Nervus recurrens [15] und des Sympathikus Grenzstranges [9]. Die echte Nervenschädigung muss von der vorübergehenden 'Lähmung' durch infiltrierte

Lokalanästhetikalösung unterschieden werden. Eine weitere seltene Komplikation der Vena jugularis interna Kanülierung stellt das Auftreten eines Horner-Syndroms dar [64]. Bei den meisten Patienten kommt es zu einer Rückbildung der Symptomatik innerhalb von drei Monaten, aber es können auch Miosis und Ptosis bestehen bleiben [75]. Von Nervenläsionen nach Anlage eines Pulmonalkatheters wird in 0,3-1,3% der Fälle berichtet [81]. In unserer Arbeit trat kein Fall einer dauerhaften Nervenverletzung nach ZVK-Anlage auf.

Fazit

Der intensivmedizinische Verlauf des Schwerbrandverletzten entspricht -stark vereinfacht- einem im Zeitraffer ablaufenden SIRS mit u.a. schweren Flüssigkeits- und Elektrolytverschiebungen [2]. Die Anlage eines Mehrlumen-ZVK, möglichst in die obere Hohlvene, u.a. zur Infusions- und Elektrolyttherapie, Bestimmung des ZVD und Messung der zentralvenösen SaO₂, ist eine wichtige Erstmaßnahme bei der Versorgung schwerbrandverletzter Patienten [1]. In unserer Studie zeigten wir, dass die zentralvenöse Katheteranlage nach der traditionellen Landmarkentechnik bei Patienten mit Brandverletzungen erschwert ist.

Nach den NICE-Empfehlungen (NICE: National Institute for Clinical Excellence) führt eine ZVK-Anlage mit Hilfe der Sonographiekontrolle im Routinebetrieb zu einer deutlichen Reduktion der Komplikationsrate [55]. Diese Ergebnisse zeigten sich auch bei Intensivpatienten [39]. In dem Ausbildungskonzept der Sektion Anästhesie der DEGUM (Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) wird bei Risikopatienten und bei Patienten mit zu erwartenden Schwierigkeiten (z.B. anamnestisch mehrfache Punktion, schwierige anatomische Bedingungen, wacher Patient, Kind, Gerinnungsstörungen und/oder Koagulopathien) die zentralvenöse Katheterisierung mit dem Einsatz von Ultraschall empfohlen [49].

Nach Auswertungen unserer Untersuchungsergebnisse haben wir deshalb die Standardprozedur in unserem Haus zur Anlage eines zentralen Venenkatheters verändert und empfehlen bei brandverletzten Patienten eine ultraschallkontrollierte zentralvenöse Katheteranlage.

Ob diese Maßnahme zur Reduktion von punktionsbedingten Komplikationen bei einer ZVK-Anlage führen sollte Bestandteil weiterer Auswertungen sein.

6. Zusammenfassung

Bei der Kanülierung zentraler Venen beim Erwachsenen wird ein punktionsbedingtes Komplikationsrisiko von 1-39% beschrieben [55]. Es ist abhängig vom Geschick des Anwenders, von den anatomischen Gegebenheiten des Patienten, der Anzahl der Punktionsversuche sowie dem Gerinnungsstatus [69]. Die Standardtechnik bei der Punktion ist die Orientierung an anatomischen Strukturen, die nicht notwendigerweise mit der Lage des punktierenden Gefäßes übereinstimmen müssen. In dieser retrospektiven Arbeit wurden punktionsbedingte Komplikationen zentralvenöser Katheteranlagen bei einem Patientenkollektiv mit Brandverletzungen erfasst und mit einem Kontrollkollektiv verglichen. Außerdem wurden die Daten der gewählten Zugangswege und die Indikationen der ZVK-Anlagen der brandverletzten Patienten ausgewertet.

Das Komplikationsrisiko bei der Punktion mit einem zentralen Venenkatheter lag in unserer Studie im Patientenkollektiv der brandverletzten Patienten bei 30,06%, in der Kontrollgruppe war es mit 26,91% niedriger. Das Risiko punktionsbedingter Komplikationen, wie mehrfache Punktionen, Punktion anderer Gefäße, Blutungen/Hämatome, Pneumothorax und Hämatothorax, ist in der Gruppe der brandverletzten Patienten im Vergleich zur Kontrollgruppe zum Teil signifikant erhöht. Die Art und die Häufigkeit der Komplikationen sind abhängig vom Punktionsort und von der Schwere der Brandverletzung. Die punktionsbedingten Komplikationen wie mehrfache Punktionsversuche, arterielle Fehlpunktionen, iatroger Pneumothorax, Blutung bzw. Hämatom und Hämatothorax traten tendenziell häufiger in der Gruppe der brandverletzten Patienten auf. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der brandverletzten Patienten und der Kontrollgruppe bestand aber nur bei der Punktionskomplikation ‚mehrfache Punktionsversuche‘ ($p=0,0046$). Es zeigte sich, dass nach drei Punktionsversuchen das Risiko für weitere punktionsbedingte Komplikationen, wie erfolglose Punktion, Fehlpunktionen anderer Gefäße, Pneumothorax, Hämatothorax und Blutungen bzw. Hämatombildung erhöht war. Außerdem konnte diese Studie nachweisen, dass das punktionsbedingte Komplikationsrisiko mit der Schwere der Verbrennung anstieg. Je schwerer die Brandverletzung war, desto häufiger traten Komplikationen bei der zentralvenösen Katheterisierung auf. Gerade minor Komplikationen, wie die mehrfache Punktion, arterielle Fehlpunktionen und erfolglose Punktionen wurden bei Patienten mit schwereren Brandverletzungen häufiger erfasst als bei leicht brandverletzten Patienten.

