

Aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Universitätsklinikum Ulm

Direktor: Prof. Dr. med. A. Liebold

DISSERTATION

**„Untersuchungen zur Sensibilität der vorderen Brustwand bei
minimalinvasiven Mitralklappenoperationen“**

zur Erlangung des
Doktorgrades der Medizin

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Universität Ulm

von

Yasemin Uyanik

aus Geislingen an der Steige

2018

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Andreas Liebold

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Markus Otto

Tag der Promotion: 13.02.2020

Meiner Familie

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis	I
II.	Abkürzungsverzeichnis	III
1	Einleitung	1
1.1	Ätiologie der Mitralklappeninsuffizienz	2
1.2	Epidemiologie der Mitralklappeninsuffizienz und deren Behandlung	3
1.3	Technik der minimalinvasiven Mitralklappenoperation am Universitätsklinikum Ulm	5
1.4	Sensibilität der ventrolateralen Thoraxwand.....	9
1.5	Somatosensibel (-sensorisch) evozierte Potentiale	9
1.6	Zielsetzung der Arbeit	11
2	Patienten und Methoden	12
2.1	Studiendesign	12
2.2	Patienten	13
2.3	Ethik.....	13
2.4	Untersuchung.....	13
2.5	Statistik	19
3	Ergebnisse	21
3.1	Demographische Daten	21
3.2	Betrachtung des Patientenkollektivs bei unterschiedlichen Operationsvarianten.....	22
3.3	Patientenfragebogen.....	24
3.4	Neurologische Untersuchungen.....	35

4	Diskussion.....	41
4.1	Diskussion der Ergebnisse	41
4.2	Methodenkritik	50
4.3	Schlussfolgerung.....	56
5	Zusammenfassung.....	57
6	Literaturverzeichnis	59
	Anhang.....	74
	Anhang 1 Patientenerfassung	74
	Anhang 2 Patientenfragebogen.....	75
	Anhang 3 Brief an die Patienten.....	76
	Anhang 4 Anamnesebogen.....	77
	Anhang 5 Weiterführende Untersuchung	81
	Anhang 6 Messung – Arbeitsschritte	82
	Anhang 7 Abbildungsverzeichnis.....	84
	Anhang 8 Tabellenverzeichnis	89
	Danksagung	90
	Lebenslauf.....	91

II. Abkürzungsverzeichnis

Ampl.	Amplitude
Lat.	Latenz
m.	Musculus
MKE	Mitralklappenersatz
MKR	Mitralklappenrekonstruktion
Mm.	Musculi
n	Anzahl
N.	Nervus
Nn.	Nervi
OP	Operation
p	Signifikanzwert
SD	Standardabweichung
SSEP	Somatosensibel (-sensorisch) evozierte Potentiale
TEE	Transösophageale Echokardiographie
Th	Thorax
vs.	versus

1 Einleitung

„Das Herz ist der Schlüssel der Welt und des Lebens“ (Novalis 2017). Der deutsche Lyriker betont mit diesem Zitat die zentrale Stellung des Herzens im Forschungsfeld menschlicher Interessen und verdeutlicht dessen Funktionsfähigkeit als Fundament individueller Existenz. Bereits in der Frühgeschichte vertrat man diese Ansicht; so auch Aristoteles (384-322 v. Chr.), der das Herz als Ursprung der Seele und jeder Bewegung bezeichnete. Zahlreiche bedeutende historische Persönlichkeiten, darunter Galenos von Pergamon (129-215 n. Chr.), verwiesen zunehmend auf die Relevanz des Herzens (Vahl u. Gruber-Gerardy 2017). Obgleich dieses Organ zeitgenössisch früh eine wesentliche Rolle einnimmt, ist der Beginn der Herzchirurgie auf einen späteren Zeitpunkt, nämlich den 09.09.1896 zu datieren. Ludwig Rehn, dem Chef der Chirurgie des Städtischen Krankenhauses in Frankfurt, gelang es erstmals, eine Herzstichverletzung mittels direkter Naht zu verschließen. 1903 stellte L. Brauer die Kardiolyse vor; 1918 präsentierte V. Schmieden in Frankfurt die radikalere Perikardresektion (DGTHG 2017).

Die Weichen für die Herzklappenchirurgie wurden im Jahre 1960 gestellt. D. Harken führte den ersten Aortenklappenersatz und A. Starr den ersten Mitralklappenersatz durch, jeweils unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine. Die Eingriffe erfolgten mittels Ersatz der alten Klappe durch eine mechanische Starr-Edwards-Klappe. Heute nehmen die unter dem Produktnamen „Carpentier-Edwards“ vertriebenen biologischen Herzklappen einen hohen Stellenwert ein, da sie mit sehr guten Langzeitergebnissen bezüglich Leistung und Haltbarkeit imponieren (DGTHG 2017). Die bisweilen längste Überlebenszeit nach Ersatz der Mitralklappe durch eine mechanische Starr-Edwards-Klappe beträgt 48 Jahre (Ayub et al. 2014). Da die Haltbarkeit der besser verträglichen biologischen Klappenprothesen limitiert ist, werden heute in der

Mitralklappenchirurgie rekonstruktive (klappenerhaltende) Verfahren bevorzugt.

1.1 Ätiologie der Mitralklappeninsuffizienz

Die chronische Mitralklappeninsuffizienz, welche die häufigste Form der Erkrankung der Mitralklappe darstellt, wird in eine primäre (strukturelle) und eine sekundäre (funktionelle) Form untergliedert. Die Erstgenannte ist aufgrund von Erkrankungen an der Mitralklappe und an dem Mitralklappenhalteapparat bedingt und lässt sich auf Basis der Charpentier Klassifikation einteilen. Häufigste Form der primären Mitralklappeninsuffizienz ist der Prolaps eines oder beider Segel aufgrund von degenerativen Veränderungen am Klappenhalteapparat (z.B. Sehnenfadenabriss).

Die sekundäre Mitralklappeninsuffizienz erscheint als Folge von pathologischen Veränderungen des linken Ventrikels, etwa im Rahmen einer ischämischen oder dilatativen Kardiomyopathie. Im Vergleich zur primären Form unterliegen bei der sekundären die Bestandteile des Mitralklappenhalteapparats nicht einer pathologischen Veränderung; hier ist vielmehr von zwei anderen Mechanismen auszugehen. Zum einen werden die Klappensegel durch Dilatation des Mitralklappenringes auseinandergezogen; zum anderen kann die Motilität der Segel durch Zug der Sehnenfäden und der Papillarmuskeln stark eingeschränkt werden, sogenanntes „tethering“ (Lee et al. 2009). Eine hämodynamische Verschlechterung ist bei 30 % der Patienten mit primärer Mitralklappeninsuffizienz und bei nahezu allen mit einer sekundären Insuffizienz beobachtbar (Nickenig et al. 2013).

In den westlichen Industrienationen stellen degenerative Veränderungen, insbesondere myxomatöse, mit 60 – 70 % die häufigste Ursache für eine operationsbedürftige Mitralklappeninsuffizienz dar (Enriquez-Sarano et al. 2009). Weitere 20 % sind bedingt durch ischämische Insuffizienzen. Endokarditiden und rheumatisch bedingte Veränderungen repräsentieren lediglich einen geringen Prozentsatz (Enriquez-Sarano et al. 2009).

Die Prognose einer Mitralklappeninsuffizienz ist davon abhängig, ob zum Zeitpunkt der Therapieeinleitung bereits eine Abnahme der linksventrikulären Pumpfunktion eingetreten ist. Insofern unterscheiden sich primäre und sekundäre Mitralinsuffizienz erheblich. Patienten mit primärer Mitralklappeninsuffizienz, die rechtzeitig einer operativen Therapie zugeführt werden, haben eine normale Lebenserwartung bei guter physischer Belastbarkeit (Baumgartner et al. 2017). Weitere Faktoren, wie das Lebensalter, Vorhofflimmern, pulmonale Hypertonie, beeinflussen die Ergebnisse der Mitralklappenchirurgie. Der prognostische Wert von Interventionen an der Mitralklappe (Chirurgie oder Kathetertechniken) bei sekundärer Mitralinsuffizienz wird momentan wissenschaftlich untersucht (Baumgartner et al. 2017).

1.2 Epidemiologie der Mitralklappeninsuffizienz und deren Behandlung

Die Mitralklappeninsuffizienz stellt den zweithäufigsten Herzfehler im Erwachsenenalter dar (Klein et al. 1990). Derzeit ist mit rund einer Million Betroffenen in Deutschland zu rechnen, die somit 1-2 % der Gesamtbevölkerung vertreten. Tendenzen sagen eine Zunahme voraus (Nickenig et al. 2013).

Die Mitralsuffizienz ist nach der Aortenstenose die zweithäufigste Indikation für einen klappenchirurgischen Eingriff in Europa (Iung 2003). Gemäß aktueller Behandlungsleitlinien ist die chirurgische Therapie indiziert bei symptomatischen Patienten mit hochgradiger Insuffizienz und bei asymptomatischen Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion (Baumgartner et al. 2017). Wenn immer möglich, sollte dabei der Rekonstruktion der Vorzug gegeben werden.

Neben der medianen Sternotomie als konventioneller Zugangsweg für praktisch alle Herzoperationen kommen in der Mitralklappenchirurgie zunehmend minimalinvasive Verfahren zum Einsatz. Die Mortalität bei den Letztgenannten betrug im Jahre 2017 etwa 1,3 %, im Vergleich dazu steht die Mortalität bei der offen chirurgischen Variante bei 4,3 % (Doenst et al. 2017). Bereits im Jahre 2013 konnte gezeigt werden, dass die minimalinvasive Methode mit einem Prozentsatz von 45,2 % einen hohen Anteil an allen isolierten Operationen an der Mitralklappe in Deutschland einnimmt (Funkat et al. 2014). Innerhalb der herzchirurgischen Zentren bestehen jedoch noch erhebliche Unterschiede in der Operationstechnik (z.B. Schnittlänge, Einsatz der Videoskopie). Einige monozentrische Studien konnten zeigen, dass es möglich ist, in 70-80 % der Fälle die minimalinvasive Technik anzuwenden (Nishi et al. 2015). Postoperative Untersuchungen nach minimalinvasiven Eingriffen zeigten überwiegend positive Ergebnisse. In 91,3 % der Fälle konnte nach der Operation eine nur noch geringgradig vorhandene Mitralklappeninsuffizienz festgestellt werden. Bei lediglich 2,1 % der Patienten war eine Re-Operation erforderlich (Akowuah et al. 2015).

1.3 Technik der minimalinvasiven Mitralklappenoperation am Universitätsklinikum Ulm

Die Einleitung der Narkose erfolgt unter Beachtung anästhesiologischer fachärztlicher Standards und potenziellen Kontraindikationen. Nachfolgende Medikamente und Dosierungsangaben sind als Anhaltswerte zu betrachten: Intravenös werden Etomidate (20 mg), Fentanyl (0,5–1,0 mg bis zum Einsatz der Herz-Lungen-Maschine) und Pancuronium (1+7 mg) verabreicht. Die Narkose wird mittels Sevofluran aufrechterhalten. Die Anlage des zentralen Venenkatheters wird meist über Punktion der Vena jugularis interna rechts durchgeführt. Der Blasenkatheter ist entsprechend den Richtlinien anzubringen. Die perioperative Antibiotikaprophylaxe erfolgt standardisiert mittels Cefazolin intravenös (2 g in 100 ml NaCl) jeweils nach Anlage der zentralvenösen Zugänge und nach Beendigung der extrakorporalen Zirkulation. Bei einer Penicillinallergie ist alternativ die Applikation von Clindamycin (je 600 mg) indiziert.

Nach der Narkoseeinleitung, Lagerung des Patienten und steriler Abdeckung erfolgt die Kanülierung von Arteria und Vena femoralis rechts in Seldinger-Technik zum Anschluss der Herz-Lungen-Maschine. Über einen Seitenarm der arteriellen Kanüle wird ein Intraclade-Ballonkatheter vorgeschoben und unter echokardiographischer Kontrolle in der Aortenwurzel platziert. Die extrakorporale Zirkulation wird in Betrieb genommen. Der periareoläre Zugang rechts (Schnittführung halbe Mamillen-Zirkumferenz) wird geschaffen und hierüber der vierte Interkostalraum eröffnet. Zum Offenhalten des limitierten operativen Zugangs wird ein atraumatischer Weichteilretraktor eingelegt (Abbildung 1 und Abbildung 2). Die Lunge kollabiert. Ebenfalls über den vierten Interkostalraum wird per separater Stichinzision in der vorderen Axillarlinie die Videoskopie eingeführt. Nach Eröffnen des Perikards unter Schonung des Zwerchfellnerven wird elektrisch Kammerflimmern induziert. Die Aorta wird durch Inflation des Ballonkatheters okkludiert, wobei die korrekte Ballonposition mittels transösophagealer Echokardiographie (TEE) kontrolliert wird. Zur Erzeugung eines kardioplegischen Herzstillstandes

erfolgt über den Ballonkatheter eine druckgesteuerte Koronarperfusion mit einer kristalloiden Kardioplegielösung (Custodiol, Bretschneider-Kardioplegie). Nach Eintritt des Herzstillstandes wird das linke Atrium eröffnet und die Mitralklappe exponiert. Hierzu wird über eine parasternale Stichinzision im 3. ICR rechts ein Vorhofdach-Retraktor eingeführt. Die Visualisierung der Mitralklappe erfolgt über 3D-Videoskopie (Abbildung 3). Sowohl Operateur als auch Assistent, aber auch das weitere OP-Personal (Anästhesist, Instrumentenschwester, Kardiotechniker) verfolgen mit 3D-Brillen über mehrere Monitore die Operation. Primäres Ziel ist eine Rekonstruktion der Klappe. Sofern eine Rekonstruktion nicht ausreichend zum gewünschten Erfolg einer kompetenten Klappe führt, besteht Indikation zum Klappenersatz.



Abbildung 1 – Minimalinvasive Mitralklappenoperation über einen Zugang an der rechten Mamille. Operationsteam unter Prof. Dr. med. A. Liebold aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).

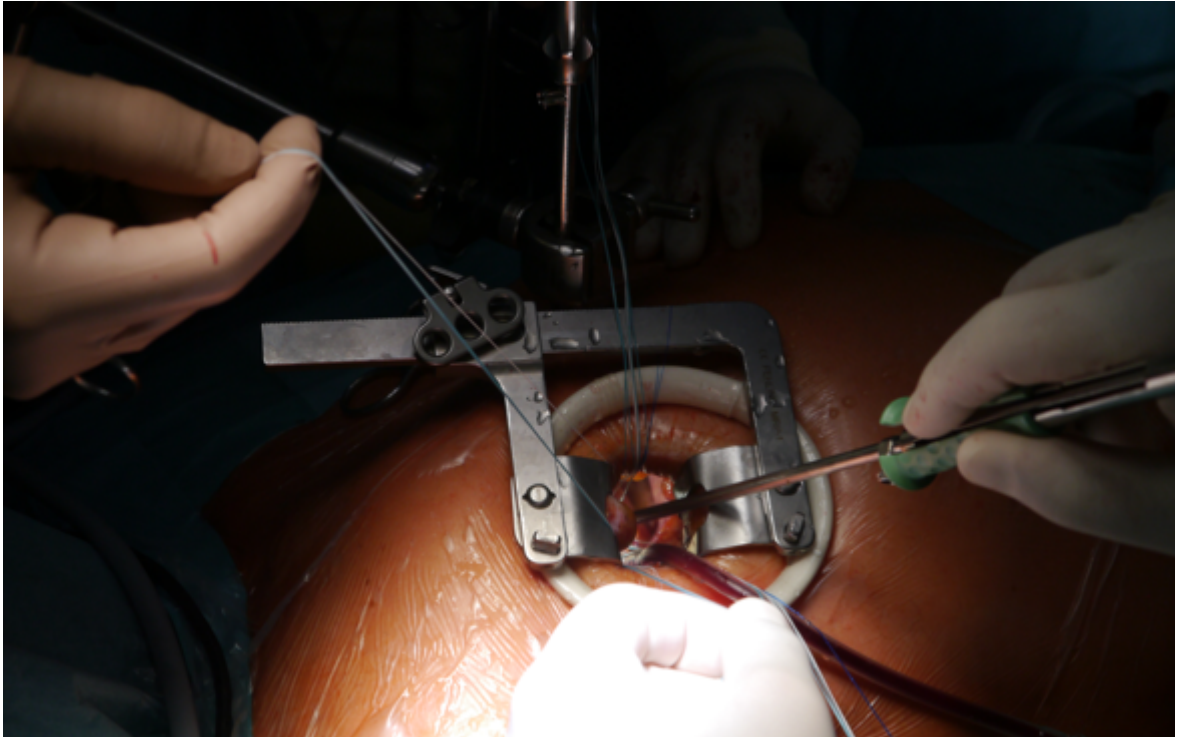


Abbildung 2 – Sicht auf das Operationsfeld an der rechten Mamille während einer minimalinvasiven Mitralklappenoperation, Operateur Prof. Dr. med. A. Liebold aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).



Abbildung 3 – Visualisierung der Mitralklappe über 3D-Videoskopie, Operationsteam unter Prof. Dr. med. A. Liebold aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).

Nach erfolgreicher Rekonstruktion beziehungsweise Ersatz der Mitralklappe wird die Atriotomie mittels fortlaufender Naht verschlossen, das linke Herz entlüftet und ein epikardialer Schrittmacher aufgenäht. Die Reperfusion des Herzens wird durch Deflation des Aortenballons eingeleitet. Während der Wiederdurchblutung des Herzens und der Wiedererlangung einer normalen Kontraktilität erfolgen bereits der Perikardverschluss, das Einlegen einer Thoraxdrainage über den Kameraport und der schichtweise Verschluss der Minithorakotomie. Zur postoperativen Schmerzkontrolle wird ein Katheter wirbelsäulennah in den eröffneten Interkostalraum eingelegt, über den während der nächsten Stunden ein Lokalanästhetikum appliziert wird. Nach Beendigung der extrakorporalen Zirkulation erfolgt die Beurteilung des Operationsergebnisses mittels TEE. Das kosmetische Resultat des erfolgten Eingriffes ist der obigen Abbildung (Abbildung 4) zu entnehmen.

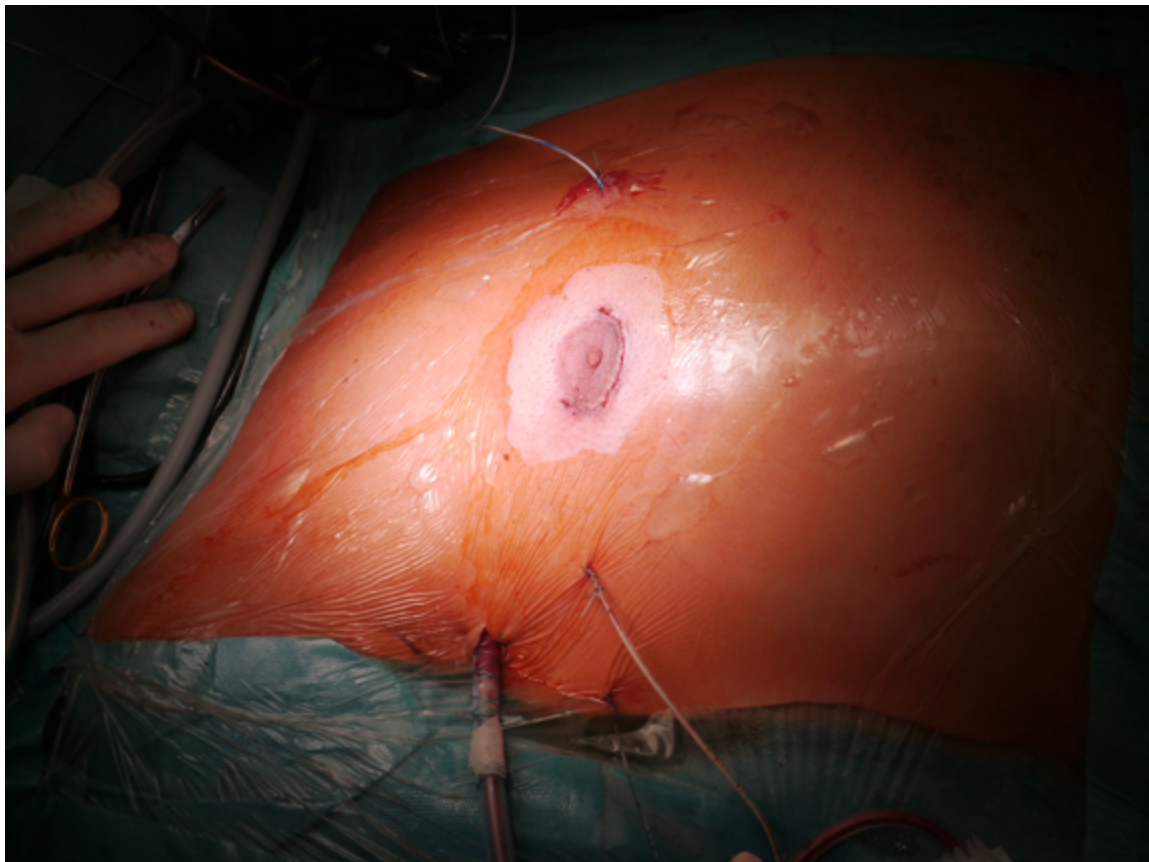


Abbildung 4 – Mamille nach erfolgter Operation, Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).

