

Aus der Klinik für Thorax- und Herz-Gefäßchirurgie,
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Hans-Joachim Schäfers

Klinische Charakteristika verschiedener Aortenklappenmorphologien

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät

Der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2022

vorgelegt von: Johanna Marie Buck

geb. am 14. April 1993 in Troisdorf

Tag der Promotion

24.05.2022

Dekan

Univ.-Prof. Dr. med. Michael D. Menger

Berichterstatter

Univ.-Prof. Dr. med. Hans-Joachim Schäfers

Prof. Dr. med. Hashim Abdul-Khaliq

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	5
1 Zusammenfassung.....	7
1.1 Zusammenfassung.....	7
1.2 Abstract.....	8
2 Einleitung	11
2.1 Therapie von Aortenklappenerkrankungen.....	11
2.2 Die Aortenklappe.....	14
2.3 Fragestellung	22
3 Methoden	25
3.1 Datenerhebung	25
3.2 Datenauswertung	26
4 Ergebnisse	29
4.1 Morphologie	29
4.2 Alter und Dekaden	30
4.3 Geschlecht.....	41
4.4 Vitium.....	48
4.5 Aneurysma.....	54
4.6 Stanford A Dissektion.....	65
4.7 Koronare Herzkrankheit	70
4.8 Mitralklappeninsuffizienz	82
4.9 Infektiöse Endokarditis	90
5 Diskussion.....	97
5.1 Diskussion der Ergebnisse.....	97
5.2 Zusammenfassung.....	121
5.3 Ausblick	124
6 Literaturverzeichnis	127
7 Anhang.....	134

7.1	Verschiedenes	134
7.2	Anhang zu „4.2 Alter und Dekaden“	134
7.3	Anhang zu „4.3: Geschlecht“	136
7.4	Anhang zu „4.4: Vitium“	144
7.5	Anhang zu „4.5: Aneurysma“	157
7.6	Anhang zu „4.6: Dissektion“	175
7.7	Anhang zu „4.7: Koronare Herzkrankheit“	179
7.8	Anhang zu „4.8 Mitralklappeninsuffizienz“	188
7.9	Anhang zu „4.9 Endokarditis“	197
8	Dank.....	203
9	Lebenslauf	205

 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
1-G, 2-G, 3-G	1-Gefäßerkrankung, 2-Gefäßerkrankung, 3-Gefäßerkrankung
AI	Führende Aortenklappeninsuffizienz
AS	Führende Aortenstenose
iASC	Isoliertes Aneurysma der Aorta ascendens
ASC/ARC	Kombiniertes Aneurysma von Aorta ascendens und Aortenbogen
BAV	Bikuspid angelegte Aortenklappe
DIS	Stanford A Dissektion
IE	Infektiöse Endokarditis
KHK	Koronare Herzkrankheit
KO	Kombiniertes Aortenklappenitium
MI	Mitralklappeninsuffizienz
QAV	Quadrikuspid angelegte Aortenklappe
TAV	Trikuspid angelegte Aortenklappe
UAV	Unikuspid angelegte Aortenklappe
FT	Fusionstyp
R/L	Fusion der rechtskoronaren und linkskoronaren Aortenklappentasche
R/A	Fusion der rechtskoronaren und akoronaren Aortenklappentasche
L/A	Fusion der linkskoronaren und akoronaren Aortenklappentasche
p	posterior, voll ausgebildete Kommissur zwischen linkskoronarer und akoronarer Aortenklappentasche
a	anterior, voll ausgebildete Kommissur zwischen rechtskoronarer und akoronarer Aortenklappentasche
l	lateral, voll ausgebildete Kommissur zwischen rechtskoronarer und linkskoronarer Aortenklappentasche
DGTHG	Deutsche Gesellschaft für Thorax- und Herz-Gefäßchirurgie



1 Zusammenfassung

1.1 Zusammenfassung

Die Rekonstruktion und der interventionelle Ersatz entwickeln sich seit zwanzig Jahren zu erfolgversprechenden neuen Therapieoptionen von Aortenklappenerkrankungen. Wissenschaftlichen Studien zufolge kann der Aortenklappentyp (unikuspid, bikuspid, trikuspid) einen Einfluss auf das Therapieergebnis haben. Die präoperative Bestimmung des Aortenklappentyps ist in manchen Fällen herausfordernd. Hier unterstützt das Wissen über die Häufigkeiten und das klinische Erscheinungsbild der einzelnen Klappentypen.

Die häufig vorkommende bikuspid angelegte Aortenklappe ist gut erforscht. Dagegen ist die Datenlage bezüglich der selteneren Klappentypen (insbesondere unikuspid) noch spärlich und möglicherweise mit Unsicherheitsfaktoren behaftet. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, erstens einen möglichst großen Datensatz mit maximaler Genauigkeit bezüglich der Beurteilung des Klappentyps zu generieren. Zweitens werden mit dem erarbeiteten Datensatz bereits veröffentlichte Schätzungen zu den häufigeren Klappentypen überprüft und präzisiert sowie neue Schätzungen bezüglich der selteneren Klappentypen gewonnen.

Die Analyse des Datensatzes erfolgte mit der Software IBM SPSS Statistics 25. Qualitative Merkmale wurden mittels Chi²-Test, quantitative Daten mittels Mann-Whitney-U- oder Kruskal-Wallis-Test untersucht. Weiterhin wurden die Aortenklappentypen paarweise mittels Regressionsanalysen miteinander verglichen und klinisch in Frage kommende Störvariablen getestet. Dazu wurden alle Patienten, die zwischen den Jahren 2000 und 2015 am Universitätsklinikum des Saarlandes an der Aortenklappe operiert wurden, retrospektiv anhand der OP-Berichte auf die Einschlusskriterien überprüft. Einschlusskriterien waren eine erstmalige OP an der Aortenklappe, die ausschließlich durch den Operateur SCHÄFERS durchgeführt wurde. Der Aortenklappentyp sowie weitere klinische Aspekte (Alter, Geschlecht, Vitium) und Komorbiditäten (u. A. Aneurysma, Dissektion, Koronare Herzkrankheit) wurden aus den OP-Berichten extrahiert.

Bei einer Fallzahl von 3184 Patienten lagen bei 47,02% nicht-trikuspid angelegte Aortenklappen vor: 38,32% bikuspid, 8,42% unikuspid und 0,28% quadrikuspid. Letztere wurden aufgrund der geringen Fallzahl deskriptiv beschrieben und von den weiteren Analysen ausgeschlossen.

Je geringer die Taschenanzahl, desto jünger war der Patient zum Zeitpunkt der OP. Bei allen drei Klappentypen waren mehr Patienten männlich.

Hinsichtlich der Häufigkeit einer Infektiösen Endokarditis bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Aortenklappentypen.

Der Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit einer Koronaren Herzkrankheit zwischen den drei Aortenklappentypen war auf Störvariablen zurückzuführen.

Die Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe wurden durchschnittlich mit 33 Jahren operiert, mit 49% am häufigsten aufgrund eines kombinierten Vitiums. 78% waren männlich. 42,16% hatten zusätzlich ein Aortenaneurysma: 29,85% ein isoliertes Ascendensaneurysma und 12,31% ein kombiniertes Ascendens-Bogenaneurysma. 0,37% wiesen eine Stanford A Dissektion auf, 2,24% hatten eine Koronare Herzkrankheit im Sinne einer 1-Gefäß-Erkrankung, 0,75% eine Mitralklappeninsuffizienz, 1,87% eine infektiöse Endokarditis.

Somit zeigte sich, dass die unikuspid angelegte Aortenklappe häufiger vorkam als bislang angenommen. Auf Basis der bislang größten untersuchten Fallzahl konnten wir ihre klinische Präsentation und die Häufigkeiten von Komorbiditäten ermitteln.

Bei den bikuspid angelegten Aortenklappen deckten sich die ermittelten Häufigkeiten und ihre klinische Präsentation weitestgehend mit zuvor veröffentlichten Schätzungen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu bedenken, dass das untersuchte Kollektiv überdurchschnittlich viele Patienten mit Aortenklappeninsuffizienz enthält. Ebenfalls zu bedenken ist, dass die Komorbiditäten nur erfasst wurden, wenn sie zum Zeitpunkt der OP oder bereits zuvor interventionspflichtig waren.

Wichtig ist weiterhin, dass das Gesamtkollektiv ein bereits fortgeschritten erkranktes Kollektiv war.

In diesem Rahmen gelang es uns, auf Basis der bislang größten Fallzahl von intraoperativ beurteilten Aortenklappen ein klinisches Bild der einzelnen Aortenklappentypen zu entwerfen, welches das Bewusstsein für die Häufigkeit von nicht-trikuspid angelegten Aortenklappen schärft und die Vorstellung ihres jeweiligen klinischen Erscheinungsbildes zum Zeitpunkt der OP verfeinert.

1.2 Abstract

For a good twenty years, reconstruction and interventional replacement have been developing into promising new therapy options for aortic valve disease. The type of aortic

valve (unicuspid, bicuspid, tricuspid) seems to have an influence on the therapeutic outcome. Determining this type preoperatively can be difficult. Knowledge of the frequencies and clinical appearance of the individual valve types is helpful here.

While the common bicuspid aortic valve has been well studied, the data on the rarer valve types is still sparse and possibly subject to uncertainty.

Therefore, we wanted to generate as large a data set as possible, which would also ensure maximum accuracy in the assessment of the valve type through intraoperative inspection. In this way, previously published estimates for the more common valve types could be reviewed and refined, and new estimates for the less common valve types could be obtained.

All patients who had undergone their first aortic valve surgery by a single surgeon (SCHÄFFERS) between 2000 and 2015 were included. The type of valve as well as other clinical aspects (age, gender, type of valve disease) and comorbidities (aneurysm, dissection, coronary artery disease, mitral valve regurgitation, infective endocarditis) were retrospectively recorded on the basis of the operation reports. The data set was analysed using IBM SPSS Statistics 25. Qualitative characteristics were analysed using the Chi² test, quantitative characteristics using the Mann-Whitney U or Kruskal-Wallis test. Furthermore, valve types were compared in pairs using regression analysis and clinically relevant confounding variables were tested.

In a sample of 3184 patients, we found non-tricuspid aortic valves in 47.02% of cases: 38.32% bicuspid, 8.42% unicuspid and 0.28% quadricuspid. Due to the small number of cases, the latter were described descriptively and excluded from further analyses.

The lower the number of cusps, the younger the patient was at the time of surgery. More patients were male for all three valve types. The most common type of valve disease was mixed aortic valve disease in unicuspid, and aortic regurgitation in bicuspid and tricuspid.

Patients with unicuspid aortic valves underwent surgery at an average age of 33 years, with 49% most frequently due to mixed aortic valve disease. 78% were male. 42.16% had an additional aortic aneurysm: 29.85% an isolated ascending aneurysm and 12.31% a combined ascending and arch aneurysm. 0.37% had a Stanford A dissection, 2.24% had coronary artery disease (1-vessel disease), 0.75% mitral regurgitation and 1.87% infective endocarditis.

In patients with bicuspid aortic valves, the two most frequent types of fusion differed with regard to the type of aneurysm: R/L had an isolated ascending aneurysm significantly more frequently, R/A had a combined ascending-arch aneurysm significantly more frequently.

There was no significant difference in the frequency of infective endocarditis between the three aortic valve types.

The difference in the incidence of coronary artery disease between the three aortic valve types was due to confounding variables.

This showed that the unicuspid aortic valve was more common than previously thought. Based on the largest number of cases studied to date, we were able to determine their clinical presentation and the frequencies of comorbidities.

For the bicuspid aortic valves, the frequencies found and their clinical presentation were consistent with previously published estimates.

When interpreting the results, it should be borne in mind that the population studied contains an above-average number of patients with aortic valve regurgitation. It should also be borne in mind that the endpoint chosen was first-time aortic valve surgery. Other diseases were only recorded if they required intervention at the time of surgery or before.

It is also important to note that the total collective was a collective with advanced disease. The interpretation must therefore also be done in this context.

Within this context, we succeeded in creating a clinical picture of the individual aortic valve types on the basis of the largest case number of intraoperatively assessed aortic valves to date, which raises awareness of the frequency of non-tricuspid aortic valves and refines the idea of their respective clinical appearance at the time of surgery.

2 Einleitung

2.1 Therapie von Aortenklappenerkrankungen

Aortenklappenvitien werden nun seit gut 60 Jahren durch den operativen Ersatz der Aortenklappe mittels Prothese erfolgreich therapiert [84].

Inzwischen ist der Aortenklappenersatz nach dem Bypassverfahren die zweithäufigste herzchirurgische OP und damit ein Routineeingriff [8]. Die langjährige Erfahrung führte zu einem hohen Maß an Standardisierung bezüglich Indikationsstellung und Vorgehensweise. Ausgezeichnete und langandauernde Operationsergebnisse bei niedrigem OP-Risiko attestieren dem Verfahren heute ein hohes Maß an Qualität in der Therapie von Erkrankungen der Aortenklappe.

Innerhalb des Verfahrens besteht durch die Auswahl der Prothesenart ein gewisses Maß an Anpassungsfähigkeit an die individuelle Lebenssituation des Patienten:

Als Klappenersatz kann grundsätzlich zwischen mechanischen und biologischen Prothesen gewählt werden [74]. Beide Prothesentypen bergen ihre Vor- und Nachteile, insbesondere hinsichtlich der Haltbarkeit, sowie einer ggf. benötigten lebenslangen Antikoagulation mit dem einhergehenden Risiko für Blutungskomplikationen und thrombembolische Ereignisse.

Bei der Auswahl der Prothese müssen somit biologische, psychische und soziale Faktoren berücksichtigt werden, um das am besten geeignete individuelle Therapieregime für den einzelnen Patienten festzulegen [23,57,71,74]. Abbildung 2.1 gibt einen Überblick über einzubeziehende Kriterien:

Kriterium	Begründung
Alter des Patienten	Mögliche Folgeeingriffe, Blutungsrisiko durch Medikamenteneinnahme, Thromboserisiko
Begleiterkrankungen	Zeitpunkt des Eingriffs, Begleiteingriff, Folgeeingriffe, Risiken/Screening für weitere Anomalien bei Patient und Angehörigen, Medikamenteneinnahme, Eingriffsrisiko
Lebensumstände wie Beruf, Hobbies, Kinderwunsch	Blutungsrisiko, Medikamenteneinnahme

Psychische Faktoren	Compliance bei der Medikamenteneinnahme, Klappengeräusch, Folgeeingriffe
---------------------	--

Abbildung 2.1: einzubeziehende Kriterien bei der Entscheidung über Zeitpunkt und Auswahl des Verfahrens zur Therapie von Aortenklappenerkrankungen

Die Anpassungsfähigkeit des Verfahrens an den Patienten ist somit auf diese zwei Möglichkeiten begrenzt. Die damit einhergehenden Folgen und Einschränkungen müssen in Kauf genommen werden.

2.1.1 Entwicklung neuer Verfahren

In den letzten 20 Jahren wurden neue Verfahren zur Behandlung von Aortenklappenerkrankungen entwickelt [24]. Das Maß an Anpassungsfähigkeit an die individuelle Situation des jeweiligen Patienten ist dadurch gewachsen. In der individuellen Entscheidung über das passende Therapieverfahren liegt folglich ein großes Potential, die Qualität in der Therapie von Erkrankungen der Aortenklappe weiter zu optimieren.

Insbesondere folgende zwei Aspekte spielten bei der Entwicklung neuer Verfahren in den letzten Jahren eine herausragende Rolle:

1. Um das operative Trauma zu verringern, wurden minimalinvasive Eingriffe und kathetergestützte Verfahren entwickelt und etabliert. Letztere bieten seit ihrem erstmaligen Einsatz im Jahre 2002 inzwischen eine gute Option für Patienten mit trikuspid angelegter stenotischer Aortenklappe, welche von einem Klappenersatz profitieren würden, aufgrund ihrer gesundheitlichen Konstitution und dem damit einhergehenden hohen perioperativen Risiko jedoch keinem kardiochirurgischen Eingriff zugeführt werden können [17,24,57].
2. Um den Ersatz der Herzklappe mittels Prothese und die damit einhergehenden Risiken, Komplikationen und unerwünschten Nebenwirkungen wie thrombembolische Ereignisse, Blutungskomplikationen, Hämolyse Prothesendegeneration etc. zu vermeiden, wurden Verfahren zur operativen Rekonstruktion der patienteneigenen Herzklappe entwickelt, um diese soweit möglich zu erhalten und in ihrer Funktionalität zu optimieren [1,24,57].

Aortenklappenvitien können somit inzwischen grundsätzlich chirurgisch oder interventionell therapiert werden. Auch kombinierte Verfahren, sogenannte Hybridverfahren, sind möglich. Abbildung 2.2 und Abbildung 2.3 geben einen Überblick über die jeweiligen Therapiemöglichkeiten von Aortenklappenvitien.

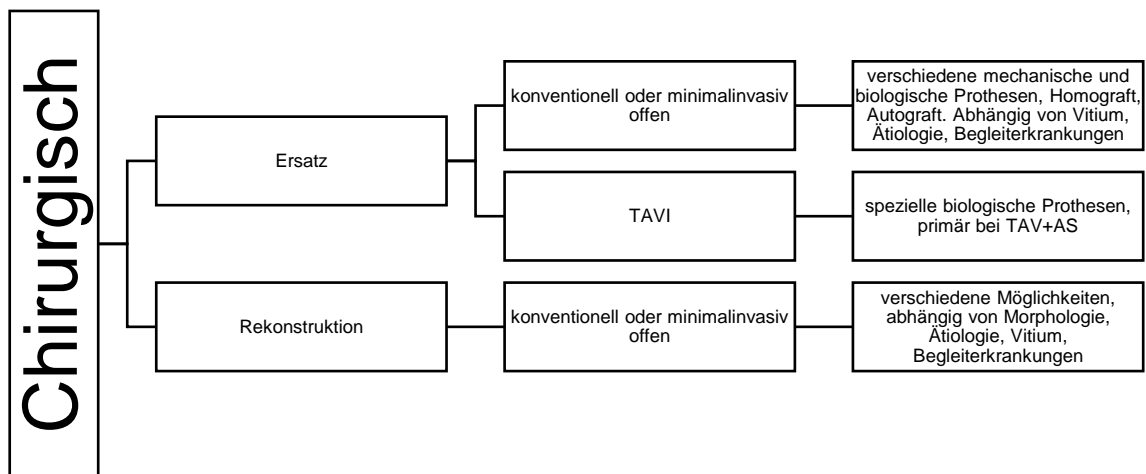


Abbildung 2.2: chirurgische Therapiemöglichkeiten von Aortenklappenvitien

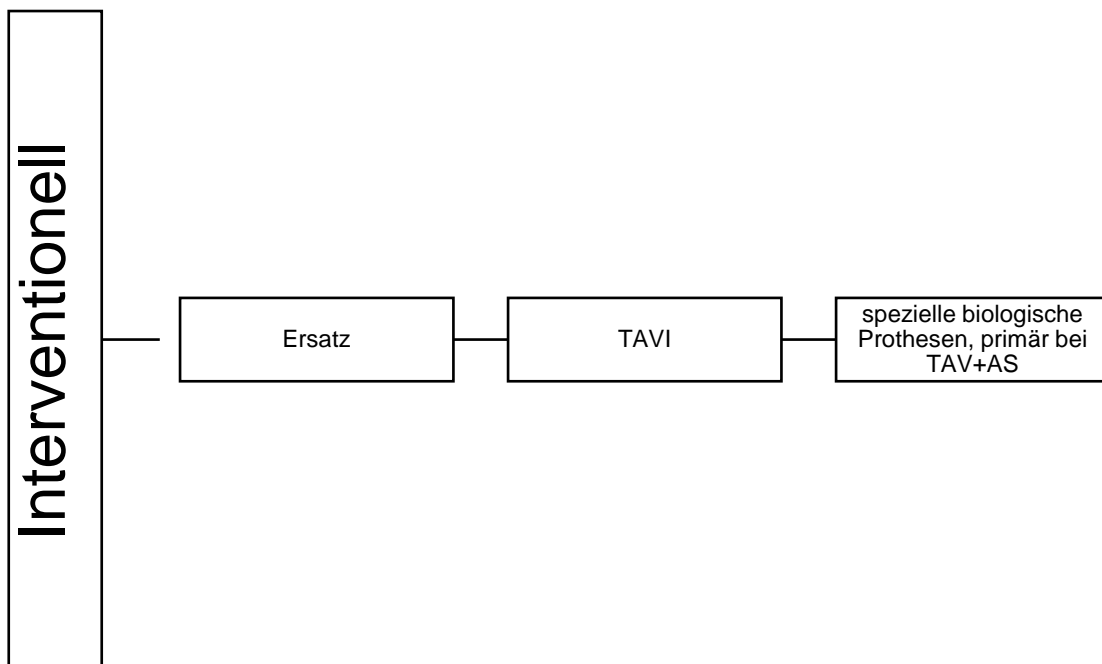


Abbildung 2.3: interventionelle Therapiemöglichkeiten von Aortenklappenvitien

Es gibt Hinweise darauf, dass bei manchen Verfahren die Aortenklappenmorphologie einen Einfluss auf den Therapieerfolg und seine Dauer haben könnte, insbesondere bei kathetergestützten Verfahren zum Ersatz der Aortenklappe sowie den Verfahren zur Rekonstruktion. Bei den rekonstruktiven Verfahren wurde hieraus bereits die entsprechende Konsequenz gezogen: die Anatomie der Aortenklappe ist hier der

entscheidende Faktor bei der Auswahl des Rekonstruktionsverfahrens [2,3,20,42,44,67,72].

