

Diplomarbeit

**SIMULATIONSBASIERTES
AUSBILDUNGSPROGRAMM FÜR
MEDIZINSTUDIERENDE ZUR ANLAGE
ZENTRALVENÖSER ZUGÄNGE**

eingereicht von

Jakob Maier

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin,
Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und
Intensivmedizin**

unter der Anleitung von

Dr. med. univ. Thomas Wegscheider

und

Univ.-Prof. Dr. med. Michael K. Herbert

Graz, 10.12.2019

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 10.12.2019

Jakob Maier eh

Danksagung

Diese Zeilen gebühren all jenen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen und mich bei meinem Studium unterstützt haben.

Ich möchte mich bei Herrn Dr. med. univ. Thomas Wegscheider herzlich für die Betreuung dieser Arbeit bedanken. Sein außerordentliches Engagement im Bereich der studentischen Lehre haben diese Arbeit erst möglich gemacht.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Michael K. Herbert für die Supervision dieser Arbeit in der Funktion als Zweitbetreuer.

Danke sagen möchte ich ebenso meinem guten Freund Lukas, der in statistischen Fragen immer ein offenes Ohr für mich hatte.

Da diese Diplomarbeit für mich auch gleichzeitig den Abschluss des Studiums der Humanmedizin bedeutet, gilt mein größter Dank meinen Eltern Margit und Alois, die sich seit meiner Geburt für mich aufopfern. Ihr seid an jedem meiner bisherigen Erfolge maßgeblich beteiligt. Ohne eure großzügige Unterstützung und ohne euren stetigen Glauben an mich wäre auch der Abschluss meines Studiums nicht möglich gewesen.

An dieser Stelle möchte ich mich auch bei meiner Schwester Johanna bedanken, die mir im Laufe des Studiums stets mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist. Du bist seit unserer Kindheit ein Vorbild für mich.

Liebe Julia, ich bedanke mich bei dir für deine Geduld, dein Verständnis und dein Vertrauen. Deine Unterstützung hat mir in schwierigen Zeiten den nötigen Rückhalt gegeben.

Zu guter Letzt bedanke ich mich bei meinen beiden Studienkollegen Christian und Hannes für die unzähligen Stunden die wir während und abseits des Studiums gemeinsam erleben durften. Ohne euch wären diese Jahre nur halb so schön gewesen.

Vielen Herzlichen Dank!

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Anlage eines zentralvenösen Zugangs ist bei rund 60% der Patientinnen und Patienten auf Intensivstationen erforderlich und stellt somit eine häufige Prozedur in der Medizin dar (1). Jedoch kann die Anlage zentraler Venenkatheter auch mit unerwünschten Ereignissen verbunden sein, was neben schwerwiegenden auch potentiell lebensbedrohliche Komplikationen inkludiert (2). Der Umgang mit zentralen Venenkathetern sowie deren Anlage zählen somit zu den relevanten klinisch-praktischen Fertigkeiten von Medizinerinnen und Medizinern. An Österreichs öffentlichen Medizinischen Universitäten wird derzeit kein praxisorientiertes Ausbildungsprogramm zur Anlage zentralvenöser Zugänge angeboten. In dieser Abschlussarbeit wird untersucht, ob Medizinstudierende die Anlage eines zentralvenösen Katheters durch ein simulationsbasiertes Ausbildungsprogramm erlernen können.

Material und Methoden: Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ nahmen Studierende der Medizinischen Universität Graz an einem simulationsbasierten Ausbildungsprogramm zur Anlage zentralvenöser Zugänge teil. Der Lernfortschritt der Teilnehmenden wurde durch eine schriftliche Wissensüberprüfung zu mehreren Zeitpunkten erfasst. Zudem erfolgte eine audiovisuelle Dokumentation einer selbständig durchgeführten Anlage eines zentralvenösen Katheters. Die gesammelten Daten wurden einer deskriptiven statistischen Analyse unterzogen und grafisch aufbereitet.

Ergebnisse: Insgesamt nahmen 12 Studierende an der theoretischen Wissensüberprüfung teil. Dabei wurde ein signifikanter Wissenszuwachs von Beginn bis Ende der Untersuchung festgestellt ($t(11) = -6.12, p = < .001$). 13 Studierende konnten in die audiovisuelle Dokumentation eingeschlossen werden. Dabei wurden zwischen 77% und 92% der maximal erreichbaren Punkte erzielt.

Schlussfolgerung: Diese Untersuchung zeigt, dass Medizinstudierende ihr Wissen zum Thema „Anlage zentralvenöser Zugänge“ durch die simulationsbasierte Ausbildung steigern können und sich zudem weitgehend dazu im Stande zeigen, einen zentralvenösen Katheter im simulierten Setting selbstständig anzulegen.

Schlüsselwörter: zentralvenöse Zugänge, Simulation, Ausbildung, Intensivmedizin

Abstract

Background: The establishment of a central venous access is necessary in about 60% of patients in intensive care units and therefore represents a frequent procedure in medicine (1). However, central venous catheters can also be associated with unwanted events, including serious and potentially life-threatening complications (2). The handling of central venous catheters as well as their installation thus belong to the relevant clinical-practical skills of physicians. Currently, Austria's public medical universities do not offer a practice-oriented training programme for central venous access. This thesis examines whether medical students can learn to apply a central venous catheter through a simulation-based training program.

Material and methods: During the course "Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer" students of the Medical University of Graz attended a simulation-based training programme for the creation of central venous accesses. The learning progress of the participants was recorded by a written knowledge examination at several points during the programme. In addition, an audiovisual documentation of an independently performed installation of a central venous catheter took place. The collected data were subjected to a descriptive statistical analysis and graphically processed.

Results: A total of 12 students took part in the written knowledge test. A significant increase in knowledge was found from the beginning to the end of the examination ($t(11) = -6.12$, $p = < .001$). 13 students could be included in the audiovisual documentation. The Score Between 77% and 92% of the maximum score was achieved.

Conclusion: This study shows that medical students can increase their knowledge on the subject of "central venous access" through simulation-based training. and are also largely able to apply a central venous catheter on their own in a simulated setting.

Keywords: central venous accesses, simulation, training, intensive medicine

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	ii
Zusammenfassung	iii
Abstract	iv
Inhaltsverzeichnis	v
Abkürzungsverzeichnis	vii
Abbildungsverzeichnis.....	viii
Tabellenverzeichnis.....	ix
1 Einleitung	1
1.1 Ist-Stand der Ausbildung in Österreich.....	2
1.2 Zielsetzung.....	3
1.3 Grundlagen des zentralvenösen Katheters	4
1.3.1 Ein historischer Rückblick.....	4
1.3.2 Die Seldinger-Technik	5
1.3.3 Die ultraschallgezielte Gefäßpunktion beim ZVK.....	6
1.3.4 Anatomische Grundlagen	8
1.3.5 Die unterschiedlichen Punktionsorte.....	11
1.3.6 Etablierung eines zentralvenösen Katheters	13
2 Material und Methoden.....	18
2.1 Arbeitsumgebung	18
2.1.1 Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer	18
2.1.2 Simulationsobjekt.....	19
2.1.3 Katheterset	19
2.2 Aufbau des Ausbildungsprogramms.....	20
2.2.1 Theoretische Ausbildung	20
2.2.2 Praktische Ausbildung	21

2.3	Studienkollektiv	21
2.3.1	Einschlusskriterien	22
2.3.2	Ausschlusskriterien	22
2.3.3	Informed Consent	22
2.3.4	Ethische Überlegungen	23
2.3.5	Gewährleistung der Anonymität.....	23
2.4	Datenerfassung.....	24
2.4.1	Formativ-Integrativer-Test (FIT).....	24
2.4.2	Procedure-Proficiency-Check (PPC)	25
2.5	Datenauswertung	27
3	Ergebnisse	28
3.1	Veränderung des theoretischen Wissens.....	28
3.2	Erworbene praktische Fertigkeiten	34
3.2.1	Analyse der einzelnen Arbeitsschritte der ZVK-Anlage	37
4	Diskussion.....	43
4.1	Veränderung des theoretischen Wissens.....	44
4.2	Erworbene praktische Fertigkeiten	46
4.3	Limitationen.....	47
4.4	Conclusio	48
5	Literaturverzeichnis	50
	Anhang – Votum der Ethikkommission.....	55
	Anhang – Informed Consent.....	57
	Anhang – FIT.....	61
	Anhang – Checklisten	66

Abkürzungsverzeichnis

cm	Zentimeter
ECTS	European Credit Transfer System
EKG	Elektrokardiogramm
FIT	Formativ-Integrativer-Test
Fr	French
IPT	in-plane-Technik
kg	Kilogramm
LG	landmarkengestützt
min	Minuten
M.	Musculus
NaCl	Natriumchlorid
OOPT	out-of-plane-Technik
PPC	Procedure-Proficiency-Check
PPT	Part-Task-Training
USG	ultraschallgezielt
V.	Vena
Vv.	Venae
ZVD	zentraler Venendruck
ZVK	zentralvenöser Katheter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: ZVK-Anlage mittels Seldinger-Technik. Quelle: Schulte am Esch et al. 2012 S. 87 (4).....	6
Abbildung 2: IPT und OPT. Quelle: Moore, Copel 2011 (31)	8
Abbildung 3: Ankleiden zur Durchführung einer ZVK-Anlage	15
Abbildung 4: Steriles Arbeitsfeld, bestehend aus einer sterilen Arbeitsfläche, einem handelsüblichen ZVK-Set und einem individuell zusammengestellten chirurgischen Set.....	15
Abbildung 5: Landmarkengestützte Punktion der V. subclavia mit Katheter über der Punktionsnadel und aufgesetzter Spritze	16
Abbildung 6: Aspiration von venösem Blut	16
Abbildung 7: Entfernen der Punktionsnadel samt Spritze	16
Abbildung 8: Einbringen des Seldinger-Drahtes.....	16
Abbildung 9: Durchführen der Stichinzision.....	17
Abbildung 10: Dilatation des Stichkanals	17
Abbildung 11: Einbringen des ZVK über den Seldinger-Draht.....	17
Abbildung 12: Entfernen des Seldinger-Drahtes	17
Abbildung 13: Boxplot FIT T1	30
Abbildung 14: Boxplot FIT T2	31
Abbildung 15: Boxplot FIT T3	32
Abbildung 16: Einzelergebnisse FIT T1-T3	33
Abbildung 17: Boxplot FIT T1-T3.....	33
Abbildung 18: Boxplot PPC	35
Abbildung 19: Aufgeschlüsselte Gesamtergebnisse des PPC	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Inzidenz von Komplikationen der unterschiedlichen Punktionsorte. Quelle: In Anlehnung an McGee, Gould 2003 (2).....	12
Tabelle 2: Klinische Aspekte die für bzw. gegen einen Punktionsort sprechen. Quelle: In Anlehnung an Frykholm et al. 2014 (25)	13
Tabelle 3: Inhalt des theoretischen Vortrags im Rahmen der Ausbildung	20
Tabelle 4: Rohdaten der FITs.....	28
Tabelle 5: Bereinigte Rohdaten der FITs.....	29
Tabelle 6: Deskriptive Statistik FIT T1	29
Tabelle 7: Deskriptive Statistik FIT T2	30
Tabelle 8: Deskriptive Statistik FIT T3.....	31
Tabelle 9: Erhobene Daten PPC	34
Tabelle 10: Deskriptive Statistik PPC	35
Tabelle 11: Deskriptive Statistik Punkte und Zeit	36
Tabelle 12: Ergebnisse Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient.....	37

1 Einleitung

„Ein zentraler Venenkatheter (= ZVK = Kavakatheter) ist ein über eine große Vene eingeführter Katheter, dessen Spitze bis in die klappenfreie Vena cava kurz vor deren Einmündung in den rechten Vorhof vorgeschoben wird.“ (3)

Zentrale Venenkatheter ermöglichen die Verabreichung venenreizender Substanzen wie Kalium, Chemotherapeutika oder Antibiotika sowie die Verabreichung vasoaktiver Substanzen wie Katecholaminen, welche durch periphere Venenkatheter nicht gefahrlos appliziert werden können. Ebenso wird durch die Anlage eines zentralvenösen Katheters die Gabe parenteraler Ernährungslösungen ermöglicht. Darüber hinaus können hämodynamische Parameter wie z.B. der zentrale Venendruck (ZVD), deren Ermittlung durch nichtinvasive Methoden unmöglich ist, gemessen werden (2,4,5).

Der zentrale Venenkatheter bietet somit verschiedene diagnostische und therapeutische Möglichkeiten und findet daher in der modernen Medizin in unterschiedlichen Indikationen Anwendung. Der Umgang mit zentralen Venenkathetern sowie deren Anlage stellen damit relevante klinisch-praktische Fertigkeiten von Medizinerinnen und Medizinern dar. Schließlich kann die Anlage zentraler Venenkatheter auch mit unerwünschten Ereignissen verbunden sein. Dies inkludiert neben schwerwiegenden auch potentiell lebensbedrohliche Komplikationen (2).

Das Auftreten schwerwiegender oder auch lebensbedrohlicher Komplikationen ist dabei indirekt proportional zum klinischen Training der durchführenden Ärztin bzw. des durchführenden Arztes (6).

1.1 Ist-Stand der Ausbildung in Österreich

Bereits im Jahr 1998 erhielten rund 8% aller hospitalisierten Patientinnen und Patienten der Genfer Universitätsklinik einen zentralvenösen Katheter (7). Climo et al. zeigten 2003, dass bei 59,3% aller Patientinnen und Patienten auf Intensivstationen sowie bei 23,7% aller Patientinnen und Patienten auf Nicht-Intensivstationen ein zentralvenöser Katheter (ZVK) etabliert wurde (1).

Die Anlage zentralvenöser Zugänge ist wichtiger Bestandteil der ärztlichen Arbeit. Trotz dieses Umstandes konnte im Zuge der Recherchen für diese Untersuchung im Studienplan (Version 14b) des Diplomstudiums Humanmedizin (O202) der Medizinischen Universität Graz sowie in den Curricula der öffentlichen Medizinischen Universitäten Wien, Innsbruck und Linz, keine praxisorientierte Lehrveranstaltung zum Thema „Anlage zentralvenöser Zugänge“ identifiziert werden.

In Österreich ist die Anlage zentralvenöser Zugänge Bestandteil von Ausbildungskatalog und Rasterzeugnis der ärztlichen Sonderfächer „Allgemeinchirurgie und Gefäßchirurgie“, „Allgemeinchirurgie und Viszeralchirurgie“, „Anästhesiologie und Intensivmedizin“, „Herzchirurgie“, „Innere Medizin“, „Kinder- und Jugendheilkunde“ sowie „Neurologie (Modul 5 – Notfall-, Intermediate Care und Intensivneurologie)“ (8).

Hier wird eine Diskrepanz zwischen den Anforderungen an angehende Ärztinnen und Ärzte und der Ausbildung an den öffentlichen Medizinischen Universitäten ersichtlich.

1.2 Zielsetzung

Die positiven Effekte eines simulationsbasierten Trainings in Zusammenhang mit der Anlage zentralvenöser Zugänge sind bereits durch mehrere wissenschaftliche Arbeiten dokumentiert (9–12). Es gilt als erwiesen, dass simulationsbasiertes Training die Anzahl der Versuche zur ZVK-Anlage und damit auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten spezieller Komplikationen wie beispielsweise arterieller Punktion und Pneumothorax reduzieren kann (13). Ebenso konnte gezeigt werden, dass die durch simulationsbasierte Ausbildung erworbenen Kompetenzen bis zu einem Jahr nach Ausbildungsende bestehen bleiben (14). Der Nutzen eines simulationsbasierten Ausbildungsprogrammes zum Thema scheint somit evident.

McGraw et al. entwickelten 2016 in ihrer Arbeit ein simulationsbasiertes Ausbildungsprogramm zum Erlernen der für die Anlage zentralvenöser Katheter benötigten Fertigkeiten. Hierbei wurden zehn Assistenzärztinnen und Assistenzärzte in vier Trainingseinheiten im Ausmaß von je zwei Stunden unterrichtet. Leistungsmaßstäbe wurden von Expertinnen bzw. Experten definiert und die Lernfortschritte durch Handbewegungsanalysen überwacht. Am Ende des Trainings wurde eine Analyse anhand anonymer Videoaufzeichnungen durchgeführt, um die praktischen Kompetenzen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in strukturierter Form zu beurteilen. Mit Fortschreiten der Ausbildung zeigten die Handbewegungsanalysen der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer eine kontinuierliche und signifikante Verbesserung der technisch-praktischen Fertigkeiten. Nach Ende der letzten Unterrichtseinheit konnten sechs von zehn Teilnehmenden die ZVK-Anlage in kürzerer als in den Leistungsmaßstäben definierten Zeit durchführen. Neun von zehn Teilnehmenden zeigten eine höhere Effizienz der Handbewegungen, als in den Leistungsmaßstäben definiert (15).

Lapostolle et al. zeigten, dass die Erfahrung wesentlich zum Gelingen einer Anlage von periphervenösen Kathetern im präklinischen Umfeld beiträgt (16). Es ist anzunehmen, dass auch bei der Anlage von zentralvenösen Kathetern die Erfahrung der durchführenden Ärztin bzw. des durchführenden Arztes eine entscheidende Rolle spielt (2).

Das Implementieren einer simulationsgestützten Ausbildung zur Anlage zentralvenöser Zugänge in die Curricula der Medizinischen Universitäten könnte angehenden Medizinerinnen und Medizinern ermöglichen, sich bereits während ihrer universitären Ausbildung mit dem Thema „ZVK-Anlage“ zu beschäftigen. Medizinstudierende würden somit deutlich früher mit dieser für die Versorgung von (Intensiv-)Patientinnen und Patienten unumgänglichen Aufgabe konfrontiert werden.

In Anlehnung an die Arbeit von McGraw et al. setzt sich diese wissenschaftliche Abschlussarbeit zum Ziel an der Medizinischen Universität Graz ein entsprechendes simulationsbasiertes Ausbildungsprogramm zu etablieren und dessen Effekte zu beschreiben (15).

1.3 Grundlagen des zentralvenösen Katheters

1.3.1 Ein historischer Rückblick

Dem jungen deutschen Chirurgen Dr. Werner Forßmann gelang im Jahre 1929 in einem historischen Selbstversuch die erste Einführung eines Katheters über eine periphere Vene bis in den rechten Vorhof des Herzens. Damals verwendete er einen Blasenkatheter, dessen Lage er mit einem konventionellen Röntgenbild überprüfte.

Werner Forßmanns Selbstversuch aus dem Jahre 1929 kann heute als die erste Anlage eines zentralvenösen Katheters angesehen werden.

