

Aus der Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Bewertung der Kameranavigation im Rahmen laparoskopischer Eingriffe
am Beispiel von Fundoplikationen und kolorektalen Resektionen

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

Benjamin Hensel
aus Bühl

Mainz, 2021

Wissenschaftlicher Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion:

Univ.-Prof. Dr. U. Förstermann

Univ.-Prof. Dr. [REDACTED]

Prof. Dr. [REDACTED]

07. Dezember 2021

Die Arbeit widme ich meiner Familie, die mich immer unterstützt und bedingungslos an meiner Seite steht.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | I |
| TABELLENVERZEICHNIS..... | II |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS | III |
| | |
| 1. EINLEITUNG UND ZIEL DER DISSERTATION | 1 |
| | |
| 2. LITERATURDISKUSSION | 2 |
| 2.1 LAPAROSKOPISCHE CHIRURGIE | 2 |
| 2.2 HISTORISCHER RÜCKBLICK | 2 |
| 2.3 VORTEILE DER LAPAROSKOPIE GEGENÜBER DER LAPAROTOMIE | 3 |
| 2.4 NACHTEILE DER LAPAROSKOPIE | 5 |
| 2.5 AKTUELLER STAND: LAPAROSKOPIE ALS STANDARDINTERVENTION | 6 |
| 2.8 KAMERAASSISTENZ | 11 |
| 2.8.1 AKTUELLER STAND ZUR BEWERTUNG DER KAMERAASSISTENZ | 12 |
| 2.8.2 KAMERANAVIGATION BEIM ROBOTERASSISTIERTEN OPERIEREN | 18 |
| 2.9 BEWERTUNGSSYSTEME..... | 20 |
| 2.9.1 GRUNDLAGEN..... | 20 |
| 2.9.2 SALAS-SCORE | 20 |
| 2.9.3 PROBLEME DES SCORING-SYSTEMS UND LÖSUNGSANSÄTZE | 21 |
| | |
| 3. MATERIAL UND METHODEN | 23 |
| 3.1 MATERIAL..... | 23 |
| 3.1.1 PATIENTENKOLLEKTIV | 24 |
| 3.1.2 OPERATIONSTEAM | 24 |
| 3.2 METHODEN..... | 25 |
| 3.2.1 ÜBERBLICK ZUM ABLAUF | 25 |
| 3.2.2 SALAS-SCORE COMPUTERPROGRAMM | 26 |
| 3.2.3 MICROSOFT EXCEL® | 27 |
| 3.2.4 VIDEOBEARBEITUNG..... | 28 |
| 3.2.5 RATER | 29 |
| 3.2.6 PRÄOPERATIVER ABLAUF UND START DER AUFZEICHNUNG | 29 |
| 3.2.7 BEENDEN DER AUFZEICHNUNG UND PUNKTEVERGABE IM SALAS-SCORE | 30 |
| 3.2.8 STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DATENANALYSE | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 4. ERGEBNISSE | 35 |
| 4.1 ANALYSE FÜR FUNDOPLIKATIONEN..... | 35 |
| 4.1.1 ERFAHRUNG DER KAMERAASSISTENZ UND SALAS-SCORE | 36 |
| 4.1.2 GESCHLECHT DER KAMERAASSISTENTEN UND SALAS-SCORE | 37 |
| 4.1.3 OPERATIONSDAUER (DAUER DER KAMERAASSISTENZ) UND SALAS-SCORE | 38 |
| 4.1.4 EINFLUSSSTÄRKE DER PARAMETER ANHAND DER LINEAREN REGRESSION | 39 |
| 4.1.5 LINEARES REGRESSIONSMODELL MIT MULTIPLN VARIABLEN..... | 40 |
| 4.1.6 MODELL DER RÜCKWÄRTSREGRESSION | 40 |
| 4.1.7 RELIABILITÄT DES SALAS- SCORES..... | 40 |
| 4.1.8 INTRA-UND POSTOPERATIVE ÜBEREINSTIMMUNG DER BEWERTUNG DESSELBEN RATERS .. | 41 |
| 4.2 ANALYSE FÜR KOLOREKTALEN RESEKTIONEN | 42 |
| 4.2.1 ERFAHRUNG DER KAMERAASSISTENZ UND SALAS-SCORE | 43 |
| 4.2.2 GESCHLECHT DER KAMERAASSISTENTEN UND SALAS-SCORE | 45 |
| 4.2.3 OPERATIONSDAUER (DAUER DER KAMERAASSISTENZ) UND SALAS-SCORE | 46 |
| 4.2.4 EINFLUSSSTÄRKE DER PARAMETER ANHAND DER LINEAREN REGRESSION | 47 |
| 4.2.5 LINEARES REGRESSIONSMODELL MIT MULTIPLN VARIABLEN..... | 48 |
| 4.2.6 MODELL DER RÜCKWÄRTSREGRESSION | 48 |
| 4.2.7 RELIABILITÄT DES SALAS- SCORES..... | 48 |
| 4.2.8 INTRA-UND POSTOPERATIVE ÜBEREINSTIMMUNG DER BEWERTUNG DESSELBEN RATERS .. | 49 |
| | |
| 5. DISKUSSION | 51 |
| 5.1 VIRTUELLE IM VERGLEICH ZUR REALEN INTRAOPERATIVEN KAMERAASSISTENZBEWERTUNG . | 51 |
| 5.2 VERGLEICH DER INTRAOPERATIVEN KAMERAASSISTENZBEWERTUNG | 52 |
| 5.3 NEUE RESULTATE..... | 54 |
| 5.3.1 EINFLUSS VON GESCHLECHT UND OPERATIONSDAUER AUF DEN SALAS-SCORE | 54 |
| 5.3.2 INTRA- UND POSTOPERATIVE ÜBEREINSTIMMUNG DES SALAS-SCORES DURCH DENSELBN RATER | 56 |
| 5.3.3 BEWERTUNG VON TEILABSCHNITTEN UND AUSWIRKUNG AUF DIE VALIDITÄT DES SALAS- SCORE..... | 56 |
| 5.4 KAMERANAVIGATION BEIM ROBOTERASSISTIERTEN OPERIEREN | 57 |
| 5.5 LIMITATIONEN DER VORLIEGENDEN ARBEIT..... | 58 |
| 5.6 FAZIT | 59 |
| | |
| 6. ZUSAMMENFASSUNG..... | 61 |
| | |
| 7. LITERATURVERZEICHNIS..... | 64 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 8. ANHANG | 68 |
| 8.1 FUNDOPLIKATIONEN..... | 68 |
| 8.2 KOLOREKTALE RESEKTIONEN..... | 69 |
| 8.3 CHOLEZYSTEKTOMIEN..... | 70 |
| 9. DANKSAGUNG | 71 |
| 10. LEBENSLAUF | 73 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|----------|--|
| SALAS | Structured Assessment of Laparoscopic Camera Navigation Skills |
| MIC | Minimal-Invasive Chirurgie |
| Lap. CCE | Laparoskopische Cholezystektomie |
| GCS | Glasgow Coma Scale |
| GERD | Gastroesophageal Reflux Disease |
| PPI | Protonenpumpeninhibitoren |
| ggf. | gegebenenfalls |
| inkl. | Inklusive |
| MRT | Magnetresonanztomographie |
| CT | Computertomographie |
| UICC | Union Internationale Contre le Cancer |
| G | Grading |
| R | Residual (zurückbleibend) |
| p | postoperative histopathologische Klassifikation |
| Lap. | Laparoskopisch |
| VC | Verbal Correction |
| MC | Manual Correction |
| TOOV | Target Out Of View |
| OSATS | Objective Structured Assessment of Technical Skills |
| GOALS | Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills |
| WHO | World Health Organisation |
| Ant. | Anterior |
| o. | oder |
| SD | Standardabweichung |
| IQR | Interquartile Range |
| ID | Identifikation/Kennzahl |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| TABELLE 1: BEWERTUNGSKRITERIEN DES SALAS-SCORE MIT PUNKTESYSTEM..... | 21 |
| TABELLE 2: ANGEWANDTER SALAS-SCORE (FUNDO_08022018_2)..... | 32 |
| TABELLE 3: ERGEBNISSE DER KONSTRUKTVALIDITÄT: VERGLEICH VON ERFAHRENE UND UNERFAHRENE KAMERAASSISTENTEN (INTRAOPERATIVE ANALYSE)..... | 37 |
| TABELLE 4: ERGEBNISSE DER KONSTRUKTVALIDITÄT: VERGLEICH VON ERFAHRENE UND UNERFAHRENE KAMERAASSISTENTEN (VIDEOBASIERTE ANALYSE)..... | 37 |
| TABELLE 5: ERGEBNISSE DER SALAS VALIDIERUNG ANHAND VIDEOBASIERTE ANALYSE VON LAPAROSKOPISCHE FUNDOPLIKATIONEN (N=20)..... | 41 |
| TABELLE 6: ERGEBNISSE DER KONSTRUKTVALIDITÄT: VERGLEICH VON ERFAHRENE UND UNERFAHRENE KAMERAASSISTENTEN (INTRAOPERATIVE ANALYSE)..... | 44 |
| TABELLE 7: ERGEBNISSE DER KONSTRUKTVALIDITÄT: VERGLEICH VON ERFAHRENE UND UNERFAHRENE KAMERAASSISTENTEN (VIDEOBASIERTE ANALYSE) | 45 |
| TABELLE 8: ERGEBNISSE DER SALAS VALIDIERUNG ANHAND VIDEOBASIERTE ANALYSE VON LAPAROSKOPISCHE LINKSSEITIGE KOLONRESEKTIONEN (N=20)..... | 49 |
| TABELLE 9: FUNDOPLIKATIONEN MIT ENTSPRECHENDER ID | 68 |
| TABELLE 10: KOLOREKTALE RESEKTIONEN MIT ENTSPRECHENDER ID | 69 |
| TABELLE 11: CHOLEZYSTEKTOMIEN MIT ENTSPRECHENDER ID | 70 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| ABBILDUNG 1: TROKARPLATZIERUNG UND ARBEITSINSTRUMENTE BEI DER LAPAROSKOPIE (TABELLE 11 CCE_14032017) | 2 |
| ABBILDUNG 2: VORTEILE DER LAPAROSKOPIE | 3 |
| ABBILDUNG 3: NACHTEILE DER LAPAROSKOPIE | 5 |
| ABBILDUNG 4: LAPAROSKOPISCHE SICHT AUF DIE GALLENBLASE (TABELLE 11 CCE_14032017) . | 6 |
| ABBILDUNG 5: LAP. MOBILISATION DES KOLON SIGMOIDEUM (TABELLE 10 KOLON_05042017) | 7 |
| ABBILDUNG 6: LAP. SICHT BEIM ABSETZEN DES KOLON SIGMOIDEUM (TABELLE 10 KOLON_05042017) | 8 |
| ABBILDUNG 7: LAP. SICHT AUF DAS OBERE REKTUMDRITTEL IM BECKEN (TABELLE 10 KOLON _27032017) | 10 |
| ABBILDUNG 8: LAP. PRÄPARATION UND MOBILISATION DES OBEREN REKTUMDRITTELS (TABELLE 10 KOLON _27032017) | 10 |
| ABBILDUNG 9: LAP. SICHT BEI DER FUNDOPLIKATIO (TABELLE 9 FUNDO_03022017) | 11 |
| ABBILDUNG 10: CHRONOLOGISCHER ABLAUF STUDIE NILSSON ET AL. [31]..... | 14 |
| ABBILDUNG 11: ERHEBUNG DER ROHDATEN BEI LAPAROSKOPISCHEN OPERATIONEN DURCH EIN EIGENS ENTWICKELTES ERHEBUNGSPROGRAMM UND LIVE VIDEOANALYSE [32] | 16 |
| ABBILDUNG 12: FLUSSDIAGRAMM MIT AUSSCHLUSSKRITERIEN | 24 |
| ABBILDUNG 13: ÜBERBLICK METHODIK | 25 |
| ABBILDUNG 14: SALAS-SCORE COMPUTERBEWERTUNGSPROGRAMM..... | 26 |
| ABBILDUNG 15: ÜBERTRAGENE DATEN DES SALAS-SCORE COMPUTERPROGRAMMS IN MICROSOFT EXCEL..... | 28 |
| ABBILDUNG 16: SPLIT SCREEN DARSTELLUNG KOLOREKTALE RESEKTION (TABELLE 10 KOLON_28042017) | 28 |
| ABBILDUNG 17: SPLIT SCREEN DARSTELLUNG FUNDOPLIKATIO (TABELLE 9 FUNDO_07112017) | 29 |
| ABBILDUNG 18: VERTEILUNG DER OP-ZEITEN BEI 20 FUNDOPLIKATIONEN | 35 |
| ABBILDUNG 19: SALAS-SCORE UND KAMERAASSISTENZERFAHRUNG..... | 36 |
| ABBILDUNG 20: SALAS-SCORE UND GESCHLECHT DES KAMERAASSISTENTEN | 38 |
| ABBILDUNG 21: SALAS-SCORE UND OPERATIONSDAUER | 39 |
| ABBILDUNG 22: KORRELATION DES ERZIELTEN INTRAOPERATIVEN UND POSTOPERATIVEN SALAS- SCOREERGEBNIS..... | 42 |
| ABBILDUNG 23: VERTEILUNG DER OP-ZEITEN BEI 20 KOLOREKTALE RESEKTIONEN | 43 |
| ABBILDUNG 24: SALAS-SCORE UND KAMERAASSISTENZERFAHRUNG..... | 44 |
| ABBILDUNG 25: SALAS-SCORE UND GESCHLECHT DES KAMERAASSISTENTEN | 46 |
| ABBILDUNG 26: SALAS-SCORE UND OPERATIONSDAUER | 47 |
| ABBILDUNG 27: KORRELATION DES ERZIELTEN INTRAOPERATIVEN UND POSTOPERATIVEN SALAS- SCOREERGEBNIS..... | 50 |

1. Einleitung und Ziel der Dissertation

Laparoskopische Operationen werden in der Allgemein- und Viszeralchirurgie vermehrt durchgeführt und inzwischen in Leitlinien als Standard empfohlen. Bei der Verfahrenswahl der elektiven Sigmaresektion ist die laparoskopische Operation der offenen Resektion vorzuziehen, sofern nicht triftige Gründe wie beispielsweise mangelnde Expertise des Operateurs bzw. des Teams oder der Patientenwunsch dagegensprechen. Ebenfalls ist es bei entsprechender Expertise gerechtfertigt bei perforierter Sigmadivertikulitis die Operation laparoskopisch zu beginnen [1]. Gleichmaßen lautet die Empfehlung bei der Antirefluxoperation. Bei korrekter Indikationsstellung soll in diesem Fall die laparoskopische Fundoplikatio der offenen Variante vorgezogen werden [2]. Eine Besonderheit des laparoskopischen Operierens liegt darin, dass der Operateur mit einer „fremdgesteuerten Sicht“ operieren muss. Daher ist eine gute Kameranavigation essentiell für eine qualitativ hochwertige und sichere Operation. Intraoperative Bewertungstools existierten bisher jedoch hauptsächlich für Operateure, nicht für Kameraassistenten. Um auch eine intraoperative Bewertung der Kameraassistenz zu ermöglichen, wurde in den letzten Jahren in der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Mainz ein objektiver Score anhand verschiedener laparoskopischer Operationen entwickelt und bereits für die laparoskopische Cholezystektomie (lap. CCE) validiert [3].

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Anwendung des SALAS-Score (Structured assessment of laparoscopic camera navigation skills) im Rahmen laparoskopischer Fundoplikationen und linksseitiger Kolonresektionen, um folgende Fragestellungen zu beantworten:

1. Kann der SALAS-Score auch im Rahmen der Fundoplikatio und linksseitigen Kolonresektion zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten unterscheiden? (Hauptfragestellung)
2. Ist die postoperative Bewertung des Kameraassistenten mit Hilfe des SALAS-Score bei verschiedenen Ratern gleich?
3. Ist die intra- und postoperative Bewertung des Kameraassistenten mit Hilfe des SALAS-Score durch denselben Rater gleich?

2. Literaturdiskussion

2.1 Laparoskopische Chirurgie

Die laparoskopische Chirurgie bezeichnet eine minimal-invasive Operationsform (MIC), bei der über kleine Hautschnitte, mithilfe schmaler Zugänge für Trokare, operiert wird (Abbildung 1). Um ausreichend Platz zu schaffen, wird der intraabdominelle Raum mit CO₂ befüllt (Kapnoperitoneum). Über die Trokare können spezielle chirurgische Instrumente, sowie die Kameraoptik (Laparoskop) in die Bauchhöhle eingeführt werden [4].



Abbildung 1: Trokarplatzierung und Arbeitsinstrumente bei der Laparoskopie (Tabelle 11 CCE_14032017)

2.2 Historischer Rückblick

Die Idee und der Wunsch in menschliche Körperhöhlen oder -gänge zu blicken, um Erkrankungen zu erkennen und zu behandeln, reicht bis in die Antike zurück. Während sich die Entwicklung der Laparoskopie genau nachvollziehen lässt, ist die der Kameraassistenten nicht historisch dokumentiert.

Die moderne Endoskopie geht auf die Arbeit von Philipp Bozzini (1773-1809) zurück, der verschiedene Lichtleiter genau studierte. Er entwickelte ein Gerät, bestehend aus einem optischen Teil mit der Beleuchtungseinrichtung und einem mechanischen Bestandteil, das sich der Anatomie der Körperöffnung anpasste und mit welchem auch Operationen durchführbar waren [5]. Dabei bestand das laparoskopische Operationsteam nicht, wie heute selbstverständlich, aus mehreren Personen. Der Arzt war zum

einen Operateur und musste zum anderen für eine ausreichende Sicht auf den Arbeitsbereich sorgen. Sowohl die ständige Weiterentwicklung der laparoskopischen Instrumente und der technischen Ausstattung als auch die größere Erfahrung der Operateure ermöglichte im weiteren Verlauf die Durchführung immer komplexerer Eingriffe [6]. In diesem Prozess etablierte sich die Kameraassistentz als eigenständiger Aufgabenbereich. Der Kameraassistent visiert das Operationsgebiet an, während der Operateur sich mit seinen Instrumenten auf den Arbeitsbereich konzentrieren kann. Die Entwicklung der Glasfiberttechnologie (1958), der Kaltlichtquelle (1962), und der Hochleistungs-Hopkins-Optik (1962) sowie die Einführung der Farbvideografie (1968) führten zu der heute gebräuchlichen Videolaparoskopie, welche eine detailgetreue und für alle am Eingriff Beteiligten gut sichtbare Darstellung des Operationssitus ermöglicht [7]. Die technische Optimierung und die Teamarbeit zwischen Operateur und Kameraassistent bilden bis heute das Erfolgskonzept laparoskopischen Eingriffe [8]. In den vergangenen Jahren haben sich immer mehr Bewertungssysteme entwickelt, anhand derer eine Objektivierung möglich wurde. Mit der Entwicklung des SALAS-Scores wurde die Möglichkeit geschaffen, auch die Kameraassistentz neutral bewerten zu können.

2.3 Vorteile der Laparoskopie gegenüber der Laparotomie

Übersicht der Vorteile

- Reduktion der postoperativen Schmerzen, dadurch
 - Frühere Mobilisierung (Thrombosen ↓, Embolien ↓, Pneumonien ↓)
 - Geringerer Analgetikaverbrauch
 - Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes
- Verkürzung der postoperativen Darmatonie
- Verbesserung der kosmetischen Ergebnisse durch kleinere Narben
- Weniger Wundheilungsstörungen
- Weniger Narbenhernien
- Weniger Adhäsionsbildung
- Bessere Sicht durch Vergrößerungseffekt der Optik

Abbildung 2: Vorteile der Laparoskopie

Die laparoskopische Operationstechnik bietet im Vergleich zur offenen Operation bei verschiedenen Eingriffen viele Vorteile. Die minimal-invasive Operationstechnik hat

sich beispielsweise vor mehr als zwanzig Jahren bei der Entfernung der Gallenblase durchgesetzt und gilt heute als Standard. Aufgrund der geringeren postoperativen Komplikationsrate, der damit verbundenen kürzeren Hospitalisationszeit und der insgesamt kürzeren Operationszeit, ist die laparoskopische Cholezystektomie, im Vergleich zur konventionellen Operation, als sicheres Verfahren zur Entfernung der Gallenblase anzusehen [9].

Auch bei Blinddarmoperationen ist die MIC internationaler Standard. Es zeigt sich, dass die Patienten nach der Operation weniger Schmerzen haben, dass es seltener zu Wundinfektionen kommt und dass die postoperative Komplikationsrate im Vergleich zur konventionellen Methode ebenfalls geringer ist. Zudem ist der Klinikaufenthalt bei den Patienten kürzer und die Rückkehr zur normalen Aktivität gestaltet sich schneller [10].

Die häufigste Operation der Allgemein- und Viszeralchirurgie stellt die Reparatur der Leistenhernie dar. Bei Leistenbruchoperationen sollte der Chirurg das Operationsverfahren entsprechend der individuellen Situation des Patienten wählen. Hernien bei der Frau, beidseitige Leistenhernien oder Leistenoperationen bei einem Zweiteingriff nach vorausgegangener Operation in offener Technik sollten bevorzugt mit der minimal-invasiven Methode durchgeführt werden, da die Gefahr eines chronisches Schmerzsyndroms dabei deutlich geringer ist [11]. Auch beim Kolonkarzinom wenden Chirurgen gehäuft die minimal-invasive Operationstechnik an. Es konnten Vorteile im frühen Verlauf nach der Operation nachgewiesen werden. Auch im Langzeitverlauf gab es keine Nachteile wie eine erhöhte Rezidivrate oder eine erhöhte tumorbedingte Sterblichkeit. Komplikationen wie intraoperativer Blutverlust, Wundinfektion, intraabdomineller Abszess, postoperativer Ileus und Fasziendehiszenz treten nach laparoskopischer Chirurgie seltener auf. Die laparoskopische Operation verkürzt zudem die Dauer von der Operation bis zum ersten peranal Windabgang im Vergleich zur konventionellen Resektion. Ebenfalls ist das Intervall zwischen Operation und erstem Stuhlgang durch die minimal-invasive Chirurgie reduziert. Zusätzlich ist der postoperative Krankenhausaufenthalt nach laparoskopischer Resektion kürzer, aber auch wesentlich von der perioperativen Behandlung abhängig [12].

Ein weiterer Vorteil bei laparoskopischen Eingriffen ist die Reduktion der postoperativen Schmerzen, dem dadurch geringeren Bedarf an Analgetika und der damit verbundenen früheren Mobilisierung, was die Thrombose,- Embolie,- und Pneumonie-gefahr reduziert. Auch die kosmetischen Ergebnisse werden durch kleinere Narben verbessert. Ein weiterer Punkt ist, dass die Sicht des Operateurs durch den

Vergrößerungseffekt der Optik aufgrund des Linsensystems und einer Zoom-Funktion verbessert wird und dadurch kleinere Strukturen sicherer dargestellt werden können als in der offenen Chirurgie.

2.4 Nachteile der Laparoskopie

Übersicht der Nachteile

- Erschwerte Beherrschung von Komplikationen wie Blutungen
- Inspektion und Tastsinn verringert
- Höhere Kosten
- Technisch hoher Aufwand
- 2-dimensionale Sicht auf den Operationsbereich
- Eingeschränkte Beweglichkeit der Instrumente
- Längere Lernkurven

Abbildung 3: Nachteile der Laparoskopie

Nachteile können sich aufgrund des Zugangsweges ergeben. Hier können beim Schaffen eines geeigneten Zugangs in die Bauchhöhle Gefäß- und Organverletzungen beim Einbringen der Trokare entstehen [13]. Ein spezifischer Nachteil der laparoskopischen im Vergleich zur offenen Chirurgie ist die geringere Übersicht in Bauch- und Brusthöhle. Lunge und Darm sind mobil und obstruieren den Weg vom Trokar zum Zielorgan [14]. Wegschieben und Weghalten sind essentielle Schritte in der offenen Technik. Mit den stabförmigen Instrumenten ist dies nicht möglich und durch die punktuelle Druckbelastung, welche zu Durchblutungsproblemen führen kann, zu gefährlich. Man bedient sich zur Organverlagerung der Gravitationskräfte, indem der Patient in speziellen Positionen gelagert wird [15]. Bei laparoskopischen kolorektalen Resektionen ist die Quote an intraoperative Darmläsionen im Gegensatz zur konventionellen Technik erhöht. Das laparoskopische Vorgehen kann eine längere Operationszeit bedingen [12]. Ein weiterer Nachteil ist, dass der Operateur sein Blickfeld nicht selbst wählen kann und somit auf die Navigationsfähigkeiten des Kameraassistenten angewiesen ist. Er ist es, der dem Operateur das Operationsgebiet anvisiert und einstellt. Dieser Punkt zeigt deutlich wie wichtig die Navigationsfähigkeit des Kameraassistenten und dessen Zusammenarbeit mit dem Operateur ist. Zudem zeigen laparoskopische Verfahren

vergleichsmäßig längere Lernkurven als offenen Verfahren. Bis der Operateur die chirurgischen Fähigkeiten im laparoskopischen Verfahren erlernt, um eine Operation komplikationsarm und zügig durchführen zu können wird mehr Zeit benötigt.

