

Aus der Klinik und Poliklinik für Kinderchirurgie
der Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Der Einfluss von Schlafentzug auf die operative Performance am Mimic dv-Trainer®

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

vorgelegt von

Samaneh Hasari
aus Essen

Mainz, 2023

Tag der Promotion:

27.10.2023

Eidesstattliche Erklärung

„Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder anderen Quellen (auch Internet) entnommen sind, habe ich als solche eindeutig kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht und noch nicht zur Anerkennung oder Bewertung vorgelegt worden. Mir ist bekannt, dass Verstöße gegen diese Anforderungen zur Bewertung der Arbeit mit der Note „nicht ausreichend“ führen sowie die Nichterteilung des angestrebten Leistungsnachweises zur Folge haben.“

Mainz, den 13.05.2023

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	1
Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Übersetzung	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Robotik- Systeme in der modernen Chirurgie	1
1.2 Fragestellung und Zielsetzung.....	2
2 Literaturdiskussion.....	4
2.1 Schlafentzug und mögliche Folgen von Schlafmangel	4
2.2 Die operativen Fähigkeiten von Chirurgen unter Schlafmangel.....	8
3 Material und Methoden	12
3.1 Probandenkollektiv	12
3.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien	12
3.3 Operativer Trainingssimulator Mimic dv Trainer®	13
3.3.1 Allgemeiner Aufbau und Funktionsweise.....	13
3.3.2 Mögliche Leistungsmetriken	15
3.3.3 Ausgewählte Übungen im Rahmen der Studie	16
3.4 Studienkonzeption und -ablauf	21
3.4.1 Vorstudie.....	22
3.4.2 Hauptstudie.....	23
3.4.3 Fragebögen.....	24
3.5 Datenerhebung.....	26
3.6 Statistik.....	26

3.6.1	Excel- und SPSS-Datei	26
3.6.2	Deskriptive Statistik und explorative Datenanalyse	27
3.7	Ergebnisse	29
3.7.1	Übungen	29
3.7.2	Ergebnisse Ring Tower	30
3.7.3	Ergebnisse Suture Sponge	32
3.7.4	Ergebnisse Vitruvian Operation.....	33
3.7.5	Ergebnisse Stacking Challenge.....	33
3.7.6	Ergebnisse Fragebögen.....	37
4	Diskussion.....	38
4.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	38
4.2	Diskussion der Ergebnisse	38
4.3	Limitierungen und Ausblick.....	45
5	Zusammenfassung.....	46
6	Literaturverzeichnis	48
7	Anhang.....	52
7.1	Ergebnisse Übung Ring Tower	52
7.1.1	Drops Ring Tower	52
7.1.2	Economy of Motion Ring Tower	55
7.1.3	Instrument Collisions Ring Tower	58
7.1.4	Instruments out of View Ring Tower.....	61
7.1.5	Wire Contact Duration Ring Tower	64
7.1.6	Wire Collision Ring Tower	67
7.1.7	Time to Complete Exercise Ring Tower	70
7.2	Ergebnisse Übung Suture Sponge.....	73
7.2.1	Drops Suture Sponge.....	74
7.2.2	Economy of Motion Suture Sponge.....	77
7.2.3	Excessive Instrument Force Suture Sponge.....	80

7.2.4	Instrument Collision Suture Sponge	83
7.2.5	Instruments out of View Suture Sponge	86
7.2.6	Master Workspace Range Suture Sponge	89
7.2.7	Missed Targets Suture Sponge	92
7.2.8	Time to complete Exercise Suture Sponge.....	95
7.3	Ergebnisse Übung Vitruvian Operation	98
7.4	Fragebögen	101
7.4.1	D-MEQ.....	101
7.4.2	ESS.....	105
7.4.3	PSQI	106
7.4.4	Schlafprotokoll.....	109
8	Studienfinanzierung.....	110
9	Danksagung.....	111
10	Tabellarischer Lebenslauf	112

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Trainingssimulator Mimic dV-Trainer® (Quelle: User Guide 2016).....	13
Abbildung 2 Master Grips (Quelle User Guide 2016).....	14
Abbildung 3 Foodswitch Panel (Quelle User Guide 2016).....	14
Abbildung 4 Ring Tower_1 (41).....	17
Abbildung 5 Ring Tower_2 (41).....	17
Abbildung 6 Ergebnisübersicht Ring Tower (aus dem Curriculum Schlaf).....	18
Abbildung 7 Ergebnisübersicht Suture Sponge (aus dem Curriculum Schlaf).....	19
Abbildung 8 Ergebnisübersicht Vitruvian Operation (aus dem Curriculum Schlaf).....	19
Abbildung 9 Stacking Challenge (aus dem Curriculum Schlaf).....	20
Abbildung 10 Ergebnisübersicht Stacking Challenge (aus dem Curriculum Schlaf).....	21
Abbildung 11 Flowchart Hauptstudie (Eigene Darstellung).....	23
Abbildung 12 Streudiagramm Stacking Challenge mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung).....	34
Abbildung 13 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung).....	34
Abbildung 14 Häufigkeiten der Differenzen der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung).....	35
Abbildung 15 Vorzeichentest der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung).....	35
Abbildung 16 Spearman-Korrelationskoeffizient der Übung Stacking Challenge in Korrelation zum D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung).....	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Bestimmung des D-MEQ, PSQI, ESS und der 14-tägigen Durchschnittsschlafdauer (Eigene Darstellung).....	27
Tabelle 2 Datenerhebung aller Probanden bezogen auf ihre Performance mit und ohne Intervention in allen Übungen (Eigene Darstellung).....	27
Tabelle 3 Darstellung aller Metriken und ihrer dazugehörigen Einheiten (Eigene Darstellung)	30
Tabelle 4 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Metriken der Übung Ring Tower (Eigene Darstellung).....	31
Tabelle 5 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Metriken der Übung Suture Sponge (Eigene Darstellung)	32
Tabelle 6 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Übung Vitruvian Operation (Eigene Darstellung)	33
Tabelle 7 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung)	33
Tabelle 8 Kreuztabelle Ergebnisse Stacking Challenge in Korrelation zum Chronotyp = D-MEQ (Eigene Darstellung).....	35
Tabelle 9 Kreuztabelle Ergebnisse Stacking Challenge in Korrelation zur Schlafqualität = PSQI (Eigene Darstellung)	36
Tabelle 10 Kreuztabelle Ergebnisse Stacking Challenge eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zur Tagesschläfrigkeit = ESS (Eigene Darstellung)	36

Abkürzungsverzeichnis

OP	Operation
MIST-VR	Minimally Invasive Surgical Trainer, Virtual Reality
D-MEQ	Deutsche Übersetzung des Morningness- Eveningness Questionnaire
ESS	Epworth Sleepiness Scale
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index
Kennzeichnung 0	Studie ohne Intervention
Kennzeichnung 1	Studie mit Intervention
RT	Ring Tower
SS	Suture Sponge
VO	Vitruvian Operation
SC	Stacking Challenge
VSS	Virtual System Simulator
FLS	Fundamentals of Laparoscopic Skills Trainer
h	Hours
MOCA Score	Montreal Cognitive Assessment Score
SSS	Stanford-Schläfrigkeitsskala
RACS	Royal Australians College of Surgeons
FLS	Fundamentals of Laparoscopic Skills Trainer
dV-Trainer	da Vinci-Trainer

Übersetzung

Englisch

Deutsch

Value

Wert

Number of Error

Anzahl der Fehler

Time to Complete Exercise

Zeit für die Ausführung von Aufgaben

Economy of Motion

Bewegungsökonomie

Overall Score

Gesamtscore

Error score

Fehlerbewertung

Master Grips

Mastergriffe

Tension Cables

Spannungsdrähte

Docking Station

Andockstelle

Foodswitch Pannel

Fußpedal

Adjustable Stereoscope

Einstellbare Kamera

Clutch Pedal

Kupplungspedal

Camera Pedal

Kamerapedal

Secondary Energy

Bipolare Energie

Primary Energy Pedal

monopolare Instrumente

Points

Punkte

1 Einleitung

Schlafmangel ist in unserer heutigen Gesellschaft ein häufig vorkommender Zustand, der viele Menschen plagt und sich durch viele Berufsgruppen hindurchzieht (1).

Dabei kann eine reduzierte Schlafdauer dazu führen, dass es schneller zu Fehlern kommt. Ursächlich hierfür sind Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen sowie verlangsamte Reaktionszeiten, welche die Aufmerksamkeit beeinträchtigen können (2, 3). Dies kann wiederum zu folgenschweren Ereignissen, wie bei dem Reaktorunfall im Kernkraftwerk Three Mile Island in Pennsylvania sowie zur Havarie des Öltankers Exxon Valdez vor Alaska führen (3).

Auch das Gesundheitswesen ist geprägt von Personal, welches einem ständigen Schlafmangel ausgesetzt ist (2). Der klinische Alltag von Ärzten geht in Deutschland immer noch mit einer hohen Arbeitsbelastung und langen Diensten einher (4). Aufgrund der Erkenntnis, dass Schlafentzug zum einen die Patientensicherheit gefährdet und zum anderen gesundheitliche Folgen für den Arbeitenden hat, wurde im Arbeitsschutzgesetz die wöchentliche Arbeitsstundenzahl limitiert (1), (5). Ungeachtet dessen kann es zu 60-Stunden-Wochen kommen, obwohl in Deutschland eine im Durchschnitt bestehende 48-Stunden-Woche vorgeschrieben ist (1, 5).

Zusätzlich zum geplanten Tagesgeschäft müssen Chirurgen oftmals auch über Nacht arbeiten. Die Folge dieser Arbeitsbedingungen sind häufig auftretende Übermüdzustände (1, 6, 7). Nicht nur die eigene Gesundheit, sondern auch das Wohl des Patienten kann hierdurch maßgeblich gefährdet werden (1). Im Zeitalter der Technologie können neue digitale Techniken helfen menschliche Fehler zu minimieren. Ein wichtiges Beispiel in der Chirurgie ist der zunehmende Einsatz von Robotersystemen. Diese werden stetig weiterentwickelt und stellen somit die Akteure vor neue Herausforderungen. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit die operative Performance an einem chirurgischen Robotik-Trainer unter Schlafentzug evaluiert.

1.1 Robotik- Systeme in der modernen Chirurgie

Robotersysteme haben in der operativen Chirurgie in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Sogenannte Operationsroboter können dabei in aktive, semiaktive und Master-Slave-Systeme unterteilt werden. Aktive Systeme arbeiten selbstständig und werden lediglich beaufsichtigt. Semi-Aktive Systeme bestehen aus einem Zusammenspiel zwischen Operateur und Roboter während bei den Master-Slave-Systemen der Roboter vollumfänglich durch den Operateur gesteuert wird (8).

Das wachsende Einsatzspektrum und die kontinuierliche Weiterentwicklung der Robotersysteme spiegeln die stetige Verbreitung und Anwendung von über 80 einsetzbaren Systemen in Deutschland wieder (9).

Die Vorteile liegen insbesondere in der herausragenden Präzision, sodass einzelne Bewegungsabläufe mit einer Genauigkeit ausgeführt werden können, die manuell nicht zu erreichen wäre (8). Dies basiert auf einer guten Visualisierung des OP-Gebietes und dem Vorhandensein von sieben Freiheitsgraden an den Robotik-Arbeitsarmen (9). Auch kann die Geschwindigkeit beliebig skaliert und ein Tremor zur weiteren Präzision ausgefiltert werden. Ermüdungserscheinungen und ihre Folgen treten in einem Roboter-System im Gegensatz zum menschlichen Operateur nicht auf. Nennenswert ist ebenfalls die gute Ergonomie für den Operateur, der an der Steuerkonsole sitzt (8). Vorteile der roboter-assistierten Operation für Patienten umfassen eine raschere postoperative Erholung, u. a. durch den geringeren Blutverlust sowie weniger postoperative Schmerzen. Daraus folgt ein verkürzter Klinikaufenthalt (9).

Nachteilig sind unter anderem die hohen Anschaffungs- und Verbrauchsmaterialkosten. Ein weiteres Manko stellt die lange Einarbeitungszeit des Operateurs am Roboter dar (9).

Grundsätzlich finden OP-Simulatoren häufig Anwendung in der Aus- und Weiterbildung von Operateuren. Zum einen dienen diese dem Training von Einsteigern und zum anderen für erfahrene Operateure zur Verfeinerung ihrer Fähigkeiten (9). Einen Simulator des Da Vinci-Roboters stellt der Mimic dV-Trainer® dar. Dieser stellt ein originalgetreues Medium dar, um kosteneffizient ein greifbares und effektives Training außerhalb des Operationssaals zu ermöglichen (10).

Der Mimic dV-Trainer® ist ein auf die jeweiligen Bedürfnisse einstellbarer Simulator in voller Größe, der mit den verfahrensspezifischen Modulen Xperience Team Trainer™ und MaestroAR® kombiniert werden kann, um eine umfassende Lösung für das chirurgische Robotertraining bereitzustellen. Er bietet somit ein zugängliches Training außerhalb des Operationssaals und ermöglicht die Schulung der operativen Performance (10).

1.2 Fragestellung und Zielsetzung

Erweiternd zu den 9 „Fähigkeiten“ eines Facharztes der Chirurgie, die durch das Royal Australiens College of Surgeons (RACS) definiert wurden (siehe Abschnitt 2.2), erörterte das Royal College of Surgeons of England 4 grundlegende Ziele, die der chirurgischen Ausbildung zugrunde liegen sollten (11). Dazu zählen eine solide Wissensbasis, gute Kommunikationsfähigkeiten, kompetente technische Fähigkeiten und ein ausgezeichnetes

klinisches Urteilsvermögen (11, 12). Um herauszufinden, welche Faktoren die Performance von Chirurgen beeinflussen können, ist es wichtig den klinischen Alltag näher zu betrachten.

Im Jahr 2008 zeigte eine Datenauswertung von 8 internationalen Studien, dass die mediane Inzidenz unerwünschter Ereignisse bei 9 % aller Krankenhauseinweisungen lag; von diesen wurden 44 % als vermeidbar eingeschätzt. Mehr als die Hälfte der Patienten, die diesen Behandlungsfolgen ausgesetzt waren, erlebten keine oder nur eine geringfügige Behinderung. Jedoch führten sie bei 7,4 % der Patienten zum Tod. Dabei konnten 40 % der Ereignisse auf chirurgische Behandlungen zurückgeführt werden (13).

Um eine höhere Patientensicherheit zu gewährleisten, müssen die Faktoren betrachtet werden, die die operativen und kognitiven Fähigkeiten eines Chirurgen beeinflussen können. Einer dieser Faktoren ist ausreichender Schlaf (13).

Ein besseres Verständnis für die Folgen von Schlafverlust im Zusammenhang mit chirurgischen Fähigkeiten, wie beispielsweise der Geschicklichkeit, könnte Aufschluss über die möglichen Risiken geben, die mit Schlafverlust einhergehen könnten.

Zielsetzung:

Aufgrund der interessanten Vorarbeiten zu der Frage nach der operativen Performance unter Schlafmangel sollen in dieser Studienarbeit folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Sorgt Schlafmangel getestet an der roboter-assistierten Chirurgie am Simulator für eine Senkung der Performance der Probanden?
- Sind bestimmte Fähigkeiten (Metriken) stärker von einer Performance Senkung betroffen?
- Hat das Schlafverhalten und die Chronobiologie der Probanden einen Einfluss darauf, ob die Probanden den Schlafmangel besser oder schlechter kompensieren können?

Die wissenschaftliche Hypothese lautet: Schlafmangel hat einen Einfluss auf die operative Performance am Mimic dV-Trainer®.

Um die Daten bezogen auf die motorischen Fähigkeiten bestmöglich zu objektivieren, nutzten wir ein Robotersystem, da auch andere publizierte Studien Robotersysteme verwendeten. Wir entschieden uns in unserer Studie den Mimic dV-Trainer® anzuwenden. Dieser stellt dabei den Simulator des Da Vinci OP-Roboters dar. Die Übungen und die vom System erfassten Leistungsmetriken sowie Parameter wurden basierend auf den chirurgischen Fähigkeiten entwickelt und sollen ein effizientes Training für die minimalinvasive Chirurgie liefern. Zahlreiche Studien wurden bislang am Mimic dV-Trainer®

durchgeführt und publiziert. Zum hier dargestellten Thema wurde bislang nur eine weitere Studie durchgeführt, sodass bislang keine einschlägige Datenlage besteht.

Ergänzend zu den psychomotorischen Fähigkeiten sollte anhand von Fragebögen betrachtet werden, ob die Chronobiologie des Schlafs und das Schlafverhalten der Probanden einen Einfluss darauf hatte, wie das Schlafdefizit kompensiert werden konnte.

2 Literaturdiskussion

Die vorliegende Dissertationsarbeit untersuchte den Einfluss von Schlafentzug auf die Performance von Chirurgen am Mimic dV-Trainer® über einen definierten Zeitraum.

Im folgenden Kapitel sollen die Auswirkungen von Schlafentzug auf den natürlichen Mechanismus des Menschen, insbesondere der Ärzteschaft in Kontext der aktuellen Literatur erläutert werden.

2.1 Schlafentzug und mögliche Folgen von Schlafmangel

Bei Schlafentzug handelt es sich um einen Zustand, in dem die Schlafzeit kürzer ist als die durchschnittliche Schlafdauer (14). Bislang gibt es in der Forschung keine genauen Angaben, ab welcher Stundenzahl es sich um „Schlafmangel“ handelt und wie viel Schlaf Menschen tatsächlich benötigen. Studien in westlichen Industrienationen zeigen jedoch, dass der Großteil der Befragten im Durchschnitt zwischen 6 und 8 Stunden schläft (15).

Schlafentzug kann unter anderem zu Leistungseinbußen, einer verminderten Wachsamkeit und langfristig zu einer Gesundheitsverschlechterung führen (3). Ebenso ist sich die Wissenschaft nicht einig darüber, weswegen Menschen auf Schlaf angewiesen sind. Einige Theorien gehen davon aus, dass Energieeinsparungen, Wiederherstellung und Informationsverarbeitung dabei eine wichtige Rolle spielen (16). Wenn der Organismus über einen bestimmten Punkt hinaus nicht ruht, beginnt die neurokognitive Leistung stark abzunehmen. Dieser Zustand wäre vergleichbar mit den Folgen einer Alkoholvergiftung. Daher scheint auch die Wiederherstellung der neurokognitiven Funktionen eine wichtige Funktion des Schlafs darzustellen (16), (17).

Bei einem chronischen Schlafdefizit kann es zu Beschwerden wie starker Tagesmüdigkeit und -schläfrigkeit, Konzentrations- und Leistungsstörungen sowie Unruhe und Reizbarkeit kommen. Die Folgen zeigen sich durch Schwierigkeiten im Berufsleben oder anhand von psychosozialen Problemen (14). Bereits eine 2-wöchige Minimierung der nächtlichen Schlafdauer auf 4 bis 6 Stunden pro Nacht führt zu einer erheblichen Beeinträchtigung der neuropsychologischen Leistungsfähigkeit (16). Langfristige gesundheitliche Folgen zeigen

sich in einer erhöhten kardiovaskulären Morbidität und Mortalität, in Stoffwechselstörungen, Fettleibigkeit und durch ein erhöhtes Krebsrisiko (15).

Auch auf der psychologischen Ebene können Schlafverlust und Müdigkeit Auswirkungen haben. Dabei werden negative Emotionen verstärkt empfunden, wohingegen positive Emotionen abgeschwächt wahrgenommen werden (18). Dies kann sich durchaus belastend sowohl auf das Berufsleben als auch auf das Privatleben des Einzelnen auswirken und zu einem verminderten Empathieempfinden gegenüber Patienten führen (18). Ebenfalls wurde beobachtet, dass Aufmerksamkeitsstörungen, eine verlängerte Reaktionszeit sowie Leistungsschwankungen nach chronischem Schlafentzug gehäuft auftreten. Dabei kann dies mit schwerwiegenden medizinischen Fehlern in der Ärzteschaft einhergehen (17).

Es stellt sich die Frage, warum nächtlicher Schlafmangel tagsüber nicht nachgeholt werden darf. Dies liegt daran, dass unser Körper einer sogenannten zirkadianen Rhythmik unterliegt (14). Die verschiedenen physiologischen Funktionen sind aufeinander abgestimmt und bestimmen den Wechsel zwischen der aktiven Phase am Tag (ergotrope Phase) und der Erholungsbereitschaft in der Nacht (trophotrope Phase) (2). Für den Menschen sind die tagesperiodischen Schwankungen (zirkadiane Rhythmen) von großer Bedeutung. Durch externe Reize von Zeitgebern wird die endogen gebildete Periodik mit unserem 24-Stunden-Tag-Nacht-Wechsel synchronisiert (2). Gebildet wird die endogene zirkadiane Rhythmik im Nucleus Suprachiasmaticus (SCN), einem Kerngebiet des ventralen Hypothalamus. Dieser wirkt wie eine innere Uhr. So zeigt sich bei der Mehrheit der Menschen ohne Einfluss externer Zeitgeber eine natürliche Periodik von ungefähr 25 Stunden. Durch Einfluss von externen Zeitgebern wird dies auf den 24-Stundenrhythmus des Tages synchronisiert (2, 19). Temperatur, soziale Kontakte, regelmäßige Nahrungsaufnahme sowie das Bewusstsein der Uhrzeit sind Faktoren, die als externe Zeitgeber fungieren können. Führend ist jedoch der Wechsel zwischen Tageslicht und Dunkelheit. Das Licht wird über bestimmte Photorezeptoren der Netzhaut zum endogenen Schrittmacher geleitet. Dort erfolgt eine Verschaltung von Neuronen zum Corpus pineale, wo die Synthese des Melatonins gehemmt wird. Natürlicherweise beginnt die Synthese von Melatonin mit Einbruch der Dunkelheit und endet in den Morgenstunden. Man geht davon aus, dass das Ausmaß der Melatonin-Synthese genetisch determiniert ist und wahrscheinlich eine entscheidende Funktion bei der Synchronisation der meisten physiologischen Rhythmen einnimmt (19, 20).

Die Unterschiede werden vor allem bei Menschen mit ausgeprägten chronotypen Schlafmustern sichtbar. So haben 'Morgentypen' (Lerchen) in ihrer Aktivität und in ihrem Ruheverhalten eine frühere zirkadiane Phasenlage als 'Abendtypen' (Eulen) (2). Lerchen schlafen früh ein, stehen zu frühen Morgenstunden auf und können nicht durch längeres Schlafen am Morgen das späte Einschlafen in der Nacht kompensieren. Sie generieren

während der Nachtdienste daher rasch ein Schlafdefizit. Abendtypen haben eine längere zirkadiane Periodik und sind somit flexibler in ihrem Schlafmuster (2). Aus diesem Grund kommen sie mit Nachtdiensten besser zurecht, obwohl sie im Gegensatz zu Morgentypen nicht 'vorschlafen' können und so vor früh beginnenden Frühschichten ein entsprechendes Schlafdefizit entwickeln (2).

In der Studie von Basner et al. aus dem Jahre 2017 zeigte sich, dass der Schlaf, der durch Bereitschaftsnächte verloren geht, nur vollständig nachgeholt werden kann, wenn Probanden bereits während ihrem Bereitschaftsdienst mehr als 4 Stunden schlafen. Die tatsächliche Schlafdauer während eines Bereitschaftsdienstes betrug jedoch bei den Probanden im Durchschnitt 2,19 Stunden (21). Dies deutet darauf hin, dass rezidivierende Bereitschaftsdienste unweigerlich zu einem chronischen Schlafdefizit führen. Dies spiegelt im Umkehrschluss die hohe berufliche Belastung wider. Auch „Naps“ (Nickerchen) am darauffolgenden Tag führten bei den Studienteilnehmern zu keiner Leistungsänderung in den psychomotorischen Tests. Auch auf das subjektive Müdigkeitsempfinden zeigten diese keinen Einfluss (21).

Nach einem erfolgten Bereitschaftsdienst wurde die höchste Anzahl an Aufmerksamkeitsstörungen sowie die geringste psychomotorische Geschwindigkeit bei den Probanden verzeichnet. Zudem empfanden die Studienteilnehmer die subjektive Schläfrigkeit morgens nach den Bereitschaftsnächten am stärksten (21). Die Wachsamkeit war bei Praktikanten am stärksten beeinträchtigt, wenn überhaupt nicht geschlafen wurde. In einer Analyse bestehend aus den Daten der Praktikanten und Assistenten verbesserte sich die Wachsamkeit mit der Menge, die in der vorherigen Nacht geschlafen wurde und glich sich ab einer Schlafdauer von größer 7 Stunden an (21).

Inwiefern Schlafmangel zu einer erhöhten Fehlerrate führt und so die Patientenversorgung negativ beeinflussen kann oder gar deren Sicherheit gefährdet, ist eine kontrovers diskutierte Frage, die ihre Aktualität nicht verliert (1).

Ayas et al publizierten 2006 eine Studie mit der Zielsetzung, den Zusammenhang zwischen verlängerter Arbeitsdauer und perkutanen Verletzungen von Praktikanten im medizinischen Sektor und Assistenzärzten aufzuzeigen. Umfragen diesbezüglich detektierten Konzentrationsstörungen und Müdigkeit als die beiden häufigsten Ursachen für perkutane Verletzungen (Nadelstichverletzungen). So waren auch eine längere Arbeitsdauer und Nachtdienste ebenso mit einem erhöhten Risiko für Verletzungen behaftet (22).

In den USA ist es aktuell immer noch erlaubt, bis zu 80 Stunden pro Woche zu arbeiten (23). Dies steht beispielsweise in einem starken Gegensatz zu den Niederlanden, wo eine maximale Arbeitszeit von 60 Stunden wöchentlich gestattet ist (24). Dabei darf die

durchschnittliche wöchentliche Arbeitszeit lediglich 48 Stunden innerhalb von 16 Wochen betragen (24). Dieses hohe Maß an Arbeitsbelastung führt in den USA insbesondere bei Assistenzärzten zu einem chronischem Schlafentzug (25). Laut dem Arbeitszeitgesetz beträgt die wöchentliche maximale Arbeitszeit in **Deutschland** den EU-Richtlinien entsprechend 8 Stunden pro Tag und somit 48 Stunden pro Woche bei einer Sechs-Tage-Woche. Diese kann auf 10 Stunden täglich verlängert werden, wenn innerhalb von 6 Kalendermonaten oder innerhalb von 24 Wochen im Durchschnitt 8 Stunden werktäglich nicht überschritten werden (4). Eine Sonderregelung stellt die „Opt-Out“ Regelung dar. Laut Tarifvertrag für Ärztinnen und Ärzte an kommunalen Krankenhäusern im Bereich der Vereinigung der kommunalen Arbeitgeberverbände (TV-Ärzte/VKA) darf die wöchentliche Arbeitszeit trotz der „Opt-Out“ Regelung 60 Wochenstunden nicht überschreiten (26). Da sich diese 60 Stunden jedoch auf einen Durchschnittszeitraum von 6 Monaten beziehen, kann der Arbeitnehmer in einzelnen Wochen oder Monaten einer sehr hohen Arbeitsbelastung ausgesetzt sein (27).

Barger et al. führten in den USA eine prospektive landesweite, webbasierte Umfrage mit 2737 Assistenzärzten in ihrem ersten Jahr durch. Dabei wurden detaillierte Informationen wiedergegeben über Arbeitszeiten, Diensten mit zusätzlichen Überstunden, Unfällen mit Kraftfahrzeugen, Beinaheunfällen und Unfällen, bei denen der Fahrer während der Autofahrt plötzlich eingeschlafen war. Es stellte sich heraus, dass jeder im Monat zusätzlich geplante Nachtdienst das monatliche Risiko eines Kraftfahrzeugunfalls um 9,1 Prozent erhöhte. Wenn es zu mehr als 4 Nachtdiensten im Monat kam, schliefen signifikant mehr Probanden während der Fahrt ein (28).

Lockley et al. untersuchten in einer Interventionsstudie die möglichen Auswirkungen von Arbeitsstunden und Schlaf auf Aufmerksamkeitsstörungen. Dabei arbeiteten 20 Probanden (Assistenzärzte) für 3 Wochen mit dem üblichen Dienstplan für > 80 Arbeitsstunden (Mittelwert = 84,9 hours = h) pro Woche und 3 Wochen mit einem neuen Dienstmodell (Interventionsmodell) mit < 80 Stunden wöchentlich (Mittelwert = 64,5 h). Während den 3 Interventionswochen schliefen die Probanden im Durchschnitt 5,8 h mehr pro Woche (29). Um die Anzahl der Aufmerksamkeitsfehler in Bereitschaftsdiensten zu quantifizieren, wurde ein Elektrookulograph verwendet. Dabei zeigte sich, dass die Probanden im Rahmen des Interventionsmodells weniger als die Hälfte an Aufmerksamkeitsfehlern während den Bereitschaftsnächten machten als in den Nächten, in denen sie nach dem traditionellen Dienstmodell gearbeitet hatten (29).

2.2 Die operativen Fähigkeiten von Chirurgen unter Schlafmangel

Im Jahr 2009 veröffentlichte das Royal Australian College of Surgeons (RACS) einen Leitfaden, anhand dessen die Erwartungen an einen Facharzt der Chirurgie und wichtige Leistungsindikatoren definiert wurden. Dazu gehörten Professionalität, Tätigkeiten als Wissenschaftler und Lehrer, die Vertretung des Gesundheitswesens, Management und Führungsqualitäten, Teamfähigkeiten, eine gute Kommunikationsbereitschaft sowie medizinisches, klinisches und technisches Fachwissen (22).

Für das Erlernen und die Verbesserung der technischen Fähigkeiten, kann das Verwenden von Roboter-Simulatoren eine gute Option darstellen. In den letzten drei Jahrzehnten hat sich das Simulationstraining zu einem Schlüsselinstrument für die Ausbildung von Ärzten und die Aufrechterhaltung der Patientensicherheit entwickelt. Änderungen an der chirurgischen Weiterbildung haben dazu geführt, dass sich die Chirurgie von ihrem traditionellen Lehrmodell zu einem kompetenzbasierten Modell entwickelt hat. Die Simulation kann eine standardisierte und sichere Methode zur Ausbildung und Beurteilung von Chirurgen darstellen. Sie ermöglicht es den Auszubildenden Fehler zu machen, Fragen zu stellen und schwierige Situationen zu üben und zu reflektieren, ohne dabei die Patientensicherheit zu gefährden. Solche Erfahrungen sind sehr umfassend und können sich für den Benutzer sehr realistisch anfühlen. Es ist möglich den Lerninhalt jederzeit neu aufzufrischen und die psychomotorischen Fähigkeiten, die Hand-Augen-Koordination und die Beidhändigkeit zu verbessern, was besonders wichtig für die endoskopische Chirurgie ist. Vor allem seltene und riskante Verfahren können erst einmal unter Simulation geübt werden und somit dem Operateur ein besseres Selbstvertrauen liefern (8, 25).

In den folgenden Studien untersuchten die Autoren unter verschiedenen Voraussetzungen, ob und inwiefern die Kompetenzen und die damit einhergehende Leistung von Chirurgen durch Schlafmangel beeinträchtigt sein könnte.

In einer Studie aus dem Jahre 2015 von Basaran et al. wurde die Leistung eines einzigen Chirurgen herangezogen. Dabei wurden Anastomosen an 48 Ratten zu 3 verschiedenen Test-Zeiten durchgeführt (morgens, nachts und nach einer Nacht ohne Schlaf). Alle Eingriffe wurden mit einer digitalen Videokamera aufgezeichnet und anschließend nach Anastomosen-Zeit, Fehler-Score, Global-Rating-Scala, Autopsie-Score und der Durchgängigkeit der Anastomose bewertet. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass es fortschreitend über die 3 Sitzungen hinweg zu einer geringeren Eingriffsdauer („Anastomosenzeit“) kam. Die Autoren nahmen an, dass möglicherweise der Chirurg aufgrund der gesteigerten Müdigkeit den Drang hatte, den Eingriff früher abzuschließen.

Ebenso konnten sie ein progressives Lernen über die Dauer des Experiments hinweg nicht ausschließen (30).

Viele Studien zur chirurgischen Geschicklichkeit unter Schlafdefizit verwendeten Laparoskopie-Simulatoren für ihre Untersuchungen (1). Oft kam dabei der MIST-VR (= minimally invasive surgery trainer, virtual reality), ein Simulator für endoskopische Eingriffe zum Einsatz. Der verwendete Simulator bündelt verschiedene Aufgaben und Bewertungskriterien, wie beispielsweise die Economy of Motion (= Bewegungsökonomie), Number of Errors (= Anzahl der Fehler) und Time to Complete Exercise (= benötigte Zeit zum Ausführen der Übung), ein (31).