Nach dieser Pionierarbeit erhielt er die Erlaubnis einen zweiten Katheter, diesmal an einer todkranken Patientin, anzulegen. Forßmann applizierte Medikamente über den Katheter direkt in den rechten Vorhof, was bereits zu dieser Zeit als effektiver galt als der bisher routinemäßige Zugangsweg über die peripheren Venen. Durch Messungen des Katheters an der Körperoberfläche wurde die Lage der Katheterspitze abgeschätzt und der Katheter vorgeschoben. Später zeigte die Autopsie die korrekte Lage der Katheterspitze im rechten Vorhof (17).

Dieser bahnbrechenden Leistung wurde zunächst jedoch keine große Beachtung geschenkt. Forßmann führte weitere Versuche – in Summe neun – durch. Zudem gelang es ihm die Herzkammern von Hunden und Kaninchen mit Kontrastmittel darzustellen (17). Erst im Jahre 1956 wurde Forßmann für seine Pionierleistung der Nobelpreis für Medizin verliehen (17,18).

1.3.2 Die Seldinger-Technik

Sven Ivar Seldinger revolutionierte im Jahre 1953 die perkutane Angiographie mit der Entwicklung einer neuen Technik der arteriellen Punktion (19). Zur Anlage zentralvenöser Katheter hat sich die Gefäßpunktion mittels Seldinger-Technik als Methode der Wahl etabliert (20).

Dazu wird das ausgewählte Gefäß zunächst mit einer Kanüle und einer der Kanüle aufgesetzten Spritze punktiert. Die erfolgreiche Punktion wird mittels Aspiration von Blut überprüft. Nach erfolgreicher Aspirationsprobe wird ein flexibler Stahldraht (Seldinger-Draht) über die liegende Kanüle in das Gefäß eingebracht. Die Kanüle wird anschließend entfernt, der Seldinger-Draht verbleibt im Gefäß. Eine kleine Stichinzision wird an der Eintrittsstelle des Drahtes in die Haut vorgenommen. Es erfolgt eine Erweiterung des Stichkanals indem ein Kunststoff-Dilatator, dessen Spitze sich verjüngt, über den Seldinger-Draht eingebracht und anschließend wieder entfernt wird. Nach der Dilatation des Stichkanals wird der ausgewählte Katheter über den liegenden Seldinger-Draht in das Gefäß eingeführt, der Seldinger-Draht nachfolgend entfernt (4,5,19).

Mittlerweile sind modifizierte Formen der Seldinger-Technik in der Fachliteratur beschrieben. Dabei wird, ähnlich der Anlage eines peripheren Venenkatheters, ein Kunststoffschlauch über die Punktionsnadel geschoben, sodass nach erfolgreicher Gefäßpunktion die Nadel sofort entfernt werden kann und der Kunststoffschlauch im Gefäß verbleibt. Über den selbigen wird anschließend der Führungsdraht eingebracht. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Führungsdraht bereits vor der Gefäßpunktion in die Punktionsnadel einzulegen, sodass dieser nach erfolgreicher Gefäßpunktion umgehend in das Gefäß eingebracht und die Nadel entfernt werden kann.

Die Anwendung modifizierter Seldinger-Techniken scheint bei Patientinnen und Patienten mit kleinen Gefäßdurchmessern (z.B. bei Kindern oder peripher angelegten zentralvenösen Kathetern) sowie bei mit der Atmung stark schwankenden Gefäßdurchmessern die Anzahl erfolgreicher Punktionen zu erhöhen (21–23).

Abbildung 1 illustriert eine ZVK-Anlage mit Hilfe der traditionellen Seldinger-Technik.

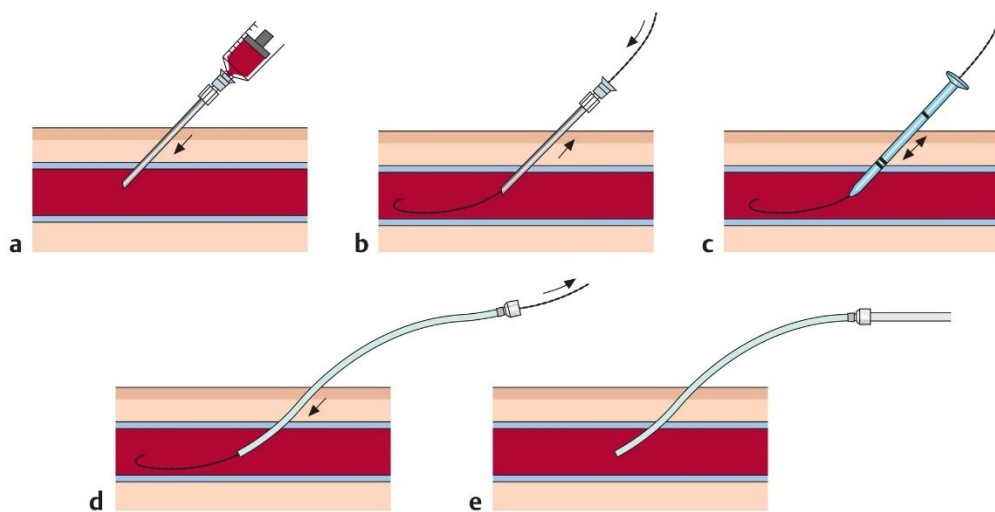


Abbildung 1: ZVK-Anlage mittels Seldinger-Technik. Quelle: Schulte am Esch et al. 2012 S. 87 (4)

1.3.3 Die ultraschallgezielte Gefäßpunktion beim ZVK

Die ultraschallgezielte Gefäßpunktion zur Anlage eines zentralvenösen Katheters zeigte in etlichen wissenschaftlichen Arbeiten höhere Erfolgsraten bei einer gleichzeitigen Verminderung der Komplikationen im Vergleich zur landmarkengestützten Methode und wird in den gängigen deutschsprachigen Lehrbüchern sowie in den Leitlinien der internationalen Fachgesellschaften empfohlen (4,5,24–28).

Es bestehen zwei Herangehensweisen der ultraschallgezielten Gefäßpunktion:

1.3.3.1 Kurze Achse („out-of-plane-Technik“)

Bei der „out-of-plane-Technik“ (OOPT) wird der Ultraschallkopf senkrecht zur Einführungsrichtung der Punktionsnadel platziert. Das zu punktierende Gefäß und die Punktionsnadel werden somit im Querschnitt dargestellt. Letztere erscheint dadurch als punktförmige Schallverstärkung im sonografischen Bild. Für die Anwenderin bzw. den Anwender ist jedoch nicht erkennbar, ob es sich dabei um die Nadelspitze oder deren Schaft handelt. Diese Technik bietet den Vorteil der einfacheren Handhabung der Gerätschaften und der einfacheren Hand-Augen-Koordination besonders bei schwierigen anatomischen Verhältnissen (z.B. kurzer Hals, Adipositas, nicht-linear verlaufendes Gefäß) (29).

1.3.3.2 Lange Achse („in-plane-Technik“)

Bei der „in-plane-Technik“ (IPT) liegt die Einführungsrichtung der Punktionsnadel in der Ebene des Ultraschallkopfes. Das zu punktierende Gefäß und die Punktionsnadel werden dabei im Längsschnitt dargestellt. Die Punktionsnadel erscheint im sonografischen Bild als echogene Linie. Diese Praktik erlaubt eine permanente Einsicht der Nadelspitze und der Stichrichtung (29).

Maitra et al. zeigten 2019 in ihrer Arbeit, dass bezüglich Erfolgsraten und Sicherheit für Patientinnen und Patienten keine Unterschiede von OOPT und IPT bestehen. Eine Empfehlung für den Vorzug einer der beiden Zugangswege konnte somit nicht abgegeben werden (30).

In Abbildung 2 sind die IPT und OOPT dargestellt.

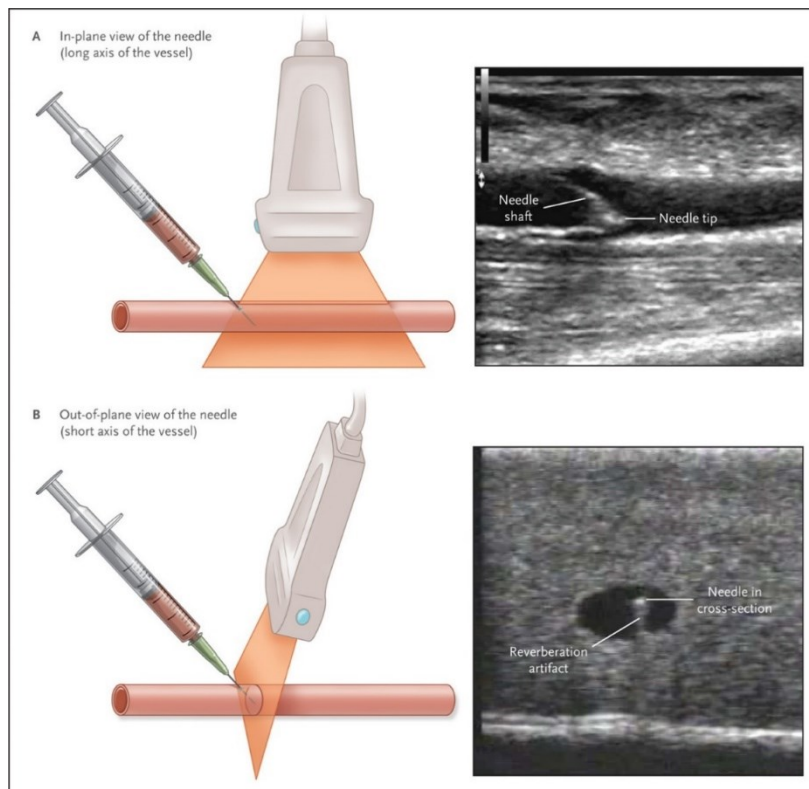


Abbildung 2: IPT und OPT. Quelle: Moore, Copel 2011 (31)

1.3.4 Anatomische Grundlagen

Da es sich bei der Anlage zentralvenöser Katheter um ein potentiell komplikationsreiches Verfahren handelt, erscheint es von großer Bedeutung für die durchführende Ärztin bzw. den durchführenden Arzt, über gute anatomische Kenntnisse der in Frage kommenden Punktionsgebiete zu verfügen.

Zentrale Venenkatheter können über periphere oder zentrale Venen in die Vena cava superior bis kurz vor deren Einmündung in den rechten Herzvorhof vorgeschoben werden. Als periphere Punktionsstellen bieten sich die Vena basilica und die Vena mediana cubiti an. Zu den zentralen Gefäßen zählen die Vena jugularis interna, die Vena jugularis externa sowie die Vena subclavia am Hals (4,5).

Auch eine Punktion der Vena femoralis ist möglich, um einen zentralen Venenkatheter über die Vena cava inferior einzubringen. Dieser Zugangsweg wird in der Literatur jedoch kontrovers diskutiert.

Einerseits konnten in mehreren Arbeiten bezüglich katheterassozierten Infektionen keine Unterschiede des femoralen Zugangs verglichen mit den Zugängen über die Vena jugularis interna und Vena subclavia auffindig gemacht werden (32,33). Hingegen berichten Autoren anderer Arbeiten über eine erhöhte Infektionsrate bei femoralen Zugängen gegenüber den Zugangswegen über die Vena subclavia und Vena jugularis interna (34,35).

Im Folgenden werden die drei häufigsten Zugangswege in ihrer topografischen Anatomie genauer beschrieben.

1.3.4.1 Vena jugularis interna

Die Vena jugularis interna ist die größte Vene am Hals. Zusammen mit der Arteria carotis und dem Nervus vagus bildet sie ein Gefäß-Nerven-Bündel, welches von einer gemeinsamen Bindegewebshülle umgeben ist (36). Der Nervus vagus kommt dabei zwischen Vene und Arterie zu liegen (37). Die Vena jugularis besitzt zwei Anschwellungen, nämlich den Bulbus superior venae jugularis am Beginn der Vene bei ihrem Durchtritt durch das Foramen jugulare sowie den Bulbus inferior venae jugularis, der sich kurz vor dem Zusammenschluss mit der Vena subclavia befindet (36). Vena jugularis externa und Vena cervicalis superficialis kommen diesem Zusammenschluss hinzu und bilden den Angulus venosus, der wiederum die Vena brachiocephalica entlässt (37). In den rechten Venenwinkel mündet der Ductus lymphaticus dexter, in den linken Venenwinkel der Ductus thoracicus (37). Die Vena jugularis interna nimmt das gesamte Blut der Schädelhöhle und damit des Gehirns auf und erhält außerdem Zuflüsse durch die Vv. pharyngeales, Vv. meningeeae, V. lingualis, V. thyroidea superior, Vv. thyroideae mediae, V. sternocleidomastoidea und der V. facialis (36). Möchte man den Verlauf der Vena jugularis interna auf die Körperoberfläche projizieren, so kann man sich dazu eine gedachte Linie zwischen Ohr läppchen und dem Sternoclaviculargelenk vorstellen (38).

1.3.4.2 Vena subclavia

Die Vena subclavia entsteht aus der V. axillaris, zieht zum Angulus venosus und führt dabei das Blut der oberen Extremität (36,39). Sie liegt in der vorderen Scalenuslücke, also im Raum zwischen Musculus scalenus anterior, M. sternocleidomastoideus und Rückfläche der Clavicula (40). In der hinteren Scalenuslücke, welche sich zwischen M. scalenus anterior und medius befindet, liegen Arteria subclavia sowie der Plexus brachialis (40). Das Gefäß-Nerven-Bündel, bestehend aus Arteria und Vena subclavia sowie dem Plexus brachialis, verläuft in Tiefe der Fossa infraclavicularis, welche auch als Mohrenheim-Grube bezeichnet wird. Diese ist eine variable Muskellücke zwischen M. deltoideus und M. pectoralis major und setzt sich nach unten in den Sulcus deltoideopectoralis fort (40).

Die Vena subclavia ist weitgehend bindegewebig über die Fascia clavipectoralis am Periost der Clavicula verankert, was ein Kollabieren des Gefäßes selbst bei Hypovolämie verhindert und somit den Blutrückstrom zum Herzen garantiert (5,39,40).

1.3.4.3 Vena femoralis

Die Vena femoralis bildet als Begleitvene der Arteria femoralis den Stamm der tiefen Beinvenen am Oberschenkel. Sie entsteht im Hiatus tendineus des Adduktorenkanals aus der Vena poplitea und geht unter dem Leistenband in der Lacuna vasorum in die Vena iliaca externa über. Ihre Zuflüsse erhält diese Vene unter anderem aus der Vena saphena magna, der Vena epigastrica superficialis und den Venae pudendae externae (36,37).

Das Trigonum femorale wird vom Ligamentum inguinale, dem Musculus sartorius und dem Musculus adductor longus begrenzt. In dessen Tiefe – unterhalb der Fascia lata – liegen die großen Gefäße und Nerven. Neben der Vena femoralis ziehen auch die Arteria femoralis sowie Lymphgefäße durch die Lacuna vasorum. Lateral davon beinhaltet die Lacuna musculorum den Nervus femoralis und den Musculus iliopsoas (37).

1.3.5 Die unterschiedlichen Punktionsorte

Zu den am häufigsten gewählten Zugangswegen zur Anlage zentralvenöser Katheter zählen die Vena jugularis interna, die Vena subclavia sowie die Vena femoralis (2,35,41).

Das Risiko für ein Auftreten von mechanischen Komplikationen wie z.B. arterielle Punktion, Ausbildung eines Hämatoms oder Pneumothorax ist dabei für den Zugangsweg über die Vena jugularis interna und jenen über die Vena subclavia vergleichbar hoch. Dabei treten bei Punktionen der Vena jugularis interna gehäuft arterielle Fehlpunktionen auf, während bei Punktionen der Vena subclavia das Risiko für die Ausbildung eines Pneumo- oder Hämatothorax überwiegt. Die Ausbildung eines Hämatoms sowie arterielle Fehlpunktionen sind häufige Komplikationen, wenn der Zugangsweg über die Vena femoralis gewählt wird. Da mechanische Komplikationen beim femoralen Zugang häufiger auftreten als bei jenem über die Vena jugularis interna und Vena subclavia, sollten Letztere zur Anlage zentralvenöser Zugänge bevorzugt werden, sofern keine speziellen Kontraindikationen dafür vorliegen. Das Auftreten von ernsten mechanischen Komplikationen wie z.B. eines Pneumothorax, dessen Behandlung die Anlage einer Thoraxdrainage notwendig macht oder einer Blutung, welche eine Operation oder die Gabe von Blutprodukten erforderlich machen kann, scheint beim Zugang über die Vena subclavia jedoch gleich häufig zu sein, wie bei jenem über die Vena femoralis (2).

Das Auftreten von katheterassoziierten Thrombosen ist bei Punktion der Vena femoralis deutlich häufiger als bei Punktion der Vena subclavia (35). Bei Punktion der Vena jugularis interna ist das Risiko hierfür vierfach höher als bei Punktion der Vena subclavia (42). Katheterbedingte Infektionen treten beim femoralen Zugang häufiger auf als bei Punktion der Vena subclavia (35). Bei Patientinnen bzw. Patienten die eine Infektion im Inguinalbereich aufweisen, wird von der Punktion der Vena femoralis abgeraten, da in diesem Fall ein erhöhtes Risiko für das Entstehen katheterbedingter Infektionen besteht (2).

Eine Übersicht bezüglich der Häufigkeit der Komplikationen der unterschiedlichen Zugangswege zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Inzidenz von Komplikationen der unterschiedlichen Punktionsorte. Quelle: In Anlehnung an McGee, Gould 2003 (2)

Komplikation	Häufigkeit der Komplikation für den jeweiligen Punktionsort in %		
	V. jugularis int.	V. subclavia	V. femoralis
Arterielle Punktion	6.3-9.4	3.1-4.9	9.0-15.0
Hämatombildung	<0.1-0.2	1.2-2.1	3.8-4.4
Hämatothorax	/	0.4-0.6	/
Pneumothorax	<0.1-0.2	1.5-3.1	/
Gesamt	6.3-11.8	6.2-10.7	12.8-19.4

Eine eindeutige Empfehlung bezüglich der Wahl einer der Punktionsstellen wird auch von den Fachgesellschaften nicht abgegeben. In die Entscheidung über die Auswahl der Punktionsstelle zur ZVK-Anlage sollten die individuellen Gegebenheiten wie Anatomie und physische Konstitution der Patientin bzw. des Patienten oder der klinische Skill-Level bzw. die Erfahrung der durchführenden Ärztin oder des durchführenden Arztes miteinkalkuliert werden (24,25).