Als Konsequenz aus diesen Daten wurde im BG Unfallkrankenhaus Hamburg die Standardprozedur zur Anlage zentralvenöser Venenkatheter überarbeitet. Danach wurde für Risikopatienten (u.a. brandverletzten Patienten) und Patienten mit zu erwartenden Schwierigkeiten die sonographisch durchgeführte ZVK-Anlage neben der bekannten Landmarkentechnik eingeführt.

7. Literatur

1. Adam H.A., Vogt P.M. Die notfall- und intensivmedizinische Grundversorgung des Schwerbrandverletzten. *Anästhesie & Intensivmedizin* 2010; 51: 90-112
2. Anderson BO, Harken AH Multiple organ failure: inflammatory priming and activation sequences promote autologous tissue injury. *J. Trauma* 30 1990 :S44-S49
3. AWMF-Leitlinie (Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften) thermische und chemische Verletzungen. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin Thermische und chemische Verletzungen Internet: www.awmf.org
4. Baxter CR, Shires GT Physiological response to crystalloid resuscitation of severe burns *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 150 1968: 874-894
5. Bernard RW, Stahl WM. Subclavian vein catheterizations: a prospective study. 1. Non-infectious complication. *Ann Surg* 1971; 173: 184-190
6. Bisgwa F., Pitzler D., Partecke BD. Die Erstversorgung des schwerbrandverletzten Patienten aus chirurgischer Sicht. *Unfallchirurg* 1995 ; 98 : 180-183
7. Bleichröder F. intra-arterielle Therapie. *Berl Klin Wochenschr.* 1912: 1503-1505
8. Brass P, Volk O, Leben J, Schregel W. Zentralvenöse Punktion nur noch mit Ultraschall? *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzth* 2001; 36 (10): 619-627
9. Briscoe CE, Bushman JA, McDonald WI. Extensive neurological damage after cannulation of internal jugular vein. *Br Med J* 1974; 1:314
10. Büttemeyer R. ,Steen M., Henkel v. Donnersmarck G, GermannG. Establishing a baseline for organisation and outcome in burn-care basic data compiled by German burn centres 1991-2000 *Burns* 2004, Mar; 30(2) : S. 115-120
11. Buhre W., Wappler F. Initial care of the severely burned patient *Anaesthesio IIntensivmed Notfallmed Schmerzther* 2009Feb;44(2):100-107
12. Bunegin L, Albin MS, Helsel PE, Hoffmann A, Hung TK. Positioning the right atrial catheter: a model for reappraisal. *Anaesth* 1981; 55 (4): 343-348
13. Burri C., Ahnfeld F.W. Cava Katheter Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1977

14. Czermak C, Hatmann B, Scheel S et al. Flüssigkeitstherapie und hämodynamisches Monitoring im Verbrennungsschock. *Chirurg* 2004; 75: 599-606
15. Davis P, Watson D. Horner's syndrome and vocal cord paralysis as a complication of percutaneous internal jugular vein catheterization in adults. *Anesthesia* 1982; 37: 587-588
16. Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM et al. Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med* 2008; 36: 296-327
17. Delming RH, Kramer G, Harms B Role of thermal injury-induced hypoproteinemia on edema formation in burned and non-burned tissue *Surgery* 95 1984:136-144
18. Denys BG, Urtetsky BF. Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med* 1991; 19: 1516-1519
19. Dick, W. Notfall- und Intensivmedizin. Verlag De Gruyter, 2001, ISBN 3-11-015346-
20. Eisen L, Narasimhan M, Berger J et al. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med* 2006; 21:40-46
21. Ermakov S, Hoyt JW. Pulmonary artery catheterization. *Crit Care Clin* 1992; 8: 773-806
22. Erola R, Kaukinen L. Analysis of 13800 subclavian vein catheterizations. *Acta Anaesthesiol Scand* 1985; 29: 193-197)
23. FDA task force: Precautions necessary with central venous catheters. *FDA Drug Bull* 1989; July :15-16)
24. Fieguth, A.; Kistenmacher, L.; Troger, H.D; Kleemann, W.J. Todesfälle bei Hitzeeinwirkung. *Arch Kriminol.* 2000; 200: 79-86
25. Flatley ME, Schapira RM. Hydropneumomediastinum and bilateral hydropneumothorax as delayed complications of central venous catheterization. *Chest* 1993; 103: 1914-1916
26. Forßmann W. Die Sondierung des rechten Herzens. *Klin Wochenschr* 1929;8: 2085-2087
27. Forster B., Ropohl D. *Rechtsmedizin* 1989 Ferdinand Enke – Verlag, Stuttgart : 100-102
28. Gerling, I. ; Meissner, C. ; Reiter, A. ; Oehmichen, M. Death from thermal effects and burns *For Sci Int.* 2001; 115: 33-41