Im folgenden Kapitel wird die Etablierung der laparoskopischen Intervention näher beleuchtet. Im Anschluss werden die zur Validierung des SALAS-Score verwendeten Operationen genauer vorgestellt.

2.5 Aktueller Stand: Laparoskopie als Standardintervention

Viele laparoskopische Zugänge [16], wie beispielsweise die Cholezystektomie (Abbildung 4) oder die Appendektomie, werden heute offenen Operationen standardmäßig vorgezogen [10].

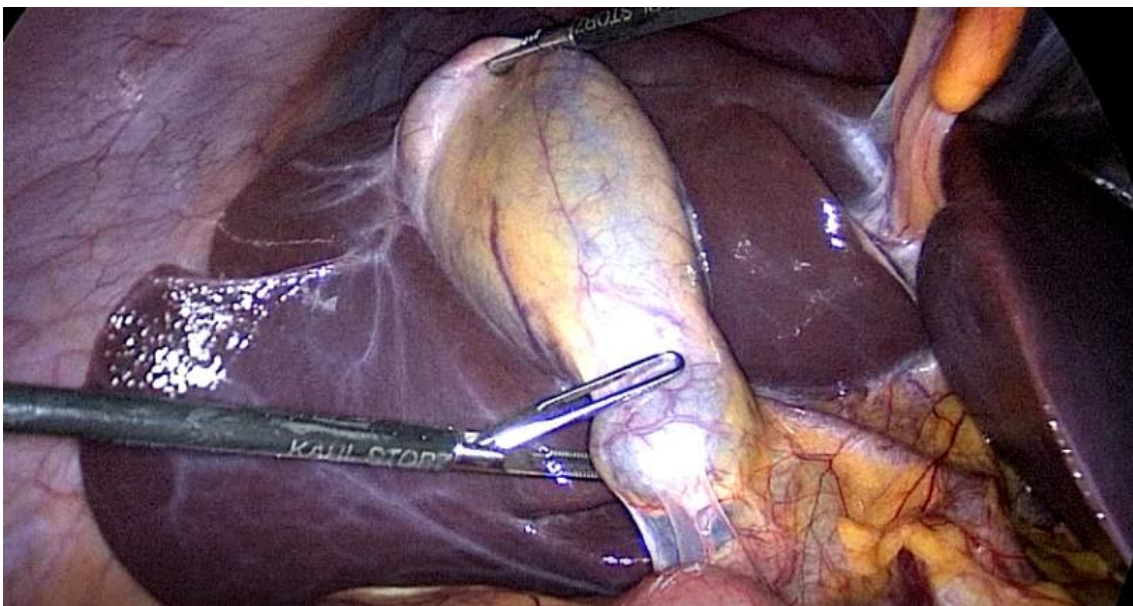


Abbildung 4: Laparoskopische Sicht auf die Gallenblase (Tabelle 11 CCE_14032017)

Diese Entwicklung lässt sich an der laparoskopischen Appendektomie zeigen [17]. Gegenüber der offenen Appendektomie hat die Rate der laparoskopischen Appendektomien in Deutschland seit der Erstpublikation 1983 bis 1997 kontinuierlich auf 33% zugenommen [18]. Zwischen 2005 und 2009 wurde ein weiterer Anstieg von 47% auf 86% registriert [19]. Dies beruht in erster Linie auf der sicheren Durchführbarkeit [20], der verminderten Rate an Wundinfektionen und der vorteilhaften intraoperativen Differenzialdiagnostik [21]. Auch für die Fundoplikatio und die kolorektale Resektion lässt

sich diese Entwicklung erkennen. Aufgrund vieler Vorteile, die diese laparoskopischen Eingriffe im Vergleich zur offenen Durchführung haben, werden sie in den Leitlinien empfohlen [2]. Am Beispiel der Sigmaresektion kann exemplarisch gezeigt werden, dass die laparoskopische im Gegensatz zur konventionell offenen Operation signifikante Vorteile bringt [1]. Zum einen wurde nachgewiesen, dass sich die postoperative Darmmotilität mit der Lebensqualität verbessert und die Krankenhausverweildauer verkürzt wird [12]. Zum anderen konnte bei diesem Eingriff die Operationszeit verkürzt und kleinere Schnittlängen angewendet werden [22].

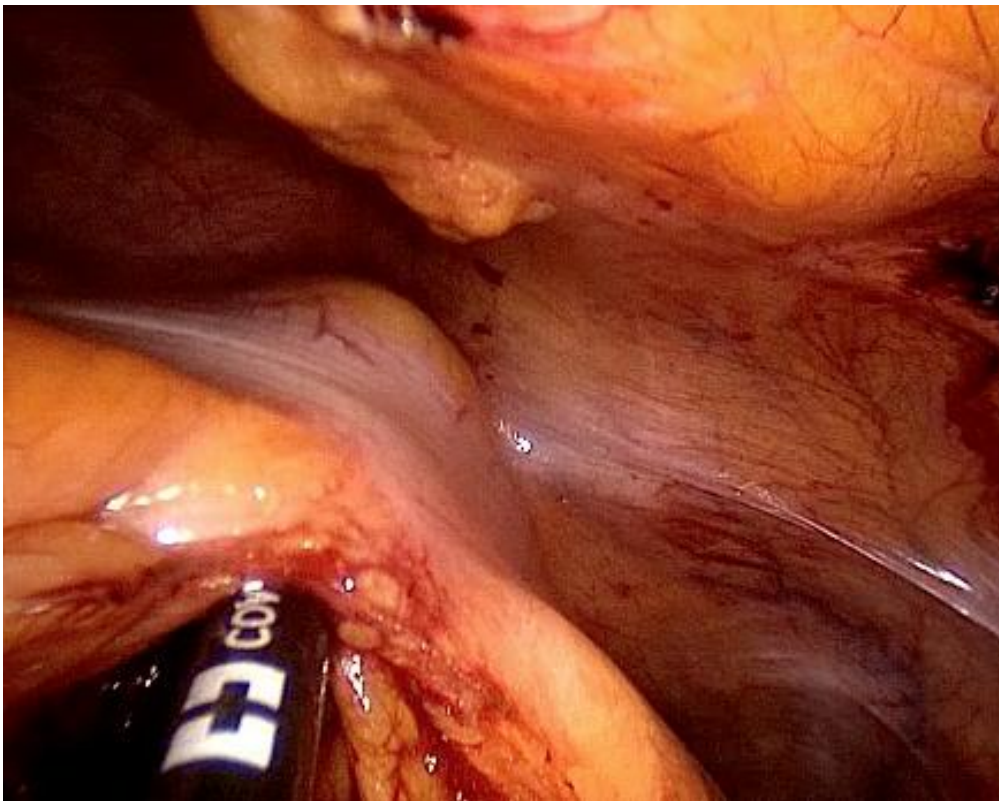


Abbildung 5: Lap. Mobilisation des Kolon sigmoideum (Tabelle 10 Kolon_05042017)

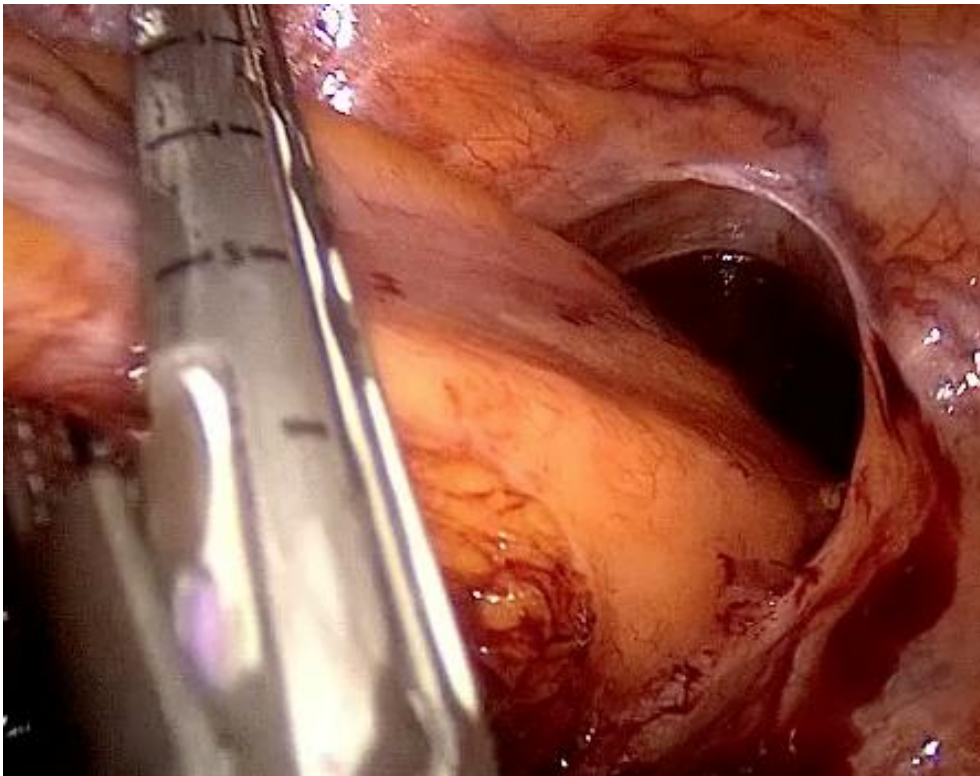


Abbildung 6: Lap. Sicht beim Absetzen des Kolon sigmoideum (Tabelle 10 Kolon_05042017)

Die aktuelle Leitlinie fasst zusammen, dass die laparoskopische bzw. laparoskopisch-assistierte Operation der offenen Resektion vorzuziehen ist, sofern nicht triftige Gründe dagegensprechen [1]. Im Langzeitverlauf ist hinsichtlich der Ergebnisse auch unter Berücksichtigung der Lebensqualität kein Unterschied zwischen laparoskopischer und offener Operation festzustellen, jedoch schneidet die laparoskopische Intervention im kurzzeitigen Verlauf günstiger ab. Dabei wird vergleichend die Inzidenz von Wundinfektionen, intraabdomineller Abszesse, der postoperative Ileus und die Quote an Fasziendehiszenzen herangezogen [23]. Ebenso ist die postoperative Lebensqualität im kurzzeitigen Verlauf nach laparoskopischen kolorektalen Operationen aus den zuvor genannten Gründen besser als nach konventionellen Eingriffen. Die Quote allgemeiner Komplikationen und die Letalität werden durch die laparoskopische Operationstechnik nicht beeinflusst [12]. Als Gründe gegen eine laparoskopische Intervention können beispielsweise mangelnde Expertise des Operateurs bzw. des Operationsteams und der Patientenwunsch gelten. Voroperationen und Verwachsungen durch zuvor stattgefundene invasive Eingriffe stellen keine absolute Kontraindikation für einen laparoskopischen Eingriff dar [1].

Die Arbeit von Kauff et al. zeigt, dass die laparoskopische komplette mesokolische Exzision (CME) der offenen CME nicht unterlegen ist und bei entsprechender

Expertise durchgeführt werden kann [16]. Ergebnisse prospektiv-randomisierter Studien zum onkologischen Outcome liegen allerdings noch nicht vor.

Langfristige Ergebnisse von laparoskopischen Operationen bei kolorektalem Karzinom lassen sich anhand von Krebsregistern erkennen. In der Auswertung von Benz et al. flossen die Daten aus 30 regionalen Krebsregistern für Patienten mit kolorektalem Karzinom ein, die zwischen 2003 und 2011 ihre Diagnose erhalten hatten. In diesem Zeitraum wurde bei 216682 Patienten ein kolorektales Karzinom identifiziert, davon 37068 Fälle im Stadium I-III (>12cm vom analen Rand). Von diesen wurden 3825 Patienten (10,38%) laparoskopisch operiert. Jüngerer Alter, niedrigeres Tumorstadium und Eingriffe im linksseitigen Bauchraum stellten sich als unabhängige Prädiktoren für das Gelingen der Minimalinvasiven Chirurgie (MIC) heraus. Die 30-Tage-Mortalitätsrate von Patienten mit linksseitiger laparoskopischer Hemikolektomie war signifikant niedriger als bei offenen Operationen. Auch hinsichtlich des Langzeitüberlebens unterlag die offene Chirurgie dem laparoskopischen Eingriff [24]. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass eine laparoskopische Operation auch außerhalb von kontrollierten Studien günstige Ergebnisse liefert und als Standardtherapie für Patienten mit kolorektalem Karzinom betrachtet werden sollte.

Mit der COLOR-II-Studie konnten richtungsweisende Ergebnisse in Bezug auf die MIC bei Rektumkarzinom gezeigt werden. Als primären Endpunkt wurde die Lokalrezidivrate MIC versus offen nach drei Jahren festgelegt. Im Follow-up von 1044 Patienten zeigte sich eine deutlich niedrigere Lokalrezidivrate im distalen Rektumdrittel (0-5cm ab ano) in der laparoskopischen Gruppe (4,4% versus 11,7%). Nach Ablauf von drei Jahren war das tumorfreie Überleben in Stadium I und II ähnlich in beiden Gruppen. Im Stadium III überlebten dahingegen mehr Patienten nach laparoskopischer Operation (64,9% versus 52%) [25]. Gründe für diesen Unterschied sind nicht geklärt, könnten aber mit der geringeren Störung des Immunsystems durch die MIC zusammenhängen.



Abbildung 7: Lap. Sicht auf das obere Rektumdrittel im Becken (Tabelle 10 Kolon _27032017)

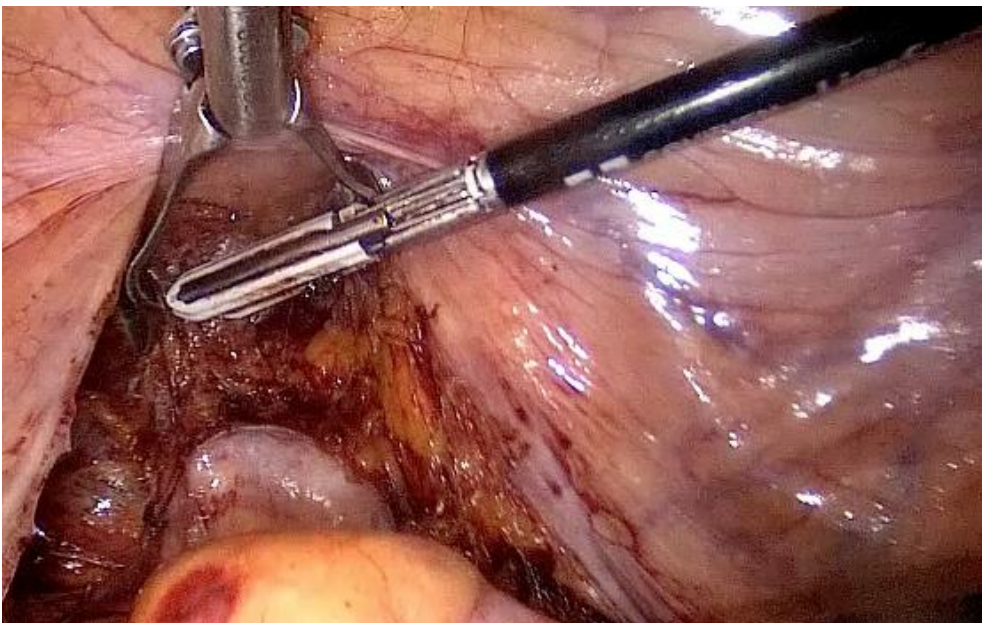


Abbildung 8: Lap. Präparation und Mobilisation des oberen Rektumdrittels (Tabelle 10 Kolon _27032017)

Bei der Fundoplikatio wird ebenfalls in der aktuellen Leitlinie nach korrekter Indikationsstellung zur Antirefluxoperation die laparoskopische der offenen Variante vorgezogen [2]. Die Ergebnisse der randomisierten Studien zeigen für die laparoskopische Nissen-Fundoplikatio und für die partielle posteriore Toupet-Hemifundoplikatio einen vergleichbaren Antirefluxerfolg bis fünf Jahre nach der Operation [26]. Auch bei diesem Operationsverfahren wurden in mehreren randomisierten Studien Vorteile der

laparoskopischen Fundoplikationen, wie geringere postoperative Hernien oder Fundusdefekte, gegenüber der offenen Variante nachgewiesen [27].

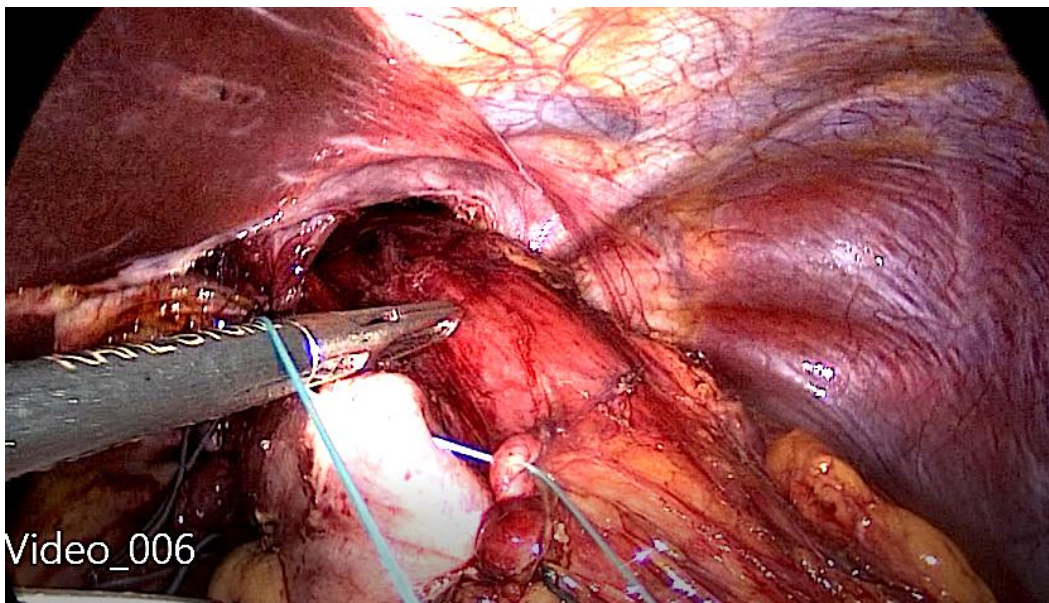


Abbildung 9: Lap. Sicht bei der Fundoplikatio (Tabelle 9 Fundo_03022017)

2.8 Kameraassistentenz

Die laparoskopischen Techniken entwickeln sich stetig weiter, was zur Folge hat, dass die Operateure immer häufiger die laparoskopischen Techniken benutzen und die Eingriffe in diesem Setting steigen. Zu beachten ist, dass der Erfolg der Operation gerade bei den Tumordiagnosen, von der technischen Expertise und Erfahrung des Chirurgen abhängt. Zudem sind die erarbeiteten chirurgischen Standards einzuhalten. Voraussetzung für die Anwendung des Operationsverfahrens ist jedoch nicht allein die wissenschaftliche Erkenntnis, sondern auch die Fähigkeit des Chirurgen gemeinsam mit seinem Team, eine minimal-invasive Operation fachgerecht durchzuführen. Dies erfordert praktische Weiterbildung, Trainingskurse und Begleitung durch bereits erfahrene Kollegen. Eine wichtige Rolle spielt beim laparoskopischen Operieren die Zusammenarbeit zwischen dem Operateur und dem Kameraassistenten.

Die Aufgabe des Kameraassistenten ist es das Operationsfeld anzuvisieren und dieses dem Operateur zu präsentieren. Dieser kann das Operationsgebiet dann über einen Bildschirm sehen. Der Kameraassistent muss in der Lage sein die Operationsschritte genau zu kennen und zu wissen, welche Strukturen anzuvisieren sind. Dies ist notwendig, um zum einen den flüssigen Operationsablauf zu gewährleisten und zum

anderen sicher und gezielt auf Kommandos des Operators reagieren zu können. Die Kameraassistenten erfordert daher spezifische Fähigkeiten und ist gleichzeitig eine der ersten Aufgaben der Assistenzärzte am Operationstisch. Ein zuvor erfolgtes Training der Kameranavigation und damit erworbene Fähigkeiten stellen damit ebenso ein Kriterium für den Operationserfolg dar, wie die Expertise des Operators.

2.8.1 Aktueller Stand zur Bewertung der Kameraassistenten

Mit einer objektiven intraoperativen Bewertung von chirurgischen Assistenzärzten wird der aktuelle Stand und die Entwicklung der intraoperativen Fähigkeiten des Arztes evaluiert. Dies gilt sowohl für den Operator als auch für den Kameraassistenten.

Bei laparoskopischen Interventionen wurde diese Bewertung zunächst bei operierenden Assistenzärzten angewendet. Ein Beispiel dafür stellt im Jahr 2019 die randomisierte kontrollierte Studie von Jokinen et al. dar [28], die anhand des OSATS-Scores (Objective Structured Assessment of Technical Skills) die Leistung des Operators beurteilt. Als essentieller Bestandteil laparoskopischer Operationen galt es nun auch die Kameraassistenten zu bewerten.

In der multizentrischen prospektiven Kohortenstudie von Graafland et al. aus dem Jahr 2014 wurde das Kameranavigationstraining bei Schlüsselgruppen in der MIC untersucht [29]. Hintergrund dieser Studie war, dass untrainierte laparoskopische Kameraassistenten in der MIC oftmals nur suboptimal die Kamera einstellen können und dadurch das Risiko für intraoperative Fehler steigt. Außerdem stellten die Autoren fest, dass das unerfahrenste Mitglied des OP-Teams die Kameranavigation durchführte. Zu dieser Gruppe gehören meist Assistenzärzte in Weiterbildung, Medizinstudenten und die OP-Pflegekräfte, wobei die Studenten und OP-Pflegekräfte kein strukturiertes Laparoskopietraining erhalten. In der Arbeit von Graafland et al. wurde zur Bewertung der Kameraführung ein spezielles Modul der virtuellen laparoskopischen Kameranavigation (LCN) angewendet. Gemessen wurde die Augenscheinvalidität (Face validity) und die Konstruktvalidität des LCN-Moduls. Die Augenscheinvalidität wurde mit einem Fragebogen zur wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit und der empfundenen Ähnlichkeit der virtuellen Navigation zur Realität geprüft. Die Konstruktvalidität wurde gemessen, indem die Scores von unterschiedlich erfahrenen Kameraassistenten verglichen wurden. Parameter waren hierbei die

Geschwindigkeits- und Bewegungskompetenz des jeweiligen Kameraassistenten. Die Ergebnisse zeigen eine einheitliche und positive Auswertung des Fragebogens bezüglich des LCN-Moduls unter erfahrenen und unerfahrenen Benutzern, was eine signifikante inhaltliche Validität zur Folge hatte. Erfahrene und mittelmäßig erfahrene Kameraassistenten hatten im Vergleich zu der unerfahrenen Gruppe eine signifikant bessere Kamerastabilität und Bearbeitungszeit im LCN-Modul ($p < 0,05$). Die Lernkurve zeigte eine signifikante Verbesserung für die Kamerastabilität und die Bearbeitungszeit in allen Gruppen ($p < 0,05$) [29].

Das Modul ist für Trainingszwecke im Bereich der Kameraassistenten, insbesondere aber für OP-Pflegekräfte und chirurgische Anfänger zur Verbesserung der intraoperativen Teamleistung in der MIC geeignet.

Anknüpfend an die Untersuchungen veröffentlichten Paschold et al. ebenfalls eine virtual-reality Studie [30]. Sie vergleicht die initiale Leistung und die Lernkurve von OP-Pflegekräften, Medizinstudenten und Assistenzärzten (im ersten Jahr), um deren Fähigkeit zur laparoskopischen Kameraführung zu evaluieren. Die Teilnehmer der drei Gruppen absolvierten drei definierte Aufgaben (Kameranavigation, peg transfer, fine dissection) an einem virtuellen Laparoskopiesimulator an jeweils drei aufeinanderfolgenden Tagen. Laparoskopieexperten dienten als Kontrollgruppe und die Teilnehmer füllten vor und nach dem Kurs ein Fragebogen aus.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Studenten und die OP-Pflegekräfte in ihrer Leistung vergleichbar waren ($p > 0,05$), die Leistung der Assistenzärzte war besser und erreichte Expertenniveau. Die Studenten, OP-Pflegekräfte und die Assistenzärzte hatten vergleichbare beidhändige Fähigkeiten, während die Experten signifikant bessere bimanuelle Manöver absolvierten ($p < 0,05$) [30].

Zusammenfassend stellte die Studie fest, dass die Fähigkeit der bimanuellen Arbeit am Laparoskopiesimulator der drei Gruppen vergleichbar war. Assistenzärzte im ersten Jahr ihrer Ausbildung erreichten das Expertenlevel in der Kameranavigation. Nach erhaltenem Training waren alle drei Gruppen gleichermaßen fähig, einfache laparoskopische Operationen zu assistieren.

Die randomisierte Studie von Nilsson et al. aus dem Jahr 2016 bewertete anhand dreier Gruppen von je zwölf unerfahrenen chirurgischen Assistenzärzten erstmals die Kameraführung im Operationssaal bei laparoskopischen Operationen [31]. Sie untersuchten wie die Kameraführung unerfahrener Assistenzärzte trainiert und der Transfer

erlernter Fähigkeiten in den Operationssaal gelingen kann. Die drei Gruppen erfuhren zuvor eine unterschiedliche Schulung. Die erste Gruppe erhielt zunächst ein Kameranavigationstraining, die zweite führte virtuell eine Cholezystektomie durch (Interventionsgruppen) und die dritte erhielt kein Training (Kontrollgruppe).