Im folgenden Abschnitt wird daher näher auf die Anatomie der Aortenklappe sowie ihre morphologischen Varianten eingegangen.

2.2 Die Aortenklappe

2.2.1 Anatomie

Die vier menschlichen Herzklappen überführen entsprechend Rückstromventilen die muskuläre Pumpkraft des Herzens in einen gerichteten Blutfluss im Herz-Kreislaufsystem. Sie werden anatomisch-funktionell in zwei Kategorien unterteilt: Segelklappen und Taschenklappen. Die Segelklappen liegen zwischen Vorhof und Ventrikel, die Taschenklappen zwischen Ventrikel und folgender Schlagader [16]. Aus beiden Kategorien liegt jeweils eine Herzklappe im rechten und eine im linken Herzen.

	rechts	links
Segelklappe	Trikuspidalklappe	Mitralklappe
Taschenklappe	Pulmonalklappe	Aortenklappe

Abbildung 2.4: Bezeichnung und Lokalisation der vier Herzklappen des menschlichen Herzens

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt auf der Taschenklappe des linken Herzens: der Aortenklappe.

2.2.2 Aufbau und Bestandteile der Aortenklappe:

Die Aortenklappe (lat. *Valva aortae*) ist ein funktioneller Komplex aus zwei Komponenten:

1. Den namensgebenden Taschen
2. Der Aortenwurzel

Die Taschen (lat. *Valvulae*)

Die Taschen entwickeln sich embryologisch aus verdickten Endokardwülsten [16]. Hinsichtlich des mikroskopischen Aufbaus entsprechen sie daher grundsätzlich dem die Herzhöhlen auskleidenden Endokard. Darüber hinaus sind sie jedoch hinsichtlich Struktur und Endothel der Belastung durch die im Herzzyklus wechselnden Drücke und Scherkräfte angepasst [48].

Makroskopisch bestehen die Taschen aus einer bauchigen Taschenfläche, deren tiefster Punkt als Nadir bezeichnet wird und dem freien Rand. Der freie Rand wird durch zwei Strukturen verstärkt und verdickt: *Nodulus* und *Lunula*. Diese ermöglichen einen dichten

Schluss der Klappentaschen gegeneinander. Die Taschen inserieren kronenförmig an der Wurzelwand. Den oberen Teil der Insertionslinien, wo jeweils zwei benachbarte Insertionslinien parallel verlaufen, bezeichnet man als Kommissur [74].

Die Aortenwurzel

Die Aortenwurzel reicht vom ventrikuloarteriellen Übergang (zwischen Ventrikel und Aortenwurzel) bis zum sinutubulären Übergang (zwischen Aortenwurzel und Aorta ascendens). Während der sinutubuläre Übergang klar definiert ist, wird der Übergang zwischen Ventrikel und Aorta hinsichtlich zwei verschiedener Aspekte differenziert:

- anatomisch-histologisch: als Übergang von ventrikulärem zu aortalem Gewebe
- funktionell-hämodynamisch, als Übergang von ventrikulären zu aortalen Druck- und Flussverhältnissen [4]

Makroskopisch erkennt man an der Wurzelwand weiterhin, getrennt durch die kronenförmige Insertionslinie der Segel, die Ausbuchtungen der aortalen *Sinus* und die dazwischen gelegenen fibrösen *Trigona* [4].

Echokardiographisch wird eine weitere Struktur definiert: der „*basale Ring*“ oder „*Anulus*“. Er ergibt sich aus einer künstlich geschaffenen Verbindungslinie durch die Nadire der drei Taschen oder Tascheninsertionslinien. Es gibt keine anatomische oder funktionelle Struktur, die ihm entspräche. Sein Durchmesser erlaubt aber eine Einschätzung der Weite des linksventrikulären Ausflusstraktes [4,41].

Abbildung 2.5 gibt einen Überblick über die makroskopische Anatomie des linksventrikulären Ausflusstraktes. Die dreidimensionale Struktur der Aortenwurzel und die Beziehung ihrer Bestandteile zueinander skizziert Abbildung 2.6.

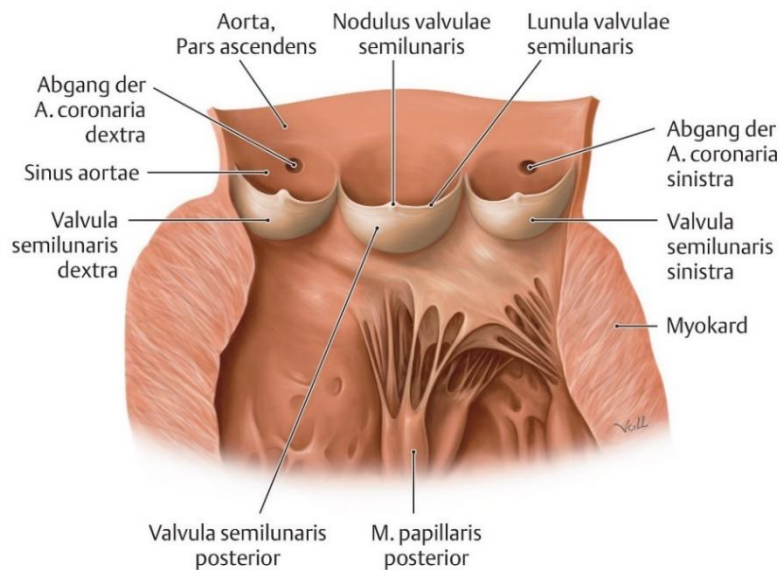


Abbildung 2.5: linksventrikulärer Ausflusstrakt und Aortenwurzel längs gespalten zwischen links- und rechtskoronarer Tasche, aus: Aumüller G, Aust G, Conrad A et al. (2020) *Duale Reihe Anatomie*. 5. korrigierte Auflage. Stuttgart: Thieme

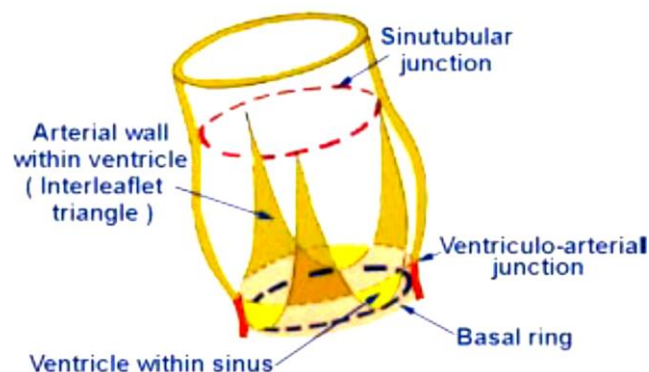


Abbildung 2.6: schematische Darstellung der Aortenwurzel, modifiziert nach: Anderson RH (2000) *Clinical anatomy of the aortic root*. Heart 84: 670-673

2.2.3 Morphologie

Es existieren verschiedene morphologische Varianten der Aortenklappe. Diese werden grundsätzlich anhand der Anzahl vorhandener Taschen als unikuspid, bikuspid, trikuspid, quadrikuspid usw. bezeichnet.

Bis dato gibt es allerdings noch keine einheitlichen Kriterien zur genauen Klassifikation dieser Varianten [6,12,20,35,61,68,70,73].

Die Klassifikation, welche der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt, kann sowohl intraoperativ, als auch in bildgebenden Verfahren angewandt werden. Die angewandten Klassifikationskriterien sind wie folgt:

2.2.4 Klassifikation der Aortenklappe

Anhand der Anzahl vorhandener Taschen wird die Aortenklappe folgendermaßen bezeichnet:

- unikuspid: eine Tasche
- bikuspid: zwei Taschen
- trikuspid: drei Taschen
- quadrikuspid: vier Taschen

Es sind noch weitere Varianten bekannt: pentakuspid angelegte mit fünf Taschen usw. Diese Varianten sind jedoch absolute Raritäten.

Die Namensgebung „-kuspid“ suggeriert, dass zur Klassifizierung der Aortenklappe die Anzahl vorhandener Taschen die entscheidende Rolle spielt. Der entscheidende Faktor ist jedoch die Anzahl vorhandener echter Kommissuren [44]. Unter Berücksichtigung dieses Aspektes kann auch bei einer häufig vorkommenden Teilfusion oder fraglicher sekundärer Fusion von Taschengewebe immer noch exakt zwischen den verschiedenen Klappentypen differenziert werden.

Daher geht diese Klassifizierung über rein makroskopisch-morphologische Aspekte hinaus. Ätiologie und assoziierte Risiken werden hier berücksichtigt, Einschätzungen zur Prognose können gemacht und folglich Therapieentscheidungen getroffen werden.

Die Beurteilung, ob eine Kommissur „echt“ im Sinne von „voll ausgeprägt“ ist, erfolgt anhand der kommissuralen Höhe. Eine Kommissur gilt als hypoplastisch und somit „unecht“, wenn

- sie im Verhältnis zu den anderen vorhandenen Kommissuren tiefer steht
- sie im Verhältnis zum sinutubulären Übergang oder den Koronarostien tiefer steht, vorausgesetzt es liegt keine Aortendilatation vor [5,44]

Zusätzlich können zur Beurteilung des Klappentyps folgende Aspekte herangezogen werden:

- die kommissurale Orientierung in Grad beziehungsweise Anteil von 360°
- die Fusionslänge des Taschengewebes, gegebenenfalls in Relation zur kommissuralen Höhe, vorausgesetzt es liegen keine Kalzifikationen oder entzündliche Veränderungen an den Taschen vor [20]

Abbildung 2.7 zeigt den schematischen Vergleich der tri-, bi- und unikuspid angelegten Aortenklappe.

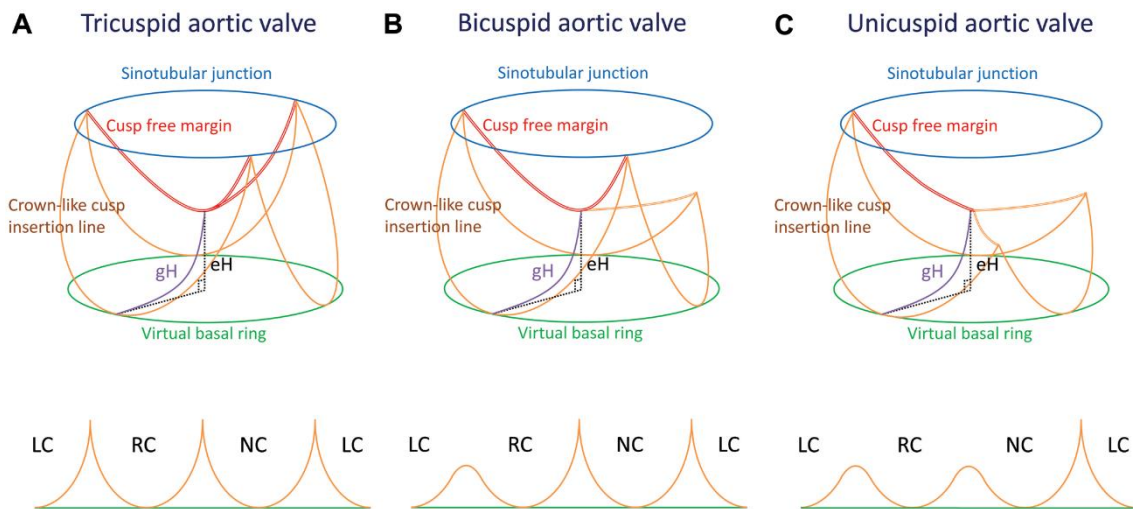


Abbildung 2.7: Schematische Zeichnung einer tri-, bi- und unikuspid angelegten Aortenklappe unter Berücksichtigung der kommissuralen Höhe, sowie der für die Klassifikation und Rekonstruktion benötigten Abmessungen. Modifiziert nach: Matsushima S, Karlova I, Gauer S, Miyahara S, Schäfers HJ. Geometry of cusp and root determines aortic valve function. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;36(Suppl 1):64-70.

Die aufgelisteten Klappentypen werden weiterhin nach verschiedenen Aspekten uneinheitlich in Subtypen eingeteilt: anhand der Taschenanzahl, der Lokalisation der Taschenfusion und der Orientierung der „echten“ Kommissur.

Es gibt Hinweise darauf, dass die verschiedenen Aortenklappentypen mit unterschiedlichen Prognosen und unterschiedlichen Risiken verbunden sind [75]. Diskutiert werden diesbezüglich folgende Aspekte: die Art des sich entwickelnden Vitiums, Schwere und zeitlicher Verlauf des Vitiums, assoziierte Erkrankungen und Anomalien wie beispielsweise Aneurysmata, Dissektion, infektiöse Endokarditis, Aortenisthmusstenose etc. [29,40,49,51,76]. Aufgrund des erhöhten Risikos für Komplikationen werden die nicht-trikuspid angelegten Aortenklappen somit als *malformiert* bezeichnet.

Hier bestehen jedoch noch viele Unsicherheitsfaktoren und widersprüchliche Meinungen, insbesondere bezüglich der seltenen oder bisher als selten eingestuften Klappentypen.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die Charakteristika der malformierten uni-, bi- und quadrikuspid angelegten Aortenklappe.

2.2.5 Anomalie

Unikuspid

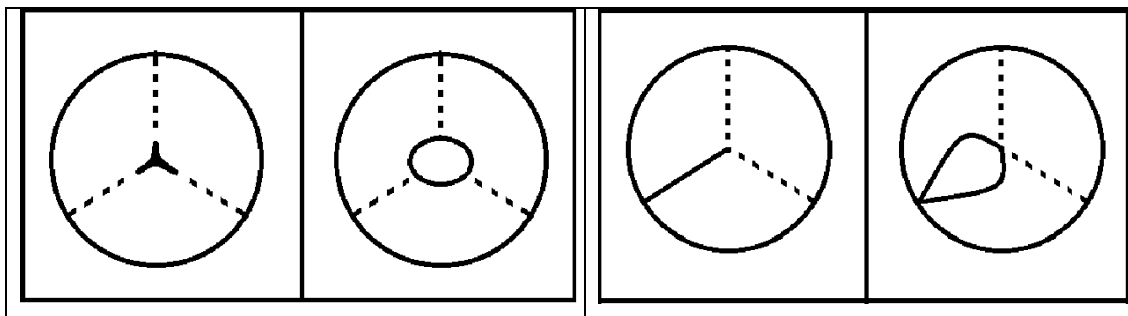


Abbildung 2.8: Schematische Zeichnung der unikuspid angelegten Aortenklappe in Aufsicht, links akommissural, rechts unikommissural, jeweils in geschlossenem und geöffnetem Zustand, modifiziert nach Muratori D et al (2016) Association of unicuspid unicommissural aortic valve and complex congenital heart disease depicted by cardiac magnetic resonance. Images Paediatr Cardiol 18: 5-8

Definition: maximal eine voll ausgebildete Kommissur

Einteilung in Subtypen:

anhand der Anzahl der voll ausgebildeten Kommissuren in akommissural und unikommissural mit keiner beziehungsweise einer voll ausgebildeten Kommissur (siehe Abbildung 2.8). Weiterhin Einteilung der unikommissuralen Aortenklappen anhand der Orientierung der Kommissur in

- posterior (Kommissur zwischen linkskoronarer und akoronarer Tasche)
- anterior (Kommissur zwischen rechtskoronarer und akoronarer Tasche)
- lateral (Kommissur zwischen linkskoronarer und rechtskoronarer Tasche)

Epidemiologie:

- 3- 4,9% der ersetzten Aortenklappen [15]
- 0,02% der echokardiographisch untersuchten Patienten unabhängig von OP [54]
- 1,68% der Patienten mit Eingriff an der Aortenklappe [53]

Risiken/Assoziationen:

- Männliches Geschlecht (74%-83,9% der Patienten mit UAV) [15,53,63]
- Frühe Interventionspflichtigkeit (mittleres Alter bei OP: 33-51 Jahre; „in der dritten Lebensdekade“) [15,49,53,54,63]
- Valvulopathie: Starke Veränderungen/Kalzifikationen des Klappengewebes [15,63], Aortenstenose oder kombiniertes Vitium [15,49,53,54]
- Aortopathie: Anulusdilatation, Aortendilatation, Aortenaneurysma in 14%-54% [15,49,50,53,54], Aortenisthmusstenose [53]

Bikuspid

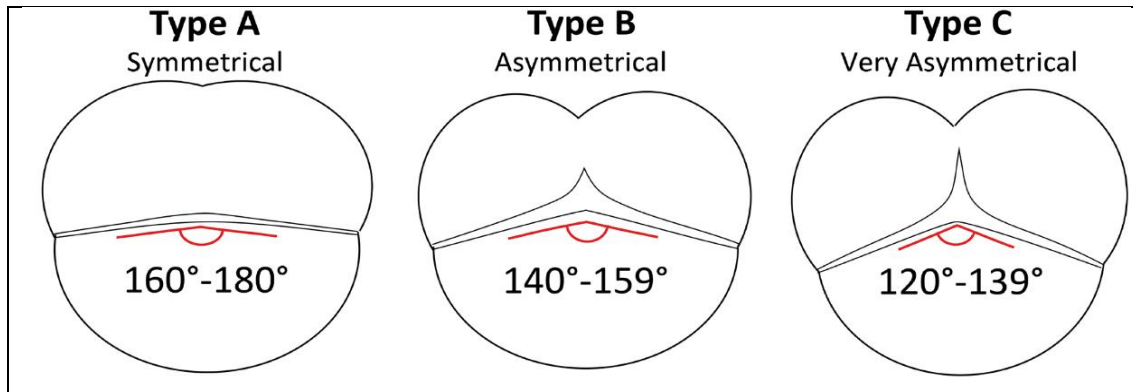


Abbildung 2.9: Anatomie und Klassifizierung der bikuspid angelegten Aortenklappe, modifiziert nach de Kerchove et al (2019) Variability of repairable bicuspid aortic valve phenotypes: towards an anatomical and repair-oriented classification. Eur J Cardiothorac Surg 56: 351-359

Definition: genau zwei voll ausgebildete Kommissuren

Einteilung in Subtypen:

anhand der Lokalisation der Fusion in

- R/L (Fusion zwischen rechtskoronarer und linkskoronarer Tasche)
- R/A (Fusion zwischen rechtskoronarer und akoronarer Tasche)
- L/A (Fusion zwischen linkskoronarer und akoronarer Tasche)

Weiterhin Einteilung anhand der Orientierung der zwei echten Kommissuren und der Fusionslänge der fusionierten Kommissur in symmetrisch, asymmetrisch, sehr asymmetrisch [20] (siehe Abbildung 2.9).

Epidemiologie: häufigster angeborener Herzfehler, geschätzte Prävalenz von 0,5-2% in der Bevölkerung [7,31,56,61,82].