Eastridge et al. führten eine Studie durch, in der 35 chirurgische Assistenten vor dem Nachtdienst (ausgeruht), während dem Nachtdienst und nach dem Nachtdienst (mit Schlafdefizit) bewertet wurden. Die Teilnehmer füllten Fragebögen zu ihren Schlafstunden und ihrer gefühlten Müdigkeit aus. Die technischen Fähigkeiten wurden anhand des MIST-VR bewertet. Bei den Probanden war die Number of Error im ermüdeten Zustand signifikant größer ($p < 0,001$), wobei die Time to Complete Exercise geringfügig zunahm. In der Economy of Motion zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Ebenso hatte das Ausbildungsjahr keinen Einfluss auf die empfundene Müdigkeit oder auf die Leistung der Teilnehmer (32).

Grantcharov et al. bewerteten 2001 die Auswirkung von Schlafentzug an 14 Assistenten einer gastroenterologisch- chirurgischen Abteilung. Dabei wurden die Probanden sowohl an einem gewöhnlichen Arbeitstag als auch nach einer Höchstschlafdauer von weniger als 3 Stunden am MIST-VR getestet. An diesem Tag führten die Probanden zudem eine laparoskopische Cholezystektomie an lebenden Schweinen durch. Eine Gruppe erfahrener Chirurgen bewertete die Leistung der Auszubildenden bezüglich der Cholezystektomie und hinsichtlich Gesamtfehler sowie Bewegungsökonomie. Die Aufgaben am MIST-VR wurden ebenfalls bezüglich der Gesamtfehler und der Bewegungsökonomie bewertet. Nach der Intervention Schlafentzug kam es zu einer signifikanten Verlängerung der Time to Complete Exercise, einer Erhöhung der Number of Error sowie einer Zunahme der Economy of Motion in 2 von 6 Übungen (33).

Eine weitere Simulationsstudie unter Schlafentzug wurde von Tsafir et al. durchgeführt und umfasste 26 Assistenten (14 Anfänger, 12 Erfarene), die anhand ihrer Berufserfahrung in Experten- und Nicht-Experten unterteilt wurden. Die Teilnehmer wurden vor und nach einem Bereitschaftsdienst (24 Stunden) anhand von 8 Aufgaben an einem Virtual Reality Simulator (= Robotersimulator) bewertet. Jede Aufgabe spiegelte Parameter wie Kompetenz, Wirksamkeit und Sicherheit wieder. Bei den meisten Aufgaben wirkte sich Schlafentzug erheblich negativ auf die Leistung der Assistenten aus. Dies zeigte sich sowohl hinsichtlich

der Effizienz (= Time to Complete Exercise) als auch in Bezug auf die Sicherheit (= Number of Error). Diese Beobachtungen waren bei Anfängern ausgeprägter. Darüber hinaus ließ sich eine Verminderung der Präzision nach dem erfolgten Schlafentzug erkennen (34).

Leff et al. veröffentlichten eine Studie mit 21 chirurgischen Assistenten aus verschiedenen Fachgebieten. Auch hier wurde der MIST-VR eingesetzt. Vor Beginn der Studie wurden die Teilnehmer in 6 verschiedenen Übungen mit steigender Komplexität geschult. Nach der ersten Nachtschicht wurde eine maximale Leistungsverschlechterung beobachtet. Die Assistenten brauchten verglichen mit dem Ausgangswert signifikant länger, um die erste ($p = 0,002$) und die zweite Aufgabe ($p = 0,005$) zu bewältigen. Bei der ersten Aufgabe geschahen darüber hinaus deutlich mehr Fehler ($p = 0,025$). Es wurde jedoch eine verbesserte Leistung in aufeinanderfolgenden Schichten beobachtet (35).

Insgesamt fand diese erste Gruppe von Studien, die mithilfe simulierter Eingriffe die Probanden bewertete, eine Veränderung der chirurgischen Geschicklichkeit nach Schlafdefizit heraus. Parallel dazu fanden zahlreiche Experimente keine Unterschiede in der chirurgischen Leistung nach Schlafdefizit heraus (35).

Lehman et al. publizierten 2010 eine Studie, bei der die Probanden in eine Gruppe von 17 chirurgischen Assistenten (Testgruppe) und 13 Medizinstudenten (Referenzgruppe) eingeteilt wurden. Die Studie verwendete einen virtuellen Simulator namens Virtual System Simulator (=VSS). Ebenfalls wurden 2 neuropsychologische Standardtests durchgeführt, bestehend aus einem Aufmerksamkeits- und ein Konzentrationsleistungstest. Die Testgruppe wurde während eines Bereitschaftsdienstes an 4 Testpunkten bewertet (8.00 Uhr und 16.00 Uhr am Bereitschaftstag, 8.00 Uhr am Tag nach dem Nachtdienst und um 8.00 Uhr am Erholungstag) um die Auswirkungen vom Schlafmangel zu testen. Die Referenzgruppe führte dieselben Tests durch, jedoch ohne einen Bereitschaftsdienst zu haben. Die während der Bereitschaftszeit aufgezeichnete Schlafdauer betrug $2,9 \pm 1,4$ Stunden. Die Analyse ergab zwischen den beiden Teilnehmergruppen weder anhand der Testung am VSS noch anhand der Aufmerksamkeit -und Konzentrationstests eine signifikante Leistungsbeeinträchtigung (6).

Jakubowic et al. testeten 8 Assistenten der Allgemeinchirurgie an einem Simulator für endoskopische Nasennebenhöhlenoperationen, um mögliche Leistungsänderungen vor und nach einem 24-Stunden-Bereitschaftsdienst zu messen. In der Studie zeigten sich keine statistisch signifikanten Änderungen in der Number of Errors, der Time to Complete Exercise oder dem Overall-Score. Nach erfolgtem Bereitschaftsdienst wurde jedoch ein Trend zu einer verbesserten Geschwindigkeit auf Kosten der Genauigkeit festgestellt (31).

Erie et al. testeten 9 Assistenzärzte der Augenheilkunde in 2 verschiedenen Modulen jeweils ausgeruht, nach der Arbeit und nach dem Schlafentzug (3 Stunden Schlaf in den letzten 24 Stunden) am Eyesi-Operationssimulator. Durch das Trainieren am Simulator sollten Chirurgen anhand des Pinzetten-Moduls und Antitremormodul in ihrer Feinmotorik und Präzision geschult werden. Diese Kriterien wurden bei den Probanden in den Testdurchläufen bewertet, wobei jeder mit sich selbst verglichen wurde. Vor jedem Test sollten die Teilnehmer ein Schlafprotokoll führen, um einen chronischen Schlafentzug auszuschließen. Die Schläfrigkeit wurde mit der Epworth Sleepiness Scale (=ESS) bewertet. Die Assistenten hatten nach dem Bereitschaftsdienst in den letzten 24 Stunden signifikant weniger Schlaf und waren auch signifikant schläfriger. Ein Unterschied in der Leistung konnte dabei nicht festgestellt werden (36).

Auch Schlosser et al. testeten ihre 38 chirurgischen Probanden zu 3 verschiedenen Zeitpunkten (vor einem 24-Stunden-Dienst, nach erfolgtem 24-Stunden Dienst und 24 Stunden nach einer darauffolgenden Ruhephase). Sie testeten dabei die subjektive Wachsamkeit mit der Stanford-Schläfrigkeitsskala (=SSS) und die Speichel-Cortisol-Konzentration. Der Virtual Reality Simulator LapSim wurde verwendet, um die technischen und kognitiven Fähigkeiten zu bewerten. Die Schlafdauer, die von den Probanden aufgezeichnet wurde sowie die effektive Wachsamkeit nahmen nach dem Nachtdienst signifikant ab. Überraschenderweise wurden in den am Simulator gemessenen Leistungen in den Bereichen des Errors score, der Time to Complete Exercise und der Economy of Instrument Motion nach erfolgtem Nachtdienst eine Verbesserung erzielt. Die objektive Wachsamkeit, die mit einem sogenannten d2-Papier- Bleistifttest getestet wurde, war ebenfalls nach dem Schlafdefizit durch den Nachtdienst deutlich besser (12).

Olasky et al. wollten testen, inwiefern es einen Unterschied in der Leistung gab, wenn die Erfahrung des Chirurgen mit Schlafentzug in Verbindung gesetzt wurde und ob die wahrgenommene Müdigkeit nach dem Schlafentzug einen Zusammenhang mit der erbrachten Leistung aufwies. An ihrer Studie nahmen 22 Chirurgen mit unterschiedlichem Ausbildungsstand und Erfahrung teil. Die Testung der Probanden wurde an zwei verschiedenen Simulatoren, dem Fundamentals of Laparoscopic Skills Trainer (= FLS) und dem Virtual Basic Laparoscopic Surgical Trainer durchgeführt. Die multiple Regressionsanalyse zeigte, dass die Anzahl der geschlafenen Stunden und die subjektiv wahrgenommene Müdigkeit keine Kovarianz erkennen ließen. Den Ergebnissen zufolge hatte beides keinen Einfluss auf die Leistung. Es wurde jedoch eine Verbindung zwischen dem Erfahrungsniveau der Chirurgen und der Anzahl der geschlafenen Stunden gefunden. Das Fachwissen war die einzig determinierende Komponente bezüglich der Leistung an beiden Simulatoren (13).

Weiter wurden 2004 an der Universität in Bergen in Norwegen 32 Chirurgen aus verschiedenen Disziplinen sowohl am MIST-VR als auch anhand der ESS getestet. Dabei schliefen die Probanden während des „Pre-Test“ (= Vortestung) innerhalb von 24 Stunden 6 Stunden und während dem „Post-Test“ (=Nachttestung) 1,5 Stunden innerhalb von 24 Stunden. Hierbei zeigten sich nach Angaben der Autoren Uchal et. al. keine signifikanten Unterschiede anhand der Ergebnisse in der Performance der Chirurgen bei verminderter Schlafdauer (37).

Veddeng et al. testeten etwa 10 Jahre später erneut in Norwegen, ob sich nach langen Bereitschaftsdiensten die kognitiven Fähigkeiten von Gynäkologen veränderten und es damit einhergehend zu einer Beeinträchtigung der laparoskopischen Fähigkeiten kam. Es handelte sich dabei um eine prospektive Kohortenstudie. Das Probandenkollektiv bestand aus 28 Ärzten aus einer Abteilung für Geburtshilfe und Gynäkologie. Diese mussten zunächst vor Beginn der Testung an einem virtuellen Simulator laparoskopische Fertigkeiten trainieren. Getestet wurden sowohl die kognitiven als auch die laparoskopischen Fähigkeiten zu 2 verschiedenen Zeitpunkten. Hierzu fand die Testung einmal am Morgen nach einer ausgeruhten Nacht und einmal am Morgen im Anschluss an einen 17,5 Stunden Dienst statt (Durchschnittliche Schlafdauer 2,9 h). Der kognitive Test wurde anhand des Cambridge neuropsychological Test durchgeführt. Hierbei wurden die Reaktionszeit, Fehler und die Gesamtpunktzahl bewertet. In der Datenanalyse konnte in Bezug auf die laparoskopischen Fähigkeiten gemessen durch ein Virtual-Reality-Verfahren keine Beeinträchtigung nach dem Nachtdienst festgestellt werden. Im kognitiven Test zeigte sich eine kleine Verlängerung der Reaktionszeit, aber keine anderen Anzeichen einer verminderten kognitiven Funktion (38).

3 Material und Methoden

3.1 Probandenkollektiv

Das Kollektiv der Probanden in dieser Studie bestand aus Chirurgen in Weiterbildung und Fachärzten der Chirurgie. Die Teilnehmer wurden im chirurgischen Umfeld rekrutiert. Zu diesen zählten der Fachbereich der Kinderchirurgie, Neurochirurgie, Allgemeinchirurgie, Gynäkologie, Urologie und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie.

3.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Die Auswahl der Probanden erfolgte anhand der folgenden Einschlusskriterien:

- Chirurgische Tätigkeit
- Bereitschaftsdienst /Nachtdienst

- Testung nach mindestens 7 Tagen ohne erfolgten Nachtdienst
- Maximale Schlafdauer von 3,5 Stunden in der Testnacht

Ausschlusskriterien:

- Schichtdienst in den letzten sieben Tagen vor der Testung
- Konsumierung von Drogen und Alkohol

3.3 Operativer Trainingssimulator Mimic dv Trainer®

Der Mimic dv Trainer® ist ein Trainingssimulator, welcher dem Da Vinci-Roboter System nachempfunden wurde. Es wird Chirurgen somit ermöglicht, realitätsgetreu das minimalinvasive Operieren an Robotern zu üben, um sich auf das operative Arbeiten mithilfe von Robotersystemen vorzubereiten zu können (39).

3.3.1 Allgemeiner Aufbau und Funktionsweise

Der Trainingssimulator besteht aus den folgenden Komponenten:



Abbildung 1 Trainingssimulator Mimic dV-Trainer® (Quelle: User Guide 2016)

Mastergriffe und Spannungskabel: Über die beiden Mastergriffe (Master Grips) kann der Benutzer mit dem Mimic dv Trainer® über Hand- und Fingerbewegungen interagieren. Die Spannungsdrähte (Tension Cables) sind mit den Mastergriffen verbunden und stehen unter Spannung. Somit können diese während der Simulation Bewegungen erkennen und spannungsbasierte Informationen rückmelden. Das Zusammenspiel der Master Grips und der Tension Cables ermöglicht die virtuellen Greifer und die Kameraoptik in den einzelnen Übungen zu bedienen und zu bewegen (40).



Abbildung 2 Master Grips (Quelle User Guide 2016)

Andockstelle: Durch die Andockstelle (Docking Station) wird die Bewegungserkennung kalibriert. Vor jeder Benutzung müssen die Griffe an die Andockstelle geführt werden, damit eine Neu- Kalibrierung stattfinden kann (40).

Stereoskop: Das dV-Trainer® Stereoskop (Adjustable Stereoscope) zeigt hochwertige Stereobilder an und erstellt während der Simulation eine Da Vinci -ähnliche Trainingsumgebung (40).

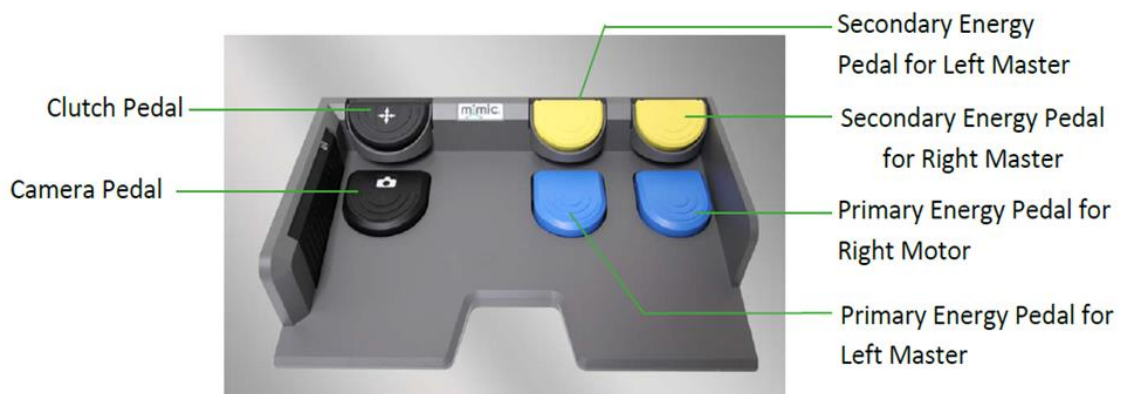


Abbildung 3 Foodswitch Panel (Quelle: User Guide 2016)

Unterhalb des Trainingssimulators befindet sich ein dazugehöriges Foodswitch Panel, das wie folgt aufgebaut ist.

Kupplungspedal: Durch Das Kupplungspedal (Clutch Pedal), welches durch Drücken mit dem Fuß betätigt werden kann, werden die Instrumente in der Virtual-Reality-Umgebung unabhängig von den tatsächlichen Händen „eingefroren“. Auf diese Weise können die

Mastergriffe im physischen Raum neu positioniert werden, ohne die Instrumente in der virtuellen Umgebung zu bewegen und um den Arbeitsbereich effizient zu nutzen (40).

Kamerapedal: Das Kamerapedal (Camera Pedal) wird verwendet, um die Ansicht relativ zur virtuellen Umgebung zu verschieben. Dafür lässt man das Kamerapedal gedrückt, bewegt die Mastergrips in die gewünschte Position (nach hinten, nach vorne, nach oben, nach unten, nach rechts oder nach links) und lässt es wieder los (40).

Bipolares Energiepedal: Bipolare Energie (Secondary Energy) ist simulierte Energie, die von bipolaren Instrumenten angewendet wird. Durch Drücken des primären (blauen) Energiepedals wird diese aktiviert. Um die Energie in einer Übung zu nutzen, drückt und hält man das entsprechende Pedal. Um sie zu beenden, lässt man das Pedal wieder los (40).

Monopolare Energiepedale: Die monopolaren Instrumente (Primary Energy Pedal) in den Simulationsübungen können entweder eine Koagulationsfunktion oder eine Schneidefunktion (mono cut function) ausführen. Die Koagulationsfunktion wird vom primären (blauen) Pedal und die Schneidefunktion vom sekundären (gelben) Pedal aktiviert. Um monopolare Energie in einer Übung zu nutzen, drückt und hält man das entsprechende Mono-Energie-Pedal. Zum Beenden der Energie lässt man das Pedal wieder los (40).

3.3.2 Mögliche Leistungsmetriken

Die Software des Mimic dv Trainer® bietet verschiedene Übungen, wobei der Benutzer angewiesen wird, eine Aufgabe zu erledigen. Um diese Aufgaben erledigen zu können, werden die Mastergrips auf virtuelle Greifer projiziert. Somit kann man die Grips nutzen, um die Greifwerkzeuge innerhalb der Übung zu steuern (39).

Am Ende jeder Übung wird dem Benutzer eine Bewertung seiner Leistung mittels einer Vielzahl von Leistungsmetriken durch einen entsprechenden Wert = Value präsentiert. Nachstehend werden zunächst die einzelnen Leistungsmetriken, die in dieser Dissertationsarbeit durch den Mimic dV-Trainer® gemessen wurden, erläutert (39):

Drops: Wenn während der Übungen ein von dem Probanden geführter Ring oder eine Nadel unbeabsichtigt in einen nicht dafür vorgesehenen Bereich fällt, so erfolgt ein Punkteabzug (39).

Master Workspace Range: Durch ein definiertes kugelförmiges Volumen sollen alle Positionen der beiden Mastergriffe während der Übungen widergespiegelt werden. Innerhalb dieser gedachten Kugel wird die Strecke in Zentimetern gemessen, die ein Proband darin mit den Greifern zurücklegt. Je kleiner die Gesamtstrecke ist, desto höher ist die Punktzahl (39).

Instrument Collisions: Diese Metrik gibt wieder, wie oft die Instrumente aneinanderstoßen und es zum Kontakt zwischen ihnen kommt. Je häufiger dies vorkommt, desto mehr Punkte werden abgezogen(39).

Exzessive Force: Gibt die Gesamtzeit (in Sekunden) wieder, in der eine übermäßige Instrumentenkraft angewendet wird, die über der vorgeschriebenen Grenzkraft liegt. Kräfte auf ein Instrument können durch Kollisionen, durch Tätigkeiten wie dem Zurückziehen des Gewebes, dem Einstechen einer Nadel oder dem Ziehen an einer Naht entstehen (39).

Economy of Motion: Diese Metrik misst die Gesamtstrecke (in Zentimetern), die alle Instrumente während einer Übung zurücklegen. Je weniger Strecke insgesamt zurückgelegt wird und je effizienter der Proband dabei ist, desto höher ist die Punktzahl (39).

Instruments out of View: Diese Metrik erfasst die Gesamtstrecke (in Zentimetern), die von den Instrumenten außerhalb des Sichtfelds des Benutzers zurückgelegt wurden. Benutzer sollten ein Instrument niemals bewegen, wenn es nicht sichtbar im Bild ist (39).

Points: Bei einigen spielerischen Übungen werden Punkte anstelle eines Scores angezeigt, z. B. werden in der Stacking Challenge Punkte für das Erreichen der Höhe eines Turms erzielt (39).

Missed Targets: Jedes verpasste Nadelziel wird aufgezeichnet und gemeldet (39).

Time to Complete Exercise: Diese Metrik erfasst die Gesamtzeit, die der Proband vom Start bis zu dem Beenden der Übung benötigt. Je weniger Zeit in Sekunden erforderlich ist, desto mehr Punkte werden auf den Overall Score angerechnet (39).

Wire Contact Duration: Diese Metrik gibt wieder, wie oft während einer Übung fälschlicherweise ein Draht berührt wurde (39).

3.3.3 Ausgewählte Übungen im Rahmen der Studie

Die vorgestellten Leistungsmetriken sind über verschiedene Übungsszenarios erhebbbar, von denen in der vorliegenden Studienarbeit folgende Übungen ausgewählt wurden:

3.3.3.1 Ring Tower

In dieser Übung sollen mit dem jeweils rechten und linken Greifer die blinkenden Ringe über den „heißen Draht“ geführt werden, dabei soll möglichst der Draht nicht berührt werden (41).



Abbildung 4 Ring Tower_1 (41)

Im Anschluss wird der Ring abwechselnd auf den rechten und linken Blitzturm gesetzt. Die Übung ist beendet, wenn der Ring richtig auf dem letzten Turmsockel sitzt (41).



Abbildung 5 Ring Tower_2 (41)

Die Übung Ring Tower (= RT) wurde ausgewählt, da hierbei die Hand-Augen-Koordination sowie präzises und kontrolliertes Arbeiten unter einer zeitlichen Limitierung gefordert sind. Dies sind wichtige psychomotorische Eigenschaften, die ein Chirurg beherrschen sollte. Dabei fließt in die Bewertungskriterien mit hinein, wie ökonomisch und effizient die

Probanden die Übung absolvieren konnten und wieviel Präzisionsfehler (Wire Contact Duration, Wire Collision) dabei erfolgten (41).

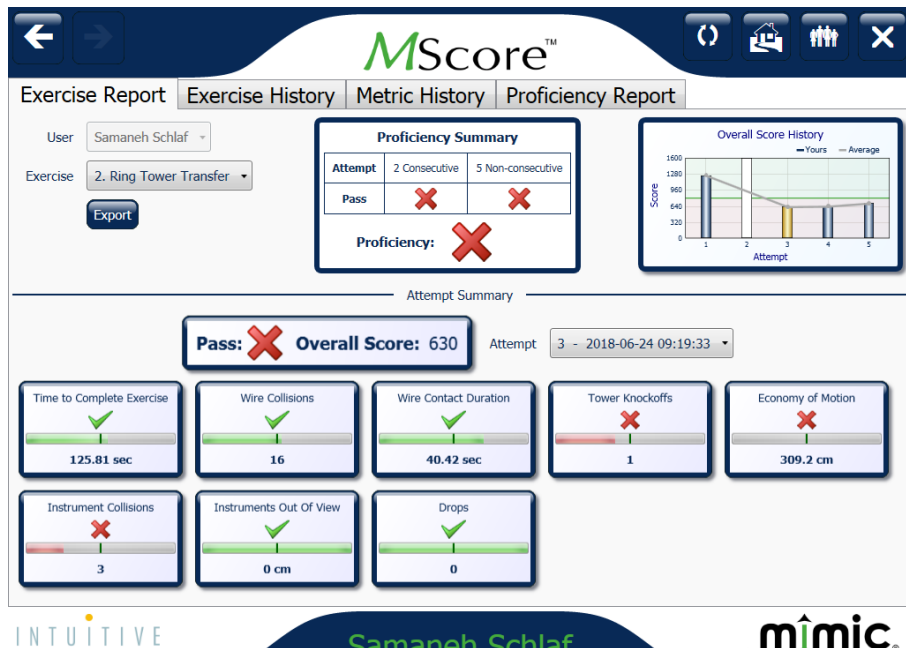


Abbildung 6 Ergebnisübersicht Ring Tower (aus dem Curriculum Schlaf)

3.3.3.2 Suture Sponge

In dieser Übung soll eine Nadel durch vorgegebene Zielscheiben in einen Schwamm ein- und ausgeführt werden, wobei die Positionen der Zielstrukturen variieren. Dabei muss die Nadel in die gelb markierten Zielringe innerhalb des Schwamms eingeführt werden, mithilfe von Drehbewegungen durch den Schwamm gefädelt und durch ein weiteres gelbes Ziel wieder ausgeführt werden (41). Die Zielstrukturen werden grün, wenn man die Nadel erfolgreich ein- und ausgeführt hat. Wenn das Ziel rot wird, hat man es verfehlt und muss die Nadel nochmals neu ein- oder ausführen. Wenn die Nadel beide Ziele erfolgreich durchgestochen hat und aus dem Schwamm gezogen wurde, verschwinden die Ziele und ein neues Zielpaar wird angezeigt. Ob für die Aktion der rechte oder der linke Greifer genutzt werden soll, wird signalisiert, indem der betreffende Greifer gelb aufleuchtet. Die Übung ist abgeschlossen, wenn man die Nadel durch insgesamt acht Zielsätze gefädelt hat (41).

Anhand der Übung Suture Sponge (=SS) sollen die Geschicklichkeit und Fingerfertigkeit der Versuchspersonen geprüft werden. Dabei müssen im Vergleich zu den anderen gewählten Übungen hier die Probanden die Aufgabe häufiger wiederholen, bis das Modul abgeschlossen werden kann. Somit müssen die Probanden ein hohes Maß an Konzentrationsfähigkeit mit sich bringen. Da dies wichtige Fertigkeiten für einen Chirurgen sind, wurde diese Übung ebenfalls für unsere Studie ausgewählt (42). Die Auswertungsparameter sind in der Abbildung 7 dargestellt. Es wird bewertet, wie schnell,

effizient und ökonomisch der Proband die Übung absolvieren konnte. Dabei werden zudem die Fehler aufgezeichnet und es wird dargestellt, wie oft beispielsweise die Probanden die Greifer fallen ließen (Drops) oder die Greifer aus dem Sichtfeld der Studienteilnehmer verschwanden (41).

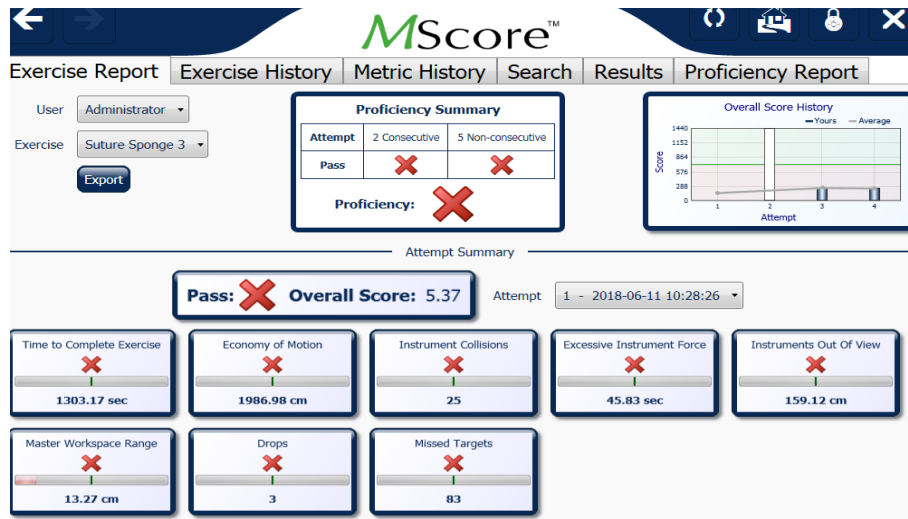


Abbildung 7 Ergebnisübersicht Suture Sponge (aus dem Curriculum Schlaf)

3.3.3.3 Vitruvian Operation

In dieser Übung sollen die Gegenstände, die von den Dominosteinen umgeben sind innerhalb von 2 Minuten eingesammelt und in eine Schale gelegt werden. Wichtig ist es die Dominosteine dabei nicht umzustößen. Für jedes Objekt, das erfolgreich in die Schüssel gelegt wurde, erhält man Punkte. Für jeden Domino, den der Nutzer umwirft, geht ein Punkt verloren. Die Übung ist beendet, wenn alle Objekte in der Schüssel platziert wurden oder wenn die Zeit abgelaufen ist (41).

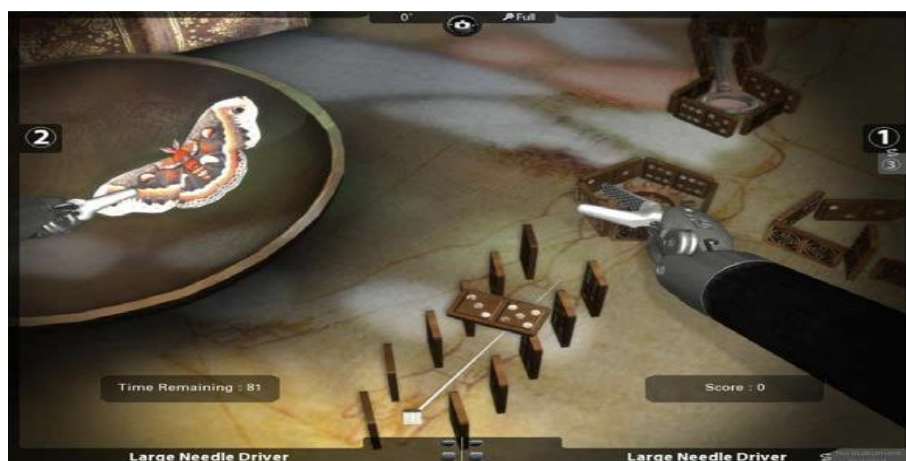


Abbildung 8 Ergebnisübersicht Vitruvian Operation (aus dem Curriculum Schlaf)

Hintergrund der Übung ist die Entwicklung von präzisen Manipulations- und Kamerasteuerungsfähigkeiten, während mehrere Objekte in einem großen Arbeitsbereich unter zeitlichen Einschränkungen bewegt werden.

3.3.3.4 Stacking Challenge

In dieser Übung soll innerhalb von 2 Minuten durch das Stapeln von Kisten und Dominosteinen ein Turm gebaut werden. Durch Öffnen und Schließen der Mastergrips werden die Greifer aktiviert woraufhin der Countdown für die Übungszeit beginnt. Nun sollen die Objekte so hoch wie möglich gestapelt werden. Die Übung ist beendet, wenn die Zeit von 2 Minuten abgelaufen ist. Die Punktzahl korreliert mit der erreichten Turmhöhe nach Ablauf der Zeit. Je höher der Turm ist, desto mehr Punkte können erreicht werden. Berührt man einen Teil des Turms, wenn der Timer abgelaufen ist, werden keine Punkte vergeben. Auf diese Weise darf der Benutzer keinen instabilen Turm abstützen. Daraus resultiert eine Gesamtpunktzahl (41).



Abbildung 9 Stacking Challenge (aus dem Curriculum Schlaf)

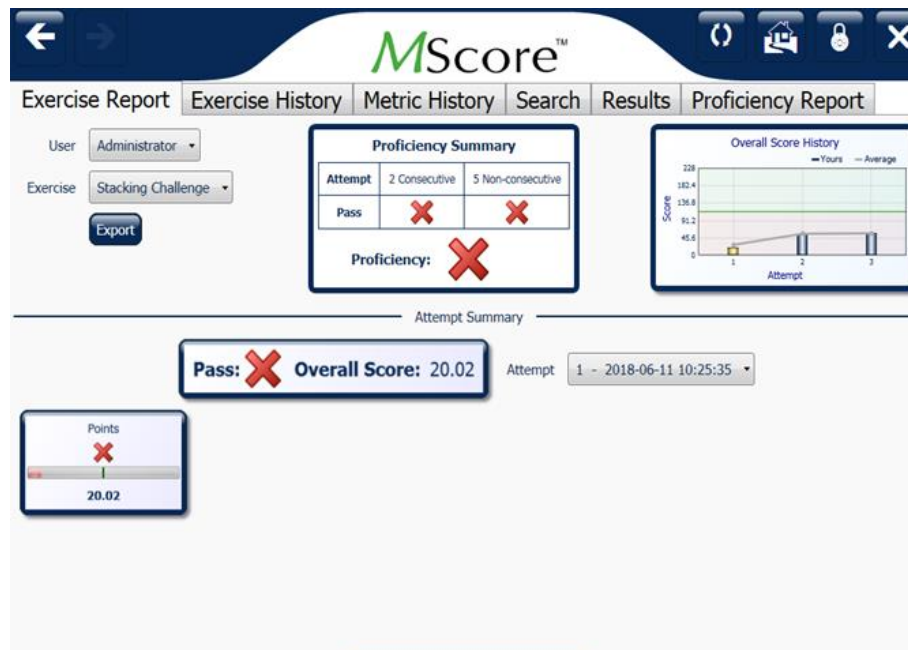


Abbildung 10 Ergebnisübersicht Stacking Challenge (aus dem Curriculum Schlaf)

Ziel der beiden Übungen Stacking Challenge (=SC) und Vitruvian Operation(=VO) ist es, präzise Manipulations- und Fingerfertigkeiten auszuführen und dabei mehrere Objekte in einem großen Arbeitsbereich unter zeitlicher Einschränkung zu bewegen. Die zeitliche Limitierung unterscheidet diese beiden Übungen von den beiden vorherigen Aufgaben (Suture Sponge und Ring Tower). In der Realität müssen Chirurgen immer wieder unter zeitlichem Druck Leistung erbringen und präzise arbeiten. Somit führt eine ungenaue bzw. unpräzise falsche Berührung mit den Mastergrips zu einem Punktabzug, das das Stresslevel für die Studienteilnehmer erhöht. Daher wurden auch diese beiden Übungen gewählt, um zu prüfen, inwiefern der zusätzliche Schlafentzug die Probanden in ihrer Performance beeinflusst.