So kann sich die Punktion der Vena jugularis interna bei adipösen Menschen schwierig gestalten, da die anatomischen Orientierungshilfen eventuell nicht sichtbar sind. Zugänge über die Vena subclavia sollten bei Patientinnen und Patienten mit stark ausgeprägter Hypoxämie vermieden werden, da bei diesem Zugangsweg das Risiko für die Ausbildung eines Pneumothorax erhöht ist und genau jene Patientinnen und Patienten ein solches Ereignis besonders schlecht tolerieren. Der femorale Zugang kann in der Regel besonders schnell etabliert werden und sollte deshalb im Zuge einer Reanimation oder Notfallsituation in Betracht gezogen werden, insbesondere dann, wenn die ZVK-Anlage über die übrigen Zugangswege bereits im Vorhinein schwierig erscheint. Eine Entfernung des Katheters und eine erneute Anlage über einen anderen Zugang kann nach Bewältigung der Akutsituation erfolgen (2).

Eine Übersicht über die klinischen Aspekte, die für oder gegen die Auswahl der verschiedenen Punktionsorte sprechen und in die Entscheidung zur Auswahl des Zugangswegs miteinbezogen werden sollten, stellt Tabelle 2 dar.

Tabelle 2: Klinische Aspekte die für bzw. gegen einen Punktionsort sprechen. Quelle: In Anlehnung an Frykholm et al. 2014 (25)

Punktionsort	Vorteile	Nachteile
V. jugularis interna	Ultraschallgezielte Punktion einfach Externe Kompression möglich Geringeres Risiko mechanischer Komplikationen Geringeres Risiko bezüglich Thrombosen und Stenosen	Unangenehm für Patientinnen und Patienten
V. subclavia	Angenehmer für Patientinnen und Patienten	Ultraschallgezielte Punktion schwierig Externe Kompression schwierig bzw. unmöglich Erhöhtes Risiko für Thrombosen und Stenosen (bei Langzeitanwendung)
V. femoralis	Ultraschallführung einfacher externe Kompression möglich	Erhöhtes Risiko für Thrombosen Unangenehm für Patientinnen und Patienten Risiko eines Pinch-off-Syndrom

1.3.6 Etablieren eines zentralvenösen Katheters

1.3.6.1 Lagerung der Patientinnen bzw. der Patienten

Wissenschaftliche Arbeiten, Lehrbücher und die Leitlinien von Fachgesellschaften empfehlen, sofern keine Kontraindikationen dafür vorliegen, zur Anlage zentralvenöser Katheter die Lagerung der Patientinnen und Patienten in Trendelenburg-Position. Dies bedeutet eine Tieflagerung des Oberkörpers um 15 bis 20 Grad (4,5,24,25,43).

Durch die Trendelenburg-Position kann der Füllungszustand der Vena jugularis interna deutlich verbessert und deren Querschnitt somit vergrößert werden. Dies erleichtert die Punktion des Gefäßes (44,45).

Zudem wird durch die Tieflagerung des Oberkörpers das Risiko für das Auftreten einer Luftembolie verringert (4,5,25,43).

1.3.6.2 Die Anlage eines ZVK

Im Folgenden wird – in Anlehnung an das von Graham et al. (43) 2007 im New England Journal of Medicine publizierte Lehrvideo, die Leitlinien der American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access (24), die von Frykholm et al. (25) 2014 publizierten Leitlinien sowie die Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts zur Prävention von Infektionskrankheiten die von Gefäßkathetern ausgehen (46) – die Anlage eines zentralen Venenkatheters dargestellt.

Zunächst werden Uhren, Armbänder und Schmuck vollständig entfernt und eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt. Danach kann mit dem Anziehen von Haube, Mundschutz, sterilem Schutzmantel sowie sterilen Handschuhen begonnen werden (Abbildung 3).

Nun erfolgt das Herstellen eines sterilen Arbeitsfeldes. Dies wird durch Abdecken eines Tisches mit einem sterilen Tuch, Auspacken des Kathetersets und Bereitstellen der weiteren benötigten Materialien erreicht (Abbildung 4).

Eine Wischdesinfektion der Punktionsstelle und deren Umgebung wird mit sterilen Tupfern, einer Kornzange und geeignetem Hautdesinfektionsmittel durchgeführt, bevor die Punktionsstelle mit einem sterilen Loch Tuch, sowie deren Umgebung mit weiteren sterilen Tüchern abgedeckt wird.

Im Falle einer ultraschallgezielten Punktion ist der Ultraschallkopf und dessen Kabelzuleitung mit einem sterilen Überzug zu versehen.

Anschließend wird das Gefäß mit einer Kanüle, der eine mit NaCl (0,9%ig) gefüllte Spritze aufgesetzt wird, unter ständiger Aspiration punktiert. Bei einer ultraschallgezielten Punktion ist dieser Schritt unter ständiger Kontrolle im Ultraschallbild, bei landmarkengestützter Punktion unter ständiger Bezugnahme der anatomischen Leitstrukturen durchzuführen (Abbildung 5).

Die erfolgreiche Punktion wird durch Aspiration von venösem Blut (am Simulationsmodell hellblau dargestellt) angezeigt (Abbildung 6).

Nach positiver Aspirationsprobe wird der Seldinger-Draht über die liegende Kanüle eingebracht. Viele gängige ZVK-Sets enthalten einen zusätzlichen kleinen Katheter, der über die Punktionskanüle geschoben wird. Nach erfolgreicher Punktion verbleibt dieser im Gefäß, während die Kanüle samt Spritze entfernt wird (Abbildung 7). Das Einbringen des Seldinger-Drahtes erfolgt dann über diesen Katheter (Abbildung 8).

Anschließend wird eine Stichinzision der Haut vorgenommen (Abbildung 9). Nach erfolgter Inzision wird der im ZVK-Set enthaltene Dilatator über den Seldinger-Draht eingebracht und wieder entfernt, um den Stichkanal zu erweitern und das Einführen des Katheters zu erleichtern (Abbildung 10).

Nun kann der ZVK über den Seldinger-Draht eingebracht (Abbildung 11) und dieser entfernt werden (Abbildung 12).

Im Anschluss erfolgt die Prüfung aller Lumina des Katheters auf Rückläufigkeit, ehe die Punktionsstelle gereinigt und der Katheter mittels Annaht fixiert wird. Zudem wird ein mit Silber oder Aluminium beschichteter Pflasterverband angelegt.



Abbildung 3: Ankleiden zur Durchführung einer ZVK-Anlage

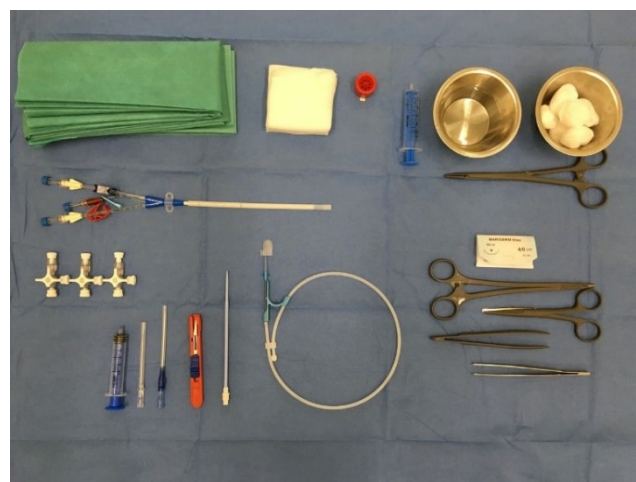


Abbildung 4: Steriles Arbeitsfeld, bestehend aus einer sterilen Arbeitsfläche, einem handelsüblichen ZVK-Set und einem individuell zusammengestellten chirurgischen Set



Abbildung 5: Landmarkengestützte Punktion der V. subclavia mit Katheter über der Punktionsnadel und aufgesetzter Spritze

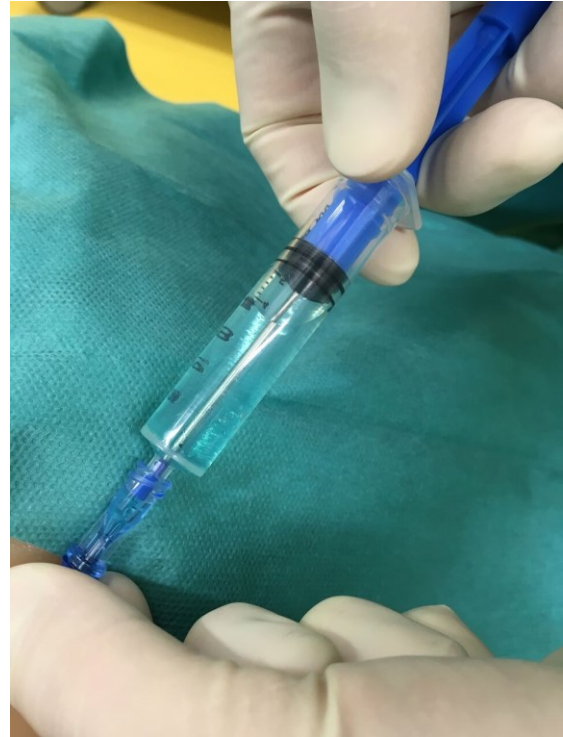


Abbildung 6: Aspiration von venösem Blut



Abbildung 7: Entfernen der Punktionsnadel samt Spritze

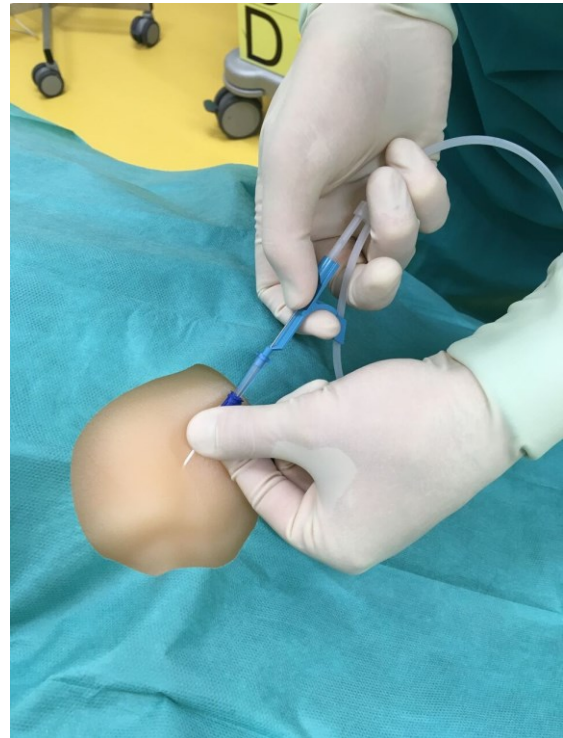


Abbildung 8: Einbringen des Seldinger-Drahtes



Abbildung 9: Durchführen der Stichinzision



Abbildung 10: Dilatation des Stichkanals

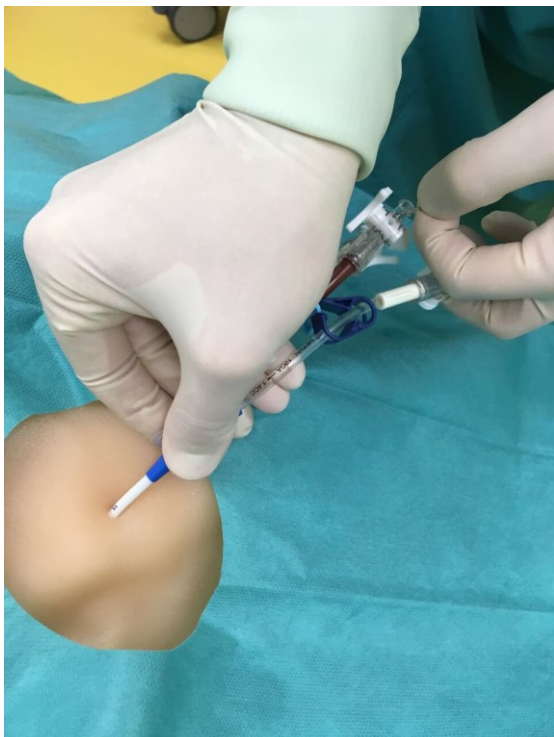


Abbildung 11: Einbringen des ZVK über den Seldinger-Draht

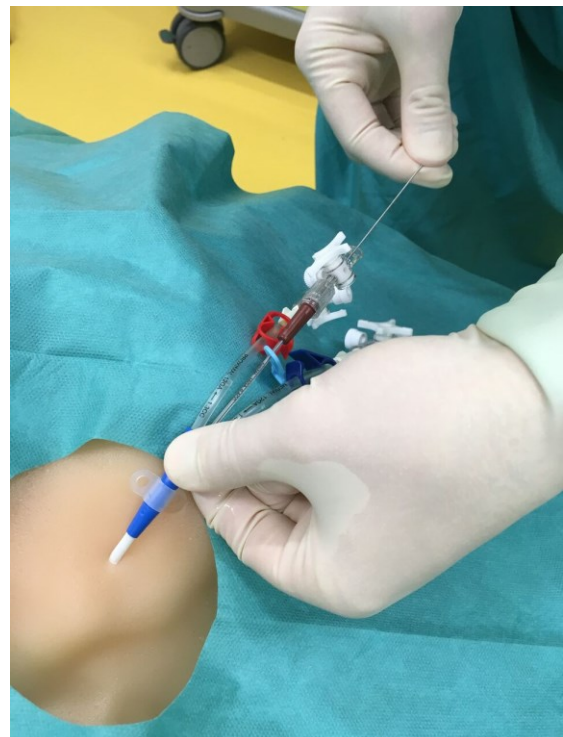


Abbildung 12: Entfernen des Seldinger-Drahtes

2 Material und Methoden

In Anlehnung an McGraw et al. (15) wurde ein simulationsbasiertes Ausbildungsprogramm zur Anlage zentralvenöser Katheter für Medizinstudierende der Medizinischen Universität Graz erstellt. Dieses Ausbildungsprogramm besteht aus theoretischen und praktischen Unterrichtseinheiten und wurde in die Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ implementiert. Im Zuge dieser Untersuchung wurden die Veränderung des theoretischen Wissens sowie der Erwerb von technisch-praktischen Fertigkeiten der Studentinnen und Studenten zum Thema „zentralvenöse Zugänge“ ermittelt.

2.1 Arbeitsumgebung

2.1.1 Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer

Die Grazer SIMLine ist eine modular konzipierte Lehrveranstaltungsreihe der Medizinischen Universität Graz, welche seit dem Sommersemester 2013 angeboten wird. Bestehend aus den fünf eigenständigen Lehrveranstaltungen „Die Grazer SIMLine: Anaphylaxie“, „Die Grazer SIMLine: Chest pain“, „Die Grazer SIMLine: Notaufnahme“, „Die Grazer SIMLine: Burns“ und „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ ist sie österreichweit die erste vollständig simulationsbasierte Lehrveranstaltungsreihe für Medizinstudierende. Im Jahr 2015 wurde „Die Grazer SIMLine“ mit dem "Dr. Michael Hasiba Preis - Förderungspreis der universitären Lehre in der Medizin 2013/2014" ausgezeichnet.

In der Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ werden simulationsbasiert die leitlinienkonforme Planung und Durchführung innerklinischer Transporte kritisch kranker Patientinnen und Patienten sowie das Management häufiger technischer und medizinischer Transportzwischenfälle vermittelt. Ziel der Lehrveranstaltung ist es auch, die Teilnehmenden im Bereich der Basisinvasivitäten der Intensivmedizin zu unterweisen. Dabei nimmt die Anlage eines zentralvenösen Katheters sowie dessen Handhabung im klinischen Alltag eine zentrale Rolle ein.

Die Lehrveranstaltung besteht aus 30 Unterrichtseinheiten à 45 Minuten und wird an sechs Terminen in Form eines freien Wahlfaches abgehalten. Der Lernaufwand ist mit einem ECTS-Punkt (European Credit Transfer System) bewertet. Jeder Termin besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Im theoretischen Teil werden die Lehrinhalte in Form von multimedialen Vorträgen vermittelt, während in den praktischen Einheiten durch aufbauende Part-Task-Trainings (PTT) einzelne medizinische Maßnahmen gezielt erlernt und trainiert werden. Im Verlauf der Lehrveranstaltung wird erlangtes theoretisches Wissen mit den erworbenen technisch-praktischen Skills in Simulationsszenarien verknüpft und angewendet. Es besteht immanenter Prüfungscharakter, die Beurteilung erfolgt anhand von aktiver Mitarbeit sowie einer Mindestanwesenheit von 85%.

2.1.2 Simulationsobjekt

Die Durchführung der PTTs sowie die Durchführung der selbständigen ZVK-Anlage zur Ermittlung der technisch-praktischen Skills erfolgten am Simulationsobjekt „Gen II Ultrasound Central Line Training Model“ des Herstellers CAE Blue Phantom™. Dabei handelt es sich um eine 12,7kg schwere und 55cm x 57cm x 23cm messende Simulationspuppe, an der Gefäßzugänge sowohl landmarkengestützt als auch ultraschallgezielt etabliert werden können. Das äußere Relief des Simulationsobjekts wurde nach einer menschlichen Vorlage gegossen. Als anatomische Strukturen sind Trachea, Manubrium, Clavicula, die zentralen Venen und Arterien sowie Vorhof und Ventrikel des rechten Herzens verbaut. Dabei sind die Venen durch leichten Druck komprimierbar und mit blauer Flüssigkeit gefüllt, während die Arterien mit roter Flüssigkeit gefüllt und nicht komprimierbar sind. Arterielle Pulsationen können mittels einer Handpumpe simuliert werden.

2.1.3 Katheterset

Im Zuge der Instruktionen in den PTTs sowie bei der Durchführung der selbständigen ZVK-Anlage zur Ermittlung der technisch-praktischen Skills kam ein handelsübliches ZVK-Set des Herstellers ARROW® International zum Einsatz.

Der darin enthaltene ZVK misst 12Fr x 16cm. Weiters im Set enthalten sind ein Einführungsdraht, zwei unterschiedlich große Punktionskanülen, eine Spritze, ein Abdecktuch, ein Sicherheitsskalpell, ein Gefäßdilator, ein Nadelabwurfbehältnis sowie eine Druckumwandler-sonde.

2.2 Aufbau des Ausbildungsprogramms

2.2.1 Theoretische Ausbildung

Die Vermittlung der theoretischen Lehrinhalte zum Thema „Anlage zentralvenöser Katheter“ erfolgte durch einen multimedial gestützten Vortrag im Ausmaß von 45 Minuten. Dieser Vortrag wurde in den theoretischen Teil der Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ an einem der sechs Abhaltungstermine integriert. Grundlegende Kenntnisse zu zentralen Venenkathetern, deren Anlage sowie weiterführende Informationen wurden dabei unterrichtet. Eine Übersicht über dessen Inhalt bietet Tabelle 3.