1.4 Sensibilität der ventrolateralen Thoraxwand

Die aus den Fila radicularia hervorgehenden Spinalnerven entsenden zwölf Rami ventrales zur Innervation des ventralen Thorax, von denen elf als Nn. intercostales jeweils zwischen zwei Rippen, eher innerhalb der Mm. intercostales interni, verlaufen (Miyawaki 2006). Eine Unterscheidung in eine obere (Th 1 bis Th 6) und eine untere (Th 7 bis Th 12) Formation der Interkostalnerven ist vorzunehmen, wobei Erstgenannte bis zum Sternum verläuft und am Vorderrand des M. serratus anterior die Rami cutanei laterales und Rami cutanei anteriores zur sensiblen Versorgung des Thorax abgibt. Sowohl die vorderen als auch die seitlichen Rami cutanei teilen sich etwa in Höhe der mittleren Axillarlinie jeweils in ventrale und laterale Äste auf (Moore 1982). Ansonsten beteiligen sich die Nn. supraklavikulares mediales des Plexus zervikalis an der Innervation der supramamillären Region (Ulfig 2008).

Die Rami ventrales Nn. intercostalium strahlen als Rami mammarii laterales et mediales sensible Fasern zur Gegend der Brustdrüse aus. Die segmentale Innervation im Feld des periareolären Zuganges entspricht der Höhe von Th 3 und Th 4.

Die Nn. intercostales der bereits erwähnten unteren Formation (Th 7 bis Th 12) ziehen nicht mehr zum Sternum. Sie verlaufen vielmehr bis zur Linea alba und versorgen die Muskulatur des Abdomens (Ulfig 2008).

1.5 Somatosensibel (-sensorisch) evozierte Potentiale

Das mediale lemniskale System ist die, für die allgemeine somatische Afferenz verantwortliche Untereinheit der Nervenbahnen und steuert die epikritische und die propriozeptive Sensibilität. Die Perikaryen der Neurone ziehen vom Spinalganglion als Tractus spinobulbaris, welcher vom Fasciculus cuneatus und Fasciculus gracilis gebildet wird, zu den

namensgleichen Nuclei in der Medulla oblongata, kaudal der Fossa rhomboidea. An dieser Stelle erfolgt die Umschaltung auf die Zweitneurone, die als Lemniscus medialis zu den lateralen Thalamuskernen, eher zum Nucleus ventralis posterolateralis, ziehen. Nach Umschaltung auf die Drittneurone, verläuft der Tractus thalamocorticalis über die Capsula interna zum Gyrus postcentralis und projiziert entsprechend somatotopischer Anordnung.

Unter Anwendung somatosensibel evozierter Potentiale wird die elektrische Reizantwort auf periphere Stimulation des N. medianus gemessen, um potentielle Schädigungen des lemniskalen Systems zu demaskieren. Die Reizung des N. medianus ist der Stimulation anderer Nerven vorzuziehen, da deren Latenzen im Vergleich zum N. medianus in der Regel um ein bis zwei Millisekunden länger und die Amplituden geringfügig niedriger sind (Sonoo 2010).

Zu den SEP – beeinflussenden Faktoren gehören die Körperlänge und das Alter; wobei in beiden Fällen mit zunehmendem Betrag die Latenz der SEP ansteigt. Säuglinge oder Kinder weisen eine langsamere Leitgeschwindigkeit auf; Erwachsenenwerte sind ab dem 14. Lebensjahr anzunehmen. Frauen zeigen kürzere Latenzzeiten.

Auf Basis der Pathophysiologie lassen sich zwei Läsionstypen differenzieren. Beim Entmarkungstyp liegen eine deutliche Zunahme der Latenz, ein Potentialverlust, eine Potentialaufsplitterung oder eine Amplitudenabnahme vor. Beim Läsionstyp einer Axondegeneration sind neben ebenfalls abnehmenden Amplituden und Aufsplitterungen des Potentials oftmals fehlende oder nur geringe Leitungsverzögerungen festzustellen (Maurer et al. 2005).

Zur Differenzierung der Wurzeln bei einer Nervenwurzelläsion ist ein Dermatom – SEP mit kortikaler Ableitung ausreichend, wobei sich hier eine Amplitudenreduktion in dem betroffenen Segment mit einer möglichen zusätzlichen Latenzverzögerung aufzeigen lässt.

1.6 Zielsetzung der Arbeit

Die operative Rekonstruktion oder der prothetische Ersatz der Mitralklappe sind nach aktueller Datenlage die einzigen kurativen Therapiemöglichkeiten bei schwerer struktureller Mitralklappeninsuffizienz. Neben dem traditionellen operativen Zugangsweg zur Mitralklappe über eine mediane Sternotomie etablierte sich in den letzten Jahren auch ein minimalinvasiver Ansatz über eine rechtsseitige anterolaterale Minithorakotomie im 3. oder 4. ICR. Unter Anwendung neuer Operations- (endoaortale Ballonokklusion) und Visualisierungstechniken (3D-Videoskopie) gelang es dabei, den Zugangsweg noch weiter zu verkleinern. Der sog. periareoläre Zugang (Nutzung der Mamille) stellt den momentan kleinsten operativen Zugangsweg in der Herzklappenchirurgie dar. Theoretische Vorteile des Zugangs sind neben den besseren kosmetischen Ergebnissen das geringere chirurgische Trauma und der Erhalt der Thoraxwandstabilität. Da es sich bei der Mamillenregion um ein Körperareal mit starker sensibler Innervierung handelt, besteht das Risiko postoperativer Sensibilitätsstörungen der vorderen Thoraxwand. Hierzu gibt es bislang in der Literatur keine relevanten Aussagen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, Aussagen über mögliche Sensibilitätsstörungen bei Patienten nach minimalinvasiven Mitralklappeneingriffen zu generieren.

Im Einzelnen wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Bedingt die minimalinvasive Mitralklappenchirurgie mit Verwendung des periareolären Zugangsweges Sensibilitätsstörungen im Bereich der vorderen Brustwand?
2. Wird die Lebensqualität aufgrund von Sensibilitätsstörungen im Bereich der vorderen Brustwand negativ beeinflusst?
3. Welche Aussagen lassen sich von Seiten der Patienten hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis machen?

2 Patienten und Methoden

2.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine prospektive klinische Studie. Es wurde ein Kollektiv von 71 Patienten zusammengestellt, von denen 54 erfolgreich rekrutiert werden konnten. Diese mussten folgende **Einschlusskriterien** erfüllen:

- Ein Mindestalter von 18 Jahren wurde vorausgesetzt.
- Bei dem Patienten wurde ein Eingriff an der Mitralklappe isoliert oder als Kombinationseingriff in minimalinvasiver Technik mit periareolärem Zugangsweg durchgeführt.
- Der Eingriff konnte elektiv oder dringlich erfolgt sein.
- Eine schriftliche Einverständniserklärung musste vorliegen.
- Zum Zeitpunkt der Erhebung waren eine abgeschlossene Wundheilung und eine postoperative Mindestdauer von drei Monaten erforderlich.

Es wurden folgende **Ausschlusskriterien** festgelegt:

- Der Patient war nicht zustimmungsfähig.
- Eine vorbestehende Sensibilitätsstörung im Bereich der Zugangswege war vorhanden.
- Der Patient wies eine vorbestehende neurologische Erkrankung auf, die mit dem geplanten Untersuchungsbereich interferieren konnte.

2.2 Patienten

Untersucht wurden Patienten, bei denen eine minimalinvasive Mitralklappenoperation über einen periareolären Zugang erfolgte. Diese Patienten wurden in der Klinik für Herzchirurgie der Universität Ulm im Zeitraum zwischen Oktober 2013 und April 2016 operiert.

2.3 Ethik

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm unter dem Ethikantrag mit der Nummer 200/16 genehmigt.

Es folgte ein schriftliches Informationsschreiben an die Patienten. Der Termin zur Untersuchung im Universitätsklinikum Ulm wurde telefonisch vereinbart.

2.4 Untersuchung

Die Erhebung erfolgte in zwei Schritten: Die klinische Untersuchung fand auf der chirurgischen Station cF5 der Universitätsklinik Ulm statt; die neurologische SEP-Messung wurde im RKU (Rehabilitationskliniken Ulm - neurologische Hochschulambulanz) durchgeführt.

Zu Beginn wurden die Patienten umfassend über die Studie aufgeklärt; vorangehende Fragen beantwortet und Unsicherheiten damit eliminiert. Die Untersuchung ist in fünf Arbeitsschritte zu gliedern, die in den folgenden Kapiteln erläutert werden.

2.4.1 Allgemeine Anamnese

Die allgemeine Anamnese lässt sich in die aktuelle und die körperliche Anamnese unterteilen. Fokus der Studie bilden die neurologischen Daten, auf die in Kapitel 2.4.2 genauer eingegangen wird.

2.4.1.1 Aktuelle Anamnese

Dieser Abschnitt der Untersuchung befasste sich primär mit der Beschreibung von Symptomen, die postoperativ aufgetreten sind. Unterschiede zur präoperativen Empfindung sollten explizit von den Patienten beurteilt werden. Desweiteren wurden die B-Symptomatik, die kardiovaskulären Risikofaktoren und die regelmäßige Medikation abgefragt. Die Erkundung der Vorerkrankungen und der vegetativen Patientengeschichte waren ebenfalls Bestandteil der aktuellen Anamnese.

2.4.1.2 Körperliche Anamnese

Die körperliche Anamnese erfolgte mittels Inspektion, Auskultation, Palpation und Perkussion der Regionen: Kopf, Hals, Thorax, Lunge, Herz und Abdomen. Vom Patienten selbst als auffällig empfundene Symptome wurden als Zitat in die Dokumentation aufgenommen. Eine unauffällige psychische Bewusstseinslage wurde mit vorhandener Orientierung zur Person, zum Ort und zur Zeit bestätigt.

2.4.2 Neurologische Anamnese

Die Erhebung des neurologischen Status diente dem Ausschluss bzw. der Diagnose zentraler oder peripherer neurologischer Erkrankungen.

Den zentralen Aspekt bildeten die Untersuchungen der Hirnnerven, der Reflexe, der Motorik und der Cerebellumfunktion. Deren Testungen wurden gemäß bekannter Standards durchgeführt. Die Dokumentation der Reflexfunktion fand auf semiquantitativer Basis statt, in dem Abstufungen wie „normal“, „vermindert“, „gesteigert“ oder „fehlend“ dem jeweiligen Reflex zugeschrieben wurden.

2.4.3 Spezieller Fragebogen

Am Ende jener klinischen Untersuchung wurde mit dem Patienten ein spezieller Fragebogen ausgefüllt. Dieser sollte neben den bisher erhobenen Befunden zur Ermittlung der Erfahrungen der Patienten bezüglich der minimalinvasiven Mitralklappenoperation dienen.

2.4.4 Fotodokumentation

Die kosmetische Dokumentation erfolgte mittels Foto der Mamillen einschließlich der postoperativen Narben. Die Aufnahmen beinhalteten eine Zentimetermessung der areolären bzw. periareolären Narbe.

2.4.5 Spezielle neurologische Testung der Mamillenregion

Die zugrundeliegende Dokumentation dieses Arbeitsschrittes stellte das Material „Weiterführende Untersuchungen“ (siehe Anhang) dar. Die folgenden Testungen wurden mit geschlossenen Augen jeweils im Seitenvergleich durchgeführt, wobei die linke Seite die Kontrollseite darstellte.

2.4.5.1 Semiquantitativer Brush-Test

Der Pinsel-Test dient der Überprüfung der Berührungsempfindung. Hierzu wurde der Pinsel (der verwendete Pinsel ist ein Pinsel der Marke Vernissage der Stärke sechs) an die Mamille gesetzt und entlang der Narbe geführt. Unterschiede in der Berührungswahrnehmung sollten von Seiten der Patienten genannt werden. Eventuelle Hyp-, Hyper- oder Anästhesien wurden dokumentiert.

2.4.5.2 Stimmgabel-Test

Zur Überprüfung der Pallästhesie (Vibrationsempfinden) wurde sowohl die rechte als auch die linke Mamma jeweils in einen oberen und einen unteren Bereich eingeteilt. Auf diese Weise konnten vier Vergleichswerte ermittelt werden.

2.4.5.3 Nadelrad-Test

Die Untersuchung der Algesie erfolgte mittels Nadelrad-Test (bei dem verwendeten Nervenrad handelte es sich um ein sogenanntes Sensibilitätsrad nach Wartenberg aus Edelstahl von der Marke Sport-Tec). Die Mammae wurden jeweils in vier Quadranten eingeteilt, das Nervenrad wurde entlang der Narbe aufgelegt und in einer umkreisenden Bewegung um diese gefahren. Die Patienten sollten spürbare Differenzen in der Empfindung, insbesondere im Vergleich zwischen den Seiten, angeben. Um eine möglichst komparable Dokumentation der Ergebnisse aller Patienten zu verwirklichen, wurde nach folgendem Schema protokolliert:

- ++ Hyperalgesie
- + Normalgesie
- - Hyp-/ Analgesie

2.4.5.4 Testung der Temperaturempfindung

Die Ermittlung von Temperaturempfindungsstörungen erfolgte unter standardisierten Bedingungen mit Hilfe von kalten und warmen Tüchern. Während dem Auflegen der Tücher um die Mamillen sollten die Patienten zum einen die Wahrnehmung der Intensität der Wärme/Kälte und zum anderen die Unterschiede im Seitenvergleich nennen. War die Wärmeempfindung vermindert, so wurde dies als Thermhypästhesie oder Thermanästhesie angenommen.

2.4.6 SEP-Messung

Die Messung bedarf mehrerer Arbeitsschritte (siehe auch Anhang). Drei Messelektroden wurden auf dem Kopf der Patienten folgendermaßen angebracht (Abbildung 5):

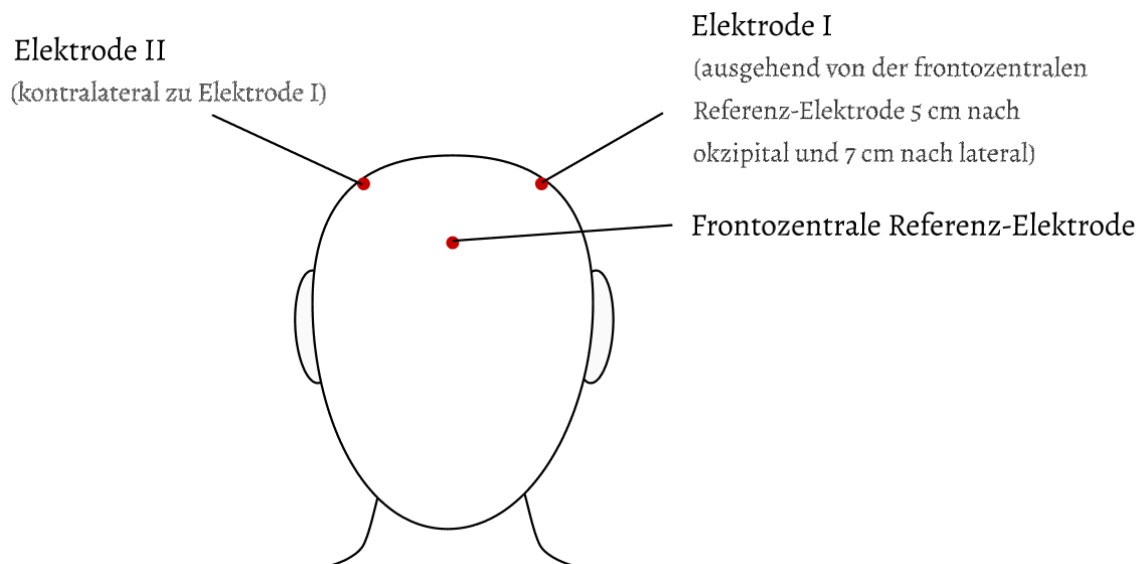


Abbildung 5 – Platzierung der Elektroden für die Ermittlung der somatosensorisch (-sensibel) evozierten Potentiale (Quelle: Eigene Darstellung)

Zur Sicherstellung der korrekten Anbringung der Elektroden mussten die gemessenen Impedanzen (Referenz-Elektrode und Elektrode I) einen Wert von bis zu fünf Ohm aufweisen.

Zur Messung evozierter Potentiale des N. medianus wurde die Stromstärke sukzessiv auf zehn Milliampere aufgedreht, bis zweimal jeweils 150 Schläge gezählt wurden. Im Anschluss folgte die Testung auf der kontralateralen Seite. Die erhaltenen vier Kurven konnten entschärft werden. Zusätzlich zur Markierung der Hoch- und Tiefpunkte, war die Messung der Armlänge des Patienten nötig.

2.5 Statistik

Bei der statistischen Auswertung stellten die Werte der linken Seite die Kontrollwerte dar. Diese waren der rechten, operierten Seite gegenüberzustellen.

2.5.1 Fallzahl

In die Studie sollten nach Konsultation eines Biostatistikers und Poweranalyse mindestens $n = 30$ Patienten aufgenommen werden. Nach Sichtung vorhandener Listen konnte ein Kollektiv von 40 Patienten identifiziert werden, bei denen bereits eine minimalinvasive Mitralklappenoperation über einen periareolären Zugangsweg stattgefunden hat. 32 der 40 potenziellen Studienteilnehmer stimmten einer Teilnahme an den Untersuchungen zu. Um eine bessere Validierung der Arbeit zu gewährleisten, erfolgte eine Ausweitung der Studie um jene Patienten, deren Zugangsweg neben der ursprünglich periareolären Methode um einen lateralen Schnitt bzw. eine sekundäre Sternotomie erweitert werden musste. Auf diese Weise konnten weitere 22 Patienten für die Studie gewonnen werden. In Summe standen 54 Patienten für die geplante Arbeit zur Verfügung. Die zur Regressionsanalyse notwendigen Zielgrößenwerte (etwa zehn) konnten bei jeder Einflussgröße erreicht werden. Damit war die Grundlage für valide Kalkulationen auch aus biometrischer Sicht geschaffen.

2.5.2 Auswertung

Es erfolgte zunächst die deskriptive Beschreibung der Daten entsprechend ihrer Merkmalsausprägung. Qualitative Variablen wurden über absolute und relative Häufigkeiten veranschaulicht, während für quantitative Variablen jeweils Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum berechnet wurden. Die beiden Körperseiten (rechts-links-Vergleich; unbehandelt vs. behandelt) konnten aufgrund der Verbundenheit der Messwerte mittels einem geeigneten Test für Wertepaare (im qualitativen Fall: McNemar Test, im quantitativen Fall: t-Test für Wertepaare (normalverteilt) bzw. Mann-Whitney-U-Test für Wertepaare (Wilcoxon-Signed-Rank Test) verglichen werden. Der primäre Endpunkt konnte anhand Regressionsanalysen, welche auf zunächst univariater und anschließend multipler linearer Regressionsmodelle basierten, untersucht werden. Zu untersuchende Einflussgrößen waren Alter, Geschlecht, OP-Dauer, Zeitintervall zum operativen Eingriff, primäre / sekundäre Wundheilung. Das lineare Bestimmtheitsmaß R^2 wurde für die Beurteilung der Modellgüte berechnet. Im explorativen Sinne (d.h. Hypothesengenerierend) wurden alle Ergebnisse mit einem p-Wert $\leq 0,05$ als statistisch-signifikant aufgefasst.

3 Ergebnisse

3.1 Demographische Daten

3.1.1 Geschlecht

Das Patientenkollektiv umfasste $n = 54$ Patienten, von denen acht (15%) weiblich und entsprechend 46 (85%) männlich waren (Tabelle 1).

Tabelle 1 – Geschlechterverteilung der untersuchten Probandengruppe, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

	Häufigkeit	Prozent
weiblich	8	14,8
männlich	46	85,2
Gesamt	54	100,0

3.1.2 Allgemeine Daten

Das mittlere Alter der Patientengruppe betrug 61 ± 12 (29-85) Jahre. Die Durchschnittsgröße maß 176 ± 9 cm. Das mittlere Gewicht lag bei 82 kg. Die BMI-Werte variierten zwischen 19 und 36 kg/m^2 , wobei ein Mittelwert von 26 kg/m^2 erfasst werden konnte (Tabelle 2).

Tabelle 2 – Allgemeine Daten des Gesamtpatientenkollektives (Alter, Größe, Gewicht, Body-Mass-Index), Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Body-Mass-Index (kg/m^2)
Mittelwert $\pm$ Standardabweichung	$61,2 \pm 11,8$	$176,7 \pm 8,8$	$81,8 \pm 12,1$	$26,2 \pm 4,0$
Median	61,9	176,0	82,0	25,8
Minimum	29,2	150,0	50,0	19,4
Maximum	85,3	193,0	105,0	36,2

3.2 Betrachtung des Patientenkollektivs bei unterschiedlichen Operationsvarianten

Bei 46 der insgesamt 54 Patienten wurde die Mitralklappe rekonstruiert. Darunter waren sieben weiblichen und 39 männlichen Geschlechts. Ein Mitralklappenersatz wurde bei acht der Patienten durchgeführt; bei einer weiblichen und bei entsprechend sieben männlichen Patienten (Tabelle 3). Die Operationsdauer wies Differenzen hinsichtlich der unterschiedlichen Operationsvarianten auf. Die Rekonstruktion erforderte eine mittlere Operationsdauer von $186,1 \pm 36,3$ Minuten, wohingegen bei dem Ersatz der Klappe eine Durchschnittsdauer von $230,6 \pm 38,8$ Minuten erfasst wurde (Tabelle 4)

Prinzipiell ließen sich drei Zugangswege determinieren: die periareoläre Inzision, die periareoläre Inzision mit lateraler Schnitterweiterung und der periareoläre Schnitt mit sekundärer Sternotomie. Bei allen acht Patienten konnte ein periareolärer Schnitt verwirklicht werden. Unter den männlichen Patienten war dies bei 24/46 (52%) realisierbar (Tabelle 5). Hinsichtlich der Operationsvarianten dominierte in beiden Fällen die periareoläre Inzision mit 26/46 (57%) bei der Mitralklappenrekonstruktion und 6/8 (75%) beim Mitralklappenersatz (Tabelle 5).