29. Gowardman JR et al. Influence of insertion site on central venous catheter colonization and bloodstream infection rate. *Intensive Care Med* 2008, 34: 1038-1045
30. Guilbert MC, Elkouri S, Bracco D et al. Arterial trauma during central venous catheter insertion: Case series, review and proposed algorithm. *J Vasc Surg* 2008; 48 918-925
31. Harrer J, Brtko M, Zacek P, Knap J. Hemothorax – a complication of subclavian vein cannulation. *Acta Medica* 1997; 40:21-23
32. Hind D, Calvert N, Mc Williams R et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003; 327:361
33. Heitmann D. Indikation und Technik zentralvenöser Katheter. In: lawin P, Hartenauer U Hrsg. *Der intravasale Katheter: Indikationen-Technik-Komplikationen*. Aufl. Stuttgart 1981: Georg Thieme Verlag, 30-40
34. Heitmann D. und Regler G.. Die Vena jugularis interna als Zugangsweg für den Cava-Katheter. *Klinikerarzt* 5, 1976, 5: 331-340
35. Islek I, Akpolat T, Danaci M. Phrenic nerve palsy caused by subclavian vein catheterization. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13: 1023-1025
36. Jauch KW et al. Technik und Probleme der Zugänge in der parenteralen Ernährung. *Aktuel Ernaehr Med* 2007; 32, Supplement 1: S41-S53
37. Jeske C, Raedler C, von Goedecke A, Mayr A, Hinterberger G, Aspoeck C, Lass-Floerl C, Benzer A. Early identification of bacteria leading to central venous catheter contamination. *Anesth Analg* 2003; 97 (4): 940-943
38. Karakaya D, Baris S, Guldogus F, Incesu L, Sarihasan B, Tur A. Brachial plexus injury during subclavian vein catheterization for hemodialysis. *J Clin Anesth* 2000; 12: 220-22
39. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, Patrianakos AP, Kouraklis G, Poularas J, Samonis G, Tsoutsos DA, Konstadoulakis MM, Karabinis A. A real-time ultrasound-guided catheterization of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 2006; 10: R162
40. Koski EM, Suhonen M, Mattila MA. Ultrasound-facilitated central venous cannulation. *Crit Care Med* 1992; 20 (3): 424-426
41. Krämer P.F., Grützner P.A., Wölfl C.G. Versorgung des Brandverletzten. *Notfall und Rettungsmedizin* 2010; 1: 23-29

42. Kretz F-J, Schäffer J. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. Springer Verlag Berlin 2000, 3. Auflage: S.348
43. Krier C. The central vein catheter-a simple routine measure. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerztherapie 1998; 33: 75-76
44. Kuentscher M, Blome-Eberwin S, Pelzer M et al. Transcardiopulmonary vs pulmonary arterial thermodilution methods of hemodynamic monitoring of burned patients. J. Burn Care Rehabil 2002; 23:21-26
45. Lewandowski K, Lewandowski M. Komplikationen des zentralen Venenkatheters bei Erwachsenen und Kindern. Anaesthesiologie und Intensivmedizin 2003; 44: 393-407
46. Loewencke H, Schafer K, Pfeifer KJ. Anatomische Hinweise zur Anlage von zentralen Venenkathetern. Chirurg 1978; 49: 615-619
47. Lossert H, Prokesch R, Grabenwoger M, Waltl B, Apsner R, Sunder-Plassmann G, Muhm M. Inadvertent transpericardial insertion of a central venous line with cardiac tamponade. Failure of preventive practices. Intensiv Care Med 2000; 26:1147-1150
48. Madias JE. Intracardiac ECGs using saline solution as the conductive medium for proper positioning of the Shiley hemodialysis catheter. Chest 2003; 124: 2363-2367
49. Maecken T, Grau T. Ultrasound imaging in vascular access. Crit Care Med 2007; 35: 157-185
50. Mangar D, Turnage WS, Mohamed SA. Is the internal jugular vein cannulated during insertion or withdrawal of needle during central venous cannulation? Anesth Analg 1993; 76 (6): 1375
51. McGee DC, Gould MK. Preventing complication of central venous catheterizations. N Engl J Med 2003; 348:1123-1133
52. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F et al. Complications of femoral and subclavia venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. JAMA 2001; 286:700-707
53. Meyers L. Intravenous catheterization. Amer J Nurs 1945; 45: 930 und Zimmermann B. Scientific apparatus and laboratory methods: Intravenous tubing for parenteral therapie. Science 1945; 101: 567

54. Muhm M, Sunder-Plassmann G, Aspner R, Pernerstorfer T, Rajek A, Lassing A, Prokesch R, Derfler K, Druml W. Malposition of central venous catheters. Incidence, management and preventive practices. *Wien Klein Wochenschr* 1997; 109:400-405
55. National Institute for Clinical Excellence (NICE) (Hrsg). Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheter. *Technology Appraisal Guidance* 2002;49
56. Opderbecke H.W. Bardachzi E. Die Verwendung eines Kavakatheters bei langdauernder Infusionsbehandlung. *Dtsch Med Wochenschr*, 1986: 203-206
57. Pappas P, Brathwaite CEM, Ross SE. Emergency central venous catheterization during resuscitation of trauma patients. *Am Surg* 1992; 58: 108-111
58. ParaTabora F. Establishment of intravenous lines for long-term intravenous therapy and monitoring. *Surg Clin North Am* 1985; 65: 835-865
59. Parienti JJ et al. Femoral vs. jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy. *JAMA* 2008, 299: 2413-2422
60. Polderman KH, Girbes AJ. Central venous catheter use. Part 1: mechanical complications. *Intensive Care Med* 2002; 28 (1): 1-17
61. Ponsold A. Lehrbuch für gerichtliche Medizin. Tod durch Verbrühung und Verbrennung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart : 447-625
62. Prokop O. Die Einwirkung hoher Temperaturen. Lehrbuch der gerichtlichen Medizin VEB-Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1960: 116-124
63. Raad I, Darouiche R, Vazquez J et al. Efficacy and safety of weekly dalbavancin therapy for catheter-related bloodstream infection caused by gram-positive pathogens. *Clin Infect Dis* 2005; 40:374-380
64. Reddy G, Coombes A, Hubbard AD. Horner's syndrome following internal jugular vein cannulation. *Intensive Care Med* 1998; 24: 194-196
65. Reinhart K, Brunkhorst FN, Bone HG et al. Diagnose und Therapie der Sepsis: S2-Leitlinien der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI). *Internist* 2006; 47: 356-373