Tabelle 3: Inhalt des theoretischen Vortrags im Rahmen der Ausbildung

Inhalt des theoretischen Vortrags	
Definition ZVK	Lagerung der Patientinnen und Patienten
Indikationen	Anlage eines ZVK
Kontraindikationen	Lagekontrolle
ZVK-Arten	Komplikationen
Punktionsorte	Pflege eines ZVK

2.2.2 Praktische Ausbildung

Die technisch-praktischen Fertigkeiten zur Anlage zentralvenöser Gefäßzugänge wurden in zwei unterschiedlichen PTTs während des praktischen Teils der Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ an zwei der sechs Abhaltungstermine vermittelt. Im Zuge der ersten Trainingseinheit wurde die Vorbereitung für eine zentralvenöse Punktion einschließlich Ankleiden der durchführenden Teilnehmerin bzw. des durchführenden Teilnehmers sowie das Bereitstellen des Kathetersets sowie der weiteren benötigten Materialien unterrichtet. Im zweiten Part-Task-Training wurden die ladmarkengestützte und ultraschallgezielte Gefäßpunktion sowie die korrekte Anlage eines zentralvenösen Katheters unter besonderer Berücksichtigung der Leitlinien der American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access (24), der von Frykholm et al. (25) 2014 publizierten Leitlinien sowie der Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts zur Prävention von Infektionskrankheiten die von Gefäßkathetern ausgehen (46) vermittelt. Die PTTs wurden in den durch die Lehrveranstaltung bereits definierten Kleingruppen mit einer maximalen Teilnehmerzahl von sechs Personen durchgeführt. Durch das Implementieren der Trainingseinheiten in das zuvor festgelegte Konzept der Lehrveranstaltung standen jeder Kleingruppe 45 Minuten pro PTT zur Verfügung.

2.3 Studienkollektiv

Studierende der Medizinischen Universität Graz konnten sich im Vorfeld der Untersuchung über das universitäre Lehrveranstaltungsregister (MEDonline) zur oben genannten Lehrveranstaltung anmelden. Vor Beginn des theoretischen Vortrags wurden alle teilnehmenden Studierenden mündlich und schriftlich über die Möglichkeit zur Teilnahme an der Beobachtungsstudie aufgeklärt. Jene Studierende, die die Einschlusskriterien erfüllten sowie in die wissenschaftliche Verwendung ihrer Daten mittels Informed Consent einwilligten, wurden in die Studie eingeschlossen.

2.3.1 Einschlusskriterien

In die Untersuchung eingeschlossen wurden Studentinnen und Studenten der Medizinischen Universität Graz, die sich fristgerecht über das Lehrveranstaltungsregister „MEDonline“ für die Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer“ angemeldet haben. Zudem musste der wissenschaftlichen Verwertung der im Rahmen der Studie erhobenen Performancedaten schriftlich zugestimmt werden (Informed Consent).

2.3.2 Ausschlusskriterien

Von der Untersuchung nicht erfasst wurden Studierende, welche die Einschlusskriterien nicht erfüllten. Darüber hinaus wurden Datensätze, die mittels Fragebogen erhoben wurden und bei welchen die entsprechende Zustimmung zur wissenschaftlichen Bearbeitung der freiwillig und anonym erhobenen Daten nicht gegeben wurde, in Unabhängigkeit eines vorliegenden Informed Consent durch den Prüfer gelöscht.

2.3.3 Informed Consent

Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer erhielt nach der Information zur Teilnahme an der Untersuchung einen schriftlichen Informations- und Einwilligungsbogen (Informed Consent). Darin wurden die Teilnehmenden über Zweck, Ablauf und Nutzen der Beobachtungsstudie sowie über Risiken, welche durch die Teilnahme entstehen könnten sowie die Art der Datenerhebung bzw. –auswertung informiert. Durch die Unterschrift des Informed Consent wurde der Erhebung und Verarbeitung der personenbezogenen Performancedaten zugestimmt. Das entsprechende Dokument ist dem Anhang dieser Arbeit zu entnehmen.

2.3.4 Ethische Überlegungen

Die Untersuchung involvierte männliche und weibliche Studierende der Medizinischen Universität Graz im Alter von 18 bis 99 Jahren.

Die Teilnahme an dieser Untersuchung war für die Teilnehmenden frei von gesundheitlichen, persönlichen und finanziellen Risiken. Die Teilnahme erfolgte freiwillig, unentgeltlich und anonym. Durch die Teilnahme an dieser Untersuchung ergaben sich für die Studierenden keine wie auch immer gearteten Vorteile.

Durch eine Nicht-Teilnahme sowie durch ein Ausscheiden aus dieser Untersuchung ergaben sich für die Studierenden keine wie auch immer gearteten Nachteile.

Die Genehmigung zur Durchführung dieser Untersuchung wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz durch das Votum vom 14.05.2018 mit der EK-Nummer 30-295 ex 17/18 erteilt. Dieses ist dem Anhang dieser Arbeit beigelegt.

2.3.5 Gewährleistung der Anonymität

Die Anonymität der Studienteilnehmenden wurde durch eine nicht auf Einzelpersonen zurückführbare Identifikationsnummer sichergestellt, welche alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Untersuchung während der Lehrveranstaltung anonym und zufällig per Auslosung erhielten. Dazu wurden Nummern von 001 bis 040 in Form von Klebeetiketten generiert. Um eine ausreichende Anzahl an Etiketten pro Studienteilnehmerin bzw. Studienteilnehmer gewährleisten zu können, wurden von jeder Nummer sechs identische Etiketten angefertigt und zusammengefasst. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zogen aus einem undurchsichtigen Behältnis unter Aufsicht des Prüfers jeweils ein Set von sechs Etiketten und wurden dazu aufgefordert, ihre gezogene Identifikationsnummer verdeckt zu halten. Die Löschung der mit einer Identifikationsnummer verknüpften Daten konnte jederzeit durch Vorlage dieser Nummer mit daraus resultierender Aufhebung der Anonymität beantragt werden.

2.4 Datenerfassung

Für die Erhebung der Daten bezüglich des theoretischen Wissens der Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden Paper-Pencil-Assessments in Form von Formativ-Integrativen-Tests (FIT) durchgeführt. Um den Zuwachs der technisch-praktischen Fertigkeiten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfassen zu können, wurde die Durchführung einer vollständigen ZVK-Anlage in anonymisierter Form audiovisuell dokumentiert.

2.4.1 Formativ-Integrativer-Test (FIT)

Der theoretische Wissensstand der Studentinnen und Studenten zum Thema „zentrale Venenkatheter“ wurde mit Hilfe von Formativ-Integrativen-Tests (FIT) überprüft. Dabei wurden insgesamt elf Fragen im Multiple-Choice-Format gestellt. Jede Frage hatte mehrere Antwortmöglichkeiten zur Auswahl, wobei die Anzahl der zutreffenden Antworten nicht angeführt war. Wurden alle zutreffenden Antworten einer Frage angekreuzt, so wurde diese Frage als richtig und mit einem Punkt gewertet. Daraus ergab sich ein bestmögliches Ergebnis von 11 Punkten. Zur Beantwortung des FIT standen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zehn Minuten Zeit zur Verfügung. Nach Ablauf der Zeit wurde der Test durch den Prüfer abgesammelt. Der FIT wurde im Studienverlauf zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt: Einmal vor Beginn des theoretischen Vortrags, einmal nach der Teilnahme am theoretischen Vortrag und einmal am Ende der Lehrveranstaltung nach erfolgter vollständiger Durchführung einer ZVK-Anlage am Simulationsobjekt. Jede Teilnehmerin bzw. jeder Teilnehmer musste ein Etikett mit ihrer bzw. seiner persönlichen Identifikationsnummer in einem am Testbogen dafür vorgesehenen und markierten Kästchen anbringen. Durch die Identifikationsnummer konnte der Test bei der Datenauswertung einer jeweiligen Teilnehmerin bzw. einem jeweiligen Teilnehmer zugeordnet werden, was bei Betrachtung der drei Ergebnisse einer Teilnehmerin bzw. eines Teilnehmers Rückschlüsse auf den Progress des theoretischen Wissens zum Thema erlaubt.

2.4.2 Procedure-Proficiency-Check (PPC)

Am Ende der Lehrveranstaltung und somit am Ende der Untersuchung wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer aufgefordert, die Anlage eines zentralvenösen Katheters im simulierten Setting selbstständig durchzuführen. Da im Zuge des theoretischen Vortrags sowie der PTTs sowohl die landmarkengestützte, als auch die ultraschallgezielte Gefäßpunktion unterrichtet wurde, erfolgte die Zuteilung der Teilnehmenden zu einem der beiden Verfahren im Vorfeld durch Ziehen eines Loses. Dazu wurden Lose mit der Aufschrift „ZVK-Anlage -landmarkengestützt-“ und „ZVK-Anlage -ultraschallgezielt-“ zu gleichen Anteilen erstellt. Die Teilnehmenden mussten vor Beginn der Simulation unter Aufsicht des Prüfers ein Los aus einem blickdichten Behälter ziehen.

Die teilnehmenden Studierenden wurden mit folgender Situation konfrontiert: An einem 45-jährigen Mann, in einem Bett liegend, sollte ein zentralvenöser Katheter etabliert werden. Der Patient war mit EKG, Pulsoxymetrie und nichtinvasiver Blutdruckmessung standardmäßig monitorisiert. Ein peripherer Venenzugang war bereits angelegt. Das Szenario fand in einem der Zimmer der Intensivstation des Clinical Skills Center statt. Eine vollständige Ausstattung bezüglich Medizinprodukten, medizintechnischem Equipment sowie Notfallausrüstung samt Medikamente war vorhanden. Ebenso waren ein Ultraschallgerät für die ultraschallgezielte Punktion sowie alle benötigten Utensilien für die Anlage eines zentralvenösen Katheters zugänglich. Ein fachkundiger Instruktor übernahm die Rolle der Assistenz, die Studienteilnehmerin bzw. der Studienteilnehmer die Rolle der durchführenden Ärztin bzw. des durchführenden Arztes.

Der gesamte Prozess der Anlage des zentralvenösen Katheters wurde für die Datenauswertung audiovisuell dokumentiert. Dabei wurden lediglich die Hände der Teilnehmerin bzw. des Teilnehmers gefilmt, um die Anonymität zu gewährleisten. Vor Beginn des Szenarios wurde die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer dazu aufgefordert, seine Identifikationsnummer sichtbar zu machen, um die audiovisuelle Dokumentation später dem jeweiligen Datensatz samt den erhobenen Daten des FIT zuordnen zu können.

Im Vorfeld der Untersuchung wurden Checklisten erstellt, anhand derer die durchgeführten Katheteranlagen analysiert wurden.

Diese Checklisten wurden unter besonderer Berücksichtigung der Leitlinien zum Thema sowohl für die landmarkengestützte, als auch für die ultraschallgezielte Punktion generiert und sind im Anhang dieser Arbeit zu finden. Die analysierten Arbeitsschritte waren dabei wie folgt:

1. Entfernen aller Uhren, Armbänder etc. und Durchführen einer hygienischen Händedesinfektion
2. Ankleiden für die Durchführung der Punktion (Haube, Mundschutz, steriler Schutzmantel, sterile Handschuhe)
3. Einrichten des Arbeitsplatzes (Mindestanforderung: Abdecken eines Tisches mit einem sterilen Tuch und steriles Auspacken der benötigten Utensilien)
4. Durchführen einer Wischdesinfektion mit sterilen Tupfern, Klemme und geeignetem Desinfektionsmittel unter Berücksichtigung der Einwirkzeit
5. Abdecken der Punktionsstelle mit sterilem Lochtuch bzw. der Punktionsumgebung mit weiteren sterilen Tüchern (bei Verwendung von Ultraschall zusätzliches Versehen des Schallkopfs und dessen Kabelzuleitung mit einem sterilen Überzug)
6. Ordnungsgemäßes Punktieren des Gefäßes mit Kanüle und Spritze unter ständiger Aspiration
7. Einbringen des Seldinger-Drahtes und Entfernen der Punktionskanüle und Spritze
8. Stichinzision mit anschließender Dilatation des Stichkanals
9. Einbringen des Katheters über den liegenden Seldinger-Draht
10. Reinigen der Punktionsstelle und Fixieren des Katheters mittels Annaht
11. Entfernen des Seldinger-Drahtes und Prüfen der Lumina auf Rückläufigkeit
12. Entfernen der Abdecktücher und Anbringen von Fixierstreifen distal der Katheterannaht
13. Anlegen eines beschichteten Pflasterverbandes

Ein Arbeitsschritt wurde dabei als richtig ausgeführt gewertet, wenn alle im jeweiligen Arbeitsschritt genannten Punkte erfüllt wurden. Für jeden richtigen Arbeitsschritt wurde ein Punkt vergeben. Daraus ergibt sich ein bestmögliches Ergebnis von 13 Punkten.

Folgende Arbeitsschritte bzw. Unterpunkte konnten in dieser Situation simulationsbedingt oder aufgrund mangelnder Verfügbarkeit nicht durchgeführt werden und wurden daher bei ausdrücklichem verbalem Erwähnen der Teilnehmerin bzw. des Teilnehmers als richtig gewertet:

- Versehen des Schallkopfs und dessen Kabelzuleitung mit einem sterilen Überzug
- Stichinzision der Haut
- Fixieren des Katheters mittels Annaht
- Anbringen von Fixierstreifen distal der Katheternaht
- Anlegen eines beschichteten Pflasterverbandes.

2.5 Datenauswertung

Die handschriftlich erhobenen Datensätze aus FIT und PPC wurden digitalisiert und gespeichert. Diese wurden unter Zuhilfenahme der Programme IBM® SPSS® Statistics sowie Microsoft® Excel verarbeitet und analysiert.

Um den Zusammenhang zwischen den erreichten Punkten und der benötigten Zeit zur ZVK-Anlage im simulierten Setting zu überprüfen, kam der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient (Spearman'sches Rho) zum Einsatz.

3 Ergebnisse

3.1 Veränderung des theoretischen Wissens

Die Überprüfung des theoretischen Wissens zum Thema „Anlage zentralvenöser Katheter“ mittels FIT erfolgte zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten: vor Beginn des theoretischen Vortrags (=T1), am Tag nach dem theoretischen Vortrag (=T2) und sieben Tage nach dem theoretischen Vortrag am Ende der Lehrveranstaltung nachdem eine ZVK-Anlage am Simulationsobjekt selbstständig durchgeführt wurde (=T3).

Insgesamt nahmen 18 Studierende an der Lehrveranstaltung teil. Alle 18 willigten in die Erhebung und Verarbeitung der Daten mittels Informed Consent ein und konnten somit in die Untersuchung eingeschlossen werden. Die Rohdaten umfassten somit 18 Datensätze. Tabelle 4 stellt die Ergebnisse der FITs dar.

Tabelle 4: Rohdaten der FITs

TeilnehmerInnen - ID	Erreichbare Punkte	Punktzahl T1	Punktzahl T2	Punktzahl T3
001	11	0	3	3
002	11	3	6	5
003	11	4	5	5
004	11	4	9	/
005	11	2	/	2
015	11	3	5	5
016	11	4	7	6
018	11	3	4	3
020	11	3	7	6
021	11	4	5	/
029	11	0	3	/
030	11	1	7	5
033	11	1	/	/
035	11	4	3	/
036	11	1	5	8
037	11	2	7	6
038	11	3	7	6
039	11	2	6	5

Nicht alle 18 Teilnehmerinnen und Teilnehmer nahmen an allen Testzeitpunkten am FIT teil. Sämtliche unvollständige Datensätze wurden nicht in die Berechnung miteingeschlossen. Tabelle 5 zeigt die bereinigten Rohdaten der FITs.

Tabelle 5: Bereinigte Rohdaten der FITs

TeilnehmerInnen - ID	Erreichbare Punkte	Punktzahl T1	Punktzahl T2	Punktzahl T3
001	11	0	3	3
002	11	3	6	5
003	11	4	5	5
015	11	3	5	5
016	11	4	7	6
018	11	2	4	3
020	11	3	7	6
030	11	1	7	5
036	11	1	5	8
037	11	2	7	5
038	11	3	7	6
039	11	2	6	5

Zum Testzeitpunkt T1 erreichten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 0 und 4 Punkten, das entspricht 0.0 bis 36.4%. Im Mittel konnten 2.3 Punkte mit einer Standardabweichung von 1.2 erzielt werden. Tabelle 6 illustriert die Ergebnisse des FIT zum Testzeitpunkt T1.

Tabelle 6: Deskriptive Statistik FIT T1

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
T1	12	0	4	2.33	1.231
Gültige Werte (Listenweise)	12				

Die Hälfte der Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmer (n=6) erreichten 2 bis 3 Punkte, dies entspricht 18.2 bis 27.3% der maximal erreichbaren Punktzahl. Jeweils zwei der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erreichten 1 Punkt bzw. 4 Punkte. Eine Teilnehmerin bzw. ein Teilnehmer konnte keinen Punkt erzielen. Abbildung 13 zeigt ein Boxplot-Diagramm zu den Ergebnissen des FIT zum Testzeitpunkt T1.

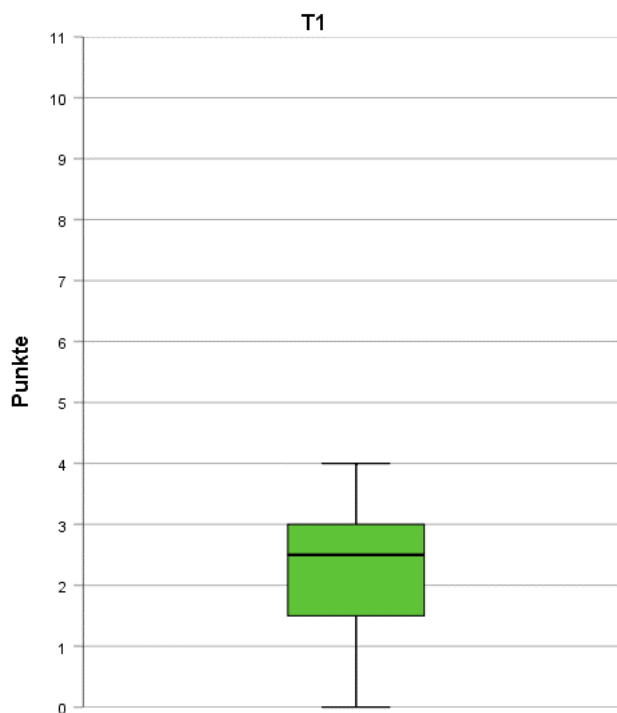


Abbildung 13: Boxplot FIT T1

Zum Testzeitpunkt T2 erreichten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 3 und 7 Punkten, das entspricht 27.3 bis 63.6%. Im Mittel konnten 5.8 Punkte mit einer Standardabweichung von 1.4 erzielt werden. Tabelle 7 stellt die Ergebnisse des FIT zum Testzeitpunkt T2 dar.