Tabelle 3 – Anzahl der Patienten bei unterschiedlicher Operationsvariante (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz). Gruppierung nach Geschlecht, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

		Geschlecht		
		weiblich	männlich	Gesamt
Operations- variante	MKR	7	39	46
	MKE	1	7	8
Gesamt		8	46	54

Tabelle 4 – Dauer der Operation hinsichtlich der unterschiedlichen Operationsvarianten (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz), Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

Operationsvariante		Dauer der Operation (min)
MKR	Mittelwert ± Standardabweichung	186,1 ± 36,3
	Median	183,0
	Minimum	36,0
	Maximum	265,0
	Spannweite	229,0
MKE	Mittelwert ± Standardabweichung	230,6 ± 38,8
	Median	231,0
	Minimum	164,0
	Maximum	304,0
	Spannweite	140,0

Tabelle 5 – Anzahl der Patienten bei unterschiedlichem Zugangsweg (periareolär, perierolär mit lateraler Schnitterweiterung, periareolär mit sekundärer Sternotomie) hinsichtlich Geschlecht und Operationsvariante (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz), Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

		Geschlecht			Operationsvariante		
		weiblich	männlich	Gesamt	MKR	MKE	Gesamt
Zugangsweg	Periareolär	8	24	32	26	6	32
	Periareolär mit lateraler Schnitterweiterung	0	21	21	19	2	21
	Periareolär mit sekundärer Sternotomie	0	1	1	1	0	1
Gesamt		8	46	54	46	8	54

3.3 Patientenfragebogen

3.3.1 Subjektive Belastbarkeit

Die Einteilung der subjektiven postoperativen Belastbarkeit (in Abhängigkeit von der Präsenz von Belastungsdyspnoe und allgemeiner Kraftminderung) in vier Grade („keine“, „gering“, „moderat“, „hoch“) ermöglichte ein besseres subjektives Einschätzen vonseiten der Patienten und bot zugleich eine objektivierbarere Darstellungsform. Die Betrachtung unter Berücksichtigung der verschiedenen Operationsvarianten zeigte Folgendes: bei der Mitralklappenrekonstruktion hatten $n = 25$ Patienten keine Beeinträchtigungen. Dies entsprach einem Prozentsatz von 54 %. Bei dem Mitralklappenersatz waren dies $n = 3$ Patienten (37,5%). Stark ausgeprägte Beeinträchtigungen bei Belastung gaben bei der Mitralklappenrekonstruktion $n = 3$ Patienten (7%) an; bei dem Ersatz hingegen $n = 1$ Patient (13%) (Abbildung 6).

Bezogen auf die Gesamtfallzahl von $n = 54$ Patienten ließen sich in Summe $n = 28$ Patienten (52%) mit keinen Beschwerden und $n = 4$ Patienten (7%) mit starken Beeinträchtigungen identifizieren.

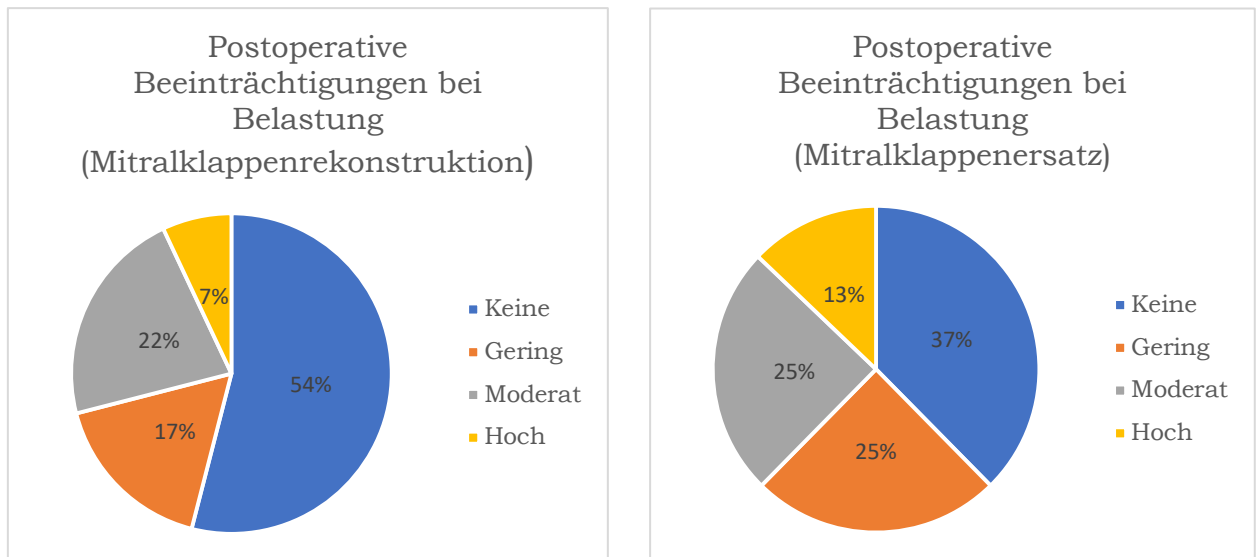


Abbildung 6 – Prozentuale Verteilung der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich der subjektiven Empfindung von Beschwerden bei moderater körperlicher Belastung. Das Ausmaß der Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering, moderat und hoch) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.2 Wundheilung

Die Quantifizierung der subjektiven Einschätzungen bezüglich der Störungen bei der Wundheilung erfolgte anhand einer Skala mit drei Abstufungen („keine“, „wenig“, „ausgeprägt“) unter Einbeziehung der verschiedenen Operationsvarianten. Anamnestisch verlief bei 93 % (n=50) der Patienten die Wundheilung problemlos; 5 % (n=3) hatten geringe Beschwerden und lediglich 2 % (n=1) erlitten ausgeprägte Beeinträchtigungen (Abbildung 7).

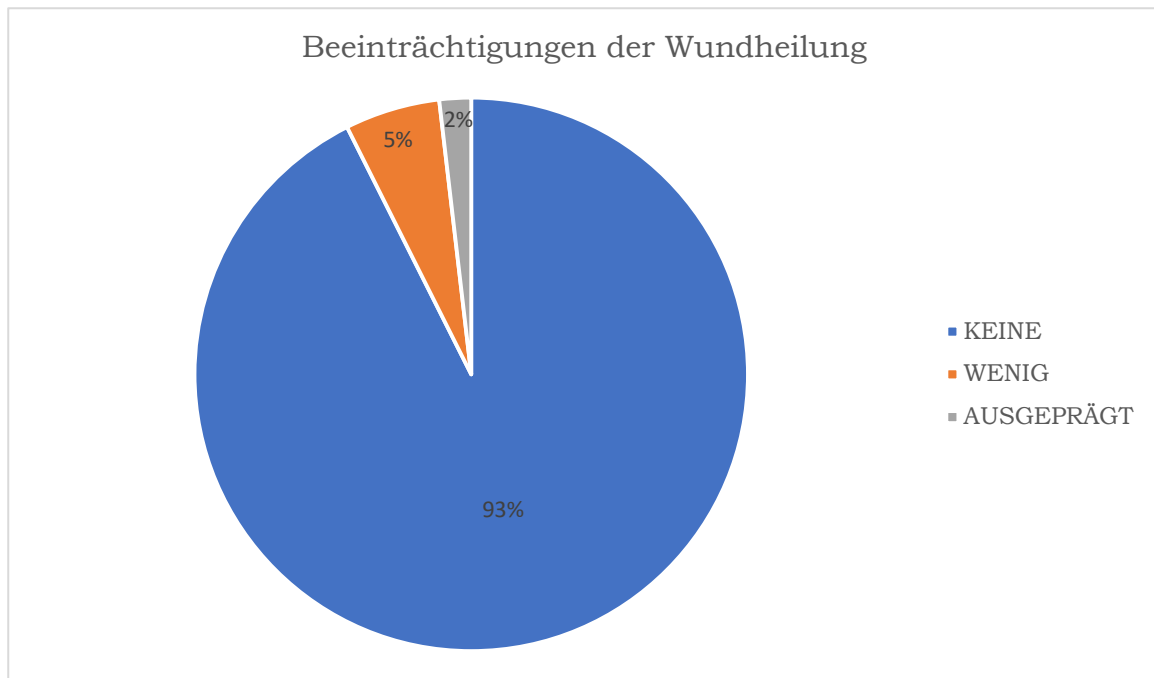


Abbildung 7 – Prozentuale Verteilung der Patienten bei den Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion und Mitralklappenersatz) hinsichtlich postoperativ aufgetretener Beeinträchtigungen der Wundheilung. Diese Beeinträchtigungen wurden in drei Grade (keine, wenig und ausgeprägt) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

Diese Relationen verhalten sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Operationsvarianten relativ analog, wobei im Gegensatz zur Mitralklappenrekonstruktion bei dem Ersatz der Klappe kein Patient ausgeprägte Beeinträchtigungen angab. Bei der Rekonstruktion betrug dieser Anteil etwa 2 % (n=1) (Abbildung 8). Der Anteil „geringer Beschwerden“ war bei dem Mitralklappenersatz dreifach höher als bei der Operationsvariante mit der Rekonstruktion (12% im Vergleich zu 4%) (Abbildung 8).

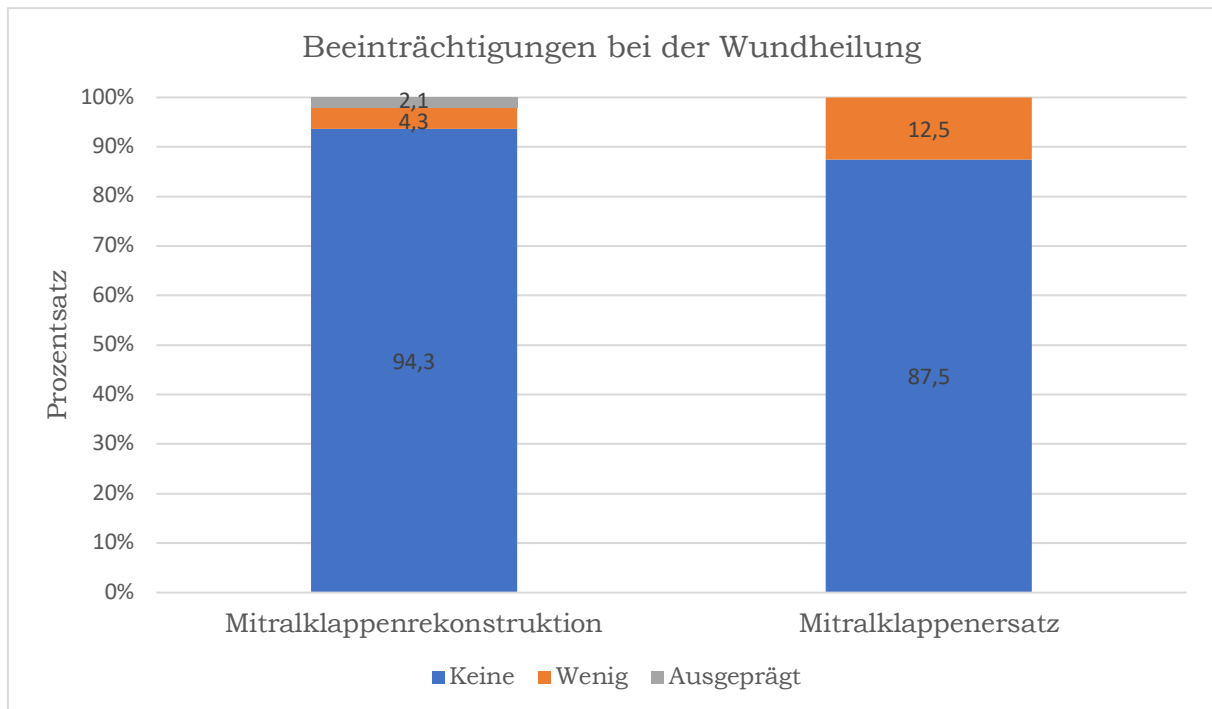


Abbildung 8 – Prozentuale Verteilung der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich postoperativ aufgetretener Beeinträchtigungen der Wundheilung. Diese Beeinträchtigungen wurden in drei Grade (keine, wenig und ausgeprägt) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.3 Herzbeschwerden

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Operationsvarianten erfolgte die Erfassung der Anzahl der Patienten, welche das Symptom „Herzbeschwerden“ nach erfolgtem Eingriff angaben. Zur qualifizierteren Erhebung erfolgte eine Disposition in die Gruppen „keine“, „gering“, „mäßig“, „schwer“. Hierbei ließ sich bei der Operationsvariante der Mitralklappenrekonstruktion ein Prozentsatz von 54 % ermitteln ($n=25/46$), bei denen „keine“ Herzbeschwerden auftraten. Bei der Operationsvariante des Mitralklappenersatzes betrug dieser Wert 50 % ($n=4/8$). Die Anzahl der Patienten, die eine „sehr“ starke Herzsymptomatik angaben, betrug bei beiden Operationsvarianten jeweils $n = 1$. Bei der Mitralklappenrekonstruktion entsprach dies einem Prozentsatz von 2 %; bei dem Mitralklappenersatz 12,5 % (Abbildung 9).

Insgesamt gaben somit $n = 29$ der 54 Patienten „keine“ Herzbeschwerden an (54%). Lediglich ein geringer Anteil ($n=2$) hatten „sehr“ starke Beschwerden.

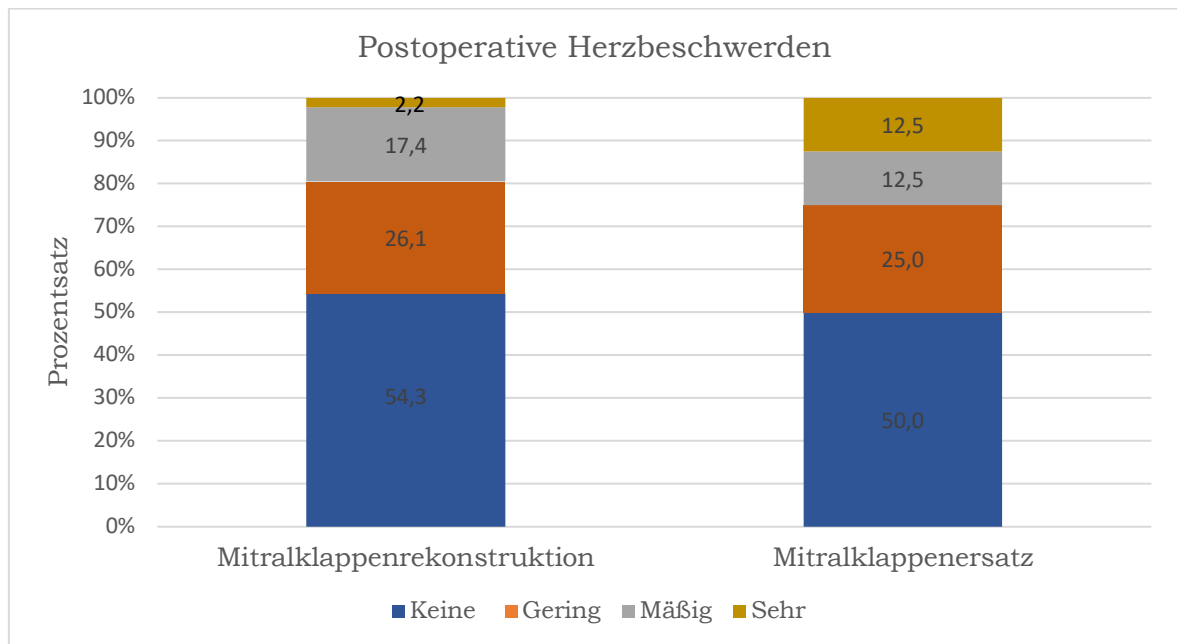


Abbildung 9 – Prozentuale Verteilung der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich postoperativ vorhandener Herzbeschwerden. Diese Beschwerdeggrade wurden in vier Stufen (keine, gering, mäßig und sehr) eingeteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.4 Unwohlsein vs. Narbenlänge

Die gemessene mittlere periareoläre Narbenlänge variierte bei den verschiedenen Operationsvarianten: bei der Mitralklappenrekonstruktion war ein durchschnittlicher Wert von 7,1 cm zu messen, wohingegen bei dem Mitralklappenersatz die mittlere Länge 7,3 cm betrug. Bei der Betrachtung der mittleren Narbenlänge hinsichtlich des Geschlechts etablierte sich bei dem weiblichen Geschlecht ein Wert von 8,7 cm und bei dem männlichen Geschlecht ein Wert von 6,9 cm. Bei beiden Geschlechtergruppen betrug die minimale Länge 5,0 cm, der maximale Wert bei der männlichen Gruppe überragte mit 14,5 cm das Maximum der weiblichen Gruppe (10,0 cm) (Tabelle 6).

Tabelle 6 – Periareoläre Narbenlänge hinsichtlich Operationsvarianten (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz) und Geschlecht, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

		Narbenlänge (cm)		
		Minimum	Mittelwert	Maximum
Operationsvariante	MKR	4,5	7,1	14,5
	MKE	5,5	7,3	8,5
Geschlecht	weiblich	5,0	8,7	10,0
	männlich	5,0	6,9	14,5

Bei der Betrachtung des Aspekts „Gefühl des Unwohlseins“ wurden drei Kategorien differenziert: „Nicht vorhanden“, „Mäßig ausgeprägt“ und „Stark ausgeprägt“. Bei zuerst genannter Kategorie betrug die durchschnittliche periareoläre Narbenlänge der Patienten 7,1 cm (n=51 Patienten), bei zweitgenannter 7,8 cm (n=3 Patienten), „stark ausgeprägtes“ Gefühl des Unwohlseins wurde von keinem der Patienten angegeben (Abbildung 10).

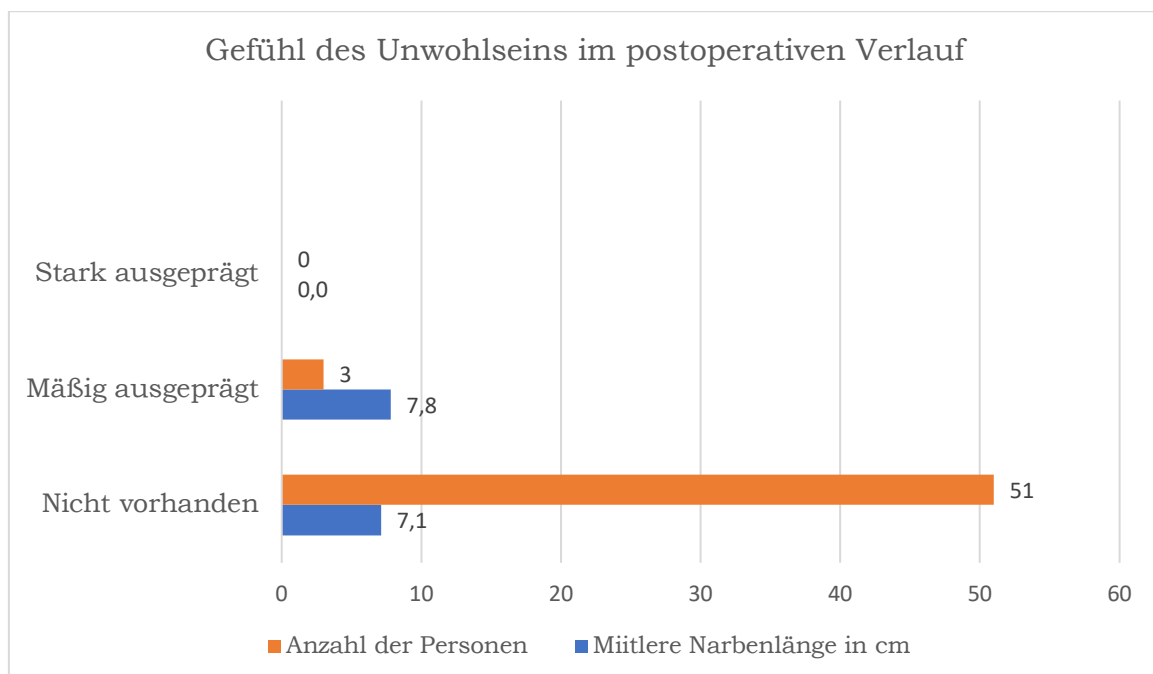


Abbildung 10 – Vorhandensein des Gefühls des Unwohlseins in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Das Gefühl des Unwohlseins wurde in drei Grade (nicht vorhanden, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.5 Einschränkung vs. Narbenlänge

Die objektive Erfassung des Gefühls der postoperativen Einschränkung im alltäglichen Leben konnte anhand einer Einteilung in drei Grade realisiert werden. „Keine“ Einschränkung gaben 52 der insgesamt 54 Patienten an. Die mittlere periareoläre Narbenlänge dieser Patientengruppe betrug 7,0 cm. „Geringe“ Einschränkungen gab n = 1 Patient an, dessen Narbe eine Länge von 7,0 cm maß. Eine „starke“ Einschränkung im alltäglichen Leben wurde von n = 1 Patient angegeben, dessen durchschnittliche periareoläre Narbenlänge 10,0 cm betrug (Abbildung 11).