3.4 Studienkonzeption und -ablauf

Das Ziel der Planung war es die Probanden (bestehend aus chirurgisch tätigen Ärzten) nach einem definierten Schlafmangel zu testen, um zu beobachten, ob sich ihre Performance durch die Intervention verschlechterte. Daher sollten die Studienteilnehmer sowohl erholt als auch unter Schlafmangel ein Curriculum bestehend aus 4 Übungen an dem Robotersystem Mimic dV-Trainer® absolvieren.

Die Studie wurde wissenschaftlich konzeptionell zusammen mit der Schlafambulanz der Universitätsmedizin Mainz geplant. Sämtliche statistische Konzeption und Auswertung erfolgte zusammen mit dem IMBEI (Instituts für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik) der Universitätsmedizin Mainz. Das Studienkonzept wurde der Ethikkommission

der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz zur Begutachtung vorgelegt und unter der Bearbeitungsnummer 837.319.17 (11153) am 16.10.2017 mit zustimmendem Votum belegt. Die Studie wurde zudem in der internationalen Registerdatenbank „Research Registry“ (<https://www.researchregistry.com/>) mit der Nummer „researchregistry3178“ registriert.

In statistischer Konzeption erfolgte die Fallzahlplanung unter der Vorgabe einer Pilotstudie anhand der zu untersuchenden Leistungsmetriken und durchzuführenden Übungen. Es wurde als sinnvoll erachtet, für die Erarbeitung einer Strategie zur Minimierung eines fehlerhaften Einflusses von Lerneffekten der Probanden zunächst eine Vorstudie durchzuführen. Hierzu wurden 15 Probanden als statistisch aussagekräftig festgelegt. Die finale Konzeption der Hauptstudie erfolgte nach Durchführung und Auswertung der Vorstudie. Als Probandenfallzahl wurden für die Hauptstudie 20 Probanden als statistisch sinnvoll erachtet.

3.4.1 Vorstudie

In der Vorstudie wurden 15 Studenten als Probanden verwendet, die jeweils 3 Übungen 12-mal hintereinander durchführen mussten. Das Ergebnis der Scores ergab, dass nach 5 Durchgängen keine signifikante Leistungssteigerung mehr erreicht werden konnte. Um eine Leistungssteigerung durch einen Lerneffekt zu vermeiden, mussten schlussfolgernd die Probanden der Interventionsstudie vor der eigentlichen Testung das gesamte Curriculum bestehend aus den 4 ausgewählten Übungen am Mimic dv Trainer® 5- Mal hintereinander durchführen.

3.4.2 Hauptstudie

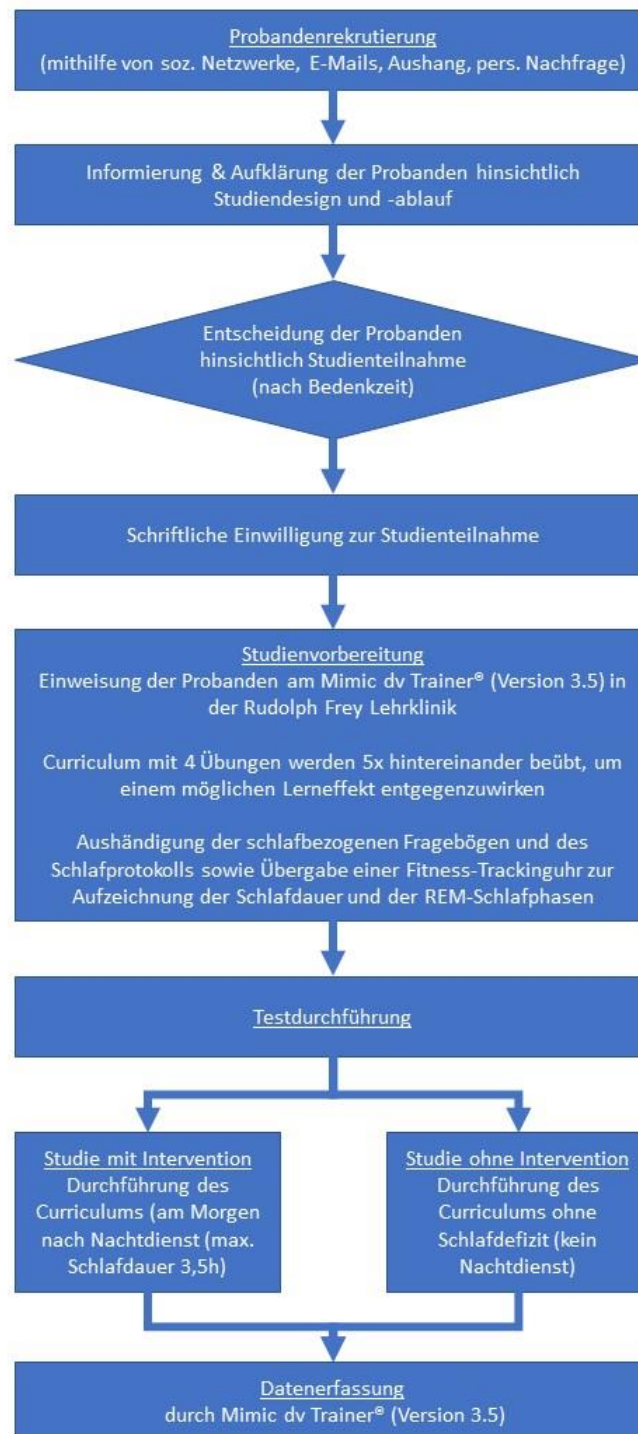


Abbildung 11 Flowchart Hauptstudie (Eigene Darstellung)

Im Rahmen der Hauptstudie wurden 20 chirurgische Probanden am Simulationsroboter Mimic dv Trainer® getestet. Zunächst erfolgte die Akquirierung der Probanden durch soziale Medien, Aushänge und persönlichen Vorträgen in diversen Fachabteilungen der Universitätsmedizin Mainz. Nach einer Bedenkzeit und erfolgter Einverständniserklärung wurde ein Zeitpunkt zur Testung mit den Probanden vereinbart. Die Testung erfolgte zum

einen mit Intervention und zum anderen ohne Intervention. Für die Testung der Probanden ohne Intervention war es wichtig, dass die Studienteilnehmer ausgeschlafen erschienen und 7 Tage zuvor keinen Nachtdienst hatten. Ihre Aufgabe bestand darin ein Curriculum bestehend aus 4 Übungen am Mimic dv Trainer® zu absolvieren. Um einen sogenannten Lerneffekt zu umgehen, mussten die Probanden zuvor das gesamte Curriculum 5-mal hintereinander durchgeführt haben. Voraussetzend für die Studie mit Intervention wurde der erste Nachtdienst nach 7 Tagen als Testnacht festgesetzt. Die Intervention bestand darin die Probanden einem Schlafdefizit, während ihrem regulären Nachtdienst auszusetzen, indem eine Schlafzeit von maximal 3,5 Stunden festgelegt wurde. Im Anschluss daran wurden die Probanden erneut am Mimic dv-Trainer® getestet. Anhand der Ergebnisse der einzelnen Metriken der Übungen sollte dargestellt werden, ob Schlafmangel zu einer Verschlechterung der operativen Performance führt. Da die Probanden keinen Lerneffekt zu erwarten hatten, konnten sie sowohl die Studie mit Intervention als auch die Studie ohne Intervention durchführen und mussten nicht weiter randomisiert werden. In der Praxis ließ es sich jedoch einfacher in der Reihenfolge gestalten, dass die Probanden zunächst die Studie ohne Intervention vor dem Nachtdienst und im Anschluss die Studie mit Intervention nach dem Nachtdienst durchführten.

Des Weiteren mussten die Probanden 14 Tage vor der Studie bis zur Interventionstestung ein Schlafprotokoll erstellen, in dem die geschlafene Stundenzahl und die Schlafzeiten dokumentiert wurden.

5 Tage vor Beginn der Intervention mussten die Probanden zudem zur Schlafanalyse und -aufzeichnung eine sogenannte Fitbit-Uhr tragen. Dies ist ein Fitness-Tracker. Somit konnte gewährleistet werden, dass die Probanden keinem Schlafentzug vor der Testung ausgesetzt waren. Zudem konnte überprüft werden, dass die Probanden sich an die vorgegebene Zeit von maximal 3,5 Stunden hielten.

3.4.3 Fragebögen

Mit Beginn der Studie wurden den Probanden zudem 4 verschiedene **Fragebögen/Protokolle** ausgehändigt: verweisen auf Anhang (siehe Anhang)

- Fragebogen zum Chronotyp (D-MEQ = deutsche Übersetzung des Morningness-Eveningness Questionnaire)
- Fragebogen zur Tagesschläfrigkeit (ESS = Epworth Sleepiness Scale)
- Schlafqualitätsfragebogen (PSQI = Pittsburgh Sleep Quality Index)
- Schlafprotokoll (über 14 Tage)

Die Fragebögen dienen zur Feststellung des Schlaftyps und der Schlafgewohnheiten der Probanden.

3.4.3.1 D-MEQ (Chronotyp)

Der **D-MEQ Fragebogen** besteht aus 19 verschiedenen Fragen und ist für die Bestimmung der zirkadianen Phasenlage validiert. Diese sollen widerspiegeln, zu welchen Uhrzeiten die Testpersonen bevorzugt schlafen gehen und wann ein Leistungshoch zu erwarten ist (20). Für die Antworten auf die jeweiligen Fragen werden Punkte vergeben, die anschließend addiert werden und den Chronotyp bestimmen. Es gibt 5 Kategorien, in die der Teilnehmer anhand der entsprechenden Punktzahl eingeordnet werden kann (43):

- Definitiver Frühtyp (70-86 Punkte)
- Moderater Frühtyp (59-69 Punkte)
- Normaltyp (42-58 Punkte)
- Moderater Spättyp (31-41 Punkte)
- Definitiver Spättyp (16-30 Punkte)

3.4.3.2 ESS (Tagesschläfrigkeit)

Die **Epworth Sleepiness Scale (ESS)** ist ein Fragebogen zur Erfassung der Tagesschläfrigkeit. Häufig wird dieses Verfahren bei Schlafstörungen eingesetzt, die mit Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen assoziiert sind. Anhand der Fragebögen soll die Testperson retrospektiv angeben, wann sie in 8 vorgegebenen Situationen in den Schlaf gefallen sei. Die Ergebnisse werden mit einer Punktzahl von 0-3 Punkten bewertet und anschließend addiert. Bei einem Ergebnis von 0-9 Punkten wird das Ergebnis als gewöhnlich betrachtet. Bei einer höheren Punktzahl oder bestehenden Schwierigkeiten im Schlafverhalten sollte eine weitere medizinische Diagnostik und Abklärung erfolgen (44).

3.4.3.3 PSQI (Schlafqualität)

Der **Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)** ist ein Fragebogen, der die Schlafqualität bewertet. Der Fragebogen wurde in vielen Bereichen wie beispielsweise zur Diagnose von Schlafstörungen verwendet. Der PSQI besteht aus 19 Einheiten und misst verschiedene Aspekte des Schlafes. Er bietet 7 Teilbewertungen und eine zusammengesetzte Bewertung. Die Elemente des Fragebogens bestehen aus subjektiver Schlafqualität, Schlaflatenz, Schlafdauer, Schlaffeffizienz, Schlafstörungen, Schlafmittelgebrauch und tagsüber bestehenden Funktionsstörungen (45).

3.5 Datenerhebung

Die statistische Planung erfolgte, wie bereits unter 3.3 aufgeführt, in Zusammenarbeit mit dem IMBEI (Instituts für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik) der Universitätsmedizin Mainz. Für die statistische Auswertungen wurden folgende Programme verwendet:

1. Excel® (Version: 16.24) von Microsoft
2. SPSS Statistics® (Version: 23) von IBM

3.6 Statistik

Im Folgenden werden die verwendeten Datenprogramme, die deskriptive Statistik sowie die explorative Datenanalyse dieser Studie beschrieben.

3.6.1 Excel- und SPSS-Datei

Zur Analyse wurden alle gewonnenen Daten anonymisiert in einer Excel-Tabelle und in einer SPSS-Datei aufbereitet. Folgende Daten wurden hierbei betrachtet:

- Anonymisierte Probanden-ID
- Ergebnisse aller Metriken der 4 Roboterübungen mit und ohne Intervention
- Auswertung der Fragebögen bezüglich der Chronotypen (D-MEQ), der Tagesschläfrigkeiten (Epworth Sleep Scale) und der Schlafqualität (PSQI)
- Durchschnittliche Schlafdauer der letzten 14 Tage vor Intervention

Ein Auszug der erfassten Daten zeigt sich exemplarisch in Tabelle 1 und Tabelle 2.

Standardabweichung und Mittelwert. Je größer der Variationskoeffizient, desto größer ist die Streubreite der Daten (46).

Zur Darstellung der Performance der einzelnen Probanden wurde jede Metrik in einem Streudiagramm dargestellt. Die Werte der Studie ohne Intervention wurden auf der y-Achse und die Werte der Studie mit Intervention auf der x-Achse gegeneinander aufgetragen.

Im Rahmen der explorativen Datenanalyse wurden die Werte aus der Studie mit und ohne Intervention zur besseren Übersicht in klassierte Häufigkeiten eingeteilt und geordnet nach der Schlafdauer in Histogrammen dargestellt. Die Studie ohne Intervention wurde mit der Ziffer 0 und die Studie mit Intervention mit der Ziffer 1 gekennzeichnet. Die kumulativen Prozente wurden ebenfalls entsprechend Ihren Klassen zusammengefasst.

Des Weiteren wurde zur Überprüfung der Nullhypothese der Vorzeichenstest durchgeführt. Die Null- und Alternativhypothese lauten:

H₀ = Schlafentzug hat keinen signifikanten Einfluss auf die operative Performance auf Chirurgen.

H₁ = Schlafentzug hat einen signifikanten Einfluss auf die operative Performance von Chirurgen.

Um den Vorzeichenstest anzuwenden, müssen Paardifferenzen zwischen den Werten der Studie ohne und mit Intervention gebildet werden. Die Anzahl der positiven Differenzen wird als Teststatistik verwendet. Wenn die Gesamtzahl $n < 26$ ist, muss die Anzahl der positiven Differenzen z-standardisiert werden (47).

$$z = \frac{|2 \times x - n| - 1}{\sqrt{n}}$$

Dieser z-Wert wird mit dem kritischen Wert der Standardnormalverteilung (z-Verteilung) verglichen und kann so auf Signifikanz geprüft werden. Für das zweiseitige Signifikanzniveau 0,05 beträgt der kritische Wert $\pm 1,96$. Ist der Betrag der Teststatistik höher als der kritische Wert, so ist der Unterschied signifikant. Abhängig von der Signifikanz kann dann die Nullhypothese beibehalten oder verworfen werden (47).

Für den Test bei verbundenen Stichproben erfolgte für die vergleichende Statistik der verteilungsfreie Vorzeichenstest. Dieser testet zweiseitig, ob die Nullhypothese beibehalten werden kann.

Weiter wurde überprüft, ob die schlafbezogenen Kriterien der Probanden einen Einfluss auf ihre Performance hatten.

Im ersten Schritt wurden anhand der Differenzen der Werte ohne und mit Intervention die Ergebnisse der Probanden in die Kategorien „besser“, „gleich“ und „schlechter“ eingeteilt. Damit soll beschrieben werden, ob sich die Performance der Probanden mit Intervention im Vergleich zu der Studie ohne Intervention verschlechtert, verbessert oder nicht verändert hat. Für die Kategorie „gleich“ wurde ein Toleranzband von +/- 3% um den Nullwert angenommen.

Die ausgewerteten schlafbezogenen Fragebögen wurden dann zusammen mit den 3 Kategorien in einer Kreuztabelle gegeneinander aufgetragen. Im Anschluss wird der Spearman Korrelationskoeffizient gebildet. Durch den Spearman Korrelationskoeffizienten können bestehende Zusammenhänge und Signifikanzen zwischen den Auswertungen der Fragebögen und den gebildeten Kategorien errechnet werden (46, 48).

3.7 Ergebnisse

Insgesamt konnten 20 Teilnehmer für die Studie rekrutiert werden. Alle Probanden absolvierten die Studie vollständig. Das Kollektiv bestand aus 18 Assistenzärzten in Weiterbildung in chirurgischen Fachrichtungen und 2 Fachärzten der Kinderchirurgie. Die Altersspanne lag zwischen 26 und 49 Jahren.

3.7.1 Übungen

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse des Curriculums präsentiert, das aus 4 verschiedenen Übungen bestand.

In der Tabelle 3 ist eine Übersicht zu den verschiedenen Übungen, ihrer Metriken und ihrer entsprechenden Einheiten abgebildet. In Kapitel 3.2.2. wurden die einzelnen Metriken erläutert. **Bei Übungen mit den Einheiten Sekunden, Zentimeter und Anzahl entspricht ein höherer Wert einem schlechteren Ergebnis. Bei Übungen mit der Einheit Points (=Punkte) entspricht ein hoher Punktwert dahingegen einem besseren Ergebnis.** Wie oben bereits erwähnt, kennzeichnet die Ziffer 0 die Studie ohne Intervention und die Ziffer 1 die Studie mit Intervention.

Übung	Metrik	Einheit
Ring Tower	RT_Drops_Value	Anzahl
Ring Tower	RT_Economy_of_Motion_Value	cm
Ring Tower	RT_Instrument_Collisions_Value	Anzahl
Ring Tower	RT_Instruments_Out_Of_View_Value	cm
Ring Tower	RT_Time_to_Complete_Exercise_Value	sec.
Ring Tower	RT_Wire_Collisions_Value	Anzahl
Ring Tower	RT_Wire_Contact_Duration_Value	sec.
Vitruvian Operation	VO_Points_Value	Punkte
Suture Sponge	SS_Drops_Value	Anzahl
Suture Sponge	SS_Economy_of_Motion_Value	cm
Suture Sponge	SS_Excessive_Instrument_Force_Value	sec.
Suture Sponge	SS_Instrument_Collisions_Value	Anzahl
Suture Sponge	SS_Instruments_Out_Of_View_Value	cm
Suture Sponge	SS_Master_Workspace_Range_Value	cm
Suture Sponge	SS_Missed_Targets_Value	Anzahl
Suture Sponge	SS_Time_to_Complete_Exercise_Value	sec.
Stacking Challenge	SC_Points_Value	Punkte

Tabelle 3 Darstellung aller Metriken und ihrer dazugehörigen Einheiten (Eigene Darstellung)

3.7.2 Ergebnisse Ring Tower

In der Tabelle 4 sind die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima, Maxima und die Variationskoeffizienten der Metriken der Übung **Ring Tower** dargestellt. Die Mittelwerte der Metriken Drops, Instrument Collisions und Wire Collision sind mit Intervention höher als ohne Intervention. Schlussfolgernd hat sich der durchschnittliche Wert nach der Intervention verschlechtert. Alle anderen Metriken zeigen einen niedrigeren Mittelwert mit Intervention und haben bezogen auf den Durchschnitt mit der Intervention eine bessere Performance erbracht.

Metrik	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung	Variationskoeffizient
RT_Drops_Value_Anzahl_0	20	0	3	0,6	0,88258	1,470966667
RT_Drops_Value_Anzahl_1	20	0	4	1,25	1,25132	1,001056
RT_Economy_of_motion_Value_cm_0	20	123,67	483,59	236,0216	78,40222	0,332182393
RT_Economy_of_motion_Value_cm_1	20	154,15	378,31	229,4988	58,01475	0,252788903
RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0	20	0	12	1,8	3,13889	1,743827778
RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1	20	0	12	2,1	3,59678	1,712752381
RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0	20	0	23,61	5,9916	7,97309	1,330711329
RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1	20	0	26,27	4,0468	6,3206	1,56187605
RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1	20	68,97	223,01	140,8599	39,96432	0,283716799
RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0	20	1,04	285,04	128,5036	71,75826	0,558414395
RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_0	20	7	26	13,25	4,56387	0,344443019
RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_1	20	7	26	14,8	5,11551	0,345642568
RT_Wire_Contact_Duration_Value_sec_0	20	3,3	184,1	37,7804	49,1505	1,300952346
RT_Wire_Contact_Duration_Value_sec_1	20	5,96	115,11	26,4544	25,52672	0,964932866

Tabelle 4 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Metriken der Übung Ring Tower (Eigene Darstellung)

Die Metriken **Economy of Motion**, **Time to Complete Exercise** und **Wire Contact Duration** weisen niedrigere Variationskoeffizienten bei höheren Standardabweichungen auf. Dies deutet auf eine geringere Streubreite der Werte hin. Im Gegensatz dazu zeigen die Metriken **Drops**, **Instrument Collisions** und **Instruments out of View** eine niedrige Standardabweichung im Vergleich zu einem hohen Variationskoeffizienten. Folglich liegt eine größere Streuung der Werte vor.

Anhand der Übung **Ring Tower** lassen sich **keine signifikanten Veränderungen** in der Performance der Chirurgen durch die Intervention Schlafentzug beobachten. Zur weiteren Verdeutlichung können hierbei die Abbildungen im Anhang betrachtet werden.

Trotz fehlender Signifikanz zeigte sich in der Metrik **Drops (RT)** anhand der errechneten Differenzen eine leichte Tendenz zur Leistungsminderung nach der Intervention. Dabei verschlechterten sich 11 Probanden nach der Intervention, 5 Probanden verbesserten sich und 4 Probanden erzielten die gleichen Ergebnisse.

3.7.3 Ergebnisse Suture Sponge

Metrik	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung	Variationskoeff fizient
SS_Drops_Value_Anzahl_0	20	0	5	0,45	1,14593	2,546511111
SS_Drops_Value_Anzahl_1	20	0	4	0,95	1,31689	1,3862
SS_Economy_of_Motion_Value_cm_0	20	373,69	2130,99	764,1835	366,26477	0,479289032
SS_Economy_of_Motion_Value_cm_1	20	359,1	2303,05	869,0385	495,84069	0,570562397
SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_0	20	1,39	76,2	25,0851	23,13549	0,922280158
SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_1	20	0	121,32	30,1604	34,30053	1,137270394
SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0	20	8	123	42,95	33,06529	0,769855413
SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1	20	11	76	38,65	18,94389	0,490139457
SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0	20	0	539,09	42,2589	117,47778	2,779953572
SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1	20	0	201,69	37,2031	55,20148	1,483787104
SS_Master_Workspace_Range_Value_cm_0	20	5,19	10,4	7,7481	1,3897	0,179360101
SS_Master_Workspace_Range_Value_cm_1	20	5,51	15,14	8,5328	2,43131	0,284936949
SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_0	20	7	101	35,55	21,43896	0,603064979
SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_1	20	6	83	42,5	20,59254	0,484530353
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0	20	298,82	1254,07	570,9212	232,99026	0,408095303
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1	20	272,71	1303,17	653,2214	306,86445	0,469770969

Tabelle 5 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Metriken der Übung Suture Sponge (Eigene Darstellung)

In Tabelle 5 wird deutlich, dass die Mittelwerte der Metriken **Drops**, **Economy of Motion**, **Excessive Instrument Force**, **Master Workspace Range**, **Missed Targets** und **Time to Complete Exercise** bei der Übung **Suture Sponge** nach der Intervention größer sind. Die anderen Metriken zeigen einen kleineren Mittelwert nach Intervention und somit eine Verbesserung des Ergebnisses nach Intervention. Besonders in den Metriken **Economy of Motion** und **Time to Complete Exercise** sind kleinere Variationskoeffizienten im Vergleich zu einer relativ hohen Standardabweichung zu erkennen. Bei der Metrik **Drops** verhält es sich umgekehrt. Hier sieht man eine kleinere Standardabweichung mit dazugehörigem größeren Variationskoeffizient.

Im Rahmen der Übung **Suture Sponge** stellen sich keine signifikanten Leistungsveränderungen in der Performance der Chirurgen durch die Intervention Schlafentzug dar. Zu detaillierten Übersicht können hierbei die Abbildungen im Anhang betrachtet werden.

3.7.4 Ergebnisse Vitruvian Operation

Metrik	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung	Variationskoeffizient
VO_Points_Value_0	20	9	48	30,7	9,96362	0,324547883
VO_Points_Value_1	20	6	48	31,85	11,04191	0,346684772

Tabelle 6 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Übung Vitruvian Operation (Eigene Darstellung)

In der Übung **Vitruvian Operation** sind durchschnittlich bei beiden Interventionen ein ähnlicher Mittelwert erreicht worden (Tabelle 6). In beiden Studienteilen wurden dieselben Maxima erzielt. Die Minima unterscheiden sich durchschnittlich um 3 Punkte bei den Probanden. In der Studie mit Intervention haben 12 der Probanden eine bessere Performance in der Übung Vitruvian Operation nach der Intervention erbracht. Damit zeigte sich keine signifikante Leistungsverschlechterung durch die Intervention Schlafentzug.

3.7.5 Ergebnisse Stacking Challenge

Metrik	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung	Variationskoeffizient
SC_Points_Value_0	20	49,99	75,51	59,0565	6,45849	0,109361205
SC_Points_Value_1	20	0,63	65,1	49,5087	18,33065	0,370251087

Tabelle 7 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung)

In der Übung **Stacking Challenge** zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Ergebnissen der Minima, Maxima und dem Mittelwert mit und ohne Intervention (Tabelle 7). Dabei sind deutlich höhere Punktwerte bei den Ergebnissen ohne Intervention zu beobachten. Die Studie mit Intervention zeigt eine größere Standardabweichung sowie einen größeren Variationskoeffizienten.

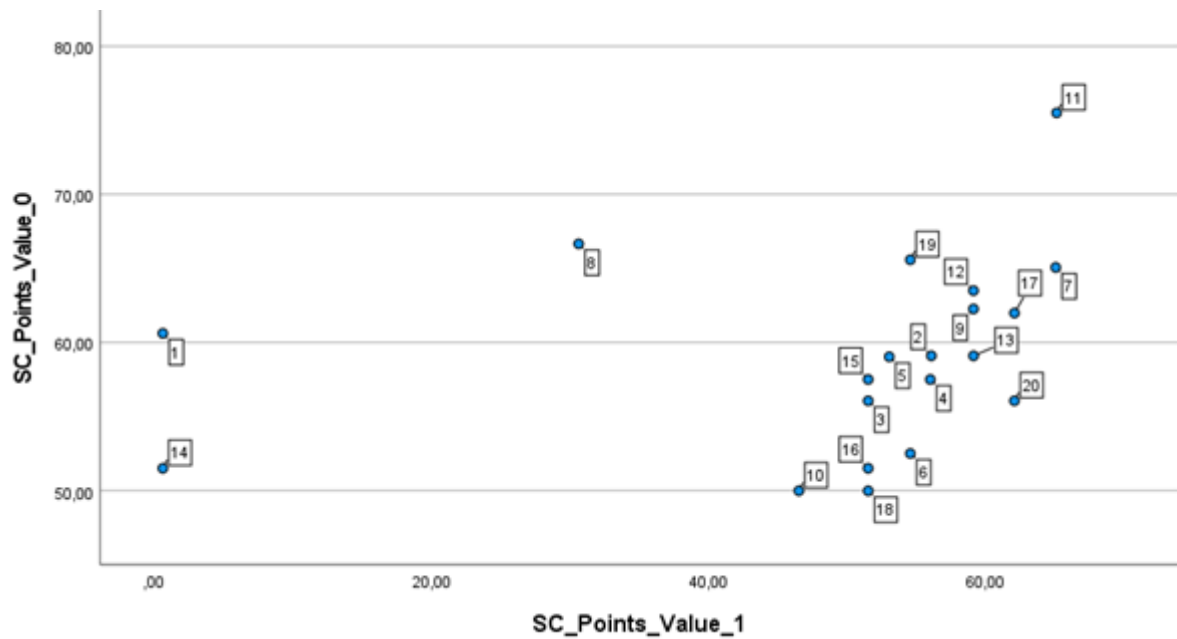


Abbildung 12 Streudiagramm Stacking Challenge mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

In Abbildung 12 stellt sich deutlich eine Häufung der Performanceleistung zwischen 50 und 60 Punkten dar. Die Probanden 1, 8, 11 und 14 werden als Ausreißer betrachtet.

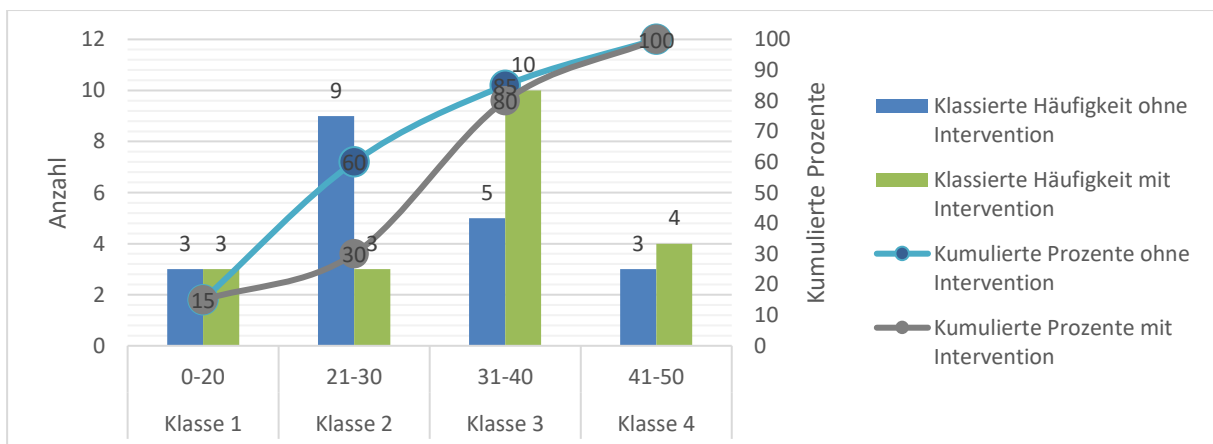


Abbildung 13 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung)

In der Klasse 2 und Klasse 3 befinden sich mit etwa mit 67,5% die meisten Ergebnisse, die zu etwa gleichen Anteilen aus der Studie mit und ohne Intervention bestehen (Abbildung 13). Die weiteren Ergebnisse verteilen sich ebenfalls in etwa ähnlich hohen Anteilen auf die Klasse 3 und 4.

		N
SC_Points_Value_1 -	Negative Differenzen ^a	15
SC_Points_Value_0	Positive Differenzen ^b	5
	Bindungen ^c	0
	Gesamt	20

a. SC_Points_Value_1 < SC_Points_Value_0

b. SC_Points_Value_1 > SC_Points_Value_0

c. SC_Points_Value_1 = SC_Points_Value_0

Abbildung 14 Häufigkeiten der Differenzen der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	5,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	-2,012
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,044
Genauere Sig. (zweiseitiger Test)	,041

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung 15 Vorzeichentest der Übung Stacking Challenge (Eigene Darstellung)

In der Abbildung 14 sind die Häufigkeiten der Differenzen bezogen auf die Übung **Stacking Challenge** dargestellt. Dabei sind 5 Probanden nach der Studie mit Intervention in ihrer Performance besser und 15 Probanden nach Intervention in ihrer Performance schlechter geworden. Der Vorzeichentest zeigt ein signifikantes Ergebnis, sodass die Alternativhypothese angenommen wird (Abbildung 15).

		D_MEQ_Klassen				Gesamt
		14-30	31-41	42-58	59-69	
Differenz_SC_Klassen	besser	0	0	1	2	3
	gleich	0	1	2	1	4
	schlechter	2	1	8	2	13
Gesamt		2	2	11	5	20

Tabelle 8 Kreuztabelle Ergebnisse Stacking Challenge in Korrelation zum Chronotyp = D-MEQ (Eigene Darstellung)

In der Tabelle 8 sind die verschiedenen Schlaftypen des D-MEQ Fragebogen (14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater

Morgentyp) mit den Ergebnissen der Probanden in eine Kreuztabelle gegeneinander aufgetragen. Dabei zeigt sich bezogen auf den Normaltyp eine Verschlechterung der Probandenleistung in 8 von 11 Fällen.