66. Roewer N, Engelhardt W. Control of position of the central venous catheter – problems in choice of methods. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerztherapie* 1998; 33: 105-106
67. Rogde, S.; Olving, JH.; Characteristics of fire victims in different sorts of fires *For Sci Int.* 1996, 77: 93-99
68. Ruesch S, Walder B, Tramer MR. Complications of central venous catheter: internal jugular versus subclavia access—systematic review. *Crit Care Med* 2002;30: 454-460
69. Schummer W, Schummer C, Rose N, Niesen WD, Sakka SG. Mechanical complications and malpositions of central venous cannulations by experienced operators – a prospective study of 1794 catheterizations in critically ill patients. *Intensiv Care Med* 2007; 33: 1055-1059
70. Schlummer W, Sakka SG, Hüttemann E, Reinhart K, Schummer C. Ultraschall und Lagekontrolle bei der Anlage zentraler Venenkatheter. *Der Anaesthesist* 2009; 7: 677-685
71. Shabbir J et al. An audit of ultrasound-assisted catheter insertion in patients receiving chemotherapy. *Surgeon* 2005; 3: 32-35
72. Silberzweig JE, Sacks D, Khorsandi AS, Bakal CW. Reporting standards for central venous access. *JVasc Interv Radiol* 2003; 14: 443-452
73. Sznajder JJ, Zveibil FR, Bittermann H et al. Central vein catheterization. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986; 146: 259-261
74. Tang, K. ; Jian, L. ; Qin, Z. ; Zhenjiang, L. ; Gomez, M. ; Beveridge, M. Characteristics of burn patients at a major burn center in Shanghai *Burns* 2006, Dec ; 32(8) : S 1037-1043
75. Teich SA, Halprin SL, Tay S. Horner's syndrome secondary to Swan-Ganz catheterization. *Am J Med* 1985; 78: 168-1670
76. Thomas CJ, Butler CS. Delayed pneumothorax and hydrothorax with central venous catheter migration. *Anaesthesia* 1999; 54: 987-990
77. Tobiasen J, Hierbert, J, and Edlich, R. The abbreviated burn severity index. *Ann Emerg Med* 1982; 11: 260-262

78. Troianos CA, Jobes DR, Ellison N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study. *Anesth Analg* 1991; 72 (6): 823-826
79. Turba UC et al. Anatomic relationship of internal jugular vein and the common carotid artery applied to percutaneous transjugular procedures. *Cardiovasc Inter Rad* 2005; 28: 303-306
80. Vecsei V, Euler J, Stockele G. Seltene Komplikation beim Anlegen eines oberen Hohlvenenkatheters nach Seldinger-Methode: Bruch der Spirale. *Wien Klein Wochenschr* 1977; 89:425-428
81. Zink W, Graf BM. The pulmonary artery catheter. *Anaesthesist* 2001; 50:623-642

8. Anhang

8.1 Durchführung der zentralvenösen Katheteranlage nach anatomischen Orientierungspunkten (Abbildungen 22 a-c)

Die zentralvenöse Kanülierung wurde in Europa besonders durch Heitmann aufgegriffen und auf ihre breite Anwendbarkeit hin überprüft [33]. Die Punktion eines Gefäßes zur Anlage eines zentralvenösen Katheters erfolgt folgendermaßen:

Nach Auswahl des Zugangsweges wird die Punktionsregion nach Verletzungen, Entzündungen, anatomischen Besonderheiten oder anderen Auffälligkeiten inspiziert. Der Patient wird in Abhängigkeit vom Punktionsort gelagert und die anatomischen Orientierungspunkte werden sicher identifiziert. Danach wird das Hautareal desinfiziert und nach entsprechender Einwirkzeit steril abgedeckt. Bei wachen Patienten sollte eine lokale Betäubung der Haut durchgeführt werden. Wegen der besseren Venenfüllung und der Vermeidung einer Luftembolie sollte bei der Punktion des oberen Hohlvenensystems wenn möglich, die Trendelenburg-Position eingenommen werden [8]. Dadurch vergrößert sich der Gefäßquerschnitt. Bei extrem hypovolämen Patienten sollte ggf. der Neigungswinkel erhöht und/oder der Kreislauf gleichzeitig über eine periphere Vene mit Infusionen aufgefüllt werden. Zunächst setzt man eine Lokalanästhesie mit einer Nadel von meist 21 G. Dabei ist es günstig einen Probestich in die Richtung zu machen, in der man die Vene vermutet, um ihre Lage und Verlaufsrichtung zu erkunden [50] [8]. Zusätzlich lässt sich dadurch die Distanz zur Vene feststellen, so dass bei versehentlicher Punktion der Arterie das Trauma nicht zu groß ist [60]. Danach wird das Gefäß mit der im Katheterset enthaltenen 18 G Nadel punktiert. Unter ständiger, geringer Aspiration wird die Nadel vorgeschoben. Beim Eindringen in die Vene fließt dunkles Blut ruckartig in die Spritze hinein. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist eine Studie, die nachweist, dass die Vene jugularis interna nicht unbedingt beim Vorschieben der Nadel getroffen werden muss, sondern dass eine erfolgreiche Blutaspiration in genauso vielen Fällen gelingt, wenn man die Nadel entgegen der eigentlichen Punktionsrichtung zurückzieht [78] und erkundet [50].