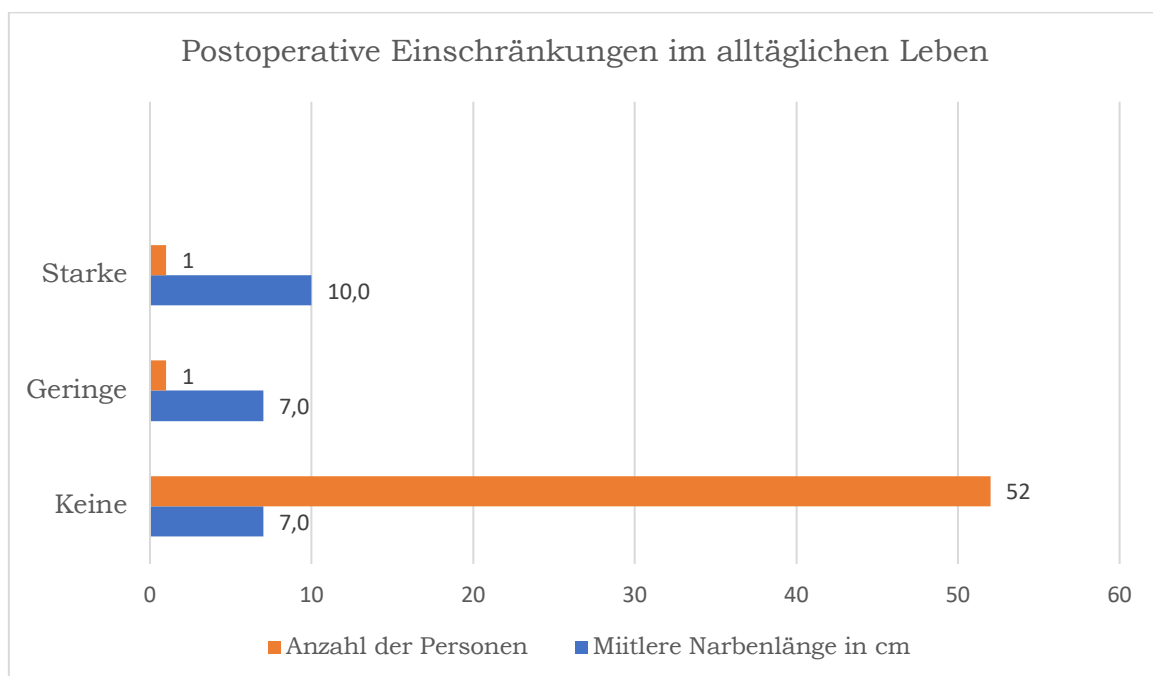


Abbildung 11 – Einschränkung im alltäglichen Leben in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Die subjektive Empfindung wurde in drei Grade (keine, gering und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.6 Hemmungen vs. Narbenlänge

Eine analoge Einteilung zum oben genannten Merkmal ließ sich bei der Frage nach narbenbedingt aufgetretenem Gefühl der Gehemmtheit wiederfinden. 53 Patienten verspürten keine Hemmungen. Ihre mittlere periareoläre Narbenlänge beträgt 7,2 cm. Mittelstark ausgeprägte Hemmungen gab lediglich n = 1 Patient an, dessen Narbe 7,0 cm maß. Stark ausgeprägtes Gefühl der Gehemmtheit wurde von keinem der Patienten beschrieben (Abbildung 12).

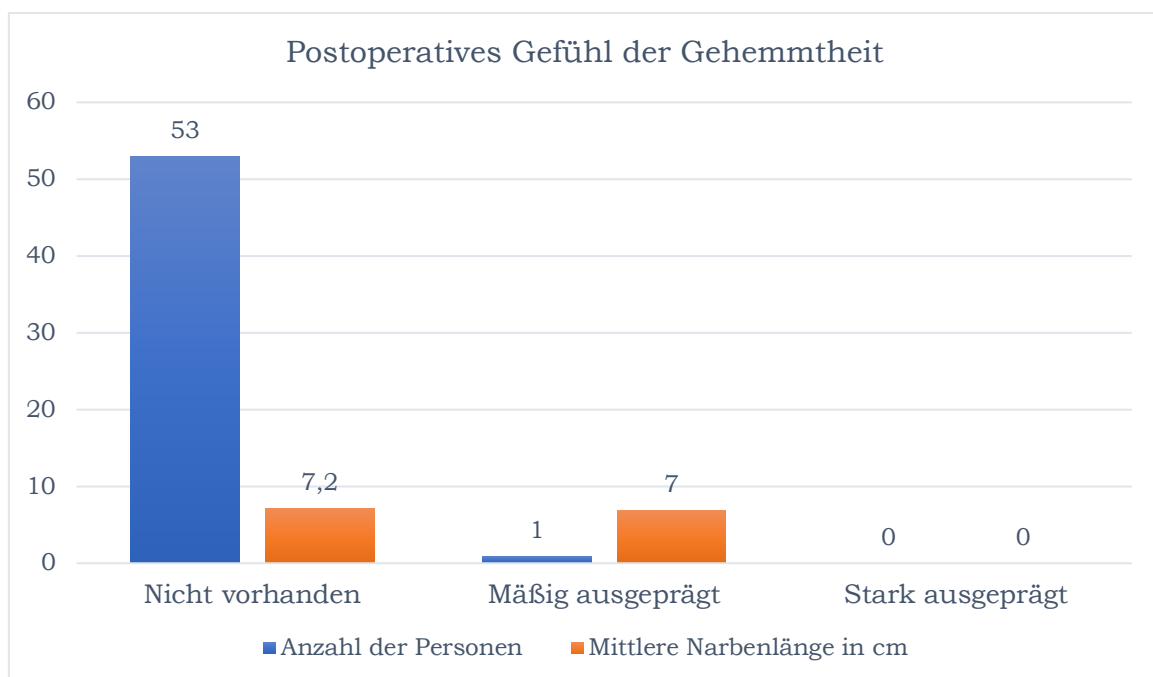


Abbildung 12 – Vorhandensein des Gefühls der Gehemmtheit in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Die subjektive Empfindung wurde in drei Grade (nicht vorhanden, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.7 Alter vs. Unwohlsein/Einschränkungen/Gehemmtheit

Die bisher unter 3.3.4 bis 3.3.6 angeführten Merkmale „Gefühl des Unwohlseins“, „Gefühl von Einschränkungen“ und „Gefühl der Gehemmtheit“ wurden nun in Korrelation zum mittleren Alter der Patienten betrachtet. Das mittlere Alter in der Kategorie „nicht vorhanden“ beträgt bei allen drei Merkmalen etwa 60 Jahre. In der Kategorie „gering ausgeprägt“ nehmen die Merkmale ein durchschnittliches Alter von 48 Jahren ein (Abbildung 13).

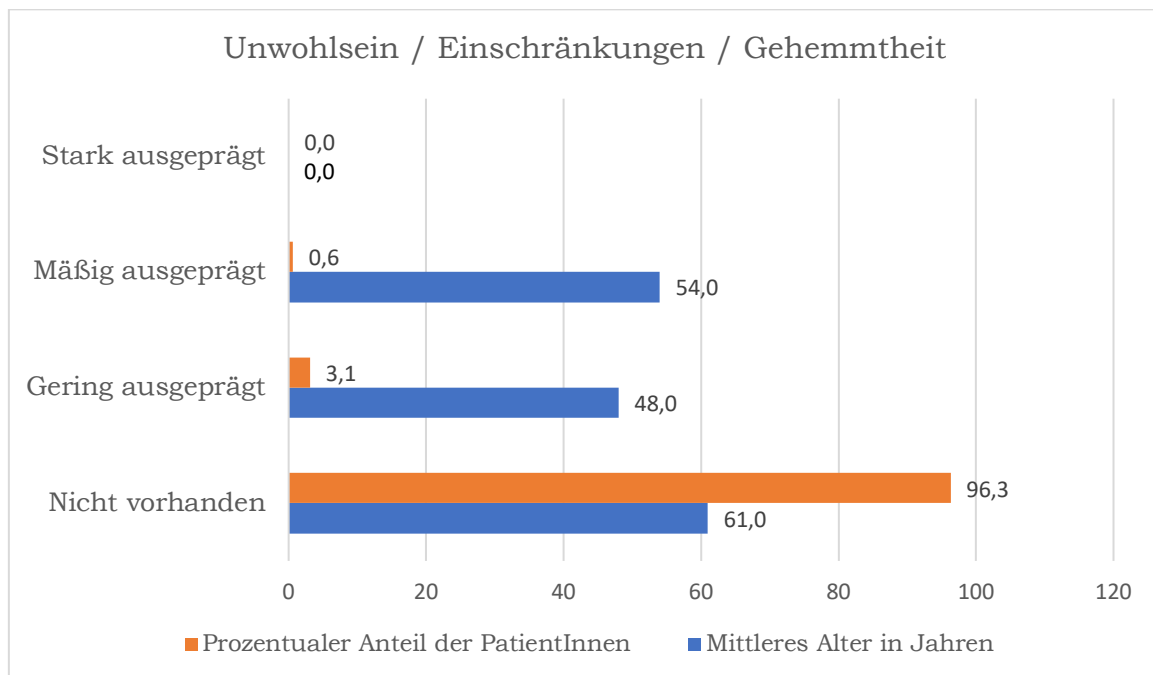


Abbildung 13 – Unterteilung der verschiedenen Empfindungen (Unwohlsein, Einschränkungen, Gehemmtheit) in vier Grade (nicht vorhanden, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils der Prozentsatz der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittleres Alter in Jahren. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.3.8 Zufriedenheit mit Narben und Weiterempfehlung vs. Alter und Narbenlänge

Insgesamt waren 96,3 % der Patienten (n=52) zufrieden mit dem Operationsergebnis bezogen auf die Narben (Merkmal „Zufriedenheit mit Narbe“ stark oder mäßig ausgeprägt). 98,1 % aller Patienten (n=53) würden

die Klinik aufgrund der Narbenergebnisse weiterempfehlen (Merkmal „Weiterempfehlung der minimalinvasiven Operationsmethode“ stark oder mäßig ausgeprägt) (Abbildung 15). Die zwei Merkmale „Zufriedenheit mit der Narbe“ und „Weiterempfehlung der minimalinvasiven Operationsmethode“ wurden in Korrelationen zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge und zum mittleren Alter der Patienten gesetzt. Abbildung 14 zeigt, dass bei den Patienten, die zur Kategorie „nicht zutreffend“ bezüglich der Zufriedenheit gehörten, eine mittlere Narbenlänge von 5 cm gemessen werden konnte. In der Kategorie „stark ausgeprägt“ konnten sowohl hinsichtlich des Merkmals „Zufriedenheit mit Narben“ als auch des Merkmals „Weiterempfehlung“ eine mittlere Narbenlänge von etwa 7 cm identifiziert werden (Abbildung 14).

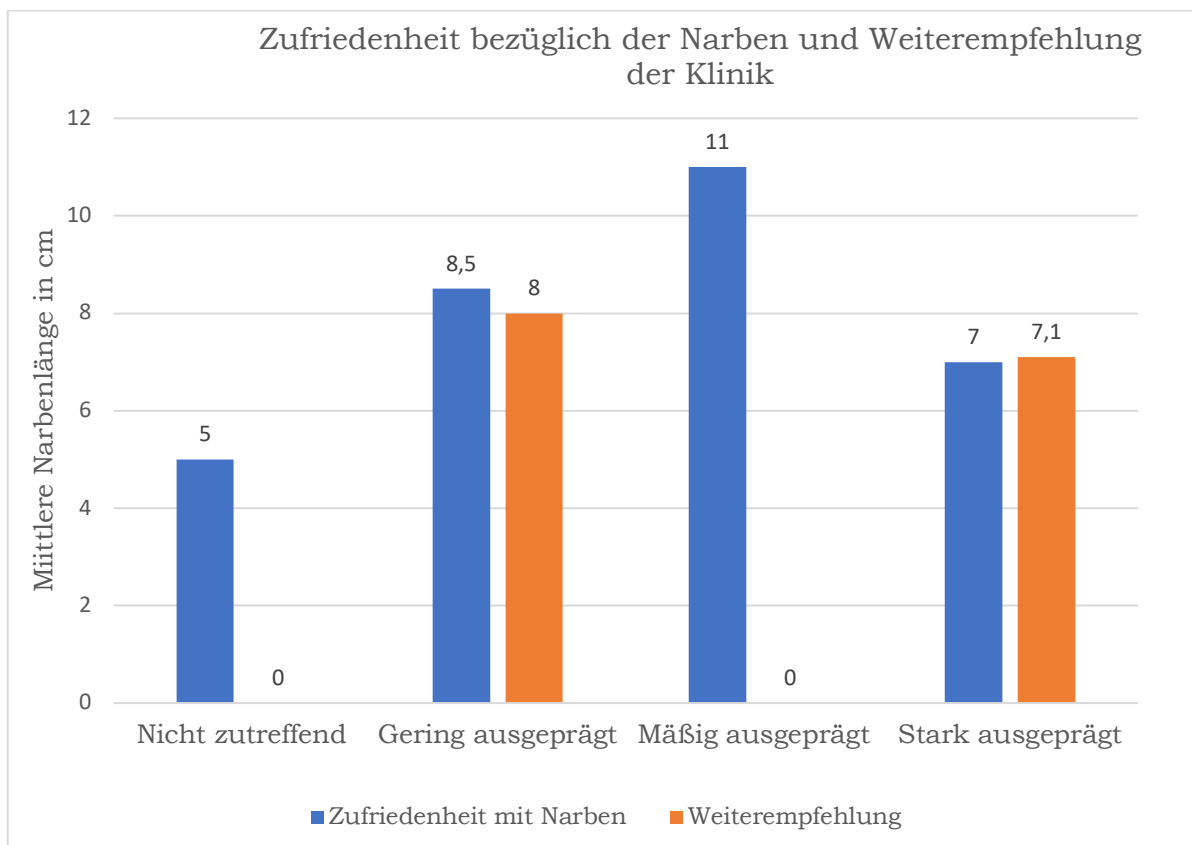


Abbildung 14 – Zufriedenheit bezüglich der Narben und Weiterempfehlung der Klinik in Korrelation zur mittleren Narbenlänge. Unterteilung der Merkmale Zufriedenheit und der Weiterempfehlung in vier Grade (nicht zutreffend, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils die mittlere periareoläre Narbenlänge der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Erhebung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

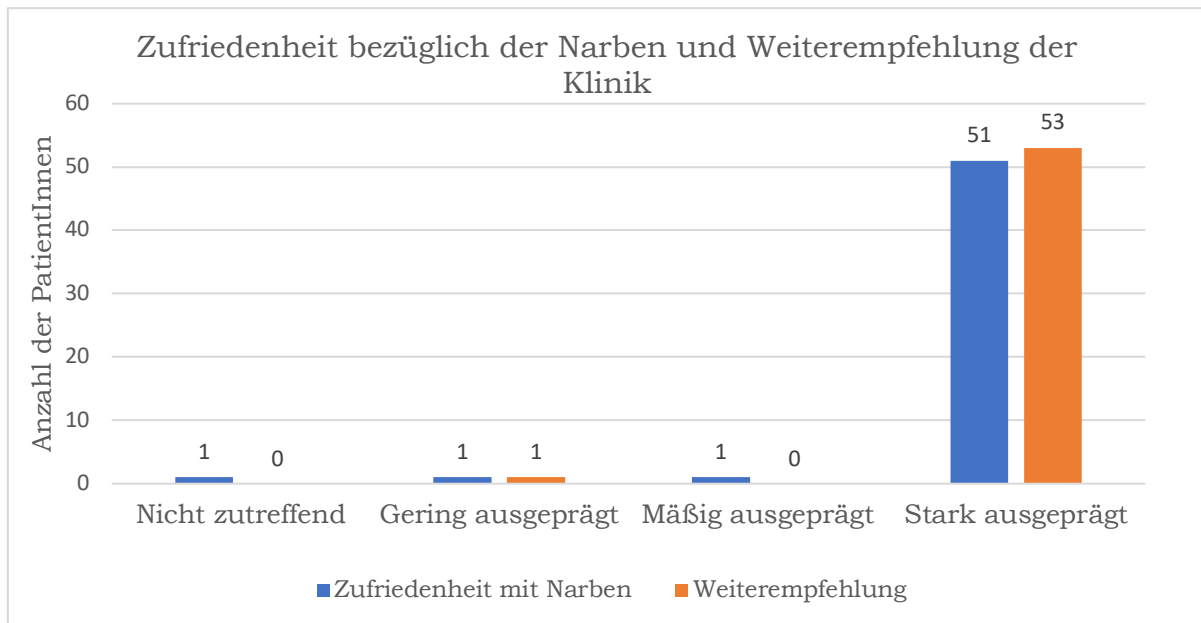


Abbildung 15 – Zufriedenheit bezüglich der Narben und Weiterempfehlung der Klinik in Korrelation zur Anzahl der Patienten. Unterteilung der Merkmale Zufriedenheit und der Weiterempfehlung in vier Grade (nicht zutreffend, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Erhebung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

Patienten, welche keine Zufriedenheit bezüglich der Narben äußerten, waren im Schnitt 68 Jahre alt. Jene, welche sehr zufrieden waren und eine deutliche Weiterempfehlung aussprachen, etwa 61 Jahre (Abbildung 16).

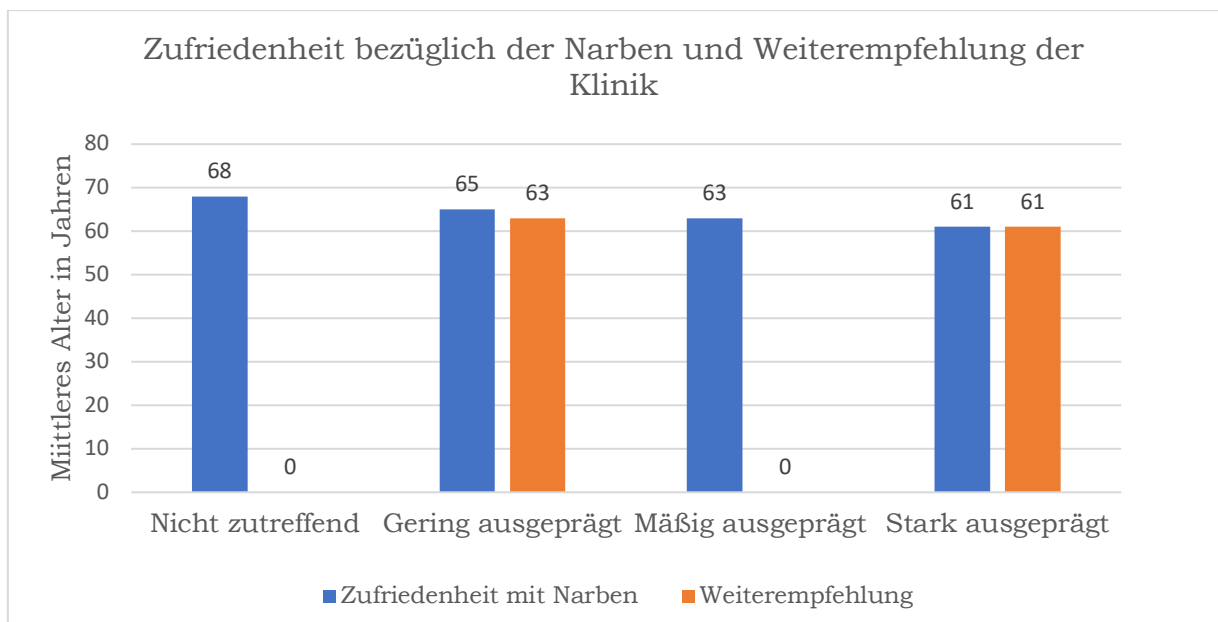


Abbildung 16 – Zufriedenheit bezüglich der Narben und Weiterempfehlung der Klinik in Korrelation zum mittleren Alter. Unterteilung der Merkmale Zufriedenheit und der Weiterempfehlung in vier Grade (nicht zutreffend, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils das mittlere Alter der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Erhebung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.4 Neurologische Untersuchungen

3.4.1 Sensibilitätsprüfung

Das Erfassen postoperativ aufgetretener periareolärer Gefühlsstörungen erfolgte anhand einer Einteilung in vier Grade. Die überwiegende Mehrheit der Patienten (85%) gaben keine oder nur geringe Sensibilitätsstörungen im ehemaligen Operationsgebiet an. Keine Gefühlsstörungen gaben n = 33 Patienten (61%) an, wobei hier die mittlere Narbenlänge 7,3 cm beträgt. Gering ausgeprägte Sensibilitätsstörungen wurde von n = 13 Personen (24%) empfunden, deren durchschnittliche Narbenlänge 6,9 cm misst. Sieben Patienten (13%) berichteten über mäßige Gefühlsstörungen bei einer mittleren Narbenlänge von 7,1 cm. Ein Patient, dessen mittlere Narbenlänge 7,0 cm betrug, gab starke Gefühlsstörungen an (Abbildung 17).

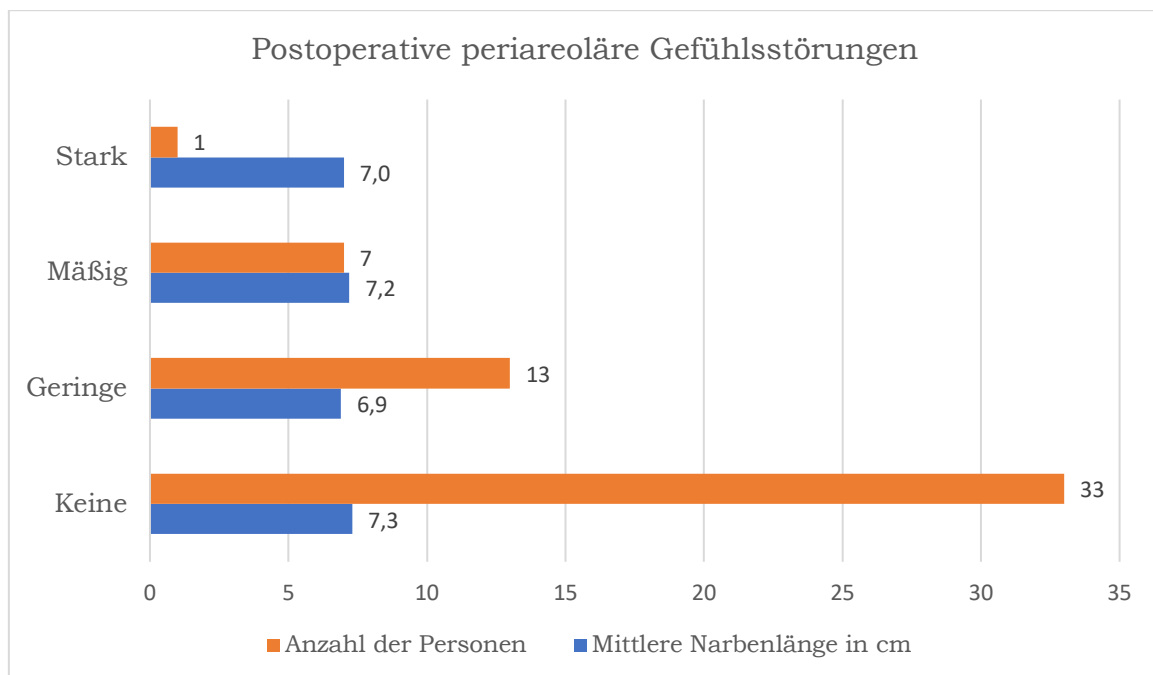


Abbildung 17 – Postoperative periareoläre Gefühlsstörungen in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering, mäßig und stark) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

Betrachtet wurde die Präsenz bzw. das Ausmaß postoperativer Gefühlsstörungen in Korrelation zur Anzahl der Patienten bei verschiedenen Operationsvarianten. Bei der Mitralkappenrekonstruktion gaben 28 Personen keine sensible Irritation an. Dies entspricht einem Prozentsatz von 50 % (28/48). Lediglich n = 1 Patient empfand stark ausgeprägte Gefühlsstörungen. Bei der Operationsvariante des Mitralklappenersatzes konnten in der Kategorie „keine Gefühlsmissempfindungen“ n = 5 Personen (62,5%; 5/8) identifiziert werden. Stark ausgeprägte Störungen wurden nicht angegeben (Abbildung 18).