Häufigkeit der Subtypen: R/L: 80,3%-86%; R/A: 15,7%-20,4%; L/A: 0-3% [20,68,70,73]

Risiken/Assoziationen

- Männliches Geschlecht 3-4:1 [18,63,80]
- Valvulopathie: Aortenstenose, Aortenklappeninsuffizienz, kombiniertes Vitium [40], stärkere und frühere Kalzifikation als bei Patienten mit TAV, frühere Interventionspflichtigkeit als bei Patienten mit TAV [55,62,63,77].
- Aortopathie: Veränderungen des Gewebes und der Gewebezusammensetzung auf zellulärer und extrazellulärer Ebene: verminderter Anteil an Fibrillin, Fragmentation von Elastin, vermehrte Apoptose, verminderter Zusammenhalt der glatten Muskelzellen, erhöhter Gehalt an Matrixmetalloproteinasen [11,25,26,33,52].
- Komplikationen der Aortopathie: Aortendilatation und Aortenaneurysma sowie deren katastrophale akute Komplikationen Dissektion und Ruptur [9,34,43]

-
- Infektiöse Endokarditis [75]
 - weitere angeborene Herzfehler und Syndrome: Aortenisthmusstenose, Shone-Komplex, hypoplastisches Linksherzsyndrom, Williams-Syndrom, Turner-Syndrom, VSD, ASD, persistierender Ductus arteriosus botalli [9].
 - Genetische Assoziationen zu folgenden Regionen: NOTCH1, GATA4-6, ACTA2, FBN1, TGFBR2, WNT/ β -catenin, RTK/p-AKT, Region 1p21, 2q22 [40].

Quadrikuspid

Einteilung in Subtypen: Lokalisation des akzessorischen Segels, Größe der vier Segel [32] (siehe Abbildung 7.1 im Anhang 7.1).

Epidemiologie: 0,05%-1% der Patienten die aufgrund einer AI einen Aortenklappenersatz bekommen. 0,01%-0,04% bei Autopsie oder im Echo [79,83]

Risiken/Assoziationen:

- Truncus arteriosus [60]
- Valvulopathie: AI>>AS [14,32,78,79]
- VSD
- Pulmonalklappenstenose
- subaortale Aortenstenose
- aberrante Koronarostien [78,79,83]

2.3 Fragestellung

Wie zuvor erläutert spielt die Kenntnis über den vorliegenden Aortenklappentyp eine Rolle bei der Entscheidung über Zeitpunkt und Auswahl des passenden Therapieverfahrens. Den Klappentyp zu identifizieren kann in der präoperativen Bildgebung jedoch schwierig sein, insbesondere bei starker Verkalkung. Hier sind Informationen über Prävalenz und klinisches Erscheinungsbild der jeweiligen Klappentypen hilfreich, um ein Gefühl für die Häufigkeiten und damit die Wahrscheinlichkeiten bestimmter Konstellationen zu entwickeln.

Bisher veröffentlichte Daten zu den Häufigkeiten der Aortenklappenvarianten und der assoziierten klinischen Charakteristika und Erkrankungen enthalten aus folgendem Grund einige Unsicherheitsfaktoren: Die unterschiedlichen verwendeten Klassifikationssysteme führten zu uneinheitlicher Beurteilung der Aortenklappenmorphologie. Folglich wurden für die Analysen bisher zwei verschiedene Arten von Datensätzen generiert: entweder kleine Datensätze, welche hinsichtlich der verwendeten Klassifikation und Beurteilung zwar Vergleichbarkeit garantierten, aber aufgrund der geringen Fallzahl insbesondere bezüglich der seltenen Varianten keine repräsentativen Zahlen liefern konnten. Alternativ entstanden größere Datensätze, bei denen aufgrund der unterschiedlichen Klassifikationskriterien keine solide Vergleichbarkeit mehr gegeben war und die daher zwar grundsätzliche Tendenzen zwischen „normaler“ und „andersartiger“ Aortenklappe aufdeckten, aber keine verlässlichen Häufigkeiten für die Aortenklappentypen und ihre jeweilige klinische Präsentation bereitstellen konnten.

Für die vorliegende Arbeit wurde nun ein großer und dennoch vergleichbarer Datensatz generiert, anhand dessen

1. bekannte bzw. zuvor veröffentlichte Zahlen überprüft und präzisiert werden sollten
2. -neue Erkenntnisse zu seltenen oder bisher als selten eingestuften Varianten der Aortenklappe ermittelt werden sollten

Die vorliegende Arbeit befasst sich explizit mit der Beantwortung folgender Fragen:

- Wie häufig kommen die morphologischen Varianten vor?
- Wie sehen die Altersverteilungen der morphologischen Varianten aus?
- Mit welchen weiteren Charakteristika und Erkrankungen sind die morphologischen Varianten assoziiert?

3 Methoden

3.1 Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurden 6465 als Ersteingriff an der Aortenklappe dokumentierte Klappenersätze und –rekonstruktionen eingeschlossen, die an der Klinik für Thorax- und Herz-Gefäßchirurgie der Universitätsklinik des Saarlandes in den Jahren 2000 bis 2015 durchgeführt wurden.

Um die Variabilität in der Einschätzung der Morphologie der Aortenklappe möglichst gering zu halten wurden nur die Operationen berücksichtigt, die vom erfahrensten Operateur durchgeführt worden waren. Die Morphologie wurde von diesem Operateur intraoperativ konsequent nach einheitlichen Kriterien beurteilt und im OP-Bericht eindeutig beschrieben. Die Operationsberichte wurden sorgfältig analysiert und auf Ausschlusskriterien überprüft. Aus folgenden Gründen wurden von den 6465 Fällen insgesamt 3281 Fälle ausgeschlossen:

- Anderer Operateur: 2882 Fälle
- Voreingriffe an Aorten- oder Mitralklappe, die eine rheumatische Erkrankung nahelegten oder die Morphologie so beeinflussen konnten, dass die ursprüngliche Morphologie nicht eindeutig zuzuordnen war (Ausnahme: Ballonvalvuloplastie oder Kommissurotomie der Aortenklappe): 176 Fälle
- Ersatz der Aortenklappe als katheterbasierter Eingriff: 6 Fälle
- Erkrankungen die ein exaktes Erfassen der Morphologie stark beeinträchtigen:
 - intra- oder präoperativ diagnostizierte rheumatische Vitien oder Hinweise auf ebenjene an Aorten- oder Mitralklappe: 84 Fälle
 - Fibroelastome der Aortenklappe: 7 Fälle
 - Z.n. thorakaler Radiatio: 3 Fälle
- Sonstige: z.B. nicht eindeutig beschriebene Morphologie, nicht eindeutig zu ermittelnde Variablen wie z.B. KHK-Grad, nicht auffindbare OP-Berichte: 123 Fälle

Nach Ausschluss dieser Fälle wurden somit letztlich 3184 Fälle für die Analysen in den Datensatz aufgenommen. Von diesen war die Klappe in 1306 Fällen ersetzt und bei 1878 Patienten rekonstruiert worden.

Für diese 3184 aufgenommenen Fälle wurden die folgenden Variablen nach einheitlichen Kriterien aus den OP-Berichten erhoben, auf Plausibilität überprüft und bei Unklarheiten anhand der Patientenakten ergänzt:

Grunddaten	Alter
	Geschlecht
	Geburtsdatum
	OP-Datum
	Eingriffsart
	Morphologie und Fusionstyp
	Art der Klappenfehlfunktion
Klinische Charakteristika	Aneurysma der Aorta ascendens
	Aneurysma des Aortenbogens
	Typ A Dissektion
	Mitralklappeninsuffizienz
	Koronare Herzkrankheit in drei Schweregraden: 1-, 2-, 3-Gefäß-KHK
	Infektiöse Endokarditis

Abbildung 3.1: erhobene Variablen

Die klinischen Charakteristika galten als vorhanden, wenn sie gleichzeitig mit dem Klappeneingriff operiert wurden oder bereits zuvor chirurgisch oder interventionell therapiert worden waren.

Folgende Imputationen wurden bei der Datenerhebung vorgenommen:

- Bei Vorliegen oder erfolgter Therapie einer kongenitalen Aortenstenose wurde eine unikuspid angelegte Aortenklappe angenommen
- Bei fehlenden Angaben zur Morphologie wurde eine trikuspid angelegte Aortenklappe angenommen
- Bei bikuspid beschriebener Aortenklappe ohne weitere Angaben zum Fusionstyp wurde ein R/L-Typ angenommen
- Bei unikuspid beschriebener Aortenklappe ohne weitere Angaben zum Fusionstyp wurde eine posteriore Orientierung der Kommissur angenommen
- Bei Aortendissektion wurde ein zugrundeliegendes Aneurysma angenommen
- Ein isolierter Wurzelersatz wurde bei Durchmessern > 4cm als Aneurysma der Aorta ascendens gewertet

3.2 Datenauswertung

Die Analysen wurden mit IBM SPSS Statistics 25 durchgeführt.

Mittels deskriptiver Statistik wurden absolute und relative Häufigkeiten dargestellt.

Die Patienten wurden in folgende Gruppen eingeteilt:

- Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe
- Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe
- Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe
- Patienten mit quadrikuspid angelegter Aortenklappe

Aufgrund der geringen Fallzahl wurden die Patienten mit quadrikuspid angelegter Aortenklappe ausschließlich deskriptiv beschrieben und nicht bei der statistischen Testung berücksichtigt. Für die statistischen Tests ergab sich somit nach Abzug dieser 9 Patienten eine Gesamtzahl von 3175 Fällen.

Bei den statistischen Analysen der unterschiedlichen Fusionstypen der Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe wurden die Patienten mit dem Fusionstyp „L/A“ aufgrund der geringen Fallzahl von 10 nicht einbezogen. Hier ergab sich für die statistischen Tests somit eine Gesamtanzahl von 1210 Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe.

Im ersten Schritt wurde überblickend getestet, ob signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen bestehen: qualitative Merkmale wurden mittels Chi²-Test, quantitative Merkmale aufgrund nicht-normalverteilter Daten mittels Mann-Whitney-U- oder Kruskal-Wallis- Test untersucht.

Zusätzlich wurden mittels Regressionsanalysen folgende drei Aspekte untersucht:

- die drei Gruppen wurden jeweils paarweise miteinander verglichen
- die Unterschiede wurden mittels Regressionskoeffizienten quantifiziert
- klinisch in Frage kommende Störfaktoren wurden getestet. Eine Änderung der Regressionskoeffizienten um $\geq 10\%$ vom Ausgangswert wurde als Hinweis auf einen relevanten Einfluss der jeweils getesteten Variable gewertet

Qualitative Variablen wurden mittels binär logistischer Regression, quantitative Variablen mittels linearer Regression untersucht.

Die Ergebnisse der Analysen werden im folgenden Abschnitt graphisch dargestellt und beschrieben. Die statistischen Analysen selbst sind im Anhang aufgeführt und dort entsprechend dem Ergebnisteil angeordnet.

4 Ergebnisse

4.1 Morphologie

Von den 3184 eingeschlossenen Patienten hatten 268 Patienten eine unikuspid angelegte Aortenklappe (UAV), 1220 Patienten eine bikuspid angelegte Aortenklappe (BAV), 1687 Patienten eine trikuspid angelegte Aortenklappe (TAV) und 9 Patienten eine quadrikuspid angelegte Aortenklappe (QAV). Abbildung 4.1 gibt einen graphischen Überblick über die relativen Häufigkeiten der vier Aortenklappentypen.

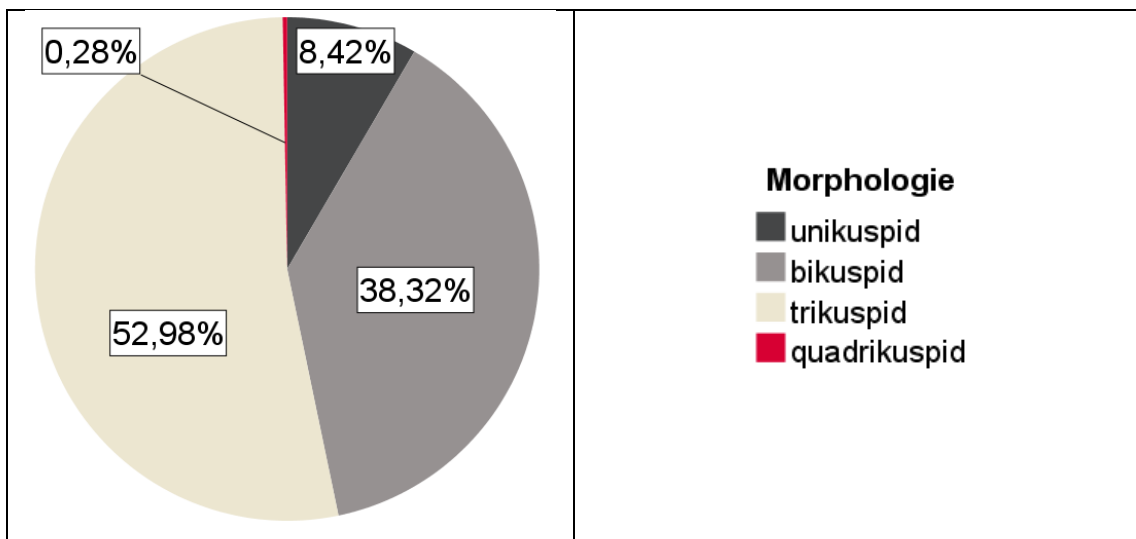


Abbildung 4.1: Häufigkeit der vier Aortenklappentypen im Gesamtkollektiv

4.1.1 Fusionstyp (UAV/BAV)

Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV wurden die Angaben zur Orientierung der voll ausgebildeten Kommissur nicht über alle Jahre verlässlich erfasst. Die posteriore Orientierung war mit > 90% jedoch eindeutig die häufigste Variante.

Bikuspid

Bei den Patienten mit BAV entsprachen 1053 der Aortenklappen einem R/L-Typ, 157 einem R/A-Typ und 10 einem L/A-Typ. Abbildung 4.2 gibt einen graphischen Überblick über die relativen Häufigkeiten.

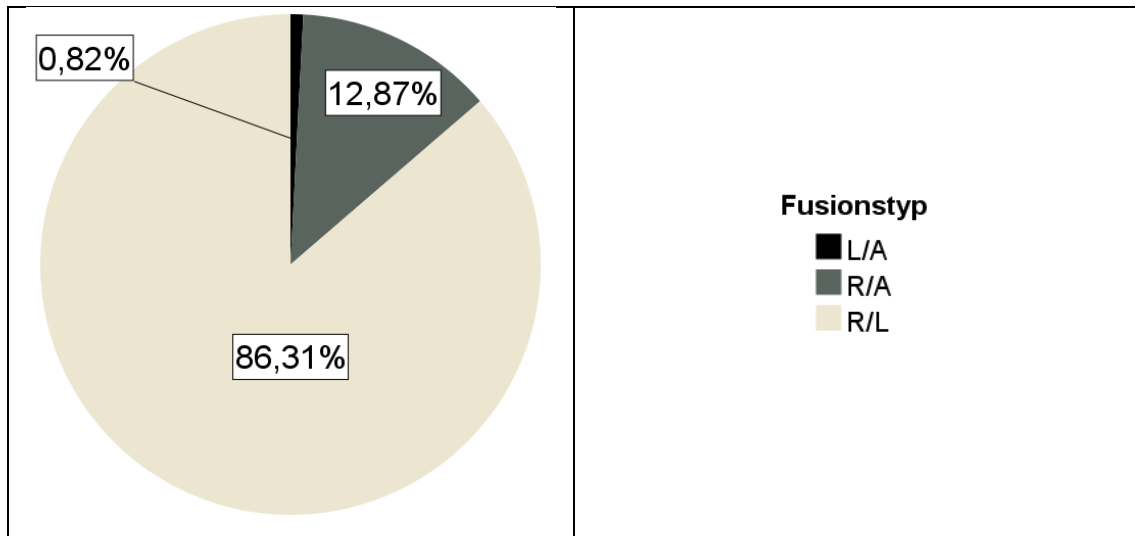


Abbildung 4.2: Häufigkeit der drei Fusionstypen bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

4.2 Alter und Dekaden

4.2.1 Gesamtkollektiv

Alter

Die Altersspanne reichte von 0 bis 99 Jahre. Das mittlere Alter betrug 57 Jahre mit einer Standardabweichung von 18 Jahren. Der Median lag bei 61 Jahren. Die Altersverteilung war linksschief. Abbildung 4.3 zeigt die Altersverteilung im Gesamtkollektiv. Die Lagemaße und Streuungsparameter fasst Abbildung 4.4 zusammen.

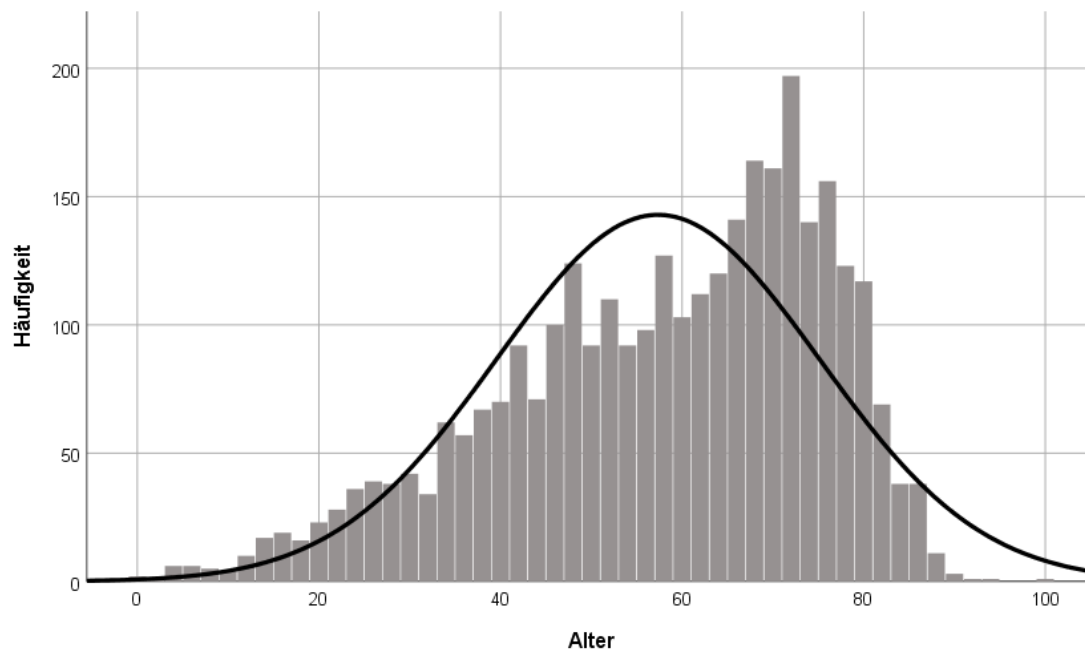


Abbildung 4.3: Altersverteilung des Gesamtkollektivs

N	Gültig	3184
	Fehlend	0
Mittelwert		57,35
Std.-Abweichung		17,778
Median		61,00
Perzentile	25	46,00
	50	61,00
	75	72,00
Spannweite		99
Schiefe		-,623
Standardfehler der Schiefe		,043

Abbildung 4.4 Deskriptive Statistik des Alters im Gesamtkollektiv

Dekaden

Abbildung 4.5 zeigt das in Dekaden klassifizierte Alter des Gesamtkollektivs. Am häufigsten wurden Patienten in der 8. Dekade operiert (23,8%).

In den Dekaden eins bis fünf- und somit der jüngeren Hälfte der Dekaden- wurden zusammengenommen 31,8% der Patienten operiert.

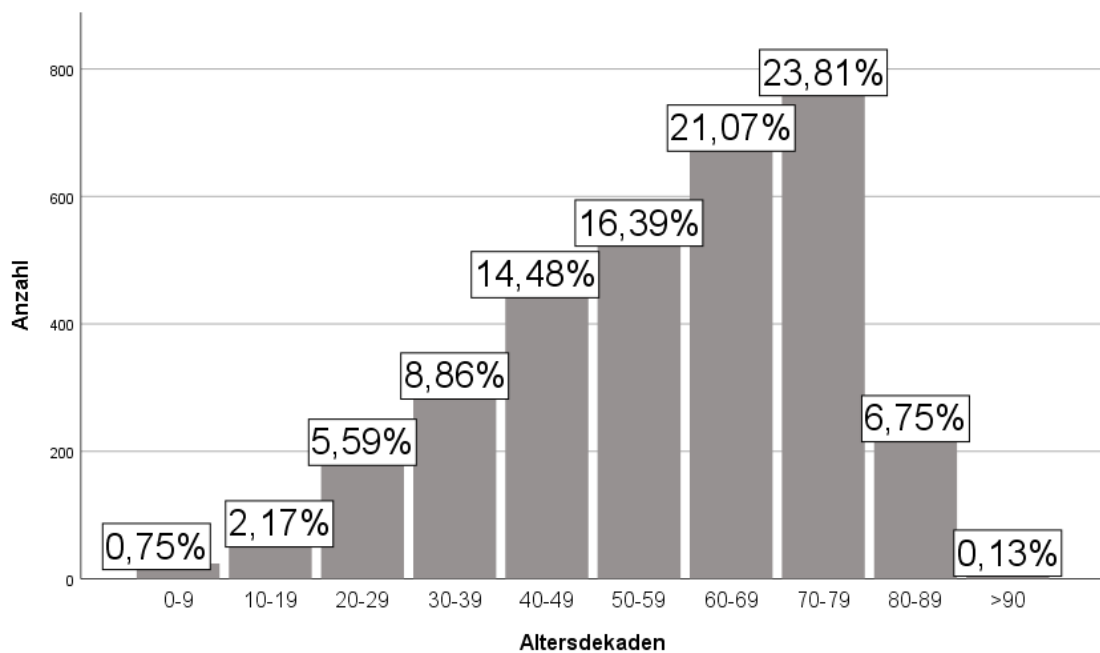


Abbildung 4.5: Altersdekaden des Gesamtkollektivs

4.2.2 Aortenklappentypen

Alter

Patienten mit UAV wurden im Mittel 19 Jahre früher operiert, als Patienten BAV. Patienten mit BAV wurden im Mittel 13 Jahre früher operiert, als Patienten mit TAV.