Abbildung 22 a: Aspiration von Blut nach erfolgreicher Punktion der Vena jugularis interna

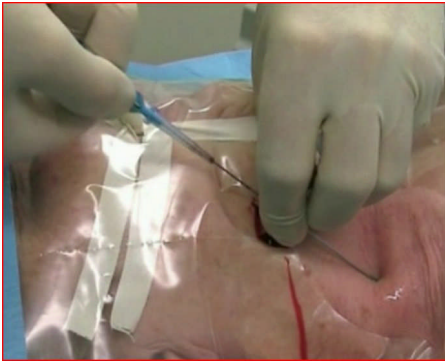


Abbildung 22 b: Einführen des Seldingerdrahtes über die Punktionskanüle



Abbildung 22 c: Anlage des zentralen Venenkatheters über den einliegenden Seldingerdraht

Nach gelungener Punktion wird nach Entfernen der Spritze über die nun im Blutgefäß liegende Kanüle ein Führungsdraht mit Hilfe der Seldingertechnik vorgeschoben (die Seldingertechnik oder Seldinger-Methode ist eine Methode zur Punktion von Blutgefäßen zum Zweck der Katheterisierung. Sie wurde 1953 von dem schwedischen Radiologen Sven-Ivar Seldinger entwickelt). Die Punktionskanüle wird anschließend unter Fixierung des Führungsdrahtes entfernt. Dabei ist das Gefäß an der Einstichstelle zu komprimieren und streng darauf zu achten, dass die Position des Drahtes weiter unverändert bleibt. Je nach Kaliber des einzubringenden Katheters muss zuvor mittels Dilatator der Stichkanal aufgedehnt werden, um die Einführung zu erleichtern. Danach wird der Katheter über den Draht an seine Zielposition vorgeschoben. Anschließend wird der Führungsdraht entfernt und der Katheter nochmals durchgespült. Um sich zu vergewissern, dass der Katheter mit seiner Spitze intravasal liegt, soll man durch eine angesetzte Spritze venöses Blut frei und leicht aspirieren können. Der Katheter wird in seiner gewünschten Länge durch eine Annaht fixiert und danach die Einstichstelle steril verbunden. Eine Thoraxübersichtsaufnahme zeigt und dokumentiert den genauen Sitz der Katheterspitze. Im anterior/posterioren Strahlengang soll sich die Katheterspitze im Röntgenbild in Höhe der Carina projizieren. Außerdem dient die Röntgenaufnahme zur Dokumentation und Diagnose eines möglichen Pneumothoraxes bzw. eines Hydro- oder Hämatothoraxes.

8.2 Der Erhebungsbogen für ZVK, PAK, AK

Patientenaufkleber	
Abteilung:	(BVINT) (INT) (HPMC) (NEU) (NEC) (QUE) (UWC) *
Indikationen:	Infusions- /Volumentherapie () hämodynamisches Monitoring () schlechter peripherer Venenstatus () parenterale Ernährung () Antibiotika () Rheologika () Andere () <div style="text-align: right;">(Mehrfachnennung möglich)</div>
Ort:	(BV-Box) (Umbettung) (BV-Bad) (OP-Einleitung) (BV-OP)**
Punktion:	(V. jug. ext.) (V. jug. int.) (V. subcl.) (V.bas./ceph.) (V. fem.) (links) (rechts) (A.brach) (A.rad) (A.fem.) (A.dors.ped.) (links) (rechts)
Katheter:	(F 6) (G14) (F7) (F7,5) (F8) (F9) (>F9)
Lumen:	(1) (2) (3) (4) (5) (6)
Art:	(ZVK) (PAK) (AK)
Komplikationen:	Keine ()
Punktion:	nicht möglich () anderes Gefäß (Name: ()) Mehrfache Punktionen () (> 2 Punktionsversuche oder Punktion durch zweiten Arzt) Punktionsortwechsel () <div style="text-align: right;">(Mehrfachnennung möglich)</div>
Platzierung:	Draht () Katheter ()
Fehllage:	(Freitext)
Organbeteiligung:	Pneumothorax () Hämatothorax () Chylothorax () Herzrhythmusstörungen () (Therapie notwendig) Blutung/Hämatom () Luftembolie () Nerven () (z. B. Horner Syndrom, Phrenicusparese) Andere () Freitext: <div style="text-align: right;">(Mehrfachnennung möglich)</div>
Materialfehler:	(Freitext)
Datum:	<u>Unterschrift / Arztnummer</u>

*BVINT: Patient von der BV-Intensivstation
 INT: Patient von der Intensivstation
 HPMC: Patient von der Abteilung Hand-,Plastische- und Mikrochirurgie
 NEU: Patient von der Abteilung Neurologie
 NEC: Patient von der Abteilung Neurochirurgie
 QUE: Patient von der Abteilung Querschnittsgelähmtenzentrum
 UWC: Patient von der Abteilung Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
 **BV-Box: Brandverletzten Intensivbett
 Umbettung: Vorbereitungsraum für Brandverletzte
 BV-Bad: Schockraum für Brandverletzte
 OP-Einleitung: Anästhesie Einleitungsraum im BV-OP
 BV-OP: Operationssaal für Brandverletzte

8.3 Fallbeispiele 1-4

8.3.1 Fallbeispiel 1

Bei einem Wohnungsbrand zog sich ein 45-jähriger Patient lebensgefährliche Verbrennungen am gesamten Körper von insgesamt 84 % der Körperoberfläche zu. Am Unfallort erfolgte bei dem komatösen Patienten (Glasgow Coma Skale 3) die Intubation, Beatmung und Sedierung. Der Patient wurde primär in das Unfallkrankenhaus Hamburg transportiert.