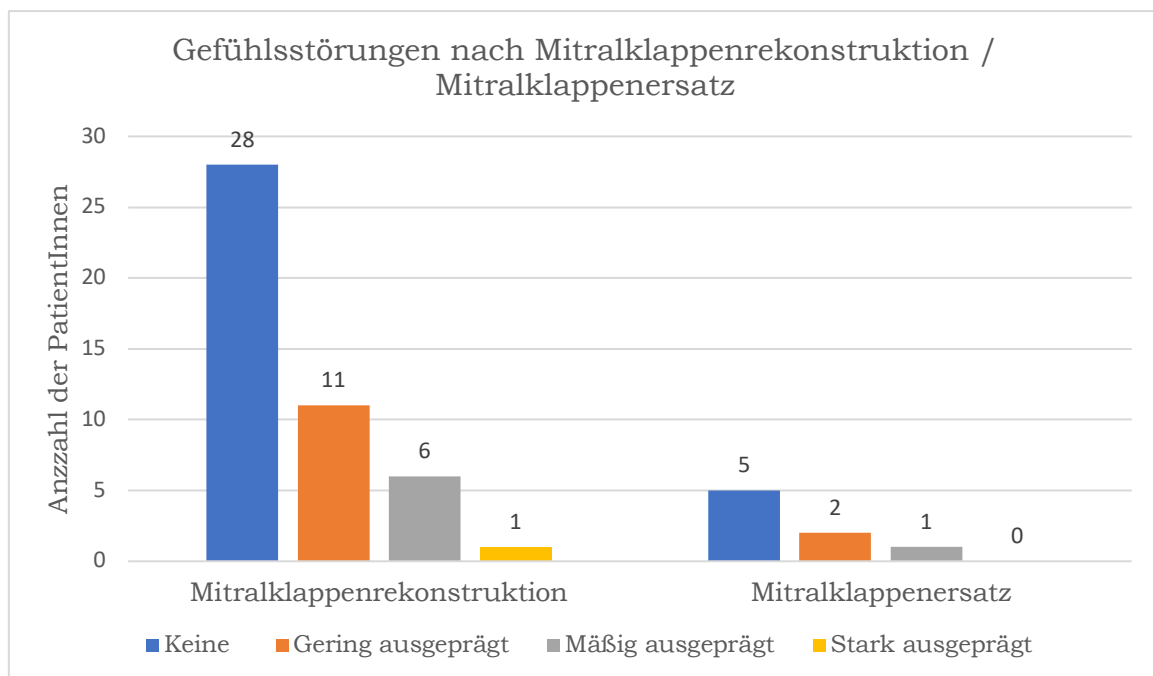


Abbildung 18 – Anzahl der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralkappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich der subjektiven Empfindung von Gefühlsstörungen. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

Nachstehend angeordnetes Schaubild zeigt die Geschlechterverteilung der Patienten und deren Wahrnehmung postoperativer periareolärer Gefühlsstörungen. Innerhalb der weiblichen Probandengruppe verneinten 50 % postoperative Gefühlsstörungen. Je ein Viertel gab gering bzw. mäßig ausgeprägte Störungen an. Bei Betrachtung des männlichen Geschlechts konnten 63 % identifiziert werden, die nicht unter

Gefühlsmissempfindungen litten. 24 % bestätigten gering ausgeprägte; 11 % mäßig ausgeprägte und 2 % stark ausgeprägte Störungen (Abbildung 19).

Die oben beschriebene Einteilung wurde zudem hinsichtlich des mittleren Alters der Personen analysiert. Das durchschnittliche Alter fiel innerhalb der ersten drei Kategorien von 63 auf 52 Jahre ab. In der vierten und somit „stark ausgeprägten“ Kategorie betrug das mittlere Alter 58 Jahre (Abbildung 20).

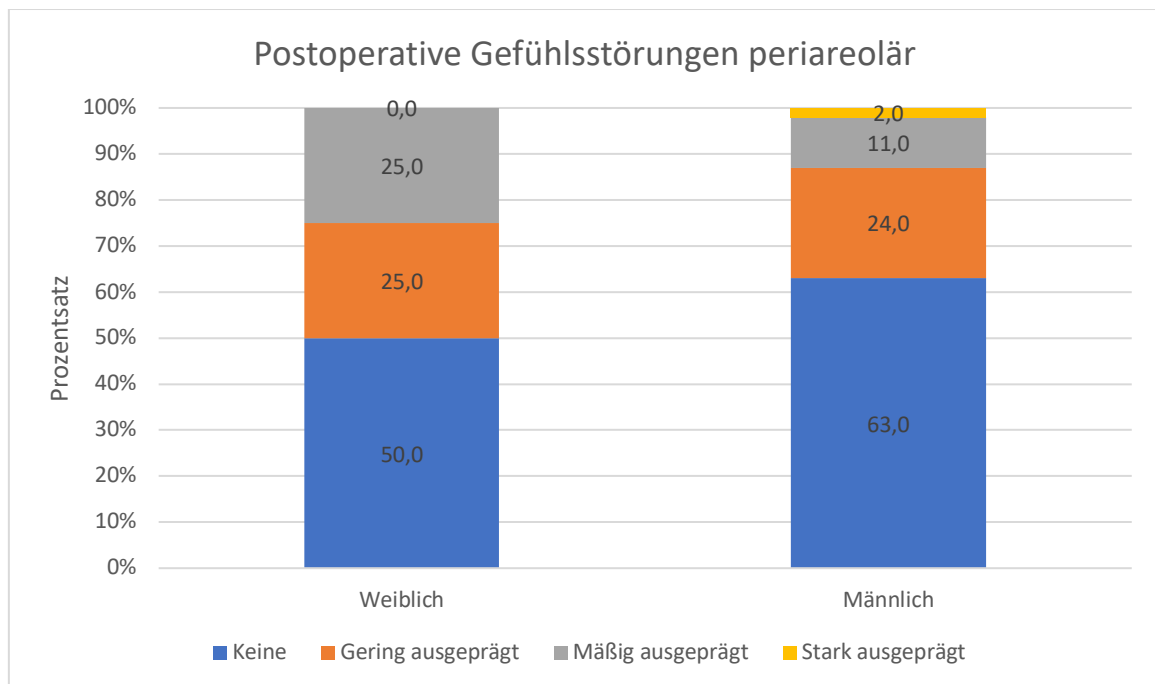


Abbildung 19 – Betrachtung der Geschlechterverteilung der Patienten bezüglich Ausmaß der postoperativ aufgetretenen periareolären Gefühlsstörungen. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurde jeweils der Prozentsatz der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

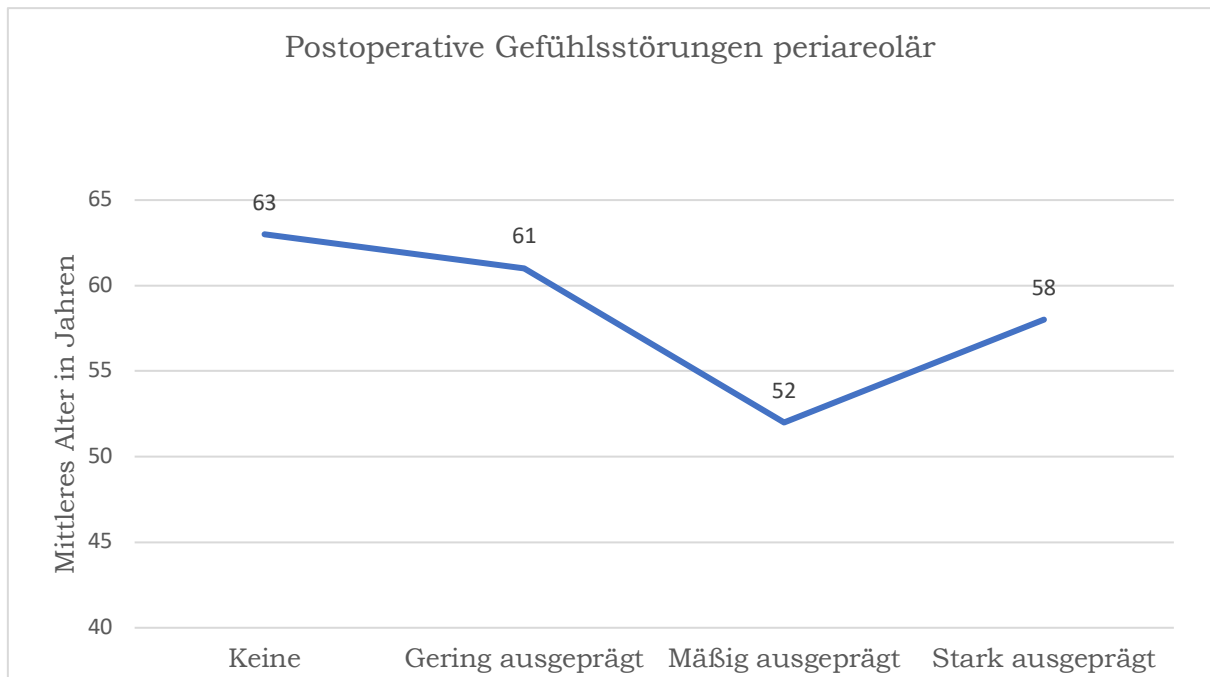


Abbildung 20 – Postoperative Gefühlsstörungen periareolär in Korrelation zum mittleren Alter in Jahren. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurde jeweils das mittlere Alter in Jahren der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

Untenstehende Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Patienten bei den vier divergenten neurologischen Testungen mit dem Ziel der Ermittlung von Differenzen in der subjektiven Sensibilität der Mamillenregion im Seitenvergleich. Bei dem semiquantitativen Brush-Test, dem Stimmgabel-Test und dem Nadelrad-Test konnte jeweils bei der Majorität der Patienten eine beidseits identische Sensibilität ermittelt werden. Beim Nadelrad-Test hingegen gaben 51,9 % rechts eine defizitäre Empfindung an. Zu erwähnen ist, dass die Kategorie „links defizitär“ in der Abbildung nicht dargestellt wurde, da die Sensibilität der linken Mamillenregion bei keinem der Patienten schlechter war als die der rechten (Abbildung 21).

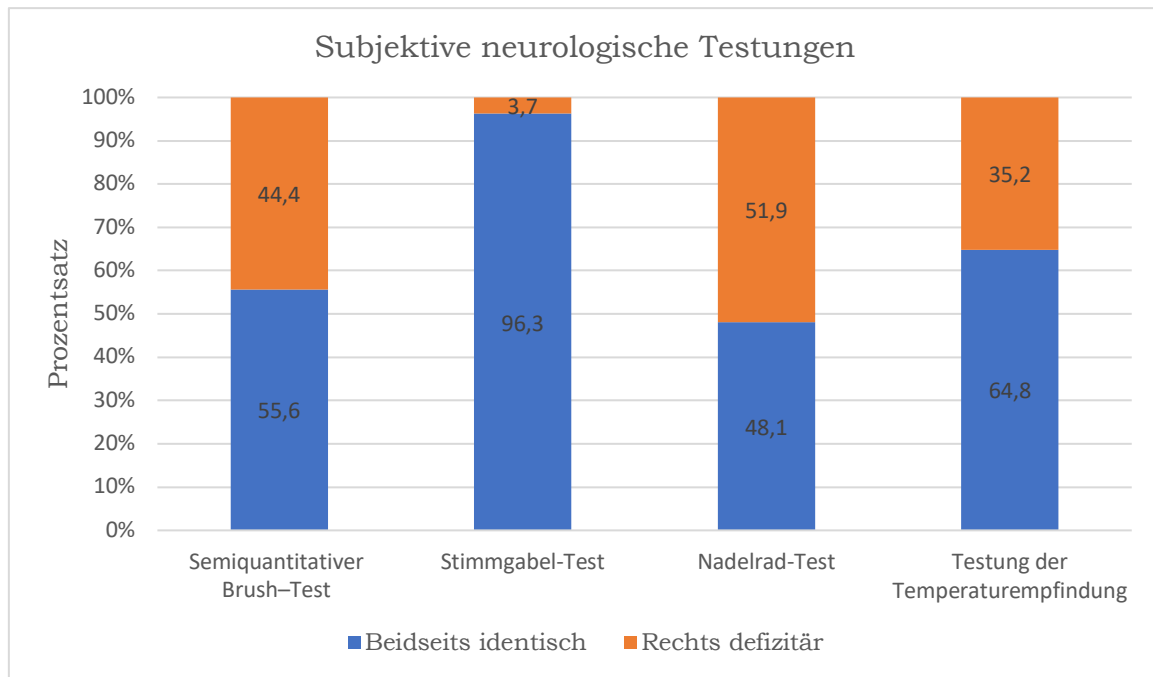


Abbildung 21 – Prozentuale Anteile der Patienten bei unterschiedlichen neurologischen Testungen zur Ermittlung subjektiver Sensibilität im Seitenvergleich nach erfolgter Operation. Die Testungen umfassten den semiquantitativen Brush-Test, den Stimmgabel-Test, den Nadelrad-Test und die Testung der Temperaturempfindung. Ermittelt wurde jeweils der Prozentsatz der Patienten mit beidseits identischer und rechts defizitärer Sensibilität. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

3.4.2 SEP-Messungen

Es wurde jeweils die Anzahl der Personen erfasst, bei denen die Latenz- bzw. die Amplitudenwerte des rechten bzw. des linken N. medianus im bzw. außerhalb des Normbereichs liegen. Die Betrachtung dieser Messwerte zeigt, dass bei $n = 29$ Patienten (54%) die Latenzwerte sowohl des rechten als auch des linken N. medianus im Normbereich lagen. Bei $n = 19$ Personen (35%) lagen weder die Werte des rechten als auch des linken N. medianus im Referenzbereich. Bei jeweils $n = 3$ Patienten (11%) lag lediglich entweder der rechte oder der linke Latenzwert des N. medianus im Normbereich (Tabelle 7).

Tabelle 7 – Vergleich von Anzahl der Patienten bezüglich der Prüfung der Latenzwerte des rechten gegen den linken Nervus medianus, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

Anzahl		Liegt die Latenz des linken Nervus medianus im Normbereich?		
		Nein	Ja	Gesamt
Liegt die Latenz des rechten Nervus medianus im Normbereich?	Nein	19	3	22
	Ja	3	29	32
Gesamt		22	32	54

Analog zur obigen Erfassung der Latenzwerte erfolgte die Ermittlung der Amplitudenwerte. Bei $n = 20$ Patienten (37%) befanden sich die Amplitudenwerte sowohl des rechten als auch des linken N. medianus im Normbereich. Ebenfalls bei $n = 20$ Personen (37%) lagen weder die Werte des rechten als auch des linken N. medianus im Referenzbereich. Bei jeweils $n = 7$ Patienten (26%) lag entweder der rechte oder der linke Amplitudenwert des N. medianus im Normbereich (Tabelle 8).

Tabelle 8 – Vergleich der Anzahl der Patienten bezüglich der Prüfung der Amplitudenwerte des rechten gegen den linken Nervus medianus, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

Anzahl		Liegt die Amplitude des linken Nervus medianus im Normbereich?		
		Nein	Ja	Gesamt
Liegt die Amplitude des rechten Nervus medianus im Normbereich?	Nein	20	7	27
	Ja	7	20	27
Gesamt		27	27	54

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

4.1.1 Mitralklappenrekonstruktion versus Mitralklappenersatz

Eine operationsbedürftige Mitralklappenenerkrankung kann im Grunde auf zwei unterschiedlichen Varianten operiert werden. Hierbei handelt es sich entweder um die Rekonstruktion der Mitralklappe oder den Ersatz dieser. Die Frage, welches Verfahren primär Vorrang haben sollte, bildet die Kernthematik vieler Studien.

Prinzipiell sind, bei ischämischer Genese einer Mitralklappeninsuffizienz, zur Reduzierung dieser, beide Operationsverfahren geeignet (Gillinov et al. 2001) (Gillinov et al. 2001) (Grossi et al. 2001). Jedoch ist, wenn möglich, ein Vorziehen der Mitralklappenrekonstruktion gegenüber dem Ersatz der Mitralklappe anzustreben (Calafiore et al. 2004), da bei der Rekonstruktion eine geringere perioperative Mortalität und geringere Operationsrisiken bestehen (Harb u. Griffin 2017). Darüber hinaus zeigt die Mitralklappenrekonstruktion im Vergleich zum Mitralklappenersatz bei Patienten mit degenerativer Mitralklappenenerkrankung ein besseres risikoadjustiertes Langzeitüberleben (Daneshmand et al. 2009).

Bei Vorliegen einer schwergradigen Mitralklappeninsuffizienz und Zugehörigkeit zu der Gruppe der sogenannten Hochrisikopatienten demonstrierten die Ergebnisse des Mitralklappenersatzes ein analoges, wenn nicht sogar besseres Outcome als die Ergebnisse des Verfahrens der Rekonstruktion (Borger et al. 2006).

In Anbetracht der Komplikationen konnten bei der Mitralklappenrekonstruktion weniger Schlaganfalls- und Niereninsuffizienzraten identifiziert werden, wohingegen hinsichtlich der Blutungsdauer keinerlei Differenzen zwischen den beiden Operationsverfahren gezogen werden konnte (Shang et al. 2017).

In der vorliegenden Arbeit erfolgte bei 85,2 % des Patientenkollektives eine Rekonstruktion der Mitralklappe und bei entsprechend 14,8 % der Ersatz dieser. Dies lässt sich durch die bereits angeführten positiveren Aspekte einer Reparatur, unter anderem einer geringeren perioperativen Mortalität (Harb u. Griffin 2017), legitimieren. Dahingegen erklären Acker et al., dass die Gegebenheit der geringeren perioperativen Mortalität durch die Tatsache des divergenten Alters bei den unterschiedlichen Operationsverfahren bedingt ist. Patienten mit Indikation zum Ersatz der Mitralklappe weisen aufgrund des höheren Alters eher Komorbiditäten auf, welche wiederum die höheren Mortalitätsraten begründen (Acker et al. 2014). In der vorliegenden Arbeit war dieser Altersunterschied quasi nicht vorhanden (mittleres Alter bei Mitralklappenersatz 61,5 Jahre, bei Mitralklappenrekonstruktion 61,1 Jahre). Unterschiede gab es jedoch bei der mittleren Operationsdauer. Diese betrug bei der Mitralklappenrekonstruktion $186,1 \pm 36,3$ Minuten und war somit deutlich kürzer als bei dem Mitralklappenersatz, welcher im Mittel eine Zeitspanne von $230,6 \pm 38,8$ Minuten benötigte. Ähnliche Relationen bestätigen sich im internationalen Studienvergleich (Lio et al. 2014) (Magne et al. 2009) (Mantovani et al. 2004).

Dem allgemeinen Trend folgend wurde in der vorliegenden Arbeit ein Großteil der Patienten mit einer klappenerhaltenden Rekonstruktion versorgt. Dies in Kombination mit einem minimalinvasiven chirurgischen Zugang stellt den derzeitigen Goldstandard in der Mitralklappenchirurgie dar.

4.1.2 Demographische Daten

Bei Betrachtung der demographischen Daten in der relevanten Literatur zu Mitralklappenoperationen zeigt sich, dass Patienten bereits in jüngerem Alter operationspflichtig werden. Je nach Studie liegt das durchschnittliche Alter der behandelten Patienten zwischen 50 und 65 Jahren (Kang et al. 2009) (Grossi et al. 2011) (Nishida et al. 2018). In der vorliegenden Arbeit wurde das mittlere Alter des Gesamtkollektives mit 61 ± 12 Jahren datiert. Im Vergleich dazu werden Patienten mit anderen kardiologischen Erkrankungen (Aortenstenose, KHK) erst deutlich später operationspflichtig.

Häufiger sind Männer von einer Mitralklappenerkrankung betroffen. So reicht im internationalen Studienvergleich der prozentuale Anteil an Männern von 55,0 % (Kamperidis et al. 2017) über 55,8 % (Lai et al. 2017) bis hin zu 84,3 % (Bax 2004). In der vorliegenden Arbeit ist das männliche Geschlecht mit 85,2 % ebenfalls überrepräsentiert. Allerdings findet sich auch eine Studie zur „Mitral-Valve-in-Valve Implantation“ bei Hochrisikopatienten, in der das weibliche Geschlecht mit 68,4 % dominiert (Elmously et al. 2018).