		PSQI_Klassen		Gesamt
		0-5	6-10	
Differenz_SC_Klassen	besser	3	0	3
	gleich	1	3	4
	schlechter	5	8	13
Gesamt		9	11	20

Tabelle 9 Kreuztabelle Ergebnisse Stacking Challenge in Korrelation zur Schlafqualität = PSQI (Eigene Darstellung)

Bezogen auf die Schlafqualität (PSQI) in Tabelle 9 (0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) verschlechtern sich 8 von 11 Probanden in ihrer operativen Performance mit Schlafproblemen. Jedoch zeigte sich bei 5 Probanden ohne bestehende Schlafprobleme eine schlechtere Leistung nach der Testung. Insgesamt stellte sich in unserem Probandenkollektiv bei keinem der Teilnehmer schwerwiegende Schlafprobleme dar.

		Tagesschläfrigkeiten_Klassen				Gesamt
		0-6	7-10	11-15	16	
Differenz_SC_Klassen	besser	1	0	2	0	3
	gleich	1	1	1	1	4
	schlechter	4	3	6	0	13
Gesamt		6	4	9	1	20

Tabelle 10 Kreuztabelle Ergebnisse Stacking Challenge eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zur Tagesschläfrigkeit = ESS (Eigene Darstellung)

Auch bezogen auf die Tagesschläfrigkeit (ESS) (0-6 gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10 grenzwertiger Befund, 11-15 V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16 Schwere Schlafstörung) verschlechterte sich die Leistung vieler Probanden. Betrachtet man die Tabelle 10 genauer, zeigt sich bei 10 von 20 der Probanden eine bestehende Tagesschläfrigkeit. Bei 6 der 10 Probanden stellte sich dabei eine Verschlechterung ihrer Performance Leistung durch die Intervention dar. Jedoch konnte auch hier eine Verschlechterung der Leistung durch die Intervention bei 4 Probanden ohne eine bestehende Tagesschläfrigkeit beobachtet werden.

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschlafrigeke iten_Klassen	Differenz_SC_Kla ssen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,334
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,151
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,268
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,254
		N	20	20	20	20
	Tagesschlafrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,126
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,596
		N	20	20	20	20
	Differenz_SC_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,334	,268	-,126	1,000
		Sig. (2-seitig)	,151	,254	,596	.
		N	20	20	20	20

Abbildung 16 Spearman-Korrelationskoeffizient der Übung Stacking Challenge in Korrelation zum D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

In der Abbildung 16 wurden anhand des Spearman-Korrelationskoeffizienten die Ergebnisse der Fragebögen auf eine bestehende Signifikanz geprüft. Für die ESS zeigt sich eine niedrig bestehende Korrelation, wohingegen sich für den PSQI und den D-MEQ eine niedrige bis mittlere Korrelationsstärke ohne bestehende Signifikanz darstellt.

3.7.6 Ergebnisse Fragebögen

Weiterführend wurden für die entsprechenden Übungen und ihre Metriken anhand der Fragebögen und Protokolle betrachtet, um darzustellen inwiefern die schlafbezogenen Eigenschaften der Probanden einen Einfluss auf die Performance der Chirurgen hatten.

Für die Probanden in den Metriken Drops (SS), Missed Targets (SS), Wire Collision (RT) und den Übungen Stacking Challenge sowie Vitruvian Operation konnte bezogen auf die **Schaltqualitat (PSQI) eine niedrige bis mittlere Korrelation** zur Verschlechterung durch die Intervention Schlafentzug beobachtet werden.

Für die Metriken Wire Collision (RT), Drops (RT, SS), Time to Complete Exercise (SS) und Missed Targets (SS) und die Übung Stacking Challenge und Vitruvian Operation zeigte sich bei den Teilnehmern **mit erhöhter Tagesschlafrigekeit (ESS) eine erhöhte Tendenz zu einer schlechteren Performance nach Intervention**. Von den 20 Probanden litten 14 Probanden in unserer Studie an einer grenzwertigen bis schweren Schlafstörung, die zu einer erhöhten Tagesschlafrigekeit führt.

In Bezug auf den **Chronotyp (D-MEQ)** sind die Mehrheit der Probanden unserer Studie dem Normaltyp zugeteilt (11/20). Der Rest der Teilnehmer verteilt sich in ähnlichen Anteilen auf den Morgentyp (4/11) und den Abendtyp (5/11). Dabei zeigte sich, dass sich die Morgentypen mit einer mittelstarken Korrelation im Gegensatz zu den Abendtypen und den Normaltypen durch den Schlafentzug in der Metrik Missed Targets (SS) in der Mehrheit

tendenziell verschlechterten. Bei den Normaltypen zeigte sich eine Tendenz zur Leistungsverschlechterung in den Metriken Wire Collision (RT), Time to Complete (RT) sowie in den Übungen Vitruvian Operation und Stacking Challenge.

Insgesamt stellten sich jedoch **keine signifikanten Korrelationen** zu den erbrachten Leistungen der Probanden dar.

4 Diskussion

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Während der 3 Übungen Ring Tower, Suture Sponge und Vitruvian Operation konnten keine signifikanten Verschlechterungen in den verschiedenen Metriken/Parametern durch einen Nachtdienst mit Schlafentzug beobachtet werden. In der Übung Stacking Challenge zeigte sich eine signifikante Verschlechterung der Probanden nach der Intervention (p -Wert= 0,041). Für die schlafbezogenen Fragebögen wie den Chronotyp, die Tagesschläfrigkeit und die Schlafqualität zeigten sich keine signifikanten Korrelationen zu der erbrachten Leistung der Probanden.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Frage nach den Auswirkungen von Schlafmangel auf die ärztlichen Fähigkeiten und die damit einhergehende Patientensicherheit sind seit Jahrzehnten immer wieder Gegenstand wissenschaftlicher Arbeiten. Daher wurden diverse Studien durchgeführt, welche die Effekte von Nachtdiensten auf die operative Performance zu evaluieren versuchten. Dennoch konnten in einer Vielzahl von publizierten wissenschaftlichen Arbeiten keine signifikanten Veränderungen der operativen Performance durch Schlafentzug beobachtet werden (1).

In der Mehrheit der Metriken und Übungen stellten sich in unseren Untersuchungen keine signifikanten Veränderungen der operativen Performance durch die Intervention dar. Anhand der kumulierten und klassierten Häufigkeiten konnten wir beobachten, dass sich die erreichte Punktzahl der Probanden in den meisten Metriken im selben Ergebnisbereich konzentrierte, wohingegen es in nur wenigen Metriken zu einer breiten Verteilung der Ergebnisse kam. Eine genauere Betrachtung der Daten zeigt zudem, dass sich oftmals ähnlich viele Probanden verschlechterten, wie verbesserten. Vergleicht man unsere Daten mit Arbeiten, die eine ähnliche Ausgangsposition (Studiendesign) wählten, kann ein ähnliches Phänomen beobachtet werden. Dies zeigt sich beispielsweise an den Arbeiten von Lehmann et al., Jakubowicz et al. und Erie et al. (6, 31, 36).

Jedoch war es uns durch die höhere Anzahl an Übungen und Metriken möglich, gewisse Tendenzen zu beobachten. So sahen wir anhand unserer Datenanalyse eine höhere Fehlertendenz in der Metrik Drops (RT, SS) und eine Abnahme der Konzentrationsfähigkeit anhand der Metrik Instruments out of view (RT) und Missed Targets (SS).

In den Metriken **Economy of Motion** und **Time to Complete Exercise** (Übung RT und SS) zeigten sich keinen signifikanten Veränderungen. Betrachtet man jedoch die durchschnittliche Zeit zum Beenden der Aufgabe, so benötigten die Teilnehmer in der Übung **Ring Tower** im Durchschnitt 12 Sekunden (140 Sekunden = 1, 128 Sekunden = 0) länger um die Übung nach einem erfolgten Nachtdienst zu vollenden. In der Übung **Suture Sponge** dauerte die Ausführung nach einem erfolgten Nachtdienst 83 Sekunden länger. Bezogen auf die **Economy of Motion** gab es in der Übung Ring Tower anhand des Mittelwerts keine Unterschiede. Jedoch legten die Greifer der Probanden während der Übung **Suture Sponge** durchschnittlich 106 cm mehr Weg zurück (570 cm = 0; 653 cm = 1).

Ähnlich zu unserer Studie zeigten sich auch in den Testungen von Jakubowicz et al. keine statistisch signifikanten Änderungen in der **Time to Complete Exercise** (31). Im Gegensatz zu unseren Beobachtungen konnte diese jedoch eine Tendenz zu einer erhöhten Geschwindigkeit auf Kosten der Genauigkeit erkennen. Diese erreichte allerdings ebenfalls keine statistische Signifikanz. Dieser Unterschied könnte in der Auswahl des Simulators und dem Schwierigkeitsgrad der jeweiligen Übungen begründet sein. Die Studie von Jakubowicz et al. stammt aus dem Jahre 2005. Im Vergleich zu unserer Studie wurde somit ein älterer Simulator mit älterer Technologie verwendet (Endoscopic Sinus Surgery Simulator/ ES3) (31). Wir entschieden uns bei den Übungen Ring Tower und Suture Sponge bewusst für besonders komplexe Übungen, in denen ein hohes Maß an Konzentrationsfähigkeit notwendig war.

Dahingegen kamen die Autoren von Schlosser et al. zu einem gegenteiligen Ergebnis. Sie testeten ihre 38 chirurgischen Probanden an einem Laparoskopie- Simulator, dem Virtual Reality Simulator (VR) LapSim. Dabei zeigte sich im Bereich der Fehlerbewertung (Error score), der Time to Complete Exercise und im Bereich der Economy of Instrument Motion nach dem Nachtdienst eine Leistungsverbesserung der Probanden (12).

Da Präzision und Feinmotorik wichtige Eigenschaften von Chirurgen darstellen, wählten wir in unserer Arbeit zu deren Testung insbesondere die beiden Übungen Stacking Challenge und Vitruvian Operation. In der Übung Stacking Challenge kam es als einzige unserer Übungen zu einer signifikanten Verschlechterung der Performance nach der Intervention Schlafentzug. Im Gegensatz hierzu stellte sich in der Übung Vitruvian Operation kein Unterschied zwischen den beiden Probandengruppen (mit und ohne Intervention) dar.

Betrachtet man die Auswertung der Übung Vitruvian Operation genauer, lässt sich erkennen, dass sich 12 Probanden in ihrer Leistung nach der Intervention verbesserten, 7 sich verschlechterten und 1 Proband in seiner Leistung unverändert blieb. Dies könnte damit begründet werden, dass bei der Übung Vitruvian Operation Minuspunkte schnell erreicht werden konnten. Folglich konnte eine hohe Fehlerzahl entstehen, ohne dass der Einfluss von Schlafentzug eindeutig unterschieden werden konnte. Weiter gilt es zu evaluieren, warum es nur in einer der Übungen zu einer signifikanten Verschlechterung der Probanden kam? Ursächlich hierfür könnte sein, dass die Probanden durch die zeitliche Limitierung nicht fähig waren dieselbe Präzision zu zeigen und somit mehr Fehler hervorriefen.

In Einklang mit diesen Ergebnissen stehen ebenfalls die Untersuchungen von Tsafir et al., die 26 Assistenten (unterteilt in erfahrene und nicht erfahrene Chirurgen) an einem Simulator untersuchten (34). Nach Schlafentzug stellte sich eine verminderte Präzision in den zu bewerkstelligten Aufgaben dar.

Zu einer anderen Erkenntnis kamen die Autoren Erie et al.. Bezogen auf die Präzision wurden 9 Assistenzärzte in jeweils 2 verschiedenen Modulen am Eyesi-Operationssimulator getestet (36). Obwohl die Probanden anhand der Fragebögen eine erhöhte Tagesschläfrigkeit aufwiesen, stellte sich im Gegensatz zu unserer Studie keine Verschlechterung in der Leistung der Probanden nach Schlafentzug dar (36).

Unter dem Gesichtspunkt der Methodik lässt sich unterscheiden, dass die Testpersonen unserer Studie die Fragebögen nicht in Zusammenhang mit dem erzielten Schlafentzug ausfüllten. Die Bewertung sollte unter dem Aspekt der generell bestehende Tagesschläfrigkeit erfolgen. Somit wurde in unserer Studie explizit untersucht, ob Personen, welche einer generellen Tagesschläfrigkeit ausgesetzt waren, vermehrt schlechtere Leistungen durch Schlafentzug erzielten.

Die in der Literatur zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse könnten unter anderem durch unterschiedliche Voraussetzungen und Bedingungen für die Studienteilnehmer hervorgebracht worden sein.

Im Rahmen unserer Untersuchungsbedingungen mussten die Probanden Schlafprotokolle ausfüllen und eine Tracking Uhr tragen, um zu gewährleisten, dass die Probanden mindestens ein Schlafdefizit von 3,5 Stunden erzielten. Dabei schliefen unsere Probanden im Durchschnitt 2,6 Stunden. Möglicherweise hatte die Zeit, in der die Probanden schliefen einen Einfluss auf ihre erbrachte Performance. Es zeigten sich bei den Probanden von Schlosser et al., die im Gegensatz zu unseren Probanden durchschnittlich im Bereitschaftsdienst 4,09 Stunden schliefen, keinerlei signifikante Ergebnisse (12).

Unser Studiendesign unterschied sich zudem dahingehend von einigen anderen Studien insofern, dass unsere Probanden nicht nur eine Nacht vorher ausgeruht sein mussten, sondern mindestens 7 Tage vorher keinen Nachtdienst gemacht haben durften. Weiter wurden die Probanden unserer Studie dazu angehalten für einen Zeitraum von 14 Tagen ein Abend- und Morgenprotokoll zu führen. Dadurch konnte gewährleistet werden, dass die Probanden keinen angehäuften Schlafmangel generierten. Dies war ein wichtiger Faktor, um den akuten Schlafmangel der Probanden zu testen. Da jedoch chronischer Schlafmangel ein stetiger Bestandteil unsere heutige Gesellschaft ist und insbesondere zum Alltag von Klinikärzten gehört, könnten somit die Rahmenbedingungen zu den wenig signifikanten Ergebnissen geführt haben.

Weitergehend könnte die zugelassene wöchentliche Arbeitsdauer und somit die Arbeitsbelastung der Probanden auf die Ergebnisse einen Einfluss gehabt haben.

Dies spiegeln auch die Ergebnisse von Eastridge et al. und Taffinder et al. wieder. Eastridge et al. untersuchten 35 Assistenzärzte am MIST-VR. Dabei war die Anzahl der Fehler (Number of Error) im ermüdeten Zustand signifikant größer (32). Die Studie von Eastridge et al. wurde 2003 in den USA durchgeführt. Die Probanden hatten mit 90 Arbeitsstunden in 7 Tagen eine enorm hohe Arbeitsbelastung. Auch die durchschnittliche Arbeitszeit lag etwa um 30 Stunden höher als die durchschnittliche Arbeitszeit unserer Probanden (32). Die durchschnittliche Arbeitsstundenzahl unserer Probanden liegt bei etwa 60 Stunden/Woche. Dies könnte erklären, warum es in der Studie von Eastridge et al. im Gegensatz zu unserer Studie zu mehr signifikanten Verschlechterungen kam.

Auch in der Studie von Taffinder et al. machten die Probanden nach dem Nachtdienst eine signifikant erhöhte Fehlerzahl (20%) und benötigten signifikant länger, um die Übung am Simulator zu beenden (14%) (49). Jedoch wurde auch diese Studie in London (1998) und unter den damals geltenden Arbeitszeitschutzgesetzen durchgeführt. Die Vermutung liegt nahe, dass die Probanden ähnlich zur Studie von Eastridge et al. einer weitaus höheren Arbeitsstundenzahl ausgesetzt waren und daraus folgend ein höheres Schlafdefizit über einen längeren zeitlichen Verlauf generierten. Zudem blieben in dieser Studie die Probanden die ganze Nacht wach und hatten so einen größeren Schlafmangel als unsere Probanden (49). Des Weiteren wurden nur 6 Probanden getestet, sodass diese Arbeit eine schwächere Aussagekraft hat. Die Testpersonen mussten zudem nur eine Übung mit 2 Metriken absolvieren (49).

Das Probandenkollektiv unserer Studie setzte sich heterogen aus unterschiedlich erfahrenen Assistenzärzten und Fachärzten zusammen. Im Vergleich zu unserer Arbeit wurden in den Untersuchungen von Uchal et al. ein größeres Probandenkollektiv (n = 64) herangezogen (37). Dieses bestand aus einem homogenen Kollektiv, zusammengesetzt aus ausschließlich

erfahrenen Chirurgen. Möglicherweise zeigten sich daraus folgend im Unterschied zu unserer Studie in keiner der Übungen Tendenzen zu einer Verschlechterung der Performance, da durch ein hohes Maß an Erfahrung ein akuter Schlafmangel gegebenenfalls kurzzeitig besser kompensiert werden kann. Es zeigen sich hierbei Parallelen zu den Ergebnissen von Schlosser et al. sowie Olasky et al. (12, 13). Dabei fühlten sich „Senior-Chirurgen“ bei gleichem Schlafdefizit weniger müde als unerfahrenere Chirurgen (12). In den Untersuchungen von Olasky et al. stellte sich die Erfahrung der Chirurgen als einzig signifikanter Faktor in Bezug auf die operative Performance an den virtuellen Roboter-Systemen dar (13).

Während der Anfertigung dieser Dissertation wurde 2020 in Rumänien ebenfalls eine Studie am Mimic dv Trainer® von Cumpenal et al. durchgeführt (50). Das Probandenkollektiv bestand wie in unserer Studie aus 20 chirurgischen Assistenzärzten, die vor und nach einem 18-Stunden-Dienst anhand von 3 Übungen am Mimic dv Trainer® getestet wurden. Die ausgewählten Übungen waren dabei Peg Board, Energy Dissection und analog zu unserer Studie Suture Sponge. Die durchschnittliche Schlafdauer während des Nachtdienstes betrug dabei 2,75 Stunden und kam damit dem Schlafentzug unserer Studie sehr nahe (= 2,6 Stunden). Betrachtet man die Ergebnisse zeigte sich in der simpelsten Übung Peg Board bis auf mit Ausnahme der Metrik Time to Complete Exercise eine signifikante Verschlechterung bei allen Metriken (Instrument Collision, Master Workspace Range, Excessive force applied to Instruments, Instruments out of view, Economy of Motion, Drops). Weiter zeigte sich in allen Metriken der beiden anderen Übungen Energy Dissection und Suture Sponge ebenfalls eine stark signifikante Verschlechterung der Performance (50).

Die Autoren beschreiben, dass sich mit dem Schwierigkeitsgrad der Übungen die Performance der Chirurgen unter dem bestehenden Schlafentzug stärker verschlechterte. Dabei gaben sie an in ihrem Probandenkollektiv Chirurgen gewählt zu haben, die bereits Erfahrung an dem Mimic dv Trainer® und den ausgewählten Übungen gehabt haben sollen. Es wurden keine Pilotstudie/ Lerneffektstudie oder eine feste Anzahl von Testdurchläufen aufgezeichnet wie in den Studien von Veddeng et al., Olasky et al., Jakubowicz et al., Uchael et al. und unserer Studie. In diesen Studien mit vergleichbarem Studiendesign wurde mehrheitlich keine signifikante Leistungsverschlechterung festgestellt (12, 31, 37, 38). Das Erfahrungsniveau der Chirurgen ist unklar, da dies nicht definiert wurde und der Lerneffekt hinsichtlich der verwendeten Übungen am Mimic dv Trainer® nicht näher beschrieben wurde. Weitergehend wurden die Probanden zuerst nach dem Nachtdienst (Studie mit Intervention) sowie 5 bis 7 Tagen im Anschluss danach ausgeschlafen (7 Stunden Schlafzeit-Studie ohne Intervention) noch einmal am Mimic dv Trainer® getestet. Unter Berücksichtigung der Lerneffektproblematik kann schlussfolgernd hierbei ein Effekt der Reihenfolge möglich gewesen sein. Zudem wurde nicht dokumentiert, wie hoch die

Schlafdauer der Probanden vor den jeweiligen Testdurchläufen gewesen war. Ein hohes Schlafdefizit vor den Testdurchläufen kann folglich nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse dieser Studie stimmen nicht mit unseren Ergebnissen überein. Betrachtet man die Literatur zum aktuellen Stand der Wissenschaft, deckt sich diese ebenfalls nicht mit den Beobachtungen von Cumpanal et al. (50).

Weiterführend ließen wir den Chronotyp (D-MEQ), eine vermehrte Tagesschläfrigkeit (ESS) und eine verminderte Schaltqualität (PSQI) bei unseren Testpersonen anhand von Fragebögen evaluieren. Damit untersuchten wir, inwiefern die Probanden einen Nachtdienst besser oder schlechter bewerkstelligen konnten und ob sich dies in ihren Leistungen widerspiegelte. Anhand unserer Untersuchungen ergab sich keine signifikante Verschlechterung durch die schlafbezogenen Eigenschaften der Probanden.

In einer Studie von Kaliyaperumal et al. an der 97 Krankpfleger/innen teilnahmen, wurde dem ESS-Scores nach bei 69 % der Probanden im Schichtdienst eine vermehrte Müdigkeit beobachtet (51). Diese ging dabei mit einer signifikanten verschlechterten kognitiven Leistung einher (51). In diversen anderen Roboter basierten Untersuchungen (Schlosser et al., Olasky et al.(12, 13)) wurde die ESS zur Messung der Tagesschläfrigkeit verwendet. Eine Vielzahl der Studien, die die ESS verwendeten, kamen zu dem Schluss, dass die Probanden eine erhöhte Tagesschläfrigkeit nach absolviertem Nachtdienst empfanden. Dies entsprach dem zu erwarteten Ergebnis. Jedoch wurde oftmals dabei kein Abfall der Leistung der Probanden durch den Schlafentzug beobachtet (51).

Wir entschieden uns daher zu einer anderen Herangehensweise und ließen die Probanden im Vorfeld zur Testung einen Fragebogen zur Schlafqualität der letzten 4 Wochen (PSQI), zur Tagesschläfrigkeit der letzten Zeit (ESS), und zum Chronotyp (D-MEQ) durchführen.

Für die ESS wurde in den Metriken Wire Collision (RT), Drops (RT, SS), Time to Complete Exercise (SS), Missed Targets (SS) und der Übung Stacking Challenge bei den Teilnehmern mit erhöhter Tagesschläfrigkeit eine erhöhte Tendenz zu einer schlechteren Performance nach Intervention beobachtet. Jedoch zeigten sich die Ergebnisse nicht signifikant und die Korrelation mittelstark. Im Gegensatz zu der Studie von Kaliyaperumal et al. testeten wir die Probanden nach dem ersten Nachtdienst, wohingegen Kaliyaperumal et al. die Probanden nach dem dritten bzw. vierten Nachtdienst testeten (51).

In unserer Studie wurden anhand des PSQI bei 11 von 20 Probanden bedeutsame Schlafprobleme sichtbar. Dabei konnte in den Metriken Drops (SS), Missed Targets (SS), Wire Collision (RT) und der Übung Stacking Challenge bei den Teilnehmern mit vermehrten Schlafproblemen eine erhöhte Tendenz (bei fehlender Signifikanz) zu einer schlechteren Performance nach Intervention beobachtet werden.

Auch Jae Youn Kim et al. untersuchten anhand von weiblichen Schichtarbeiterinnen die Schlafqualität mit dem PSQI. Die Schlafqualität war in kürzeren Nachtschicht-Rotationsintervallen vermindert (52). Auch mehrere aufeinanderfolgende Nachtdienste führten zu einer verminderten Schlafqualität. In einer weiteren Studie an der Universität München wurde festgestellt, dass sich Stress und eine verminderte Schlafqualität (PSQI) ebenfalls negativ auf die Leistung von Medizin-Studenten ausübten (52).

Bezogen auf den Chronotyp zeigte sich bei den Probanden in unserer Studie eine Verteilung der Chronotypen mit einer Häufung des Normaltyps und einer geringeren Anzahl von Morgen -und Abendtypen. Dies entspricht dem chronotypen Verteilungsmuster der Allgemeinbevölkerung. Dabei konnte kein eindeutiger Einfluss des Schlaftyps auf die Performance Leistung dargestellt werden. Eine Korrelation wurde lediglich in der Übung Stacking Challenge festgestellt.

Petru et al. stellten fest, dass sich Morgentypen lieber in einen Früh-Spättdienst und Abendtypen präferiert in den Nachtdienst einteilen ließen (53). Diese Erkenntnis deckt sich mit der Erkenntnis von Schlafforschern. Jedoch ließen sich hier auch hier zwischen den Arbeitern im Nacht- und Tag/Spättdienst keine Unterschiede in der Performance Leistung aufdecken (53).

In der Vielzahl der Metriken verschlechterten und verbesserten sich ähnliche viele Teilnehmer. Zudem zeigten sich einige Probanden in ihrer Leistung unverändert. Des Weiteren entspricht ein geringerer Anteil der Probanden dem Morgen- und Abendtypen. Diese Faktoren zusammen könnten dazu beigetragen haben, dass sich kein Effekt in unseren Untersuchungen darstellen ließ.

Insgesamt ließen sich durch den Schlafentzug in einigen Bereichen (Metriken / Übungen) Tendenzen zu einer Verschlechterung der operativen Performance beobachtet. Dennoch zeigte sich in der Überzahl der Übungen und Metriken kein signifikanter Einfluss auf die Leistung der Chirurgen. Anhand des Vergleiches mit anderen Untersuchungen konnte beobachtet werden, dass es bei Studien mit denselben Voraussetzungen wie in unserer Arbeit zu ähnlichen Ergebnissen kam. Dazu zählten eine maximale Wochenstundenzahl von 60 Stunden, eine durchschnittliche Schlafzeit von 2-3 Stunden in der Testnacht sowie eine ausreichende Schlafdauer in der Nacht vor der Interventionsstudie. Im Gegensatz dazu lässt sich bei einer vermehrten Arbeitsbelastung durch eine hohe Arbeitsstundenzahl von bis zu 90 Stunden/Woche gepaart mit vielen hintereinander folgenden Nachtdiensten eine Verschlechterung der chirurgischen Leistung darstellen.

Dabei lässt sich erkennen, dass diese Studien in den meisten Fällen aus dem Ende der 90er Jahre bis Anfang der 2000er stammen und unter den damals geltenden

Arbeitsschutzgesetzen durchgeführt wurden. Im Jahre 1994 wurde zwar in Deutschland das erste Arbeitsschutzgesetz veröffentlicht und 2003 auf EU-Ebene verabschiedet, jedoch dauerte die Umsetzung in den Krankenhäusern noch etliche Jahre. Eine Reduzierung der Arbeitsbelastung könnte zu entsprechenden Coping Strategien führen, mit denen ein bestimmtes Maß an Schlafmangel besser zu kompensieren wäre.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das Arbeitsschutzgesetz in seiner Form bereits zunehmend greift und sowohl Ärzte als auch ihre Patienten schützt. Die Sicherheit aller ist in den Vordergrund gerückt, denn besonders junge Ärzte mit einem niedrigen Erfahrungsschatz benötigen ein hohes Maß an Konzentrationsfähigkeit, um in den akuten Situationen die richtigen Entscheidungen treffen zu können. Dies sollte im Umkehrschluss nicht die Politik und die Krankenhauskonzerne dazu bewegen nicht weiter wachsam zu sein. Im Gegenteil: Opt-Out Regelungen, hohe Arbeitsbelastungen und nicht zu vergessen die Corona-Pandemie zeigen uns auf, dass die Regularien unserer Gesetze nicht immer vereinbar sind mit der Realität der Ärzte.

4.3 Limitierungen und Ausblick

Die Ergebnisse unserer Studie stellten mehrheitlich keine signifikante Verschlechterung der operativen Performance unter Schlafentzug dar. Dennoch besteht eine gewisse Limitierung in der Aussagekraft dieser Ergebnisse.

Unser Probandenkollektiv wurde ausschließlich aus chirurgischen Assistenzärzten und zwei Fachärzten gebildet. Die meisten Probanden könnten aufgrund ihrer Fachspezialisierung besonders interessiert an dem roboterassistierten Operieren sein. Folgend könnte die Motivationsbereitschaft an dieser Studie teilzunehmen sehr hoch gewesen sein und das Bestreben gut abzuschneiden besonders groß. Um dem entgegenzuwirken, hätte eine mögliche Kontrollgruppe, bestehend aus einer anderen Berufsgruppe, wie z.B. Krankenschwestern aufschlussreich sein können. Die Testdauer betrug etwa 30 - 40 Minuten. Die Probanden wussten, dass die Testdauer auf einen kurzen Zeitraum limitiert war, und konnten sich mental darauf vorbereiten. Motivierte Probanden konnten möglicherweise ihre Konzentration für diese Zeitspanne aufrechterhalten. Dies spiegelt nicht die alltägliche Belastungssituation von Ärzten wider, da z.B. Chirurgen nachts in den OP gehen und im Vorfeld nicht wissen können, wie lange die tatsächliche Operationszeit sein wird.

Des Weiteren bekamen die Probanden über den Operationssimulator ein visuelles Feedback darüber, ob sie Fehler begangen oder nicht. Dadurch konnten sich die Probanden selbst reflektieren und ihre Fertigkeiten anpassen.

Um gleiche Studienvoraussetzungen zu schaffen, wurden die Probanden 7 Tage nach einem ausreichenden Schlaf ohne Nachtdienste getestet. Dabei wurde immer der erste folgende Nachtdienst zur Interventionsstudie verwendet. Dies entspricht allerdings nicht immer dem Klinik-Alltag, der aufgrund des geringen Personalschlüssels in vielen Fällen eine hohe Anzahl an Diensten erfordert. Daher wäre es für weiterführende Studien ratsam, die Probanden an mehreren aufeinanderfolgenden Nächten zu testen. Im Rahmen ihres Bereitschaftsdienstes werden Ärzte mehrmals aus dem Schlaf gerissen. Dies könnte möglicherweise einen großen Stressfaktor bedeuten, der einen negativen Einfluss auf das Schlafverhalten und die Performance der Chirurgen haben könnte. Daher wäre die Miteinrechnung dieser Störfaktoren für zukünftige Studien von großem Nutzen.

Die Auswertung unserer Ergebnisse erfolgte bis auf die Fragebögen durch die Auswertung des Mimic dv-Trainer®, welches ein objektives und validiertes System darstellt und in bereits vielen anderen Studien zum Einsatz gekommen ist. Dennoch ist auch ein Roboter-System unter gewissen Punkten betrachtet, limitiert. Die genaue Entscheidung, warum ein Chirurg eine gewisse Handlung durchführte, kann technisch nur in Punkten widergespiegelt werden. Die Zuordnung vom guten oder auch falschen Handeln kann jedoch somit auch verfälscht sein. Dies ist einer der entscheidenden limitierenden Faktoren eines Roboter-Systems. Dennoch besitzen sie durch ihre Objektivierbarkeit einen hohen Nutzen in der heutigen Wissenschaft. Denn subjektive Beobachtungen beinhalten schwer auszuwertende Fehlerquellen, die somit die Ergebnisse stärker verfälschen könnten.

5 Zusammenfassung

Ziel dieser Dissertationsarbeit war es die Auswirkungen von Schlafmangel auf die operative Performance zu untersuchen. Dazu wählten wir als Auswertungsmedium den Roboter-Simulator Mimic dv-Trainer®. Darüber hinaus wollten wir feststellen, ob die Schlafgewohnheiten und ihr entsprechender Chronotyp einen Einflussfaktor auf ihre Leistungsfähigkeit für die Arbeit bei Nacht haben. Hierzu verwendeten wir standardisierte und in der Wissenschaft und Schlafmedizin vielfach verwendete Fragebögen.

Unser Probandenkollektiv bestand aus 20 Chirurgen, die anhand von 4 verschiedenen Übungen am Mimic dv-Trainer® getestet wurden. Diese Testung erfolgte zum einen ausgeschlafen (= Studie ohne Intervention) und zum anderen nach einem erfolgten Nachtdienst (= Studie mit Intervention). Dabei stellten der Ausbildungsstand der Chirurgen und ihre Erfahrung bezüglich des laparoskopischen Operierens keine Einschlusskriterien dar.

Durch den Simulator wurden die Ergebnisse erfasst. Somit konnten wir die Testergebnisse miteinander vergleichen und anhand statistischer Tests analysieren, inwiefern sich Schlafmangel auf die operative Performance- Leistung unserer Chirurgen auswirkte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich in einer von den 4 ausgewählten Übungen eine signifikante Verschlechterung durch die Intervention Schlafmangel beweisen ließ. Weiterführend setzten wir die Auswertungen der schlafbezogenen Fragebögen in Korrelation zu den Ergebnissen der Übungen. Es zeigten sich zum Teil in einigen Metriken niedrige bis mittlere Korrelationen, jedoch stellten sich keine signifikante Veränderung dar.