Tabelle 7: Deskriptive Statistik FIT T2

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
T2	12	3	7	5,75	1,357
Gültige Werte (Listenweise)	12				

Rund 83% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (n=10) erreichten 5 bis 7 Punkte, dies entspricht 45.5 bis 63.6% der maximal erreichbaren Punktzahl. Jeweils 1 Teilnehmerin bzw. Teilnehmer konnte 3 bzw. 4 Punkte erlangen. Abbildung 14 zeigt ein Boxplot-Diagramm zu den Ergebnissen des FIT zum Testzeitpunkt T2.

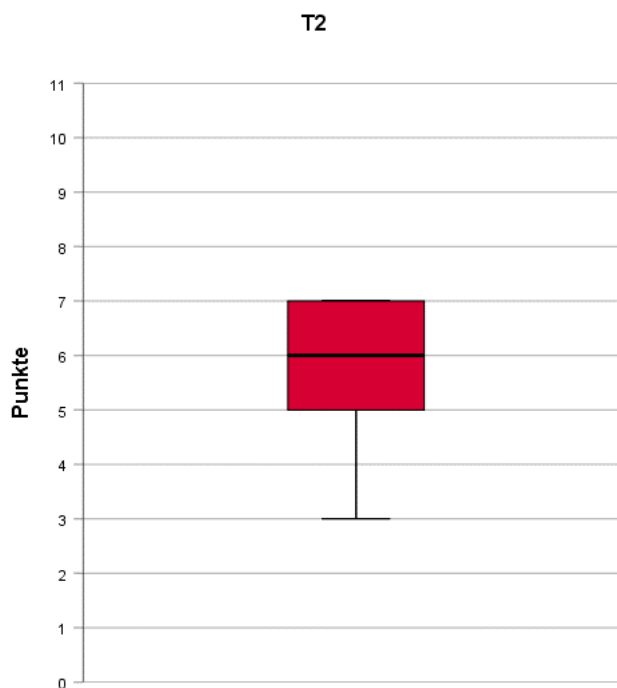


Abbildung 14: Boxplot FIT T2

Zum Testzeitpunkt T3 erreichten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 3 und 8 Punkten, das entspricht 27.3 bis 72.2%. Im Mittel konnten 5.2 Punkte mit einer Standardabweichung von 1.3 erzielt werden. Tabelle 8 stellt die Ergebnisse des FIT zum Testzeitpunkt T3 dar.

Tabelle 8: Deskriptive Statistik FIT T3

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
T3	12	3	8	5.17	1.337
Gültige Werte (Listenweise)	12				

Drei Viertel der Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmer erreichten 5 bis 6 Punkte, dies entspricht 45.5 bis 54.5% der maximal erreichbaren Punktzahl. Zwei der Teilnehmenden erreichten 3 Punkte, eine Teilnehmerin bzw. ein Teilnehmer konnte 8 Punkte erzielen. Diese Werte stellen milde statistische Ausreißer dar. Abbildung 15 zeigt ein Boxplot-Diagramm zu den Ergebnissen des FIT zum Testzeitpunkt T3.

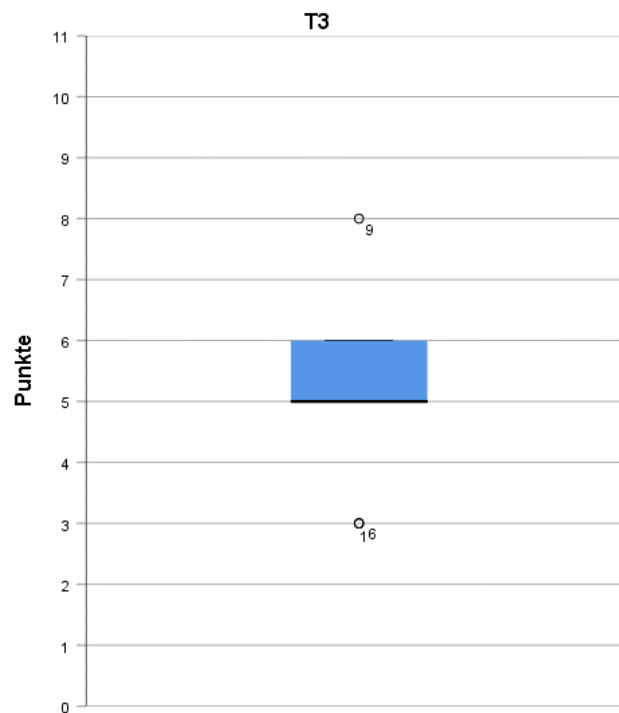


Abbildung 15: Boxplot FIT T3

Die statistische Analyse mittels t -Test bei abhängigen Stichproben (Paarvergleichstest) zeigt mit einem p -Wert $< .05$ bei einem Konfidenzintervall von 95% einen signifikanten Unterschied der Ergebnisse zu den Testzeitpunkten T1 und T2 ($t(11) = -8.58, p = < .001$) sowie zu den Testzeitpunkten T1 und T3 ($t(11) = -6.12, p = < .001$). Der Unterschied der Ergebnisse zu den Testzeitpunkten T2 und T3 zeigt bei Analyse mittels t -Test mit einem p -Wert von $.15$ bei einem Konfidenzintervall von 95% keine Signifikanz ($t(11) = 1.54, p = .15$).

Die Ergebnisse der einzelnen Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Verlauf der Testzeitpunkte T1-T3 sind in Abbildung 16 dargestellt.

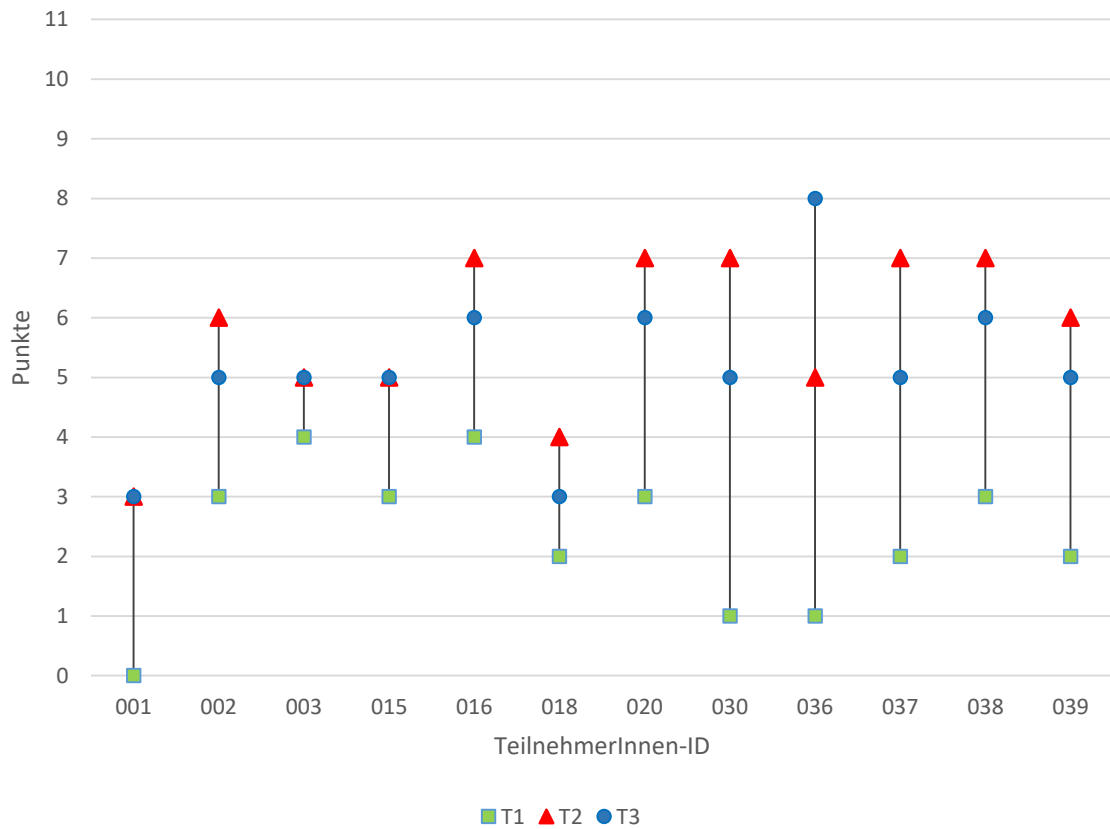


Abbildung 16: Einzelergebnisse FIT T1-T3

Eine Gegenüberstellung der Boxplot-Diagramme der Ergebnisse von T1-T3 illustriert Abbildung 17.

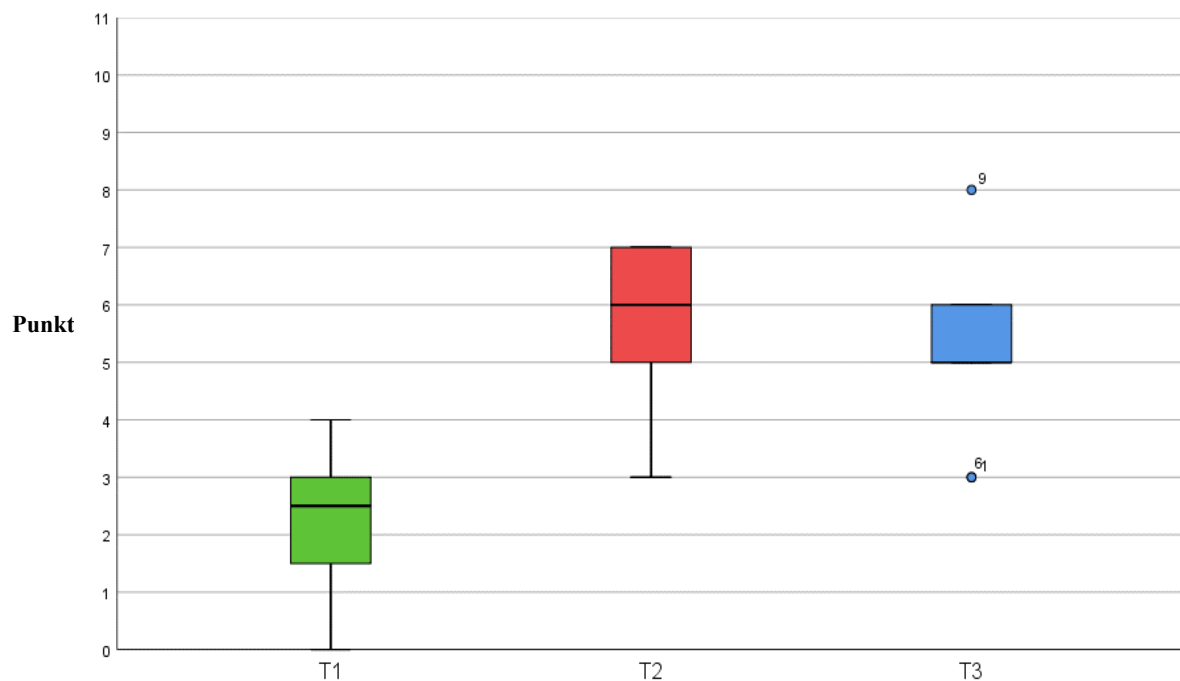


Abbildung 17: Boxplot FIT T1-T3

3.2 Erworbene praktische Fertigkeiten

Um die technisch-praktischen Skills der Teilnehmerinnen und Teilnehmer protokollieren zu können, wurde am Ende der Lehrveranstaltung ein Procedure-Proficiency-Check (PPC) durchgeführt. Dabei musste jede Teilnehmerin bzw. jeder Teilnehmer eine ZVK-Anlage am Simulationsobjekt selbstständig durchführen. Von den 18 an der Beobachtungsstudie teilnehmenden Studierenden, absolvierten 13 Studentinnen bzw. Studenten den PPC. Neben den durch die Checkliste definierten erreichbaren und tatsächlich erreichten Punkten wurde auch die Durchführungszeit für das gesamte Prozedere dokumentiert. Ebenso wurde festgehalten, ob die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer vor Beginn des Simulationsszenarios die landmarkengestützte oder ultraschallgezielte Punktion zugelost bekommen hatte. Tabelle 9 enthält die gesammelten Daten aus dem PPC.

Tabelle 9: Erhobene Daten PPC

Teilnehmer Innen - ID	Erreichbare Punkte	Erreichte Punkte	%	Benötigte Zeit	Art der Punktion
001	13	12	92%	10 min	Landmarkengestützt
002	13	12	92%	19 min	Ultraschallgezielt
003	13	10	77%	14 min	Landmarkengestützt
005	13	9	69%	18 min	Ultraschallgezielt
015	13	11	85%	16 min	Ultraschallgezielt
016	13	12	92%	14 min	Ultraschallgezielt
018	13	10	77%	11 min	Landmarkengestützt
020	13	11	85%	12 min	Ultraschallgezielt
030	13	10	77%	14 min	Ultraschallgezielt
036	13	10	77%	17 min	Landmarkengestützt
037	13	8	62%	09 min	Landmarkengestützt
038	13	11	85%	12 min	Landmarkengestützt
039	13	12	92%	15 min	Ultraschallgezielt

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten dabei zwischen 8 und 12 Punkten erreichen. Dies entspricht 62% bis 92% der maximal erreichbaren Punkte. Der Mittelwert lag bei 10.6 Punkten, die Standardabweichung bei 1.3. Für die ZVK-Anlage samt Vorbereitungen benötigten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer 9 bis 19 Minuten, im Mittel 13.9 Minuten. Die Standardabweichung betrug dabei 3.1.

Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse des PPC.

Tabelle 10: Deskriptive Statistik PPC

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Punkte	13	8	12	10.62	1.261
Zeit	13	9	19	13.92	3.068
Gültige Werte (Listenweise)	13				

Rund 85% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (n=11) konnten 10 bis 12 Punkte und damit 77% bis 92% der maximal erreichbaren Punkte erlangen. Jeweils eine bzw. einer der Teilnehmenden erreichte 8 bzw. 9 Punkte. Dies entspricht 62% bzw. 69% der maximal erreichbaren Punkte. Abbildung 18 zeigt ein Boxplot-Diagramm mit den Ergebnissen des PPC.

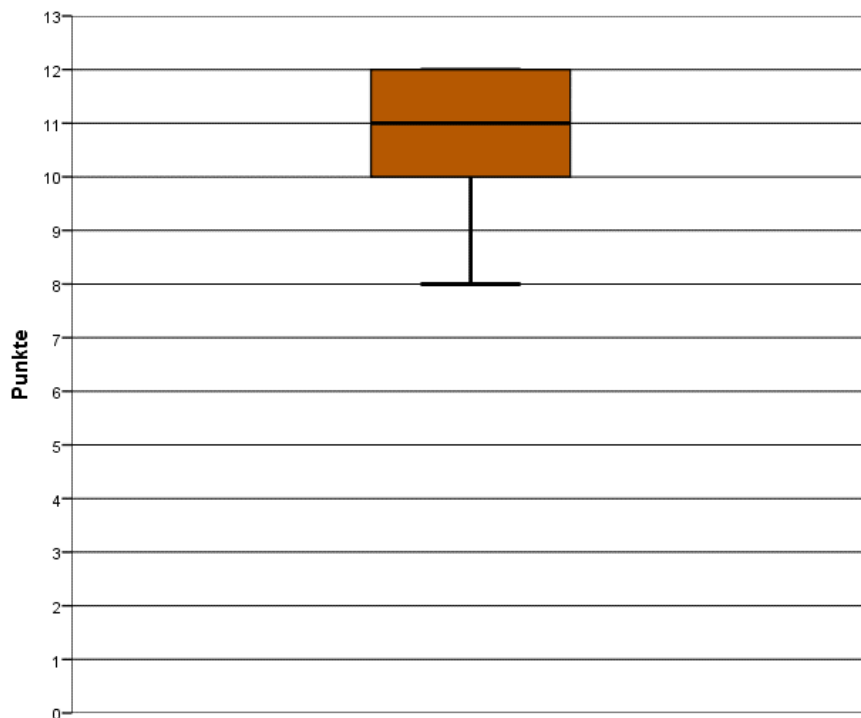


Abbildung 18: Boxplot PPC

In einer weiteren Analyse wurden die Ergebnisse bezüglich des Art der Gefäßpunktion (landmarkengestützt oder ultraschallgezielt) untereinander verglichen. Von den 13 am PPC teilnehmenden Studierenden führten 7 eine ultraschallgezielte und 6 eine landmarkengestützte Punktion durch.

Bei der ultraschallgezielten Punktion wurden von den maximal 13 erreichbaren Punkten zwischen 9 und 12 Punkte erzielt. Der Mittelwert lag dabei bei 11 Punkten, die Standardabweichung bei 1.2. Bei der landmarkengestützten Punktion wurden von den maximal 13 erreichbaren Punkten zwischen 8 und 12 Punkte erzielt. Der Mittelwert lag dabei bei 10.2 Punkten, die Standardabweichung bei 1.3.

Für die ultraschallgezielte ZVK-Anlage benötigten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 12 und 19 Minuten. Der Mittelwert betrug dabei 15.4 Minuten, die Standardabweichung 2.4. Für die landmarkengestützte ZVK-Anlage wurden zwischen 9 und 17 Minuten benötigt. Es ergab sich ein Mittelwert von 12.2 Minuten und eine Standardabweichung von 2.9.

Tabelle 11 beinhaltet die Ergebnisse bezüglich Punkte und Zeit für die zwei unterschiedlichen Punktionsarten.

Tabelle 11: Deskriptive Statistik Punkte und Zeit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Punkte_USG	7	9.00	12.00	11.0000	1.15470
Zeit_USG	7	12.00	19.00	15.4286	2.43975
Punkte_LG	6	8.00	12.00	10.1667	1.32916
Zeit_LG	6	9.00	17.00	12.1667	2.92689
Gültige Werte (Listenweise)	6				

USG = ultraschallgezielt; LG = landmarkengestützt

Um einen etwaigen Zusammenhang zwischen erzielten Punkten und benötigter Zeit für die ZVK-Anlage zu erkennen, wurde der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient angewendet. Dabei zeigte sich mit $r = .129$ keine bzw. eine schwach positive Korrelation. Bei einem p -Wert von $.675$ – und damit deutlich $> .05$ – besteht für dieses Ergebnis jedoch keine Signifikanz.