Mit einem gemittelten BMI von $26,2 \pm 4,0$ kg/m² in der vorgelegten Arbeit liegt dieser in der Kategorie des leichten Übergewichts, welches definitionsgemäß BMI-Werte zwischen 25,0 und 30,0 kg/m² annehmen darf (Di Angelantonio 2018). Im Vergleich lieferten Kang et al., in einer Studie zur Mitralklappeninsuffizienz ohne Differenzierung nach der Genese, mit $24,5 \pm 3,4$ kg/m² einen geringfügig niedrigeren mittleren BMI des untersuchten Patientenkollektives (Kang et al. 2009).

Zusammengefasst entspricht die Zusammensetzung des hier untersuchten Patientenkollektivs im Wesentlichen den Angaben in der einschlägigen Literatur zur Mitralklappenchirurgie.

4.1.3 Bedingt die minimalinvasive Mitralklappenchirurgie mit Verwendung des periareolären Zugangsweges Sensibilitätsstörungen im Bereich der vorderen Brustwand?

Der in dieser Studie verwendete minimalinvasive Zugang führt über eine periareoläre Inzision entlang des kaudalen Pols der rechten Mamille, vergleichbar mit der Technik nach Poffo et al. (Poffo et al. 2018). Damit unterscheidet sich dieser Zugang von den meisten in der Literatur angeführten Zugangswegen, welche entweder als eine 4 bis 8 cm umfassende rechtsseitige laterale Minithorakotomie oder eine partielle obere Sternotomie ausgeführt werden (Koprivanac et al. 2017). Der periareoläre Zugang ist gewissermaßen die anspruchsvollste Form der minimalinvasiven Mitralklappenchirurgie mit den bestmöglichen kosmetischen Resultaten. Generell stellt sich die Frage ob durch diesen Zugang negative Effekte, insbesondere Sensibilitätsstörungen bei den Patienten verursacht werden können.

Zunächst einmal ist festzuhalten, dass nur ein kleiner Teil der Patienten über mittlere oder stärkere Gefühlsstörungen im postoperativen Verlauf klagte. 61 % der Patienten gaben keinerlei Gefühlsstörungen an. Dabei scheint die Narbenlänge keinen Einfluss auf das subjektive Empfinden von Sensibilitätsstörungen zu haben (Abbildung 14).

Auch im intraindividuellen Seitenvergleich waren keine eindeutigen Hinweise für eine gestörte sensible Innervation im Mamillenbereich der operierten Seite festzustellen, was die Ergebnisse der neurologischen Testungen verdeutlichen (Abbildung 21). Als mögliche Gründe sind eine exzellente Narbenadaptation und eine nur sehr geringe nervale Schädigung des üblicherweise sehr sensiblen Mamillenbereichs im Rahmen der Operation anzunehmen. Lediglich bei der Ermittlung der Algesie (Nadelradtest) war bei etwa der Hälfte der Patienten eine Rechtsdominanz erkennbar.

Die Literaturrecherche bezüglich peripher-neurologischer Schäden nach minimalinvasiven Herzoperationen liefert keine verwertbaren Ergebnisse, da der periareoläre Zugangsweg aktuell noch keine standardisierte Methode darstellt und hierüber bislang nichts publiziert wurde. Einige wenige Studien beschreiben zwar neurologische Defizite infolge von minimalinvasiven Eingriffen. Diese beziehen sich jedoch auf zerebrovaskuläre Ereignisse im Sinne von perioperativen Schlaganfällen. Mohr et al. führten untersuchten entsprechend 1339 Patienten, von denen zehn Jahren post operationem 41 Patienten kleinere ($n=28$; 2,1%) und größere ($n=13$; 1,0%) neurologische Defizite erlitten hatten (Mohr et al. 1999) (Ritwick et al. 2013). Analog beschreiben Barbero et al. das Auftreten von geringen neurologischen Dysfunktionen, die eine temporäre neurologische Beeinträchtigung bedingen (Barbero et al. 2017). Eine frühere Arbeit beschreibt bei Anwendung des periareolären Zuganges in seinem eigentlichen Anwendungsgebiet – der Gynäkologie, die Absenz von postoperativ aufgetretenen Sensibilitätsstörungen im Bereich der Mamille (Pitanguy et al. 1974).

Einen weiteren zu betrachtenden Aspekt stellt, bedingt durch die unterschiedliche Anatomie bei Mann und Frau, die Thematik der Sensibilitätsstörung und der Geschlechterverteilung dar. Da die Mamille, besser Mamma, bei der Frau ein sekundäres Geschlechtsmerkmal repräsentiert, wird primär davon ausgegangen, dass sich hier entsprechende Sensibilitätsirritationen womöglich stärker äußern. Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen, dass 50 % ($n=4$) der Patienten keine Gefühlsstörungen angaben; bei den Patienten waren dies 63 % (Abbildung 17) ($p= 0,091$). Fernerhin ist interessant, dass stark ausgeprägte Missempfindungen von 2 % der männlichen Probanden beschrieben wurden, wohingegen keine der weiblichen Probanden diese angab. Neben der anatomischen Diskrepanz sollten hier individuell divergente Empfindungswahrnehmungen in Erwägung gezogen werden.

Zur objektiven Beurteilung der einer Gefühlsstörung zugrundeliegenden Nozizeption dienten die mittels sensorisch-evozierten-Potentiale gewonnen Latenz- und Amplitudenwerte der Nn. mediani. Bei lediglich $n = 3$

Probanden (5,6%) konnte eine pathologische Abweichung der Latenz des rechten N. medianus von den Normwerten im Vergleich zum linken N. medianus, welcher als Kontrollwert fungierte, gemessen werden (Tabelle 7) ($p < 0,001$) (Berlit 2006). Bezüglich der Amplituden lag bei $n = 7$ Patienten (13,0%) eine Deviation des linken Nervens im Vergleich zum rechten vor (Tabelle 8) ($p < 0,001$) (Berlit 2006). Ein eindeutiger kausaler Zusammenhang zwischen den vorliegenden pathologischen Werten und dem minimalinvasiven Eingriff kann aufgrund fehlender präoperativer SEP-Testung nicht hergestellt werden. Obschon meist zugrunde liegende demyelinisierende Pathologien der afferenten Fasersysteme mit Latenzverzögerungen und Amplitudenreduktionen mit axonalen Schädigungen einhergehen, sollten gewisse Geschehnisse, wie beispielsweise eine temporäre Dispersion, mitberücksichtigt werden, da dies letztendlich zu falsch positiven pathologischen Veränderungen im SEP führen kann (Wöhrle 2017).

Summa summarum verdeutlichen die Ergebnisse der vorgelegten Arbeit einen lediglich geringen Prozentsatz pathologischer linksseitiger Latenz- und Amplitudenwerte im Seitenvergleich, unabhängig des Alters. Folglich bedingt die minimalinvasive periareoläre Mitralklappenchirurgie keine messbare Minderung der Nervenleitgeschwindigkeit ($p < 0,001$).

4.1.4 Wird die Lebensqualität aufgrund von Sensibilitätsstörungen im Bereich der vorderen Brustwand negativ beeinflusst?

Von hoher Relevanz ist die subjektive Empfindung der Patienten im Hinblick auf die Lebensqualität. Die vorgelegte Arbeit versuchte, die Lebensqualität anhand verschiedener Merkmale, unter anderem Beeinträchtigungen bei der Wundheilung, einer eventuell vorhandenen kardialen Beschwerdesymptomatik und empfundener Gefühlsstörungen und sonstiger subjektiver Einschränkungen zu quantifizieren. Zu diesem Zweck wurde ein Fragebogen entwickelt (s. Anhang).

Die Auswertung des Fragebogens erbrachte relativ homogene Ergebnisse. Bei 92,6 % der Patienten (n=50) war eine primäre Wundheilung eingetreten (Abbildung 7) ($p = 0,610$). Grundsätzlich wird die Wundheilung von diversen Faktoren, wie bakterielle Kolonisation der Haut, Durchblutungssituation oder von der Kollagensynthese, bestimmt (Wallace u. Bhimji 2018) (Bowden et al. 2016). Es konnte in der Arbeit gezeigt werden, dass der periareoläre Zugang keine Besonderheiten in der Wundheilung mit sich brachte, obgleich es sich bei diesem Zugang um eine Inzision an der Barriere zweier unterschiedlicher Hautareale handelt. Diese Erkenntnis lässt sich in der einschlägigen Literatur bestätigen (Poffo et al. 2018). Darüber hinaus berichten Zhang et al. in ihrer vergleichenden Studie zwischen minimalinvasiver und konventioneller Mitralklappenchirurgie, dass beim Erstgenannten signifikant weniger Wundheilungsstörungen auftraten ($p < 0,05$) (Zhang et al. 2018). Als möglichen Grund führen sie den Mangel an subkutanem Fettgewebe im Bereich des Sternums an (Zhang et al. 2018). Doenst et al. betonen zudem, dass durch die minimalinvasive Mitralklappenchirurgie, verglichen zur Sternotomie, eine sieben Tage frühere Reintegration in die Arbeitswelt erfolgte (Doenst et al. 2017).

Zur weiteren Beurteilung des Outcomes des periareolären Zuganges in puncto Lebensqualität werden die durch Gefühlsstörungen bedingten Einschränkungen (3,7%; n=2; $p = 0,721$; Abbildung 11) und Hemmungen bei Körperkontakt (1,9%; n=1; $p = 0,047$; Abbildung 12) betrachtet. Die in der Minderheit der Fälle auftretenden postoperativen

Sensibilitätsstörungen ziehen demnach nur in den seltenen Fällen nachteilige Effekte bezüglich der Lebensqualität nach sich.

Zudem wird hinsichtlich des Alters von Poffo et al. angeführt, dass bezüglich periareolärem Zugang bei jüngeren Patienten Vorsicht geboten ist und eine präoperative Evaluation der Mammae erfolgen sollte. Ebenfalls sollten Patienten, die 40 Jahre und älter sind, präoperativ mittels Sonographie oder Mammographie untersucht werden, um eventuelle nicht diagnostizierte Pathologien zu screenen. Kontraindiziert für einen periareolären Zugang sind unter anderem eine inkomplette Mammogenese bei jungen Frauen, laktierende Mammae und tumorsuspekte Befunde der Mammae (Poffo et al. 2009) (Poffo et al. 2018).

4.1.5 Welche Aussagen lassen sich von Seiten der Patienten hinsichtlich ihrer Zufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis machen?

96,3 % (n=52) des Gesamtpatientenkollektives bestätigten ihre Zufriedenheit hinsichtlich des kosmetischen Ergebnisses und empfahlen die minimalinvasive Methode weiter. Zahlreiche aktuelle Studien konnten die positiven kosmetischen Effekte ebenfalls bestätigen (Dogan et al. 2005) (Cosgrove et al. 1998) und beschrieben darüber hinaus bessere funktionelle Ergebnisse im Vergleich zur konventionellen Sternotomie (El Ashkar u. Khallaf 2016) (Svensson et al. 2010).

Die vorliegende Studie ermittelte eine mittlere Narbenlänge von 7,2 cm, wobei diese bei den weiblichen Patienten (8,7 cm) ($p < 0,05$) um 1,8 cm länger war als bei den männlichen (6,9 cm) ($p < 0,05$). Im Vergleich zur internationalen Studienlage, dessen gemittelte Narbenlänge im Bereich zwischen 7,6 und 10,1 cm liegt (The Johns Hopkins University 2018), konnten hiermit bessere Resultate im Sinne kürzerer Inzisionen erzielt werden.

Zudem zeigt die vorliegende Arbeit, dass die Zufriedenheit der Patienten bezüglich des kosmetischen Ergebnisses unabhängig von der Narbenlänge ist (Abbildung 19) ($p < 0,05$). Mögliche Erklärung könnte die relevantere Stellung der Wundheilung über der Narbenlänge sein, wobei die Wundheilung im periareolären Bereich aufgrund der dortigen subkutanen Gewebebeschaffenheit und hohen Durchblutung günstigen Faktoren unterliegt (Zhang et al. 2018).

Im Vergleich zur minimalinvasiven Mitralklappenchirurgie entstehen bei konventioneller Operation mit Sternotomie Narbenlängen von 20,3 bis 25,4 cm (The Johns Hopkins University 2018). Die größere Narbe resultiert häufig in geringerer Zufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis (Castillo et al. 2013). Zudem besteht bei einer Längseröffnung des Brustbeines trotz anschließender Osteosynthese die Gefahr einer Sternuminstabilität (Voss et al. 2008).

4.2 Methodenkritik

4.2.1 Minimalinvasive Chirurgie versus Sternotomie

Die Mitralklappenchirurgie bediente sich in den zurückliegenden Jahren zunehmend minimalinvasiver Verfahren (Seeburger et al. 2008) (Grossi et al. 2002) (Holzhey et al. 2011) (Vassileva 2016). Der Anteil des minimalinvasiven Zuganges an der Gesamtzahl isolierter Mitralklappenoperationen in Deutschland beläuft sich zu gegenwärtigen Zeiten auf etwa 45,2 % (Funkat et al. 2014), im Jahre 2004 wurde der Prozentsatz noch mit 11,9 % datiert (Gammie et al. 2010).

Während in der einschlägigen Literatur mit minimalinvasiver Inzision meist die anterolaterale Minithorakotomie beabsichtigt ist (Dunkel et al. 2016) (Minol et al. 2018), verwendete die vorliegende Arbeit den periareolären Schnitt als minimalinvasiven Zugangsweg. Ob der minimalinvasive Zugang oder die konventionelle Sternotomie bezüglich der funktionellen Operationsergebnisse die bessere Variante darstellt, wird aktuell intensiv beforscht.

Glauber et al. berichteten in einer retrospektiven Studie mit 1604 Patienten, bei denen eine minimalinvasive Mitralklappenchirurgie erfolgte, analog zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Mortalität und Morbidität im Vergleich zur Sternotomie (Glauber et al. 2015) (Jiang et al. 2018). Die Ein-Jahres-Mortalität betrug in zuletzt genanntem Verfahren in der Studie von Iribarne et al. 5 %, in der minimalinvasiven Variante 3,9 % (Iribarne et al. 2010). Die Metaanalyse von Modi et al. führte in einer Fall-Kontroll-Studie die Vorteile dieses Verfahrens an. Geringere Schmerzen, ein niederes Risiko für Wundinfektionen, ein geringerer Bedarf an Bluttransfusionen (Modi et al. 2008) (Tang et al. 2015) sowie eine kürzere Krankenhausaufenthaltsdauer und ein verbessertes kosmetisches Outcome zeichneten das minimalinvasive Verfahren aus (Brinkman et al. 2010) (Cohn et al. 1997) (Mihaljevic et al. 2004) (Yamada et al. 2003).

Kritiker führen die längere Dauer der extrakorporalen Zirkulation und die längere Operationszeit an (Modi et al. 2008) (Pope u. Ailawadi 2014). Moscarelli et al. bestätigen die intraoperative prolongierte Ischämiedauer (Moscarelli et al. 2018).

Bei älteren Patienten (>80 Jahre) ist zudem, bedingt durch eine Kalzifikation -insbesondere des Mitralklappenanulus-, zuweilen eine erfolgreiche Reparatur der Mitralklappe nicht realisierbar (Seeburger et al. 2013). Von hoher Relevanz ist die Morphologie der zu operierenden Struktur, wobei gewisse Gegebenheiten, wie beispielsweise die Plaquebildung in der Aorta und den großen Gefäßen, einen minimalinvasiven Eingriff erschweren können und womöglich eine konventionelle Sternotomie indizieren (Doenst et al. 2017).

Einen weiteren Aspekt führen Gammie et al. mit der These einer höheren Schlaganfallsrate bei minimalinvasiver Mitralklappenkorrektur an (Gammie et al. 2010) (Downs et al. 2016). Bei letztgenanntem Verfahren konnte in den ersten 30 Tagen post operationem eine Schlaganfallsrate von 2,1 % identifiziert werden, wohingegen bei der Sternotomie dieser Wert 1,2 % betrug (Cheng et al. 2011).

In der Studie von Mohr et al. wird ein höheres Risiko für Verletzungen der Leistengefäße und Nachblutungen genannt, das wiederum durch steigende Expertise der Operateure rückläufige Tendenzen zeigt (Mohr et al. 1998).

4.2.2 Fragebogeninstrument

Das in dieser Studie verwendete Fragebogeninstrument umfasst Fragen, die vor ihrem Einsatz extensiv auf ihre Konformität hinsichtlich der Arbeitshypothese und auf ihre ethische Integrität geprüft wurden. Eine statistisch eindeutiger Auswertbarkeit konnte durch Klassifikation der Antwortmöglichkeiten in vier Abstufungen realisiert werden, da bei gerader Anzahl der Antwortmöglichkeiten das strikte Auswählen der Mitte umgangen werden kann. Bei der Auswahl der Items wurde darauf geachtet, dass die Konzeption der Fragen einen unmittelbaren Vergleich zwischen präoperativem und postoperativem Status ermöglicht. Die Symptomfragen wurden entsprechend dem Ziel der Abfrage der wichtigsten Symptome einer Mitralklappenerkrankung herausgearbeitet (Boudoulas u. Boudoulas 2013) und um jene Fragen bezüglich der Sensibilitätsstörungen expandiert. Der Fragebogenumfang wurde überschaubar gehalten, um die Motivation der Probanden zu bewahren.

Bei Bearbeitung des Fragebogens stellte sich von Seiten der Probanden des Öfteren die Frage nach einer Determination von bestimmten Begriffen. In Nachfolgeuntersuchungen wird daher darauf zu achten sein, dass unter anderem Definitionen bestimmter Termini oder eine Anführung von Beispielen zum besseren Verständnis angeführt werden sollten, um nicht zuletzt eine bessere Objektivierbarkeit dieses subjektiven Tests zu gewährleisten.

4.2.3 Interpretation der Untersuchungen

Bei Reflexion der speziellen neurologischen Untersuchungen fällt auf, dass bei den subjektiven Testungen, wie unter anderem dem semiquantitativen Brush- oder dem Nadelrad - Test, die Analyse aufgrund diverser Umstände limitiert wird. Die Variabilität in der Interpretationsweise der Probanden bedingt eine Variabilität in den erhobenen Daten, wodurch unterschiedliche Ergebnisse resultieren konnten, auch wenn diese im Grunde äquivalent gewesen wären. Ferner setzt die Objektivität eine konsistente Ausführung von Seiten des Untersuchers voraus.

Zum Systematisieren der Testungen erfolgte eine topographische Einteilung der Mammæ in Quadranten (siehe 2.4.). Obgleich sich diese Methode generell als sinnvoll erwies, zeigte sich eine Limitation bei Patienten, deren Narben sich infolge einer Schnitterweiterung (z.B. bei besonders kleiner Mamille) über mehrere Quadranten zogen.

Im Vergleich zu anderen subjektiven Untersuchungen, bei welchen keine Kontrollgruppen vorhanden waren (Van Rooij et al. 2017), bildete in der vorliegenden Studie die linke Mamma der Probanden die Kontrollseite. Jedoch war bei einigen Probanden diese Seite in der Sensibilität vorneweg eingeschränkt, sodass sie ihrer Funktion als Referenzwert nicht in allen Fällen gerecht werden konnte.

Die Interpretation der sensorisch evozierten Potentiale (siehe 2.4.6) bedarf der Kenntnis beeinflussender Faktoren. Grundsätzlich erfolgt mit steigendem Alter eine stetige Zunahme der kortikalen Latenzen und der spinokortikalen Überleitungszeiten sowie eine Abnahme der Amplituden (Jörg u. Hielscher 1993) (Vogel 2006). Die Körpergröße, vor allem die Länge der Gliedmaßen, hat einen wichtigen Einfluss auf die Latenz (Hufschmidt et al. 2009).

Bei Betrachtung des Geschlechts in der vorliegenden Studie zeigen sich beim weiblichen Geschlecht mit durchschnittlich 20,7 Millisekunden kürzere Latenzzeiten als beim männlichen Geschlecht (24,9 Millisekunden). Diese Aussage wird von Hufschmidt et al. bestätigt (Hufschmidt et al. 2009).

E. Kochs et al. veranschaulichen mit ihren etwas älteren, jedoch stets gültigen Thesen, dass pharmakologische Faktoren ebenfalls einen Stellenwert hinsichtlich der Messungen der sensorisch evozierten Potentiale einnehmen. Midazolam, beispielsweise, reduziert die Amplitude (Kochs u. Schulte am Esch 1988), wobei von keinem, der an unserer Studie beteiligten Probanden, ein dauerhafter Konsum von Benzodiazepinen bejaht wurde.

4.2.4 Stärken und Limitationen

Primäre Stärke dieser Studie war ihr prospektives Design, wobei nach Hypothesenaufstellung Daten erfasst werden konnten, die genau auf die Anforderungen der Studie abgestimmt wurden.

Ein weiterer positiver Aspekt war der hohe Prozentsatz an rekrutierten Patienten mit 76 % (n=54/71). Um dem Ziel einer qualitativ hochwertigen Analyse der Arbeitshypothesen gerecht zu werden, wurde besonderes Augenmerk auf strenge Einhaltung der Ein- und Ausschlusskriterien gelegt, um nicht zuletzt eine homogene Probandengruppe zu erhalten.

Die erfolgte Messung der sensorisch-evozierten Potentiale ließ eine Objektivierbarkeit zu. Die für diesen Test erforderliche neuronale Stimulation verursachte zum Teil unangenehme Missempfindungen bis hin zu Schmerzen, weshalb eine direkte periareoläre Messung ausgeschlossen war. Obgleich sich die Messung der Nervi mediani als eine gute Alternative erwies, wäre bei zukünftiger Testung die Entwicklung einer Methode zur direkten periareolären Stimulation wünschenswert.