Abbildung 23: Aufnahmebefund eines 45-jährigen Patienten mit lebensgefährlichen Verbrennung im brandverletzten Schockraum

Im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg erfolgte die plastischchirurgische Erstversorgung im Schockraum für Brandverletzte in Analgosedierung. Die Analgosedierung wurde bei schlechtem Venenstatus über einen kleinen peripheren Venenzugang am linken Handrücken zugeführt. Bei der durch die schwere Verbrennung bedingten infausten Prognose entschied man sich gegen eine weitere intensivmedizinische Therapie und für eine palliativmedizinische Begleitung. Um eine ausreichende Analgosedierung und Flüssigkeitstherapie sicher zu stellen, sollte dem Patienten ein zentraler Venenkatheter angelegt werden. Trotz mehrfacher Punktion im Bereich der rechten Vena jugularis interna und der rechten Vena subclavia gelang es nicht, ein venöses Gefäß zu katheterisieren. Die ZVK-Anlage wurde als erfolglose Punktion bewertet und abgebrochen. Die notwendige Infusionstherapie konnte über den bestehenden peripheren Venenzugang durchgeführt werden. Der Patient verstarb noch am Tag des Unfalles.

8.3.2 Fallbeispiel 2

Beim Baden in der häuslichen Badewanne zog sich eine 64-jährige Patientin schwere Verbrühungen im Bereich des Gesäßes und der Beine von insgesamt 16 % der Körperoberfläche zu. Nach Erstversorgung in einem auswärtigen Krankenhaus wurde die wache, ansprechbare Patientin in eine Spezialklinik für brandverletzte Patienten (BG Unfallkrankenhaus Hamburg) verlegt. In der Anamnese der Patientin bestand ein langjähriger Alkoholabusus mit einer begleitenden Demenz alkoholtoxischer Genese.

Im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg erfolgte die plastischchirurgische Erstversorgung im Schockraum für Brandverletzte in Analgosedierung.

Die Anlage eines zentralen Venenkatheters (Firma Arrow Deutschland GmbH, Erding, Germany) mittels der Seldinger-Technik gestaltete sich schwierig. Primär war die Katheterisierung der rechten V. jugularis interna geplant. Eine Sonographie zur Lagekontrolle der Gefäße wurde nicht durchgeführt. Nach mehrfachen Versuchen konnte ein Gefäß punktiert werden. Der Seldingerdraht ließ sich aber nicht über die Kanüle vorschieben und konnte nur nach Überwindung eines Widerstandes mit der Punktionsnadel entfernt werden. Trotz manueller Kompression bildete sich ein Hämatom auf der rechten Halsseite. Die zentrale Venenkatheterisierung erfolgte daraufhin problemlos über die rechte V. subclavia. Bei der unmittelbar nach der Platzierung durchgeführten Thorax- Röntgenaufnahme wurde die korrekte Lage des zentralen Venenkatheters verifiziert. Eine Verletzung der Lunge wurde ausgeschlossen. Es bestand aber eine unklare Verbreiterung im oberen rechten Mediastinum. Über den gelegten zentralen Venenkatheter wurde eine differenzierte Volumen- und Flüssigkeitstherapie und eine Antikoagulation mit unfraktioniertem Heparin über einen Perfusor eingeleitet. Innerhalb von 2 Stunden nach der ZVK-Anlage kam es bei der Patientin zu einer Vigilanzminderung mit respiratorischer Verschlechterung, die eine Intubation und Beatmung notwendig machte. Aufgrund einer zunehmenden Schwellung im Bereich der rechten Halsseite wurde eine Ultraschalluntersuchung der Halsweichteilorgane durchgeführt. Diese ergab eine diffuse Einblutung der Halsweichteile unter Einbeziehung der gesamten Schilddrüse.

Eine weiterführende CT Untersuchung der Halsweichteile und des Thoraxes (multislice CT in axialer Schichtführung mit einer Rekonstruktionsschichtdicke von 3 mm im Bereich des Halses und 5 mm im Bereich der Thorax-Höhle nach intravenöser Gabe von 125 ml Solutrast 300) zeigte eine Verletzung der rechten Arteria vertebralis mit einer ausgedehnten arteriellen Blutung in die Halsweichteile, nach mediastinal sowie intrathorakal. Durch die ausgedehnte Blutung entstand eine Verlagerung des Ösophagus nach ventral. Weiterhin ließen sich eine ausgedehnte

mediastinale Einblutung mit Verlagerung der mediastinalen Strukturen und ein rechtsseitiger Hämatothorax nachweisen.