Mit dieser Studie wurde eine Grundlage für weitere mögliche Studien zur Untersuchung des Einflusses von Schlafentzug auf die operative Performance von Chirurgen gelegt.

Ein gesunder und ausreichender Schlaf ist in den letzten Jahrzehnten immer weiter in den Fokus der Forschung gerückt. Die Bedeutsamkeit von Schlafentzug auf die Leistung ist ein wichtiger Faktor. Nicht zuletzt, da in der heutigen Leistungsgesellschaft immer mehr Stressfaktoren und Umwelteinflüsse zu Schlafentzug führen, ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren immer mehr Ärzte an den Folgen von chronischen Überlastungszuständen leiden werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Banfi T, Coletto E, d'Ascanio P, Dario P, Menciacchi A, Faraguna U, et al. Effects of Sleep Deprivation on Surgeons Dexterity. *Frontiers in neurology*. 2019;10:595.
2. Seibt A, Knauth P, Griefahn B. Arbeitsmedizinische Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. 2006.
3. Elmenhorst Risiko Schlafmangel 2018 [Available from: <https://www.spektrum.de/news/was-bei-schlafmangel-im-gehirn-passiert/1560834>].
4. Soziales BfAu. Das Arbeitszeitgesetz. April 2018.
5. Johna S. Die große Kluft zwischen Wunsch und Wirklichkeit. *Der Urologe*. 2020;59(8):908-11.
6. Lehmann KS, Martus P, Little-Elk S, Maass H, Holmer C, Zurbuchen U, et al. Impact of sleep deprivation on medium-term psychomotor and cognitive performance of surgeons: prospective cross-over study with a virtual surgery simulator and psychometric tests. *Surgery*. 2010;147(2):246-54.
7. Sateia MJ. International classification of sleep disorders-third edition: highlights and modifications. *Chest*. 2014;146(5):1387-94.
8. Feussner H, Wilhelm D. [Minimally invasive surgery and robotic surgery: surgery 4.0?]. *Chirurg*. 2016;87(3):189-94.
9. Arden C, Nyarangi-Dix J, Hatiboglu G. *Robotik*. 2018:41-51.
10. Technologies M. mimicsimulation 2018 [08.06.2020]. Available from: <https://mimicsimulation.com/dv-trainer/>.
11. Surgerons TRCo. Good Surgical Practice_Guide.
12. Schlosser K, Maschuw K, Kupietz E, Weyers P, Schneider R, Rothmund M, et al. Call-associated acute fatigue in surgical residents--subjective perception or objective fact? A cross-sectional observational study to examine the influence of fatigue on surgical performance. *World J Surg*. 2012;36(10):2276-87.
13. Olasky J, Chellali A, Sankaranarayanan G, Zhang L, Miller A, De S, et al. Effects of sleep hours and fatigue on performance in laparoscopic surgery simulators. *Surgical endoscopy*. 2014;28(9):2564-8.
14. Hicklin D, Schwander J. [Shift Work and Sleep]. *Praxis (Bern 1994)*. 2019;108(2):119-24.
15. Riemann D, Baglioni C, Spiegelhalder K. [Lack of sleep and insomnia. Impact on somatic and mental health]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2011;54(12):1296-302.
16. Rossbach G. Glücksorgan Gehirn: Springer-Verlag GmbH; 2019.
17. Sugden C, Athanasiou T, Darzi A. What are the effects of sleep deprivation and fatigue in surgical practice? *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;24(3):166-75.
18. Zohar D, Tzischinsky O, Epstein R, Lavie P. The effects of sleep loss on medical residents' emotional reactions to work events: a cognitive-energy model. *Sleep*. 2005;28(1):47-54.
19. Brandes R, Lang F, Schmidt RF. *Physiologie des Menschen*: Springer 2019.

20. (DGSM) DGfSuS. S3-Leitlinie Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen Kapitel: „Schlafbezogene Atmungsstörungen“. 2016.
21. Basner M, Dinges DF, Shea JA, Small DS, Zhu J, Norton L, et al. Sleep and Alertness in Medical Interns and Residents: An Observational Study on the Role of Extended Shifts. *Sleep*. 2017;40(4).
22. Ayas NT, Barger LK, Cade BE, Hashimoto DM, Rosner B, Cronin JW, et al. Extended work duration and the risk of self-reported percutaneous injuries in interns. *Jama*. 2006;296(9):1055-62.
23. Clayton D. Opinion: Keep Limits Intact On Medical Residents' Work Hours 2019 [05.04.2022]. Available from: <https://www.npr.org/sections/health-shots/2019/05/10/721461765/opinion-keep-limits-intact-on-medical-residents-work-hours>.
24. Wekgelegenheid MvSZe. Das Arbeitszeitgesetz. Informationen für Arbeitgeber und Arbeitnehmer Februar 2010.
25. Amirian I. The impact of sleep deprivation on surgeons' performance during night shifts. *Danish medical journal*. 2014;61(9):B4912.
26. Christian S, Herrmann L. Arbeitszeitgestaltung in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen: Erich Schmidt 2014.
27. Opt-Out Regelung Ärzte: wann gilt sie und wann nicht? 2016 [15.03.2022]. Available from: <https://www.praktischerarzt.de/magazin/opt-out-regelung/>.
28. Barger LK, Cade BE. Extended Work Shifts and the Risk of Motor Vehicle Crashes among Interns. 2005;vol. 352 no. 2.
29. Lockley SW, Cronin JW, Evans EE, Cade BE, Lee CJ, Landrigan CP, et al. Effect of reducing interns' weekly work hours on sleep and attentional failures. *The New England journal of medicine*. 2004;351(18):1829-37.
30. Basaran K, Mercan ES, Aygit AC. Effects of Fatigue and Sleep Deprivation on Microvascular Anastomoses. *The Journal of craniofacial surgery*. 2015;26(4):1342-7.
31. Jakubowicz DM, Price EM, Glassman HJ, Gallagher AJ, Mandava N, Ralph WP, et al. Effects of a twenty-four hour call period on resident performance during simulated endoscopic sinus surgery in an accreditation council for graduate medical education-compliant training program. *The Laryngoscope*. 2005;115(1):143-6.
32. Eastridge BJ, Hamilton EC, O'Keefe GE, Rege RV, Valentine RJ, Jones DJ, et al. Effect of sleep deprivation on the performance of simulated laparoscopic surgical skill. *American journal of surgery*. 2003;186(2):169-74.
33. Grantcharov TP, Bardram L, Funch-Jensen P, Rosenberg R. Laparoscopic performance after one night on call in a surgical department: prospective study. 2001;323.
34. Tsafirir Z, Korianski J, Almog B, Many A, Wiesel O, Levin I. Effects of Fatigue on Residents' Performance in Laparoscopy. *Journal of the American College of Surgeons*. 2015;221(2):564-70.e3.
35. Leff DR, Aggarwal R, Rana M, Nakhjavani B, Purkayastha S, Khullar V, et al. Laparoscopic skills suffer on the first shift of sequential night shifts: program directors beware and residents prepare. *Annals of surgery*. 2008;247(3):530-9.

36. Erie EA, Mahr MA, Hodge DO, Erie JC. Effect of sleep deprivation on the performance of simulated anterior segment surgical skill. *Can J Ophthalmol.* 2011;46(1):61-5.
37. Uchal M, Tjugum J, Martinsen E, Qiu X, Bergamaschi R. The impact of sleep deprivation on product quality and procedure effectiveness in a laparoscopic physical simulator: a randomized controlled trial. *American journal of surgery.* 2005;189(6):753-7.
38. Veddeng A, Husby T, Engelsen IB, Kent A, Flaatten H. Impact of night shifts on laparoscopic skills and cognitive function among gynecologists. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2014;93(12):1255-61.
39. Technologies M. dV Trainer by mimic User Guide Msim Rev 3.6. Mimic Technologies. 2018.
40. Technologies M. dV Trainer by mimic User Guide Msim Rev 3.5. Mimic Technologies. 2016.
41. Mimic Technologies. ExerciseInstructions. 2018.
42. Faurie C, Khadra M. Technical competence in surgeons. *ANZ J Surg.* 2012;82(10):682-90.
43. Griefhahn B. Einsatz eines Fragebogens (D-MEQ) zur Bestimmung des Chronotyps bei der Zuweisung eines Schichtarbeiterplatzes INSTITUT FÜR ARBEITSPHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT DORTMUND. 2002.
44. Auswertung Epworth Schläfrigkeitsskala (Epworth Sleepiness Scale). iDoc-Institut.
45. Auswertung des Schlafqualitätsfragebogen (PSQI).
46. Stocker T, Steinke I. Statistik Grundlagen und Methodik: De Gruyter Oldenburg; 2022.
47. Steinherr T. Simulationsstudie zum Gütevergleich ausgewählter Hypothesentests unter potentiell problematischen Datensituationen. 2015.
48. Zürich U. Methodenberatung 2022 [updated 23.03.2022. Available from: https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/ran_gkorrelation.html.
49. Taffinder NJ, McManus IC, Gul Y, Russell RCG, Darzi A. Effect of sleep deprivation on surgeons' dexterity on laparoscopy simulator. *The Lancet.* 1998;352(9135):1191.
50. Cumpanas AA, Ferician O, Latcu S, Duta C, Bardan R, Lazar FO. Does sleep deprivation alter virtual reality-based robotic surgical skills? *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2020;15(1):97-105.
51. Kaliyaperumal D, Elango Y, Alagesan M, Santhanakrishnan I. Effects of Sleep Deprivation on the Cognitive Performance of Nurses Working in Shift. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(8):CC01-CC3.
52. Kim JY, Chae CH, Kim YO, Son JS, Kim JH, Kim CW, et al. The relationship between quality of sleep and night shift rotation interval. *Ann Occup Environ Med.* 2015;27:31.
53. Petru R, Wittmann M, Nowak D, Birkholz B, Angerer P. Effects of working permanent night shifts and two shifts on cognitive and psychomotor performance. *Int Arch Occup Environ Health.* 2005;78(2):109-16.

7 Anhang

7.1 Ergebnisse Übung Ring Tower

7.1.1 Drops (Ring Tower)

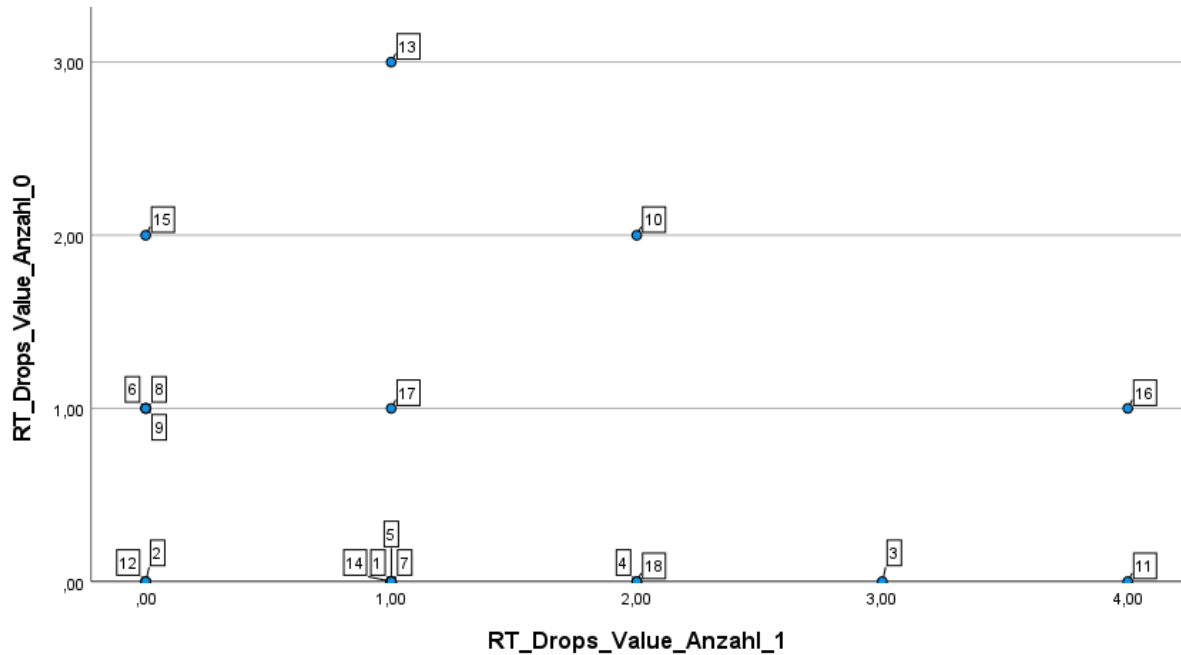


Abbildung A1 Streudiagramm „Drops“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

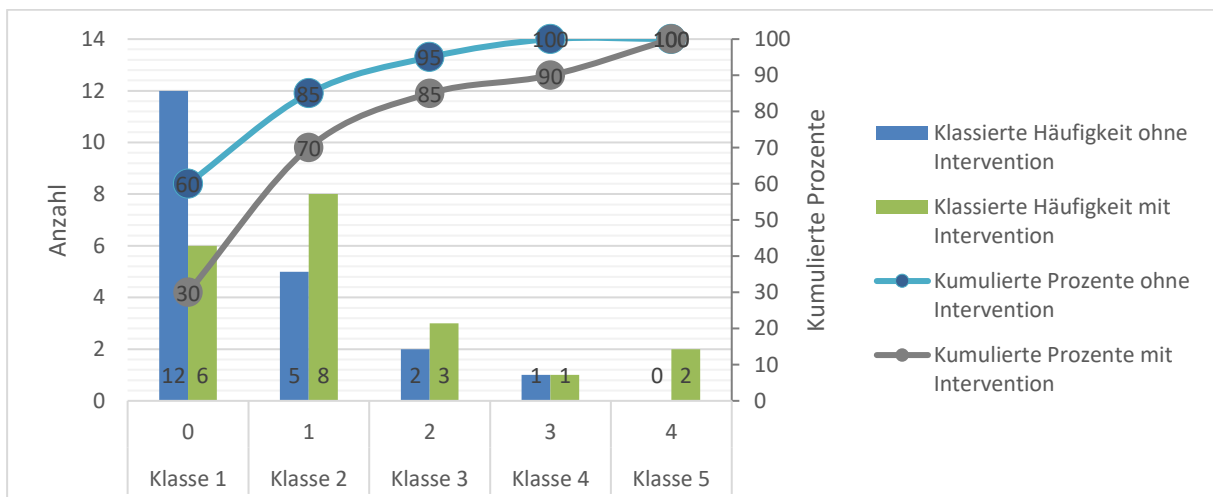


Abbildung A2 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Drops“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

RT_Drops_Value_Anzahl_1 -	Negative Differenzen ^a	5
RT_Drops_Value_Anzahl_0	Positive Differenzen ^b	11
	Bindungen ^c	4
	Gesamt	20

- a. $RT_Drops_Value_Anzahl_1 < RT_Drops_Value_Anzahl_0$
- b. $RT_Drops_Value_Anzahl_1 > RT_Drops_Value_Anzahl_0$
- c. $RT_Drops_Value_Anzahl_1 = RT_Drops_Value_Anzahl_0$

Abbildung A3 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Drops“ Übung RT (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	11,000 ^a
Standardfehler	2,000
Standardisierte Teststatistik	1,250
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,211
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,210

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A4 Vorzeichentest der Metrik „Drops“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Drops_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	1	0	1	2
	31-41	2	0	0	2
	42-58	6	3	2	11
	59-69	2	1	2	5
Gesamt		11	4	5	20

Abbildung A5 Ergebnisse „Drops“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		RT_Differenz_Drops_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	6	1	2	9
	6-10	5	3	3	11
Gesamt		11	4	5	20

Abbildung A6 Ergebnisse „Drops“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		RT_Differenz_Drops_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
Tagesschläfrigkeiten_Klasse n	0-6	1	2	3	6
	7-10	3	1	0	4
	11-15	7	1	1	9
	16	0	0	1	1
Gesamt		11	4	5	20

Abbildung A7 Ergebnisse „Drops“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Drops_Klassen			
		ps_Klassen	PSQI_Klassen	D_MEQ_Klassen	Tagesschläfrigkeiten_Klassen
Spearman-Rho	Korrelationskoeffizient	1,000	,174	,194	-,304
	Sig. (2-seitig)	.	,463	,413	,193
	N	20	20	20	20

Abbildung A8 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Drops“ - Übung RT in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.1.2 Economy of Motion (Ring Tower)

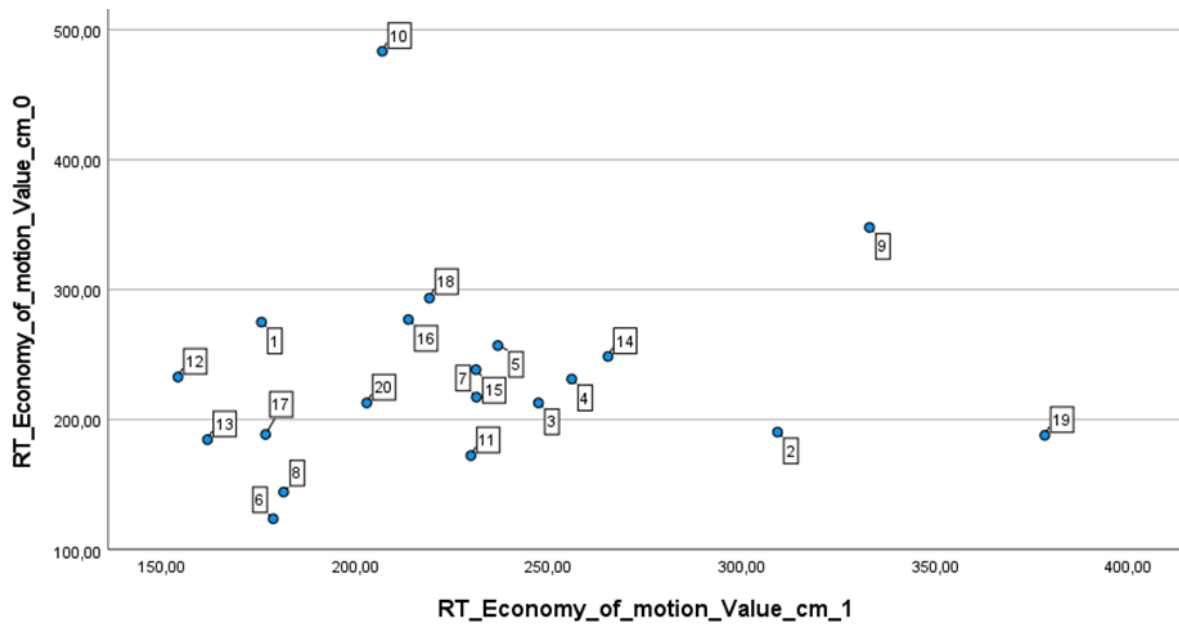


Abbildung A9 Streudiagramm „Economy of Motion“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

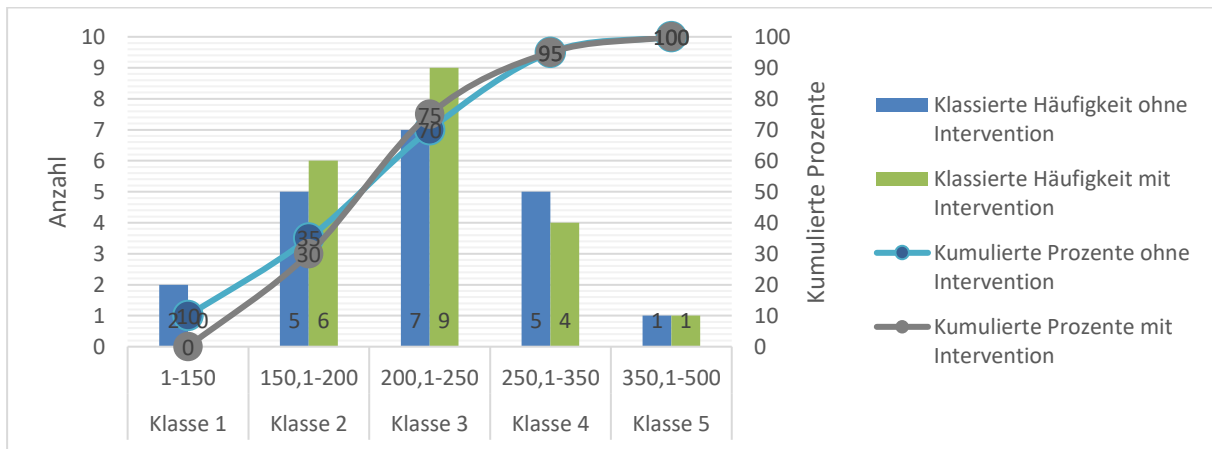


Abbildung A10 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Economy of Motion“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		N
RT_Instrument_Collisions_Valu	Negative Differenzen ^a	5
e_Anzahl_1 -	Positive Differenzen ^b	6
RT_Instrument_Collisions_Valu	Bindungen ^c	9
e_Anzahl_0	Gesamt	20

a. RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 <

RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0

b. RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 >

RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0

c. RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 =

RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0

Abbildung A11 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Economy of Motion“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	9,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	-,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,824

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung

berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A12 Vorzeichentest der Metrik „Economy of Motion“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Economy_of_motion_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	2	0	0	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	4	1	6	11
	59-69	2	3	0	5
Gesamt		8	4	8	20

Abbildung A13 Ergebnisse „Economy of Motion“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Economy_of_motion_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	4	3	2	9
	6-10	4	1	6	11
Gesamt		8	4	8	20

Abbildung A14 Ergebnisse „Economy of Motion“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Economy_of_motion_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
Tagesschläfrigkeiten_Klassen	0-6	2	1	3	6
	7-10	3	1	0	4
	11-15	3	2	4	9
	16	0	0	1	1
Gesamt		8	4	8	20

Abbildung A15 Ergebnisse „Economy of Motion“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	ESS_Klassen	RT_Differenz_Economy_of_motion_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,129
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,589
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,225
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,341
		N	20	20	20	20
	ESS_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	,135
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,571
		N	20	20	20	20
	RT_Differenz_Economy_of_motion_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,129	,225	,135	1,000
		Sig. (2-seitig)	,589	,341	,571	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A16 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Economy of Motion“ - Übung RT in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.1.3 Instrument Collisions Ring Tower

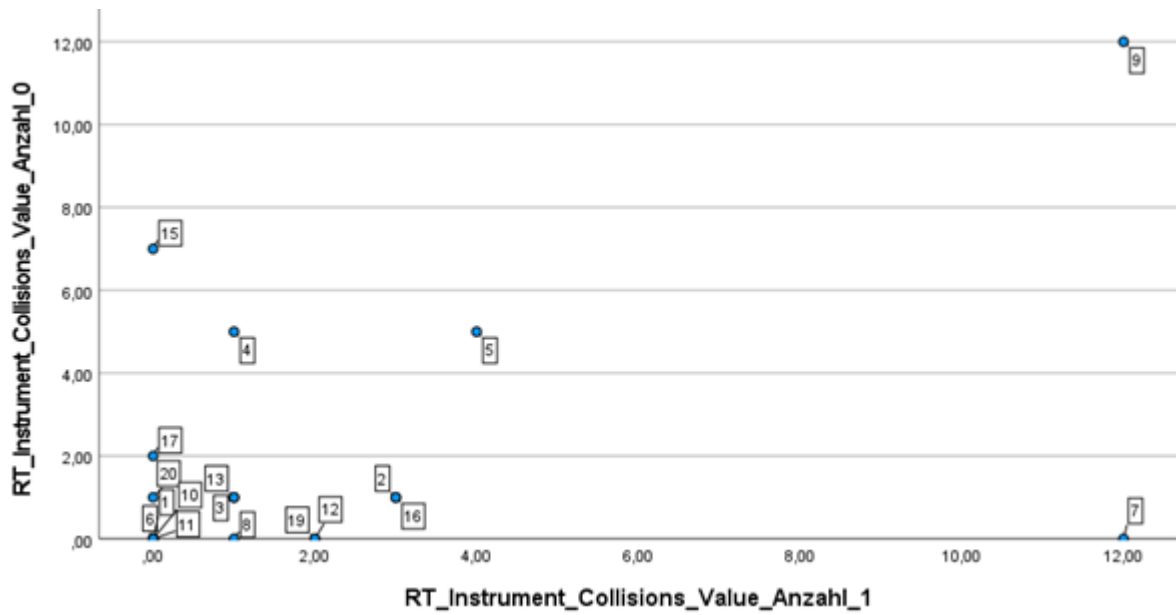


Abbildung A17 Streudiagramm „Instrument Collision“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

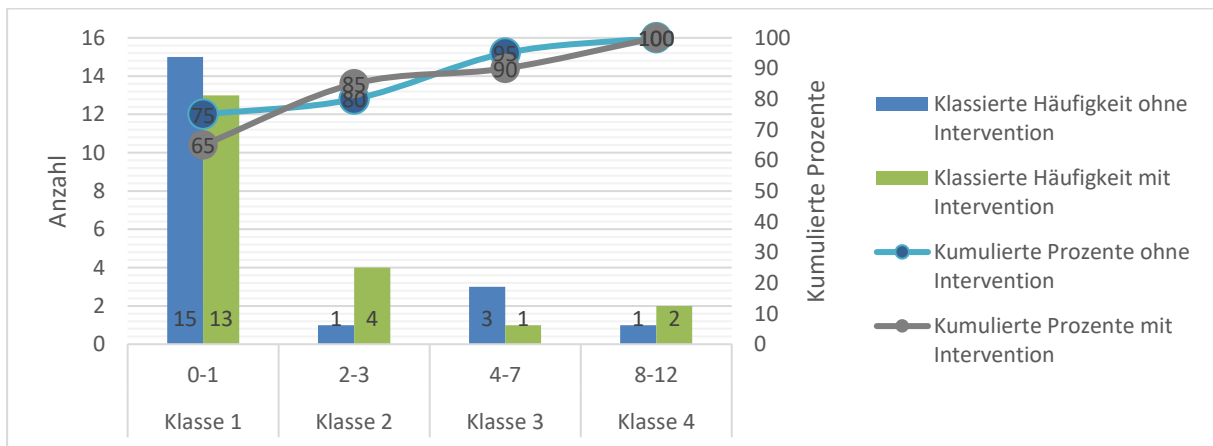


Abbildung A18 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Instrument Collision“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

RT_Instrument_Collisions_Valu	Negative Differenzen ^a	5
e_Anzahl_1 -	Positive Differenzen ^b	6
RT_Instrument_Collisions_Valu	Bindungen ^c	9
e_Anzahl_0	Gesamt	20

- a. $RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 < RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0$
- b. $RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 > RT_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0$

Abbildung A19 Vorzeichentest der Metrik „Instrument Collision“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Zusammenfassung des Vorzeichentests bei verbundenen Stichproben

Gesamtzahl	20
Teststatistik	6,000 ^a
Standardfehler	1,658
Standardisierte Teststatistik	,000
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	1,000
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	1,000

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A20 Vorzeichentest der Metrik „Instrument Collision“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Anzahl

		D_MEQ_Klassen				Gesamt
		14-30	31-41	42-58	59-69	
RT_Differenz_Instrument_Collision_Klassen	schlechter	0	1	3	1	5
	gleich	2	1	7	2	12
	besser	0	0	1	2	3
Gesamt		2	2	11	5	20

Abbildung A21 Ergebnisse „Instrument Collision“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Instrument_Collision_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	2	5	2	9
	6-10	3	7	1	11
Gesamt		5	12	3	20

Abbildung A22 Ergebnisse „Instrument Collision“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Instruments_Collision_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	Besser	
ESS_Klassen	0-6	2	3	1	6
	7-10	0	3	1	4
	11-15	3	5	1	9
	16	0	1	0	1
Gesamt		5	12	3	20

Abbildung A23 Ergebnisse „Instrument Collision“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			Korrelationen			
			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	RT_Differenz_Instrument_Collision_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	,223
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,346
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,139
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,558
		N	20	20	20	20
	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,054
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,821
		N	20	20	20	20
	RT_Differenz_Instrument_Collision_Klassen	Korrelationskoeffizient	,223	-,139	-,054	1,000
		Sig. (2-seitig)	,346	,558	,821	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A24 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Instrument Collision“ - Übung RT in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.1.4 Instruments out of View Ring Tower

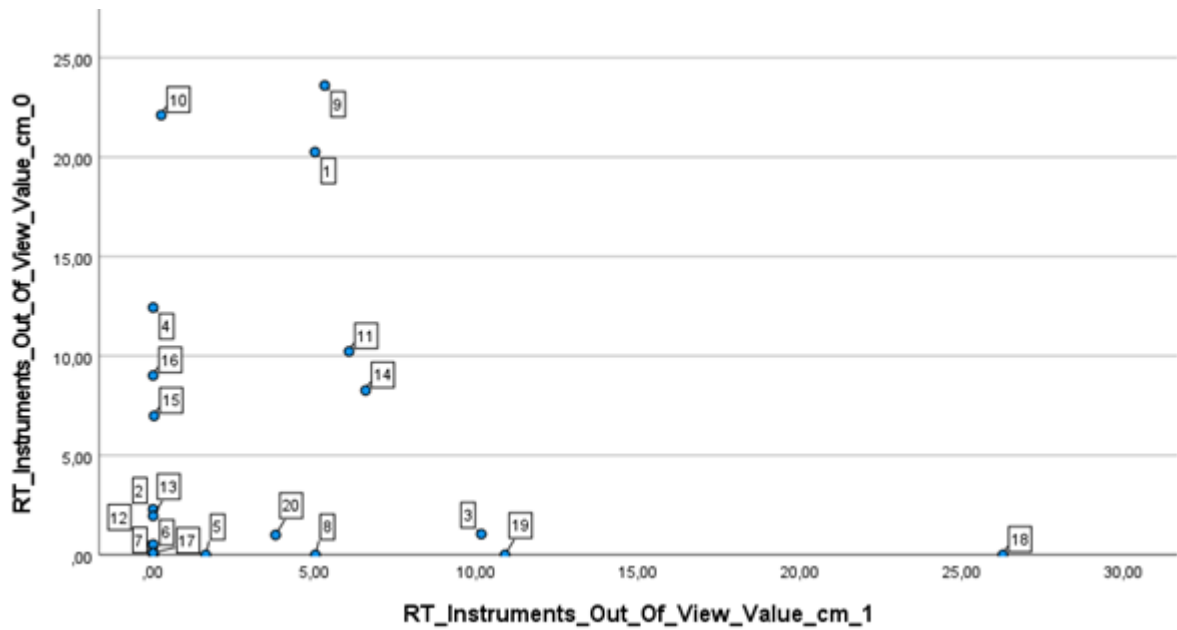


Abbildung A25 Streudiagramm „Instruments out of View“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

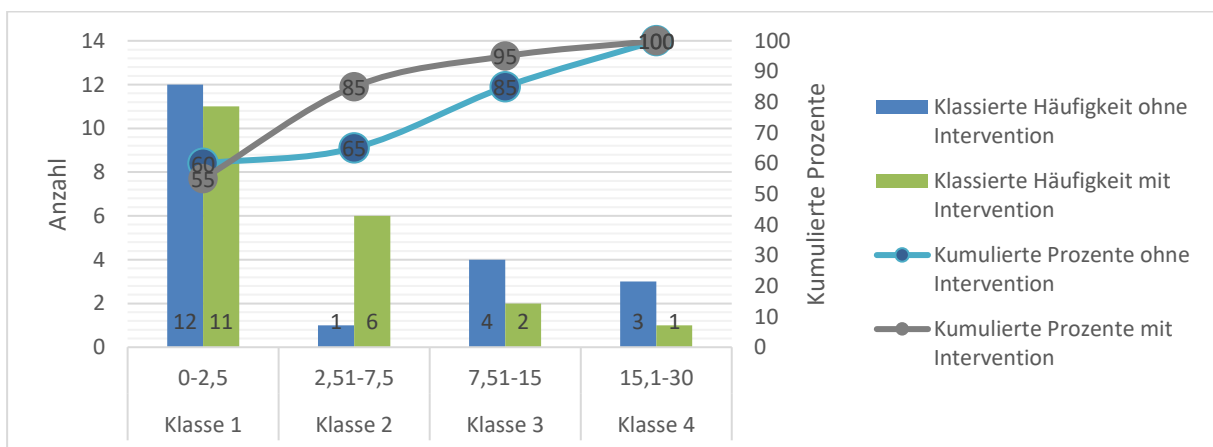


Abbildung A26 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Instruments out of view“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		N
RT_Instruments_Out_Of_View_	Negative Differenzen ^a	13
Value_cm_1 -		
RT_Instruments_Out_Of_View_	Positive Differenzen ^b	7
Value_cm_0	Bindungen ^c	0
	Gesamt	20

a. $RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1 < RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0$

b. $RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1 > RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0$

c. $RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1 = RT_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0$