Zusätzliche technische Fähigkeiten der Kameranavigation wurden der Interventionsgruppe im Anschluss an das zuvor erhaltene Training anhand des LASTT-Modell (Laparoscopic Skills Testing and Training) vermittelt. Die Kontrollgruppe durchlief ebenfalls das LASTT-Modell, jedoch ohne zuvor erhaltenes Training. Das Erlernen technischer Fähigkeiten, wie Kameraführung mit gleichzeitigem Anvisieren verschiedener Ziele konnte damit im virtuellen Setting trainiert werden. Parameter wie benötigte Gesamtzeit für die Aufgaben, Gesamtstrecke der laparoskopischen Bewegungen und die genutzten Winkelausmaße wurden dabei automatisch aufgezeichnet und im Anschluss für alle drei Gruppen ausgewertet.

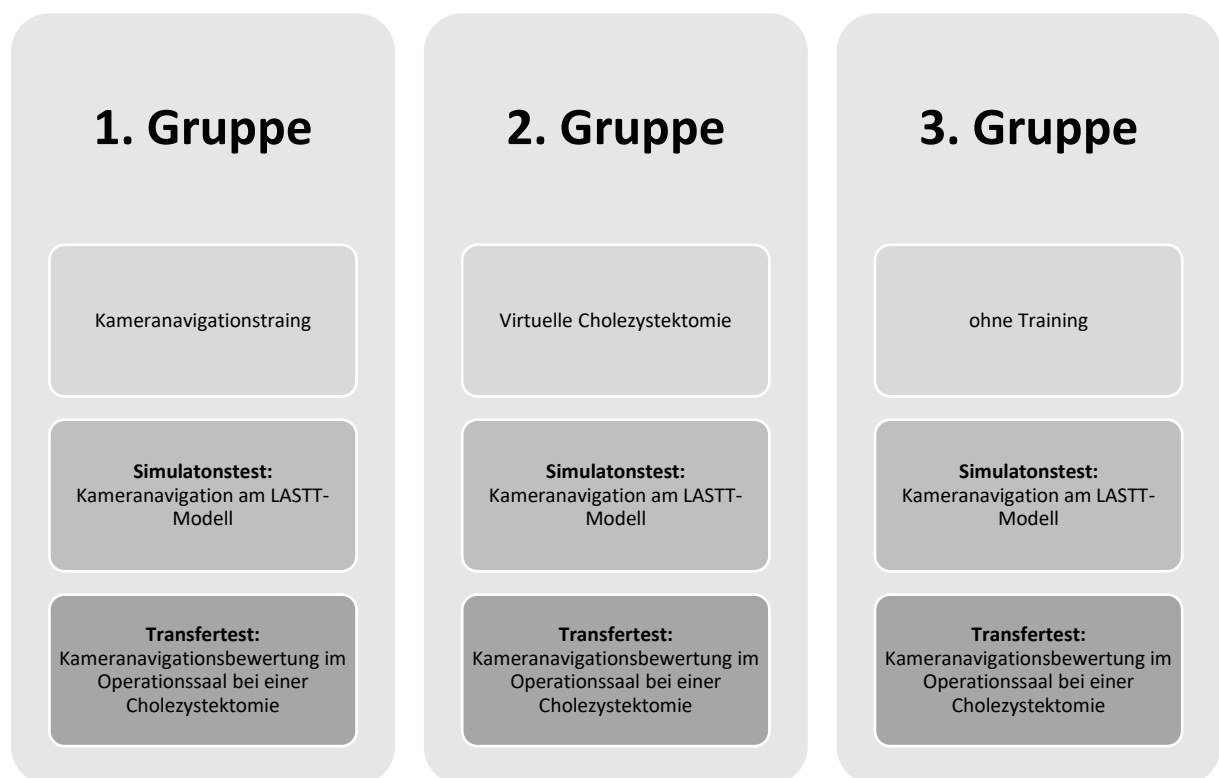


Abbildung 10: Chronologischer Ablauf Studie Nilsson et al. [31]

Das primäre Ziel der Arbeit war die Bewertung der Kameraführung bei einer Cholezystektomie im Operationssaal anhand eines Bewertungstools. Der "Objective Structured Assessment of Camera navigations Skills-Score" (OSA-CNS), angelehnt an den OSATS-Score, bildete die Grundlage der Bewertung. Sekundäres Ziel war zum einen

die Bewertung der motorischen Fähigkeiten, durch die Aufgaben im LASTT-Modell. Zum anderen wurden im Anschluss die vier Bereiche Interesse/Spaß, empfundene Kompetenz, Navigationsmöglichkeiten und psychischer Druck während des Geschicklichkeitstrainings, durch Fragebögen abgefragt.

Für die Kameranavigationsfähigkeit bei der Cholezystektomie im Operationssaal konnte die Studie keinen signifikanten Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe feststellen ($p > 0,05$).

Gezeigt werden konnte aber, dass die Interventionsgruppen die Aufgaben im LASTT-Modell signifikant schneller absolvierten als die Kontrollgruppe ($p < 0,05$).

Die Bewertungskriterien Interesse/Spaß und wahrgenommene Navigationsmöglichkeiten wurden dagegen von den Studienteilnehmern in der Kontrollgruppe als signifikant höher bewertet als in den Interventionsgruppen ($p < 0,05$).

Beim Training durch das LASTT-Modell, wurde innerhalb der beiden Interventionsgruppen kein signifikanter Unterschied deutlich ($p > 0,05$).

In der Studie von Nilsson et al. wurde zusammenfassend festgestellt, dass ein strukturiertes simulationsbasiertes Training die zur Kameranavigation nötigen technischen Fähigkeiten verbesserte [31]. Es konnte jedoch zwischen den unterschiedlich trainierten Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Bewertung der Kameraassistenz, beim Transfer vom virtuellen Setting in den Operationssaal, festgestellt werden. Innerhalb der Interventionsgruppen wurden keine Unterschiede beobachtet. Außerdem zeigte sich, dass die untrainierte Gruppe mehr Interesse/Spaß und eine größere Wahrnehmung der Navigationsmöglichkeiten innerhalb der Kameranavigation hatte. Dieses unerwartete Ergebnis wurde von der Studienleitung, mit der geringeren Erwartungshaltung und der guten Leistung der Kontrollgruppe erklärt.

Die klinische Arbeit von Huber et al. hatte die Anwendung und Entwicklung einer objektiven intraoperativen Bewertungsmöglichkeit für die Qualität der Kameranavigation zum Ziel. Dieses Bewertungstool sollte in Anlehnung an vorhandene Scores zur Bewertung praktischer operativer Fertigkeiten (z.B. „OSATS“, „GOALS“) erstellt werden. Zunächst wurden die Bewertungskriterien für die laparoskopische Kameranavigation fachärztlich definiert. Diese beinhalteten die Zentrierung des Operationsfeldes, die Einstellung des korrekten Winkels des Horizonts, die korrekte Darstellung der Operationswerkzeuge, keine Unterbrechung des Operationsflusses, verbale Kommentare und manuelle Eingriffe des Operateurs. Anschließend wurde in der klinischen Studie eine

Bestandserhebung der sechs Elemente im Rahmen verschiedenster laparoskopischer Operationen durchgeführt, um die Inhaltsvalidität zu prüfen. Die Parameter des Scores wurden mithilfe eines eigens entwickelten computerbasierten Analyseprogramms pro Zeiteinheit erhoben (Abbildung 11).

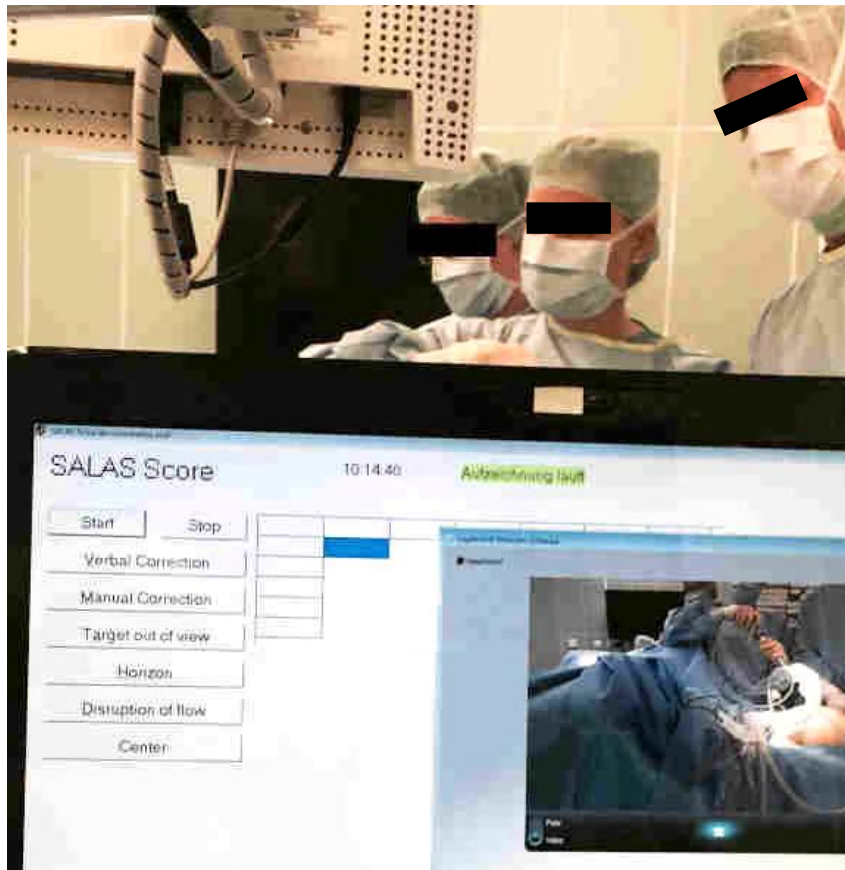


Abbildung 11: Erhebung der Rohdaten bei laparoskopischen Operationen durch ein eigens entwickeltes Erhebungsprogramm und live Videoanalyse [32]

Zu Beginn der Studie wurden die Rohdaten der sechs definierten Kernpunkte bei verschiedenen laparoskopischen Operationen wie Cholezystektomien, Fundoplikationen, Sigmaresektionen, Herniotomien, aber auch Rektum- und Ösophagusresektionen erhoben ($n=44$). Hierbei ließ sich ein Unterschied zwischen erfahrenen (mindestens Fachärzte) und eher unerfahrenen Kameraassistenten feststellen. So war der „Horizont“ bei unerfahrenen häufiger inkorrekt, jedoch erreichte dieser Unterschied keine statistische Signifikanz ($p>0,05$). Die Anzahl der „verbalen Kommandos“ ($p<0,05$) und die Anzahl „manueller Korrekturen“ ($p<0,05$) waren bei unerfahrenen Kameraassistenten bedeutend höher [32]. Die Grundlage zur Entwicklung eines Scores zur objektiven Bewertung der Kameraassistenten bei laparoskopischen Operationen war hiermit

geschaffen. Eine Bewertung verschiedener Operateure und Kameraassistenten zur Beurteilung der Konstruktvalidität sowie die Analyse der Reliabilität des Scores und der Interratervariabilität wurde im weiteren Verlauf der Studie durchgeführt. Nach Spezifizierung der Methodik im Rahmen von 20 laparoskopischen Cholezystektomien wurde das Bewertungssystem bei zwölf weiteren elektiven Cholezystektomien bei symptomatischer Cholezystolithiasis mit unterschiedlichen Operationsteams eingesetzt. Die sechs Bewertungskriterien blieben, wie zuvor erläutert, identisch erhalten. Die Erhebung der Parameter pro Zeiteinheit wurde ebenfalls mittels computerbasiertem Analyseprogramm durchgeführt und in Fehlern pro Minute angegeben. Zur Analyse durch zwei unabhängige Rater wurden die Videos des Operationsteams mit Audioaufnahme sowie die mit dem Laparoskop aufgenommenen Videos synchronisiert. Insgesamt sieben verschiedene chirurgische Mitarbeiter führten die Kamera. Oberärzte zeigten eine niedrigere Fehlerquote als Assistenzärzte ($p > 0,05$). Die Analyse der Interrater-Variabilität ergab ein Cronbachs Alpha von 0,842 für das Bewertungskriterium „centering“, 0,709 für „horizon“, 0,783 für „disruption“ und 0,619 für „target out of view“. Somit konnte eine gute interne Konsistenz (Cronbachs Alpha $> 0,7$) nachgewiesen werden. Die Anzahl der verbalen und manuellen Korrekturen war jeweils identisch. Im Rahmen der ersten Anwendungen stellten die Forscher die Praktikabilität und eine niedrige Interratervariabilität des entwickelten Bewertungssystems fest [32]. In der Studie wiesen sie darauf hin, dass die Validität des Scores an einem größeren Kollektiv weiter untersucht werden müsste. Daher planten sie die Anwendung des Scores im Rahmen weiterer viszeralchirurgischer Operationen zur Beurteilung der Reliabilität. Im weiteren Verlauf der Studie wurden die Parameter definiert und anschließend die Verifizierung des SALAS-Score anhand von insgesamt 80 intraoperativen Aufzeichnungen durchgeführt. Der Score basiert somit auf einer intraoperativen Fehleranalyse der Kameraassistenten [3]. Final wurde dieser Score mit vier unterschiedlichen Ratern validiert. Sie benutzten Video- und Audioaufzeichnungen von 20 elektiven laparoskopischen Cholezystektomien. Das Item „Disruption out of flow“, also das Feststellen der Unterbrechung des Operationsflusses, wurde aufgrund mangelnder Objektivität aus dem SALAS-Score entfernt. Somit wurde ein Bewertungsinstrument entwickelt und validiert, das eine strukturierte Bewertung der laparoskopischen Kamerafähigkeiten gewährleisten sollte (structured assessment of laparoscopic assistant skills – SALAS). Der Score zeigte eine hohe interne Konsistenz (Cronbachs Alpha $> 0,7$) und eine geringe Interratervariabilität (ICC 0,866). Erfahrene Kameraassistenten erzielten im Vergleich zu unerfahrenen Assistenten signifikant bessere SALAS-Score Ergebnisse

($p < 0,05$). Die Studie belegt, dass der SALAS-Score valide, verlässlich und praktisch anwendbar ist. Zudem schlossen die Autoren aus den Ergebnissen, dass dieser Score für weitere Untersuchungen in Bezug auf die Effizienz der Kameraführung und dessen Training benutzt werden kann [3].

2019 veröffentlichten Huettl et al. die erste präklinische Studie zur Anwendung und Nutzung des SALAS-Scores. Sie untersuchten, welchen Einfluss die laparoskopische Kameranavigation bei einer virtuellen Cholezystektomie auf die Leistung des Chirurgen hat. Es konnte bei virtuell durchgeführten Cholezystektomien gezeigt werden, dass der SALAS-Score des Kameraassistenten mit der Gesamtleistung des Chirurgen positiv korrelierte ($p < 0,05$). Zudem konnte gezeigt werden, dass die virtuelle laparoskopische Leistung der Chirurgen in der Gruppe von guten Kameraassistenten signifikant besser ($p < 0,05$) und die Operationszeit in dieser Gruppe ebenfalls beträchtlich kürzer ($p < 0,05$) war [33]. Ergebnis dieser Studie war, dass die virtuelle Leistung des Operateurs signifikant von der laparoskopischen Kameranavigation abhängig war und dass eine gute Kameranavigation, eine geringere Operationszeit und geringere Fehlerrate zur Folge haben. Die Hypothese, dass dieses Ergebnis auch auf das echte Operationssetting zu übertragen sei, wird in weiteren Studien zu untersuchen sein.

Die bisherigen Anwendungen des SALAS-Scores im klinischen, wie auch im präklinischen Rahmen zeigten eine vielversprechende objektive Bewertungsmöglichkeit der Kameraassistenz. Aus diesen wissenschaftlichen Ergebnissen resultiert die Motivation dieser Dissertation die Validierung des SALAS-Scores und damit die objektive Bewertungsmöglichkeit der Kameraassistenten weiter zu erforschen

2.8.2 Kameranavigation beim roboterassistierten Operieren

In der robotischen Chirurgie, welche in den vergangenen Jahren eine breitere Anwendung findet, wird die Kameranavigation wieder vom Chirurgen selbst durch Pedale gesteuert [34]. Ob diese Entwicklung zurück zur Vereinigung von Operateur und Kameraassistent, gegenüber der etablierten Teamarbeit Vorteile oder Schwächen aufweist, wird zu prüfen sein.

Der Einsatz von Robotersystemen gewinnt in der Chirurgie stetig an Bedeutung. Im Gegensatz zur etablierten Laparoskopie steuert nicht der Kameraassistent die Kameranavigation, sondern der Konsolenchirurg selbst. Mangels evidenzbasierter Daten

wird diese Operationstechnik jedoch kontrovers diskutiert [35]. Aktuell ist ein vermehrter Einsatz von robotergestützten laparoskopischen Operationen bei Enddarmkrebs zu beobachten [36].

Jayne et al. verglichen mit der internationalen ROLARR-Studie (Robotic vs. Laparoscopic Resection for Rectal Cancer) die robotergestützte (RAR) und die konventionelle laparoskopische Operation (LR) zur Behandlung von Rektumtumoren. Eingeschlossen wurden in der multizentrischen randomisierten Studie Patienten mit einem Adenokarzinom des Rektums (≤ 15 cm von der Anokutanlinie) und kurativer Resektions- oder Exstirpationsmöglichkeit. Die Studie umfasste 471 Patienten. 234 Patienten unterzogen sich einer konventionellen, 237 Patienten einer robotergestützten Laparoskopie. Das Ziel der Studie war es herauszufinden, ob die Roboterassistenz eine laparoskopische Rektumresektion besser und einfacher machen kann [35].

Primärer Endpunkt war die Konversionsrate zur offenen Operation. Sekundäre Endpunkte bildeten die Rate von positivem zirkumferenziellen Resektionsrand (CRM+) sowie die 3-Jahres-Lokalrezidivrate, die intra- und postoperative Morbidität, Mortalität, Blasen- und Sexualfunktion, Lebensqualität, 3-Jahres-tumorfrees und gesamtes Überleben, Resektatqualität und die Wirtschaftlichkeit.

Es konnte kein eindeutiger Unterschied zwischen der robotergestützten und der konventionellen Laparoskopie zur Behandlung von Enddarmtumoren festgestellt werden ($p=0,16$) [36]. Die CRM+ Rate und Morbidität sowie Mortalität waren in beiden Gruppen gleich. Sowohl für die Wirksamkeit als auch für die Sicherheit gibt es für beide Operationen keine signifikanten Unterschiede.

Allerdings kann die Studie als vielversprechend gewertet werden, denn obwohl die Kurzzeitergebnisse der ROLARR-Studie aktuell gegen einen Vorteil der RAR sprechen, bietet die roboterassistierte Chirurgie ein Potential für die Zukunft. Die Vorteile zeigen sich deutlicher, wenn man die einzelnen Risikofaktoren in der Subgruppenanalyse betrachtet. So profitieren offenbar besonders adipöse und männliche Patienten von der Roboterassistenz, sowie diejenigen, bei denen eine tiefe anteriore Rektumresektion vorgenommen wird.

Möglicherweise spielt dabei die unterschiedliche Handhabung der Kameranavigation bei der Roboter-assistierten Gruppe im Vergleich zur laparoskopischen Gruppe eine Rolle. Um den Einfluss der Kameraführung auf diese ersten Ergebnisse herausfiltern zu können, bedarf es weiterer Untersuchungen.

2.9 Bewertungssysteme

Im folgenden Abschnitt wird die Bewertung von Operationen erläutert. Explizit wird auf die Bewertung der Kameraassistenten eingegangen

2.9.1 Grundlagen

Ein Score ist ein objektives Bewertungs-, bzw. Punktesystem. In der Medizin dient es meist der Klassifizierung von Krankheitsbildern oder Verletzungsmustern sowie der Erstellung von Diagnosen. Die Risikoeinschätzung für eine tiefe Venenthrombose durch den Wells-Score ist ein Beispiel [37]. Zudem ermöglicht es verschiedene Patientenzustände in einheitlicher Nomenklatur zu beschreiben, beispielsweise den Zustand eines Patienten nach Schädelhirntrauma mit Hilfe des Glasgow Coma Scale (GCS) [38].

Ein wichtiges Score-Einsatzgebiet ist die statistische Erfassung. Aus manchen Scoring-Systemen lassen sich mittelbar auch Behandlungsstrategien und Prognosen ableiten. Die gemeinsame Eigenschaft der Scoring-Systeme ist, dass sie definierte Punktwerte zuordnen und über ein Berechnungsverfahren das Ergebnis auf eine feste Skala abbilden.

2.9.2 SALAS-Score

In dieser Arbeit wird der zuvor genannte SALAS-Score zur Bewertung der Kameraassistenten bei laparoskopischen Operationen angewendet. Auch er stellt ein Bewertungssystem mit einer definierten Punktevergabe für jedes vorhandene Bewertungskriterium dar (Tabelle 1). Die Objektivität der Bewertung ist die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit. Die objektive Bewertung der Kameraassistenten mit dem SALAS-Score wurde für die Cholezystektomie bereits nachgewiesen. Der Nachweis für weitere viszeralchirurgische Operationen wird in dieser Arbeit untersucht. Als Bewertungsgrundlage dient, wie zuvor bei der klinischen Studie von Huber et al., der SALAS-Score [3].

Der SALAS-Score wurde zunächst mit sechs Bewertungskriterien getestet. Das Item „Disruption out of flow“ wurde jedoch als Bewertungskriterium aus dem Score entfernt. Ursache war eine in der Studie festgestellte mangelnde Objektivität aufgrund der hohen Interrater-Variabilität dieses Bewertungskriteriums [39].

Der SALAS-Score enthält somit fünf Bewertungskriterien, die jeweils definitionsgemäß einen, drei oder fünf Bewertungspunkte erzielen können [3]. Damit erreicht der Kameraassistent bestenfalls 25 und im schlechtesten Fall fünf Punkte (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bewertungskriterien des SALAS-Score mit Punktesystem

| Score Value | 1 | 3 | 5 |
|--------------------|-------------------------------|---------------|------------|
| Item | | | |
| Centering | >1/10 min | <1/10 min | 0-1/30 min |
| Horizon | >1/10 min | <1/10 min | 0-1/30 min |
| Target out of view | >2/operation | 1-2/operation | None |
| Verbal | >1/5 min | 0-1/5 min | None |
| Manual | >1/operation | 1/operation | None |
| Total score value | Sum of all items (range 5-25) | | |

2.9.3 Probleme des Scoring-Systems und Lösungsansätze

Eine Problematik, die sich im Validierungsprozess ergab, stellte unter anderem die Objektivität der Kameraassistentenbewertung dar. Dieses Problem zeigte sich in der zuvor beschriebenen randomisierten Studie von Nilsson et al.. Sie validierten erstmals die Kameraassistenten mit einem Score, welcher in Anlehnung an den OSATS-Score entwickelt wurde [31]. Untersucht wurden Unterschiede zwischen am Laparoskopiesimulator trainierten und untrainierten Medizinstudenten. Die Bewertung der Kameraassistenten wurde in dieser Studie vom Operateur selbst durchgeführt und der Score enthielt unpräzise Bewertungskriterien, wie zum Beispiel „häufig“, „die meiste Zeit“, „ständig“ und „wiederholt“ als Grundlage der Kameraassistentenbewertung. Die Objektivität dieser Kameraassistentenbewertung war dadurch nicht vollständig gegeben. Eine wichtige Aufgabe war es also einen Score zu entwickeln, welcher rater- und zeitunabhängig die Kameraassistenten valide bewerten konnte.

Um die Objektivität des SALAS-Score zu gewährleisten enthält er die Bewertungskriterien „Verbal Correction“, „Manual Correction“, „Target out of view“, „Horizon“ und „Center“ [32], die unabhängig vom Operateur, zur Bewertung des Kameraassistenten benutzt werden [39]. In der 2018 publizierten klinischen Arbeit von Huber et al. konnte die Validität für die Cholezystektomie nachgewiesen werden [3].

3. Material und Methoden

3.1 Material

Das Arbeitsmaterial setzte sich für jede der beiden untersuchten Operationen wie folgt zusammen:

- Notebook (Dell, Round Rock, Texas, USA)
- Festplatte (WD Elements, San José, Kalifornien, USA)
- Webcam (Logitech C920, Apples, Schweiz)
- Laparoskop (Karl Storz SE & Co KG, Tuttlingen, Deutschland)
- Vier laminierte DinA4 Schilder mit der Aufschrift "Video- und Tonaufnahme"
- Softwareprogramme
 - SALAS-Score Computerprogramm: Delphi® Editor (Embaracodero Technologies Inc., Austin, Texas, USA)
 - Microsoft Excel® und Word® (Lizenz Universitätsmedizin Mainz, Deutschland: Office Version 2018)
 - Lightworks® 12.0 free version 2 (Editshare, Clifton House, Vereinigtes Königreich)
- Studienteilnehmer:
 - Operationsteam
 - Operateur und Kameraassistent

- SALAS-Score-Anwender verschiedener Ausbildungsstufen
 - intra- und postoperative Anwendung (Medizinstudent)
 - Drei weitere postoperative Anwendungen (Zwei Assistenzärzte- und ein Facharzt)

3.1.1 Patientenkollektiv

Im Rahmen der vorliegenden Doktorarbeit wurden 40 zufällig ausgewählte Operationen im Zeitraum von 2015 bis 2019 eingeschlossen. Hiervon 20 im Rahmen einer Fundoplikatio und 20 im Rahmen einer kolorektalen Resektion. Alle Patienten wurden zwischen 2015 und 2019 in der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Mainz operiert.