Zwischen den Patientengruppen bestand im Kruskal-Wallis-Test ein statistisch signifikanter Altersunterschied.

Auch in der linearen Regression bestanden in den paarweisen Vergleichen zwischen allen drei Gruppen statistisch signifikante Unterschiede. Hier zeigte sich das indikationsgebende Aortenklappenvitium als Störfaktor im Vergleich unikuspid-bikuspid, zwischen den Patienten mit uni- und trikuspid angelegter Aortenklappe sowie denjenigen mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe jedoch nicht. Geschlecht und Komorbidität hatten keinen relevanten Einfluss.

Bei uni-, bi- und trikuspid galt Mittelwert < Median.

Bei den Patienten mit TAV zeigte sich eine linksschiefe Verteilung. Die Patienten mit UAV und BAV waren annähernd normalverteilt.

Die vier Aortenklappentypen hatten bezüglich des OP-Zeitpunktes unterschiedliche Altersverteilungen (s. Abbildung 4.6). Die detaillierten Altersverteilungen sowie deskriptiven Statistiken der einzelnen Aortenklappentypen zeigen Abbildung 4.7 bis Abbildung 4.14.

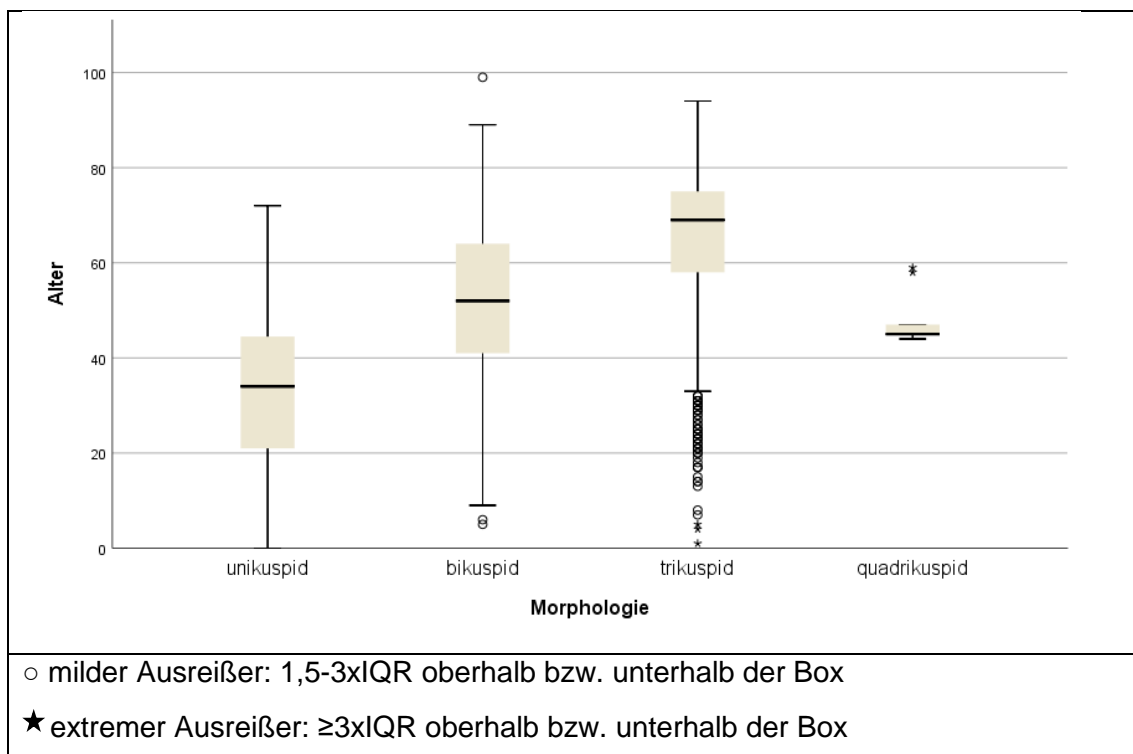


Abbildung 4.6: Altersverteilung der vier verschiedenen Aortenklappentypen zum Zeitpunkt der OP

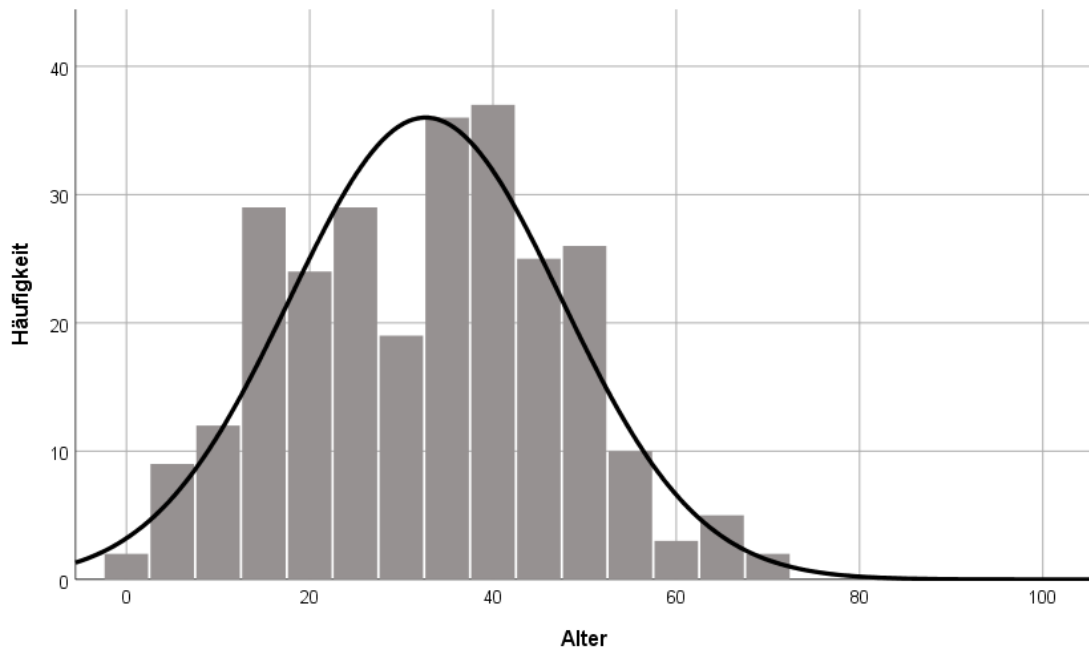
Unikuspid

Abbildung 4.7: Altersverteilung der Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe

N	Gültig	268
	Fehlend	0
Mittelwert		32,65
Std.-Abweichung		14,845
Median		34,00
Perzentile	25	21,00
	50	34,00
	75	44,75
Spannweite		72
Schiefe		,000
Standardfehler der Schiefe		,149

Abbildung 4.8: Deskriptive Statistik des Alters der Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe

Bikuspid

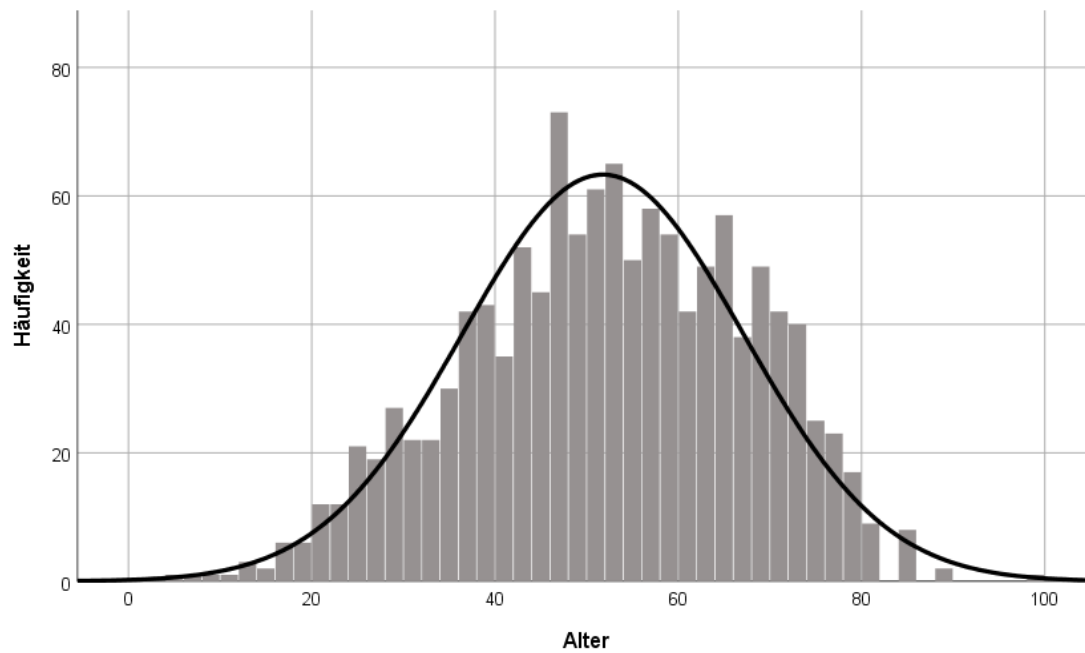


Abbildung 4.9: Altersverteilung der Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

N	Gültig	1220
	Fehlend	0
Mittelwert		51,77
Std.-Abweichung		15,373
Median		52,00
Perzentile	25	41,00
	50	52,00
	75	64,00
Spannweite		94
Schiefe		-,203
Standardfehler der Schiefe		,070

Abbildung 4.10: Deskriptive Statistik des Alters der Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

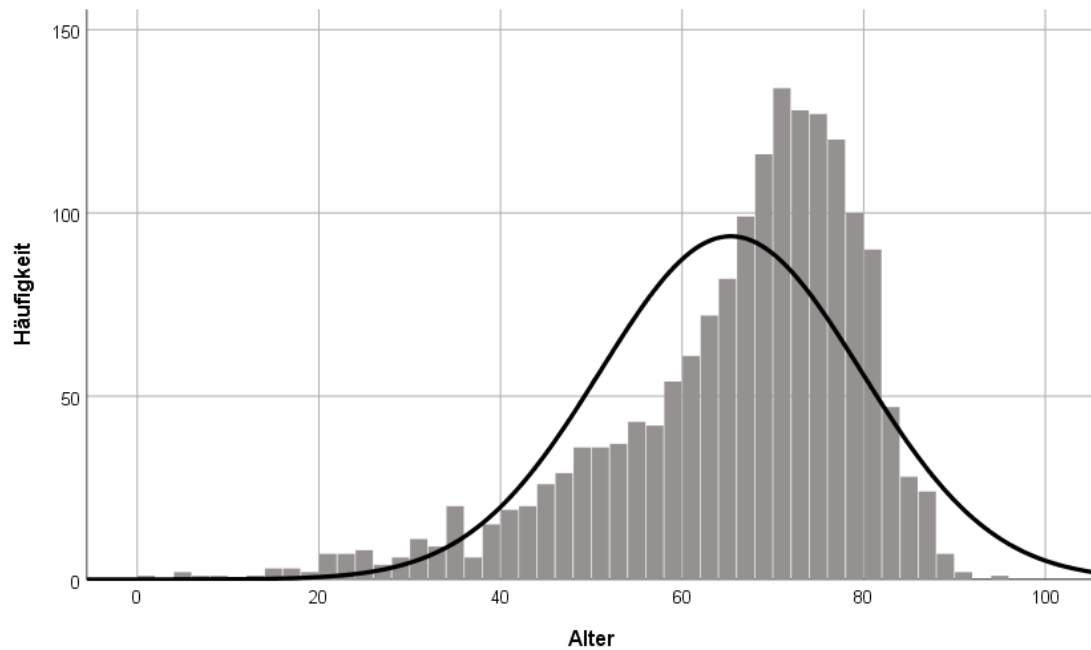
Trikuspid

Abbildung 4.11: Altersverteilung der Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe

N	Gültig	1687
	Fehlend	0
Mittelwert		65,36
Std.-Abweichung		14,374
Median		69,00
Perzentile	25	58,00
	50	69,00
	75	75,00
Spannweite		93
Schiefe		-1,205
Standardfehler der Schiefe		,060

Abbildung 4.12: Deskriptive Statistik des Alters der Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe

Quadrikuspid

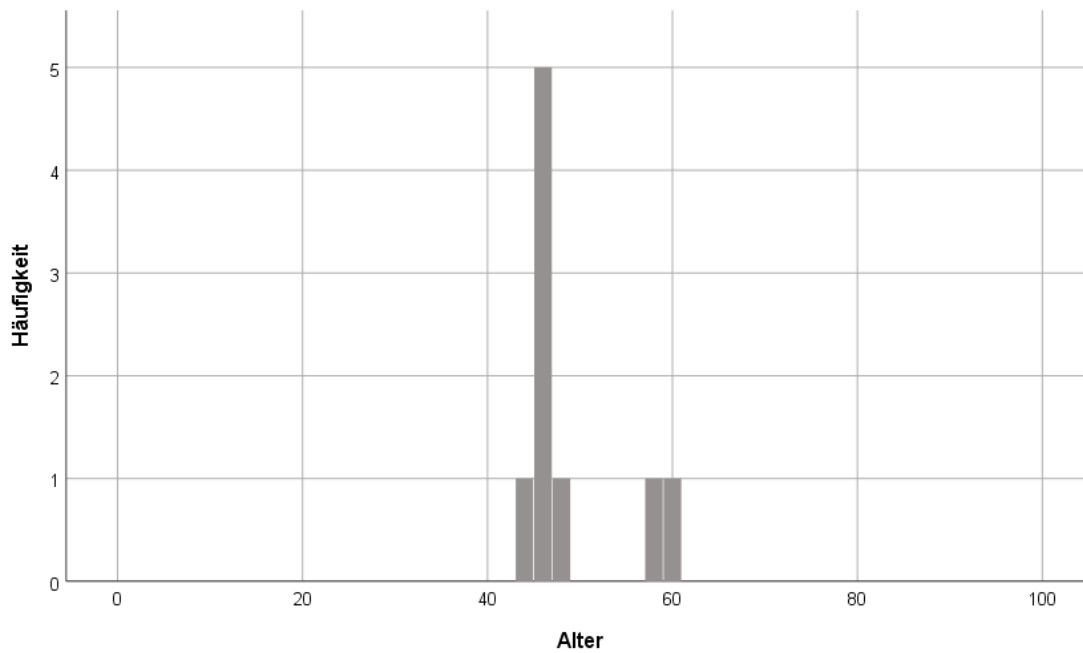


Abbildung 4.13: Altersverteilung der Patienten mit quadrikuspid angelegter Aortenklappe

N	Gültig	9
	Fehlend	0
Mittelwert		48,11
Std.-Abweichung		5,947
Median		45,00
Perzentile	25	45,00
	50	45,00
	75	52,50
Spannweite		15
Schiefe		1,557
Standardfehler der Schiefe		,717

Abbildung 4.14: Deskriptive Statistik des Alters der Patienten mit quadrikuspid angelegter Aortenklappe

Dekaden

Abbildung 4.15 gibt einen graphischen Überblick über die Altersdekaden der vier Aortenklappentypen im Vergleich.

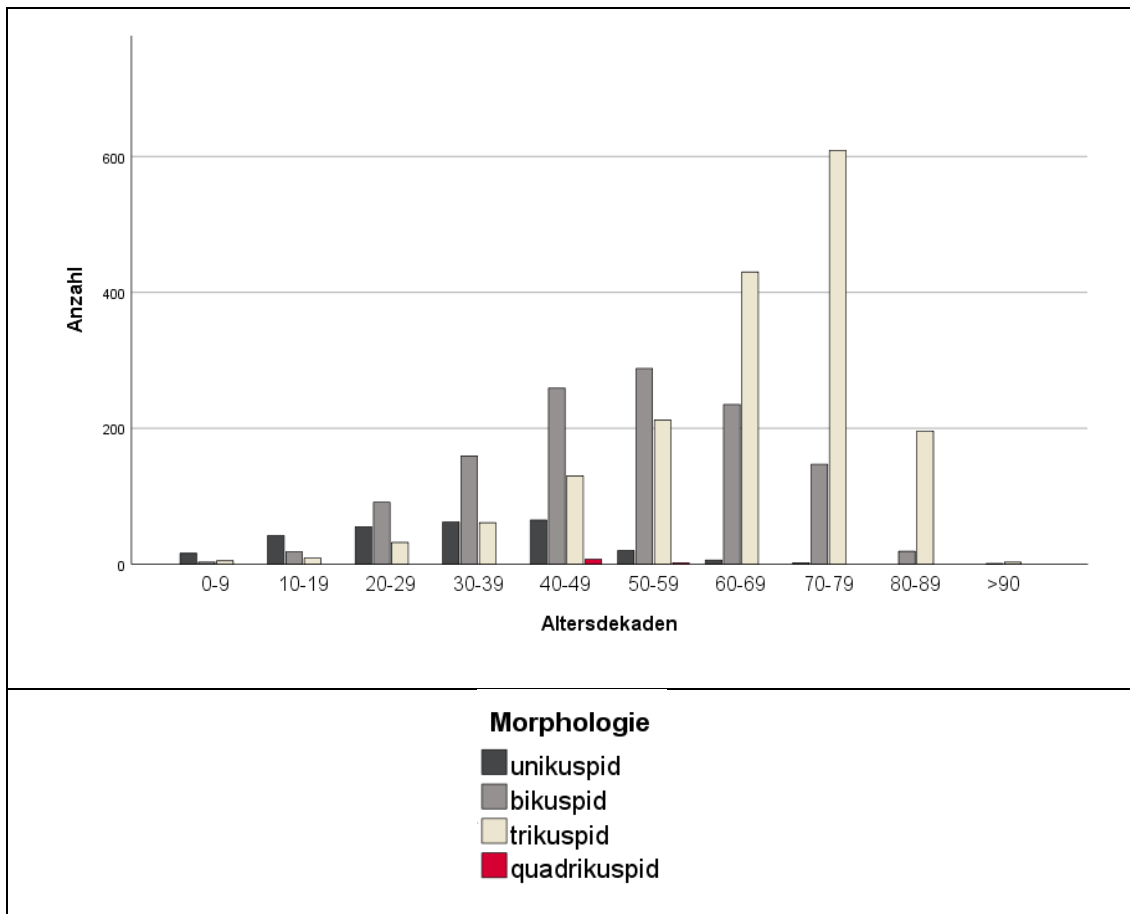


Abbildung 4.15: Überblick über die Altersdekaden der vier verschiedenen Aortenklappentypen

Die Häufigkeitsverteilung der Altersdekaden unterschied sich im Chi²-Test statistisch signifikant zwischen den Patienten mit uni-, bi und trikuspid angelegter Aortenklappe.

Die Häufigkeit der Patienten, die bei OP unter 50 Jahre alt waren unterschied sich ebenfalls signifikant: bei den Patienten mit UAV waren es 89,6%, bei den Patienten mit BAV waren es 43,4% und bei den Patienten mit TAV waren es 14%. Auch in der logistischen Regression bestanden im paarweisen Vergleich zwischen allen drei Gruppen statistisch signifikante Unterschiede in der Häufigkeit der bei OP unter 50 Jahre alten Patienten.

Bei den einzelnen Aortenklappentypen zeigten sich folgende Verteilungen:

Unikuspid

Mit 24,25% wurden die Patienten mit UAV am häufigsten in der 5. Lebensdekade operiert. In der jüngeren Hälfte der Dekaden (Dekaden eins bis fünf) wurden zusammengenommen insgesamt 89,6% der Patienten operiert.