Grundsätzlich beinhaltete die postoperative Nachsorge der Patienten eine kardiologische Nachuntersuchung innerhalb der ersten sechs Monate nach der Operation. Das kürzeste postoperative Zeitintervall zum Zeitpunkt der Erhebung der Studie wurde mit sieben Monaten datiert. Ergo konnten für alle Probanden postoperative kardiologische Befunde zur Auswertung angefordert werden. Jedoch sind vor allem echokardiographische Nachkontrollen stark Untersucher-abhängig, so dass diese nicht in die Auswertung einbezogen worden sind.

4.3 Schlussfolgerung

Mit der Studie „Untersuchungen zur Sensibilität der vorderen Brustwand bei minimalinvasiven Mitralklappenoperationen“ wurde erstmals unter dieser Fragestellung eine Kohorte von 54 Patienten mit einem periareolären Zugang in einem prospektiven Ansatz untersucht.

Insgesamt konnten keine relevanten Sensibilitätsstörungen festgestellt werden. Die Mehrheit der Patienten war mit den kosmetischen Ergebnissen der Operation sehr zufrieden und empfand keinerlei subjektive Einschränkung der Lebensqualität. Die periareoläre Inzision konnte als Standardzugang für die minimalinvasive Mitralklappenchirurgie am Universitätsklinikum Ulm etabliert werden.

5 Zusammenfassung

Minimalinvasive Mitralklappeneingriffe wurden bislang über eine anterolaterale Minithorakotomie durchgeführt. Der periareoläre Zugang ermöglicht die weitere Reduktion des chirurgischen Traumas und liefert die besten kosmetischen Resultate.

Ziel der Arbeit war es zu untersuchen, ob durch die Inzision im sensiblen Mamillenbereich Sensibilitätsstörungen im Bereich der vorderen Brustwand auftreten können, die gegebenenfalls zu Beeinträchtigungen der Lebensqualität führen.

Im Zeitraum von April 2014 bis März 2016 erfolgte an der Universität Ulm bei 54 Patienten eine Mitralklappenkorrektur (Rekonstruktion n=46, Ersatz n=8) über einen periareolären Zugang. Die Nachuntersuchung beinhaltete neben einer Fotodokumentation und Vermessung der Narben eine neurologische Beurteilung der Brustwandsensibilität (Pinsel-, Nervenrad-, Stimmgabel-, und Wärme-/ Kälte-tests, somatosensorisch (-sensibel) evozierte Potentiale des Nervus medianus). Im Rahmen eines eigens entwickelten Fragebogens wurden verschiedene Ebenen der Lebensqualität erfasst.

Bei allen 54 Patienten fand eine erfolgreiche Mitralklappenkorrektur ohne Rezidiv einer Insuffizienz der Mitralklappe innerhalb eines Zeitraumes von 15 ± 7 Monaten statt. Das Patientenkollektiv umfasste 46 männliche und acht weibliche Patienten mit einem mittleren Alter von $61,2 \pm 11,8$ (29-85) Jahren. Der durchschnittliche Body-Mass-Index lag bei $26,2 \pm \text{kg/m}^2$ (19,4-36,2 kg/m^2). Die gemittelte Narbenlänge maß $7,2 \pm 1,6$ cm. Die kosmetischen Befunde zeigten ausgezeichnete Ergebnisse, wobei lediglich in zwei Fällen eine diskrete Keloidbildung festgestellt wurde. Die Auswertung des Fragebogens erbrachte, dass etwa zwei Drittel der Patienten keinerlei sensible Ausfallserscheinungen aufwiesen. Lediglich bei 39 % (n=21/54) bestanden subjektiv empfundene Hautirritationen im periareolären Bereich, wobei sich 96 % (n=52/54) hierdurch in keiner Weise beeinträchtigt fühlten. 98 % (n=53/54) gaben keine Beeinträchtigungen bei

intimem Körperkontakt an. Die Messungen der somatosensorisch (-sensibel) evozierten Potentiale des Nervus medianus ergaben bei drei Patienten pathologische Latenz- und bei sieben Patienten pathologische rechtsseitige Amplitudenwerte, wobei kein Bezug zur minimalinvasiven Technik hergestellt werden konnte. In Summe gaben 98 % der Patienten an, die angewandte Methode weiterzuempfehlen.

Der periareoläre Zugangsweg konnte sich im Rahmen der minimalinvasiven Mitralklappenkorrektur als exzellentes Verfahren mit optimalen kosmetischen Ergebnissen etablieren. Die dabei auftretenden sensiblen Irritationen im Mamillenbereich sind zu vernachlässigen und beeinträchtigen nicht die Lebensqualität der Patienten.

6 Literaturverzeichnis

1. Acker M A, Parides M K, Perrault L P, Moskowitz A J, Gelijns A C, Voisine P, Smith P K, Hung J W, Blackstone E H, Puskas J D, Argenziano M, Gammie J S, Mack M, Ascheim D D, Bagiella E, Moquete E G, Ferguson T B, Horvath K A, Geller N L, Miller M A, Woo Y J, D'Alessandro D A, Ailawadi G, Dagenais F, Gardner T J, O'Gara P T, Michler R E, Kron I L: Mitral-Valve Repair versus Replacement for Severe Ischemic Mitral Regurgitation. *New England Journal of Medicine* 370: 23–32 (2014)
2. Akowuah E, Burdett C, Khan K, Goodwin A, Lage I B, El-Saegh M, Smailes T, Hunter S: Early and Late Outcomes After Minimally Invasive Mitral Valve Repair Surgery. *The Journal of Heart Valve Disease* 24: 470–477 (2015)
3. Ayub B, Guthier J, Wu J K, Martinez M W: Durability, Reliability, Viability: 48 Year-survival of a Starr–Edwards Mitral Valve. *Heart, Lung and Circulation* 23: 96–97 (2014)
4. Barbero C, Marchetto G, Ricci D, Rinaldi M: Temporary Neurological Dysfunction After Minimal Invasive Mitral Valve Surgery: Influence of Type of Perfusion and Aortic Clamping Technique. *The Annals of Thoracic Surgery* 103: 691–692 (2017)
5. Baumgartner H, Falk V, Bax J J, De Bonis M, Hamm C, Holm P J, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Rodriguez Muñoz D, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano J L, ESC Scientific Document Group, Roffi M, Alfieri O, Agewall S, Ahlsson A, Barbato E, Bueno H, Collet J-P, Coman I M, Czerny M, Delgado V, Fitzsimons D, Folliguet T, Gaemperli O, Habib G, Harringer W, Haude M, Hindricks G, Katus H A, Knuuti J, Kolh P, Leclercq C, McDonagh T A, Piepoli M F,

- Pierard L A, Ponikowski P, Rosano G M C, Ruschitzka F, Shlyakhto E, Simpson I A, Sousa-Uva M, Stepinska J, Tarantini G, Tchétché D, Aboyans V, Windecker S, Aboyans V, Agewall S, Barbato E, Bueno H, Coca A, Collet J-P, Coman I M, Dean V, Delgado V, Fitzsimons D, Gaemperli O, Hindricks G, Iung B, Jüni P, Katus H A, Knuuti J, Lancellotti P, Leclercq C, McDonagh T, Piepoli M F, Ponikowski P, Richter D J, Roffi M, Shlyakhto E, Simpson I A, Zamorano J L, Kzhdryan H K, Mascherbauer J, Samadov F, Shumavets V, Camp G V, Lončar D, Lovric D, Georgiou G M, Linhartova K, Ihlemann N, Abdelhamid M, Pern T, Turpeinen A, Srbinovska-Kostovska E, Cohen A, Bakhutashvili Z, Ince H, Vavuranakis M, Temesvári A, Gudnason T, Mylotte D, Kuperstein R, Indolfi C, Pya Y, Bajraktari G, Kerimkulova A, Rudzitis A, Mizariene V, Lebrun F, Demarco D C, Oukerraj L, Bouma B J, Steigen T K, Komar M, De Moura Branco L M, Popescu B A, Uspenskiy V, Foscoli M, Jovovic L, Simkova I, Bunc M, de Prada J A V, Stagmo M, Kaufmann B A, Mahdhaoui A, Bozkurt E, Nesukay E, Brecker S J D: 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European Heart Journal* 38: 2739–2791 (2017)
6. Bär M, Bengel G, Bogdan Ch, Braune S, Els T, Feuerstein T G, Glocker F X, Grosu A, Harloff A, Heinen F, Hellwig B, Hetzel A, Hornyak M, Hufschmidt A, Hummel S, Huzly D, Kaube H, Kimmig H, Kofler M, Kottlors M, Lücking C H, Meyer P T, Niesen W-D, Nikkhah G, Pagenstecher A, Prießmann H, Rauer S, Reinhard M, Rocamora R, Schmidtke K, Schulze-Bonhage A, Spreer J, Wallesch C W, Weber W, Wenzel S, Ziefer Ph, Zucker B: *Neurologie compact: Für Klinik und Praxis*. In: Hufschmidt A, Lücking C H, Rauer S (Hrsg) 5. Aufl, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York Delhi, S. 697 (2009)

7. Bax J J: Restrictive Annuloplasty and Coronary Revascularization in Ischemic Mitral Regurgitation Results in Reverse Left Ventricular Remodeling. *Circulation* 110: II-103-II-108 (2004)
8. Berlitz P: *Memorix Neurologie*. 4. Aufl, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, S. 107–108 (2006)
9. Borger M A, Alam A, Murphy P M, Doenst T, David T E: Chronic Ischemic Mitral Regurgitation: Repair, Replace or Rethink? *The Annals of Thoracic Surgery* 81: 1153–1161 (2006)
10. Boudoulas K D, Boudoulas H: Floppy Mitral Valve (FMV)/Mitral Valve Prolapse (MVP) and the FMV/MVP Syndrome: Pathophysiologic Mechanisms and Pathogenesis of Symptoms. *Cardiology* 126: 69–80 (2013)
11. Bowden L G, Byrne H M, Maini P K, Moulton D E: A morphoelastic model for dermal wound closure. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology* 15: 663–681 (2016)
12. Brinkman W T, Hoffman W, Dewey T M, Culica D, Prince S L, Herbert M A, Mack M J, Ryan W H: Aortic Valve Replacement Surgery: Comparison of Outcomes in Matched Sternotomy and PORT ACCESS Groups. *The Annals of Thoracic Surgery* 90: 131–135 (2010)
13. Calafiore A M, Di Mauro M, Gallina S, Di Giammarco G, Iacò A L, Teodori G, Tavarozzi I: Mitral valve surgery for chronic ischemic mitral regurgitation. *The Annals of Thoracic Surgery* 77: 1989–1997 (2004)

14. Castillo J G, Milla F, Anyanwu A C, Adams D H: Video-atlas on minimally invasive mitral valve surgery—The David Adams technique. *Annals of cardiothoracic surgery* 2: 5 (2013)
15. Cheng D C H, Martin J, Lal A, Diegeler A, Folliguet T A, Nifong L W, Perier P, Raanani E, Smith J M, Seeburger J, Falk V: Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery: a meta-analysis and systematic review. *Innovations (Philadelphia, Pa.)* 6: 84–103 (2011)
16. Cohn L H, Adams D H, Couper G S, Bichell D P, Rosborough D M, Sears S P, Aranki S F: Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of cardiac valve replacement and repair. *Annals of Surgery* 226: 421–428 (1997)
17. Cosgrove D M, Sabik J F, Navia J L: Minimally Invasive Valve Operations. *The Annals of Thoracic Surgery* 65: 1535–1539 (1998)
18. Daneshmand M A, Milano C A, Rankin J S, Honeycutt E F, Swaminathan M, Shaw L K, Smith P K, Glower D D: Mitral Valve Repair for Degenerative Disease: A 20-Year Experience. *The Annals of Thoracic Surgery* 88: 1828–1837 (2009)
19. DGTHG: Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e.V. Die Geschichte der Herzchirurgie. <https://www.dgthg.de/de/Geschichte> (19.05.2018)
20. Di Angelantonio E: Body mass index as a measure of global adiposity. *Archives of Cardiovascular Diseases* 111: 141–143 (2018)

21. Doenst T, Diab M, Sponholz C, Bauer M, Färber G: The opportunities and limitations of minimally invasive cardiac surgery. *Deutsches Aerzteblatt International* 114: 777–784 (2017)
22. Dogan S, Aybek T, Risteski P S, Detho F, Rapp A, Wimmer-Greinecker G, Moritz A: Minimally Invasive Port Access Versus Conventional Mitral Valve Surgery: Prospective Randomized Study. *The Annals of Thoracic Surgery* 79: 492–498 (2005)
23. Downs E A, Johnston L E, LaPar D J, Ghanta R K, Kron I L, Speir A M, Fonner C E, Kern J A, Ailawadi G: Minimally Invasive Mitral Valve Surgery Provides Excellent Outcomes Without Increased Cost: A Multi-Institutional Analysis. *The Annals of Thoracic Surgery* 102: 14–21 (2016)
24. Dunkel E, Zirngast B, Vötsch A, Mächler H, Podesser B: Minimal-invasive Zugänge in der Mitralklappenchirurgie. *Journal für Kardiologie* 23: 1–3 (2016)
25. El Ashkar A M, Khallaf A N: Video-assisted minimally invasive mitral valve surgery: Early experience. *Journal of the Egyptian Society of Cardio-Thoracic Surgery* 24: 223–227 (2016)
26. Elmously A, Worku B, Gray K D, Salemi A: Mitral Valve-in-Valve Implantation as an Elective or Rescue Procedure in High Risk Patients. *The Annals of Thoracic Surgery* 105: 1778–1783 (2018)
27. Enriquez-Sarano M, Akins C W, Vahanian A: Mitral regurgitation. *The Lancet* 373: 1382–1394 (2009)

28. Funkat A, Beckmann A, Lewandowski J, Frie M, Ernst M, Schiller W, Gummert J, Cremer J: Cardiac Surgery in Germany during 2013: A Report on Behalf of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 62: 380–392 (2014)
29. Gammie J S, Zhao Y, Peterson E D, O'Brien S M, Rankin J S, Griffith B P: Less-Invasive Mitral Valve Operations: Trends and Outcomes From The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database. *The Annals of Thoracic Surgery* 90: 1401-1410 (2010)
30. Gillinov A M, Wierup P N, Blackstone E H, Bishay E S, Cosgrove D M, White J, Lytle B W, McCarthy P M: Is repair preferable to replacement for ischemic mitral regurgitation? *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 122: 1125–1141 (2001)
31. Glauber M, Miceli A, Canarutto D, Lio A, Murzi M, Gilmanov D, Ferrarini M, Farneti P A, Quaini E L, Solinas M: Early and long-term outcomes of minimally invasive mitral valve surgery through right minithoracotomy: a 10-year experience in 1604 patients. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 10: 1– 9 (2015)
32. Grossi E A, Galloway A C, LaPietra A, Ribakove G H, Ursomanno P, Delianides J, Culliford A T, Bizekis C, Esposito R A, Baumann F G, Kanchuger M S, Colvin S B: Minimally invasive mitral valve surgery: a 6-year experience with 714 patients. *The Annals of Thoracic Surgery* 74: 660–664 (2002)

33. Grossi E A, Goldberg J D, LaPietra A, Ye X, Zakow P, Sussman M, Delianides J, Culliford A T, Esposito R A, Ribakove G H, Galloway A C, Colvin S B: Ischemic mitral valve reconstruction and replacement: Comparison of long-term survival and complications. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 122: 1107–1124 (2001)
34. Grossi E A, Woo Y J, Patel N, Goldberg J D, Schwartz C F, Subramanian V A, Genco C, Goldman S M, Zenati M A, Wolfe J A, Mishra Y K, Trehan N: Outcomes of coronary artery bypass grafting and reduction annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation: A prospective multicenter study (Randomized Evaluation of a Surgical Treatment for Off-Pump Repair of the Mitral Valve). *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 141: 91–97 (2011)
35. Harb S C, Griffin B P: Mitral Valve Disease: A Comprehensive Review. *Current Cardiology Reports* 19: 73 (2017)
36. Holzhey D M, Shi W, Borger M A, Seeburger J, Garbade J, Pfannmüller B, Mohr F W: Minimally Invasive Versus Sternotomy Approach for Mitral Valve Surgery in Patients Greater Than 70 Years Old: A Propensity-Matched Comparison. *The Annals of Thoracic Surgery* 91: 401–405 (2011)
37. Iribarne A, Russo M J, Easterwood R, Hong K N, Yang J, Cheema F H, Smith C R, Argenziano M: Minimally Invasive Versus Sternotomy Approach for Mitral Valve Surgery: A Propensity Analysis. *The Annals of Thoracic Surgery* 90: 1471–1478 (2010)
38. Iung B: A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *European Heart Journal* 24: 1231–1243 (2003)

39. Jiang Z, Tang M, Ma N, Liu H, Ding F, Bao C, Mei J: Right minithoracotomy versus conventional median sternotomy for patients undergoing mitral valve surgery and Cox-maze IV ablation with entirely bipolar radiofrequency clamp. *Heart and Vessels* 33: 901–907 (2018)
40. Jörg J: SEP in der neurologischen Diagnostik und Therapie. In: Jörg J, Hielscher H (Hrsg) *Evozierte Potentiale in Klinik und Praxis*, 3. Aufl, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 173 (1993)
41. Kamperidis V, van Wijngaarden S E, van Rosendael P J, Kong W K, Leung M, Sianos G, Ajmone Marsan N, Delgado V, Bax J J: Restrictive Mitral Valve Annuloplasty: Prognostic Implications of Left Ventricular Forward Flow. *The Annals of Thoracic Surgery* 104: 1464–1470 (2017)
42. Kang D-H, Kim J H, Rim J H, Kim M-J, Yun S-C, Song J-M, Song H, Choi K-J, Song J-K, Lee J-W: Comparison of Early Surgery Versus Conventional Treatment in Asymptomatic Severe Mitral Regurgitation. *Circulation* 119: 797–804 (2009)
43. Klein A L, Burstow D J, Tajik A J, Zachariah P K, Taliercio C P, Taylor C L, Bailey K R, Seward J B: Age-related prevalence of valvular regurgitation in normal subjects: a comprehensive color flow examination of 118 volunteers. *Journal of the American Society of Echocardiography: Official Publication of the American Society of Echocardiography* 3: 54–63 (1990)
44. Kochs E, Schulte am Esch J: Neurophysiologisches Monitoring (Elektroenzephalogramm, evozierte Potentiale) und Benzodiazepinwirkung. *AINS - Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie* 23: 145–152 (1988)

45. Koprivanac M, Kelava M, Alansari S, Javadikasgari H, Tappuni B, Mick S, Marc G A, Suri R, Mihaljevic T: Degenerative mitral valve disease-contemporary surgical approaches and repair techniques. *Annals of Cardiothoracic Surgery* 6: 38–46 (2017)
46. Lai Y, Guo H, Li J, Dai J, Ren C, Wang Y: Comparison of surgical results in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy after classic or modified morrow septal myectomy. *Medicine* 96: e9371 (2017)
47. Lee A P-W, Acker M, Kubo S H, Bolling S F, Park S W, Bruce C J, Oh J K: Mechanisms of Recurrent Functional Mitral Regurgitation After Mitral Valve Repair in Nonischemic Dilated Cardiomyopathy: Importance of Distal Anterior Leaflet Tethering. *Circulation* 119: 2606–2614 (2009)
48. Lio A, Miceli A, Varone E, Canarutto D, Di Stefano G, Della Pina F, Gilmanov D, Murzi M, Solinas M, Glauber M: Mitral valve repair versus replacement in patients with ischaemic mitral regurgitation and depressed ejection fraction: risk factors for early and mid-term mortality. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 19: 64–69 (2014)
49. Magne J, Girerd N, Senechal M, Mathieu P, Dagenais F, Dumesnil J G, Charbonneau E, Voisine P, Pibarot P: Mitral Repair versus Replacement for Ischemic Mitral Regurgitation: Comparison of Short-Term and Long-Term Survival. *Circulation* 120: S104–S111 (2009)

50. Mantovani V, Mariscalco G, Leva C, Blanzola C, Cattaneo P, Sala A: Long-term results of the surgical treatment of chronic ischemic mitral regurgitation: comparison of repair and prosthetic replacement. *The Journal of Heart Valve Disease* 13: 421-429 (2004)
51. Maurer K, Lang N, Eckert J: *Praxis der evozierten Potentiale: SEP - AEP - MEP - VEP*. 3. Aufl, Steinkopff, Darmstadt, S. 5–64 (2005)
52. Mihaljevic T, Cohn L H, Unic D, Aranki S F, Couper G S, Byrne J G: One thousand minimally invasive valve operations: early and late results. *Annals of Surgery* 240: 529–534 (2004)
53. Minol J-P, Akhyari P, Boeken U, Albert A, Rellecke P, Dimitrova V, Sixt S U, Kamiya H, Lichtenberg A: Previous Sternotomy as a Risk Factor in Minimally Invasive Mitral Valve Surgery. *Frontiers in Surgery* 5: 1–6 (2018)
54. Miyawaki M: Constancy and characteristics of the anterior cutaneous branch of the first intercostal nerve: Correcting the descriptions in human anatomy texts. *Anatomical Science International* 81: 225–241 (2006)
55. Modi P, Hassan A, Chitwood W R: Minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 34: 943–952 (2008)
56. Mohr F W, Falk V, Diegeler A, Walther T, van Son J A M, Autschbach R, Borst H G: Minimally Invasive Port-Access Mitral Valve Surgery. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 115: 567–576 (1998)