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse des Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten.

Tabelle 12: Ergebnisse Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient

			Punkte	Zeit
Spearman-Rho	Punkte	Korrelationskoeffizient	1.000	.129
		Sig. (2-seitig)	.	.675
		N	13	13
	Zeit	Korrelationskoeffizient	.129	1.000
		Sig. (2-seitig)	.675	.
		N	13	13

3.2.1 Analyse der einzelnen Arbeitsschritte der ZVK-Anlage

In der im Anhang befindlichen Checkliste wurden für den PPC 13 Arbeitsschritte definiert. Die Ergebnisse in Bezug auf diese Einzelschritte werden im Folgenden analysiert und grafisch dargestellt.

3.2.1.1 Entfernen von Uhren, Schmuck etc.

Um das Infektionsrisiko so gering wie möglich zu halten, wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Zuge der theoretischen Unterweisung dazu angehalten, Uhren, Armbänder, Ringe, Schmuck und dergleichen vor Beginn der ZVK-Anlage vollständig zu entfernen. Für diesen Arbeitsschritt wurde ein Punkt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer zu Beginn des Simulationsszenarios alle Uhren, Armbänder etc. von ihren bzw. seinen Händen entfernte und anschließend eine Händedesinfektion durchführte. 10 der 13 Teilnehmenden führten diesen Arbeitsschritt korrekt aus und konnten einen Punkt dafür erzielen. Dies entspricht 77% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

3.2.1.2 Steriles Ankleiden

Im Zuge der theoretischen Unterweisung wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dazu angehalten, sich für die ZVK-Anlage steril anzukleiden. Ein Punkt wurde für diesen Arbeitsschritt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer vor Durchführung der Händedesinfektion bereits Mundschutz und Haube sowie nach der Händedesinfektion einen sterilen Mantel und sterile Handschuhe anlegte. Bei Kontamination der Handschuhe oder des Mantels wurde kein Punkt vergeben. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer führten diesen Arbeitsschritt korrekt aus und konnten einen Punkt erzielen.

3.2.1.3 Einrichten des Arbeitsplatzes

Im Zuge des theoretischen Vortrags wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dahingehend unterrichtet ein steriles Arbeitsfeld einzurichten und die benötigten Utensilien zur ZVK-Anlage vorzubereiten. Ein Punkt wurde für diesen Arbeitsschritt vergeben, wenn zumindest ein steriles Tuch über eine Arbeitsfläche gelegt wurde und alle zur ZVK-Anlage benötigten Utensilien von der Teilnehmerin bzw. vom Teilnehmer angefordert und steril gehandhabt wurden. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer führten diesen Arbeitsschritt korrekt aus und konnten einen Punkt erzielen.

3.2.1.4 Desinfektion der Punktionsstelle

Für den Arbeitsschritt „Desinfektion der Punktionsstelle“ wurde ein Punkt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer eine Wischdesinfektion der Punktionsstelle mit einem geeigneten Hautdesinfektionsmittel und sterilen Tupfern durchführte und dabei die Einwirkzeit beachtete. Auch diesen Arbeitsschritt führten alle Teilnehmenden korrekt durch.

3.2.1.5 Abdecken der Punktionsstelle

Für den Arbeitsschritt „Abdecken der Punktionsstelle“ wurde ein Punkt vergeben, wenn die Punktionsstelle nach der Desinfektion mit einem sterilen Loch Tuch und das Simulationsobjekt mit einem weiteren sterilen Tuch abgedeckt wurde. Im Falle der ultraschallgezielten Punktion war ein Versehen des Ultraschallkopfes und dessen Kabelzuleitung mit einem sterilen Überzug für die positive Bewertung dieses Arbeitsschrittes notwendig. Bei Kontamination der Punktionsstelle, des Arbeitsfeldes oder der sterilen Kleidung wurde kein Punkt vergeben. 11 der 13 Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten diesen Arbeitsschritt korrekt durchführen und erlangten dafür einen Punkt. Dies entspricht 85% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

3.2.1.6 Gefäßpunktion unter Aspiration

Für den Arbeitsschritt „Gefäßpunktion unter Aspiration“ wurde ein Punkt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer das jeweilige Gefäß mit einer Kanüle und einer der Kanüle aufgesetzten Spritze, die zur Hälfte mit Kochsalzlösung (NaCl 0,9%) gefüllt war, unter ständiger Aspiration punktierte. Auch auf die Bezugnahme zum Ultraschallbild bzw. zu den anatomischen Landmarken wurde geachtet. Wenn diese nicht gegeben war, keine blaue Flüssigkeit aspiriert werden konnte oder eine Kontamination der Punktionsstelle, des Arbeitsfeldes oder der sterilen Kleidung erfolgte, wurde kein Punkt vergeben. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten die Gefäßpunktion ordnungsgemäß durchführen und somit einen Punkt für diesen Arbeitsschritt erzielen.

3.2.1.7 Einbringen des Seldinger-Drahtes

Für den Arbeitsschritt „Einbringen des Seldinger-Drahtes“ wurde ein Punkt vergeben, wenn der Seldinger-Draht über die liegende Kanüle bzw. den liegenden Zugangskatheter eingebracht wurde. Bei Kontamination der Punktionsstelle, des Arbeitsfeldes oder der sterilen Kleidung wurde kein Punkt vergeben.

Ebenso wurde kein Punkt vergeben, wenn der Seldinger-Draht nur wenige Zentimeter eingeführt werden konnte und damit nicht korrekt im Gefäß zu liegen kam. In diesem Fall wurde die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer dazu angehalten mit dem weiteren Prozedere fortzufahren, um die verbleibenden Arbeitsschritte analysieren zu können. 11 der 13 Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfüllten diesen Arbeitsschritt. Dies entspricht 85% der Teilnehmenden.

3.2.1.8 Stichinzision der Haut und Dilatation des Stichkanals

Eine Stichinzision der Haut ist am Simulator nicht durchführbar, da durch wiederholte Durchführung eine Beschädigung des Punktionfeldes eintreten würde. Für den Arbeitsschritt „Stichinzision der Haut und Dilatation des Stichkanals“ wurde ein Punkt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer die Durchführung einer Stichinzision andeutete oder ausdrücklich erwähnte und zudem eine Dilatation des Stichkanals durchführte. 8 der 13 Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmer konnten für diesen Arbeitsschritt einen Punkt erzielen. Dies entspricht 62% aller Teilnehmenden.

3.2.1.9 Einbringen des ZVK

Für den Arbeitsschritt „Einbringen des ZVK“ wurde ein Punkt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer den ZVK über den liegenden Seldinger-Draht einführte. Bei Kontamination der Punktionsstelle, des Arbeitsfeldes oder der sterilen Kleidung wurde kein Punkt vergeben. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten den ZVK über den liegenden Führungsdraht einbringen und damit einen Punkt erzielen.

3.2.1.10 Katheterannaht und Punktionsstelle reinigen

Eine Fixation des liegenden Katheters mittels Einzelknopfnahht ist am Simulationsobjekt nicht durchführbar. Somit wurde bei ausdrücklichem Erwähnen der Katheterannaht durch die Teilnehmerin bzw. den Teilnehmer und zusätzlichem Reinigen der Punktionsstelle ein Punkt für diesen Arbeitsschritt vergeben. 11 der 13 Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten diesen Arbeitsschritt positiv absolvieren. Dies entspricht 85% aller Teilnehmenden.

3.2.1.11 Prüfen der Lumina auf Rückläufigkeit

Für den Arbeitsschritt „Prüfen der Lumina auf Rückläufigkeit“ wurde ein Punkt vergeben, wenn die Teilnehmerin bzw. der Teilnehmer sämtliche Lumina des Katheters auf Rückläufigkeit überprüfte. Das Kriterium war hierbei lediglich der Versuch der Aspiration. So wurde auch bei negativer Aspirationsprobe ein Punkt vergeben. 12 der 13 Teilnehmenden und damit 92% führten diesen Arbeitsschritt korrekt durch.

3.2.1.12 Anbringen von Fixierstreifen

Im theoretischen Vortrag wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer gemäß den Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts dahingehend unterrichtet, Fixierstreifen distal der Katheterannaht anzubringen. Wegen mangelnder Verfügbarkeit konnte dieser Arbeitsschritt im Zuge der Simulation nicht durchgeführt werden. Ein Punkt wurde bei ausdrücklichem Erwähnen der Teilnehmerin bzw. des Teilnehmers vergeben. Lediglich eine Teilnehmerin bzw. ein Teilnehmer konnte diesen Arbeitsschritt positiv absolvieren. Dies entspricht 8% aller Teilnehmenden.

3.2.1.13 Anlegen eines Pflasterverbandes

Im theoretischen Vortrag wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf Basis der Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts erklärt, einen mit Silber oder Aluminium beschichteten Pflasterverband an der Punktionsstelle anzulegen. Wegen mangelnder Verfügbarkeit konnte dieser Arbeitsschritt im Zuge der Simulation nicht durchgeführt werden. Ein Punkt wurde bei ausdrücklichem Erwähnen dieser Maßnahme durch die Teilnehmerin bzw. den Teilnehmer vergeben. 9 der 13 Teilnehmenden führten diesen Arbeitsschritt korrekt aus und konnten somit einen Punkt erzielen. Dies entspricht 69% aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Abbildung 19 bietet eine Übersicht über die erreichten Punkte der durch die Checkliste im Vorfeld definierten 13 Einzelschritte der ZVK-Anlage.

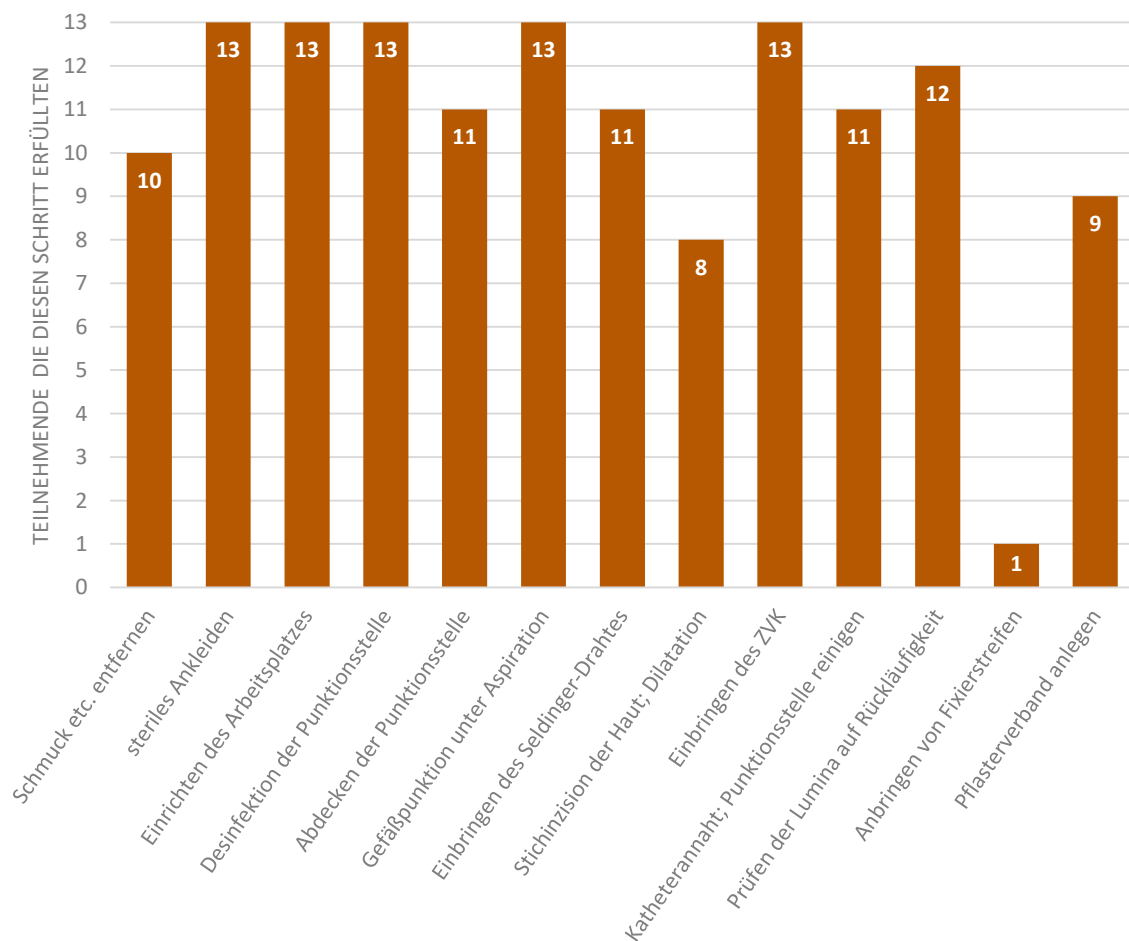


Abbildung 19: Aufgeschlüsselte Gesamtergebnisse des PPC

4 Diskussion

Im Rahmen der Literaturrecherche im Vorfeld der Erstellung dieser Abschlussarbeit konnten bereits zahlreiche Untersuchungen identifiziert werden, in denen die Effekte einer simulationsbasierten Ausbildung zum Thema „ZVK-Anlage“ beschrieben werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung erscheinen jedoch nicht uneingeschränkt mit jenen der vorliegenden Arbeiten vergleichbar, da zum Teil deutliche Unterschiede in der Methodenwahl bestehen.

Im Ausbildungsprogramm von McGraw et al. (15) wurde beispielsweise die ZVK-Anlage durch ultraschallgezielte Gefäßpunktion gelehrt und überprüft, während die landmarkengestützte Punktion keine Anwendung fand. Auch Jagneaux et al. (11), Peltan et al. (10) und Woo et al. (12) beschränkten ihre Untersuchung auf die ultraschallgezielte Punktion. Barsuk et al. (13) untersuchten in ihrer Arbeit ebenso die Effekte eines simulationsbasierten Trainings auf die praktischen Fertigkeiten der Teilnehmenden hinsichtlich einer ZVK-Anlage durch Punktion der V. jugularis interna und der V. subclavia. Während dabei die Verwendung von Ultraschall bei Punktion der V. jugularis interna durch die Studienleiter vorgeschrieben wurde, konnten die Teilnehmenden bei Punktion der V. subclavia selbst über die Zuhilfenahme von Ultraschall entscheiden (13).

Die im Rahmen der Arbeiten von Barsuk et al. (13), Jagneaux et al. (11), McGraw et al. (15), Peltan et al. (10) und Woo et al. (12) untersuchten Studienpopulationen inkludierten Assistenzärztinnen und Assistenzärzte der Anästhesiologie und Notfallmedizin, wohingegen sich die Studienpopulation dieser Untersuchung auf Medizinstudierende unterschiedlichen Studienfortschritts beschränkte.

Zudem erfolgte in den Untersuchungen von Barsuk et al. (13), McGraw et al. (15) und Woo et al. (12) keine Erhebung und Auswertung schriftlicher Performencedaten. Jagneaux et al. (11) überprüften das theoretische Wissen der Teilnehmenden in einem Vorher-Nachher-Vergleich, wobei sich diese Studie auf den postgradualen Bereich bezieht.

4.1 Veränderung des theoretischen Wissens

Im Vergleich von T1 und T2 konnte mittels *t*-Test eine signifikante Steigerung des theoretischen Wissens der Teilnehmenden durch Analyse festgestellt werden. Auffallend ist eine vermeintliche Abnahme des theoretischen Wissens der Teilnehmenden im Vergleich von T2 und T3. Die Analyse mittels *t*-Test zeigte für dieses Ergebnis mit einem *p*-Wert von .15 bei einem Konfidenzintervall von 95% jedoch keine Signifikanz. Im Vergleich von T1 und T3 zeigte sich dennoch eine signifikante Steigerung des theoretischen Wissens der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

In der Arbeit von Jagneaux et al. (11) zeigte sich ebenso eine signifikante Steigerung des theoretischen Wissens der Teilnehmenden am Ende der Untersuchung. Die Wissensüberprüfung fand dabei lediglich zu zwei Zeitpunkten statt und die Studienpopulation dieser Arbeit beschränkte sich auf den postgradualen Bereich. Somit können die Ergebnisse bezogen auf das theoretische Wissen der Teilnehmenden der Untersuchung von Jagneaux et al. (11) nicht ohne weiteres mit jenen dieser wissenschaftlichen Abschlussarbeit verglichen werden.

Eine erweiterte Literaturrecherche im Zuge der Erstellung dieser Abschlussarbeit identifizierte eine Untersuchung, welche die Effekte eines simulationsbasierten Ausbildungsprogramms für Medizinstudierende bezüglich vier unterschiedlicher Skills (arterieller Gefäßzugang, Intubation, Lumbalpunktion und ZVK-Anlage) beschreibt. Toy et al. (47) untersuchten dabei die Veränderung des theoretischen Wissens und der praktischen Fertigkeiten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Jeweils 12 Studierende aus dem zweiten und dritten Studienjahr wurden von 8 Assistenzärztinnen bzw. Assistenzärzten im Ausmaß von 24 Stunden zu den 4 verschiedenen Skills unterrichtet. Der theoretische Wissensstand sowie die praktischen Fertigkeiten der Teilnehmenden wurden vor und unmittelbar nach der simulationsbasierten Unterweisung ermittelt, zudem erfolgte ein Assessment bezüglich der Selbsteinschätzung der Studierenden. Der theoretische Test bestand aus dabei 40 Fragen wobei jeder der 4 Skills 10 Fragen umfasste. Für die Beantwortung der 40 Fragen standen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern 40 Minuten zur Verfügung.

Die Herangehensweise welche in der Arbeit von Toy et al. (47) beschrieben wird, erscheint als ein mit dieser Arbeit vergleichbares Konzept.

Die Arbeiten von Jagneaux et al. (11) und Toy et al. (47) zeigten eine Steigerung des theoretischen Wissens der Teilnehmenden am Ende der Untersuchung, was auch im Zuge dieser Arbeit festgestellt wurde. Eine Signifikanz für dieses Ergebnis konnte von Toy et al. (47) jedoch nicht identifiziert werden. Auffallend ist hierbei, dass im Ausbildungsprogramm von Toy et al. kein theoretischer Vortrag enthalten ist, was den weniger deutlichen Zuwachs an theoretischem Wissen der Teilnehmenden zum Thema erklären könnte.