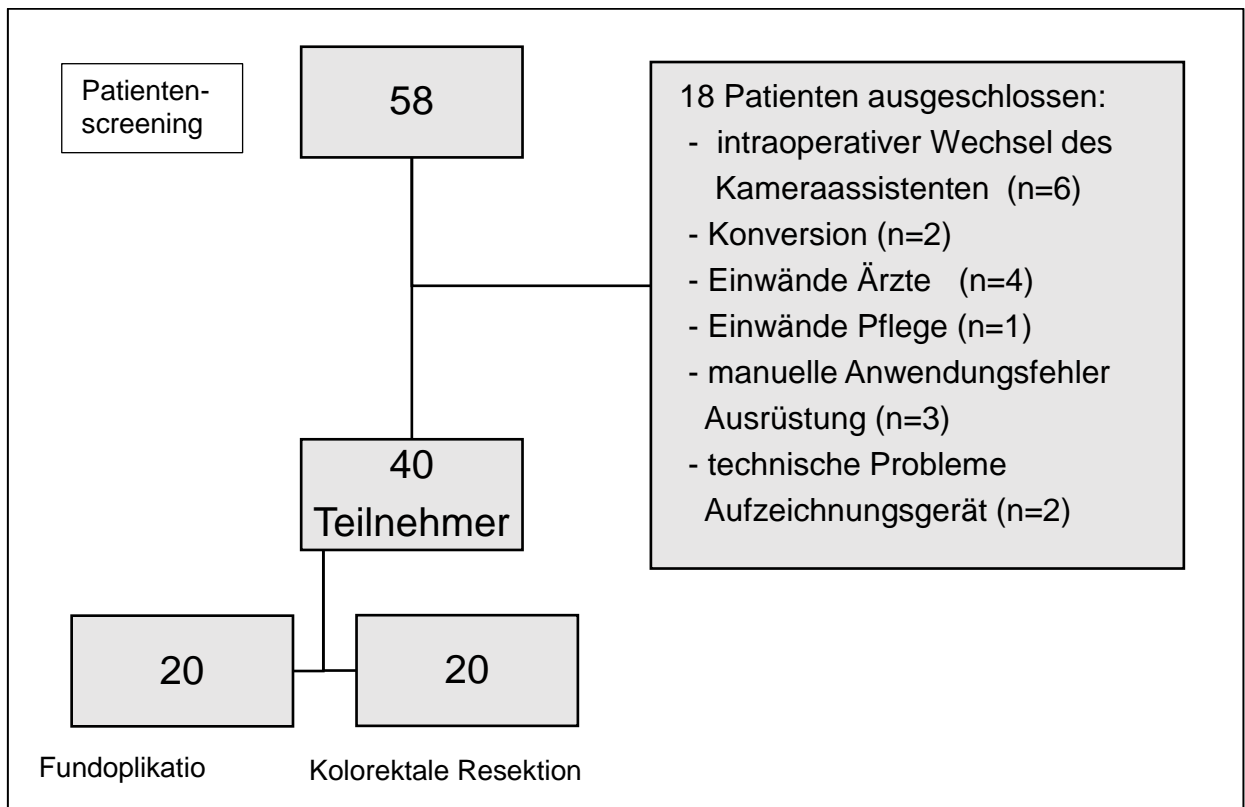


Abbildung 12: Flussdiagramm mit Ausschlusskriterien

3.1.2 Operationsteam

Die Operationen wurden beliebig ausgewählt. Die Zusammenstellung des Operationsteams, bestehend aus Operateur und Kameraassistent, wurde nicht beeinflusst.

Die Kameraassistenten wurden anhand ihres Ausbildungsgrades in Erfahrene und Un- erfahrene eingeteilt. Ein Kameraassistent galt als erfahren, wenn er mindestens 100 laparoskopische Kameraassistenzen nachweisen konnte.

3.2 Methoden

3.2.1 Überblick zum Ablauf

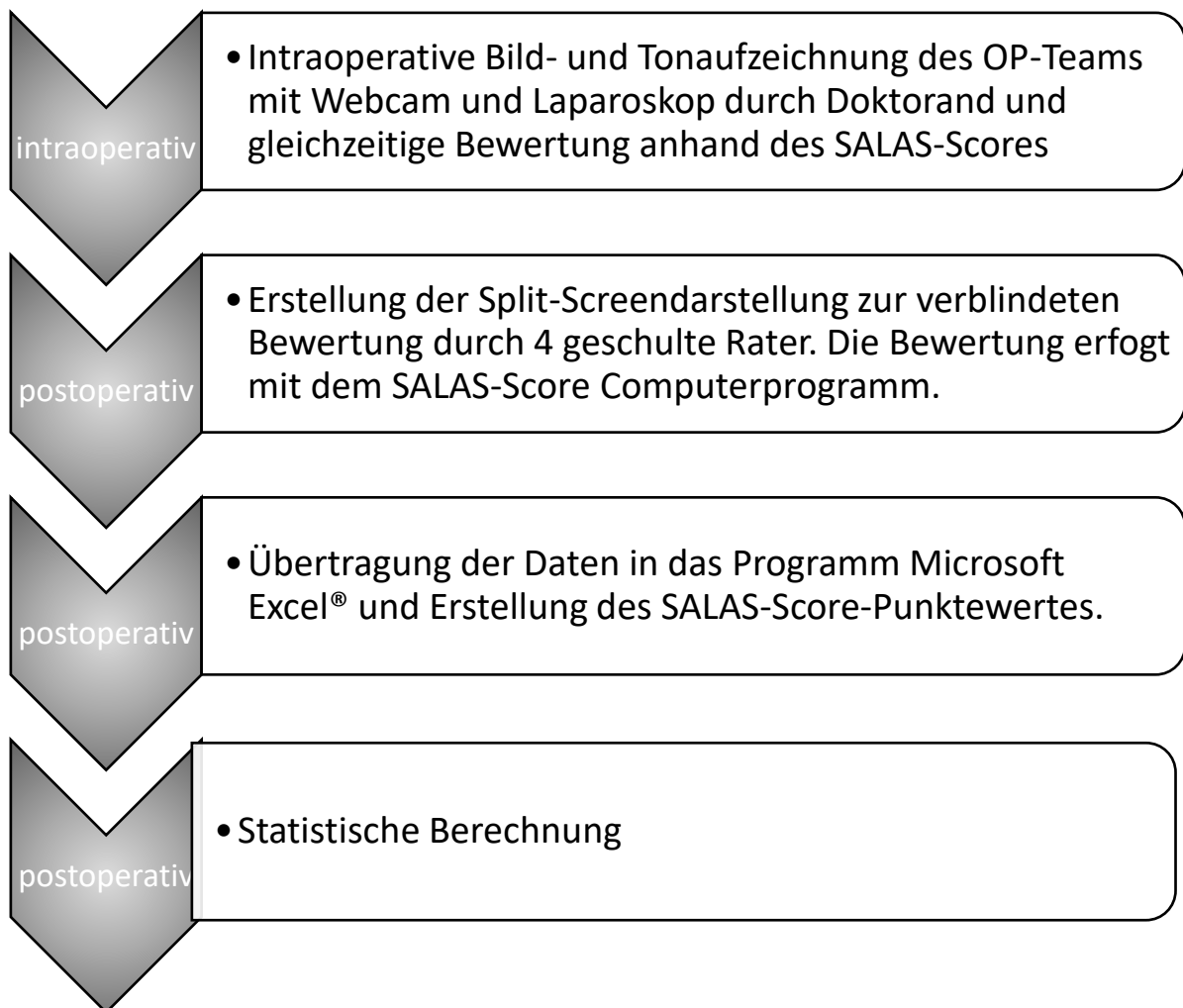


Abbildung 13: Überblick Methodik

In den folgenden drei Unterkapitel werden die verwendeten Softwareprogramme vorgestellt. Im anschließenden vierten Abschnitt wird die Bewertung der Kameraassistenten durch den SALAS-Score erläutert.

3.2.2 SALAS-Score Computerprogramm

Die Abbildung 14 zeigt einen Bildschirmausschnitt des SALAS-Score Computerprogramms, mit dem die Kameraführung zunächst bewertet wird. Die in die Studie aufgenommenen Kameraassistenzen werden je einmal intraoperativ und je viermal postoperativ mithilfe des Programms bewertet.

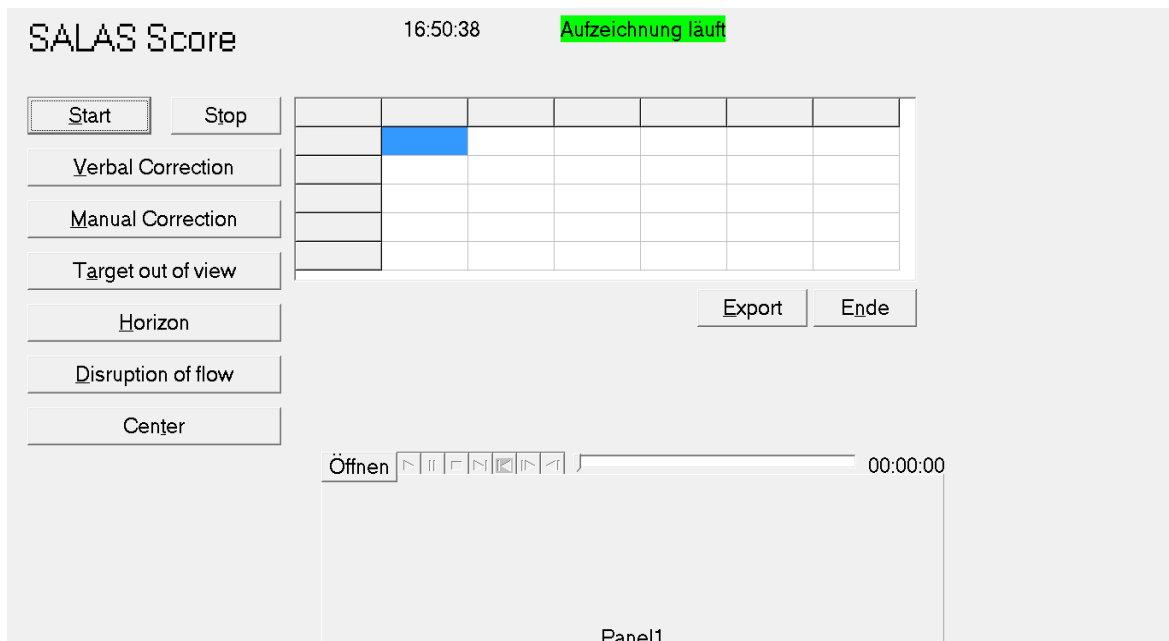


Abbildung 14: SALAS-Score Computerbewertungsprogramm

Auf der linken Seite des Programms wird oben durch das „Start“- und „Stop“-Feld die Zeitaufnahme gesteuert. Damit kann die Dauer der Operation bzw. der Bewertung angezeigt werden.

Darunter befinden sich die Felder zur Kameraassistentenbewertung:

1. Verbale Korrektur (verbal correction)

Der intraoperative Rater wertet diesen Punkt, wenn der Operateur eine verbale Anweisung zum Kameraassistenten im Sinne der Verbesserung der Kameranavigation gibt. Ein Beispiel dafür wäre die Anweisung: „Bitte den Bereich deutlicher von der rechten Seite zeigen“.

2. Manuelle Korrektur (manual correction)

Ein Fehler wird unter diesem Punkt erfasst, wenn der Operateur dem Assistenten die Kameraführung korrigiert.

3. Ziel außerhalb der Sicht (Target out of view)

Dieser Punkt wird gewertet, wenn das Operationsgebiet, in welchem der Operateur gerade operiert, nicht dargestellt wird oder verloren geht.

4. Horizont (horizon)

Dieses Item wird zur Bewertung genutzt, wenn das Operationsgebiet, erkennbar anhand anatomischer Landmarken, schief dargestellt wird. Bei der Gallenblasenresektion wäre dies beispielsweise eine nicht horizontale BildschirmEinstellung des rechten und linken Leberrands.

5. Zentrum (center)

Der Rater verwendet das Bewertungskriterium, wenn sich das Operationsfeld nicht zentral und mittig im Bildschirm befindet.

Diese Bewertungspunkte bilden die Grundlage der Kameraassistentzbewertung. Begeht der Kameraassistenten einen durch den Score definierten Fehler, wird dieser gewertet und direkt im entsprechenden Feld in der rechten Tabelle angezeigt.

3.2.3 Microsoft Excel®

Über die Funktion „Export“ wird die Datei des SALAS-Score-Programms in das Kalkulationsprogramm Excel (Abbildung 15) überführt. Die Bewertung der Kameraassistentz wird in diesem Format übersichtlich präsentiert. In der untersten Tabellenzeile wird die Gesamtanzahl der Wertungen für jedes Item abgebildet. In diesem Beispiel erhalten die Items „verbal correction“ (VC) und „horizon“ (H) je eine und „center“ (Cen) insgesamt elf Wertungen. In der linken Spalte wird die entsprechende Wertungszeit angezeigt. Diese detaillierte Auflistung bildet das Fundament der Anwendung des SALAS-Scores.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|------------|----|----|------|---|-----|-----|---|
| 1 | Zeit | VC | MC | Toov | H | Dof | Cen | |
| 2 | 00:13:00 | | | | | | x | |
| 3 | 00:21:42 | | | | | | x | |
| 4 | 00:23:25 | | | | | | x | |
| 5 | 00:23:39 x | | | | | | | |
| 6 | 00:25:23 | | | | | | x | |
| 7 | 00:32:46 | | | | | | x | |
| 8 | 00:33:08 | | | | | | x | |
| 9 | 00:33:41 | | | | | | x | |
| 10 | 00:33:54 | | | | | | x | |
| 11 | 00:34:05 | | | | | | x | |
| 12 | 00:34:49 | | | | | | x | |
| 13 | 00:39:39 | | | | x | | | |
| 14 | 00:42:33 | | | | | | x | |
| 15 | 00:44:38 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |

Abbildung 15: Übertragene Daten des SALAS-Score Computerprogramms in Microsoft Excel

3.2.4 Videobearbeitung

Mit dem Softwareprogramm Lightworks® werden die Video- und Audioaufnahmen sowohl der Webcam (Aufzeichnung des Operationsteams), als auch des Laparoscops (Aufzeichnung des Operationsgebietes) zu einem zusammenhängenden Video geschnitten und in einer Split Screen Darstellung synchron nebeneinander dargestellt (Abbildung 16 und Abbildung 17). Durch diese Methode wird die Grundlage für die postoperative Scoreanwendung geschaffen.



Abbildung 16: Split Screen Darstellung kolorektale Resektion (Tabelle 10 Kolon_28042017)

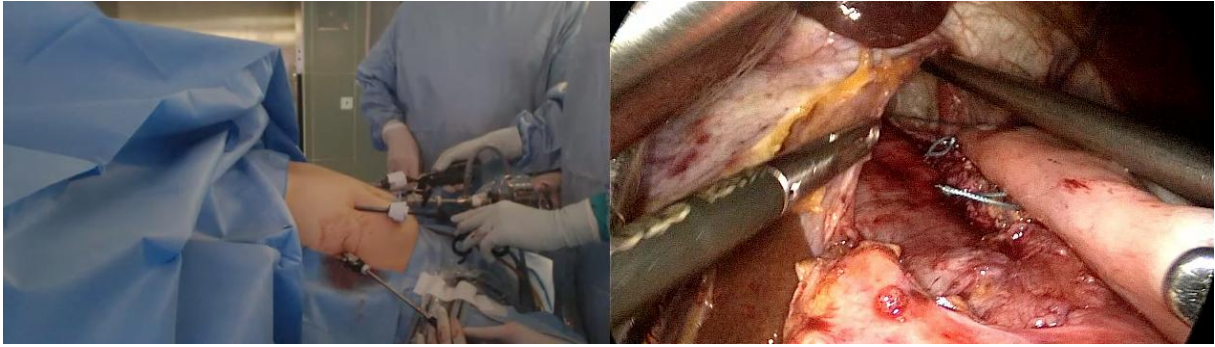


Abbildung 17: Split Screen Darstellung Fundoplikatio (Tabelle 9 Fundo_07112017)

Primäres Ziel der Aufnahme per Webcam war zum einen, den Ton (Kommunikation zwischen Operateur und Kameraassistent) und zum anderen die Hände des Operateurs bzw. des Kameraassistenten darstellen und aufzunehmen zu können. Damit konnten verbale Korrekturen (VC) und manuelle Korrekturmanöver (MC) des Operateurs postoperativ mit dem SALAS-Score bewertet und nachvollzogen werden. Die Endoskopiekamera zeichnete intraabdominell das Operationsgebiet und somit die Kameraführung auf, wodurch die Items „Center“ (Cen), „Horizon“ (H) und „Target out of view“ (Toov) ausgewertet wurden.

3.2.5 Rater

Insgesamt wurde eine Operation fünfmal analysiert. Die erste Bewertung der Kameraassistenten erfolgte intraoperativ durch einen Medizinstudenten. Postoperativ wurde die zweite Bewertung durch denselben intraoperativen Rater anhand der bearbeiteten Video- und Audioaufzeichnungen durchgeführt. Anschließend wurde mittels der aufgezeichneten Operationen die Kameraassistentenbewertung durch weitere drei Rater (zwei Assistenzärzte und ein Facharzt) unabhängig voneinander vorgenommen. Allen Ratern war der standardisierte Ablauf der Laparoskopie bekannt. Vor dem Validierungsprozess wurde jeder Rater mit der Anwendung des SALAS-Scores vertraut gemacht und anhand von Videobeispielen trainiert.

3.2.6 Präoperativer Ablauf und Start der Aufzeichnung

Im Rahmen des standardmäßig durchgeführten WHO Team Time Out wurde das Operationsteam (Chirurgie, Anästhesie, OP-Pflege) zur Video- und Tonaufnahme

aufgeklärt [40]. Im Anschluss wurden die Hinweisschilder bezüglich der Operationsaufzeichnung an die Außenseite aller zum Operationssaal führenden Türen angebracht. Die zur Aufzeichnung des Video- und Tonmaterials verwendete Kamera wurde anschließend in der Weise platziert, dass die Arbeit der Chirurgen schulterabwärts aufgezeichnet werden konnte. Diese Positionierung ermöglichte die Aufzeichnung der Kameranavigation des Assistenten und gleichzeitig manuelle Korrekturen der Kameraführung durch den Operateur.

Die Aufzeichnungen starteten nachdem alle Trokare platziert, die Endoskopiekamera des Assistenten und die Arbeitsinstrumente des Operateurs intraabdominell am Operationsbereich platziert waren. Die Aufzeichnung der Webcam und der Endoskopiekamera, sowie das SALAS-Score Computerprogramm wurde gleichzeitig gestartet.

3.2.7 Beenden der Aufzeichnung und Punktevergabe im SALAS-Score

Das Ende der Aufzeichnungen erfolgte ebenfalls synchron für die Webcam- und Laparoskopieaufzeichnung sowie das SALAS-Score Computerprogramm. Der Aufzeichnungsschluss wurde bei der Fundoplikatio mit dem Abschluss der letzten Naht definiert. Bei den linken Kolonresektionen nach der Mobilisation und anschließenden Absetzung des betroffenen Kolonabschnitts. Damit wurden einheitliche Bewertungszeiten gewährleistet.

Es kann exakt nachvollzogen werden, zu welcher Zeit der Operation welche Bewertung durchgeführt wurde (Abbildung 14). Dadurch waren zusätzlich Bewertungen eines bestimmten Zeitintervalls möglich. Die Punktevergabe eines der fünf Items im SALAS-Score richtet sich danach, wie oft dieses pro definierte Zeiteinheit, die sich für die einzelnen Items unterscheidet, im Sinne des Scores gewertet wird [3]. Das letzte Zeitintervall der Operationszeit wird auf die jeweilige Länge des Wertungsintervalls aufgerundet.

Zur Grundlage der Bewertung dient (Tabelle 1):

1. Die Operationsdauer
2. Die Wertungshäufigkeit des Items

3. Die Definition der Zeitintervalle im SALAS-Score

- Verbal Correction → 5 Minutenintervall
- Centering, Horizon → 10 Minutenintervall
- Target out of view, Manual Correction → Gesamtdauer
- Das letzte Intervall wird auf die entsprechende Dauer aufgerundet

Jedes der fünf Bewertungskriterien wird mit einer Punktzahl bewertet. Diese kann einen, drei oder fünf Punkte betragen.

- Für „Center“ und „Horizon“ erzielt man einen Punkt, falls die Bewertung mehr als einmal pro zehn Minuten vorkommt ($>1/10$ min). Drei Punkte, wenn das Item weniger als ein Mal pro zehn Minuten ($<1/10$ min) und fünf Punkte, wenn null bis ein Mal pro 30 Minuten ($0-1/30$ min) verwendet wird.
- Das Item „Target out of view“ wird bei mehr als zweimaligem Auftreten pro Operation mit einem Punkt gewertet ($>2/\text{operation}$), mit drei Punkten bei ein- bis zweimaligem Auftreten pro Operation ($1-2/\text{operation}$) und mit fünf Punkten bei Ausbleiben der Wertung (None).
- Das Item „Verbal Correction“ erzielt einen Punkt bei mehr als einer Anweisung pro fünf Minuten ($>1/5$ min), drei Punkte bei einer Bewertung pro fünf Minuten ($0-1/5$ min) und fünf Punkte bei keiner Angabe (None).
- Das Bewertungskriterium „Manual Correction“ erhält einen Punkt, falls es mehr als einem Mal pro Operation auftritt ($>1/\text{operation}$), drei Punkte bei einmaligem Auftreten ($1/\text{operation}$) und fünf Punkte bei Ausbleiben (None).

Folglich beläuft sich der SALAS-Score und damit die Bewertung des Kameraassistenten auf eine Summe zwischen 5 und 25 Punkten.

Zur Berechnung des SALAS-Scores soll das Beispiel F2_2 H.B. vom 08.02.2018 (Tabelle 2) dienen. Innerhalb der Operationszeit von 34:50 Minuten (aufgerundet auf 35 min.) gab es eine verbale Korrektur. Definitionsgemäß wurde die VC mit drei Punkten gewertet ($0-1/5$ min.). Eine MC fand nicht statt (None). Dadurch wurde dieses Item mit fünf Punkten gewertet. Das anzusteuern Operationsgebiet verlor der

Assistent nicht aus der Sicht (Toov=None). Dadurch erhielt dieses Item fünf Punkte. Der Horizont wurde einmal nicht korrekt eingestellt und erzielte damit fünf Punkte (0-1/30 min). Das anzuvisierende Operationsgebiet bildete der Kameraassistent elf Mal nicht in zentraler Position am Bildschirm ab und wurde daher mit einem Punkt gewertet (>1/10min). Anhand des SALAS-Score wurde die Kameraassistentz in diesem Beispiel mit 19 Punkten gewertet.

Tabelle 2: angewandter SALAS-Score (Fundo_08022018_2)

| Score Value | 1 | 3 | 5 |
|--------------------------|-----------|--------------|---------------|
| Item | | | |
| Centering | 1 | >1/10 min | <1/10 min |
| Horizon | 5 | >1/10 min | <1/10 min |
| Target out of view | 5 | >2/operation | 1-2/operation |
| Verbal | 3 | >1/5 min | 0-1/5 min |
| Manual | 5 | >1/operation | 1/operation |
| Total score value | 19 | | |

Die Kameraassistentz wurde durch den SALAS-Score für jede der 20 Fundoplikationen und der 20 linksseitigen Kolonresektionen jeweils fünfmal bewertet. Insgesamt wurden damit 200 Bewertungen der Kameraassistenten durchgeführt

Die Fundoplikationen wurden über die gesamten Aufnahmedauer der Operation bewertet. Die linksseitigen Kolonresektionen wurden von zwei Ratern (u.a. Student) über die volle Aufnahmedauer und von zwei weiteren Ratern im mittleren Teil (zweites und drittes Quartil) und somit zu 50% der Aufnahmedauer analysiert.

3.2.8 Statistische Auswertung und Datenanalyse

Die in Excel-Files gespeicherten Daten wurden zur statistischen Auswertung und zur Bearbeitung der Fragestellungen in das Statistikprogramm SPSS® importiert. Auf

Grundlage der bestehenden Studien zu Global Rating Scales (GRS) wurden jeweils 20 Operationen für die Validierung der Fundoplikationen und der linksseitigen Kolonresektionen als ausreichend angesehen [3, 41, 42].

In den nächsten drei Abschnitten wird für jede Fragestellung die statistische Grundlage zum Verständnis und zur Interpretation der errechneten Ergebnisse erläutert

1. Kann der SALAS-Score auch im Rahmen der Fundoplikatio und kolorektaler Resektionen zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten unterscheiden?