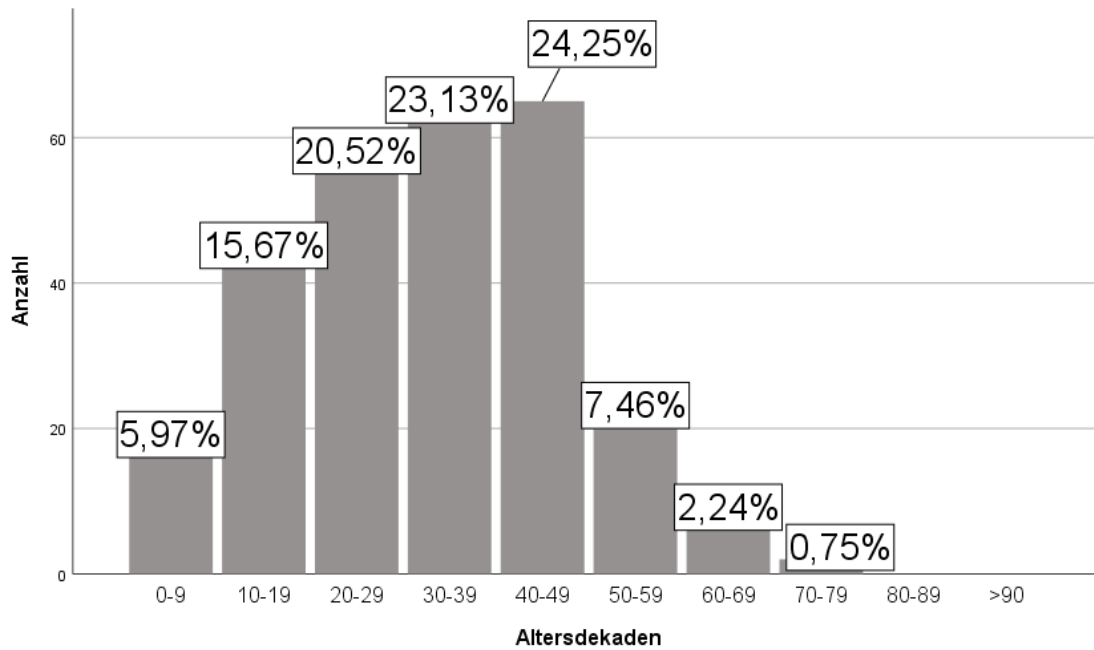


Abbildung 4.16: Altersdekaden der Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe

Bikuspid

Mit 23,61% wurden die Patienten mit BAV am häufigsten in der 6. Dekade operiert. In der jüngeren Hälfte der Dekaden (Dekaden eins bis fünf) wurden zusammengenommen insgesamt 43,4% der Patienten operiert.

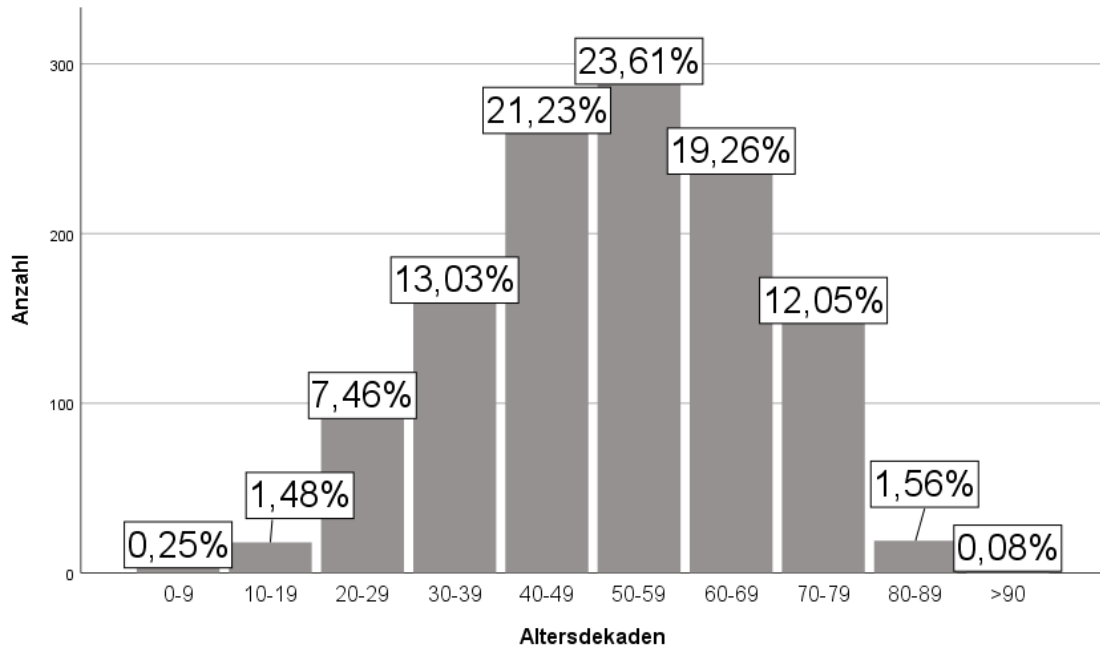


Abbildung 4.17: Altersdekaden der Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

Trikuspid

Mit 36,1% wurden die Patienten mit TAV am häufigsten in der 8. Dekade operiert. In der jüngeren Hälfte der Dekaden (Dekaden eins bis fünf) wurden zusammengenommen insgesamt 14% der Patienten operiert.

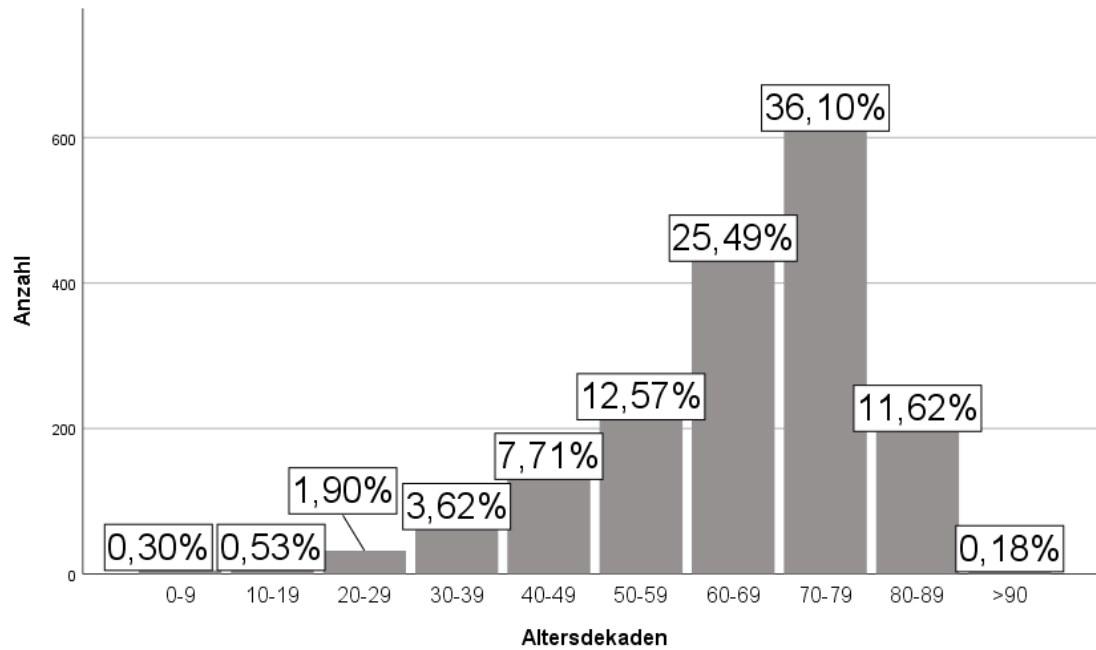


Abbildung 4.18: Altersdekaden der Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe

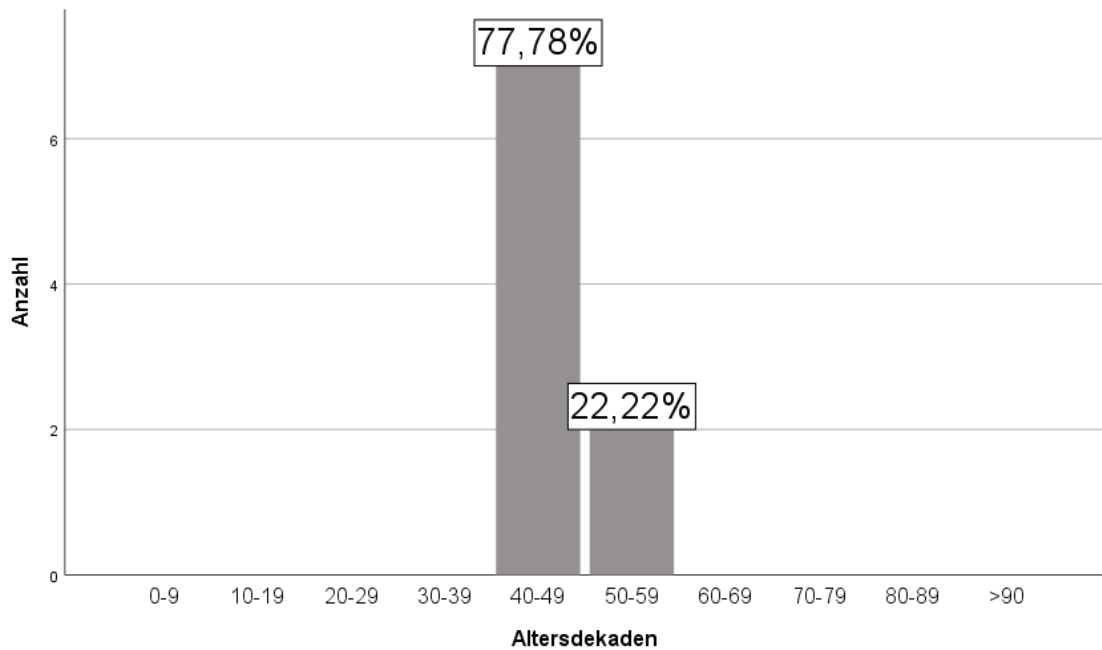
Quadrikuspid

Abbildung 4.19: Altersdekaden der Patienten mit quadrikuspid angelegter Aortenklappe

4.3 Geschlecht

Im Gesamtkollektiv waren 75,15% der Patienten männlich.

Altersverteilung

Abbildung 4.20 und Abbildung 4.21 zeigen, dass auch in den einzelnen Altersdekaden eine Mehrheit des männlichen Geschlechts vorlag. Besonders ausgeprägt war sie in den jüngeren sechs Dekaden. Hier lag ein Verhältnis von 3-4:1 vor. Am stärksten ausgeprägt war die Mehrheit mit 87,6% in der 4. Dekade.

Die einzige Ausnahme bildete die 9. Dekade: hier gab es mit 46,5% weniger männliche als weibliche Patienten.

Die Männer wurden im Mittel acht Jahre früher operiert als die Frauen (55 Jahre versus 63 Jahre), der Altersunterschied zwischen Männern und Frauen war im Mann-Whitney-U-Test auch statistisch signifikant.

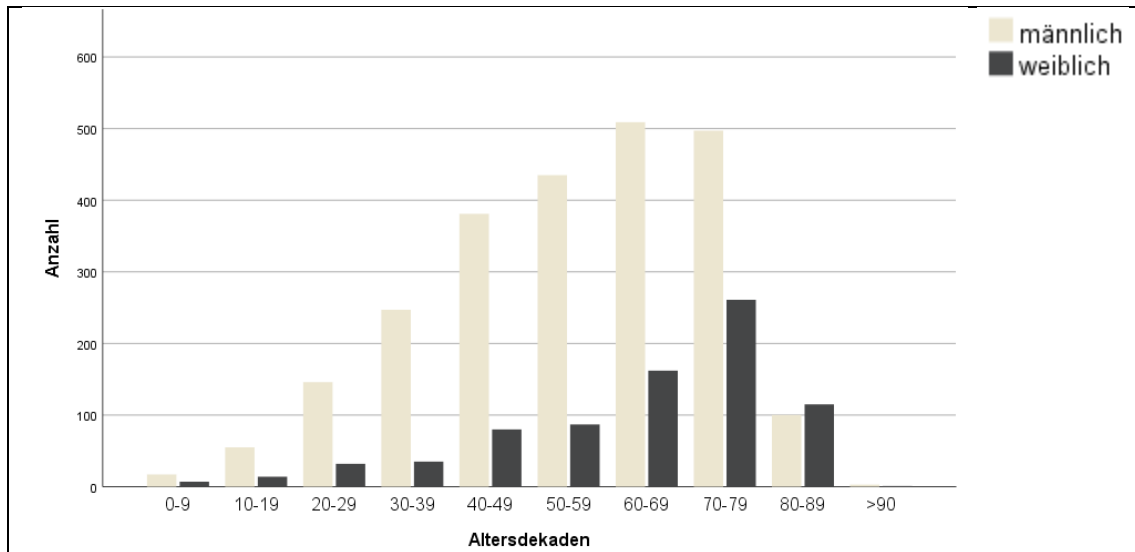


Abbildung 4.20: Dekaden basierte Geschlechterverteilung, absolute Häufigkeiten

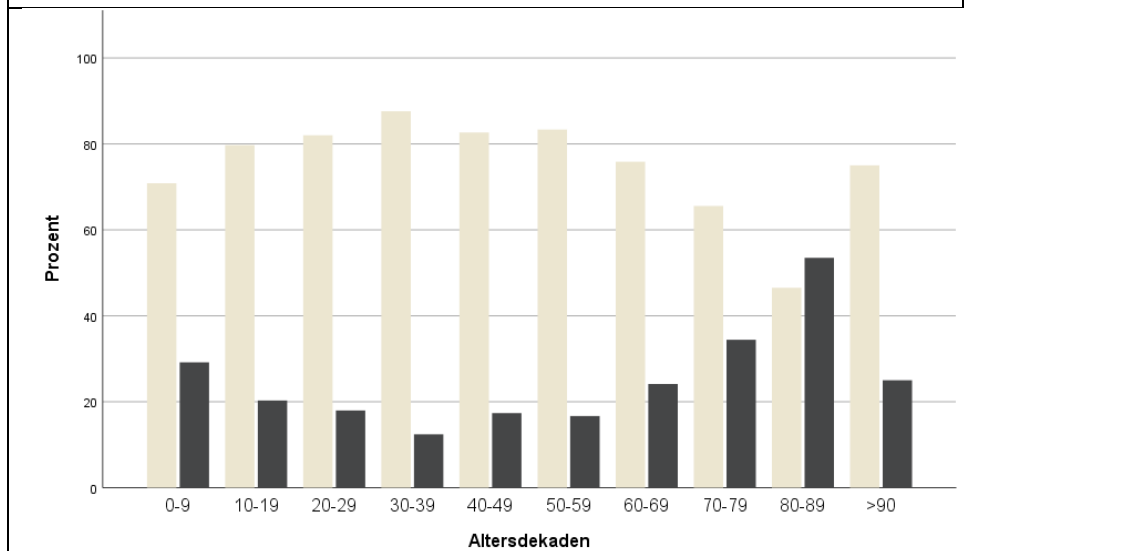


Abbildung 4.21: Dekaden basierte Geschlechterverteilung, relative Häufigkeiten

4.3.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.22 zeigt die Geschlechterverteilung der einzelnen Morphologien im Vergleich. Bei drei der vier verschiedenen Morphologien zeigte sich eine Mehrheit des männlichen Geschlechts. Diese war bei den Patienten mit BAV mit 84,51% am stärksten ausgeprägt. Es folgten die Patienten mit UAV (77,6%) und diejenigen mit TAV (67,99%).

Die einzige Ausnahme bildeten die Patienten mit QAV: hier waren es mit 44,4% weniger männliche als weibliche Patienten.

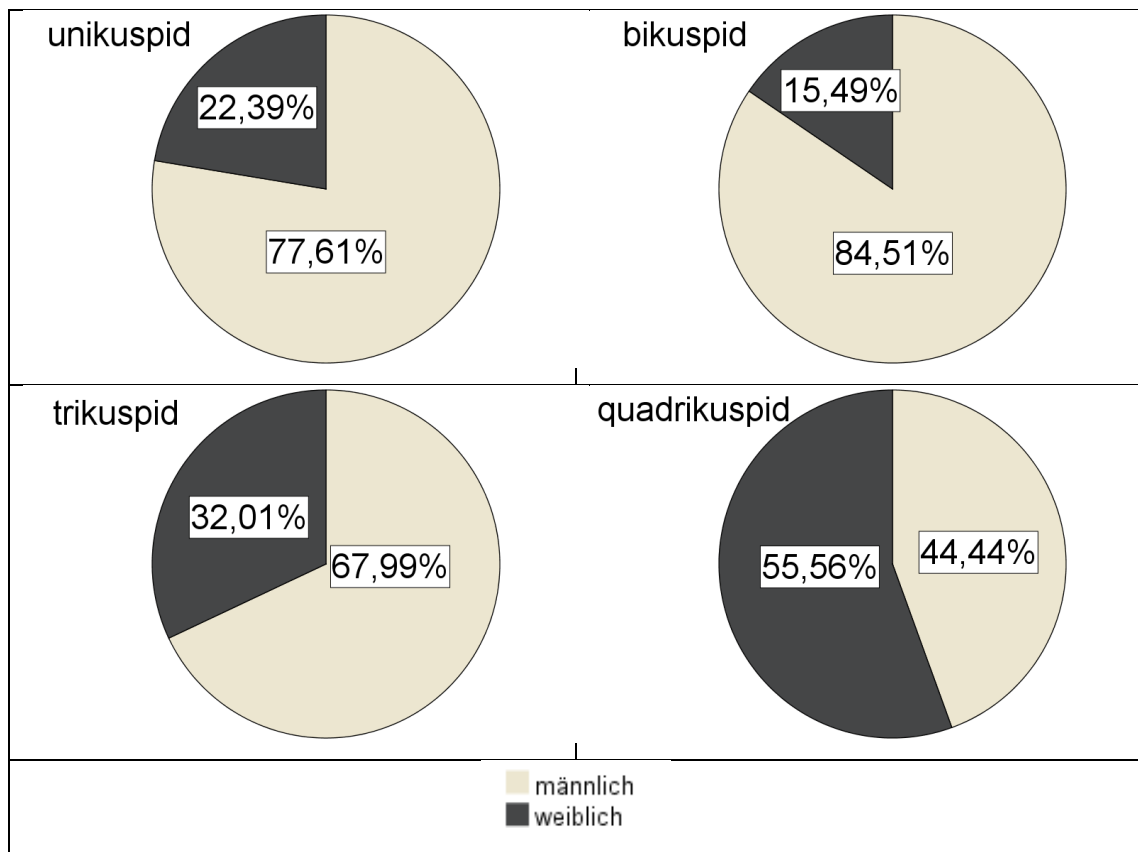


Abbildung 4.22: Geschlechterverteilung der verschiedenen Aortenklappentypen

Die unterschiedliche Geschlechterverteilung zwischen den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe war im Chi²-Test statistisch signifikant. Auch die logistische Regression zeigte in den paarweisen Vergleichen der drei Gruppen jeweils statistisch signifikante Unterschiede. Als möglicher Störfaktor zeigte sich hier der bestehende Altersunterschied.

Altersverteilung der Aortenklappentypen

Bei den Patienten mit UAV und BAV lag der Modus der Männer eine Dekaden vor demjenigen der Frauen. Bei den Patienten mit TAV war er für beide Geschlechter identisch.

Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV zeigte sich durchgängig eine Mehrheit des männlichen Geschlechts, am stärksten ausgeprägt in der 7. und 8. Dekade mit 100%.

Beide Geschlechter wurden durchschnittlich mit 32 Jahren operiert. Dementsprechend bestand auch statistisch kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des mittleren Alters bei OP zwischen den Geschlechtern.

Abbildung 4.23 und Abbildung 4.24 geben eine Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der Geschlechter in den einzelnen Dekaden.