Abbildung A27 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Instruments out of View“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	7,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	-1,118
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,264
Genauere Sig. (zweiseitiger Test)	,263

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A28 Vorzeichentest der Metrik „Instruments out of View“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Anzahl

		D_MEQ_Klassen				Gesamt
		14-30	31-41	42-58	59-69	
RT_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen	schlechter	1	1	2	2	6
	gleich	0	0	2	2	4
	besser	1	1	7	1	10
Gesamt		2	2	11	5	20

Abbildung A29 Kreuztabelle "Instruments out of View RT" (eingeteilt nach besser, gleich, schlechter) mit Korrelation des Chronotyps, D-MEQ=Chronotyp: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	3	2	4	9
	6-10	3	2	6	11
Gesamt		6	4	10	20

Abbildung A30 Kreuztabelle "Instruments out of View RT" (eingeteilt nach besser, gleich, schlechter) mit dem PSQI. PSQI=Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme >12 schwere Schlafprobleme. (Eigene Darstellung)

Anzahl

		RT_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	0	1	5	6
	7-10	1	1	2	4
	11-15	5	2	2	9
	16	0	0	1	1
Gesamt		6	4	10	20

Abbildung A31 Ergebnisse „Instruments out of View“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	ESS_Klassen	RT_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,134
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,573
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,095
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,690
		N	20	20	20	20
	ESS_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,431
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,058
		N	20	20	20	20
	RT_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,134	,095	-,431	1,000
		Sig. (2-seitig)	,573	,690	,058	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A32 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Instruments out of View“ - Übung RT in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.1.5 Wire Contact Duration Ring Tower

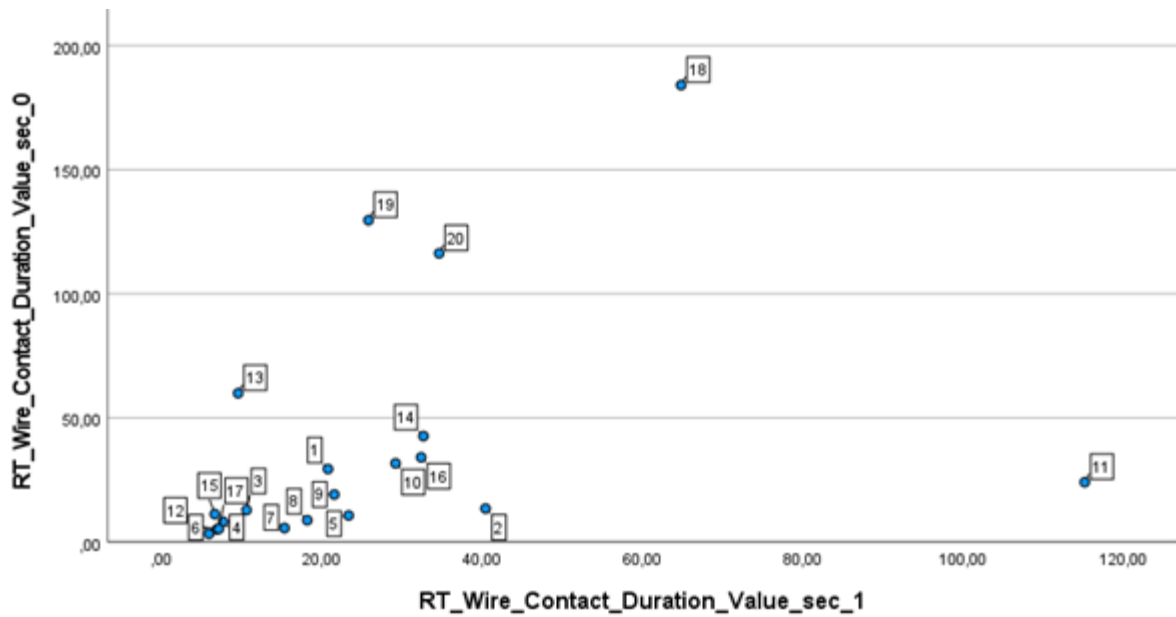


Abbildung A33 Streudiagramm „Wire Contact Duration“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

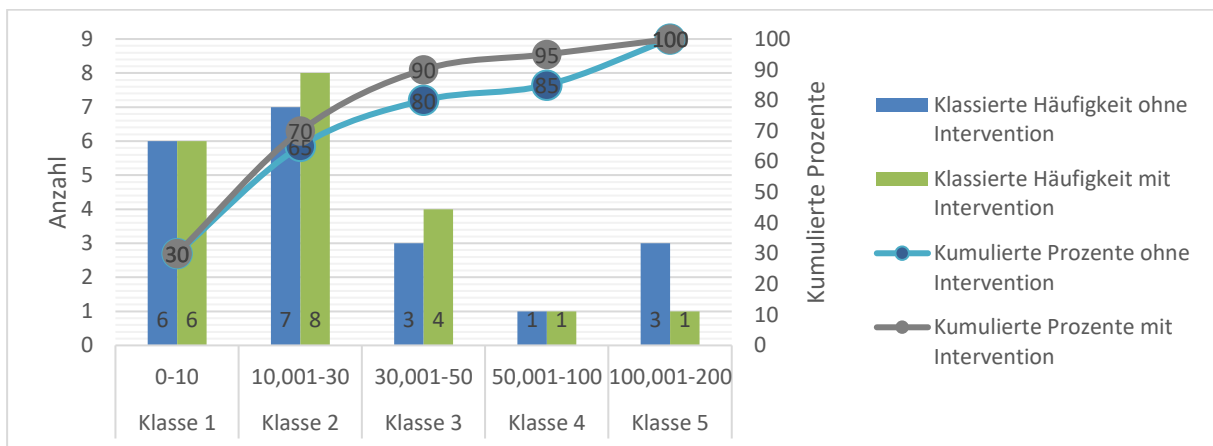


Abbildung A34 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Wire Contact Duration“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		N
RT_Wire_Contact_Duration_Val	Negative Differenzen ^a	11
ue_sec_1 -	Positive Differenzen ^b	9
RT_Wire_Contact_Duration_Val	Bindungen ^c	0
ue_sec_0	Gesamt	20

a. RT_Wire_Contact_Duration_Value_sec_1 <

RT_Wire_Contact_Duration_Value_sec_0

b. RT_Wire_Contact_Duration_Value_sec_1 >

RT_Wire_Contact_Duration_Value_sec_0

Abbildung A35 Vorzeichentest der Metrik „Wire Contact Duration“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	9,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	-,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genauere Sig. (zweiseitiger Test)	,824

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A36 Vorzeichentest der Metrik „Wire Contact Duration“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		D_MEQ_Klassen				Gesamt
		14-30	31-41	42-58	59-69	
RT_Differenz_wire_contact_duration_Klassen	schlechter	1	1	3	0	5
	gleich	0	1	5	3	9
	besser	1	0	3	2	6
Gesamt		2	2	11	5	20

Abbildung A37 Ergebnisse „Wire Contact Duration“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_wire_contact_duration_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	2	4	3	9
	6-10	3	5	3	11
Gesamt		5	9	6	20

Abbildung A38 Ergebnisse „Wire Contact Duration“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_wire_contact_duration_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	Besser	
ESS_Klassen	0-6	1	5	0	6
	7-10	1	2	1	4
	11-15	3	2	4	9
	16	0	0	1	1
Gesamt		5	9	6	20

Abbildung A39 Ergebnisse „Wire Contact Duration“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	ESS_Klassen	RT_Differenz_wire_contact_duration_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	,279
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,234
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,075
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,754
		N	20	20	20	20
	ESS_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	,275
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,240
		N	20	20	20	20
	RT_Differenz_wire_contact_duration_Klassen	Korrelationskoeffizient	,279	-,075	,275	1,000
		Sig. (2-seitig)	,234	,754	,240	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A40 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Wire Contact Duration“ - Übung RT in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.1.6 Wire Collision Ring Tower

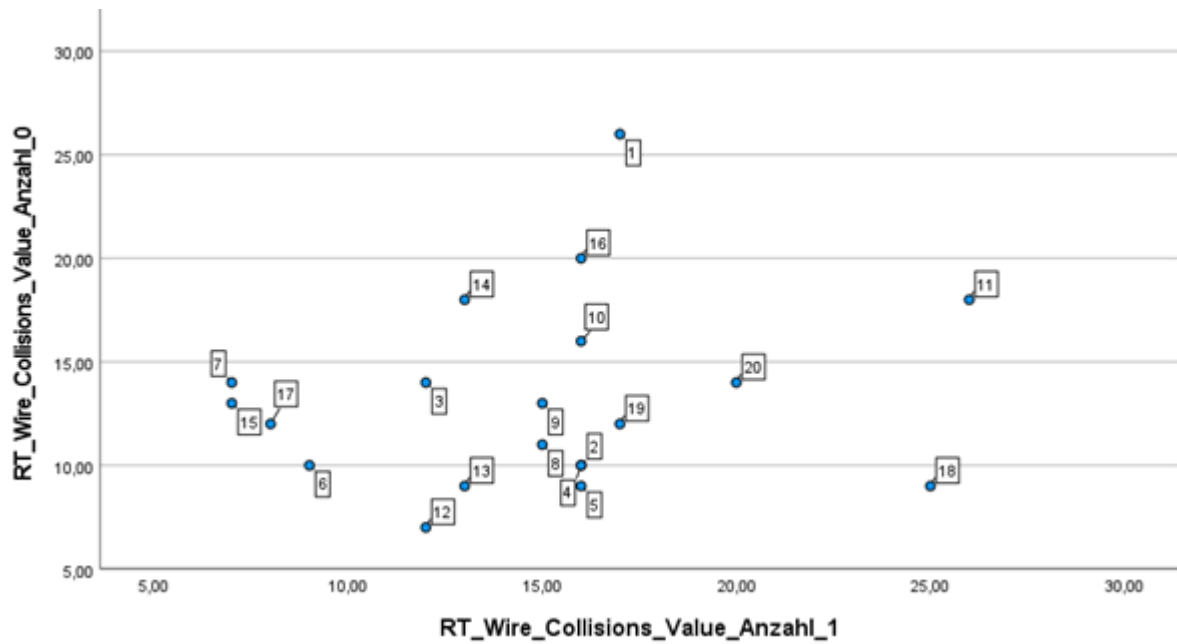


Abbildung A41 Streudiagramm „Wire Collision“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

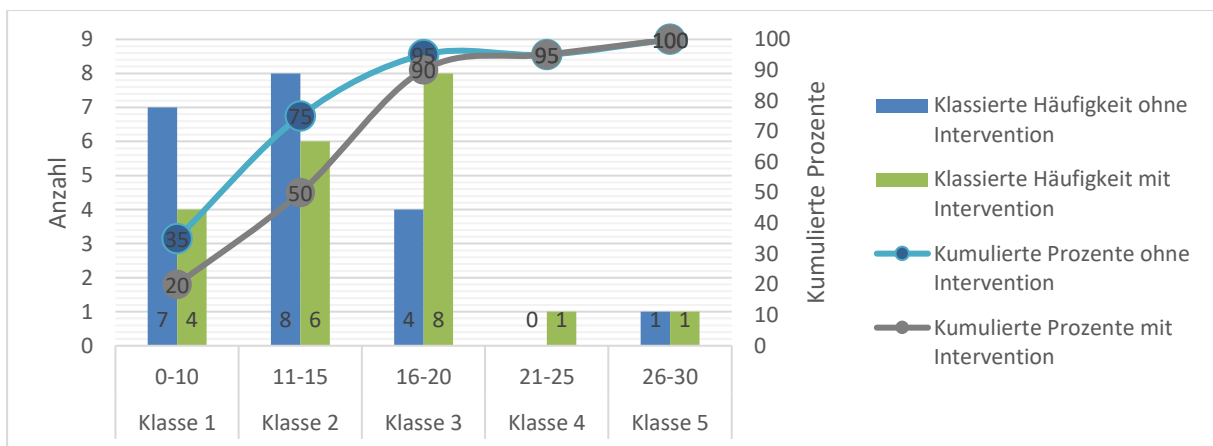


Abbildung A42 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Wire Collision“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		N
RT_Wire_Collisions_Value_Anz	Negative Differenzen ^a	8
ahl_1 -	Positive Differenzen ^b	11
RT_Wire_Collisions_Value_Anz	Bindungen ^c	1
ahl_0	Gesamt	20

- a. $RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_1 < RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_0$
- b. $RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_1 > RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_0$
- c. $RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_1 = RT_Wire_Collisions_Value_Anzahl_0$

Abbildung A43 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Wire Collision“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	11,000 ^a
Standardfehler	2,179
Standardisierte Teststatistik	,459
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,646
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,648

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A44 Vorzeichentest der Metrik „Wire Collision“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Wire_collision_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	1	0	1	2
	31-41	1	0	1	2
	42-58	7	1	3	11
	59-69	2	1	2	5
Gesamt		11	2	7	20

Abbildung A45 Ergebnisse „Wire Collision“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

		RT_Differenz_Wire_collision_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	2	2	2	6
	7-10	1	0	3	4
	11-15	7	0	2	9
	16	1	0	0	1
Gesamt		11	2	7	20

Abbildung A46 Ergebnisse „Wire Collision“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		RT_Differenz_Wire_collision_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	4	1	4	9
	6-10	7	1	3	11
Gesamt		11	2	7	20

Abbildung A47 Ergebnisse „Wire Collision“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschlafriegen_Klassen	RT_Differenz_Wire_collision_Klasse
						n
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	,034
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,888
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,196
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,408
		N	20	20	20	20
	Tagesschlafriegen_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,383
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,096
		N	20	20	20	20
	RT_Differenz_Wire_collision_Klassen	Korrelationskoeffizient	,034	-,196	-,383	1,000
		Sig. (2-seitig)	,888	,408	,096	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A48 Spearman Korrelation "Wire Collision RT" (Eigene Darstellung)

7.1.7 Time to Complete Exercise Ring Tower

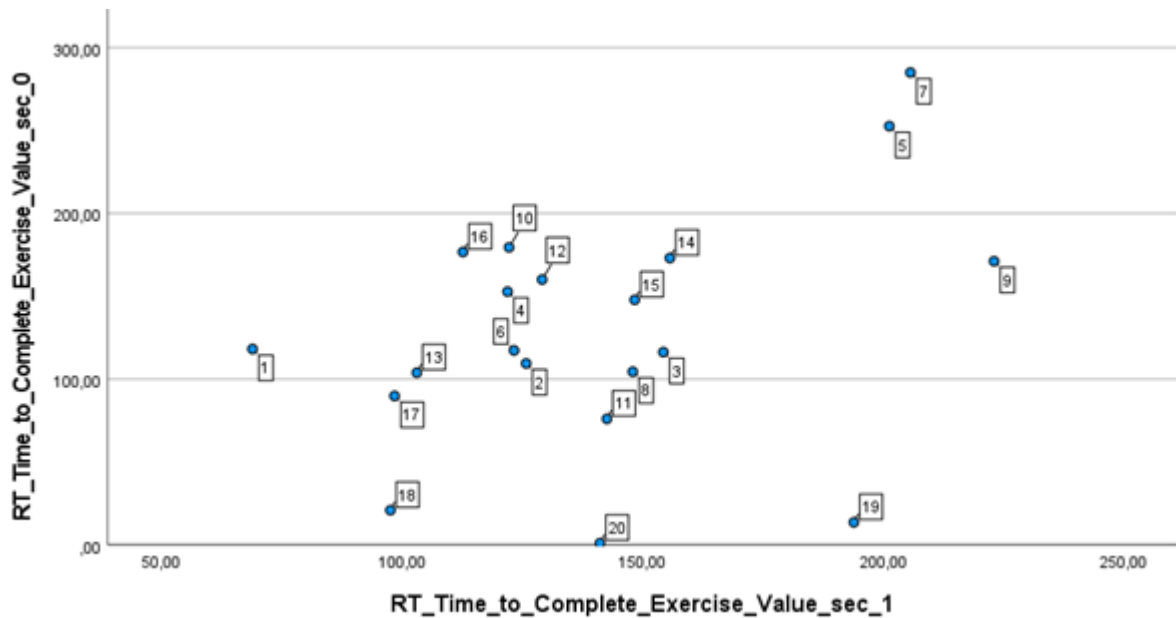


Abbildung A49 Streudiagramm „Time to Complete Exercise“ der Übung RT mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

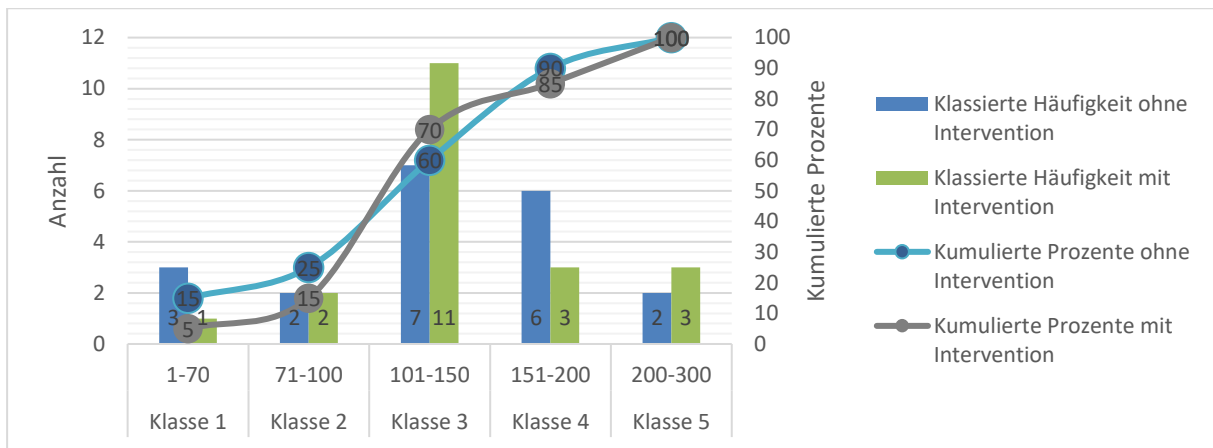


Abbildung A50 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Time to Complete Exercise“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

		N
RT_Time_to_Complete_Exercis	Negative Differenzen ^a	9
e_Value_sec_1 -	Positive Differenzen ^b	11
RT_Time_to_Complete_Exercis	Bindungen ^c	0
e_Value_sec_0	Gesamt	20

- a. $RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 < RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0$
- b. $RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 > RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0$
- c. $RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 = RT_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0$

Abbildung A51 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Time to Complete Exercise“ der Übung RT (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	11,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,824

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A52 Zusammenfassung des Vorzeichentest mit standardisierter Teststatistik (Z-Wert) "Time to complete Exercise RT" (Eigene Darstellung)

Anzahl

		D_MEQ_Klassen				Gesamt
		14-30	31-41	42-58	59-69	
RT_Differenz_Time_to_com	schlechter	1	0	5	3	9
plete_Klassen	gleich	0	0	1	2	3
	besser	1	2	5	0	8
Gesamt		2	2	11	5	20

Abbildung A53 Ergebnisse „Time to Complete Exercise“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		RT_Differenz_Time_to_complete_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	4	2	3	9
	6-10	5	1	5	11
Gesamt		9	3	8	20

Abbildung A54 Ergebnisse „Time to Complete Exercise“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		RT_Differenz_Time_to_complete_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	Besser	
ESS_Klassen	0-6	2	2	2	6
	7-10	3	0	1	4
	11-15	4	0	5	9
	16	0	1	0	1
Gesamt		9	3	8	20

Abbildung A55 Ergebnisse „Time to Complete Exercise“ der Übung RT eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

		D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschlafrigeke iten_Klassen	RT_Differenz_Tim e_to_complete_KI assen	
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,373
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,105
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,057
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,812
		N	20	20	20	20
	Tagesschlafrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	,084
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,726
		N	20	20	20	20
	RT_Differenz_Time_to_complet e_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,373	,057	,084	1,000
		Sig. (2-seitig)	,105	,812	,726	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A56 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Economy of Motion“ - bung RT in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2 Ergebnisse bung Suture Sponge

Metrik	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung	Variationskoeff fizient
SS_Drops_Value_Anzahl_0	20	0	5	0,45	1,14593	2,546511111
SS_Drops_Value_Anzahl_1	20	0	4	0,95	1,31689	1,3862
SS_Economy_of_Motion_Value_cm_0	20	373,69	2130,99	764,1835	366,26477	0,479289032
SS_Economy_of_Motion_Value_cm_1	20	359,1	2303,05	869,0385	495,84069	0,570562397
SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_0	20	1,39	76,2	25,0851	23,13549	0,922280158
SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_1	20	0	121,32	30,1604	34,30053	1,137270394
SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0	20	8	123	42,95	33,06529	0,769855413
SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1	20	11	76	38,65	18,94389	0,490139457
SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0	20	0	539,09	42,2589	117,47778	2,779953572
SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1	20	0	201,69	37,2031	55,20148	1,483787104
SS_Master_Workspace_Range_Value_cm_0	20	5,19	10,4	7,7481	1,3897	0,179360101
SS_Master_Workspace_Range_Value_cm_1	20	5,51	15,14	8,5328	2,43131	0,284936949
SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_0	20	7	101	35,55	21,43896	0,603064979
SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_1	20	6	83	42,5	20,59254	0,484530353
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0	20	298,82	1254,07	570,9212	232,99026	0,408095303
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1	20	272,71	1303,17	653,2214	306,86445	0,469770969

Abbildung A57 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Metriken der bung Suture Sponge (Eigene Darstellung)

7.2.1 Drops Suture Sponge

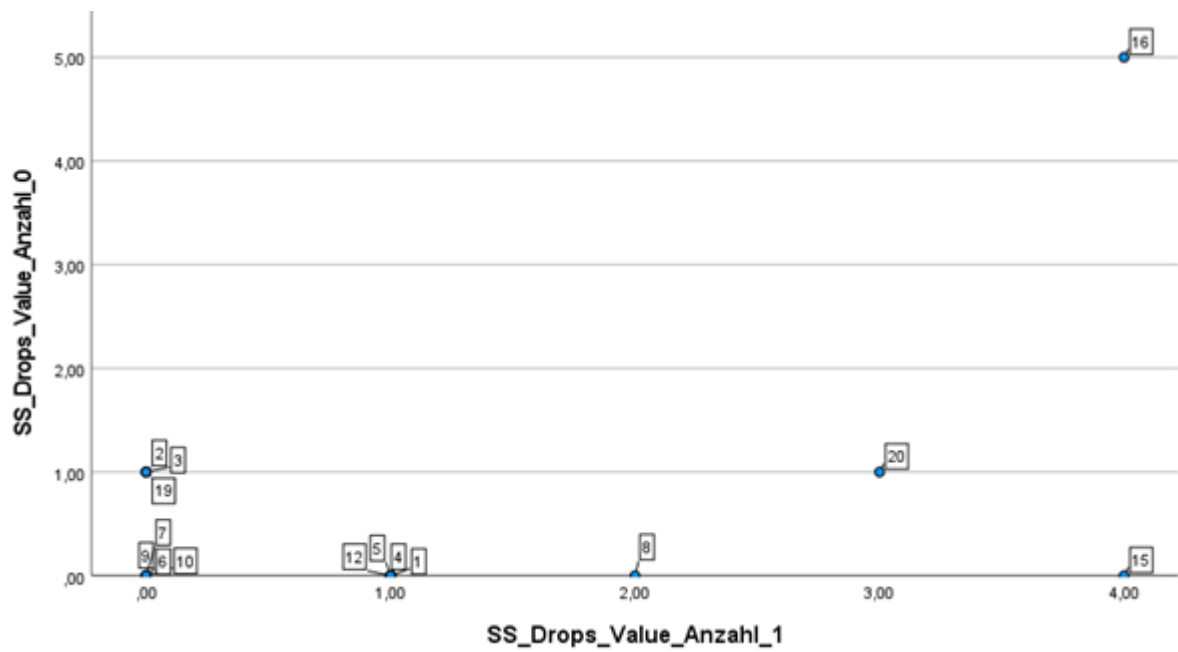


Abbildung A58 Streudiagramm „Drops“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

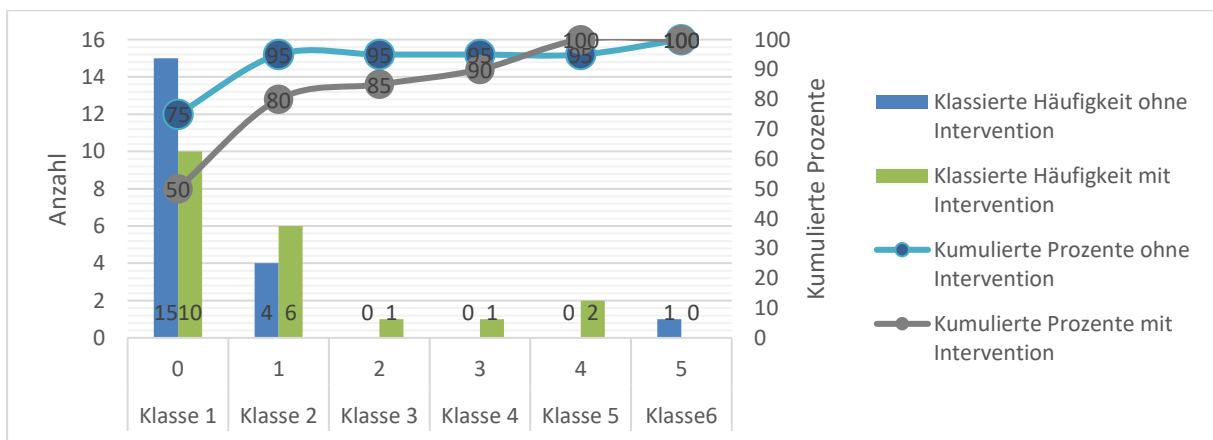


Abbildung A59 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Drops“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Drops_Value_Anzahl_1 -	Negative Differenzen ^a	4
SS_Drops_Value_Anzahl_0	Positive Differenzen ^b	9
	Bindungen ^c	7
	Gesamt	20

a. $SS_Drops_Value_Anzahl_1 < SS_Drops_Value_Anzahl_0$

b. $SS_Drops_Value_Anzahl_1 > SS_Drops_Value_Anzahl_0$

c. $SS_Drops_Value_Anzahl_1 = SS_Drops_Value_Anzahl_0$

Abbildung A60 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Drops“ Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	9,000 ^a
Standardfehler	1,803
Standardisierte Teststatistik	1,109
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,267
Genauere Sig. (zweiseitiger Test)	,267

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A61 Vorzeichenstest der Metrik „Drops“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		Differenzen_Drops_SS_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	1	1	0	2
	31-41	1	0	1	2
	42-58	4	5	2	11
	59-69	3	1	1	5
Gesamt		9	7	4	20

Abbildung A62 Ergebnisse „Drops“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

		Differenzen_Drops_SS_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	5	2	2	9
	6-10	4	5	2	11
Gesamt		9	7	4	20

Abbildung A63 Ergebnisse „Drops“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		Differenzen_Drops_SS_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	1	3	2	6
	7-10	1	2	1	4
	11-15	7	1	1	9
	16	0	1	0	1
Gesamt		9	7	4	20

Abbildung A64 Ergebnisse „Drops“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	SS_Differenz_Drops_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	.
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	.
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	.
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	.
		N	20	20	20	20
	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	.
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	.
		N	20	20	20	20
	SS_Differenz_Drops_Klassen	Korrelationskoeffizient	.	.	.	1,000
		Sig. (2-seitig)
		N	20	20	20	20

Abbildung A65 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Drops“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.2 Economy of Motion Suture Sponge

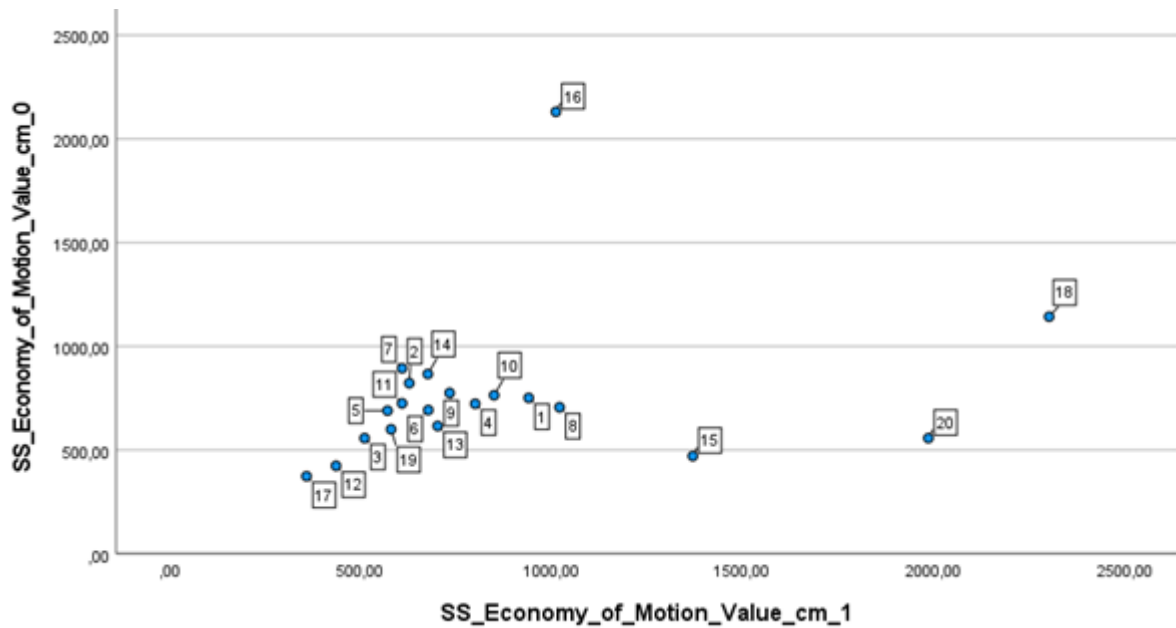


Abbildung A66 Streudiagramm „Economy of Motion“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

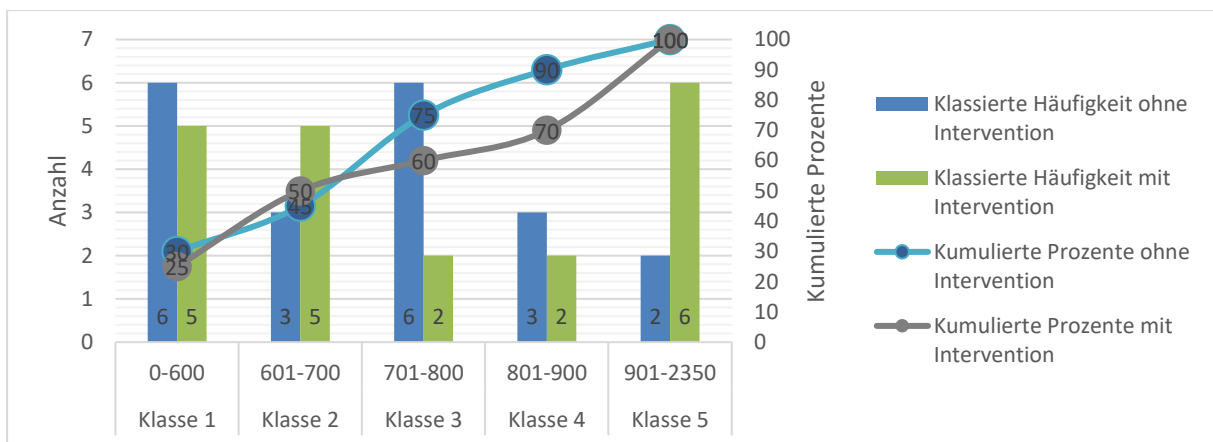


Abbildung A67 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Economy of Motion“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Economy_of_Motion_Value	Negative Differenzen ^a	11
_cm_1 -	Positive Differenzen ^b	9
SS_Economy_of_Motion_Value	Bindungen ^c	0
_cm_0	Gesamt	20

a. SS_Economy_of_Motion_Value_cm_1 <

SS_Economy_of_Motion_Value_cm_0

b. SS_Economy_of_Motion_Value_cm_1 >

SS_Economy_of_Motion_Value_cm_0

Abbildung A68 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Economy of Motion“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	9,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	-,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genauere Sig. (zweiseitiger Test)	,824

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A69 Vorzeichentest der Metrik „Economy of Motion“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Economy_of_motion_Klassen			Gesamt
		schlechter	Gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	1	0	1	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	5	1	5	11
	59-69	2	2	1	5
Gesamt		8	3	9	20

Abbildung A70 Ergebnisse „Economy of Motion“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Economy_of_motion_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	5	1	3	9
	6-10	3	2	6	11
Gesamt		8	3	9	20