Zunächst werden die Daten auf Normalverteilung untersucht. Um diese zu bestätigen wird der Levene-Test für Varianzgleichheit angewandt und zusätzlich die Schiefe und die Kurtosis berechnet. Der Levene-Test ist zudem eine Voraussetzung für die folgende Anwendung des t-Testes. Mit den errechneten Werten der Schiefe und der Kurtosis wurde eine Z-Standardisierung (Schiefe und Kurtosis durch Standardfehler teilen), zum Erhalt standardisierter Werte durchgeführt. Definitionsgemäß sprechen Werte zwischen -1,96 und +1,96 für eine Normalverteilung. Unterschiede zwischen zwei Gruppen werden für kontinuierliche Variablen (hier z.B. Erfahrung in Bezug zum Scoreergebnis) mit dem unverbundenen t-Test (bei Normalverteilung) auf statistische Signifikanz getestet. Hiermit konnte errechnet werden, ob ein signifikanter Einfluss einer Variablen vorliegt (t-Test \neq 0 entspricht Effekt). Um eine Wirkungsvermutung auszudrücken wird die zweiseitige Signifikanz berechnet (Wert $<0,05$ entspricht Wirkungsvermutung). Das lokale Signifikanzniveau wird auf 0,05 gesetzt. Die Fragestellung wurde um die Parameter Geschlecht und OP-Dauer erweitert.

Zur Berechnung der Einflussstärke von Erfahrung, Geschlecht und Operationsdauer auf den SALAS-Score dient die lineare Regression. Mit dieser Analyse kann das R^2 , der Regressionskoeffizient und zur Signifikanzprüfung der p-Wert bestimmt werden. Anschließend wird ein lineares Regressionsmodell mit multiplen Variablen durchgeführt. Da drei Variablen bzw. Einflüsse in das Modell einfließen, bezieht sich die statistische Analyse auf das korrigierte R^2 . Abschließend wird eine lineare Rückwärtsregression durchgeführt, womit nur noch auf das Scoreergebnis relevante Einflüsse beinhaltet sind.

2. Ist die postoperative Bewertung des Kameraassistenten mit Hilfe des SALAS-Score bei verschiedenen Ratern gleich?

Die Reliabilität wird mit dem Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC) angegeben. Der ICC setzt intervallskalierte Werte voraus und kann Ausprägungen zwischen +1 und -1 annehmen. Der ICC wird in der Regel berechnet, um mehr als zwei Beobachter bzw. mehrere Beobachtungszeitpunkte miteinander zu vergleichen. Der errechnete Wert wird mit Hilfe der Richtlinien von Cicchetti und Koo & Li interpretiert. Bei Cicchetti bedeutet ein ICC unter 0,40 eine geringe Korrelation, zwischen 0,40 und 0,59 eine mäßige, zwischen 0,60 und 0,74 eine gute und zwischen 0,75 und 1,00 eine exzellente Korrelation [43]. Koo & Li sehen einen ICC unter 0,50 als gering an. Erreicht er einen Wert zwischen 0,50 und 0,75 ist er als mäßig, zwischen 0,75 bis 0,90 als gut und über 0,90 als exzellent zu werten [44].

Zusätzlich wird im Rahmen der zweiten Fragestellung Cronbachs Alpha berechnet. Dieses Maß für die innere Konsistenz drückt aus, wie stark die einzelnen Variablen des SALAS-Scores miteinander korrelieren. Cronbachs Alpha kann Werte zwischen minus unendlich und 1 annehmen. Das Alpha sollte mindestens 0,7 oder mehr betragen, um Testinstrumente, in der vorliegenden Ausarbeitung den SALAS-Score, akzeptabel anwenden zu können.

3. Ist die intra- und postoperative Bewertung des Kameraassistenten mit Hilfe des SALAS-Score durch denselben Rater gleich?

Da zwei metrisch skalierte Variablen, keine Extremwerte und ein vermuteter linearer Zusammenhang zwischen den Variablen vorliegt, kann die Übereinstimmung mit der Korrelation nach Pearson berechnet werden.

Der Korrelationskoeffizient wird mit einem Wert zwischen +1 und -1 angegeben. Das lokale Signifikanzniveau wird auf 0,01 gesetzt.

4. Ergebnisse

4.1 Analyse für Fundoplikationen

Bei den 20 Fundoplikationen sind 20% der Patienten männlich (n=4) und 80% weiblich (n=16). Das mittlere Alter der Patienten beträgt 54,0 Jahre. Die Kameraassistentz wird von drei weiblichen und 17 männlichen Kameraassistenten durchgeführt. Die Kameraassistenten werden anhand ihres Ausbildungsgrades in erfahrene (mindestens 100 absolvierte Kameraassistenten) und unerfahrene eingeteilt. Zehn Operationen werden von erfahrenen und zehn von unerfahrenen Assistenten ausgeführt.

Die Analyse der Operationsaufnahmedauer durch den intraoperativen Rater ergibt eine durchschnittliche Aufnahmezeit von 59,2 Minuten zur Bewertung der Kameraassistentz (Abbildung 18).

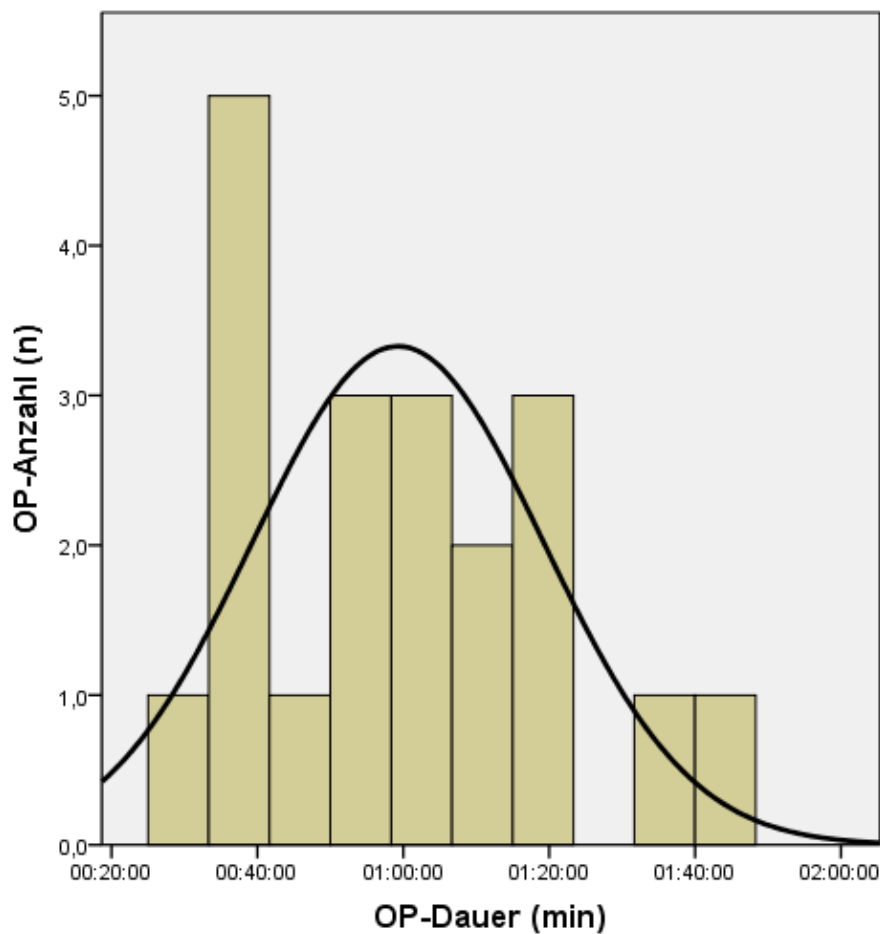


Abbildung 18: Verteilung der OP-Zeiten bei 20 Fundoplikationen

4.1.1 Erfahrung der Kameraassistentz und SALAS-Score

Der Levene-Test ergibt ein p-Wert von 0,129. Die Z-standardisierten Schiefe beträgt bei der erfahrenen Gruppe -1,08, die Z-standardisierte Kurtosis 0,31. Bei der unerfahrenen Gruppe beträgt die Z-standardisierte Schiefe 0 und die Kurtosis -0,68. In beiden Gruppen ergeben die Schiefe und die Kurtosis einen Wert zwischen $\pm 1,96$. Diese Berechnungen bestätigen die Normalverteilung der Werte.

Die intraoperativen Scoreergebnisse (Ordinate) in Bezug zur Erfahrung des Kameraassistenten (Abszisse) werden in den folgenden Boxplots dargestellt (Abbildung 19). Bei der erfahrenen Gruppe beträgt der Mittelwert 17,2 (SD=2,6), bei der unerfahrenen Gruppe 13,0 (SD=2,5). Die errechnete Übereinstimmung von Mittelwert und Median bestätigen die Normalverteilung der Werte.

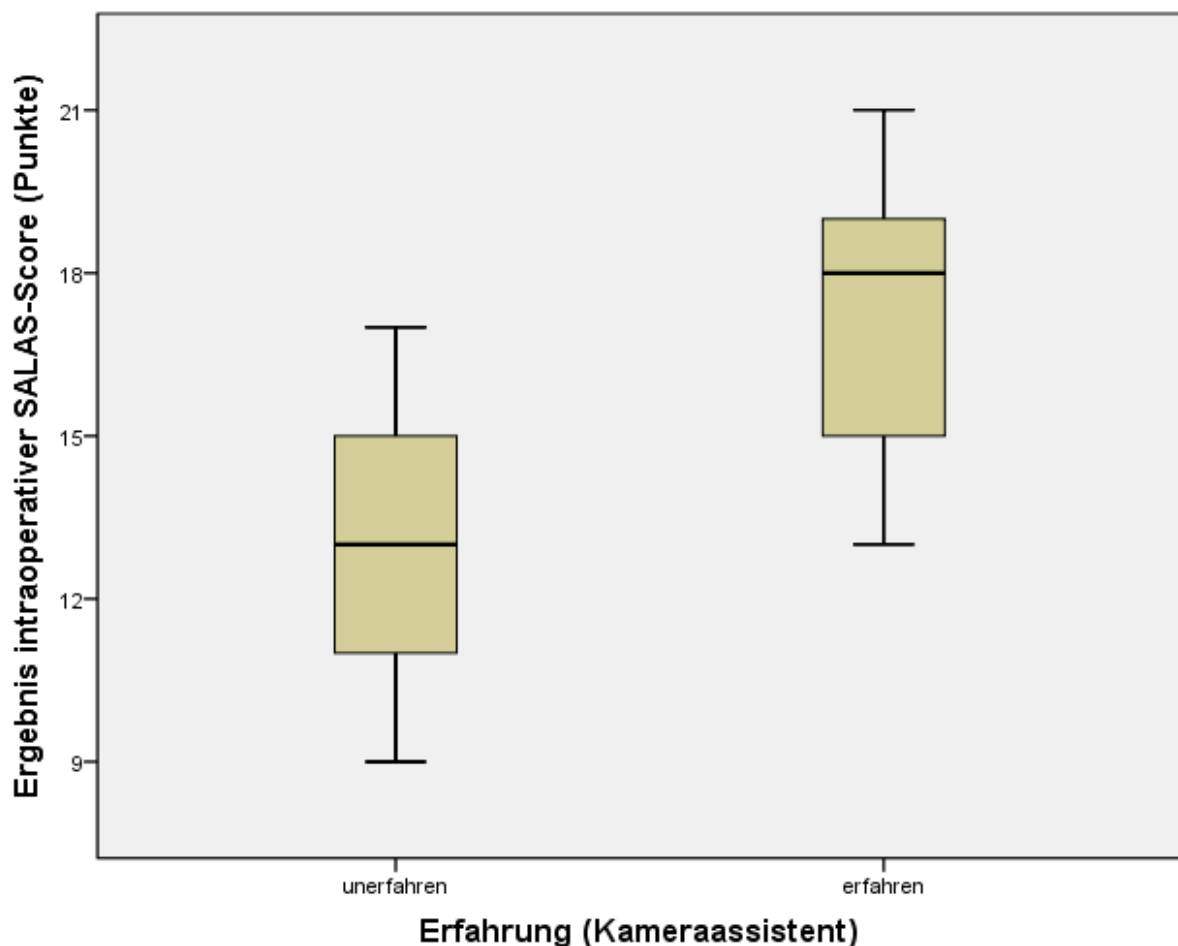


Abbildung 19: SALAS-Score und Kameraassistentenerfahrung

Für die intraoperative Bewertung kann mit dem unverbundenen T-Test statistisch nachgewiesen werden, dass die Erfahrung des Kameraassistenten einen positiven Effekt auf das SALAS-Scoreergebnis hat ($p=0,002$).

Tabelle 3: Ergebnisse der Konstruktvalidität: Vergleich von erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten (Intraoperative Analyse)

| | Erfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | Unerfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | P |
|---------|--|---|-------|
| Rater 1 | 17 (1,2) | 13 (1,0) | 0,002 |

Tabelle 4: Ergebnisse der Konstruktvalidität: Vergleich von erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten (videobasierte Analyse)

| | Erfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | Unerfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | P |
|---------|--|--|-------|
| Rater 1 | 16,2 (1,2) | 12,2 (1,0) | 0,020 |
| Rater 2 | 16,0 (0,7) | 13,0 (0,6) | 0,006 |
| Rater 3 | 17,0 (0,7) | 13,0 (0,8) | 0,002 |
| Rater 4 | 19,9 (0,6) | 14,2 (0,9) | 0,001 |

4.1.2 Geschlecht der Kameraassistenten und SALAS-Score

Bei der Einflussgröße des Geschlechts ergibt der Levene-Test einen p-Wert von 0,294. Der Z-standardisierte Wert der Schiefe liegt bei -0,30 und die Kurtosis bei 0,80 für die Kameraassistentinnen. Für männliche Assistenten ergibt die Z-standardisierte Schiefe 0,86 und die Kurtosis -0,48. Die Ergebnisse belegen die Normalverteilung der Werte.

Der Mittelwert beträgt bei den weiblichen Assistenten 13,67 Punkte (SD=2,30), bei den männlichen Assistenten ist der Mittelwert 15,35 (SD=3,40) (Abbildung 20). Die errechneten Mittelwerte und der Median bestätigen bei den weiblichen und männlichen Kameraassistenten die Normalverteilung der Werte.

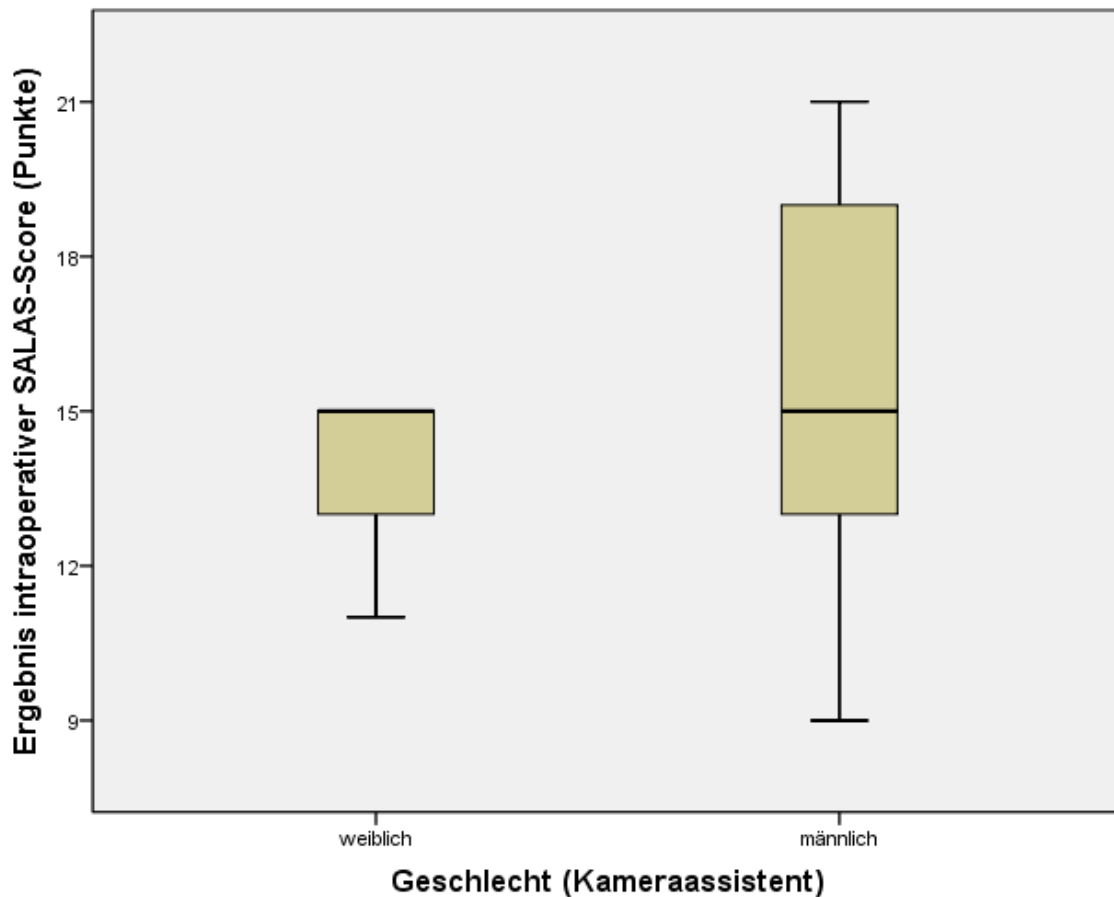


Abbildung 20: SALAS-Score und Geschlecht des Kameraassistenten

Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf das Ergebnis des SALAS-Score kann statistisch nicht nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

4.1.3 Operationsdauer (Dauer der Kameraassistenz) und SALAS-Score

Der Z-standardisierte Wert der Schiefe beträgt 0,99 und die Kurtosis -0,34. Bei der Operationsdauer liegt eine Normalverteilung der Werte vor.

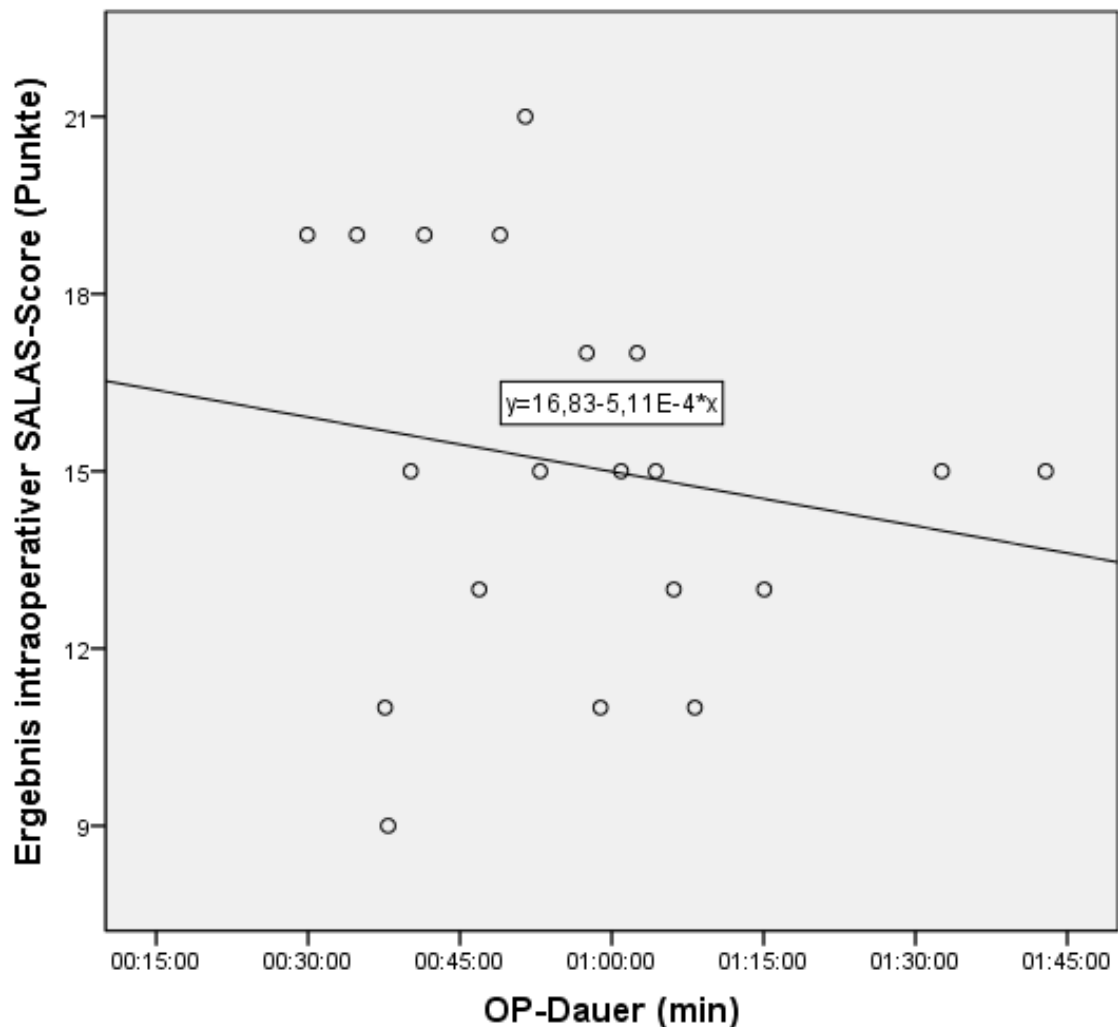


Abbildung 21: SALAS-Score und Operationsdauer

Das Streudiagramm bildet die Scoreergebnisse zu einer bestimmten Operationsdauer ab. Bei längerer Operationsdauer sinkt der Punktwert im SALAS-Score (Abbildung 21).

4.1.4 Einflussstärke der Parameter anhand der linearen Regression

Die lineare Regression zwischen der Erfahrung und dem Scoreergebnis ergibt ein R^2 von 0,21 und einen p-Wert von 0,043. Die Erfahrung in Bezug auf das SALAS-Scoreergebnis zeigt einen signifikanten Einfluss.

Die lineare Regression zwischen dem Geschlecht und dem Scoreergebnis weist ein R^2 von 0,013 und einen p-Wert von 0,640 auf. Der Einfluss durch das Geschlecht ist nicht signifikant.

Die lineare Regression zwischen der OP-Zeit und dem Scoreergebnis errechnet ein R^2 von 0,042 und einen p-Wert von 0,385. Die OP-Zeit beeinflusst das Gesamtscoreergebnis nicht signifikant.

4.1.5 Lineares Regressionsmodell mit multiplen Variablen

Die statistische Berechnung ergibt ein korrigiertes R^2 von 0,106. Die t-Werte ergeben für die Erfahrung 1,930, für das Geschlecht -0,835 und für die Operationszeit -0,806. Die p-Werte betragen für die Erfahrung 0,071, für das Geschlecht auf 0,416 und für die Operationszeit 0,432. Für die drei Variablen kann mit diesem Regressionsmodell kein signifikantes Ergebnis nachgewiesen werden.

4.1.6 Modell der Rückwärtsregression

Die Erfahrung ist in der Rückwärtsregression eine signifikante Einflussvariable. Das Geschlecht und die OP-Zeit werden als signifikante Einflussvariablen ausgeschlossen.

4.1.7 Reliabilität des SALAS- Scores

Der ICC (Intraklassen-Korrelationskoeffizient) beträgt 0,943. Nach Cicchetti und Koo & Lee wird die Intraklassenkorrelation als exzellent gewertet. Die Scoreergebnisse der einzelnen Rater stimmen damit stark miteinander überein.

Cronbachs Alpha beträgt bei der statistischen Analyse 0,948. Die Berechnungen ergeben eine hohe interne Konsistenz im SALAS-Score und eine starke Verbindung der einzelnen Variablen (fünf Bewertungskriterien).

Für die Berechnung des ICC und Cronbachs Alpha werden die Gesamtscoreergebnisse des intraoperativen und der postoperativen Rater verwendet. In der folgenden Tabelle 5 werden die Ergebnisse der postoperativen Bewertung durch die videobasierte Analyse dargestellt.

Tabelle 5: Ergebnisse der SALAS Validierung anhand videobasierter Analyse von laparoskopischen Fundoplikationen (n=20)

| SALAS Wertung | SALAS-Score | (1, 3 o. 5 Punkte) | | | | ICC | Cronbachs Alpha |
|---------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|---------|-------|-----------------|
| | | Rater 1 | Rater 2 | Rater 3 | Rater 4 | | |
| | Gesamt (SD) | Gesamt (SD) | Gesamt (SD) | Gesamt (SD) | | | |
| Gesamtscore | 14,2 (3,9) | 14,5 (2,6) | 15,0 (3,2) | 17,1 (3,7) | 0,913 | 0,922 | |

4.1.8 Intra- und postoperative Übereinstimmung der Bewertung desselben Raters

Die Korrelation zwischen intra- und postoperativem Scoreergebnis nach Pearson ergibt einen Wert von 0,80 ($p=0,01$). Das folgende Diagramm veranschaulicht eine starke Korrelation zwischen den durch denselben Rater intraoperativ und postoperativ erzielten Ergebnissen (Abbildung 22).