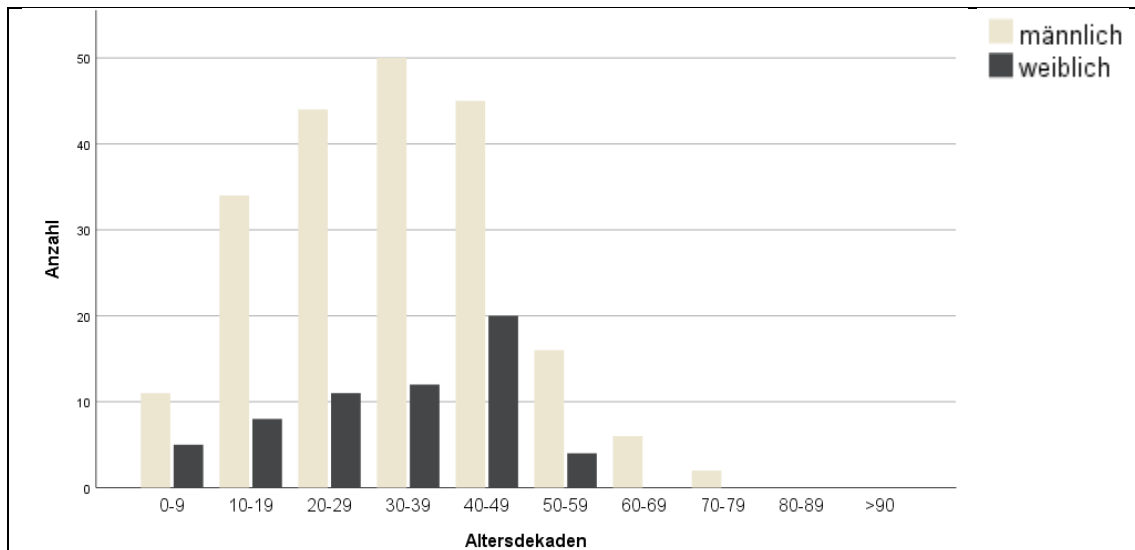


Abbildung 4.23: Dekaden basierte Geschlechterverteilung der Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

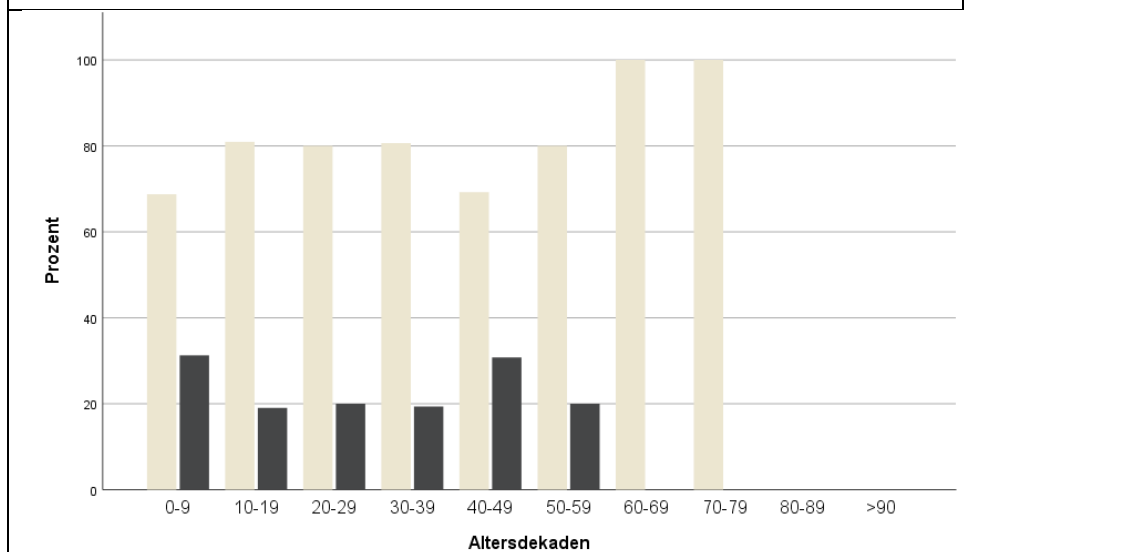


Abbildung 4.24: Dekaden basierte Geschlechterverteilung der Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

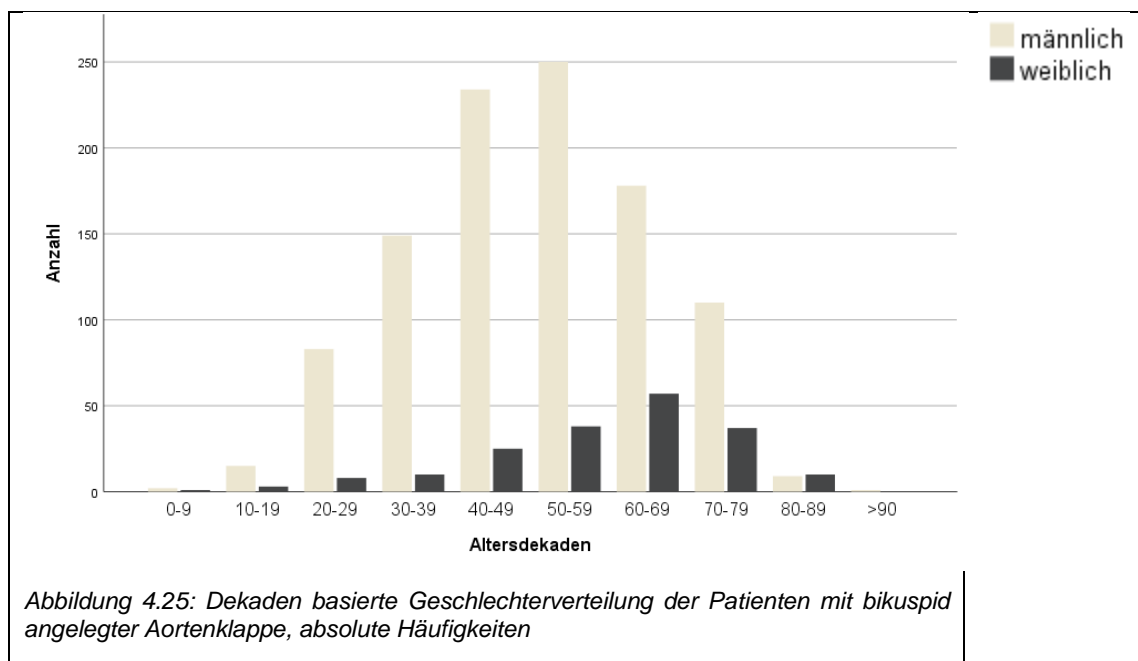
Bikuspid

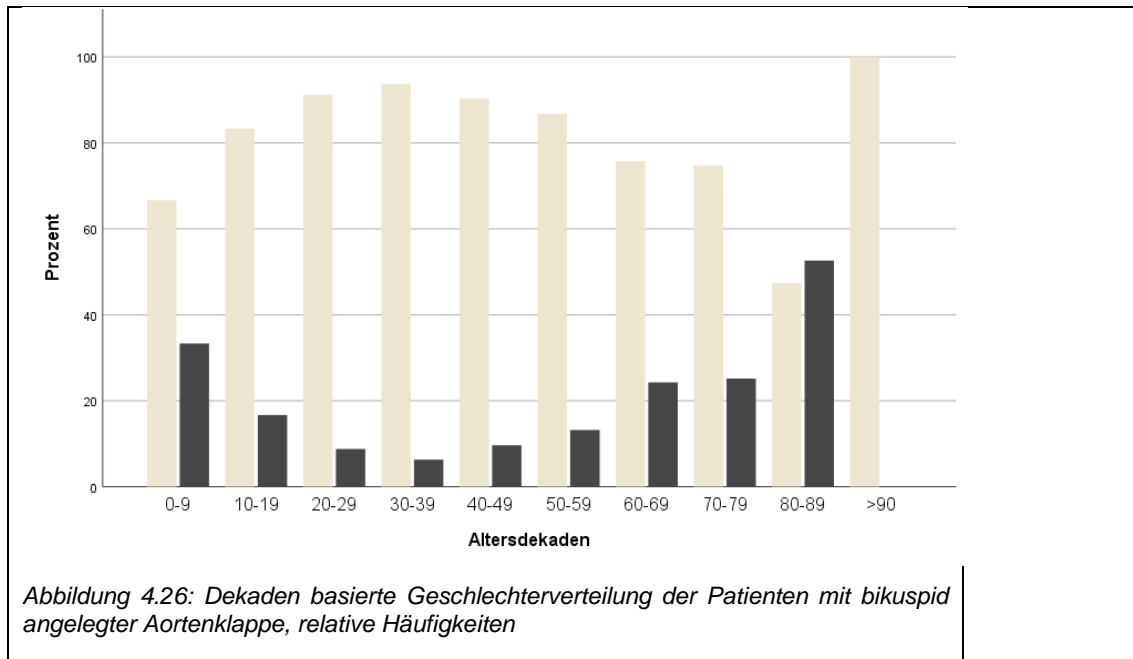
Bei den Patienten mit BAV zeigte sich fast durchgängig eine Mehrheit des männlichen Geschlechts. Die einzige Ausnahme bildete die 9. Dekade mit lediglich 47,4%.

Am stärksten ausgeprägt war die Mehrheit in der 10. Dekade mit 100%. Hier lag jedoch nur ein einziger Fall vor. Am zweitstärksten ausgeprägt war die Mehrheit in der 4. Dekade mit 93,4%.

Die Männer wurden durchschnittlich 8 Jahre und damit signifikant früher operiert als die Frauen (51 Jahre versus 59 Jahre). Auch die lineare Regression zeigte einen signifikanten Einfluss des Geschlechts auf das Alter bei OP.

Abbildung 4.25 und Abbildung 4.26 geben eine Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der Geschlechter in den einzelnen Dekaden.





Trikuspid

Bei den Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe zeigte sich ebenfalls fast durchgängig eine Mehrheit des männlichen Geschlechts. Diese war in der 6. Dekade mit 79,7% am stärksten ausgeprägt. Die einzige Ausnahme bildete die 9. Dekade: hier waren mit 46,4% weniger Patienten männlich als weiblich.

Der Mann-Whitney-U-Test bestätigte, dass die Männer durchschnittlich fünf Jahre und damit signifikant früher operiert wurden als die Frauen (64 Jahre versus 69 Jahre). Auch die lineare Regression zeigte einen signifikanten Einfluss des Geschlechts auf das Alter bei OP.

Abbildung 4.27 und Abbildung 4.28 geben eine Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der Geschlechter in den einzelnen Dekaden.

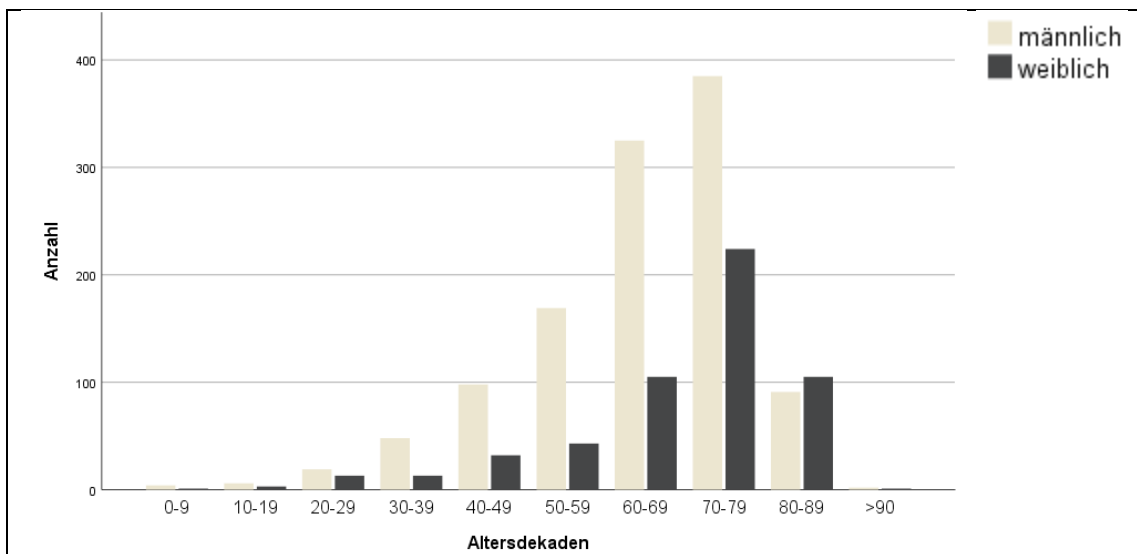


Abbildung 4.27: Dekaden basierte Geschlechterverteilung der Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

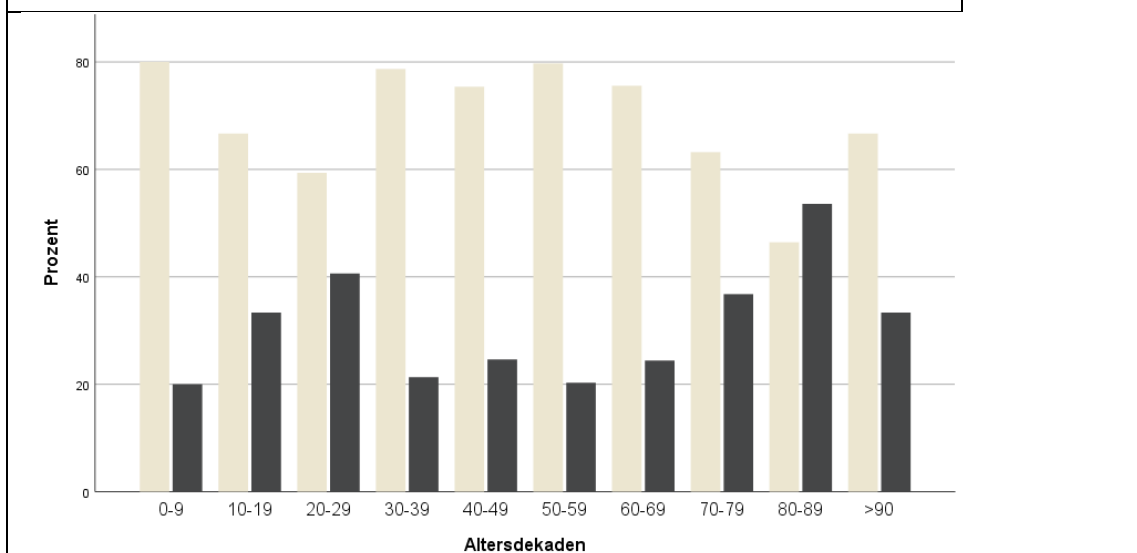
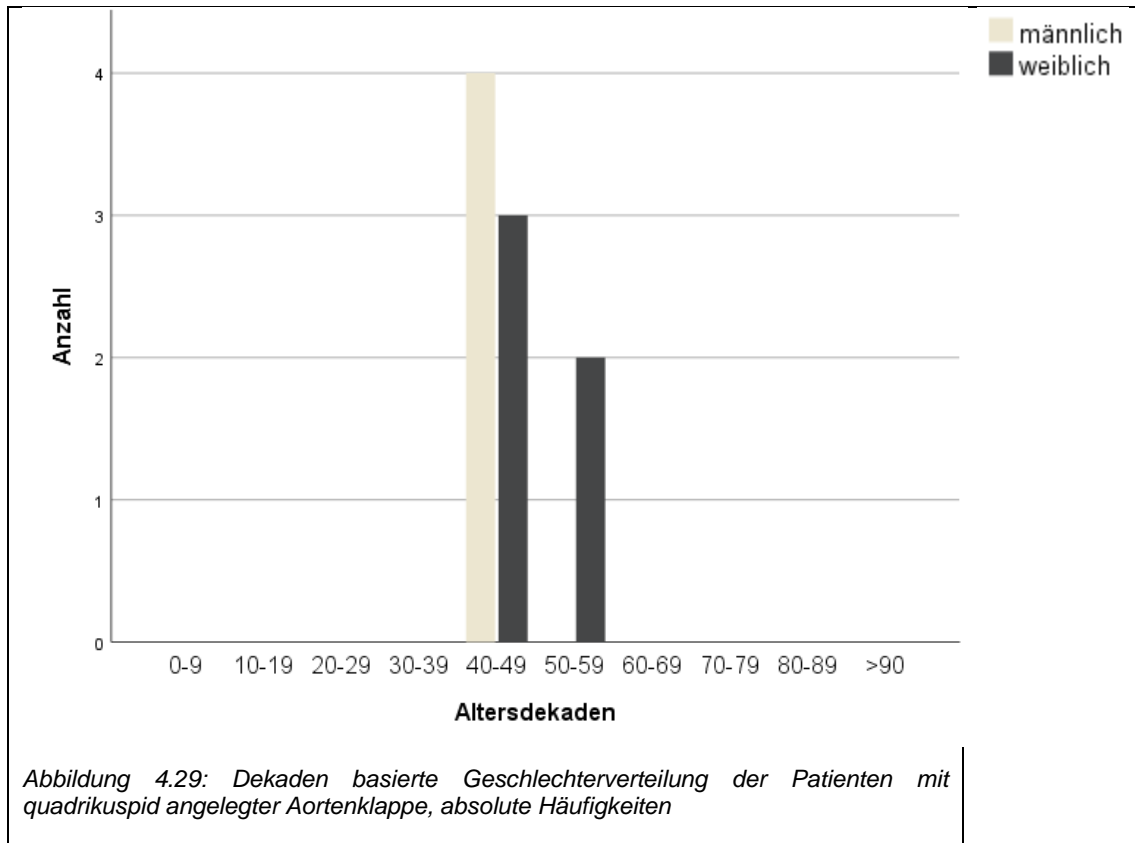


Abbildung 4.28: Dekaden basierte Geschlechterverteilung der Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

Quadrikuspid

Wie Abbildung 4.29 zeigt, beschränken sich bei den Patienten mit QAV die männlichen Patienten ausschließlich auf die fünfte Dekade, die weiblichen auf die fünfte und sechste Dekade.



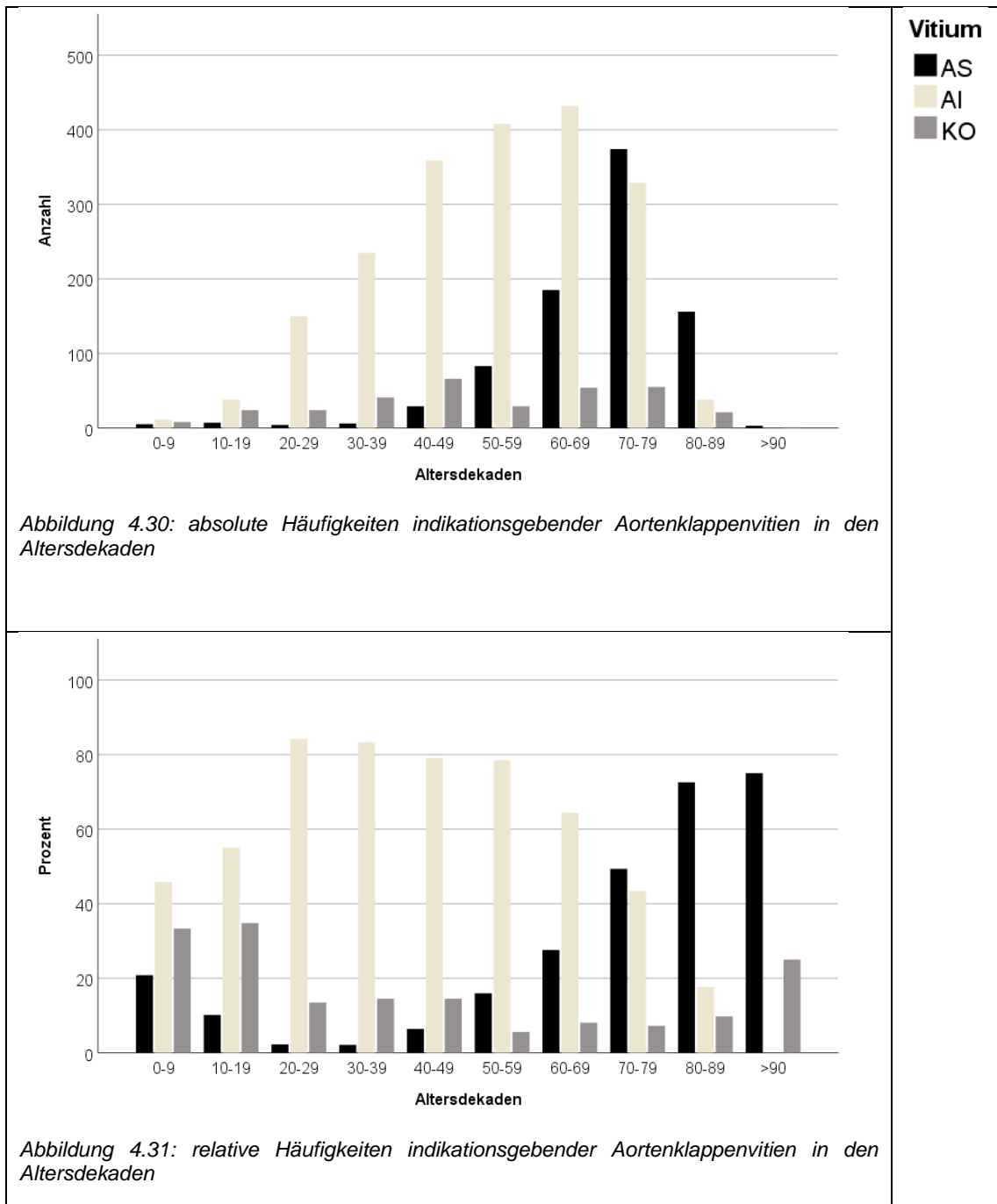
4.4 Vitium

Im gesamten Patientenkollektiv war das indikationsgebende Vitium bei 63,1% eine führende Aortenklappeninsuffizienz (AI), bei 26,8% eine führende Aortenstenose (AS) und bei 10,1% ein kombiniertes Aortenklappenvitium (KO).