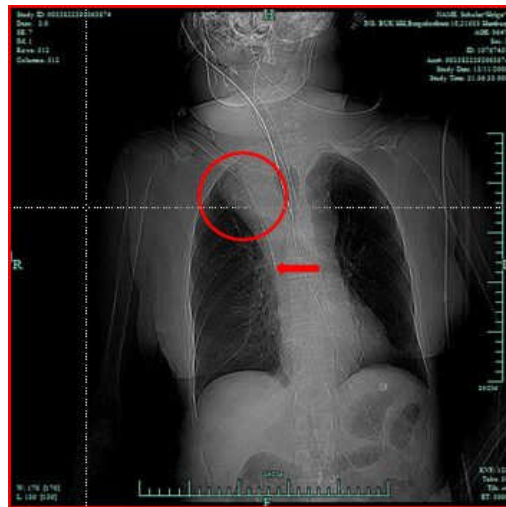


Abbildung 24a: CT-Thorax in der Übersicht bei einer Patientin mit schweren Brandverletzungen und unklarer Blutung im Halsweichteilgewebe nach missglückter zentralvenöser Katheterisierung über die rechte Vena jugularis interna . Korrekte ZVK Lage über die rechte Vena subclavia (roter Pfeil) und ein verbreitertes oberes Mediastinum (roter Kreis)

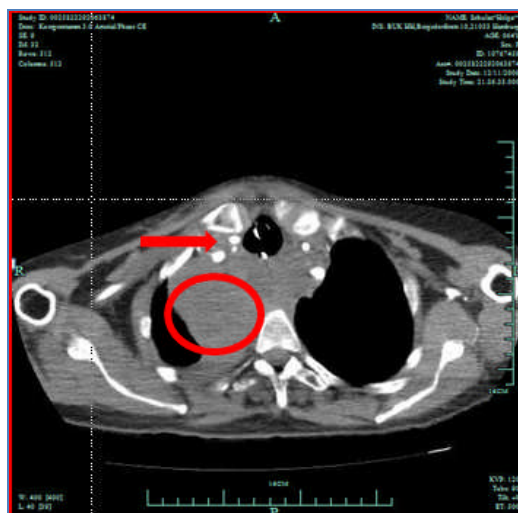


Abbildung 24b: Einblutung in das Mediastinum (roter Kreis) mit Verdrängung der mediastinalen Strukturen nach ventral (roter Pfeil)

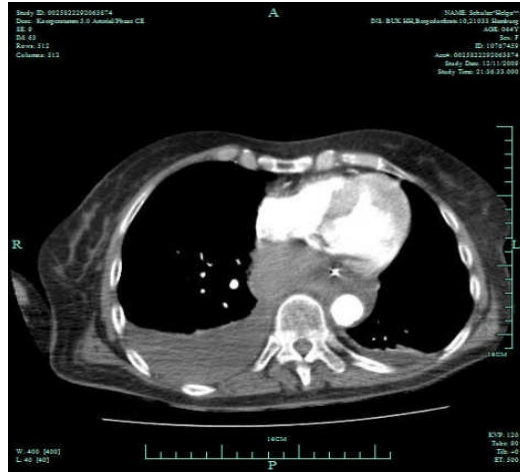


Abbildung 24c: Hämatothorax auf der rechten Seite bei bestehendem Hämatomediastinum; Verdrängung des Ösophagus nach rechts ventral

8.3.3 Fallbeispiel 3

Ein 63-jähriger Patient zog sich beim Grillen schwere Verbrennungen im Bereich des Oberkörpers, der Unterarme und der Hände von insgesamt 14% der Körperoberfläche zu. Durch den Notarzt erfolgte die Versorgung am Unfallort und der primäre Transport in eine Spezialklinik für brandverletzte Patienten (BG Unfallkrankenhaus Hamburg).

Im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg erfolgte die plastischchirurgische Erstversorgung im Schockraum für Brandverletzte in Narkose.

Die ZVK-Anlage eines dreilumigen zentralen Venenkatheters (Firma Arrow Deutschland GmbH, Erding, Germany) über die linke Vene subclavia war unproblematisch. Eine Lagekontrolle mittels Alpha-Katheter und EKG fand nicht statt. Im anschließenden Röntgenbild der Lunge zeigte sich eine Fehllage des Katheters in der kontralateralen Subclaviavene. Die Lage des Venenkatheters konnte über einen Seldingerdraht erfolgreich in der oberen Hohlvene replaziert werden.

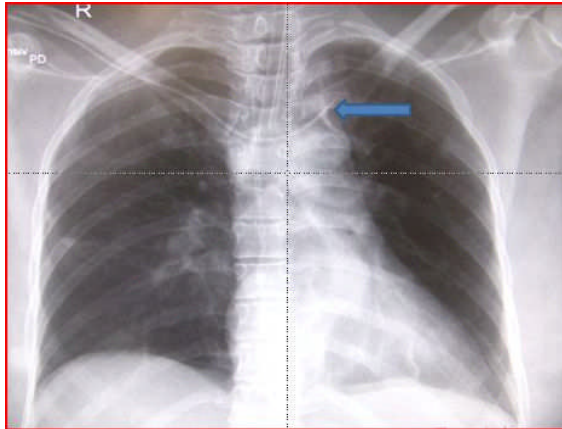


Abbildung 25: Röntgenaufnahme des Thoraxes mit Kontrastmittel zur Kontrolle einer ZVK-Anlage über die rechte V. subclavia mit Fehllage des Katheters in der linken Vena subclavia (blauer Pfeil).

8.3.4 Fallbeispiel 4

Eine 53-jährige Patientin zog sich bei der Arbeit mit heißem Fett schwere Verbrühungen im Bereich des Gesichtes, des Halses, des Oberkörpers, der Unterarme und der Hände von insgesamt 19% der Körperoberfläche zu. Durch den Notarzt erfolgte die Intubation, Beatmung und Sedierung am Unfallort und der primäre Transport in eine Spezialklinik für brandverletzte Patienten (BG Unfallkrankenhaus Hamburg).

Im Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg erfolgte die plastischchirurgische Erstversorgung im Schockraum für Brandverletzte in Analgosedierung.