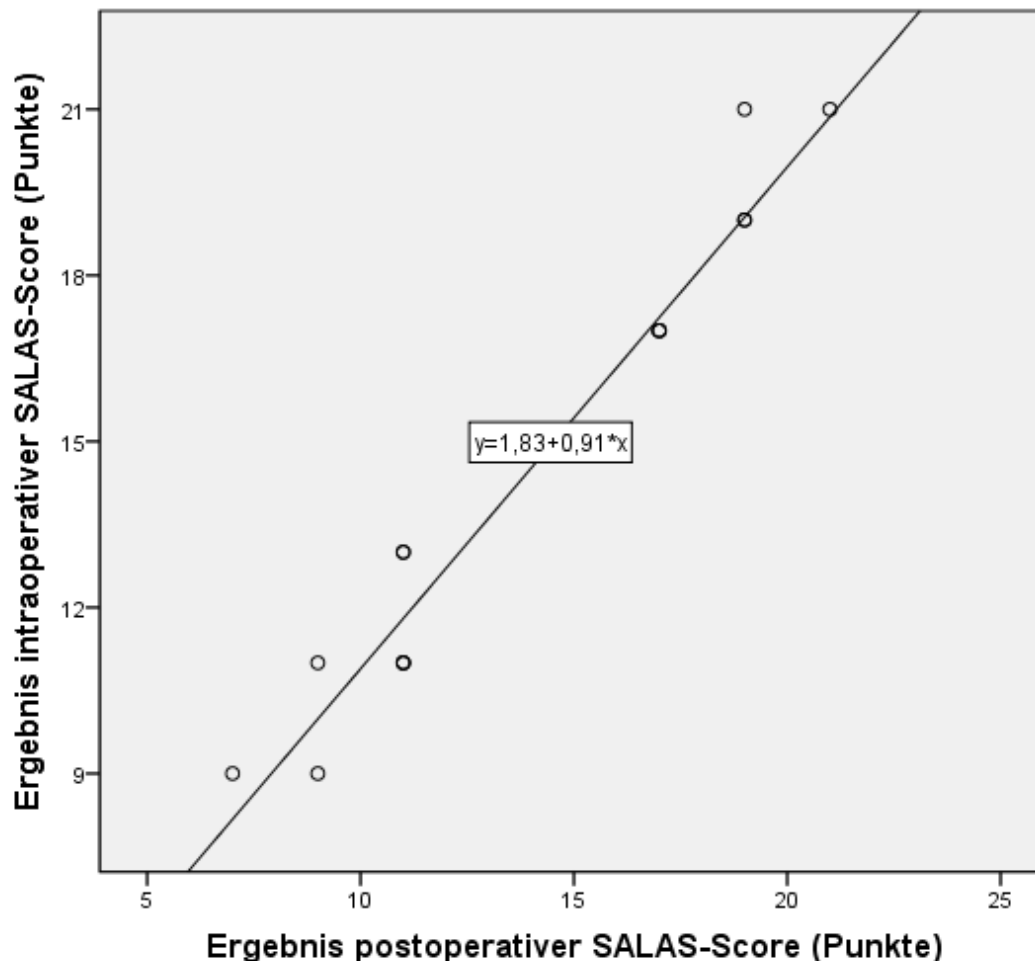


Abbildung 22: Korrelation des erzielten intraoperativen und postoperativen SALAS-Scoreergebnis

4.2 Analyse für kolorektalen Resektionen

In der klinischen Studie werden insgesamt 20 kolorektale Resektionen ausgewertet. Dazu zählen zwölf Sigmaresektionen, fünf linke Hemikolektomien und drei anteriore Rektumresektionen. Insgesamt sind 75% der Patienten männlich (n=15) und 25% weiblich (n=5). Das mittlere Alter der Patienten lag bei 63,5 Jahren.

Die Kameraassistenten werden von vier weiblichen und 16 männlichen Kameraassistenten durchgeführt. Die Kameraassistenten werden anhand des Ausbildungsgrades in erfahren (mindestens 100 absolvierte Kameraassistenten) und unerfahren eingeteilt. Elf Kameraassistenten werden von erfahrenen und zwölf von unerfahrenen Assistenten durchgeführt.

Die durchschnittliche Aufnahmezeit zur Kameraassistentenbewertung bei den kolorektalen Resektionen beträgt 39,53 Minuten (Abbildung 23).

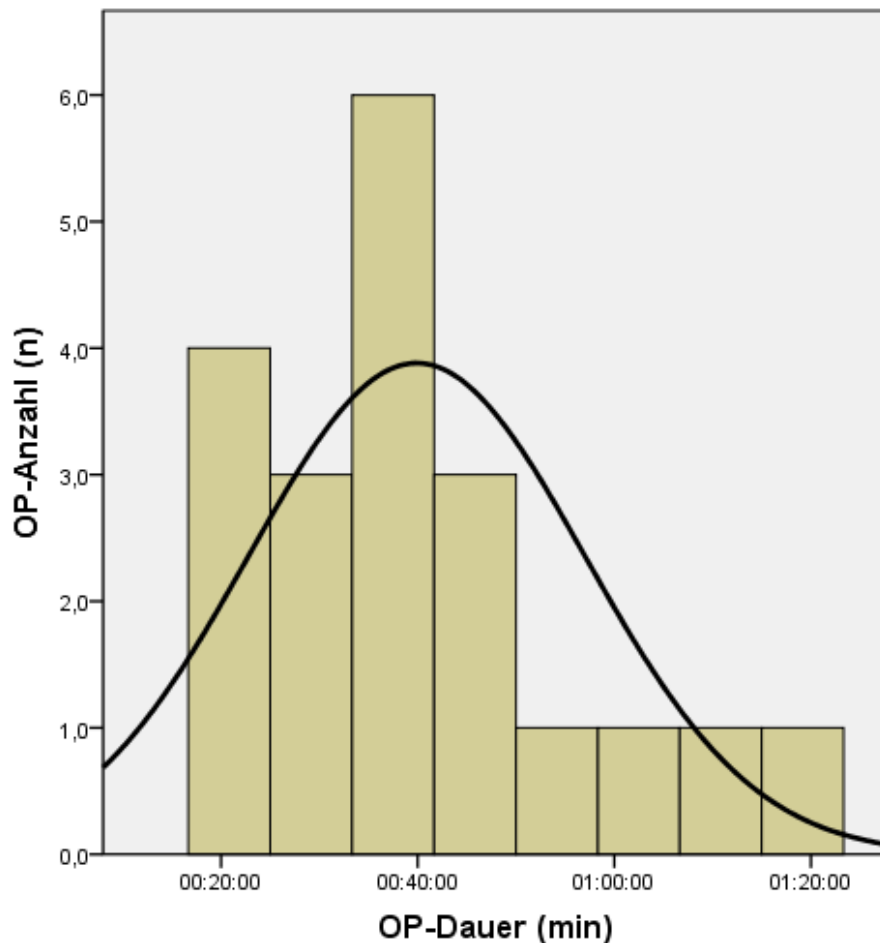


Abbildung 23: Verteilung der OP-Zeiten bei 20 kolorektale Resektionen

4.2.1 Erfahrung der Kameraassistentz und SALAS-Score

Der Levene-Test ergibt ein p-Wert von 0,518. Die Z-standardisierten Schiefe beträgt bei der erfahrenen Gruppe 0,590, die Z-standardisierte Kurtosis -0,64. Bei der unerfahrenen Gruppe ist die Z-standardisierte Schiefe -0,262 und die Kurtosis -1,19. Beide Gruppen erhalten für die Schiefe und Kurtosis einen Wert zwischen $\pm 1,96$. Die Ergebnisse bestätigen die Normalverteilung der Werte.

Bei der erfahrenen Gruppe beträgt der Mittelwert 18,64 Punkte (SD=2,94). Die unerfahrene Gruppe erzielt einen Mittelwert von 14,78 Punkte (SD=3,66). Die Normalverteilung der Werte wird durch die Übereinstimmung von Mittelwert und Median bestätigt (Abbildung 24).

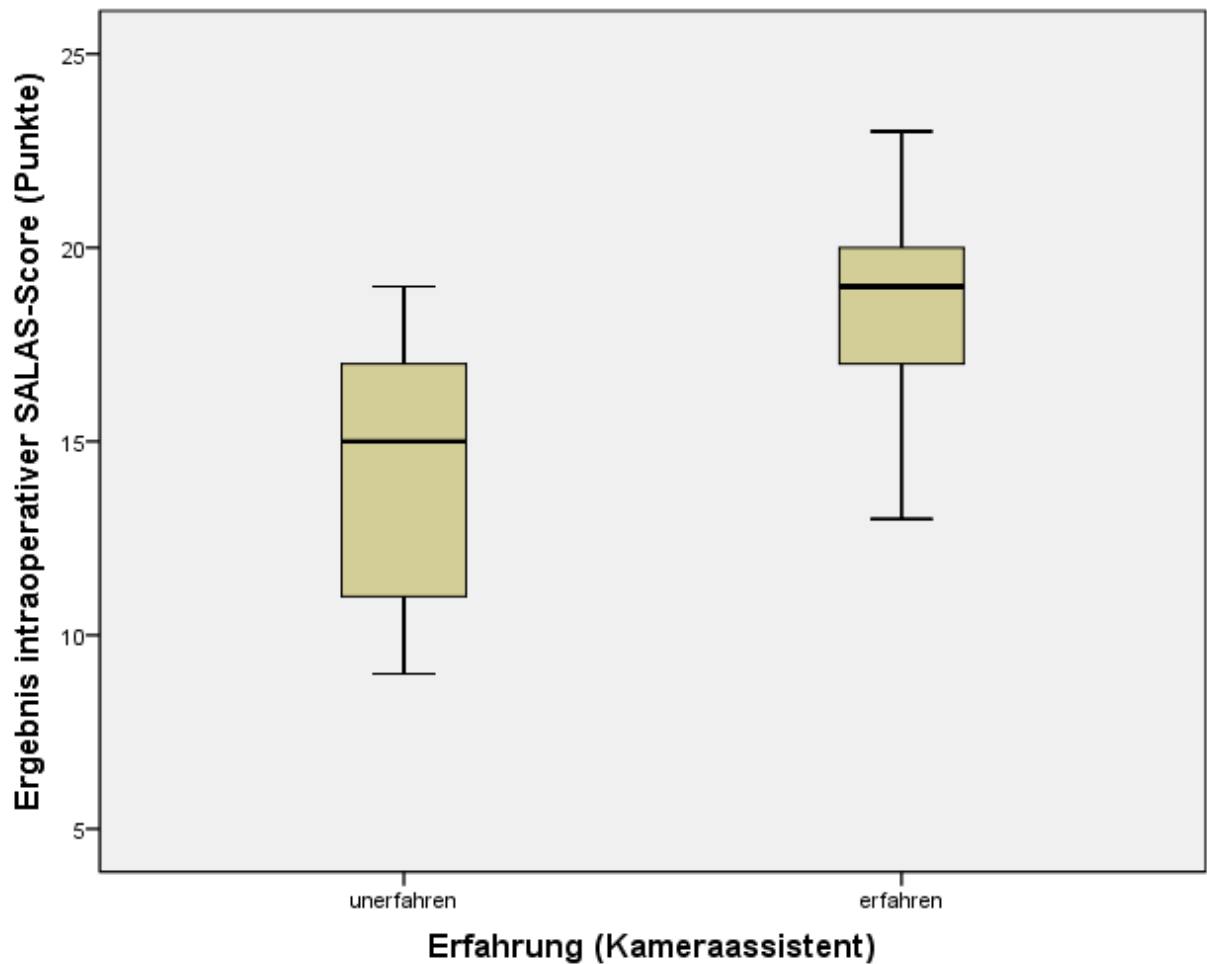


Abbildung 24: SALAS-Score und Kameraassistenzerfahrung

Für die intraoperative Bewertung kann mit dem unverbundenen T-Test statistisch nachgewiesen werden, dass die Erfahrung des Kameraassistenten einen positiven Effekt auf das SALAS-Score Ergebnis hat ($p=0,043$).

Tabelle 6: Ergebnisse der Konstruktvalidität: Vergleich von erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten (Intraoperative Analyse)

| | Erfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | Unerfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | P |
|---------|--|---|-------|
| Rater 1 | 18,6 (0,9) | 14,8 (1,2) | 0,018 |

Tabelle 7: Ergebnisse der Konstruktvalidität: Vergleich von erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten (Videobasierte Analyse)

| | Erfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | Unerfahrene (n=10) Gesamtpunktzahl (SD) | P |
|---------|--|--|-------|
| Rater 1 | 18,2 (0,7) | 13,0 (1,8) | 0,008 |
| Rater 2 | 19,1 (0,7) | 15,6 (1,2) | 0,014 |
| Rater 3 | 19,7 (0,7) | 15,8 (0,9) | 0,003 |
| Rater 4 | 17,7 (0,6) | 14,6 (1,0) | 0,009 |

4.2.2 Geschlecht der Kameraassistenten und SALAS-Score

Beim Geschlecht ergibt der Levene-Test einen p-Wert von 0,313. Der Z-standardisierte Wert der Schiefe ist 0,84 und der Wert der Kurtosis beträgt -0,49 für die Kameraassistentinnen. Für männliche Assistenten ergibt die Z-standardisierte Schiefe 0,28 und die Kurtosis -0,45. Die Ergebnisse bestätigen die Normalverteilung der Werte. Der Mittelwert der weiblichen Assistenten beträgt 16,5 Punkte (SD=2,5). Bei den männlichen Assistenten liegt der Mittelwert bei 17,0 Punkten (SD=4,1) (Abbildung 25). Die berechneten Mittelwerte und der Median bestätigen die Normalverteilung der Werte.



Abbildung 25: SALAS-Score und Geschlecht des Kameraassistenten

Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf das SALAS-Scoreergebnis kann nicht nachgewiesen werden ($p > 0,05$).

4.2.3 Operationsdauer (Dauer der Kameraassistenz) und SALAS-Score

Die Berechnung der Z-standardisierten Schiefe ergibt 2,14 und die der Kurtosis 0,81. Bei der Operationsdauer liegt eine Normalverteilung der Werte vor.

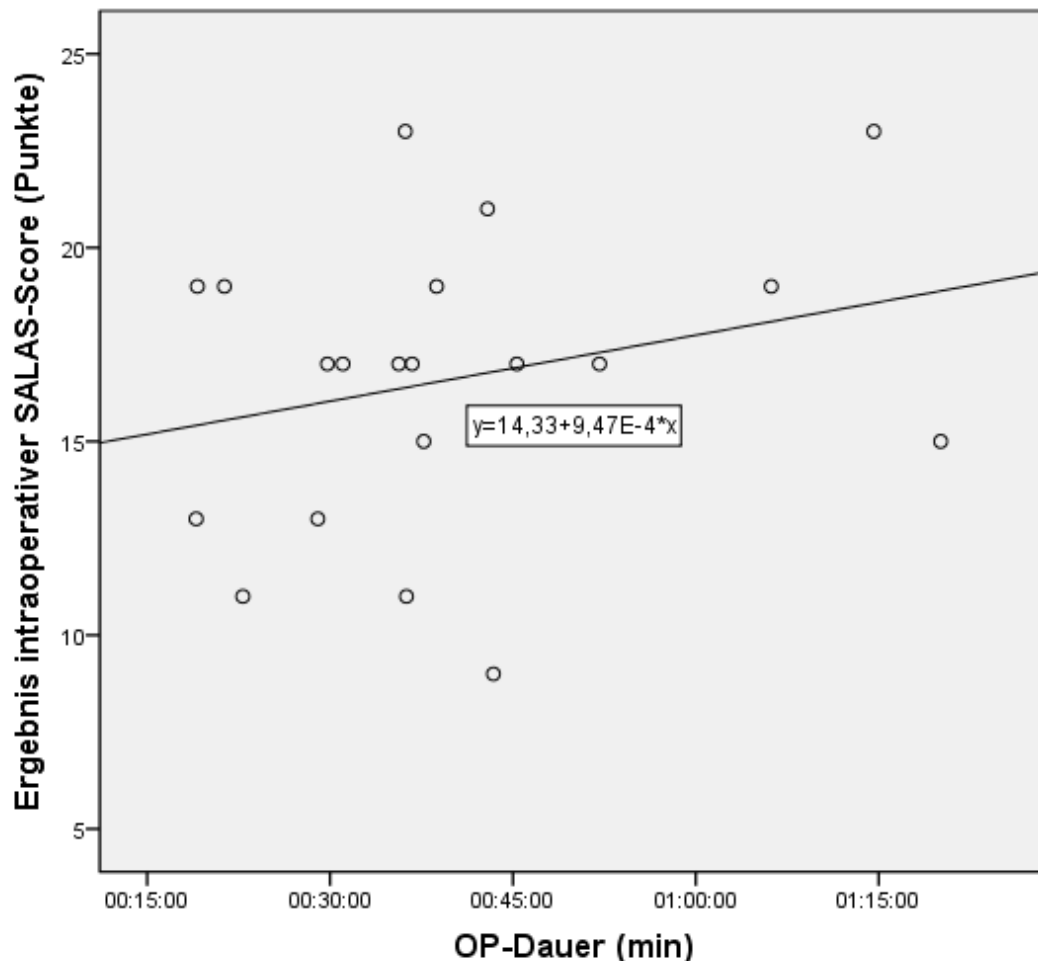


Abbildung 26: SALAS-Score und Operationsdauer

Das Streudiagramm bildet die Scoreergebnisse zu bestimmten Operationszeiten ab. Bei längerer Operationsdauer steigt die Punktezahl im SALAS-Score (Abbildung 26).

4.2.4 Einflussstärke der Parameter anhand der linearen Regression

Die lineare Regression zwischen der Erfahrung und dem Scoreergebnis ergibt ein R^2 von 0,253. Der p-Wert der Regression ist 0,024 und damit kleiner als 0,05. Der Einfluss der Erfahrung auf das Scoreergebnis ist daher signifikant.

Die lineare Regression zwischen dem Geschlecht und dem Scoreergebnis weist ein R^2 von 0,013 und einen p-Wert von 0,64 auf. Der Einfluss durch das Geschlecht ist nicht signifikant.

Die lineare Regression zwischen der OP-Zeit und dem Scoreergebnis errechnet ein R^2 von 0,001 und einen p-Wert von 0,947. Der Einfluss der OP-Zeit auf das Gesamtscoreergebnis ist nicht signifikant.

4.2.5 Lineares Regressionsmodell mit multiplen Variablen

Die statistische Auswertung ergibt ein korrigiertes R^2 von 0,313. Die t-Werte ergeben für die Erfahrung 3,37, für das Geschlecht 2,09 und für die Operationszeit -0,83. Die p-Werte betragen für die Erfahrung 0,004, für das Geschlecht 0,053 und für die Operationszeit 0,421. Für die Erfahrung konnte ein signifikanter Einfluss bei diesem Modell gezeigt werden, für das Geschlecht und die Operationszeit nicht.

4.2.6 Modell der Rückwärtsregression

Die Rückwärtsregression berechnet die Erfahrung und das Geschlecht als signifikante Einflussvariable. Die OP-Zeit wird ausgeschlossen.

4.2.7 Reliabilität des SALAS- Scores

Der ICC (Intraklassen-Korrelationskoeffizient) beträgt 0,922. Nach Cicchetti und Koo & Lee wird eine starke Intraklassenkorrelation festgestellt. Die Scoreergebnisse der einzelnen Rater stimmen damit stark miteinander überein.

Cronbachs Alpha beträgt bei der statistischen Analyse 0,924. Die Berechnungen ergeben eine hohe interne Konsistenz im SALAS-Score und eine starke Verbindung der einzelnen Variablen (fünf Bewertungskriterien).

Für die Berechnung des ICC und Cronbachs Alpha werden die Gesamtscoreergebnisse des intraoperativen und der postoperativen Rater verwendet. In Tabelle 8 werden die Ergebnisse der postoperativen Bewertung durch die videobasierte Analyse dargestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse der SALAS Validierung anhand videobasierter Analyse von laparoskopischen kolorektalen Resektionen (n=20)

| SALAS Wertung | SALAS-Score | (1, 3 o. 5 Punkte) | | | | ICC | Cronbachs Alpha |
|---------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|---------|-------|-----------------|
| | | Rater 1 | Rater 2 | Rater 3 | Rater 4 | | |
| | Gesamt (SD) | Gesamt (SD) | Gesamt (SD) | Gesamt (SD) | | | |
| Gesamtscore | 15,9 (4,7) | 17,6 (3,3) | 17,9 (3,2) | 16,3 (2,8) | 0,902 | 0,903 | |

4.2.8 Intra-und postoperative Übereinstimmung der Bewertung desselben Raters

Die Korrelation zwischen intra- und postoperativem Scoreergebnis nach Pearson ergibt einen Wert von 0,96 ($p=0,01$). Das folgende Diagramm veranschaulicht eine starke Korrelation zwischen den durch denselben Rater intraoperativ und postoperativ erzielten Ergebnissen (Abbildung 27).

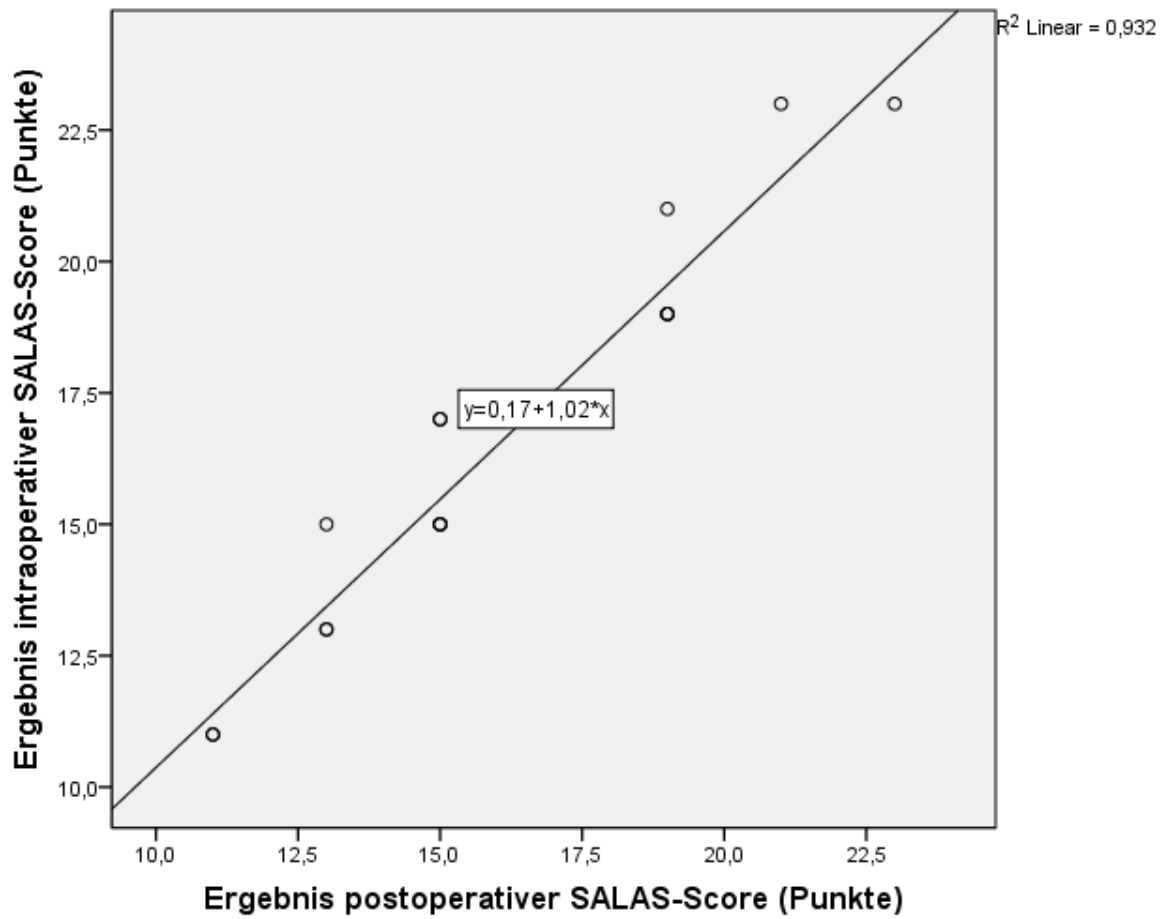


Abbildung 27: Korrelation des erzielten intraoperativen und postoperativen SALAS-Scoreergebnis

5. Diskussion

5.1 Virtuelle im Vergleich zur realen intraoperativen Kameraassistentzbe- wertung

Die Kameraassistentz ist in der laparoskopischen Allgemein- und Viszeralchirurgie im klinischen Alltag von großer Bedeutung. Wissenschaftlich wurde dieser Aspekt jedoch lange Zeit nicht hinreichend untersucht. Im virtuellen Setting haben Graafland et al. und Paschold et al. die Kameraassistentz bei laparoskopischen Operationen bereits bewertet. Die Unterschiede zu dieser Arbeit werden im folgenden Abschnitt diskutiert.

Die Resultate bei Graafland et al. basierten lediglich auf der Augenscheinvalidität, die mittels entsprechend beurteilter Fragebögen der Studienteilnehmer erzielt wurden [29]. Zwar zählt diese Form zur internen Validität eines Testverfahrens, jedoch bildet sie diese lediglich durch Plausibilität ab. Augenscheinvalidität sagt nichts über die Inhalts-, Kriteriums- und Konstruktvalidität aus, sondern basiert auf der Akzeptanz für ein Messverfahren. In der vorliegenden Arbeit werden hingegen die Konstruktvalidität und die Reliabilität (ICC, Cronbachs Alpha) als Kriterien für die Gültigkeit der wissenschaftlichen Untersuchungen bestimmt.