Altersverteilung

In den jüngeren Dekaden dominierte die AI. In den älteren Dekaden rückte die AS in den Vordergrund. Hinsichtlich des Modus der drei Vitien galt: $KO \ll AI < AS$.

AI und AS zeigten bis dahin einen gleichmäßigen Anstieg mit folgendem abrupten Abfall. Das KO trat über alle Dekaden verteilt auf. Abbildung 4.30 und Abbildung 4.31 zeigen die absoluten und relativen Häufigkeiten der drei verschiedenen indikationsgebenden Vitien in den einzelnen Dekaden.



4.4.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.32 zeigt die Häufigkeitsverteilung der indikationsgebenden Vitien bei den vier verschiedenen Aortenklappentypen.

Man sieht, dass die Patienten mit UAV mit 48,9% am häufigsten aufgrund eines KO operiert wurden.

Die Patienten mit BAV hingegen wurden mit 68,4% am häufigsten aufgrund einer AI operiert. Auch bei den Patienten mit TAV stellte die AI mit 63,4% das häufigste indikationsgebende Vitium.

Die neun Patienten mit QAV wurden alle aufgrund einer AI operiert.

Die Häufigkeit des KO nahm von unikuspid nach trikuspid ab. Die Häufigkeit der AS nahm von unikuspid nach trikuspid zu. Die AI war am Häufigsten bei Patienten mit QAV indikationsgebend, gefolgt von BAV, TAV und letztlich UAV.

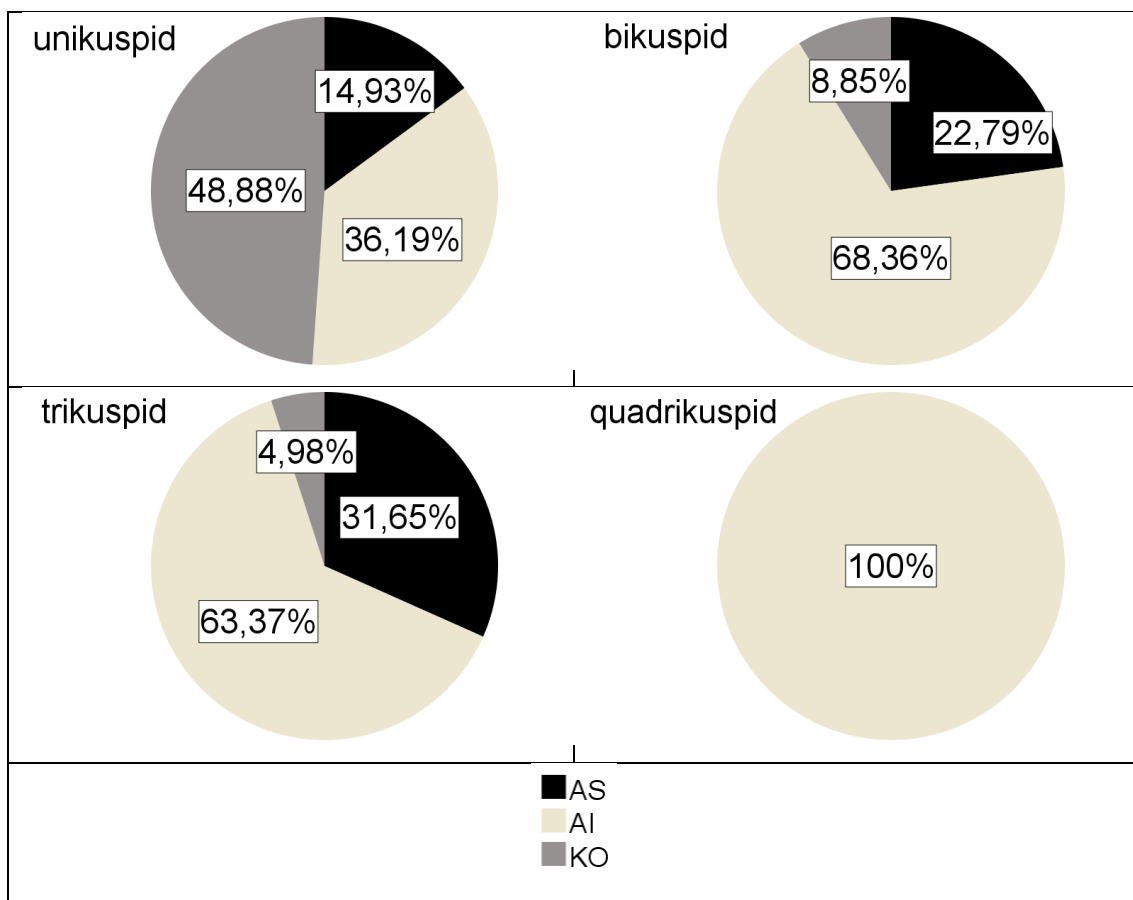


Abbildung 4.32: Häufigkeitsverteilung der indikationsgebenden Vitien bei den vier verschiedenen Aortenklappentypen

Die Häufigkeit der indikationsgebenden Vitien unterschied sich im Chi²-Test signifikant zwischen den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe.

Die logistische Regression bestätigte dies in den paarweisen Vergleichen der drei Aortenklappentypen. Hier wurden folgende Störfaktoren identifiziert: in sämtlichen Vergleichen hatte das Alter einen maßgeblichen Einfluss auf die Häufigkeit der Aortenklappenvitien. Im Vergleich bikuspid-trikuspid hatte zusätzlich das unterschiedliche Geschlechtsverhältnis einen relevanten Einfluss auf die Häufigkeit der AS und der AI. Im Vergleich bikuspid-unikuspid sowie unikuspid-trikuspid hatte zudem

das Vorhandensein eines Aneurysmas einen relevanten Einfluss auf die Häufigkeit der AI.

Altersverteilung der Aortenklappentypen

Patienten mit UAV wurden signifikant früher operiert als Patienten mit BAV. Patienten mit BAV wurden signifikant früher operiert als Patienten mit TAV. Dies zeigte sich bei allen drei Vitien im Kruskal-Wallis-Test.

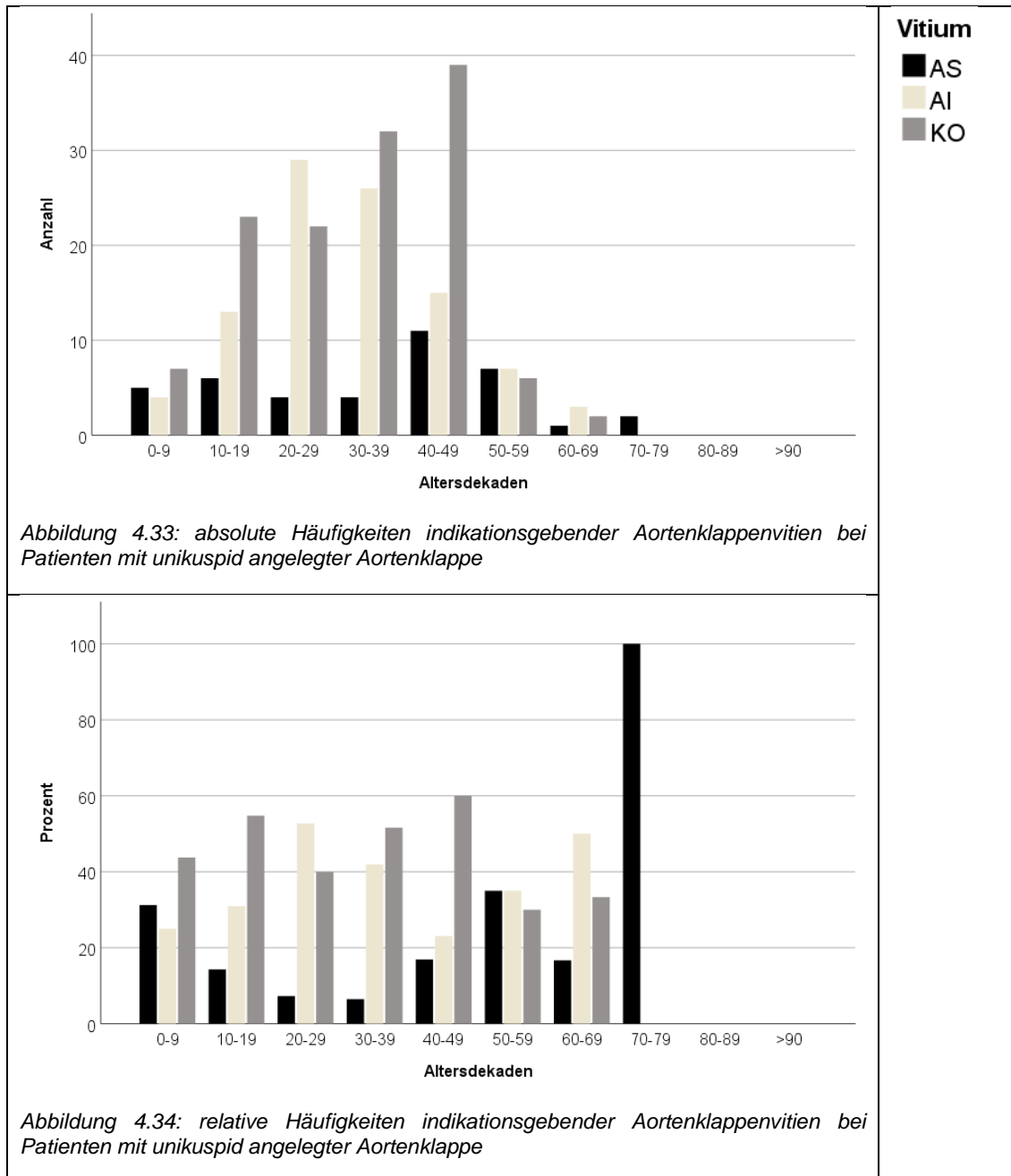
Bei Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test, dass diejenigen mit AI signifikant früher operiert wurden als diejenigen mit AS oder KO.

Weiterhin wurden die Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe mit KO signifikant früher operiert als diejenigen mit AS.

Bei allen drei Morphologien nahm die relative Häufigkeit der AS in den höheren Altersdekaden zu. Der Zusammenhang zwischen Alter und AS war bei den Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe in der logistischen Regression auch statistisch signifikant.

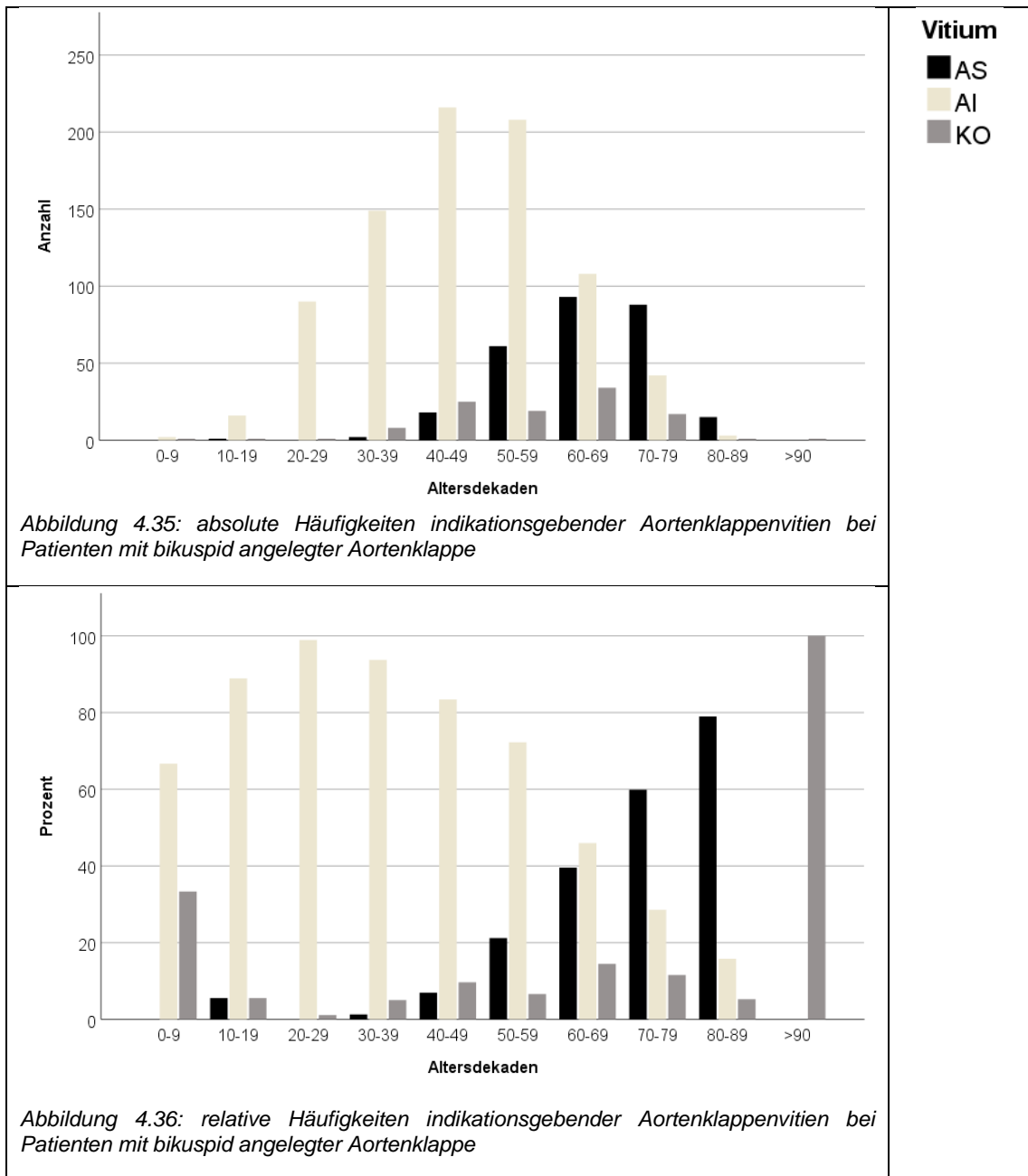
Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV dominierte bis einschließlich zur 5. Dekade das KO (Ausnahme 3. Dekade, hier dominierte die AI). Ab der 6. Dekade waren wechselnd AI bzw. AS dominierend. Bezüglich. des Modus galt: AI<<AS/KO in der 3. bzw. 5. Dekade.



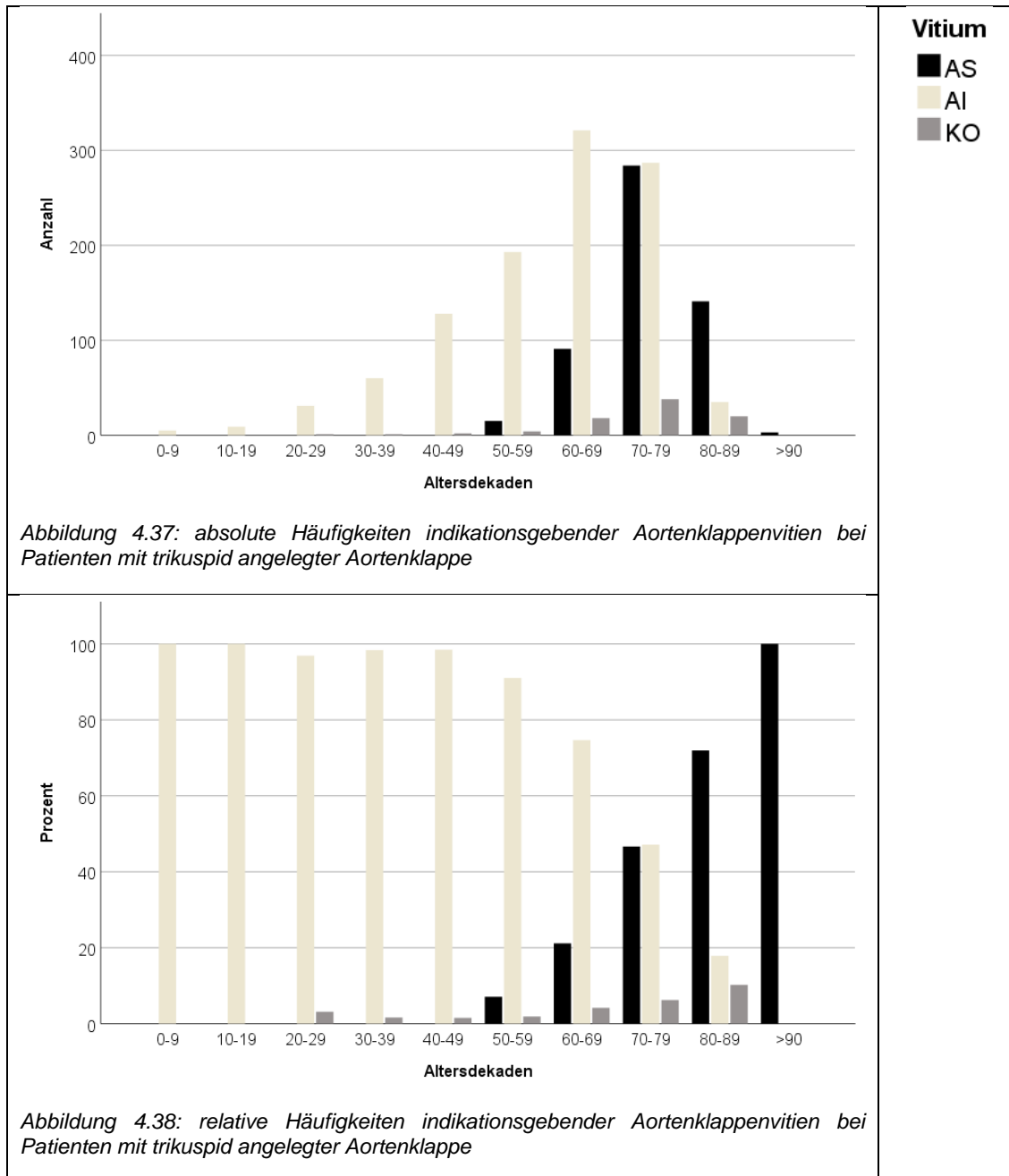
Bikuspid

Bei den Patienten mit BAV dominierte bis einschließlich zur 7. Dekade die AI. Danach rückte die AS in den Vordergrund. Bezüglich des Modus galt: AI << AS/KO in der 5. bzw. 7. Dekade.



Trikuspid

Bei den Patienten mit TAV dominierte bis einschließlich zur 8. Dekade die AI. Danach rückte die AS in den Vordergrund. Bezüglich des Modus galt: AI<AS/KO in der 7. bzw. 8. Dekade.



4.5 Aneurysma

Im Gesamtkollektiv lag bei 44,5% der Fälle ein Aneurysma vor. Bei 26,5% war isoliert die Aorta ascendens betroffen (iASC). Bei 18% waren sowohl die Aorta ascendens als auch der Aortenbogen betroffen (ASC/ARC).

Altersverteilung

Abbildung 4.39 zeigt das Vorkommen von Aneurysmata in den einzelnen Altersdekaden. Die Anzahl von Patienten mit Aneurysma nahm bis zur 7. Dekade zu. Der Modus der Patienten ohne Aneurysma lag eine Dekade später. Der Vergleich des mittleren Alters

bei OP mittels Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass die Patienten mit Aneurysma durchschnittlich 4 Jahre und damit signifikant früher operiert wurden als die Patienten ohne Aneurysma (55 versus 59 Jahre).

Wie Abbildung 4.40 verdeutlicht, wurden in der 4.-6. Dekade mehr Patienten mit Aneurysma operiert als ohne.