57. Mohr F W, Onnasch J F, Falk V, Walther T, Diegeler A, Krakor R, Schneider F, Autschbach R: The evolution of minimally invasive mitral valve surgery – 2 year experience¹. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 15: 233–239 (1999)
58. Moore D C: Anatomy of the intercostal nerve: Its importance during thoracic surgery. *The American Journal of Surgery* 144: 371–373 (1982)
59. Moscarelli M, Terrasini N, Nunziata A, Punjabi P, Angelini G, Solinas M, Buselli A, Sarto P D, Haxhiademi D: A Trial of Two Anesthetic Regimes for Minimally Invasive Mitral Valve Repair. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 32: 2562–2569 (2018)
60. Nickenig G, Mohr F W, Kelm M, Kuck K-H, Boekstegers P, Hausleiter J, Schillinger W, Brachmann J, Lange R, Reichenspurner H: Konsensus der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie zur Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz. *Der Kardiologe* 7: 76–90 (2013)
61. Nishi H, Miyata H, Motomura N, Toda K, Miyagawa S, Sawa Y, Takamoto S: Propensity-matched analysis of minimally invasive mitral valve repair using a nationwide surgical database. *Surgery Today* 45: 1144–1152 (2015)
62. Nishida H, Fukui T, Kasegawa H, Kin H, Yamazaki M, Takanashi S: Causes of repair failure for degenerative mitral valve disease and reoperation outcomes. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 53: 1244–1250 (2018)

63. Novalis: Zitat zum Thema: Herz.
<https://www.aporismen.de/zitat/6287> (23.09.2017)
64. Pitanguy I, Carreirao S E, Garcia L C, Pires E D: Transareolar incision for augmentation mammoplasty. *Plastic and Reconstructive Surgery* 54: 501 (1974)
65. Poffo R, Montanhesi P K, Toschi A P, Pope R B, Mokross C A: Periareolar Access for Minimally Invasive Cardiac Surgery: The Brazilian Technique. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery* 13: 65–69 (2018)
66. Poffo R, Pope R B, Selbach R A, Mokross C A, Fukuti F, Silva Júnior I da, Agapito A, Cidral I: Video-assisted cardiac surgery: results from a pioneer project in Brazil. *Revista Brasileira De Cirurgia Cardiovascular: Orgao Oficial Da Sociedade Brasileira De Cirurgia Cardiovascular* 24: 318–326 (2009)
67. Pope N H, Ailawadi G: Minimally Invasive Valve Surgery. *Journal of Cardiovascular Translational Research* 7: 387–394 (2014)
68. Ritwick B, Chaudhuri K, Crouch G, Edwards J R M, Worthington M, Stuklis R G: Minimally Invasive Mitral Valve Procedures: The Current State. *Minimally Invasive Surgery* 2013: 1–8 (2013)
69. Seeburger J, Borger M A, Falk V, Kuntze T, Czesla M, Walther T, Doll N, Mohr F W: Minimal invasive mitral valve repair for mitral regurgitation: results of 1339 consecutive patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 34: 760–765 (2008)

70. Seeburger J, Raschpichler M, Garbade J, Davierwala P, Pfannmueller B, Borger M A, Mohr F-W, Misfeld M: Minimally-invasive mitral valve surgery in octogenarians—a brief report. *Annals of Cardiothoracic Surgery* 2: 765–767 (2013)
71. Shang X, Lu R, Liu M, Xiao S, Dong N: Mitral valve repair versus replacement in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Disease* 9: 3045–3051 (2017)
72. Sonoo M: S31-1 Generator mechanism of somatosensory evoked potentials (SEPs). *Clinical Neurophysiology* 121: 47 (2010)
73. Svensson L G, Atik F A, Cosgrove D M, Blackstone E H, Rajeswaran J, Krishnaswamy G, Jin U, Gillinov A M, Griffin B, Navia J L, Mihaljevic T, Lytle B W: Minimally invasive versus conventional mitral valve surgery: A propensity-matched comparison. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 139: 926-932.e2 (2010)
74. Tang P, Onaitis M, Gaca J G, Milano C A, Stafford-Smith M, Glower D: Right Minithoracotomy Versus Median Sternotomy for Mitral Valve Surgery: A Propensity Matched Study. *The Annals of Thoracic Surgery* 100: 575–581 (2015)
75. The Johns Hopkins University: Minimally Invasive Cardiac Surgery.
https://www.hopkinsmedicine.org/heart_vascular_institute/conditions_treatments/treatments/minimally_invasive_cardiac_surgery.html (24.03.2018)
76. Ulfing N: Kurzlehrbuch Neuroanatomie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York Delhi, S. 33–48 (2008)

77. Vahl C F, Gruber-Gerardy K F: Von der Herzchirurgie und den Herzklappen. Meilensteine aus 2500 Jahren Herzgeschichte.
http://www.unimedizin-mainz.de/fileadmin/kliniken/htg/Dokumente/090928_Broschuere Edwards.pdf (30.11.2017)
78. Van Rooij F G, Plaizier N O, Vermeer S E, Góraj B M, Koudstaal P J, Richard E, de Leeuw F-E, Kessels R P C, van Dijk E J: Subjective Cognitive Impairment, Depressive Symptoms, and Fatigue after a TIA or Transient Neurological Attack: A Prospective Study. *Behavioural Neurology* 2017: 1–7 (2017)
79. Vassileva C M: Minimally invasive mitral repair: The cost is the same, but what is the price? *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 151: 389–390 (2016)
80. Vogel P: Kursbuch klinische Neurophysiologie: EMG - ENG - Evozierte Potentiale. 2. Aufl, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York Delhi, S. 127–152 (2006)
81. Voss B, Bauernschmitt R, Will A, Krane M, Kröss R, Brockmann G, Libera P, Lange R: Sternal reconstruction with titanium plates in complicated sternal dehiscence. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 34: 139–145 (2008)
82. Wallace H A, Bhimji S S: Wound, Healing, Phases.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470443/?report=reader> (13.08.2018)
83. Wöhrle J C: Evozierte Potentiale (EP). In: Berlit P (Hrsg.) *Klinische Neurologie*, Springer Berlin Heidelberg, S. 1–8 (2017)

84. Yamada T, Ochiai R, Takeda J, Shin H, Yozu R: Comparison of early postoperative quality of life in minimally invasive versus conventional valve surgery. *Journal of Anesthesia* 17: 171–176 (2003)
85. Zhang Q, Chen Q, Lin Zhi-qin, Yu L, Lin Ze-wei, Cao H: Thoracoscope-Assisted Mitral Valve Replacement with a Small Incision in the Right Chest: A Chinese Single Cardiac Center Experience. *Medical Science Monitor* 24: 1054–1063 (2018)

Anhang

Anhang 1 Patientenerfassung

<table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>					<table><tr><td>Gender (m/f)</td><td>Größe</td><td>Gewicht</td><td>BMI</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Gender (m/f)	Größe	Gewicht	BMI				
Gender (m/f)	Größe	Gewicht	BMI										
Diagnose													
OP-Datum --.-.---	Follow-up-Intervall _____	Dauer der OP (min) _____											
Neurologische Vorerkrankungen	☐ nein ☐ ja, welche? _____ _____												
Komplikationen	☐ intraoperativ _____ _____ ☐ postoperativ _____ _____												
Wundheilung	☐ Primär (lediglich Pflasterwechsel ausreichend) ☐ Sekundär (Nähte mussten geöffnet werden, usw.)												
Allergien	☐ nein ☐ ja, welche? _____ _____ _____												

Anhang 2 Patientenfragebogen

Untersuchungen zur Sensibilität der vorderen Brustwand nach minimalinvasiven Mitralklappen-Eingriffen

Wir sind an einigen Angaben interessiert, die Sie und Ihre Gesundheit betreffen. Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen selbst, indem Sie ankreuzen, was am besten auf Sie zutrifft. Es gibt keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten. Ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt.

	<i>Überhaupt nicht</i>	<i>Wenig</i>	<i>Mäßig</i>	<i>Sehr</i>
1) Bereitet es Ihnen Schwierigkeiten sich körperlich zu belasten (z.B. einen schweren Koffer tragen)?	1	2	3	4
2) Gab es nach der Operation Probleme bei der Wundheilung?	1	2	3	4
3) Hatten / Haben Sie Herzbeschwerden (Brennen, Druckgefühl, Luftnot, Müdigkeit)?	1	2	3	4
4)				
a) Seit der Operation habe ich Gefühlsstörungen im Bereich der Brust.	1	2	3	4
b) Aufgrund der Gefühlsstörungen fühle ich mich im Alltag eingeschränkt.	1	2	3	4
c) Aufgrund der Gefühlsstörungen fühle ich mich bei Körperkontakt unwohl.	1	2	3	4
d) Aufgrund der Gefühlsstörungen fühle ich mich bei intmem Kontakt mit mir nahestehenden Menschen gehemmt.	1	2	3	4
5.) Mit den Narben nach der Operation bin ich zufrieden.	1	2	3	4
6.) Sind Sie mit der Operation zufrieden und würden diese Operationsart weiterempfehlen?	1	2	3	4

Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

Anhang 3 Brief an die Patienten

„Anhang 3 Brief an die Patienten“ wurde aus Gründen des Urheberrechts entfernt.

Anhang 4 Anamnesebogen

„Anhang 4 Anamnesebogen“ wurde aus Gründen des Urheberrechts entfernt.

„Anhang 4 Anamnesebogen“ wurde aus Gründen des Urheberrechts entfernt.

„Anhang 4 Anamnesebogen“ wurde aus Gründen des Urheberrechts entfernt.

„Anhang 4 Anamnesebogen“ wurde aus Gründen des Urheberrechts entfernt.

Anhang 5 Weiterführende Untersuchung

Fotodokumentation (beinhaltet Zentimetermessung)	
---	--

Neurologische Untersuchung

Semiquantitativer Brush-Test: _____

Stimmgabel-Test: _____

Nadelrad-Test: _____

Testung auf Wärme und Kälte
(jeweils im Seitenvergleich): _____

Anhang 6 Messung – Arbeitsschritte

1. Schriftlich in der vorgegebenen Liste den Namen des Patienten eintragen

2. Patient Wählen (am PC)

F1 → Id, Name, Vorname, Geburtsdatum ausfüllen

→ Ok

→ Ok

3. F2 → SEP

→ Medianus

→ Ok

4. Kabel: Elektrodeneingang

Patient soll entspannt sein!

- A (Aktiv)

→ rot

- R(Referenz)

→ schwarz

- Symbol (3 Striche)

→ grün

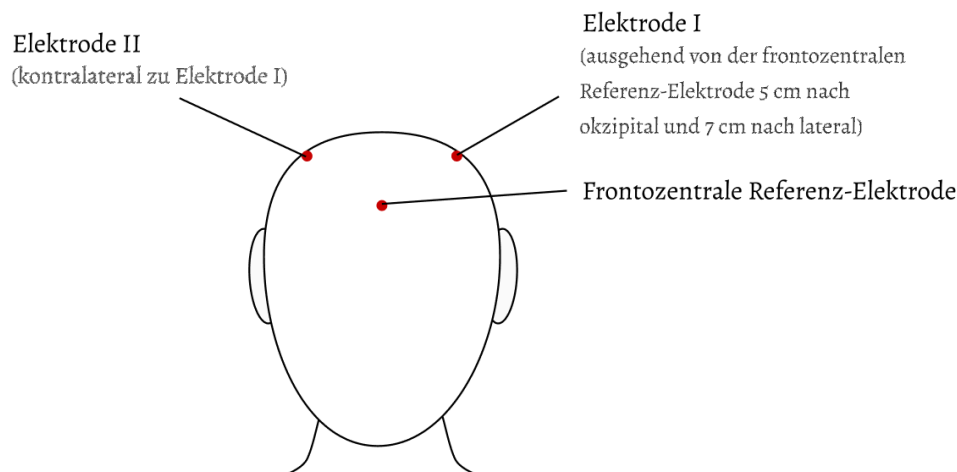
- One Step Elektrodenpaste anrauen

→ damit die Hautstelle auf dem Kopf

- Elefix Kontaktpaste

→ damit die Elektroden füllen

5. **Messung rechter N. medianus zuerst:**



6. Eichungsband (=grünes Band) ans rechte Handgelenk, darauf Kontaktknopf,

Messelektrode jedes Mal desinfizieren

→ Ok

7. A & R müssen im grünen Bereich (Bildschirm) sein; zwischen beiden nicht mehr als 2,0 Ohm Unterschied (Impedanz)

→ Ok

→ Körpergröße (leer lassen) → Ok

8. Auf dem Bildschirm muss oben in blau „N. medianus“ stehen
→ Auf der Tastatur F11 = „T“ drücken
9. Hand desinfizieren → Messelektrode auf N. medianus halten (Kabel in Richtung Hand)

Patient sollte Augen schließen und den Mund leicht geöffnet haben!

10. Messelektrode angedrückt halten, dann zuerst auf „Play“  , dann auf „Blitz“  , am Rädchen drehen bis leichte Zuckungen auftreten (ca. 10mA)
→ Zählt zweimal bis 150 (=150/2), dann auf „Stopp“ 

→ **linker N. medianus**

→ Hinten am Kabel: Grün und Rot tauschen

Wichtig! Immer runterdrehen und bei 0mA beginnen!

11. Ausmessen: Kurve anklicken, auf 1. Plateau positionieren
→ F3, F4 (speichern, drucken) + Armlänge auf Ausdruck notieren
-

Anhang 7 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1** Minimalinvasive Mitralklappenoperation über einen Zugang an der rechten Mamille. Operationsteam unter Prof. Dr. med. A. Liebold aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).
- Abbildung 2** Sicht auf das Operationsfeld an der rechten Mamille während einer minimalinvasiven Mitralklappenoperation, Operateur Prof. Dr. med. A. Liebold aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).
- Abbildung 3** Visualisierung der Mitralklappe über 3D-Videoskopie, Operationsteam unter Prof. Dr. med. A. Liebold aus der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).
- Abbildung 4** Mamille nach erfolgter Operation, Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm, September 2018 (mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. A. Liebold).
- Abbildung 5** Platzierung der Elektroden für die Ermittlung der somatosensorisch (-sensibel) evozierten Potentiale (Quelle: Eigene Darstellung)
- Abbildung 6** Prozentuale Verteilung der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich der subjektiven Empfindung von Beschwerden bei moderater körperlicher Belastung. Das Ausmaß der Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering, moderat und hoch) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

- Abbildung 7** Prozentuale Verteilung der Patienten bei den Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion und Mitralklappenersatz) hinsichtlich postoperativ aufgetretener Beeinträchtigungen der Wundheilung. Diese Beeinträchtigungen wurden in drei Grade (keine, wenig und ausgeprägt) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 8** Prozentuale Verteilung der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich postoperativ aufgetretener Beeinträchtigungen der Wundheilung. Diese Beeinträchtigungen wurden in drei Grade (keine, wenig und ausgeprägt) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 9** Prozentuale Verteilung der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich postoperativ vorhandener Herzbeschwerden. Diese Beschwerdegrade wurden in vier Stufen (keine, gering, mäßig und sehr) eingeteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 10** Vorhandensein des Gefühls des Unwohlseins in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Das Gefühl des Unwohlseins wurde in drei Grade (nicht vorhanden, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

- Abbildung 11** Einschränkung im alltäglichen Leben in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Die subjektive Empfindung wurde in drei Grade (keine, gering und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 12** Vorhandensein des Gefühls der Gehemmtheit in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Die subjektive Empfindung wurde in drei Grade (nicht vorhanden, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 13** Unterteilung der verschiedenen Empfindungen (Unwohlsein, Einschränkungen, Gehemmtheit) in vier Grade (nicht vorhanden, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils der Prozentsatz der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittleres Alter in Jahren. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 14** Zufriedenheit bezüglich der Narben und Weiterempfehlung der Klinik in Korrelation zur mittleren Narbenlänge. Unterteilung der Merkmale Zufriedenheit und der Weiterempfehlung in vier Grade (nicht zutreffend, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils die mittlere periareoläre Narbenlänge der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Erhebung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

- Abbildung 15** Zufriedenheit bezüglich der Narben und Weitempfehlung der Klinik in Korrelation zur Anzahl der Patienten. Unterteilung der Merkmale Zufriedenheit und der Weiterempfehlung in vier Grade (nicht zutreffend, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Erhebung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 16** Zufriedenheit bezüglich der Narben und Weitempfehlung der Klinik in Korrelation zum mittleren Alter. Unterteilung der Merkmale Zufriedenheit und der Weiterempfehlung in vier Grade (nicht zutreffend, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt). Ermittelt wurde jeweils das mittlere Alter der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Erhebung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 17** Postoperative periareoläre Gefühlsstörungen in Korrelation zur durchschnittlichen periareolären Narbenlänge. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering, mäßig und stark) unterteilt. Ermittelt wurden jeweils die Anzahl der Patienten innerhalb der genannten Grade und deren mittlere periareoläre Narbenlänge. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 18** Anzahl der Patienten bei unterschiedlichen Operationsvarianten (Mitralklappenrekonstruktion gegenüber Mitralklappenersatz) hinsichtlich der subjektiven Empfindung von Gefühlsstörungen. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

- Abbildung 19** Betrachtung der Geschlechterverteilung der Patienten bezüglich Ausmaß der postoperativ aufgetretenen periareolären Gefühlsstörungen. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurde jeweils der Prozentsatz der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 20** Postoperative Gefühlsstörungen periareolär in Korrelation zum mittleren Alter in Jahren. Die subjektive Empfindung wurde in vier Grade (keine, gering ausgeprägt, mäßig ausgeprägt und stark ausgeprägt) unterteilt. Ermittelt wurde jeweils das mittlere Alter in Jahren der Patienten innerhalb der genannten Grade. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Abbildung 21** Prozentuale Anteile der Patienten bei unterschiedlichen neurologischen Testungen zur Ermittlung subjektiver Sensibilität im Seitenvergleich nach erfolgter Operation. Die Testungen umfassten den semiquantitativen Brush-Test, den Stimmgabel-Test, den Nadelrad-Test und die Testung der Temperaturempfindung. Ermittelt wurde jeweils der Prozentsatz der Patienten mit beidseits identischer und rechts defizitärer Sensibilität. Die Ermittlung erfolgte durch Fragebogen mindestens sechs Monate nach Operation. Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).

Anhang 8 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1** Geschlechterverteilung der untersuchten Probandengruppe, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017).
- Tabelle 2** Allgemeine Daten des Gesamtpatientenkollektives (Alter, Größe, Gewicht, Body-Mass-Index), Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.
- Tabelle 3** Anzahl der Patienten bei unterschiedlicher Operationsvariante (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz). Gruppierung nach Geschlecht, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.
- Tabelle 4** Dauer der Operation hinsichtlich der unterschiedlichen Operationsvarianten (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz), Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.
- Tabelle 5** Anzahl der Patienten bei unterschiedlichem Zugangsweg (periareolär, perierolär mit lateraler Schnitterweiterung, periareolär mit sekundärer Sternotomie) hinsichtlich Geschlecht und Operationsvariante (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz), Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.
- Tabelle 6** Periareoläre Narbenlänge hinsichtlich Operationsvarianten (MKR = Mitralklappenrekonstruktion; MKE = Mitralklappenersatz) und Geschlecht, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.
- Tabelle 7** Vergleich von Anzahl der Patienten bezüglich der Prüfung der Latenzwerte des rechten gegen den linken Nervus medianus, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.
- Tabelle 8** Vergleich der Anzahl der Patienten bezüglich der Prüfung der Amplitudenwerte des rechten gegen den linken Nervus medianus, Datenerhebung: Universitätsklinikum Ulm, September 2016 – Januar 2017.

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Andreas Liebold, der mir diese Studie ermöglichte und mich in jeder Phase der Studie unterstützte. Seine konstruktiven Anregungen waren mir eine große Hilfe und haben mich während der Erstellung dieser Dissertation ermutigt.

Ebenso möchte ich Herrn Prof. Dr. Markus Otto sehr für seine Mitwirkung und für das Einbringen der neurologischen Expertise in diese Dissertation danken. Auch für die Zurverfügungstellung der notwendigen Geräte für die neurologischen Testungen bin ich sehr dankbar.

Besonderen Dank an Frau Dr. Irene Guthoff, die mich mit großem persönlichem Engagement tatkräftig bei der Durchführung der Studie angeleitet hat.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Robert Bauernschmitt und Herrn PD Dr. Benjamin Mayer sehr für die statistische Betreuung danken.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich meinen Patienten aussprechen, die mir während der Untersuchungen vertraut haben. Ohne ihre uneigennützige Teilnahme wäre das Zustandekommen der Studie nicht möglich gewesen.

Ein äußerst herzlicher Dank an meine ganze Familie, die zu jedem Zeitpunkt immer tatkräftig hinter mir gestanden hat.

Lebenslauf

Persönliche Daten

VORNAME / NACHNAME	Yasemin Uyanik
GEBURTSJAHR	1993
GEBURTSORT	Geislingen an der Steige

Schul- und Hochschulausbildung

ZEITRAUM	2004 - 2010
INSTITUTION	Realschule Deggingen
ABSCHLUSS	1,0

ZEITRAUM	2010 - 2013
INSTITUTION	Wirtschaftsgymnasium, Geislingen an der Steige
ABSCHLUSS	1,0

ZEITRAUM	Seit 10/2013 (momentan im zehnten Fachsemester)
INSTITUTION	Universität Ulm
HAUPTSTUDIUM	Humanmedizin

Stipendium

ZEITRAUM	Seit 12/2013
STIFTER	Volksbank Göppingen

Klinische Erfahrung

MÄRZ 2016	Famulatur in der allgemeinärztlichen Hausarztpraxis der Doktoren Jung, Deggingen
AUGUST 2016	Famulatur Innere Station, Geislingen an der Steige
MÄRZ 2017	Famulatur Kardiologie, Universität Ulm
AUGUST 2017	Famulatur Radiologie, Klinik am Eichert Göppingen

Zusätzliches

WAHLFACH	Anamnesewahlfach 2013/14 Medical English II 2015/16 Polytraumaversorgung 2016/17 Ethik in der Medizin 2017 Kompaktkurs Neurochirurgie 2018
DISSERTATION	Seit April 2016, Doktorandin in der Herzchirurgie der Universität Ulm