Erwähnenswert ist außerdem, dass im Zuge der durchgeführten Untersuchung eine Reduktion des theoretischen Wissens zwischen den Testzeitpunkten T1 und T3 vorliegt, wenngleich keine Signifikanz für dieses Ergebnis besteht. Da in den Arbeiten von Jagneaux et al. (11) und Toy et al. (47) lediglich vor und nach erfolgter Unterweisung getestet wurde, geben diese Arbeiten keinen Aufschluss über diesen Umstand. Barsuk et al. (14) zeigten, dass die durch Simulationstraining erworbenen praktischen Skills der Teilnehmerinnen und Teilnehmer auch 6 bzw. 12 Monate nach der Ausbildung bestehen. Auf eine Analyse des theoretischen Wissensstands der Teilnehmenden wurde dabei verzichtet, wodurch kein Vergleich mit dieser Abschlussarbeit möglich ist.

Außerdem ist anzumerken, dass die maximale Punktzahl des FIT von keiner Teilnehmerin bzw. keinem Teilnehmer erreicht werden konnte. Somit scheint es, dass für das lückenlose Vermitteln der gesamten theoretischen Lehrinhalte mehr Zeit erforderlich ist. Für die theoretische Unterweisung der Teilnehmenden stand durch Implementieren dieses simulationsbasierten Ausbildungsprogramms in die bereits bestehende Lehrveranstaltung eine Zeit von 45 Minuten zur Verfügung. Eine umfassendere theoretische Ausbildung im Rahmen des simulationsbasierten Gesamtkonzepts könnte sich als vorteilhaft für die Studierenden erweisen.

Toy et al. (47) konnten aufgrund der fehlenden Signifikanz nicht zeigen, dass Studierende der Humanmedizin ihr Wissen zum Thema „ZVK“ durch ein simulationsbasiertes Ausbildungsprogramm steigern können.

Jagneaux et al. (11) berichten von einer Zunahme des theoretischen Wissens bei Assistenzärztinnen und Assistenzärzten wobei diese neben Simulationstrainings auch einen theoretischen Vortrag erhielten.

Diese Abschlussarbeit kommt hingegen zu dem Ergebnis, dass Studierende der Humanmedizin ihr theoretisches Wissen zum Thema „ZVK-Anlage“ durch eine simulationsbasierte Ausbildung mit theoretischer Unterweisung steigern können.

4.2 Erworbene praktische Fertigkeiten

Rund 85% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten bei der selbstständigen ZVK-Anlage ein Ergebnis von 77% bis 92% der maximal erreichbaren Punkte erzielen. Auffallend ist hierbei die teilweise große Diskrepanz der Ergebnisse der Einzelschritte. So führten alle Teilnehmenden eine hygienische Händedesinfektion durch, richteten den Arbeitsplatz steril ein und desinfizierten die Punktionsstelle mit einem geeigneten Hautdesinfektionsmittel unter Beachtung der vorgeschriebenen Einwirkzeit. Ebenso gelang es allen Teilnehmenden das jeweilige Gefäß erfolgreich zu punktieren und den ZVK über den Seldinger-Draht einzubringen. Hingegen führten nur 8 der Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine Stichinzision der Haut mit anschließender Dilatation des Stichkanals durch. Lediglich eine Teilnehmende bzw. ein Teilnehmender erwähnte das Anbringen von Fixierstreifen distal der Katheternaht und konnte einen Punkt für diesen Arbeitsschritt erzielen.

Barsuk et al. (13), Jagneaux et al. (11), McGraw et al. (15), Peltan et al. (10), Woo et al. (12) und Toy et al. (47) beschreiben eine signifikante Verbesserung der praktischen Skills der Teilnehmerinnen und Teilnehmer nach dem simulationsbasierten Training. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde lediglich ein Post-Training-Assessment durchgeführt. Da keine Daten zu Beginn der Untersuchung erhoben wurden, können keine Aussagen über den Progress der praktischen Skills der Teilnehmenden getroffen und die Arbeiten der anderen Autoren nur eingeschränkt als Vergleich herangezogen werden.

Betreffend die Durchführungszeiten sowie die erreichten Punkte konnten keine wesentlichen Unterschiede zwischen der landmarkengestützten und der ultraschallgezielten Gefäßpunktion festgestellt werden.

Letztlich zeigt diese Untersuchung, dass auch Studierende der Humanmedizin einen hohen Level an der für die Anlage eines zentralvenösen Katheters erforderlichen Skills durch eine simulationsbasierte Ausbildung erreichen können.

4.3 Limitationen

Eine bedeutende Limitation der Arbeit stellt die geringe Fallzahl dar, was die Aussagekraft der Untersuchung wesentlich beeinflusst.

Die elf Fragen des FIT wurden nach dem üblichen Multiple-Choice-Prüfungsformat der Medizinischen Universität Graz konzipiert. Eine Frage wurde nur dann als richtig gewertet, wenn alle richtigen bzw. nur die zutreffenden Antwortmöglichkeiten angekreuzt wurden. Bei einer Frage kam es nach Rücksprache mit den Teilnehmenden vermehrt zu Verständnisschwierigkeiten. Da drei der Teilnehmenden diese Frage richtig beantworten konnten, wurde selbige nicht aus der Bewertung gestrichen. Es ist anzunehmen, dass die Ergebnisse des FIT durch Streichen der Frage besser ausgefallen wären.

Der PPC erfolgte ausschließlich nach absolvierter simulationsbasierter Ausbildung, was weder Rückschluss auf den Progress der Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Laufe des Ausbildungsprogramms zulässt, noch einen uneingeschränkten Vergleich mit anderen Arbeiten erlaubt.

Hinzu kommt, dass einige Arbeitsschritte der ZVK-Anlage am Simulationsobjekt nicht durchgeführt werden konnten. Hierbei ist das Fixieren des ZVK mittels Einzelknopfnaht eine vergleichbar komplexe und zeitaufwändige Handlung. Die Stichinzision der Haut sowie das Anbringen von Fixierstreifen distal der Katheterannaht konnten ebenso nicht simuliert werden und wurden nur bei ausdrücklichem Erwähnen der Teilnehmenden als richtig gewertet. Auf ebendiese Schritte wurde eher vergessen als auf jene, die wirklich am Simulationsobjekt durchführbar waren.

Zudem erfolgte keine Lagekontrolle nach absolvierter ZVK-Anlage. Somit kann die intravasale Katheterlage nicht sicher angenommen werden, was für den klinischen Gebrauch jedoch obligat ist. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten als Zeichen der erfolgreichen Gefäßpunktion blaue Flüssigkeit aspirieren. Jedoch hatten zwei der Teilnehmenden Probleme beim Einführen des Seldinger-Drahtes und wurden dazu aufgefordert, mit dem Prozedere fortzufahren um die verbleibenden Arbeitsschritte analysieren zu können. Eine Katheterfehlage ist so zumindest bei diesen beiden Teilnehmenden wahrscheinlich.

4.4 Conclusio

Der zentralvenöse Katheter ist ein in der modernen Medizin häufig eingesetztes Instrument, das für die adäquate Versorgung kritisch kranker Patientinnen bzw. Patienten unentbehrlich ist. Da die Anlage zentralvenöser Katheter mit schwerwiegenden Komplikationen für ebendiese Menschen einhergehen kann, ist eine effektive Ausbildung von Medizinerinnen und Medizinern in diesem Bereich von enormer Wichtigkeit.

Im Zuge der Recherche vor Erstellung dieser Abschlussarbeit wurde eine Diskrepanz zwischen den Anforderungen an Ärztinnen und Ärzte und der Ausbildung an den öffentlichen Medizinischen Universitäten in Österreich ersichtlich.

Diese Untersuchung konnte zeigen, dass Studierende der Humanmedizin ihr theoretisches Wissen zum Thema „zentralvenöse Zugänge“ durch die simulationsbasierte Ausbildung steigern konnten. Rückschluss auf den Progress der praktischen Fertigkeiten der Teilnehmenden konnte nicht gezogen werden. Jedoch zeigten sich die Studierenden weitgehend dazu in der Lage, einen zentralvenösen Katheter im simulierten Setting selbstständig anzulegen.

Der Umstand, dass die maximale Punktzahl für den Formativ-Integrativen-Test von keiner bzw. keinem der Teilnehmenden erreicht werden konnte, lässt auf eine unzureichende theoretische Ausbildung im Rahmen des simulationsbasierten Programms schließen.

Eine präinterventionelle Überprüfung der praktischen Fertigkeiten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie die Erhebung von demographischen Daten (beispielsweise Selbstvertrauen der Studierenden bei der Etablierung eines ZVK) erscheint daher prospektiv sinnvoll.

5 Literaturverzeichnis

1. Climo M, Diekema D, Warren DK, Herwaldt LA, Perl TM, Peterson L, et al. Prevalence of the Use of Central Venous Access Devices Within and Outside of the Intensive Care Unit: Results of a Survey Among Hospitals in the Prevention Epicenter Program of the Centers for Disease Control and Prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2003;24(12):942–5.
2. McGee DC, Gould MK. Preventing Complications of Central Venous Catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348(12):1123–33.
3. Striebel HW. *Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin.* 8. Auflage. Stuttgart, Germany: Schattauer; 2013. 191 p.
4. Schulte am Esch J, Bause H, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. *Anästhesie Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie.* 4. Auflage. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 2011.
5. Striebel HW. *Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin.* 8. Auflage. Stuttgart, Germany: Schattauer; 2013.
6. Corvetto MA, Pedemonte JC, Varas D, Fuentes C, Altermatt FR. Simulation-based training program with deliberate practice for ultrasound-guided jugular central venous catheter placement. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2017;61(9):1184–91.
7. Ruesch S, Walder B, Tramèr MR. Complications of central venous catheters: Internal jugular versus subclavian access - A systematic review. *Crit Care Med.* 2002;30(2):454–60.
8. Österreichische Ärztekammer (ÖÄK). *Ausbildungsinhalte Rasterzeugnisse (KEF RZ-V 2015)* [Internet]. 2015 [cited 2019 Sep 3]. Available from: <https://www.aerztekammer.at/ausbildungsinhalte-und-rasterzeugnisse-kef-und-rz-v-2015>
9. Madenci AL, Solis C V, De Moya MA. Central venous access by trainees: A systematic review and meta-analysis of the use of simulation to improve success rate on patients. *Simul Healthc.* 2014;9(1):7–14.

10. Peltan ID, Shiga T, Gordon JA, Currier PF. Simulation improves procedural protocol adherence during central venous catheter placement: A randomized controlled trial. *Simul Healthc*. 2015;10(5):270–6.
11. Jagneaux T, Caffery TS, Musso MW, Long AC, Zatarain L, Stopa E, et al. Simulation-Based Education Enhances Patient Safety Behaviors During Central Venous Catheter Placement. *J Patient Saf*. 2017;4. Epub.
12. Woo M, Frank J, Curtis Lee A, Thompson C, Cardinal P, Yeung M, et al. Effectiveness of a novel training program for emergency medicine residents in ultrasound guided insertion of central venous catheters. *Can J Emerg Med*. 2009;11(4):343–8.
13. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, Balachandran JS, Wayne DB. Use of simulation-based mastery learning to improve the quality of central venous catheter placement in a medical intensive care unit. *J Hosp Med*. 2009;4(7):397–403.
14. Barsuk JH, Cohen ER, McGaghie WC, Wayne DB. Long-term retention of central venous catheter insertion skills after simulation-based mastery learning. *Acad Med*. 2010;85(10):9–12.
15. McGraw R, Chaplin T, McKaigney C, Rang L, Jaeger M, Redfearn D, et al. Development and evaluation of a simulation-based curriculum for ultrasound-guided central venous catheterization. *Can J Emerg Med*. 2016;18(6):405–13.
16. Lapostolle F, Catineau J, Garrigue B, Monmarteau V, Houssaye T, Vecchi I, et al. Prospective evaluation of peripheral venous access difficulty in emergency care. *Intensive Care Med*. 2007;33(8):1452–7.
17. Heiss HW, Hurst JW. Werner Forssmann: A german problem with the nobel prize. *Clin Cardiol*. 1992;15(7):547–9.
18. Forssmann-Falck R. Werner Forssmann: A pioneer of cardiology. *Am J Cardiol*. 1997;79(5):651–60.
19. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol*. 1953;39(5):368–76.

20. Lockwood J, Desai N. Central venous access. *Br J Hosp Med*. 2019;80(8):114–9.
21. Stone MB, Mallin M, Cook J. Another WIN for point-of-care ultrasound: The wire-in-needle modified seldinger technique for ultrasound-guided central venous access. *Acad Emerg Med*. 2013;20(6):14–5.
22. Wang Q, Wang N, Sun Y. Clinical effect of peripherally inserted central catheters based on modified seldinger technique under guidance of vascular ultrasound. *Pakistan J Med Sci*. 2016;32(5):1179–83.
23. Song IK, Kim EH, Lee JH, Jang YE, Kim HS, Kim JT. Seldinger vs modified Seldinger techniques for ultrasound-guided central venous catheterisation in neonates: a randomised controlled trial. *Br J Anaesth*. 2018;121(6):1332–7.
24. Rupp S, Apfelbaum J, Blitt C, Caplan R, Connis R, Domino K, et al. Practice guidelines for central venous access: A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology*. 2012;116(3):539–73.
25. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, Larsson AT, Lindgren S, Lindwall R, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):508–24.
26. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: Meta-analysis. *Br Med J*. 2003;327(7411):361.
27. Takeshita J, Nishiyama K, Fukumoto A, Shime N. Comparing Combined Short-Axis and Long-Axis Ultrasound-Guided Central Venous Catheterization With Conventional Short-Axis Out-of-Plane Approaches. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(4):1029–34.
28. Bose N, Patel H, Kamat H. Evaluation of ultrasound for central venous access in ICU by an in experienced trainee. *Indian J Crit Care Med*. 2014;18(1):26–32.
29. Blank W, Mathis G, Osterwalder J. *Kursbuch Notfallsonografie*. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 2014.

30. Maitra S, Bhattacharjee S, Baidya DK. Comparison of long-, short-, and oblique-axis approaches for ultrasound-guided internal jugular vein cannulation: A network meta-analysis. *J Vasc Access*. 2019;[Epub ahead of print].
31. Moore CL, Copel JA. Current concepts: Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;364(8):749–57.
32. Marik PE, Flemmer M, Harrison W. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: A systematic review of the literature and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2012;40(8):2479–85.
33. Deshpande KS, Hatem C, Ulrich HL, Currie BP, Aldrich TK, Bryan-Brown CW, et al. The incidence of infectious complications of central venous catheters at the subclavian, internal jugular, and femoral sites in an intensive care unit population. *Crit Care Med*. 2005;33(1):13–20.
34. Nagashima G, Kikuchi T, Tsuyuzaki H, Kawano R, Tanaka H, Nemoto H, et al. To reduce catheter-related bloodstream infections: Is the subclavian route better than the jugular route for central venous catheterization? *J Infect Chemother*. 2006;12(6):363–5.
35. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, Lefrant JY, Raffy B, Barre E, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: A randomized controlled trial. *J Am Med Assoc*. 2001;286(6):700–7.
36. Fritsch H, Kühnel W. *Taschenatlas Anatomie*. 11. Auflag. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 2013.
37. Platzer W. *Taschenatlas Anatomie*. 11. Auflag. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 2013.
38. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *PROMETHEUS Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. 4. Auflage. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 2005.
39. Aumüller G, Aust G, Doll A, Engele J, Kirsch J, Mense S, et al. *Anatomie*. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 2007.

40. Anderhuber F, Pera F, Streicher J. *Waldeyer-Anatomie des Menschen*. 19. Auflag. Berlin, Boston: De Gruyter; 2012.
41. Felleiter P, Gustorff B, Lierz P, Horauf K. Use of electrocardiographic placement control of central venous catheters in Austria. *Acta Med Austriaca*. 1999;26(3):109–13.
42. Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, Martin JB, Misset B, Renaud B, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis. *Chest*. 1998;114(1):207–13.
43. Graham AS, Ozment C, Tegtmeyer K, Lai S, Braner DA V. Videos in clinical medicine. Central venous catheterization. *N Engl J Med*. 2007;356(21):e21.
44. Suarez T, Baerwald JP, Kraus C. Central venous access: The effects of approach, position, and head rotation on internal jugular vein cross-sectional area. *Anesth Analg*. 2002;95(6):1519–24.
45. Karaaslan P, Darcin K, Ormeci T, Karakaya M, Ince A, Aslan N, et al. Effects of varying entry points and trendelenburg positioning degrees in internal jugular vein area measurements of newborns. *Niger J Clin Pract*. 2018;21(4):514–8.
46. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen. *Bundesgesundheitsblatt*. 2017;60(2):171–206.
47. Toy S, McKay RS, Walker JL, Johnson S, Arnett JL. Using Learner-Centered, Simulation-Based Training to Improve Medical Students' Procedural Skills. *J Med Educ Curric Dev*. 2017;4:2382120516684829.

Anhang – Votum der Ethikkommission

Ethikkommission



Medizinische Universität Graz

Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz
ethikkommission@medunigraz.at
Tel.: +43 / 316 / 385-13928, Fax: -14348

VOTUM gültig bis 14.05.2019

EK-Nummer: 30-295 ex 17/18
Studientitel: Simulation-based training program for medical students in central venous catheter placement
Prüfer: Dr. med. univ. Thomas Wegscheider
Medizinische Universität Graz
Sponsor: Medizinische Universität Graz
Ansprechpartner: Dr. med. univ. Thomas Wegscheider, 8036 Graz, Auenbruggerplatz 2
CRO: -
Antragsteller: Univ.-Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Klinische Abteilung für
Ansprechpartner: Dr. med. univ. Thomas Wegscheider

Die o.a. Studie wurde von der Ethikkommission erstmals im 'expedited Review' am 29.03.2018 behandelt. Die Ethikkommission ist zu folgendem Schluss gekommen:

Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.

Kommissionsmitglieder, die für diesen Tagesordnungspunkt als befangen anzusehen waren und daher gemäß Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung und Abstimmung nicht teilgenommen haben: keine

Zur Beurteilung vorliegende Dokumente:

Dokumente eingegangen am 19.03.2018, begutachtet im 'expedited Review' am 29.03.2018

✓ Antragsformular ECS	19.03.2018
✓ Originalprotokoll Studienprotokoll_ZVK_V1.0_17032018 V1.0	17.03.2018
✓ Informed Consent Form Informed Consent_ZVK_V1.0_17032018 V1.0	17.03.2018
✓ Sonstiges: PPC_ZVK_V1.0_17032018 V1.0	17.03.2018
✓ Sonstiges: PPC_ZVK_US_V1.0_17032018 V1.0	17.03.2018
✓ Sonstiges: FIT_ZVK_V1.0_17032018 V1.0	17.03.2018

Dokumente eingegangen am 04.05.2018, begutachtet im 'expedited Review' am 14.05.2018

✓ Antragsformular ECS Unterschriftenseiten	19.03.2018
✓ Sonstiges: Ansuchen auf Erlass Berbeitungsbeitrag	19.03.2018
✓ Letter of Authorization	11.04.2018

Die Ethikkommission geht - rechtlich unverbindlich - davon aus, dass es sich um keine klinische Prüfung nach AMG bzw. MPG handelt.