Die Differenzierung zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten wurde bei Graafland et al. durch das LCN-Modul am virtuellen Laparoskopietrainer Simendo vorgenommen [29]. Bei Paschold et al. wurden drei validierte Aufgaben (Kameranavigation, peg transfer, fine dissection) an drei aufeinanderfolgenden Tagen am virtuellen Laparoskopietrainer durchgeführt [30]. Die Unterscheidung zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten wurde somit bei beiden Studien im virtuellen Setting durch die Bewertung der Aufgaben am Laparoskopietrainer vorgenommen. Der anschließende Vergleich der beider Gruppen bildete die Grundlage der Differenzierung.

Im Unterschied zu den beiden Studien wurden in der vorliegenden Arbeit zunächst alle Teilnehmer, unabhängig davon ob der Kameraassistent erfahren oder unerfahren war, durch den SALAS-Score bewertet. Erst im Anschluss wurde retrospektiv untersucht, ob erfahrene Assistenten auch bessere Ergebnisse erzielen konnten als Unerfahrene. Die Ergebnisse der erfahrenen Rater wurden somit nicht als direkte Vergleichsgröße zu den unerfahrenen genutzt, sondern die Differenzierung unab-

hängig davon durch den SALAS-Score abgebildet. Zudem wurde bei Graafland et al. und Paschold et al. die Kameraassistentzbewertung lediglich virtuell und nicht unter realen Operationsbedingungen durchgeführt. Die Resultate sind somit als wissenschaftliche Grundlage der Kameraassistentzbewertung zu verstehen. Die Bewertung im realen Setting, wie in der vorliegenden klinischen Arbeit, stellt eine deutliche Weiterentwicklung der Bewertungsmöglichkeit gegenüber den Studien von Graafland et al. und Paschold et al. dar [3]. Mit der Validierung des SALAS-Scores in der vorliegenden Arbeit und unter Berücksichtigung der vorausgegangenen Arbeit von Huber et al. ist eine für die Kameraassistentz entwickelte Bewertungsmöglichkeit, sowohl im virtuellen als auch im intra- und postoperativen Operationssetting, entwickelt worden [32].

5.2 Vergleich der intraoperativen Kameraassistentzbewertung

Huber et al. validierten den SALAS-Score anhand von Cholezystektomien [3]. Die vorliegende Studie führte dies am Beispiel von Fundoplikationen und linksseitigen Kolonresektionen durch. Der Bewertungsablauf und die Anwendung der Bewertungskriterien des SALAS-Scores waren in beiden Studien identisch. Auf Basis der erzielten intra- und postoperativen Scoreergebnisse, bei denen signifikante Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Ratern festgestellt wurden ($p < 0,05$), werteten beide Studien den SALAS-Score als valide [41]. Damit ist ein Score vorhanden, der die Kameraassistentz multipler laparoskopischen Operationen objektiv bewerten kann [42]

Zur Arbeit von Nilsson et al. unterscheidet sich die vorliegende Studie jedoch deutlich. Zur Bewertung der Kameraassistentz wurden bei Nilsson et al. Kriterien wie „häufig“, „die meiste Zeit“, „stetig“ und „wiederholt“ genutzt [31]. Diese Bewertungskriterien, welche einen relevanten subjektiven Bewertungsspielraum zuließen, wurden in dieser Arbeit durch objektive Kriterien ersetzt [39]. Zu ihnen zählen das Zentrieren des Operationsfeldes, das korrekte Einstellen des Horizonts, die Darstellung der Instrumente im Blickfeld sowie die Anzahl der verbalen Kommandos und manuellen Korrekturen durch den Operateur. Die Bewertungsmöglichkeit der Kameraassistentz durch den SALAS-Score lässt im Vergleich zu Nilsson et al. [31] eine deutlich objektivere Beurteilung zu. Weitere, in dieser Arbeit beschriebene Kriterien, tragen zur Steigerung der Objektivität bei. Zum einen führt ein intraoperativer Rater die Kameraassistentzbewertung unabhängig vom Operateur durch. Zum anderen wird die Objektivität durch weitere vier

Rater verbessert, indem diese die Kameraassistenten anhand dem intraoperativ aufgezeichneten Bild- und Tonmaterial zusätzlich bewerten.

Die von Huber et al. errechnete interne Konsistenz des SALAS-Scores mit einem Cronbachs Alpha von $>0,7$ konnte in dieser Arbeit bestätigt werden [3]. Cronbachs Alpha betrug bei der intraoperativen Analyse der Fundoplikationen 0,948 und bei den kolorektalen Resektionen 0,924. Diese Berechnung zeigt bestätigend zu den Ergebnissen von Huber et al., dass eine hohe interne Konsistenz und damit eine starke Verbindung der einzelnen Variablen („manual correction“, „verbal correction“, „target out of view“, „centering“ und „horizon“) besteht [3].

Bei den durch Huber et al. untersuchten Cholezystektomien zeigte sich eine niedrige Interratervariabilität mit einem ICC von 0,866 [3]. Bei den Fundoplikationen beträgt der ICC 0,943, bei den linksseitigen Kolonresektionen 0,922. Die errechneten Werte liegen über der Marke von 0,90, wodurch ebenfalls eine sehr gute Intraklassenkorrelation festgestellt wird (Koo, Li; Cicchetti). Wie schon bei den Cholezystektomien gibt es auch bei den Fundoplikationen und linksseitigen Kolonresektionen zwischen den Ratern eine hohe Übereinstimmung der Scoreergebnisse.

Bei Fundoplikationen ($p=0,002$) und kolorektale Resektionen ($p=0,018$) wird in dieser Arbeit bestätigt, dass erfahrene Kameraassistenten ein besseres Ergebnis im SALAS-Score erzielen als Unerfahrene. Bei den Cholezystektomien wurde ebenfalls mit einem $p<0,050$ bereits nachgewiesen, dass mit vorhandener Erfahrung ein besseres Ergebnis im SALAS-Score erzielt werden konnte [3].

Es kann statistisch sowohl bei Huber et al. [3], als auch in dieser Arbeit festgestellt werden, dass das Scoreergebnis vom einzelnen Rater unabhängig ist und der Kameraassistent mit dem SALAS-Score objektiv bewertet werden kann. Zudem wird gezeigt, dass die Zusammenstellung der einzelnen Items des SALAS-Score („manual correction“, „verbal correction“, „target out of view“, „centering“, „horizon“) eine hohe interne Konsistenz erzielt und sie sich damit zur Validierung der Kameraassistenten eignet.

5.3 Neue Resultate

5.3.1 Einfluss von Geschlecht und Operationsdauer auf den SALAS-Score

Neben der Kameraassistenzerfahrung wurden zum ersten Mal weitere Faktoren bezüglich des Einflusses auf den SALAS-Score getestet. Dazu wurde bei den Fundoplikationen und den kolorektalen Resektionen der Einfluss der Faktoren Geschlecht und Operationsdauer auf das Scoreergebnis untersucht. Bezüglich des Geschlechtes konnte bei beiden Operationen kein signifikanter Einfluss festgestellt werden.

Sowohl bei den Fundoplikationen als auch bei den kolorektalen Resektionen zeigten die Streudiagramme (Abbildung 22 und Abbildung 27) eine Auswirkung der Operationsdauer auf das Scoreergebnis. Bei den Fundoplikationen wurde ein negativer Einfluss, bei den kolorektalen Resektionen hingegen ein positiver Einfluss gezeigt.

Erstmalig wurde eine lineare Regression für beide Interventionen durchgeführt, um die Einflussstärke einzelner Variablen zu prüfen. Die Berechnung enthielt die Variablen Erfahrung, Geschlecht und Operationsdauer, deren Einfluss auf das Scoreergebnis analysiert wurden.

Sowohl bei den Fundoplikationen als auch bei den kolorektalen Resektionen wurden durch die lineare Regression ein signifikanter Einfluss der Erfahrung auf das SALAS-Scoreergebnis festgestellt.

Die lineare Regression von Geschlecht bzw. der OP-Zeit und dem Scoreergebnis ergaben bei beiden Operationen keinen signifikanten Einfluss.

Um die Ergebnisse der linearen Regression weiter zu überprüfen wurde das lineare Regressionsmodell mit multiplen Variablen zur Untersuchung der potentiellen Einflussfaktoren auf den SALAS-Score genutzt. Beim linearen Regressionsmodell mit multiplen Variablen wurde der gemeinsame Einfluss der drei Variablen gleichzeitig untersucht. Ziel war es herauszufinden, ob durch dieses Modell der Gesamteinfluss auf das Scoreergebnis noch besser erklärt werden konnte.

Für die drei Variablen konnte bei den Fundoplikationen durch dieses Regressionsmodell kein signifikantes Ergebnis nachgewiesen werden. Das multivariate zeigte im Vergleich zum univariaten Modell zwar einen Einfluss, jedoch passte dieses schlechter zu den erhobenen Daten. Bei den kolorektalen Resektionen wurde für die drei

Variablen im multivariaten Modell ein Einfluss auf den Gesamtscore festgestellt. Zudem passte dieses besser zu den erhobenen Daten als das univariate.

Mit der Rückwärtsregression wurden im Anschluss an das Regressionsmodell mit multiplen Variablen, relevante Einflüsse auf das Scoreergebnis herausgefiltert. Bei den Fundoplikationen zeigte die Rückwärtsregression bis auf die Erfahrung keine weiteren signifikanten Einflussvariablen. Dieses Ergebnis bestärkte das Resultat der zuvor berechneten univariaten linearen Regressionen, die ebenfalls nur die Erfahrung als signifikanten Einfluss auf das Gesamtscoreergebnis errechnete.

Bei den kolorektalen Resektionen wurde bei der Rückwärtsregression die Erfahrung und das Geschlecht als signifikante Einflussvariable angezeigt. Die Rolle des Geschlechts als relevanter Einflussfaktor bei den kolorektalen Resektionen wurde daraufhin differenziert untersucht.

Bei der Fundoplikatio wurde die Kameraassistentz drei Mal durch eine Frau und 17 Mal durch einen Mann durchgeführt. Bei den linksseitigen Kolonresektionen gab es fünf Mal eine weibliche und 15 Mal ein männliche Kameraassistentz. Aufgrund der ungleichen Aufteilung der Kameraassistentzen war eine Bewertung des Einflusses des Geschlechts auf den Gesamtscore nur bedingt möglich. Gute bzw. schlechte Scoreergebnisse einer weiblichen Kameraassistentz haben aufgrund der geringen Anzahl von drei (Fundoplikationen) bzw. fünf (Kolarektale Resektionen) Bewertungen einen stärkeren Einfluss auf das durchschnittliche weibliche Gesamtscoreergebnis im Vergleich zu den Männern. Beim durchschnittlichen männlichen Gesamtscore fällt ein gutes bzw. schlechtes Scoreergebnis dagegen weniger stark ins Gewicht, da zum Beispiel ein schlechtes Ergebnis durch mehrere gute Scoreergebnisse korrigiert werden können (Fundoplikatio 17; kolorektale Resektionen 15). Daher lässt sich festhalten, dass der Einfluss des Geschlechts, welcher in dieser Arbeit bei den kolorektalen Resektionen in der Rückwärtsregression festgestellt wurde, vernachlässigt werden kann.

Außerdem wurde bei den Fundoplikationen und den kolorektalen Resektionen die Korrelation zwischen Operationszeit und dem Ergebnis im SALAS-Score untersucht. Eine statistische Signifikanz wird jedoch bei beiden Operationen nicht erreicht ($p > 0,05$) [41, 42].

5.3.2 Intra- und postoperative Übereinstimmung des SALAS-Scores durch denselben Rater

Ob das Ergebnis im SALAS-Score intra- und postoperativ anhand der Video- und Audioaufzeichnung durch denselben Rater zum gleichen Ergebnis führt, war bislang ebenfalls noch kein wissenschaftlicher Untersuchungsbestandteil.

Bei den Fundoplikationen, wie auch bei den kolorektalen Resektionen wurde eine starke Korrelation festgestellt (Pearson=0,80; 0,96; $p=0,01$). Daraus folgt, dass derselbe Rater sowohl intraoperativ als auch zu einem beliebigen Zeitpunkt postoperativ, mit Hilfe der angefertigten Split Screen Darstellung, denselben SALAS-Score erzielt. Die Video- und Audioaufnahmen können somit im dargestellten Split Screen zur Bewertung des Kameraassistenten genutzt werden

5.3.3 Bewertung von Teilabschnitten und Auswirkung auf die Validität des SALAS-Score

Die vorliegende Arbeit untersucht bei den kolorektalen Resektionen zusätzlich, ob die Reliabilität und die Konstruktvalidität des SALAS-Scores auch für lediglich einen Operationsabschnitt erreicht werden kann. Im Vergleich zur gesamten Operationsdauer dienen dazu die synchronisierten Video- und Audioaufzeichnungen. Für diese Auswertung bewerten zwei Rater die komplette Aufnahmezeit (Gruppe A), weitere zwei Rater lediglich das zweite und dritte Quartil (Gruppe B) und somit 50% der Aufnahmedauer. Erfahrene und unerfahrene Kameraassistenten sind annähernd gleich verteilt ($n=11$ vs. $n=9$). Es kann gezeigt werden, dass in beiden Gruppen zwischen erfahrenen und unerfahrenen Kameraassistenten unterschieden werden kann (Gruppe A, $p < 0.05$; Gruppe B, $p < 0.05$). Die Interratervariabilität und die Reliabilität können mit einem Intraklassenkorrelationskoeffizient (ICC) von 0,88 bestätigt werden [42].

Die vorliegende Untersuchung liefert die erste intraoperative, objektive und strukturierte Bewertung der laparoskopischen Kameranavigation in der kolorektalen Chirurgie. Es wird gezeigt, dass der SALAS-Score ein reliables Instrument zur Bewertung der laparoskopischen Kameranavigation ist, sowohl für kolorektale Resektionen welche über die gesamte Operationszeit und welche die mit 50% der Aufnahmedauer

(zweites und drittes Quartil) bewertet werden. Die Konstruktvalidität wird bewiesen, indem zwischen erfahrenem und unerfahrenem Kameraassistenten unterschieden werden kann.

5.4 Kameranavigation beim roboterassistierten Operieren

Ein möglicher Einfluss der Kameranavigation auf das Operationsergebnis der roboterunterstützten laparoskopischen Rektumresektion ist durchaus vorstellbar. Als Grundlage für diese Annahme kann die multizentrisch randomisierte ROLARR-Studie dienen. Sowohl beim primären als auch bei den sekundären Zielen, konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der roboterassistierten Rektumresektion (RAR) und der konventionellen laparoskopischen Rektumresektion (LR) festgestellt werden. Die Subgruppenanalyse zeigte allerdings, dass Vorteile bei Männern bestehen, welche eine tiefe anteriore Rektumresektion erhielten [36].

Bezüglich der Kameraassistenz ist beim roboterassistierten Operieren (Da-Vinci-Operationssystem) ein System installiert worden, mit dem der Chirurg die dreidimensionale Kamera selbst steuern und in die gewünschte Position bringen kann [45]. Der Chirurg ist bei diesem System im Vergleich zur konventionellen Laparoskopie zugleich Operateur und Kameraassistent in einer Person [46].

Ein möglicher positiver Aspekt der Kameranavigation auf das Operationsergebnis in der Subgruppe könnte darin bestehen, dass der Chirurg selbst gezielt die Bereiche ansteuert und anvisiert, die er operiert. Die Abhängigkeit vom Kameraassistenten ist dabei nicht gegeben und ein präziseres Operieren könnte möglich sein, auch bei insgesamt längerer Operationszeit. Bezüglich der Sicht bietet die Dreidimensionalität und die Möglichkeit des Heranzoomens auf das Operationsfeld nach Bedarf weitere Vorteile. Zusätzlich könnte die dank der Roboterassistenz erhöhte Bewegungsfreiheit zu besseren Ergebnissen führen. Die Freiheitsgrade für das Abwinkeln und Drehen sind deutlich größer als die von Handgelenk und Fingern, was besonders bei subtilen Präparationen unter engen Operationsbedingungen als hilfreich empfunden werden kann. Die stabilere Kameraführung beim roboterassistierten Operieren könnte zusätzlich ein Grund für die besseren Ergebnisse sein. Das Operationsfeld kann beliebig lange präzise anvisiert werden ohne störende Sichtverluste zu erleiden, die es aufgrund von Bewegungen oder Kraftverluste des Kameraassistenten geben kann [47]. Diese Punkte könnten dafürsprechen, dass roboterassistiertes Operieren bei der zuvor

genannten Subgruppe der Rektumresektionen, im Vergleich zur konventionellen laparoskopischen Methode vorteilhafter ist.

Die Vereinigung von chirurgischen und Kameranavigationsaufgaben des Operateurs könnte aber Nachteile bewirken, da er beide Aufgabenbereiche gleichzeitig bedienen muss. Zusätzliche Konzentration und Aufmerksamkeit wird vom Chirurgen benötigt, um diese Handhabung optimal zu erfüllen. Damit könnte Leistungsvermögen im chirurgischen Bereich verloren gehen, was gegen die Vorteile der Kameranavigation beim roboterassistierten Operieren und gegen Vorteile der RAR sprechen würde. Zudem bleibt anzumerken, dass eine strukturierte und frühe Chirurgieausbildung helfen könnte, das vorhandene Potenzial voll ausschöpfen zu können [48]. Präzise Untersuchungen sind Voraussetzung dafür, dass der mögliche Einfluss der Kameranavigation auf die roboterassistierte Chirurgie und im Speziellen auf die RAR beurteilt werden kann. Ob die besseren Ergebnisse in der Subgruppe, mit der vom Operateur selbst übernommene Kameranavigation zusammenhängen oder ob andere Faktoren dafür ursächlich sind, gilt es in weiteren Studien zu prüfen.

5.5 Limitationen der vorliegenden Arbeit

Selection Bias

Durch die Anwendung des SALAS-Scores zur Bewertung der Kameraassistenz bei laparoskopischen Operationen ist die Objektivität im Vergleich zu anderen Scores deutlich gestiegen. Jedoch sollte auch dieser Score kritisch begutachtet und auf Verbesserungspotential untersucht werden, da die vorliegende Arbeit mit Blick auf weitreichende Validierung des SALAS-Scores gewisse Limitationen aufweist.

Ein selection Bias bei der Score-Anwendung beispielsweise vorliegen, wenn bestimmte Operationsteams (Operateur und Kameraassistent) schon mehrere Male die gleiche Operation gemeinsam durchgeführt haben. Die Operationsauswahl erfolgte randomisiert, was bedeutet, dass die gemeinsame OP-Erfahrung bei der Teamauswahl nicht berücksichtigt wurde. Die Zusammenstellung eines eingespielten Teams ist daher möglich. Diese Situation hätte zur Folge, dass beispielsweise weniger verbale Kommandos oder manuelle Korrekturen im Vergleich zu nicht eingespielten Operationsteams stattfinden können (selection-Bias).

Einen weiteren zu beachtenden Aspekt bei der Scoreanalyse ist die mögliche Rolle der Hierarchie zwischen Assistenz-, Fach-, Ober- und Chefarzt innerhalb des Operationsteams. Es wäre denkbar, dass ein noch unerfahrener Assistenzarzt dem

kameraführenden Oberarzt mögliche manuelle oder verbale Korrekturen aufgrund der beruflichen Hierarchie nicht mitteilt. Durch diesen weiteren denkbaren selection-Bias gilt es bei der Analyse der Scoreergebnisse die Teamzusammenstellung besonders zu berücksichtigen.

Bewertungskriterium „Horizont“

Ein weiterer kritischer Punkt bei der Punktvergabe durch den SALAS-Score stellt das Bewertungskriterium „Horizont“ dar. Es könnte einerseits eine fehlerhafte Einstellung des Horizonts durch den Kameraassistenten vorliegen, andererseits könnte die Anatomie des Patienten bzw. individuelle anatomische Unterschiede im Operationsgebiet Grund für die nicht optimale Horizontausrichtung sein. Anatomische Landmarken, wie beispielsweise der linke und der rechte Leberrand, definieren bei der laparoskopischen Cholezystektomie die vorgegebene Horizontausrichtung des Kameraassistenten. Solche anatomischen Besonderheiten könnten die Bewertung des Kameraassistenten durch das Item „Horizont“ verschlechtern.

Roboterunterstütztes Operieren

Die Kameraführung und das Steuern der Operationsarme des Roboters führt der Chirurg über eine Steuereinheit selbst aus. Bei der möglichen Anwendung des SALAS-Scores zur Bewertung der Kameraführung, beim roboterunterstützten Operieren, ist eine mögliche Anpassung und damit verbundene Limitierungen des Scores vorstellbar. Die manuelle und verbale Korrektur, welche beide Bewertungskriterien im SALAS-Score darstellen, können nicht wie im klassischen Setting einer Laparoskopie angewendet werden. Beim roboterunterstützten Operieren können diese Bewertungskriterien beispielsweise benutzt werden, wenn die Operation im vier Augenprinzip an der Doppelkonsole durchgeführt wird. Ebenfalls ist eine manuelle und verbale Interaktion zwischen dem Konsolenchirurg und dem Tischassistenten denkbar. Die praktische Umsetzbarkeit der manuellen und verbalen Wertungen müssen aber mit einem modifizierten „robotik-SALAS-Score“ (rSALAS-Score) zunächst geprüft werden.

5.6 Fazit

Durch die Objektivierung der Kameraassistenz konnten Fortschritte beispielsweise im Bereich der Allgemein- und Viszeralchirurgie erreicht werden. Es ist möglich die Leistung des Kameraassistenten transparent festzustellen. Damit kann die aktuelle

Fertigkeit im Umgang mit der Laparoskopiekamera, deren Verbesserung und Weiterentwicklung erfasst und dokumentiert werden. Zu den ersten Aufgaben eines Assistenzarztes während einer Operation in der Allgemein- und Viszeralchirurgie gehört die Kameranavigation. Bevor Weiterbildungsassistenten im Operationssaal bei laparoskopischen Operationen eingesetzt werden, benötigen sie dafür eine entsprechende Vorbildung. Damit die laparoskopische Kameraassistenz am Patienten gelingt, kann an virtuellen Laparoskopieeinheiten trainiert werden. Dabei kann der Score als eine objektive Leistungsrückmeldung dienen, welche die Eignung zur Laparoskopieassistenz im realen Setting anzeigt. Eine harmonischere, stressfreiere und dadurch qualitativ hochwertigere

Zusammenarbeit zwischen Operateur und Assistent kann daraus resultieren. Nicht nur das Operationsteam profitiert von einer Verminderung des individuellen und teaminternen Stresses, sondern vor allem auch der Patient. Durch eine kürzere Operationszeit, eine kürzere Narkose, einen gewebsschonenderen Eingriff und damit eine geringere OP-Belastung erfährt der Patient eine schnellere Regeneration. Zusätzlich kommt es zu einer Zeit- und Kostenersparnis

6. Zusammenfassung

6.1 Hintergrund und Ziele

Der laparoskopischen Kameraassistentz kommt im klinischen Alltag der Allgemein- und Viszeralchirurgie eine hohe Bedeutung zu. Zur Bewertung der praktischen operativen Fertigkeiten existieren bereits Bewertungs-Tools zur Objektivierung der Leistung des Operateurs. Die Kameraassistentzbewertung wurde zunächst in der Arbeit von Paschold et al. im virtuellen Rahmen analysiert [30] und von Nilsson et al. im realen Operationsbetrieb getestet [31]. Das dabei entwickelte Bewertungssystem war allerdings für eine objektive und rein auf die Fähigkeiten der Kameraassistentz bezogene Beurteilung nicht ausreichend. Daher entwarfen Huber et al. den SALAS-Score, der anhand einer Testung bei laparoskopischen Cholezystektomien wissenschaftlich validiert werden konnte [3]. Die weiterführende Validierung des SALAS-Scores mit Fundoplikationen und kolorektalen Resektionen war das Ziel der vorliegenden Arbeit. Die Kameraassistentz wurde zunächst direkt bei der Operation und im Anschluss mit Hilfe von Video- und Tonaufnahmen postoperativ bewertet [3]. Dafür analysierten zwei Rater die Fundoplikationen und kolorektalen Resektionen in Gänze, zwei weitere Rater bewerteten den mittleren Teil (zweites und drittes Quartil) der aufgezeichneten Operation.

6.2 Ergebnisse

Durch die Einführung spezifischerer Items zur Bewertung der Kameraassistentz wurde mit dem SALAS-Score, im Vergleich zu dem von Nilsson et al. entwickelten Bewertungssystem, ein objektiver und speziell auf die Kameraassistentz zugeschnittener Score entwickelt. Dieser erlaubt es die Qualität der Kameraführung intra- und postoperativ zu bewerten. Im Vergleich zur Arbeit von Paschold et al. ist zudem der Transfer vom virtuellen in das reale Setting hervorzuheben.