Abbildung A71 Ergebnisse „Economy of Motion“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Economy_of_motion_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
Tagesschläfrigkeit_Klassen	0-6	2	1	3	6
	7-10	0	1	3	4
	11-15	5	1	3	9
	16	1	0	0	1
Gesamt		8	3	9	20

Abbildung A72 Ergebnisse „Economy of Motion“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschläfrige- iten_Klassen	SS_Differenz_Eco- nomy_of_motion_ Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,230
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,329
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,266
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,258
		N	20	20	20	20
	Tagesschläfrigkeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,315
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,176
		N	20	20	20	20
	SS_Differenz_Economy_of_moti- on_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,230	,266	-,315	1,000
		Sig. (2-seitig)	,329	,258	,176	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A73 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Economy of Motion“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.3 Excessive Instrument Force Suture Sponge

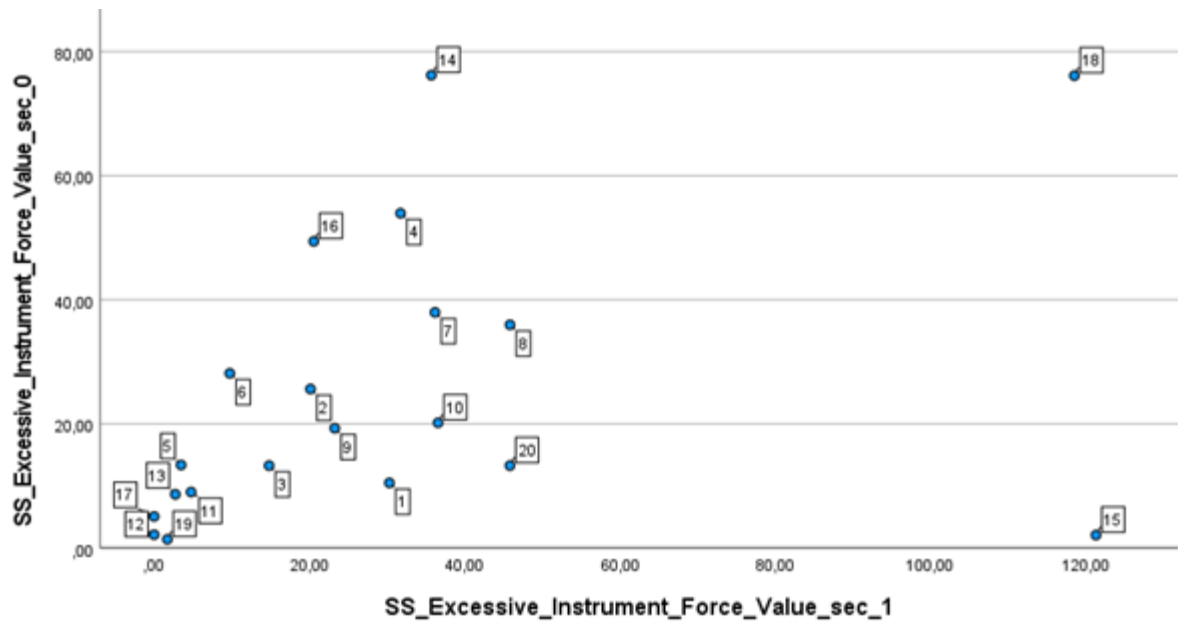


Abbildung A74 Streudiagramm „Excessive Instrument Force“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

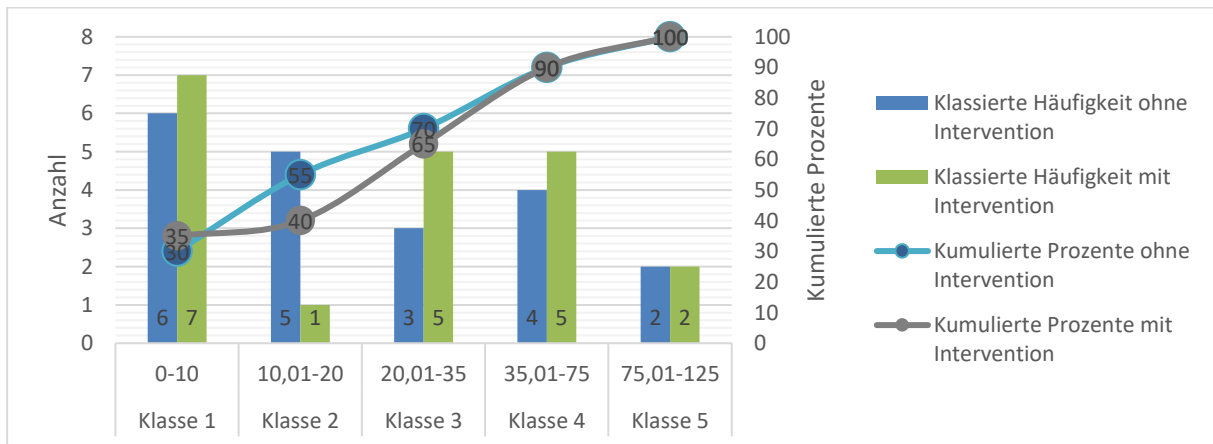


Abbildung A75 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Excessive Instrument Force“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Excessive_Instrument_Forc	Negative Differenzen ^a	11
e_Value_sec_1 -	Positive Differenzen ^b	9
SS_Excessive_Instrument_Forc	Bindungen ^c	0
e_Value_sec_0	Gesamt	20

- a. $SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_1 < SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_0$
- b. $SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_1 > SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_0$
- c. $SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_1 = SS_Excessive_Instrument_Force_Value_sec_0$

Abbildung A76 Häufigkeiten der Differenzen „Excessive Instrument Force“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	9,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	-,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,824

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A77 Vorzeichentest der Metrik „Excessive Instrument Force“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Excessive_Instruments_out_of_view_			
		Klassen			
		Schlechter	Gleich	besser	Gesamt
D_MEQ_Klassen	14-30	1	0	1	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	3	5	3	11
	59-69	2	1	2	5
Gesamt		6	6	8	20

Abbildung A78 Ergebnisse „Excessive Instrument Force“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Excessive_Instruments_out_of_view_			
		Klassen			
		schlechter	gleich	besser	Gesamt
PSQI_Klassen	0-5	4	2	3	9
	6-10	2	4	5	11
Gesamt		6	6	8	20

Abbildung A79 Ergebnisse „Excessive Instrument Force“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		SS_Differenz_Excessive_Instruments_out_of_view_			
		Klassen			
		schlechter	gleich	besser	Gesamt
ESS_Klassen	0-6	2	1	3	6
	7-10	0	2	2	4
	11-15	4	3	2	9
	16	0	0	1	1
Gesamt		6	6	8	20

Abbildung A80 Ergebnisse „Excessive Instrument Force“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	ESS_Klassen	SS_Differenz_Exc cessive_Instru ments_out_of_view_Kl assen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,165
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,486
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,222
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,346
		N	20	20	20	20
	ESS_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,119
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,618
		N	20	20	20	20
	SS_Differenz_Exc cessive_Instru ments_out_of_view_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,165	,222	-,119	1,000
		Sig. (2-seitig)	,486	,346	,618	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A81 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Excessive Instrument Force“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.4 Instrument Collision Suture Sponge

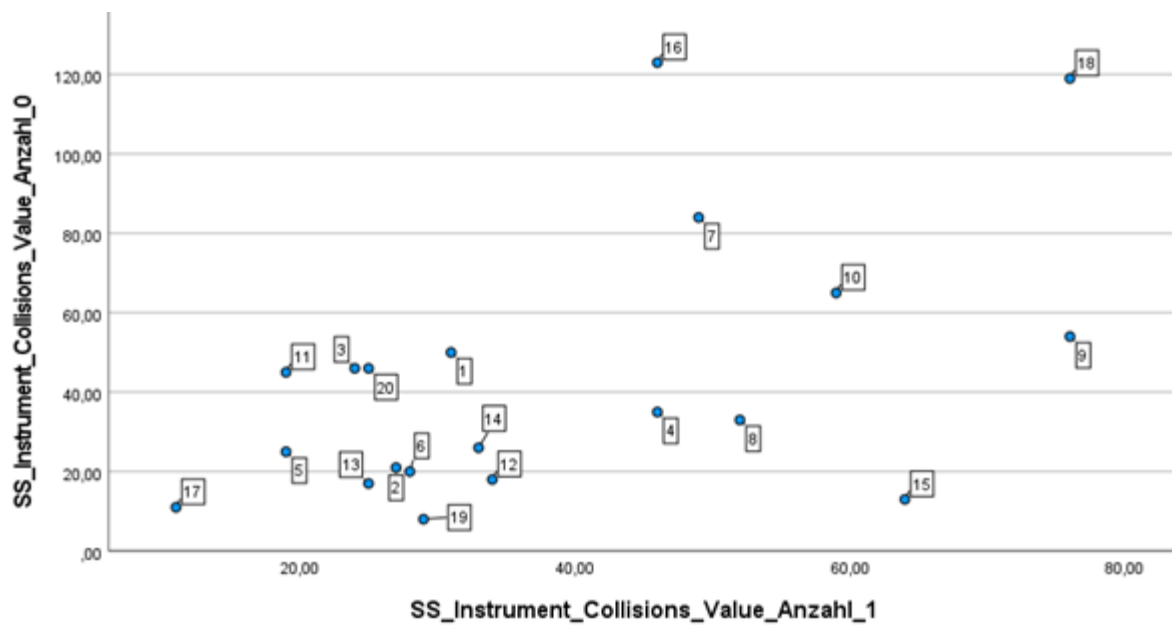


Abbildung A82 Streudiagramm „Instrument Collision“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

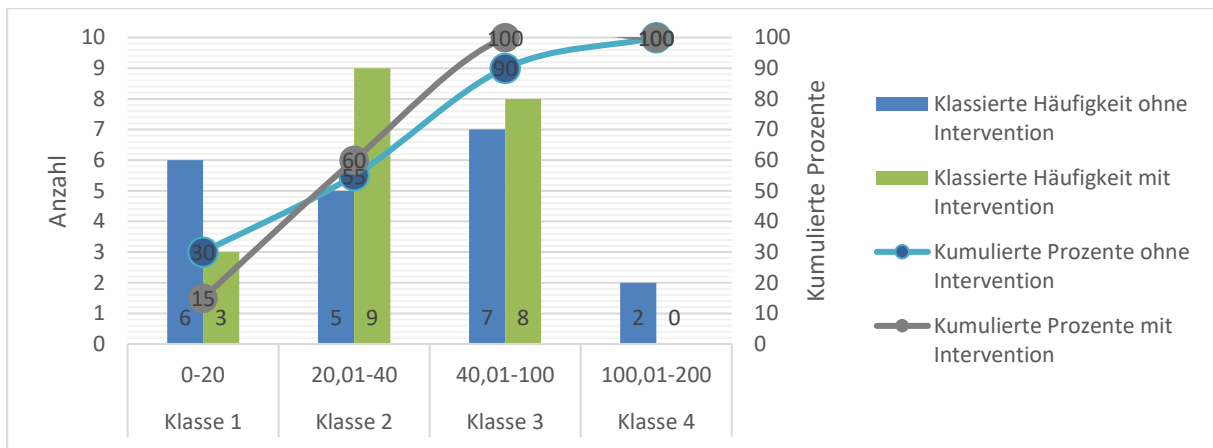


Abbildung A83 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Instrument Collision“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Instrument_Collisions_Valu	Negative Differenzen ^a	9
e_Anzahl_1 -	Positive Differenzen ^b	10
SS_Instrument_Collisions_Valu	Bindungen ^c	1
e_Anzahl_0	Gesamt	20

- a. $SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 < SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0$
- b. $SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 > SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0$
- c. $SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_1 = SS_Instrument_Collisions_Value_Anzahl_0$

Abbildung A84 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Instrument Collision“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	10,000 ^a
Standardfehler	2,179
Standardisierte Teststatistik	,000
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	1,000
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	1,000

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung 85 Vorzeichentest der Metrik „Instrument Collision“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Instrument_collision_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	2	0	0	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	5	0	6	11
	59-69	3	1	1	5
Gesamt		10	1	9	20

Abbildung A86 Ergebnisse „Instrument Collision“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Excessive_Instruments_Collison			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	4	2	3	9
	6-10	2	4	5	11
Gesamt		6	6	8	20

Abbildung A87 Ergebnisse „Instrument Collision“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Excessive_Instruments_out_of_view_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	2	1	3	6
	7-10	0	2	2	4
	11-15	4	3	2	9
	16	0	0	1	1
Gesamt		6	6	8	20

Abbildung A88 Ergebnisse „Instrument Collision“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

Korrelationen

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschlafriegerkeiten_Klassen	SS_Differenz_Instrument_collision_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,110
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,645
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,147
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,535
		N	20	20	20	20
	Tagesschlafriegerkeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	,066
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,783
		N	20	20	20	20
	SS_Differenz_Instrument_collision_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,110	-,147	,066	1,000
		Sig. (2-seitig)	,645	,535	,783	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A89 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Instrument Collision“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.5 Instruments out of View Suture Sponge

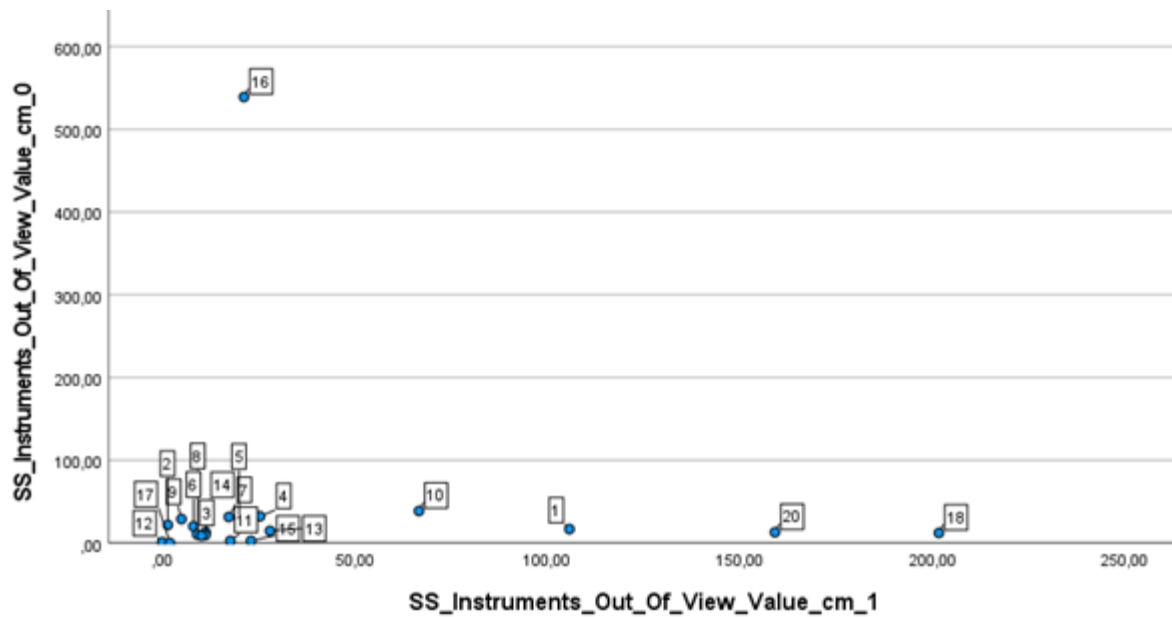


Abbildung A90 Streudiagramm „Instruments out of View“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

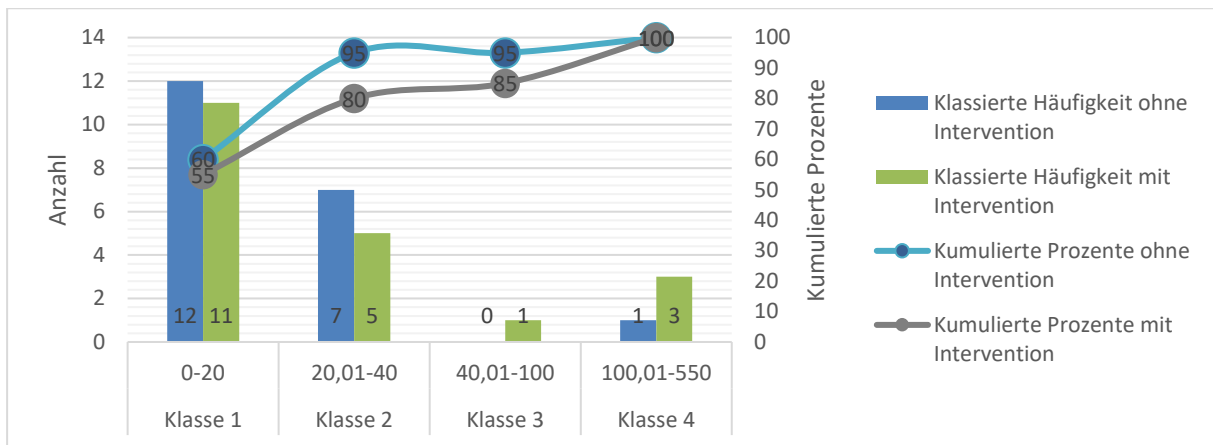


Abbildung A91 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Instruments out of View“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Instruments_Out_Of_View_	Negative Differenzen ^a	10
Value_cm_1 -	Positive Differenzen ^b	10
SS_Instruments_Out_Of_View_	Bindungen ^c	0
Value_cm_0	Gesamt	20

- a. $SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1 < SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0$
- b. $SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1 > SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0$
- c. $SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_1 = SS_Instruments_Out_Of_View_Value_cm_0$

Abbildung A92 Häufigkeiten der Differenzen der Metrik „Instruments out of View“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	10,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	,000
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	1,000
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	1,000

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A93 Vorzeichentest der Metrik „Instruments out of View“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	0	2	0	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	5	2	4	11
	59-69	2	2	1	5
Gesamt		7	6	7	20

Abbildung A94 Ergebnisse „Instruments out of View“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Instruments_out_of_View_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	4	1	4	9
	6-10	3	5	3	11
Gesamt		7	6	7	20

Abbildung A95 Ergebnisse „Instruments out of View“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		SS_Differenz_Instruments_out_of_view_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
Tagesschläfrigkeiten_Klassen	0-6	2	0	4	6
	7-10	1	3	0	4
	11-15	3	3	3	9
	16	1	0	0	1
Gesamt		7	6	7	20

Abbildung A96 Ergebnisse „Instruments out of View“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

			D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	ESS_Klassen	SS_Differenz_Instruments_collision_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,110
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,645
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,147
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,535
		N	20	20	20	20
	ESS_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	,066
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,783
		N	20	20	20	20
	SS_Differenz_Instruments_collision_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,110	-,147	,066	1,000
		Sig. (2-seitig)	,645	,535	,783	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A97 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Instruments out of View“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.6 Master Workspace Range Suture Sponge

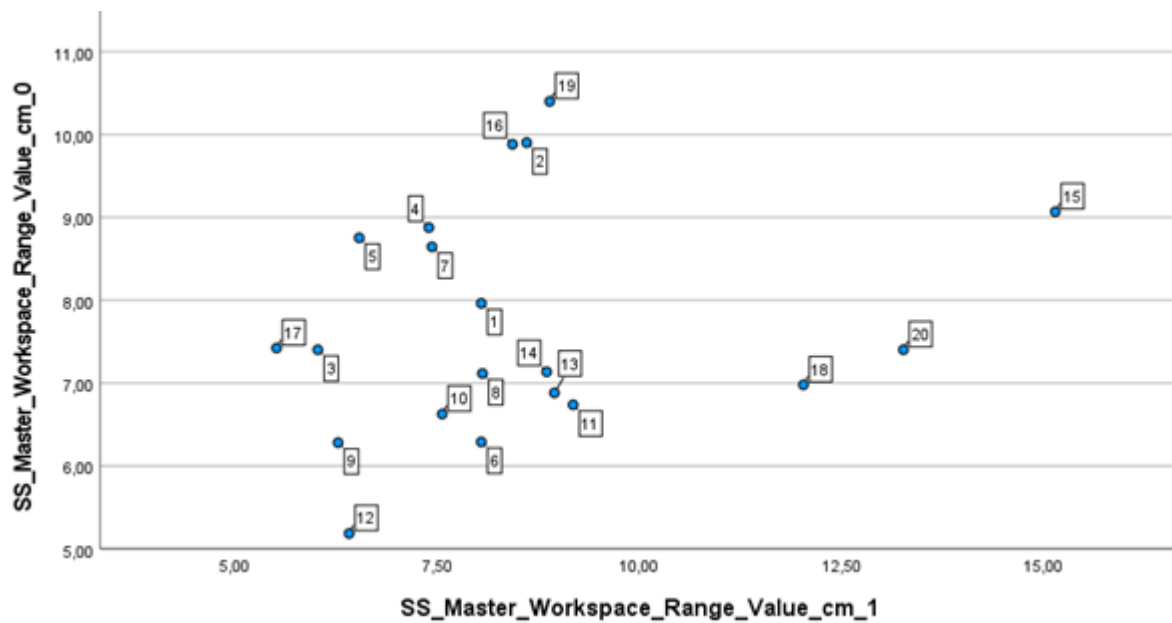


Abbildung A98 Streudiagramm „Master Workspace Range“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

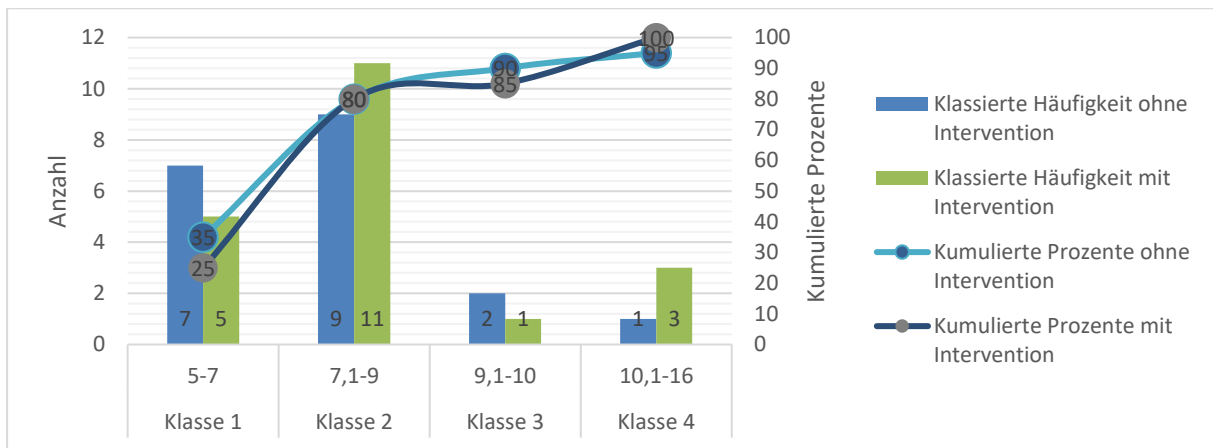


Abbildung A99 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Master Workspace Range“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	11,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genauere Sig. (zweiseitiger Test)	,824

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A100 Vorzeichentest der Metrik „Master Workspace Range“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Anzahl		SS_Differenz_Master_Workspace_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	2	0	0	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	5	2	4	11
	59-69	3	0	2	5
Gesamt		10	2	8	20

Abbildung A101 Ergebnisse „Master Workspace Range“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Master_Workspace_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	4	1	4	9
	6-10	6	1	4	11
Gesamt		10	2	8	20

Abbildung A102 Ergebnisse „Master Workspace Range“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Master_Workspace_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	3	1	2	6
	7-10	2	0	2	4
	11-15	4	1	4	9
	16	1	0	0	1
Gesamt		10	2	8	20

Abbildung A103 Ergebnisse „Mater Workspace Range“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

		D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	SS_Differenz_Master_Workspace_Klassen
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649
		N	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969
		N	20	20	20
	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.
		N	20	20	20
	SS_Differenz_Master_Workspace_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,031	-,097	-,027
		Sig. (2-seitig)	,896	,685	,911
		N	20	20	20

Abbildung A104 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Master Workspace Range“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.7 Missed Targets Suture Sponge

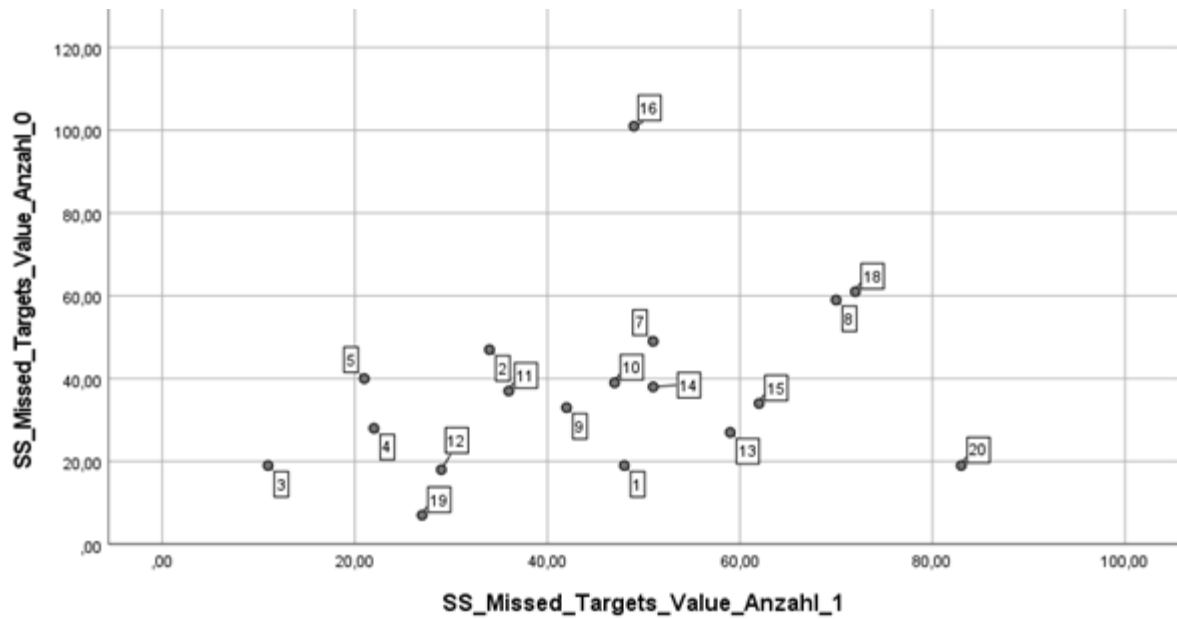


Abbildung A105 Streudiagramm „Missed Targets“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

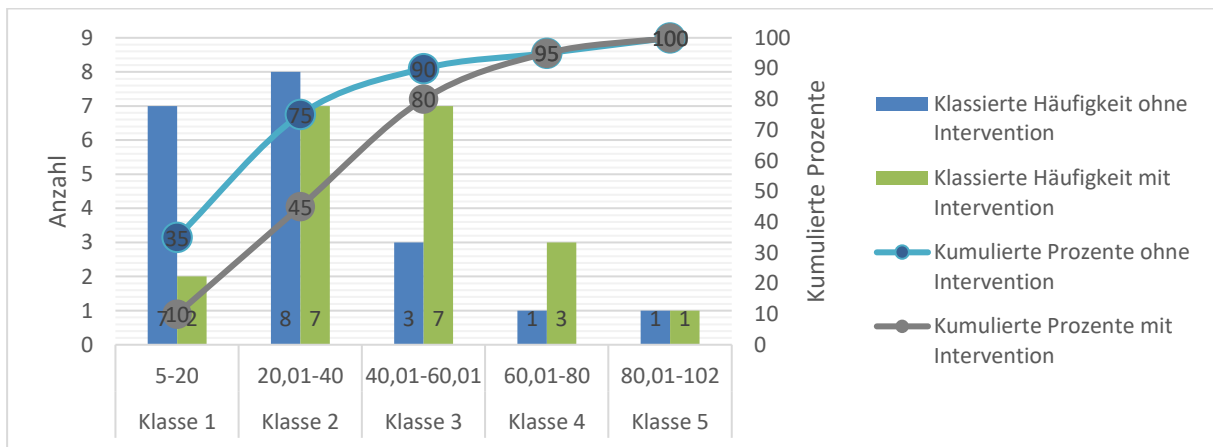


Abbildung A106 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Missed Targets“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Missed_Targets_Value_Anz	Negative Differenzen ^a	7
ahl_1 -	Positive Differenzen ^b	13
SS_Missed_Targets_Value_Anz	Bindungen ^c	0
ahl_0	Gesamt	20

a. $SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_1 <$

$SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_0$

b. $SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_1 >$

$SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_0$

c. $SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_1 =$

$SS_Missed_Targets_Value_Anzahl_0$

Abbildung A107 Häufigkeiten der Differenzen „Missed Targets“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	13,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	1,118
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,264
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,263

a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A108 Vorzeichentest der Metrik „Missed Targets“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Missed_targets_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	2	0	0	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	6	2	3	11
	59-69	4	1	0	5
Gesamt		12	3	5	20

Abbildung A109 Ergebnisse „Missed Targets“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Missed_targets_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	5	1	3	9
	6-10	7	2	2	11
Gesamt		12	3	5	20

Abbildung A110 Ergebnisse „Missed Targets“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

Anzahl

		SS_Differenz_Missed_targets_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	4	0	2	6
	7-10	1	2	1	4
	11-15	6	1	2	9
	16	1	0	0	1
Gesamt		12	3	5	20

Abbildung A111 Ergebnisse „Missed Targets“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

		Korrelationen				
		D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	SS_Differenz_Missed_targets_Klassen	
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,246
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,296
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,119
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,616
		N	20	20	20	20
	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,141
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,554
		N	20	20	20	20
	SS_Differenz_Missed_targets_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,246	-,119	-,141	1,000
		Sig. (2-seitig)	,296	,616	,554	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A112 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Missed Targets“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.2.8 Time to complete Exercise Suture Sponge

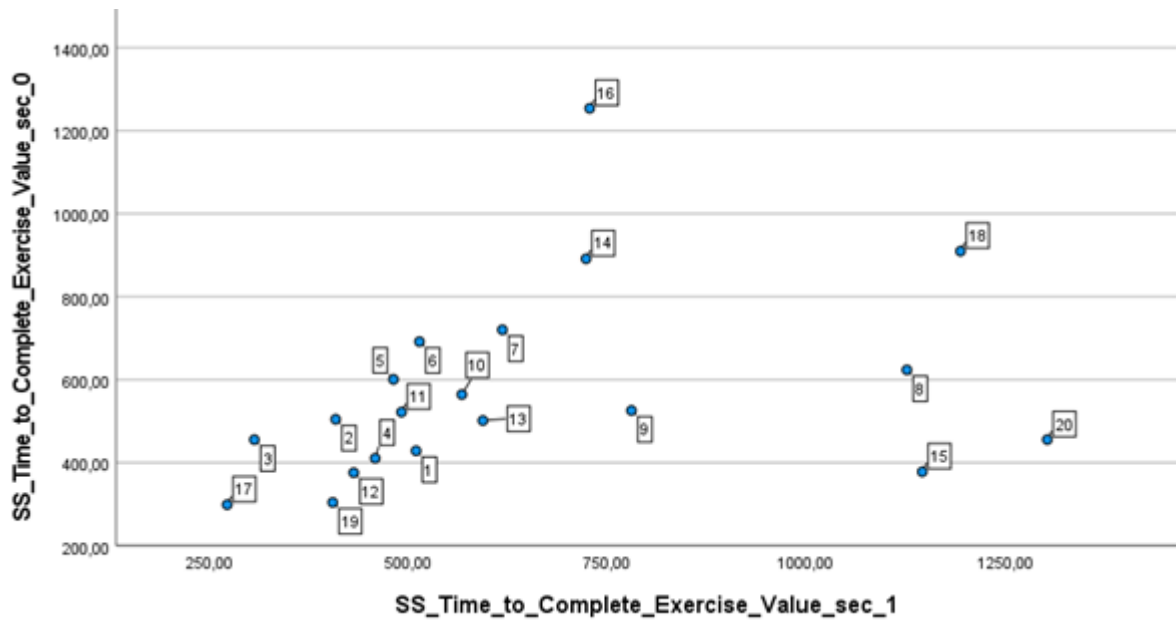


Abbildung A113 Streudiagramm „Missed Targets“ der Übung SS mit (=1) und ohne Intervention (=0) (Eigene Darstellung)