Die ZVK-Anlage eines dreilumigen zentralen Venenkatheters (Firma Arrow Deutschland GmbH, Erding, Germany) über die linke Vene subclavia war schwierig. Erst nach mehrfachen Punktionsversuchen konnte das Gefäß punktiert und der Katheter in die korrekte Lage platziert werden. Die unmittelbar durchgeführte Lagekontrolle des zentralen Venenkatheters mittels Röntgenbild des Thoraxes und der Lunge konnte die korrekte Lage des Katheters verifizieren. Es zeigte sich aber ein Pneumothorax auf der linken Seite. Die Anlage einer Thoraxdrainage zur Behandlung des iatrogenen Pneumothoraxes erfolgte umgehend.

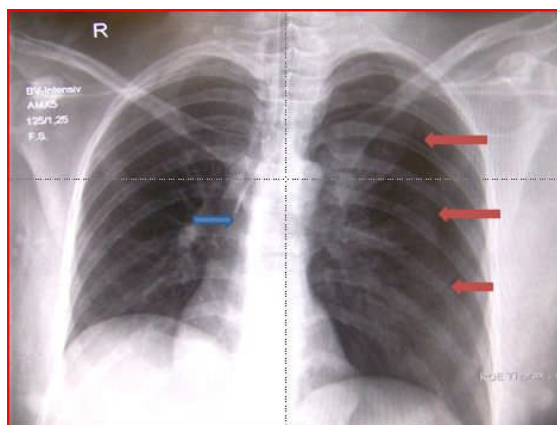


Abbildung 26: Röntgenaufnahme des Thorax mit Kontrastmittel zur Kontrolle einer ZVK-Anlage in korrekter Lage (blauer Pfeil) über die linke V. subclavia. Deutlich sichtbarer Pneumothorax auf der linken Seite (rote Pfeile)

9. Danksagung

Meinem Doktorvater Herrn PD. Dr. Faschingbauer, Chefarzt der Abteilung Unfallchirurgie, Orthopädie und Sporttraumatologie, danke ich für die Übernahme der Arbeit, die wissenschaftliche Unterstützung und sein kontinuierliches Interesse am Fortschreiten der Arbeit.

Zu ebenfalls sehr herzlichem Dank bin ich meinem Chefarzt Herrn Dr. med. St. Lönnecker, Abteilung für Anästhesiologie, Intensiv- und Rettungsmedizin am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg, verpflichtet, der mich motivierte, diese Arbeit zu übernehmen und tatkräftig und mit freundschaftlichem Rat sowie einer fast unerschöpflichen Datensammlung unterstützte.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Seide und Frau Birgit Kowald, Labor für Biomechanik am Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhaus Hamburg, für die vielen nützliche Hinweise zur Erstellung der Arbeit.

Meiner Familie danke ich besonders dafür, dass sie bereit war auf viel gemeinsame Zeit zu verzichten; insbesondere meiner Frau Maike für ihr Verständnis, die Motivation und die Unterstützung, die ich durch sie erfahren habe.

10. Lebenslauf

Name: Tobias David Odenthal
Geburtsdatum: 31.01.1971
Geburtsort: Hannover
Familienstand: verheiratet, drei Kinder
Adresse: Eichenweg 6b
21360 Vögelzen
Telefon: 04131/680156

Schulausbildung

1977-1981 Grundschole / Grimmselweg-Schole, Hannover
1981-1983 Orientierungsstufe / Gartenheimstraße, Hannover
1983-1990 Gymnasium / Leibnizschule, Hannover
15.05.1990 Allgemeine Hochschulreife

Studium

April 1992-Oktober 1998 Medizinstudium, Georg-August-Universität Göttingen
April 1994 Ärztliche Vorprüfung
April 1995 erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
September 1997 zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
Oktober 1997-Oktober 1998 Praktisches Jahr / Städtische Klinikum Lüneburg
Oktober 1998 dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
Mai 2000 ärztliche Approbation

Arbeitsverhältnis

01.11.1998-30.04.2000
Ausbildungsvertrag als Arzt im Praktikum
Klinik für Anästhesiologie
Chefarzt Prof. Dr. med. Frenkel
Städtische Klinikum Lüneburg
01.05.2000-31.08.2001
Assistenzarzt in Weiterbildung
Klinik für Anästhesiologie
Chefarzt Prof. Dr. med. Frenkel
Städtische Klinikum Lüneburg
01.09.2001-31.05.2002
Assistenzarzt in Weiterbildung
Klinik für Anästhesiologie

Seit 01.06.2001	Chefarzt Dr. med. P. Werning Städtisches Klinikum Braunschweig Assistenzarzt in Weiterbildung Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Rettungsmedizin
Seit 03.03.2004	Chefarzt Dr. med. St. Lönnecker BG Unfallkrankenhaus Hamburg
Seit 01.04.2007	Facharzt
Seit 01.03.2010	Funktionsoberarzt Oberarzt

Qualifikationen

27.03.2001	Erfolgreiche Prüfung Zusatzbezeichnung Rettungsmedizin
03.03.2004	Erfolgreiche Facharztprüfung für Anästhesie
31.08.2005	Erfolgreiche Prüfung ‚Spezielle Anästhesiologische Intensivmedizin‘
08.10.2006	Erfolgreiche Teilnahme am Kurs ‚Leitender Notarzt‘
25.02.2007	Erfolgreiche Teilnahme am Kurs ‚Spezialkurs Intensivtransport‘
27.04.2011	DEGUM – Zertifikat für das Gebiet ‚Anästhesiologie‘