Die Validität des SALAS-Scores, welche in der Arbeit von Huber et al. festgestellt werden konnte, wurde in dieser Arbeit bestätigt. Die Hauptfragestellung, ob erfahrene Kameraassistenten ein besseres Ergebnis im SALAS-Score erzielen können als unerfahrene, konnte die vorliegende klinische Arbeit für Fundoplikationen und linksseitige Kolonresektionen bestätigen. Zusätzlich wurde eine sehr gute Intraklassen-Korrelation sowohl nach der Arbeit von Koo und Li als auch nach der von Cicchetti festgestellt (ICC=0,943 bei Fundoplikationen; ICC=0,922 bei kolorektale Resektionen). Dieses

Ergebnis bewies innerhalb der Raterfraktion eine hohe Übereinstimmung der Scoreergebnisse der entsprechenden Kameraassistentenbewertung. Mit einem Cronbachs Alpha von 0,948 bei den Fundoplikatio Operationen und von 0,924 bei den kolorektalen Resektionen konnte eine hohe interne Konsistenz und damit eine starke Verbindung der einzelnen Variablen im SALAS-Score (“manual correction”, “verbal correction”, “target out of view”, “centering” und “horizon”) gezeigt werden. Die Kombination aus objektivierten Bewertungskriterien, der starken Intraklassen-Korrelation und der hohen internen Konsistenz unterstreicht die Objektivität der Bewertung.

Zu den korrelierenden Ergebnissen von Huber et al. wurden zusätzlich auch neue Erkenntnisse gewonnen. Durch die statistische Datenanalyse mittels linearer Regression, linearen Regression mit multiplen Variablen und Rückwärtsregression, konnte die Erfahrung des Kameraassistenten als signifikanter Einflussfaktor auf das SALAS-Score-Gesamtergebnis bestätigt werden ($p=0,002$ bei Fundoplikationen; $p=0,018$ bei kolorektalen Resektionen). Des Weiteren untersuchte diese Arbeit den Einfluss der Variablen Geschlecht und Operationszeit auf das SALAS-Scoreergebnis. Sowohl für das Geschlecht als auch für die Operationsdauer konnte allerdings keine signifikante Bedeutung erkannt werden. Es konnte außerdem gezeigt werden, dass die Anwendung des SALAS-Scores bei Fundoplikationen und kolorektalen Resektionen durch denselben Rater sowohl intra-, als auch postoperativ zum gleichen Ergebnis führte (Fundoplikationen 0,801; Kolorektale Resektionen 0,96; $p=0,01$). Zusätzlich konnte bei den Kolorektalen Resektionen festgestellt werden, dass die Bewertung der Hälfte der Operationsdauer (zweites und drittes Quartil) ausreicht, um eine valide Bewertung der Kameraassistenten zu erzielen [42].

6.3 Praktische Schlussfolgerung

In dieser Arbeit konnte der wissenschaftliche Nachweis zur Validität des SALAS-Scores bei Fundoplikationen und kolorektalen Resektionen gezeigt werden.

Die Kameraassistenten lässt sich mit dem SALAS-Score objektiv bewerten. Die Erfahrung der laparoskopischen Kameraführung spiegelt sich im Ergebnis des SALAS-Score wieder. Erfahrene Kameraassistenten erreichen signifikant höhere Werte gegenüber unerfahrenen Kollegen. Zudem führt die Bewertung des Kameraassistenten unabhängig vom Anwender des SALAS-Scores zum gleichen Ergebnis. Dabei reicht schon ein Teil der Operationszeit aus, um eine adäquate Bewertung zu ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass der SALAS-Score zusätzlich zur

Cholezystektomie, auch für die Fundoplikatio [41] und die kolorektale Resektion [42] zuverlässig zur Bewertung der Kameraassistenten eingesetzt werden kann.

6.4 Ausblick

Durch die vielfältigen denkbaren Einsatzmöglichkeiten des SALAS-Scores, sowohl in anderen chirurgischen Disziplinen als auch bei neueren Operationsverfahren kann dieses Bewertungssystem noch deutlich umfangreicher eingesetzt werden. Weiteres Potenzial liegt in der Anwendung des SALAS-Scores im virtuellen Bereich. Möglichkeiten des Scoreeinsatzes bieten sich beispielsweise in der Bewertung der Kameraassistenten im virtuellen präklinischen Setting. Damit besteht die Aussicht unerfahrene Assistenten in der Kameranavigation zu trainieren und gleichzeitig eine objektive Rückmeldung der Navigationsleistung zu gewährleisten.

Es konnte mit Hilfe des SALAS-Score bereits nachgewiesen werden, dass die virtuelle Leistung des Operateurs signifikant von der laparoskopischen Kameranavigation abhängt und dass eine gute Kameranavigation in eine geringere Operationszeit und geringere Fehlerrate mündet [33]. Die Bewertung der Kameraassistenten mit dem SALAS-Score ist somit ein Baustein, der es unerfahrenen chirurgischen Assistenten ermöglichen kann, sich auf die bevorstehende Kameraassistenten vorzubereiten. In Zukunft gilt es die Korrelation zwischen Kameraassistenten und Operationsergebnis im realen Setting zu analysieren.

Auch im stetig wachsenden Bereich der roboterassistierten Chirurgie, in dem die Kameranavigation häufig vom Chirurgen selbst durch Pedale gesteuert wird, könnte der SALAS-Score Anwendung finden. Die Vor- und Nachteile dieser Entwicklung werden im Vergleich zur etablierten Teamarbeit in weiteren Untersuchungen zu prüfen sein. Zudem bedarf die Bewertung der Kameraassistenten bei gleichzeitiger Operationsführung einer Modifikation des SALAS-Scores.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Leifeld L; Germer C T; Lynen P; Kruis W. S2k Leitlinie Divertikelkrankheit / Divertikulitis. AWMF Registernummer 021/20. 2014; p 90-96. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/021-020m_S3_Divertikelkrankheit_Divertikulus_2014-abgelaufen.pdf.
- [2] Koop H; Fuchs K H; Laben J; Lynen Jansen P. S2k-Leitlinie Gastroösophageale Refluxkrankheit. AWMF Registernummer 021/013. 2014; p 75-78. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/021-013l_S2k_Refluxkrankheit_2014-05-abgelaufen.pdf.
- [3] Huber T; Paschold M; Schneble F; Poplawski A; Huettl F; Watzka F; Lang H; Kneist W. Structured assessment of laparoscopic camera navigation skills: the SALAS score. *Surg Endosc.* 2018; 32(12):4980-4984. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6260-7>.
- [4] Stuby K. Laparoskopie. *Chirurgische Gastroenterologie.* 1990; p 173-179. https://doi.org/10.1007/978-3-642-83674-9_6.
- [5] Reuter J H; Reuter M A; Loenicker D. Phillip Bozzini und die Endoskopie des 19. JH. Arbeitsgemeinschaft Gynäkologische Endoskopie. 1987; p 1-2. <https://www.ag-endoskopie.de/geschichte-der-endoskopie>.
- [6] Hatzinger M; Kwon S T; Langbein S; Kamp S; Häcker A; Alken P. Hans Christian Jacobaeus: Inventor of human laparoscopy and thoracoscopy. *J Endourol.* 2006; 20(11):848-50. DOI: 10.1089/end.2006.20.848.
- [7] Mettler L. Endoskopische Adominalchirurgie in der Gynäkologie. 1. Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2002: 20-25.
- [8] Vecchio R; Mac Fayden B V; Palazzo F. History of laparoscopic surgery. *Panminerva Med.* 2000; 42(1):87-90. PMID: 11019611.
- [9] Funk F. Laparoskopische versus konventionelle Cholezystektomie. *Refubium-Repositorium der freien Universität Berlin.* 2012; p 1. <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-9132>.
- [10] Liping D; Jian S. Laparoscopic versus open appendectomy in adults and children: a meta-analysis of randomized controlled trials. *United European Gastroenterol J.* 2017; 5(4):542-553. <https://doi.org/10.1177/2050640616661931>.
- [11] Berger D. Evidenzbasierte Behandlung der Leistenhernie des Erwachsenen. *Deutsches Ärzteblatt Int.* 2016; 4;113(9):150-7. DOI: 10.3238/arztebl.2016.0150.
- [12] Schwenk W; Neudecker J; Haase O. Evidenzlage der laparoskopischen Chirurgie beim Kolonkarzinom-Current evidence for laparoscopic surgery of colonic cancer. *coloproctology.* 2015; 37 381–390. <https://doi.org/10.1007/s00053-015-0026-7>.
- [13] Molloy D; Kaloo P D; Cooper M; Nguyen Tuan V. Laparoscopic entry: a literature review and analysis of techniques and complications of primary port entry. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2002; 42(3):246-254. DOI: 10.1111/j.0004-8666.2002.00246.x.

- [14] Ahmad G; O'Flynn H; Duffy J M N; Philips K; Watson A. Laparoscopic entry techniques. *Cochrane Database Syst Rev. Intzervention.* 2012; p 1. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006583.pub3>.
- [15] Runkel N; Jurcovan O. Die spezifischen Komplikationsrisiken der minimal-invasiven Chirurgie. *Der Chirurg.* 2015; 86(12):1097-104. DOI: 10.1007/s00104-015-0105-x.
- [16] Kauff D W; Babic B; Grimminger P P; Kneist W; Lang H. Der Chirurg: Lymphadenektomie in der onkologischen Viszeralchirurgie – Teil 2. *Der Chirurg.* 2019; 90(6):505–521. DOI: 10.1007/s00104-019-0963-8.
- [17] Lippert H; Koch A; Marusch F; Wolff S; Gastinger I. Offene vs. laparoskopische Appendektomie. *Der Chirurg.* 2014; 73(8):791-798. DOI:10.1007/s00104-002-0500-y.
- [18] Huber T; Paschold M; Bartsch F; Lang H; Kneist W. Weiterbildungseingriff Appendektomie - Was hat sich in 10 Jahren geändert?. *Der Chirurg.* 2015; 87(4):326-31. DOI: 10.1007/s00104-015-0122-9.
- [19] Koch A; Marusch F; Gastinger I; Schmidt U; Lippert H. Die Appendizitisbehandlung in der letzten Dekade des 20. Jahrhunderts. *Zentralbl Chir.* 2002; 127(4):290-6. DOI: 10.1055/s-2002-31563.
- [20] Sahm M; Pross M; Lippert H. Acute appendicitis - changes in epidemiology, diagnosis and therapy. *Zentralbl Chir.* 2011; 136(1):18-24. DOI: 10.1055/s-0030-1247477.
- [21] Semm K. Endoscopic appendectomy. *Endoscopy.* 1983; 15(2):59-64. DOI: 10.1055/s-2007-1021466.
- [22] Liu X; Li J B; Shi G; Guo R; Zhang R. Systematic review of singel-incision versus conventional multiport laparoscopic surgery for sigmoiid colon and rectal cancer. *World J Surg Oncol.* 2018; 16(1):220. DOI: 10.1186/s12957-018-1521-4.
- [23] Raue W; Paolucci V; Asperger W; Albrecht R; Büchler M W; Schwenk W. Laparoscopic sigmoid resection for diverticular disease has no advantages over open approach. *Langenbecks Arch Surg.* 2011; 396(7):973-80. DOI: 10.1007/s00423-011-0825-4.
- [24] Benz S; Barlag H; Gerken M; Fürst A; Klinikhammer-Schalke M. Laparoscopic surgery in patients with colon cancer: a population-based analysis. *Surg Endosc.* 2016; 31(6):2586-2595. DOI: 10.1007/s00464-016-5266-2.
- [25] Bonjer H J; Deijen C L; Abis G A; Cuesta M A; van der Pas M H G M; de Lange-de E S M; Lacy A M; Bemelman W A. A randomized trial of laparoscopic versus open surgery for rectal cancer. *N Engl J Med.* 2015; 372(14):1324-32. DOI: 10.1056/NEJMoa1414882.
- [26] Salminen P T P; Hiekkanen H I; Rantala A P T; Ovaska J T. Comparison of long-term outcome of laparoscopic and conventional Nissen Fundoplication. *Ann Surg.* 2007; 246(2):201–206. DOI: 10.1097/01.sla.0000263508.53334.af.
- [27] Broeders J A; Rijnhart-de Jong H G; Braaaisma W A; Bredenoord A J; Smout A J. Ten-year outcome of laparoscopic and conventional nissen fundoplication: randomized clinical trial. *Ann Surg.* 2009; 250(5):698-706. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181bcdaa7.

- [28] Jokinen E; Mikkola T S; Härkki P. Simulator training and residents first laparoscopic hysterectomy: a randomized controlled trial. *Surg Endosc.* 2011; 34(11):4874-4882. DOI: 10.1007/s00464-019-07270-3.
- [29] Graafland M; Bock K; Schreuder H W R; Schijven M P. A multicenter prospective cohort study on camera navigation training for key user groups in minimally invasive surgery. *Surg Innov.* 2014; 21(3):312-9. DOI: 10.1177/1553350613505714.
- [30] Paschold M; Huber T; Madge S; Zeissig S R; Lang H; Kneist W. Laparoscopic assistance by operating room nurses: Results of a virtual-reality study. *Nurse Educ Today.* 2017; 51:68-72. DOI: 10.1016/j.nedt.2017.01.008.
- [31] Nilsson C; Sorensen J L; Konge L; Westen M; Stadeager M; Ottesen B; Flemming B. Simulation-based camera navigation training in laparoscopy-a randomized trial. *Surg Endosc.* 2016; 31(5):2131-2139. DOI: 10.1007/s00464-016-5210-5.
- [32] Huber T; Paschold M; Schneble F; Lang H; Kneist W. Entwicklung eines Scores zur Bewertung der Kameraassistentz bei laparoskopischen Operationen. German Medical Science GMS Publishing House. 2016; p 1. DOI: 10.3205/16dgch477.
- [33] Huettl F; Huber T; Duwe M; Lang H; Paschold M; Kneist W. Higher quality camera navigation improves the surgeon's performance: Evidence from a pre-clinical study. *J Minim Access Surg.* 2020; 16(4):355-359. DOI: 10.4103/jmas.JMAS_143_19.
- [34] Mäenpää M; Nieminen K; Tomás E; Luukkaala T; Mäenpää J U. Implementing robotic surgery to gynecologic oncology: the first 300 operations performed at a tertiary hospital. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2015; 94(5):482-8. DOI: 10.1111/aogs.12620.
- [35] Lenzen-Schulte M. ROLARR-Studie: Roboter schneidet am Darm gut ab. *Dtsch Arztebl.* 2016; 113(19): A-943 / B-797 / C-781. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/179234/ROLARR-Studie-Roboter-schneidet-am-Darm-gut-ab>.
- [36] Jayne D; Pigazzi A; Marshall H; Croft J; Corrigan N; Copeland J; Quirke P; West N; Rautio T; Thomassen N; Tilney H; Gudgeon M; Pietro Bianchi P. The ROLARR Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017; 318(16):1569-1580. DOI: 10.1001/jama.2017.7219.
- [37] Henne-Bruns D. *Duale Reihe Chirurgie.* 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2012: 136-138.
- [38] Henne-Bruns D; Kremer B. *Duale Reihe Chirurgie.* 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2012: 1119-1121.
- [39] Huber T; Paschold M; Lang H; Schneble F; Kneist W. Strukturierte Bewertung der Qualität der Kameraassistentz bei laparoskopischen Operationen – Eine Pilotstudie. *Z Gastroenterol.* 54 - KV127. 2016; p 1. DOI: 10.1055/s-0036-1586903.
- [40] Braaf S; Manias E; Ruley R. The 'Time-Out' Procedure: An Institutional Ethnography of How It Is Conducted in Actual Clinical Practice. *BMJ Qual Saf.* 2013; 22(8):647-55. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-001702.

- [41] Huettl F; Lang H; Paschold M; Bartsch F; Hiller S; Hensel B; Corvinus F; Grimminger P P; Kneist W; Huber T. Quality-based Assessment of Camera Navigation Skills for Lap Fundoplication. *Dis Esophagus*. 2020; 18;33(11):doaa042. DOI: 10.1093/dote/doaa042.
- [42] Huettl F; Lang H; Paschold M; Watzka F; Wachter N; Hensel B; Kneist W; Huber T. Rating of camera navigation skills in colorectal surgery. *Int J Colorectal Dis*. 2020; 35(6):1111-1115. DOI:10.1007/s00384-020-03543-9.
- [43] Cicchetti D V. Guidelines, Criteria, and Rules of Thumb for Evaluating Normed and Standardized Assessment Instrument in Psychology. *Psychological Assessment*. 1994; 6(4):284–290. DOI:10.1037/1040-3590.6.4.284.
- [44] Koo T; Li M Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016; 15(2):155-63. DOI: 10.1016/j.jcm.2016.02.012.
- [45] Watanabe G; Ishikawa N. Da Vinci surgical system. *Kyobu Geka*. 2014; 67(8):686-9. PMID: 25138939.
- [46] Kübler H; Gakis G. Roboter-assistierte Laparoskopie. *Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie Universitätsklinikum Würzburg*. 2018; p 1. <https://www.ukw.de/urologie/schwerpunkte/roboer-assistierte-laparoskopie/>.
- [47] Meißner T. Op-Assistent Da Vinci®-Zitterfreies Operieren mit dem Roboter. *Ärzte Zeitung*. 2019; p 1. <https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Zitterfreies-Operieren-mit-dem-Roboter-253634.html>.
- [48] Schrempf M; Anthuber M. Roboterassistierte vs. laparoskopische Rektumresektion – Einfluss auf die Konversionsrate. *Der Chirurg*. 2018; 89(5):390. DOI: 10.1007/s00104-018-0642-1.

8. Anhang

Im folgenden Abschnitt werden alle laparoskopischen Operationen mit der dazugehörigen Identifikation (ID) angegeben, die im Rahmen dieser Dissertation aufgezeichnet wurden.

8.1 Fundoplikationen

Tabelle 9: Fundoplikationen mit entsprechender ID

| Operationsanzahl | ID | Operationstyp |
|------------------|------------------|---------------|
| F1 | Fundo_08022018_1 | Fundoplikatio |
| F2 | Fundo_08022018_2 | Fundoplikatio |
| F3 | Fundo_08022018_3 | Fundoplikatio |
| F4 | Fundo_03022017 | Fundoplikatio |
| F5 | Fundo_03112017 | Fundoplikatio |
| F6 | Fundo_07082017 | Fundoplikatio |
| F7 | Fundo_07112017 | Fundoplikatio |
| F8 | Fundo_13042018 | Fundoplikatio |
| F9 | Fundo_14122017 | Fundoplikatio |
| F10 | Fundo_12052017 | Fundoplikatio |
| F11 | Fundo_16062017 | Fundoplikatio |
| F12 | Fundo_17112017 | Fundoplikatio |
| F13 | Fundo_19012017 | Fundoplikatio |
| F14 | Fundo_27042017 | Fundoplikatio |
| F15 | Fundo_27042018_1 | Fundoplikatio |
| F16 | Fundo_27042018_2 | Fundoplikatio |
| F17 | Fundo_31032017 | Fundoplikatio |
| F18 | Fundo_09032016 | Fundoplikatio |
| F19 | Fundo_25082015_2 | Fundoplikatio |
| F20 | Fundo_08112018_2 | Fundoplikatio |

8.2 Kolorektale Resektionen

Tabelle 10: Kolorektale Resektionen mit entsprechender ID

| Operationsszahl | ID | Operationstyp |
|-----------------|----------------|-----------------------|
| K1 | Kolon_05042017 | Kolorektale Resektion |
| K2 | Kolon_29032017 | Kolorektale Resektion |
| K3 | Kolon_20032017 | Kolorektale Resektion |
| K4 | Kolon_13112017 | Kolorektale Resektion |
| K5 | Kolon_04092015 | Kolorektale Resektion |
| K6 | Kolon_23052016 | Kolorektale Resektion |
| K7 | Kolon_21032017 | Kolorektale Resektion |
| K8 | Kolon_20042016 | Kolorektale Resektion |
| K9 | Kolon_29112017 | Kolorektale Resektion |
| K10 | Kolon_28042017 | Kolorektale Resektion |
| K11 | Kolon_17032017 | Kolorektale Resektion |
| K12 | Kolon_01032017 | Kolorektale Resektion |
| K13 | Kolon_27032017 | Kolorektale Resektion |
| K14 | Kolon_03042017 | Kolorektale Resektion |
| K15 | Kolon_13082015 | Kolorektale Resektion |
| K16 | Kolon_21082015 | Kolorektale Resektion |
| K17 | Kolon_28102015 | Kolorektale Resektion |
| K18 | Kolon_27082015 | Kolorektale Resektion |
| K19 | Kolon_05092018 | Kolorektale Resektion |
| K20 | Kolon_19082015 | Kolorektale Resektion |

8.3 Cholezystektomien

Tabelle 11: Cholezystektomien mit entsprechender ID

| Operationsszahl | ID | Operationstyp |
|-----------------|----------------|------------------|
| C1 | CCE_01032017 | Cholezystektomie |
| C2 | CCE_06042017 | Cholezystektomie |
| C3 | CCE_09032017_1 | Cholezystektomie |
| C4 | CCE_09032017_2 | Cholezystektomie |
| C5 | CCE_13062016 | Cholezystektomie |
| C6 | CCE_14032017 | Cholezystektomie |
| C7 | CCE_16012017 | Cholezystektomie |
| C8 | CCE_23012017 | Cholezystektomie |
| C9 | CCE_22032017 | Cholezystektomie |
| C10 | CCE_29032017 | Cholezystektomie |

9. Danksagung

Eine wissenschaftliche Arbeit ist nie das Werk einer einzelnen Person, deshalb ist es jetzt an der Zeit, mich bei allen Menschen zu bedanken, die mir die Erstellung meiner Dissertation ermöglicht haben.

Mein Dank gilt zunächst [REDACTED], meinem Doktorvater, für die Betreuung dieser Arbeit, der freundlichen Hilfe und der vielfältigen Ideengebung, die mir den Zugang zu dieser Thematik eröffnete. Die Gespräche auf intellektueller und persönlicher Ebene werden mir immer als bereichernder und konstruktiver Austausch in Erinnerung bleiben. Ich habe unsere Dialoge stets als Ermutigung und Motivation empfunden.

Mein außerordentlicher Dank gilt [REDACTED], ohne dessen mühevollen Geduld und achtsamen Betreuung diese Arbeit niemals zustande gekommen wäre. Die mehrfache Durchsicht dieser Abhandlung, seine kritischen Betrachtungen, seine differenzierten Anmerkungen, sowie die mit ihm zweckdienlichen Diskussionen, haben mir Kraft und Mut zur Anfertigung und Vollendung meiner Dissertation gegeben.

Des Weiteren danke ich [REDACTED] für die Betreuung und die Durchsicht meiner Arbeit. Ihrem kritischen und konstruktiven Diskurs und der Überlassung notwendiger Quellen und Dokumente bin ich sehr dankbar.

Einen herzlichen Dank gilt [REDACTED] für die außerordentliche Hilfsbereitschaft und wissenschaftliche Betreuung als Zweitgutachterin.

[REDACTED] *Frau Dr. rer. physiol. Alicia Poplawski* danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung sowie der grafischen Aufbereitung der Ergebnisse.

Einen ganz besonderen Dank gilt meinen Freunden [REDACTED] [REDACTED] für die Begutachtung und deren Verbesserungsvorschläge dieser Arbeit. Ihre Hilfe war für mich von unschätzbarem Wert und gab mir Kraft und Motivation diese Arbeit zu vollenden.

Tief verbunden und dankbar bin ich meiner Freundin [REDACTED], für ihre unglaublich hilfreiche Unterstützung und ihr Verständnis bei der Anfertigung dieser Doktorarbeit.

Meiner Familie möchte ich ganz besonders herzlich danken für die aufmerksame, liebevolle und vielseitige Unterstützung während dem Verfassen dieser Arbeit. Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, [REDACTED], die mir meinen bisherigen Lebensweg ermöglichten und mich fachlich wie auch mental jeder Zeit meines Medizinstudiums, wie auch beim Erarbeiten dieser Doktorarbeit unterstützten.

10. Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Benjamin Hensel
Geburtsdatum: 18. Mai 1987
Geburtsort: Bühl
Nationalität: Deutsch
Familienstand: Ledig

Schulbildung

07/2003 Mittlere Reife
Robert Schuman Realschule, Achern

06/2006 Abitur
Wirtschaftsgymnasium Heimschule Lender, Sasbach

Ausbildung und Berufstätigkeit

09/2006 – 05/2007 Zivildienst
Lebenshilfe Ottersweier

07/2007 – 07/2010 Ausbildung zum Physiotherapeuten
PSO Physiotherapieschule Ortenau, Willstätt-Eckartsweier

07/2007 – 04/2014 Physiotherapeut
Praxis Hensel, Lauf
Physiotherapiezentrum Mittelbaden, Rastatt
Kreiskrankenhaus Rastatt

Hochschulausbildung

| | |
|-------------------|--|
| 04/2014 – 12/2020 | Medizinstudium an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz |
| 11/2016 | Promotion in der Allgemein- Viszeral und Transplantation- schirurgie der Universitätsklinik Mainz |
| 12/2020 | Medizinisches Staatsexamen |

Medizinisch beruflicher Werdegang

| | |
|-----------------|---|
| 02/2020 – heute | Assistenzarzt am Katholischen Klinikum Mainz für Anäs- thesiologie und Intensivmedizin |
|-----------------|---|