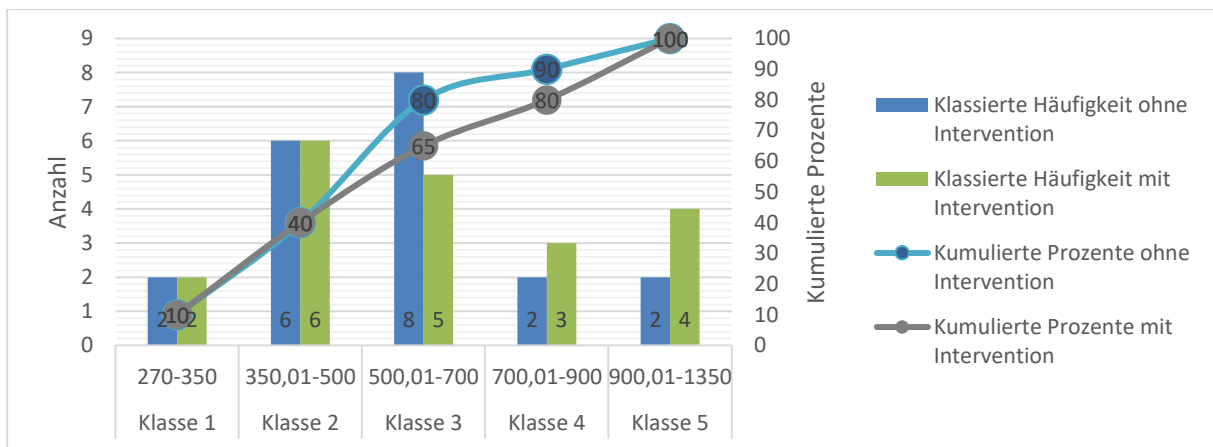


Abbildung A114 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Metrik „Time to complete Exercise“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		N
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 < SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0	Negative Differenzen ^a	9
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 > SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0	Positive Differenzen ^b	11
SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 = SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0	Bindungen ^c	0
	Gesamt	20

- a. SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 < SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0
- b. SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 > SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0
- c. SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_1 = SS_Time_to_Complete_Exercise_Value_sec_0

Abbildung A115 Häufigkeiten der Differenzen „Time to complete Exercise“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	11,000 ^a
Standardfehler	2,236
Standardisierte Teststatistik	,224
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,823
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,824

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A116 Vorzeichentest der Metrik „Time to Complete Exercise“ der Übung SS (Eigene Darstellung)

		Differenzen_SS_Time_to_Complete_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
D_MEQ_Klassen	14-30	1	0	1	2
	31-41	0	0	2	2
	42-58	6	1	4	11
	59-69	3	0	2	5
Gesamt		10	1	9	20

Abbildung A117 Ergebnisse „Time to complete Exercise“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

PSQI_Klassen * Differenzen_SS_Time_to_Complete_Klassen Kreuztabelle

Anzahl

		Differenzen_SS_Time_to_Complete_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
PSQI_Klassen	0-5	5	0	4	9
	6-10	5	1	5	11
Gesamt		10	1	9	20

Abbildung A118 Ergebnisse „Time to Complete Exercise“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		Differenzen_SS_Time_to_Complete_Klassen			Gesamt
		schlechter	gleich	besser	
ESS_Klassen	0-6	2	1	3	6
	7-10	0	0	4	4
	11-15	7	0	2	9
	16	1	0	0	1
Gesamt		10	1	9	20

Abbildung A119 Ergebnisse „Time to Complete Exercise“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

Korrelationen

		D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	ESS_Klassen	Differenzen_SS_Time_to_Complete_Klassen	
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	-,202
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,393
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	,059
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,805
		N	20	20	20	20
	ESS_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,450
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,046
		N	20	20	20	20
	Differenzen_SS_Time_to_Complete_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,202	,059	-,450	1,000
		Sig. (2-seitig)	,393	,805	,046	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A120 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Time to Complete Exercise“ - Übung SS in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.3 Ergebnisse Übung Vitruvian Operation

Metrik	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung	Variationskoeffizient
VO_Points_Value_0	20	9	48	30,7	9,96362	0,324547883
VO_Points_Value_1	20	6	48	31,85	11,04191	0,346684772

Abbildung A121 Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum und Variationskoeffizient der Übung „Vitruvian Operation“ (Eigene Darstellung)

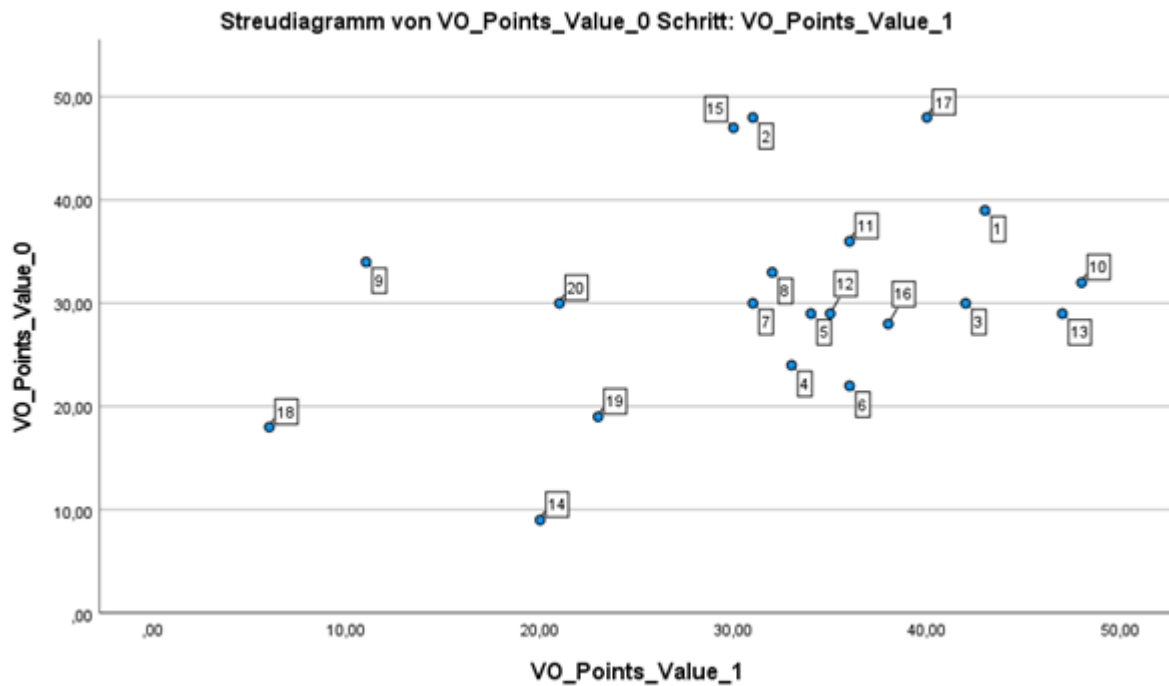


Abbildung A122 Streudiagramm „Vitruvian Operation“ (Eigene Darstellung)

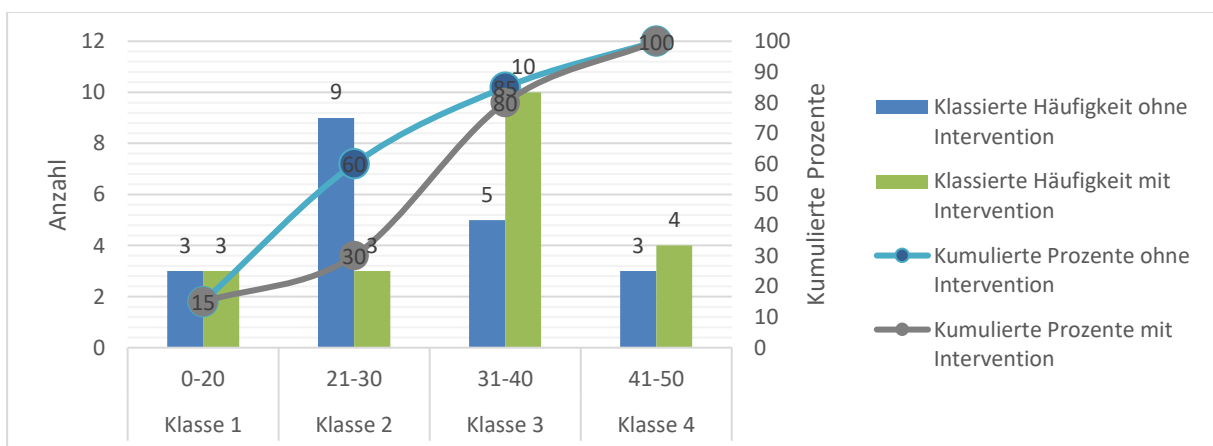


Abbildung A123 Klassierte Häufigkeiten und kumulierte Prozente der Übung „Vitruvian Operation“ (Eigene Darstellung)

		N
VO_Points_Value_1 -	Negative Differenzen ^a	7
VO_Points_Value_0	Positive Differenzen ^b	12
	Bindungen ^c	1
	Gesamt	20

- a. VO_Points_Value_1 < VO_Points_Value_0
- b. VO_Points_Value_1 > VO_Points_Value_0
- c. VO_Points_Value_1 = VO_Points_Value_0

Abbildung A124 Häufigkeiten der Differenzen „Vitruvian Operation“ (Eigene Darstellung)

Gesamtzahl	20
Teststatistik	12,000 ^a
Standardfehler	2,179
Standardisierte Teststatistik	,918
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,359
Genaue Sig. (zweiseitiger Test)	,359

- a. Der exakte p-Wert wird anhand der binomialen Verteilung berechnet, weil 25 oder weniger Fälle vorhanden sind.

Abbildung A125 Vorzeichentest der Metrik „Vitruvian Operation“ (Eigene Darstellung)

Differenz_VO_Klassen * D_MEQ_Klassen Kreuztabelle

Anzahl

		D_MEQ_Klassen				Gesamt
		14-30	31-41	42-58	59-69	
Differenz_VO_Klassen	besser	1	2	7	2	12
	gleich	0	0	1	0	1
	schlechter	1	0	3	3	7
Gesamt		2	2	11	5	20

Abbildung A126 Ergebnisse „Vitruvian Operation“ eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum Chronotyp (= D-MEQ: 14-30 definitiver Abendtyp, 31-41 moderater Abendtyp, 42-58 Normaltyp, 59-69 moderater Morgentyp) (Eigene Darstellung)

Differenz_VO_Klassen * Tagesschläfrigekeiten_Klassen Kreuztabelle

Anzahl

		Tagesschläfrigekeiten_Klassen				Gesamt
		0-6	7-10	11-15	16	
Differenz_VO_Klassen	besser	3	2	6	1	12
	gleich	0	1	0	0	1
	schlechter	3	1	3	0	7
Gesamt		6	4	9	1	20

Abbildung A127 Ergebnisse „Vitruvian Operation“ der Übung SS eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum ESS (= Tagesschläfrigkeit, 0-6: gesund, unbedenkliches Schnarchen, 7-10: grenzwertiger Befund, 11-15: V.a. leichte bis mittelgradige Atemstörung, >16: Schwere Schlafstörung mit gesundheitlichem Risiko) (Eigene Darstellung)

Differenz_VO_Klassen * PSQI_Klassen Kreuztabelle

Anzahl

		PSQI_Klassen		Gesamt
		0-5	6-10	
Differenz_VO_Klassen	besser	5	7	12
	gleich	0	1	1
	schlechter	4	3	7
Gesamt		9	11	20

Abbildung A128 Ergebnisse „Vitruvian Operation“ eingeteilt nach Kategorien in Korrelation zum PSQI (= Schlafqualitätsindex: 0-5 keine Schlafprobleme, 6-11 bedeutsame Schlafprobleme, >12 schwere Schlafprobleme) (Eigene Darstellung)

		D_MEQ_Klassen	PSQI_Klassen	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	VO_Differenz_Klassen	
Spearman-Rho	D_MEQ_Klassen	Korrelationskoeffizient	1,000	-,376	-,108	,318
		Sig. (2-seitig)	.	,103	,649	,172
		N	20	20	20	20
	PSQI_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,376	1,000	,009	-,243
		Sig. (2-seitig)	,103	.	,969	,302
		N	20	20	20	20
	Tagesschläfrigekeiten_Klassen	Korrelationskoeffizient	-,108	,009	1,000	-,201
		Sig. (2-seitig)	,649	,969	.	,397
		N	20	20	20	20
	VO_Differenz_Klassen	Korrelationskoeffizient	,318	-,243	-,201	1,000
		Sig. (2-seitig)	,172	,302	,397	.
		N	20	20	20	20

Abbildung A129 Spearman-Korrelationskoeffizient: „Vitruvian Operation“ in Korrelation zu D-MEQ, PSQI, ESS (Eigene Darstellung)

7.4 Fragebögen

7.4.1 D-MEQ



Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund, Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund

Fragebogen zum Chronotyp (D-MEQ) Datum:

Name/Vorname: Pb. Nr.:

Strasse:

Wohnort:

Fon:.....

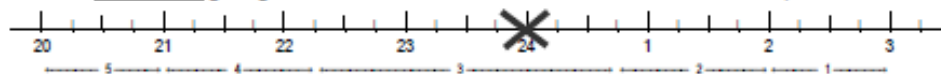
e-mail:.....

1. Bitte lesen Sie jede Frage sorgfältig durch, bevor Sie antworten.
2. Beantworten Sie bitte alle Fragen, auch dann wenn Sie sich bei einer Frage unsicher sind.
3. Beantworten Sie die Fragen in der vorgegebenen Reihenfolge.
4. Beantworten Sie die Fragen so schnell wie möglich. Es sind die ersten Reaktionen auf die Fragen, die uns mehr interessieren als eine lange überlegte Antwort.
5. Beantworten Sie jede Frage ehrlich. Es gibt keine richtige oder falsche Antwort.

Beantwortungsbeispiele

a) Um wieviel Uhr werden Sie abends müde und haben das Bedürfnis, schlafen zu gehen ?

Hier sind **Zeitpunkte** gefragt. Kreuzen Sie bitte die für Sie zutreffende Zeit an. z.B.,



b) Wenn Sie um 23 Uhr zu Bett gehen sollten, wie müde wären Sie dann ?

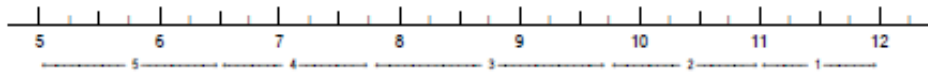
Kreuzen Sie bitte jeweils nur eine Antwortmöglichkeit an.

- | | |
|----------------------|---------------------------------------|
| Überhaupt nicht müde | <input type="checkbox"/> 0 |
| Etwas müde | <input type="checkbox"/> 2 |
| Ziemlich müde | <input checked="" type="checkbox"/> 3 |
| Sehr müde | <input type="checkbox"/> 5 |

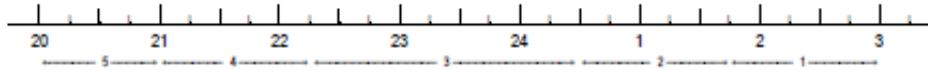
Griefahn B, Kühnemund C, Bröde P, Mehner P, 2001: Zur Validität der deutschen Übersetzung des Morningness-Eveningness-Questionnaires von Horne und Östberg. *Somnologie* 5: 71-80

bitte wenden ➔

1. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge und Sie Ihren Tag völlig frei einteilen könnten, wann würden Sie dann aufstehen ?



2. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge und Sie Ihren Abend völlig frei gestalten könnten, wann würden Sie dann zu Bett gehen ?



3. Wie sehr sind Sie von Ihrem Wecker abhängig, wenn Sie morgens zu einer bestimmten Zeit aufstehen müssen ?

- Überhaupt nicht abhängig 4
 Etwas abhängig 3
 Ziemlich abhängig 2
 Sehr abhängig 1

4. Wie leicht fällt es Ihnen üblicherweise morgens aufzustehen ?

- Überhaupt nicht leicht 1
 Nicht sehr leicht 2
 Ziemlich leicht 3
 Sehr leicht 4

5. Wie wach fühlen Sie sich morgens in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen ?

- Überhaupt nicht wach 1
 Ein bisschen wach 2
 Ziemlich wach 3
 Sehr wach 4

6. Wie ist Ihr Appetit in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen ?

- Sehr gering 1
 Ziemlich gering 2
 Ziemlich gut 3
 Sehr gut 4

7. Wie müde fühlen Sie sich morgens in der ersten halben Stunde nach dem Aufwachen ?

- Sehr müde 1
 Ziemlich müde 2
 Ziemlich frisch 3
 Sehr frisch 4



IfADo

Griefahn et al. 2001

8. Wenn Sie am folgenden Tag keinerlei Verpflichtungen haben, wann gehen Sie dann – verglichen mit Ihrer üblichen Schlafenszeit – zu Bett ?
- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| Selten oder nie später | <input type="checkbox"/> 4 |
| Weniger als eine Stunde später | <input type="checkbox"/> 3 |
| 1 – 2 Stunden später | <input type="checkbox"/> 2 |
| Mehr als 2 Stunden später | <input type="checkbox"/> 1 |
9. Sie haben beschlossen, sich körperlich zu betätigen. Ein Freund rät Ihnen, zweimal wöchentlich eine Stunde zu trainieren; für ihn sei die beste Zeit zwischen 7 und 8 Uhr. Ausgehend von Ihrem eigenen Wohlbefinden, wie schätzen Sie Ihre Leistungsfähigkeit zu dieser Zeit ein ?
- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Ich wäre gut in Form | <input type="checkbox"/> 4 |
| Ich wäre ziemlich in Form | <input type="checkbox"/> 3 |
| Es wäre ziemlich schwierig für mich | <input type="checkbox"/> 2 |
| Es wäre sehr schwierig für mich | <input type="checkbox"/> 1 |
10. Um wieviel Uhr werden Sie abends müde und haben das Bedürfnis, schlafen zu gehen ?
-
11. Sie möchten für einen zweistündigen Test, von dem Sie wissen, dass er mental sehr beansprucht, in Bestform sein. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge und wenn Sie Ihren Tag völlig frei einteilen könnten, welchen der vier Test-Zeiträume würden Sie wählen ?
- | | |
|-------------|----------------------------|
| 8 – 10 Uhr | <input type="checkbox"/> 6 |
| 11 – 13 Uhr | <input type="checkbox"/> 4 |
| 15 – 17 Uhr | <input type="checkbox"/> 2 |
| 19 – 21 Uhr | <input type="checkbox"/> 0 |
12. Wenn Sie um 23 Uhr zu Bett gehen sollten, wie müde wären Sie dann?
- | | |
|----------------------|----------------------------|
| Überhaupt nicht müde | <input type="checkbox"/> 0 |
| Etwas müde | <input type="checkbox"/> 2 |
| Ziemlich müde | <input type="checkbox"/> 3 |
| Sehr müde | <input type="checkbox"/> 5 |
13. Aus irgendeinem Grund sind Sie einige Stunden später als gewöhnlich zu Bett gegangen. Es besteht jedoch keine Notwendigkeit, am nächsten Morgen zu einer bestimmten Zeit aufzustehen. Welcher der folgenden Fälle wird bei Ihnen am ehesten eintreten ?
- | | |
|---|----------------------------|
| Ich werde zur üblichen Zeit wach und schlafe nicht wieder ein | <input type="checkbox"/> 4 |
| Ich werde zur üblichen Zeit wach und döse danach noch ein wenig | <input type="checkbox"/> 3 |
| Ich werde zur üblichen Zeit wach, schlafe dann aber wieder ein | <input type="checkbox"/> 2 |
| Ich wache erst später als üblich auf | <input type="checkbox"/> 1 |



IfADo

Griefahn et al. 2001

bitte wenden ➔

14. In einer Nacht müssen Sie für eine Nachtwache zwischen 4 und 6 Uhr wach sein. Am darauffolgenden Tag haben Sie keine weiteren Verpflichtungen. Welche der nachfolgenden Alternativen sagt Ihnen am ehesten zu ?

Ich werde erst nach der Nachtwache zu Bett zu gehen 1
 Ich werde vorher ein Nickerchen machen und nach der Nachtwache schlafen 2
 Ich werde vorher richtig schlafen und hinterher noch ein Nickerchen machen 3
 Ich werde nur vorher schlafen 4

15. Sie müssen zwei Stunden körperlich schwer arbeiten und können sich Ihren Tag völlig frei einteilen. Wenn es nur nach Ihrem eigenen Wohlbefinden ginge, welche der folgenden Zeiten würden Sie wählen ?

8 – 10 Uhr 4
 11 – 13 Uhr 3
 15 – 17 Uhr 2
 19 – 21 Uhr 1

16. Sie haben sich zu einem anstrengenden körperlichen Training entschlossen. Ein Freund rät Ihnen, zweimal wöchentlich eine Stunde zu trainieren; für ihn sei die beste Zeit zwischen 22 und 23 Uhr. Ausgehend von Ihrem eigenen Wohlbefinden, wie schätzen Sie Ihre Leistungsfähigkeit zu dieser Zeit ein ?

Ich wäre gut in Form 1
 Ich wäre ziemlich in Form 2
 Es wäre ziemlich schwierig für mich 3
 Es wäre sehr schwierig für mich 4

17. Angenommen, Sie können Ihre Arbeitszeit frei wählen und Ihre Arbeitszeit beträgt 5 Stunden pro Tag (einschließlich der Pausen), die Tätigkeit ist interessant und wird nach Erfolg bezahlt. Welche 5 aufeinanderfolgenden Stunden würden Sie wählen ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
----- 1 -----					----- 5 -----					----- 4 -----					----- 3 -----					----- 2 -----					----- 1 -----				

18. Zu welcher Tageszeit fühlen Sie sich Ihrer Meinung nach am besten ? (Bitte nur 1 Feld ankreuzen !)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
----- 1 -----					----- 5 -----					----- 4 -----					----- 3 -----					----- 2 -----					----- 1 -----				

19. Man spricht bei Menschen von 'Morgen-' und 'Abendtypen'. Zu welchem der folgenden Typen zählen Sie sich ?

Eindeutig 'Morgentyp' 6
 Eher 'Morgen-' als 'Abendtyp' 4
 Eher 'Abend-' als 'Morgentyp' 2
 Eindeutig 'Abendtyp' 0

Geschlecht: weiblich männlich

Alter: Jahre



IfADo

Griefahn et al. 2001

Vielen Dank

7.4.2 ESS

Code: _____

Fragebogen zur Tagesschläfrigkeit (Epworth Sleepiness Scale)

Datum:

Die folgende Frage bezieht sich auf Ihr normales Alltagsleben in der letzten Zeit:

Für wie wahrscheinlich halten Sie es, daß Sie in einer der folgenden Situationen einnicken oder einschlafen würden, - sich also nicht nur müde fühlen?

Auch wenn Sie in der letzten Zeit einige dieser Situationen nicht erlebt haben, versuchen Sie sich trotzdem vorzustellen, wie sich diese Situationen auf Sie ausgewirkt hätten.

Benutzen Sie bitte die folgende Skala, um für jede Situation eine möglichst genaue Einschätzung vorzunehmen und kreuzen Sie die entsprechende Zahl an:

- 0 = würde *niemals* einnicken
- 1 = *geringe* Wahrscheinlichkeit einzunicken
- 2 = *mittlere* Wahrscheinlichkeit einzunicken
- 3 = *hohe* Wahrscheinlichkeit einzunicken

Situation	Wahrscheinlichkeit einzunicken
Im Sitzen lesend	① ② ③
Beim Fernsehen	① ② ③
Wenn Sie passiv (als Zuhörer) in der Öffentlichkeit sitzen (z.B. im Theater oder bei einem Vortrag)	① ② ③
Als Beifahrer im Auto während einer einstündigen Fahrt ohne Pause	① ② ③
Wenn Sie sich am Nachmittag hingelegt haben, um auszuruhen	① ② ③
Wenn Sie sitzen und sich mit jemand unterhalten	① ② ③
Wenn Sie nach dem Mittagessen (ohne Alkohol) ruhig dasitzen	① ② ③
Wenn Sie als Fahrer eines Autos verkehrsbedingt einige Minuten halten müssen	① ② ③
<i>Bitte nicht ausfüllen</i>	
Summe	

7.4.3 PSQI

Schlafqualitäts-Fragebogen (PSQI)

1

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre üblichen Schlafgewohnheiten und zwar *nur während der letzten vier Wochen*. Ihre Antworten sollten möglichst genau sein und sich auf die Mehrzahl der Tage und Nächte während der letzten vier Wochen beziehen. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

1. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?

übliche Uhrzeit:

2. Wie lange hat es während der letzten vier Wochen gewöhnlich gedauert, bis Sie nachts eingeschlafen sind?

in Minuten:

3. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?

übliche Uhrzeit:

4. Wieviele Stunden haben Sie während der letzten vier Wochen pro Nacht tatsächlich geschlafen?
(Das muß nicht mit der Anzahl der Stunden, die Sie im Bett verbracht haben, übereinstimmen.)

Effektive Schlafzeit (Stunden) pro Nacht:

Kreuzen Sie bitte für jede der folgenden Fragen die für Sie zutreffende Antwort an. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

5. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen schlecht geschlafen, ...

- a) ... weil Sie nicht innerhalb von 30 Minuten einschlafen konnten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 Weniger als einmal pro Woche
 Einmal oder zweimal pro Woche
 Dreimal oder häufiger pro Woche

- b) ... weil Sie mitten in der Nacht oder früh morgens aufgewacht sind?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 Weniger als einmal pro Woche
 Einmal oder zweimal pro Woche
 Dreimal oder häufiger pro Woche

- c) ... weil Sie aufstehen mußten, um zur Toilette zu gehen?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 Weniger als einmal pro Woche
 Einmal oder zweimal pro Woche
 Dreimal oder häufiger pro Woche

d) ... weil Sie Beschwerden beim Atmen hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

e) ... weil Sie husten mußten oder laut geschnarcht haben?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

f) ... weil Ihnen zu kalt war?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

g) ... weil Ihnen zu warm war?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

h) ... weil Sie schlecht geträumt hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

i) ... weil Sie Schmerzen hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

j) ... aus anderen Gründen?

Bitte beschreiben:

Und wie oft während des letzten Monats konnten Sie aus diesem Grund schlecht schlafen?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

6. Wie würden Sie insgesamt die Qualität Ihres Schlafes während der letzten vier Wochen beurteilen?

- Sehr gut
- Ziemlich gut
- Ziemlich schlecht
- Sehr schlecht

7. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen Schlafmittel eingenommen (vom Arzt verschriebene oder frei verkäufliche)?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

8. Wie oft hatten Sie während der letzten vier Wochen Schwierigkeiten wachzubleiben, etwa beim Autofahren, beim Essen oder bei gesellschaftlichen Anlässen?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

9. Hatten Sie während der letzten vier Wochen Probleme, mit genügend Schwung die üblichen Alltagsaufgaben zu erledigen?

- Keine Probleme
- Kaum Probleme
- Etwas Probleme
- Große Probleme

10. Schlafen Sie allein in Ihrem Zimmer?

- Ja
- Ja, aber ein Partner/Mitbewohner schläft in einem anderen Zimmer
- Nein, der Partner schläft im selben Zimmer, aber nicht im selben Bett
- Nein, der Partner schläft im selben Bett

Falls Sie einen Mitbewohner / Partner haben, fragen Sie sie/ihn bitte, ob und wie oft er/sie bei Ihnen folgendes bemerkt hat.

a) Lautes Schnarchen

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

b) Lange Atempausen während des Schlafes

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

c) Zucken oder ruckartige Bewegungen der Beine während des Schlafes

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

d) Nächtliche Phasen von Verwirrung oder Desorientierung während des Schlafes

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 Weniger als einmal pro Woche
 Einmal oder zweimal pro Woche
 Dreimal oder häufiger pro Woche

e) Oder andere Formen von Unruhe während des Schlafes

Bitte beschreiben:

Machen Sie bitte noch folgende Angaben zu Ihrer Person:

Alter: _____ Jahre

Körpergröße:

Gewicht:.....

Geschlecht: weiblich
 männlich

Beruf:
 Schüler/Student(in)
 Arbeiter(in)

Rentner(in)
 selbständig
 Angestellte(r)
 arbeitslos/ Hausfrau(mann)

7.4.4 Schlafprotokoll

Schlafprotokoll von Herrn/Frau:

geb.

Woche vom

bis

Abendprotokoll (vor dem Licht löschen)	Beispiel	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
1. Wie ist Ihre Stimmung jetzt? (1=sehr gut...6=sehr schlecht)	3							
2. Wie leicht/schwer fiel es Ihnen heute, Leistungen (Beruf, Freizeit, Haushalt) zu erbringen?	3							
3. Haben Sie heute tagsüber geschlafen? Falls ja, geben Sie an, wann und wie lange insgesamt:	14:00 30 Min							
4. Haben Sie in den letzten 4 Stunden Alkohol zu sich genommen? Falls ja, was und wie viel?	3 Glas Wein							
5. Wie frisch/müde fühlen Sie sich jetzt? (1=sehr gut...6=sehr schlecht)	3							
6. Wann sind Sie zu Bett gegangen?	22:30							
Morgenprotokoll (nach dem Aufstehen)	Beispiel	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
7. Wie frisch/müde fühlen Sie sich jetzt? (1=sehr gut...6=sehr schlecht)	3							
8. Wie ist Ihre Stimmung jetzt?	3							
9. Wann haben Sie gestern das Licht ausgemacht?	23:00							
10. Wie lange hat es nach dem Licht löschen gedauert, bis Sie einschliefen (Min.)	40							
11. Waren Sie nachts wach? Wie oft? Wie lange insgesamt?(Min.)	2x 30							
12. Wann sind Sie endgültig aufgewacht?	6:30							
13. Wie lange haben Sie insgesamt geschlafen? (Angabe in Stunden:Minuten)	6:40							
14. Wann sind Sie endgültig aufgestanden?	7:00							
15. Haben Sie seit gestern Abend Medikamente zum Schlafen genommen? (Präparat, Dosis, Uhrzeit)	½ Zolpidem 22:30							

8 Studienfinanzierung

Der Verein Sterntaler e.V. ist ein eingetragener gemeinnütziger Verein, der sich für eine Verbesserung der Rahmenbedingungen von Unfallverletzten und operativ zu versorgenden Kriterien einsetzt. Dieser Verein vergibt jährlich bis zu zwei Förderstipendien für Forschungsprojekte der Unimedizin Mainz. Durch die finanzielle Unterstützung mit insgesamt 2.500 Euro konnten somit insgesamt vier Studien am Mimic dv Trainer®, unter anderem die Interventionsstudie mit Schlafentzug durchgeführt werden.

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank den nachstehenden Personen entgegenbringen, die mich unterstützt haben und durch deren Mithilfe die Anfertigung dieser Promotionsarbeit erst möglich wurde.

Mein Dank gilt zunächst meinem Doktorvater, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen.

Weiter möchte ich bei meinem Betreuer für die hervorragende Betreuung und seine ständige Diskussions- und Hilfsbereitschaft bedanken, die ich stets als Motivation empfand. Auch für die mühevollen Arbeit des Korrekturlesens möchte ich mich herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt auch meinen Kommilitoninnen, welche zu engen Freundinnen geworden sind. Ihre wertvollen Anregungen und stete Hilfsbereitschaft haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Bei meiner Familie und meinem Ehemann möchte ich mich ganz besonders herzlich bedanken für die uneingeschränkte, liebevolle und vielseitige Unterstützung während meines Studiums, ohne die diese Arbeit so nicht möglich gewesen wäre.

Mein besonderer Dank gilt meiner langjährigen und besten Freundin, für ihre unglaublich hilfreiche Unterstützung und ihre fortlaufenden Ermunterungen, diese Doktorarbeit fertigzustellen.

10 Tabellarischer Lebenslauf

Persönliches

Samaneh Hasari

Akademische Laufbahn

10 2013 – 05 2020	Studium der Humanmedizin, Johannes-Guttenberg-Universität, Mainz
06 2020	Approbation als Ärztin
04 2016	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
04 2019	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
05 2020	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
10 2016 – laufend	Dissertationsschrift „Der Einfluss von Schlafentzug auf die operative Performance am Mimic dv-Trainer®“
10 2007 – 10 2010	Ausbildung zur staatlich anerkannten Physiotherapeutin, IB Medizinische Akademie, Bad Kreuznach
08 2000 – 03 2007	Allgemeine Hochschulreife, Privates Maria-Ward Gymnasium, Mainz
08 1998 – 07 2000	B.M.V. –Schule Essen, staatlich anerkanntes Gymnasium, Essen

Berufliche Laufbahn

Seit 08 2020	Assistenzärztin in GPR Rüsselsheim, Innere Medizin, II. Medizinische Klinik
05 2019 – 05 2020	Praktisches Jahr, Diakonie Krankenhaus, Bad Kreuznach; Wahlterial: Pädiatrie
09 2018 – 10 2018	Famulatur, Allgemeinmedizin, Dr. Med. Seubert, Arzt für Allgemeinmedizin, Kelberg
09 2017 – 10 2017	Famulatur, Innere Medizin, Zentrum für Kardiologie, JGU Mainz
07 2017 – 08 2017	Famulatur, Neurologie, Aretaeio Hospital, Nikosia, Zypern
09 2016 – 10 2016	Famulatur, Chirurgische Klinik – Klinik für Viscal-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Proktologie, Klinikum Stade
01 2011 – 09 2013	Physiotherapeutin, Krankengymnastikpraxis Frankenhöhe, Mainz