Es handelt sich um eine Studie im Rahmen einer Diplomarbeit.

Das Votum der Ethikkommission berührt in keiner Weise die alleinige Verantwortung der Prüferin / des Prüfers / der Prüfer für die ordnungsgemäße Durchführung der Studie unter Einhaltung aller einschlägiger gesetzlicher Bestimmungen und Richtlinien.

Weiters machen wir darauf aufmerksam, dass der Kommission unverzüglich zu melden sind:

EK-Nummer: 30-295 ex 17/18

Votum (14.05.2018)

Seite 1 von 2

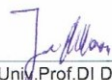
Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz. www.medunigraz.at

Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Universitätsgesetz 2002. Information: Mitteilungsblatt der Universität und www.medunigraz.at. DVR-Nr. 210 9494. UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BLZ 12000 Konto-Nr. 500 948 400 04, Raiffeisen Landesbank Steiermark BLZ 38000 Konto-Nr. 49510.

- Abweichungen vom Protokoll aus Sicherheitsgründen oder Protokolländerungen
- Änderungen, die das Risiko der Teilnehmer/-innen erhöhen oder die Durchführung der Studie wesentlich beeinflussen
- Mutmaßliche unerwartete schwerwiegende Nebenwirkungen - SUSARs (AMG-Studien ab 1.5.2004) oder schwerwiegende unerwünschte Ereignisse - SAEs (andere Studien)
- Jegliche Information über sonstige Umstände, die die Sicherheit der Teilnehmer/-innen oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können

Dieses Votum gilt für ein Jahr ab dem Datum der Ausstellung. Bei längerer Studiendauer ist rechtzeitig vor Ablauf der Gültigkeit des Votums ein Zwischenbericht vorzulegen (Berichtsformular), um eine etwaige Verlängerung zu erlangen.

Graz, 14. Mai 2018



Univ. Prof. DI Dr. Josef Haas
Vorsitzender



Univ. Prof. Dr. Hermann Toplak
Stv. Vorsitzender

Achtung: Bitte bei allen das Projekt betreffende Schreiben oder telefonischen Anfragen die EK-Nummer angeben!

Anhang – Informed Consent



Medizinische Universität Graz

Information und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Beobachtungsstudie

„Simulationsbasiertes Ausbildungsprogramm für Medizinstudierende zur Anlage zentralvenöser Zugänge“

im Rahmen der Lehrveranstaltung „Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer – Freies Wahlfach (LV-Nummer 0091.047)“

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie herzlich ein an der oben genannten Beobachtungsstudie teilzunehmen.

Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig, anonym und unentgeltlich. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie haben keine nachteiligen Folgen für die Absolvierung der Lehrveranstaltung.

1. Was ist der Zweck dieser Studie?

Der Zweck dieser Beobachtungsstudie ist die Evaluierung der Effektivität der obengenannten Lehrveranstaltung. Des Weiteren werden die in dieser Untersuchung gesammelten Daten für die Verfassung einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit zum Erwerb des Titels Doktor(in) der gesamten Heilkunde (Dr. med. univ.) herangezogen.

2. Wie läuft die Beobachtungsstudie ab?

Folgende Maßnahmen werden aus Studiengründen durchgeführt:

- 1) Sie ziehen zufällig und anonym eine TeilnehmerInnen-Identifikationsnummer. Diese stellt sicher, dass sämtliche von Ihnen erhobenen personenbezogenen Daten ausschließlich in anonymisierter Form analysiert werden können. Nur Sie kennen Ihre persönliche TeilnehmerInnen-Identifikationsnummer. Durch Vorlage dieser Nummer bei den Studienverantwortlichen, können Sie jederzeit die Löschung der mit dieser Nummer verknüpften Daten veranlassen.
- 2) Zu Beginn, während sowie am Ende der Lehrveranstaltung werden Ihr kognitives Wissen anhand schriftlicher Kenntnistests (formativer integrativer Tests / FIT) sowie Ihre praktische Fertigkeit per strukturierter Verfahrensüberprüfung (Procedure Proficiency Check / PPC) ermittelt.
- 3) Außerdem werden im Rahmen von Simulationstrainings Audio- und Videoaufzeichnungen dazu verwendet die Anwendbarkeit des Erlernten auf konkrete Situationen zu evaluieren.

3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Beobachtungsstudie?

Durch die Teilnahme an dieser Studie werden Sie potentiell zur Verbesserung der obengenannten Lehrveranstaltung beitragen. Sie selbst haben außer dem Erwerb theoretischen Wissens und praktischer Kenntnisse keinen Nutzen an der Teilnahme. Weder die Teilnahme, noch ein Austreten oder das Nichtteilnehmen an der Studie haben Auswirkung auf die Beurteilung der Lehrveranstaltung.

4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?

Nein. Grundsätzlich gibt es keine Risiken, Beschwerden oder Begleiterscheinungen, die direkt in Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Beobachtungsstudie stehen. Ihre kognitiven bzw. praktischen Fertigkeiten werden auch keinesfalls zur Lehrveranstaltungsbeurteilung herangezogen werden.

5. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Beobachtungsstudie gesammelten Daten verwendet?

Nur Dr. med. univ. Thomas Wegscheider sowie Jakob Maier (Diplomand) werden Zugriff auf jene Daten haben, in denen Sie namentlich genannt werden („personenbezogene“ Daten).

Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihre Einwilligung in die wissenschaftliche Verwendung der Daten widerrufen.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und in anonymisierter Form. Sie werden ausnahmslos nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Daten dieser Studie (z.B. im Rahmen einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit) werden Sie nicht namentlich genannt.

6. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen in Zusammenhang mit dieser Studie steht Ihnen folgende Person gerne zur Verfügung:

Dr. Thomas Wegscheider
Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesiologie, Schmerz- und
Intensivmedizin, Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Medizinische Universität Graz

Erreichbar unter: thomas.wegscheider@medunigraz.at bzw. 0316 / 385 – 81872

7. Einwilligungserklärung

Name in Druckbuchstaben:

Geburtsdatum:

Matrikelnummer:

Ich habe dieses Informationsblatt gelesen und verstanden. Alle meine Fragen wurden beantwortet und ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Mit meiner persönlich datierten Unterschrift gebe ich hiermit freiwillig mein Einverständnis, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden dürfen. Ich weiß, dass ich diese Zustimmungen jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann.


Eine Kopie dieser Information und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim zuständigen Studienleiter.

.....
(Datum und Unterschrift des/-r Studienteilnehmenden)

.....
(Datum, Name und Unterschrift des Studienleiters)

(Der / Die Teilnehmende erhält eine unterschriebene Kopie der Information und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienleiters.)

Anhang – FIT

TeilnehmerInnen – ID:	Ergebnis:	Die Grazer SIMLine: Critical Care Transfer FIT Formativer integrativer Test
 10 Minuten		Anlage zentralvenöser Zugänge

Frage 1 von 11

Welche Aussage zu unterschiedlichen Punktionsorten bei der Anlage zentraler Venenkatheter (ZVK) ist richtig?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Die Punktion der Vena femoralis ist am Einfachsten durchzuführen und somit anderen Punktionsorten vorzuziehen.
- Die Punktion der Vena femoralis zur ZVK-Anlage ist ein ärztlicher Kunstfehler.
- Es werden nur noch Zugänge über die Vena cava superior gewählt.
- Jede Punktionsstelle ist für die ZVK-Anlage gleichermaßen geeignet.

Frage 2 von 11

Sie ziehen die Anlage eines zentralen Venenkatheters (ZVK) in Erwägung. Zu den Indikationen für eine ZVK-Anlage gehören:

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Gabe von Zytostatika, Katecholaminen
- Messung des zentralen Venendruckes (ZVD)
- parenterale Ernährung
- Zufuhr stark venenreizender Medikamente

Frage 3 von 11

Nennen Sie mögliche Kontraindikationen für die Anlage eines zentralen Venenkatheters!

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- entzündliche Hautveränderungen im Punktionsbereich
- Frakturen des Schultergürtels (bei Punktion der Vena subclavia)
- Herzrhythmusstörungen
- Patient leidet an HIV oder erhält immunsuppressive Therapie
- Quick-Wert >70%

Frage 4 von 11

Was ist/sind KEINE wahrscheinliche/n Komplikation/en bei der Anlage eines zentralen Venenkatheters?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Chylothorax (links)
- Horner-Syndrom
- Iridozyclitis
- Sepsis
- Thrombosen

Frage 5 von 11

Welche Möglichkeit/en der Lagekontrolle der Katheterspitze eines zentralen Venenkatheters steht/stehen zur Verfügung?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Farbkodierte Duplex-Sonographie (FKDS)
- Infusionsprobe
- intrakardiale Elektrokontrolle
- Perfusionsszintigraphie
- Thorax-Röntgen

Frage 6 von 11

Welche Therapiemaßnahmen bei Komplikationen in Zusammenhang mit zentralen Venenkathetern sind in ihrer Abfolge richtig dargestellt?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- abnorme P-Wellen Konfiguration → elektrische Kardioversion
- Hämatom → Kompression des Punktionsareals
- Katheterinfektion → Paracetamolgabe über einen periphervenösen Zugang
- Pneumo- oder Hämatothorax → Büllau-Drainage
- Thrombose → Heparinisierung, ggf. Lysetherapie

Frage 7 von 11

Welche Aussage/n zur Lagerung während der Anlage eines zentralen Venenkatheters ist/sind NICHT richtig?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Der Katheter muss beim Erwachsenen durchschnittlich 20-22cm tief eingeführt werden.
- Der Kopf des Patienten sollte etwas zur Gegenseite geneigt werden.
- Der Oberkörper sollte möglichst tief gelagert werden, um die Punktion einfacher durchführen zu können und den Patienten somit möglichst kurz zu belasten.
- Die Punktion der Vena subclavia sollte den anderen Punktionsstellen vorgezogen werden.
- Durch Einstellen eines positiven endexpiratorischen Drucks (PEEP) kann bei dem beatmeten Patienten eine bessere Venenfüllung erzielt und damit die Punktion erleichtert werden.

Frage 8 von 11

Welche Aussage/n in Zusammenhang mit zentralen Venenkathetern (ZVK) ist/sind richtig?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Bei mehrlumigen Kathetern kann der zentrale Venendruck gemessen werden, während über einen anderen Schenkel weiterhin Medikamente (z.B. Katecholamine) verabreicht werden.
- Die Vorteile bei der Punktion der Vena jugularis interna sind die geringere Gefahr für einen Pneumo- oder Hämatothorax sowie das Auftreten von Thrombosen und Thrombophlebitiden gegenüber anderen Punktionsorten.
- Ein zentraler Venenkatheter kann auch durch periphervenöse Punktion etabliert werden.
- Patienten sollten, wenn möglich, für die ZVK-Anlage in der Trendelenburg-Position gelagert werden.
- Patienten, welche mit oralen Antikoagulantien (OAKs) therapiert werden, müssen vor einer ZVK-Anlage zeitgerecht auf Heparin umgestellt werden.

Frage 9 von 11

Nach der erfolgreichen Punktion der Vena subclavia zur Anlage eines zentralen Venenkatheters möchten sie die korrekte Lage der Katheterspitze überprüfen. Wo soll die Katheterspitze zu liegen kommen?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Rechter Ventrikel
- Rechtes Atrium
- Truncus brachiocephalicus
- Vena cava kurz vor deren Einmündung in den rechten Vorhof
- Vena jugularis interna (bei linksseitiger Punktion)

Frage 10 von 11

Obwohl die Zeit drängt, führen sie die Punktion und anschließende Anlage eines zentralen Venenkatheters ordnungsgemäß durch. Welche Vorbereitungen müssen Sie für das Verfahren NICHT zwingend treffen?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- Durchführen einer Lokalanästhesie
- Defibrillatorelektroden anbringen
- EKG-Monitoring
- mehrmalige Desinfektion der Punktionsstelle
- periphervenösen Zugang legen
- sterile Handschuhe, Mundschutz, Haube und Kittel anlegen
- steriles Abdecken der Punktionsstelle mit einem Lochtuch
- Trendelenburg-Lagerung

Frage 11 von 11

An welchen anatomischen Landmarks können Sie sich bei der Anlage eines zentralen Venenkatheters orientieren?

(Kreuzen Sie die richtige/n Antwortmöglichkeit/en an!)

- 1. Rippe
- Jugulum
- Klavikula
- Mohrenheim'sche Grube
- Recessus axillaris

Anhang – Checklisten

TeilnehmerInnen – ID:	Ergebnis: _____ von 13 Punkten	<h1 style="font-size: 48px; margin: 0;">PPC</h1> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">Procedure Proficiency Check</p>
Checker – ID:		
___ Min ___ Sek		<h2 style="font-size: 36px; margin: 0;">ZVK-Anlage</h2>

Situationsbriefing:

- Männlicher, 45 Jahre alter Patient in Rückenlage, Oberkörperposition 30° erhöht, an den Überwachungsmonitor angeschlossen (EKG, SpO₂, NIBP), normofrequenter Sinusrhythmus
- Ein zentralvenöser Katheter soll angelegt werden
- TeilnehmerIn übernimmt die Rolle des Arztes/der Ärztin, 1 Assistenz steht zur Verfügung
- Ein Tisch mit dem benötigtem Material steht zur Verfügung, steril verpacktes Material wird von der Assistenz zugereicht
- **Zeitdokumentation von Beginn bis Ende des Szenarios**

Checkliste	<input checked="" type="checkbox"/>
Arzt / Ärztin entfernt Uhren, Armbänder etc. und führt eine hygienische Händedesinfektion durch	
Arzt / Ärztin kleidet sich vollständig steril ein. Dies beinhaltet Haube, Mundschutz, sterilen Schutzmantel und sterile Handschuhe	
Arzt / Ärztin bereitet den Arbeitsplatz zur Durchführung vollständig vor Minimum: Abdecken des Tisches mit einem sterilen Tuch, steriles Auspacken des sterilen Materials	
Arzt / Ärztin führt eine Wischdesinfektion mit sterilen Tupfern und geeignetem Desinfektionsmittel durch und beachtet dabei die vorgeschriebene Einwirkzeit	
Arzt / Ärztin deckt die Punktionsstelle mit einem sterilem Lochtuch und den Patienten mit einem weiteren sterilen Tuch ab	
Arzt / Ärztin punktiert das Gefäß mit einer Kanüle sowie einer der Kanüle aufgesetzten NaCl-Spritze unter ständiger Aspiration	
Arzt / Ärztin bringt nach Aspiration von venösem Blut den Seldingerdraht über die Kanüle in das Gefäß ein und entfernt anschliessend die Kanüle	
Arzt / Ärztin führt eine Stichinzision der Haut und Dilatation des Stichkanals durch	
Arzt / Ärztin führt den ZVK über den Seldingerdraht in das Gefäß ein	
Arzt / Ärztin reinigt die Punktionsstelle und fixiert den Katheter mittels Annaht	
Arzt / Ärztin entfernt den Seldingerdraht und prüft sämtliche Lumina auf Rückläufigkeit	
Arzt / Ärztin entfernt die sterilen Abdecktücher und bringt Fixierstreifen distal der Katheter Naht an	
Arzt / Ärztin legt einen beschichteten Pflasterverband an	

TeilnehmerInnen – ID:	Ergebnis: _____ von 13 Punkten	<h1 style="margin: 0;">PPC</h1> <p style="margin: 0;">Procedure Proficiency Check</p>
Checker – ID:		

___ Min ___ Sek

Situationsbriefing:

- Männlicher, 45 Jahre alter Patient in Rückenlage, Oberkörperposition 30° erhöht, an den Überwachungsmonitor angeschlossen (EKG, SpO₂, NiBP), normofrequenter Sinusrhythmus
- Ein zentralvenöser Katheter soll angelegt werden
- TeilnehmerIn übernimmt die Rolle des Arztes/der Ärztin, 1 Assistenz steht zur Verfügung
- Ein Tisch mit dem benötigtem Material steht zur Verfügung, steril verpacktes Material wird von der Assistenz zugereicht
- **Zeitdokumentation von Beginn bis Ende des Szenarios**

Checkliste	<input checked="" type="checkbox"/>
Arzt / Ärztin entfernt Uhren, Armbänder etc. und führt eine hygienische Händedesinfektion durch	
Arzt / Ärztin kleidet sich vollständig steril ein. Dies beinhaltet Haube, Mundschutz, sterilen Schutzmantel und sterile Handschuhe	
Arzt / Ärztin bereitet den Arbeitsplatz zur Durchführung vollständig vor Minimum: Abdecken des Tisches mit einem sterilen Tuch, steriles Auspacken des sterilen Materials	
Arzt / Ärztin führt eine Wischdesinfektion mit sterilen Tupfern und geeignetem Desinfektionsmittel durch und beachtet dabei die vorgeschriebene Einwirkzeit	
Arzt / Ärztin deckt die Punktionsstelle mit einem sterilem Loch Tuch und den Patienten mit einem weiteren sterilen Tuch ab und versieht den Schallkopf und dessen Kabelzuleitung mit einem sterilen Überzug	
Arzt / Ärztin punktiert das Gefäß mit einer Kanüle sowie einer der Kanüle aufgesetzten NaCl-Spritze unter ständiger Aspiration und Ultraschallkontrolle und achtet dabei auf sterile Handhabung der verwendeten Instrumente	
Arzt / Ärztin bringt nach Aspiration von venösem Blut den Seldingerdraht über die Kanüle in das Gefäß ein und entfernt anschließend die Kanüle	
Arzt / Ärztin führt eine Stichinzision der Haut und Dilatation des Stichkanals durch	
Arzt / Ärztin führt den ZVK über den Seldingerdraht in das Gefäß ein	
Arzt / Ärztin reinigt die Punktionsstelle und fixiert den Katheter mittels Annaht	
Arzt / Ärztin entfernt den Seldingerdraht und prüft sämtliche Lumina auf Rückläufigkeit	
Arzt / Ärztin entfernt die sterilen Abdecktücher und bringt Fixierstreifen distal der Katheter Naht an	
Arzt / Ärztin legt einen beschichteten Pflasterverband an	