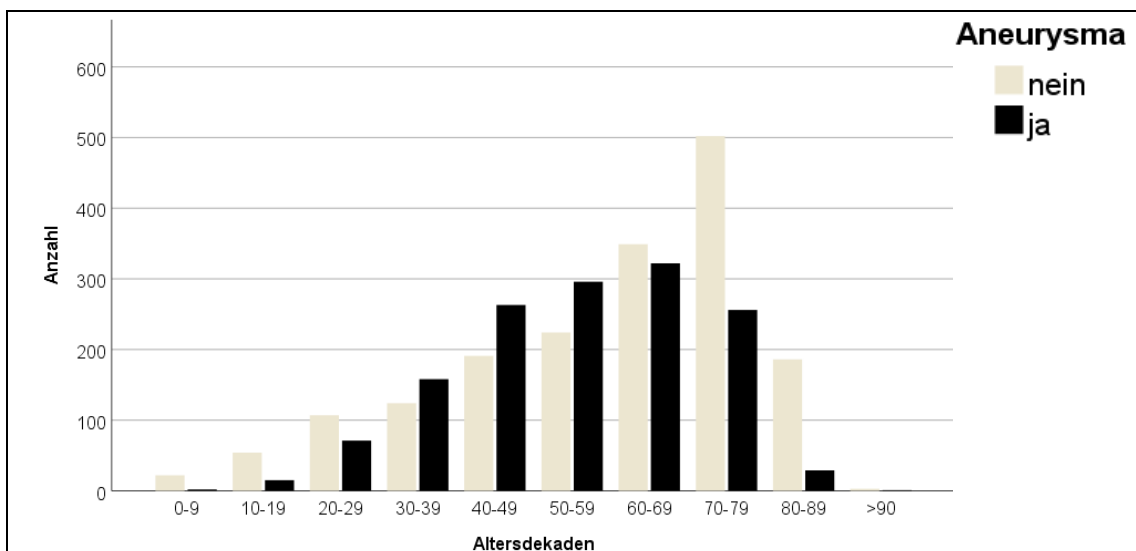


Abbildung 4.39: Vorkommen von Aneurysma in den Altersdekaden, absolute Häufigkeiten

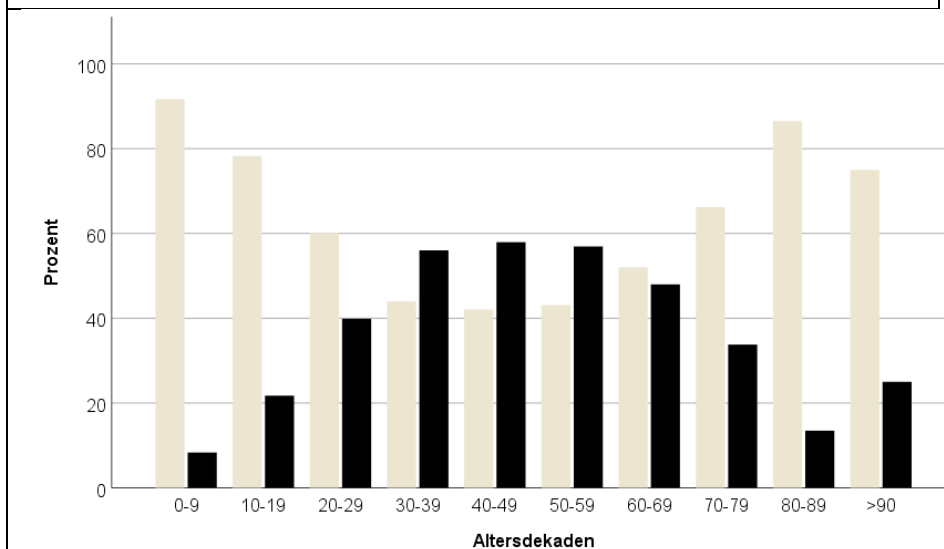


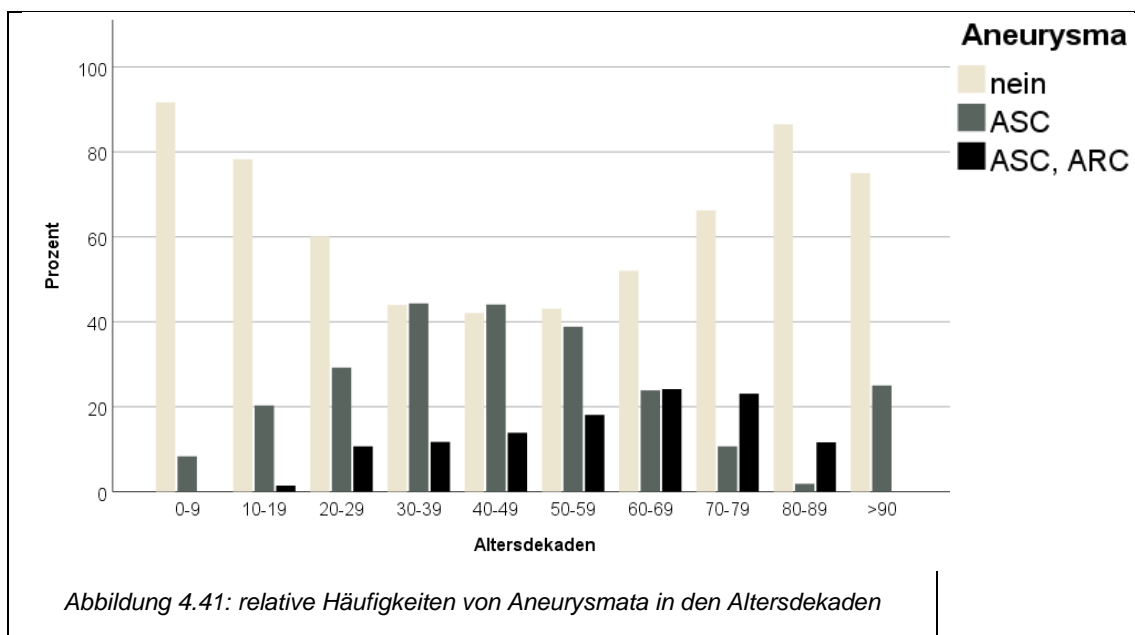
Abbildung 4.40: Vorkommen von Aneurysma in den Altersdekaden, relative Häufigkeiten

Differenziert nach Aneurysmatyp (iASC und ASC/ARC) zeigte sich, dass Patienten mit iASC im Mittel mit 51 Jahren operiert wurden. Patienten mit ASC/ARC wurden im Mittel mit 62 Jahren operiert. Patienten ohne Aneurysma wurden im Mittel mit 59 Jahren

operiert. Der Unterschied zwischen den drei Gruppen war im Kruskal-Wallis-Test statistisch signifikant.

Die Patienten mit iASC wurden vorwiegend in der 4.-6. Dekade operiert. Bei Patienten mit ASC/ARC nahm die Häufigkeit mit dem Alter zu. Zwischen Alter und ASC/ARC bestätigte sich in der logistischen Regression auch statistisch ein signifikanter Zusammenhang.

Beide Aspekte werden in Abbildung 4.41 deutlich.



4.5.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.42 zeigt die Häufigkeit von Aneurysmata bei den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe. Bei den Patienten mit QAV lag bei keinem Patienten ein Aneurysma vor.

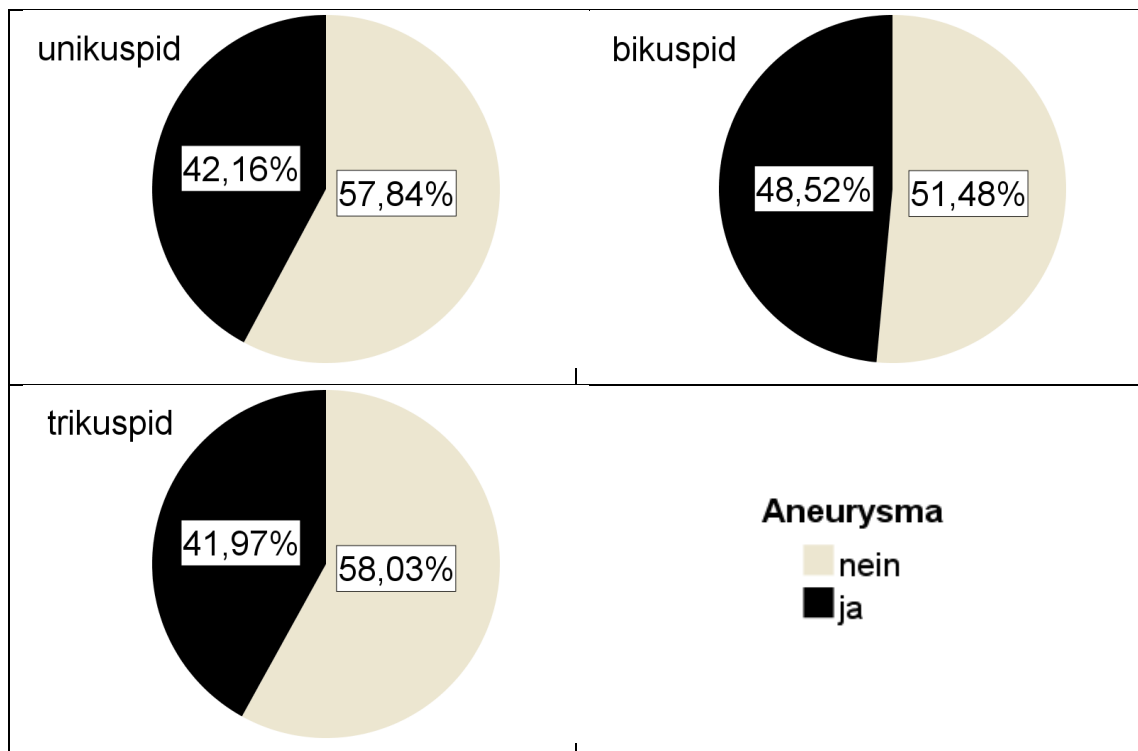


Abbildung 4.42: Häufigkeit von Aneurysmata bei Patienten mit uni-, bi und trikuspid angelegter Aortenklappe

Zwischen den drei Patientengruppen bestand im Chi²-Test ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von Aneurysmata.

In den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression zeigte sich, dass lediglich zwischen den Patienten mit BAV und TAV ein statistisch signifikanter Unterschied bestand. Die Regressionsanalyse wies daraufhin, dass der Altersunterschied sowie die unterschiedliche Verteilung des indikationsgebenden Vitiums einen maßgeblichen Einfluss auf die unterschiedliche Verteilung der Aneurysmata hatten. Die unterschiedliche Verteilung des Geschlechts hatte keinen relevanten Einfluss als Störfaktor.

Abbildung 4.43 zeigt die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Aneurysmatypen bei den drei Aortenklappentypen.

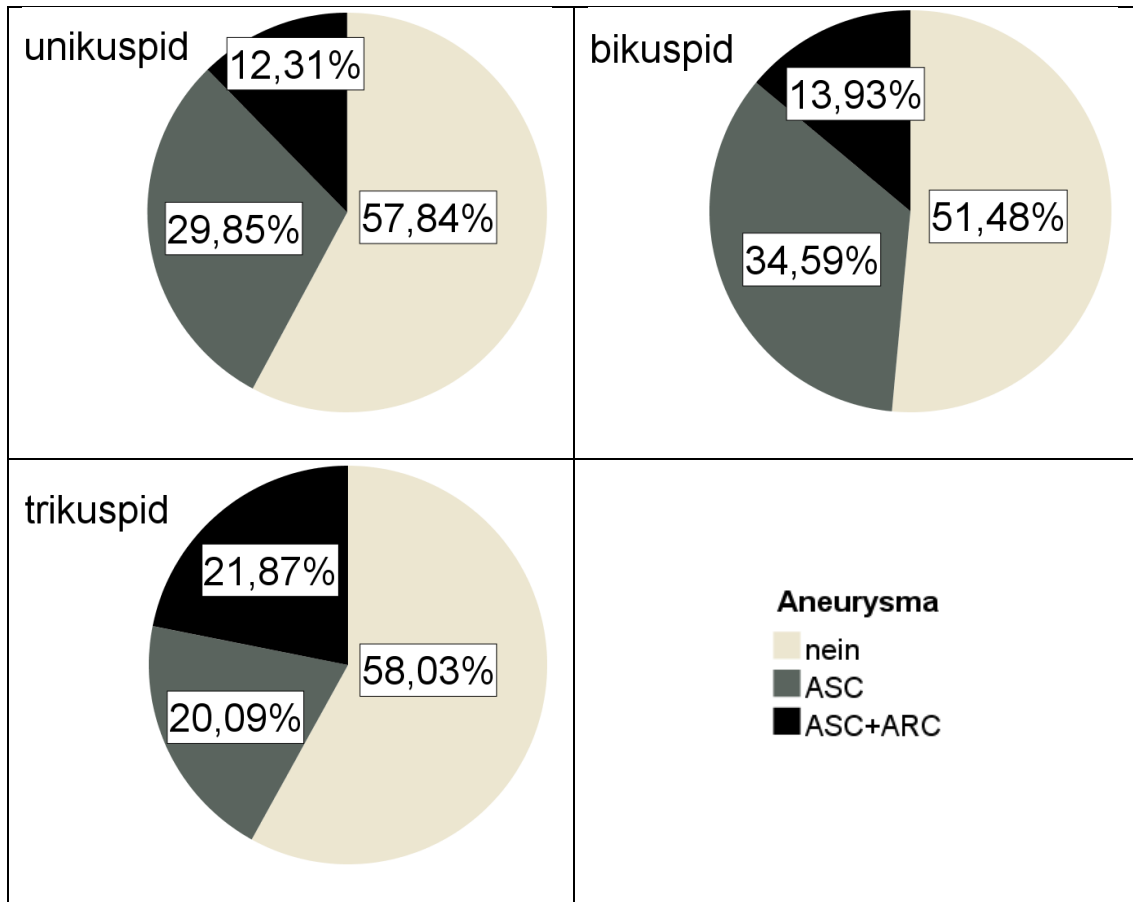


Abbildung 4.43: Häufigkeit der Aneurysmatypen bei Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe

Differenziert nach Aneurysmatyp zeigte sich im Chi²-Test, dass zwischen den drei Patientengruppen ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von iASC bestand. In den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression unterschieden sich folgende Gruppen hinsichtlich der Häufigkeit eines iASC signifikant voneinander:

- unikuspid-trikuspid
- bikuspid-trikuspid

Hinsichtlich der Häufigkeit von ASC/ARC zeigte sich im Chi²-Test ebenfalls ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Aortenklappentypen. In den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression waren ebenfalls folgende Unterschiede signifikant:

- unikuspid-trikuspid
- bikuspid-trikuspid

Der Unterschied zwischen den Patienten mit BAV und UAV war sowohl hinsichtlich der Häufigkeit isolierter als auch kombinierter Aneurysmata statistisch nicht signifikant.

Fusionstypen (BAV)

Zwischen den Fusionstypen R/L und R/A bestand im Chi²-Test kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von Aneurysmata allgemein.

Die beiden Fusionstypen unterschieden sich aber sowohl hinsichtlich der Häufigkeit von iASC sowie hinsichtlich ASC/ARC im Chi²-Test und in der logistischen Regression statistisch signifikant voneinander.

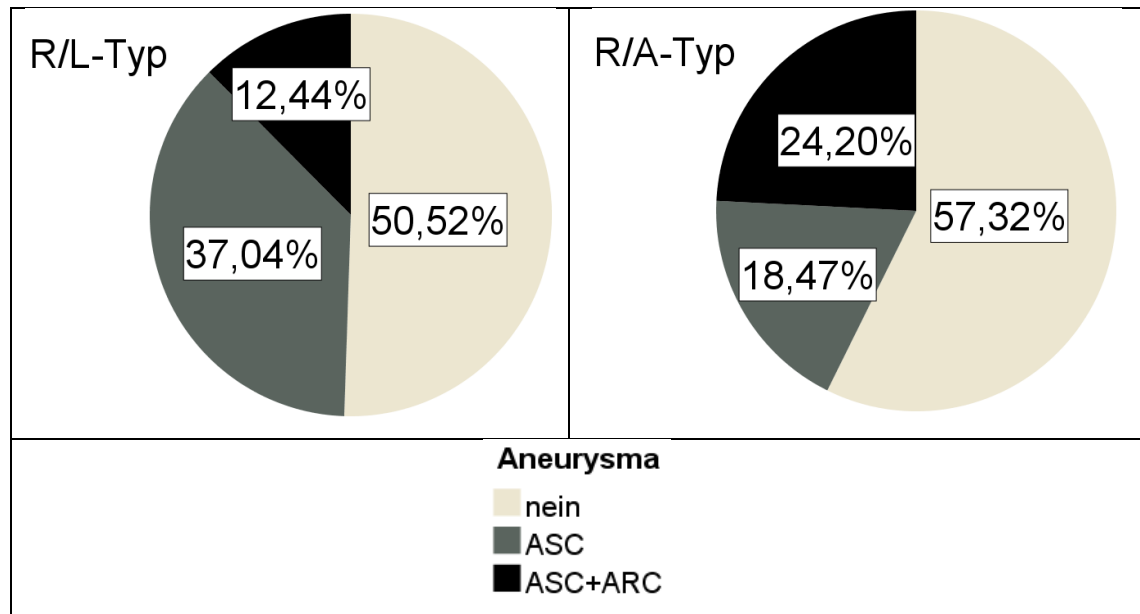


Abbildung 4.44: Häufigkeiten isolierter Ascendens- und kombinierter Ascendens- und Bogenaneurysmata bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe vom R/L- und R/A-Typ

Altersverteilung der Aortenklappentypen

Unikuspid

Wie Abbildung 4.45 und Abbildung 4.46 zeigen, wurden die meisten Patienten ohne Aneurysma in der zweiten Lebensdekade operiert. Die meisten Patienten mit begleitendem Aneurysma wurden in der 5. Lebensdekade operiert. In der 3.-5. Dekade wurden mehr Patienten mit Aneurysma operiert als ohne.

Der Mann-Whitney-U-Test bestätigte, dass Patienten mit Aneurysma durchschnittlich 38 Jahre und damit signifikant später operiert wurden als Patienten ohne Aneurysma (29 Jahre). Auch die Regressionsanalyse bestätigte den statistisch signifikanten Altersunterschied. Weder die unterschiedliche Geschlechterverteilung noch die unterschiedliche Verteilung des indikationsgebenden Aortenklappenvitiums zeigte sich hier als Störfaktor.

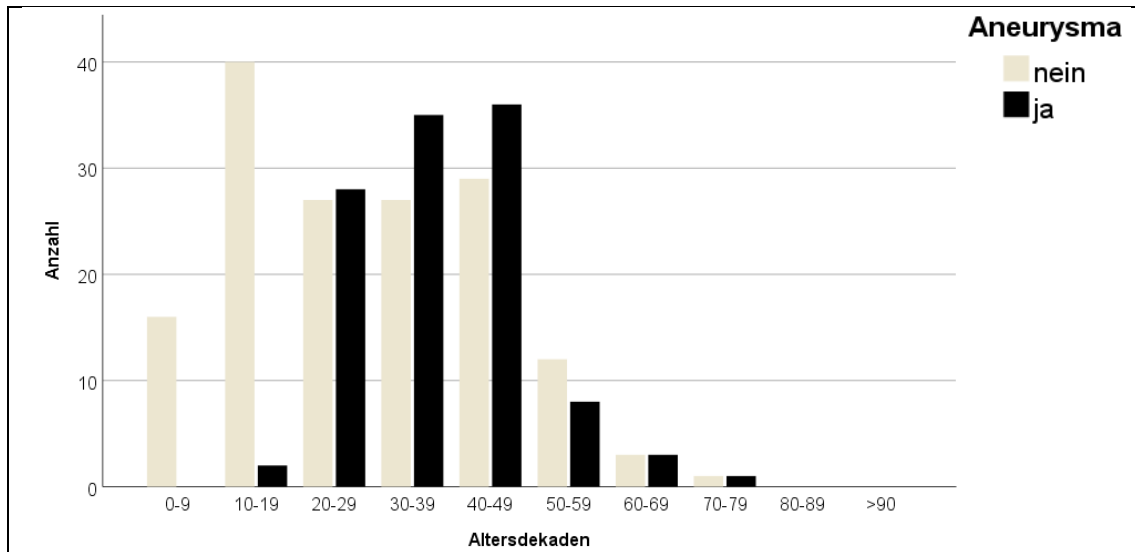


Abbildung 4.45: Vorkommen thorakaler Aortenaneurysmata bei Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

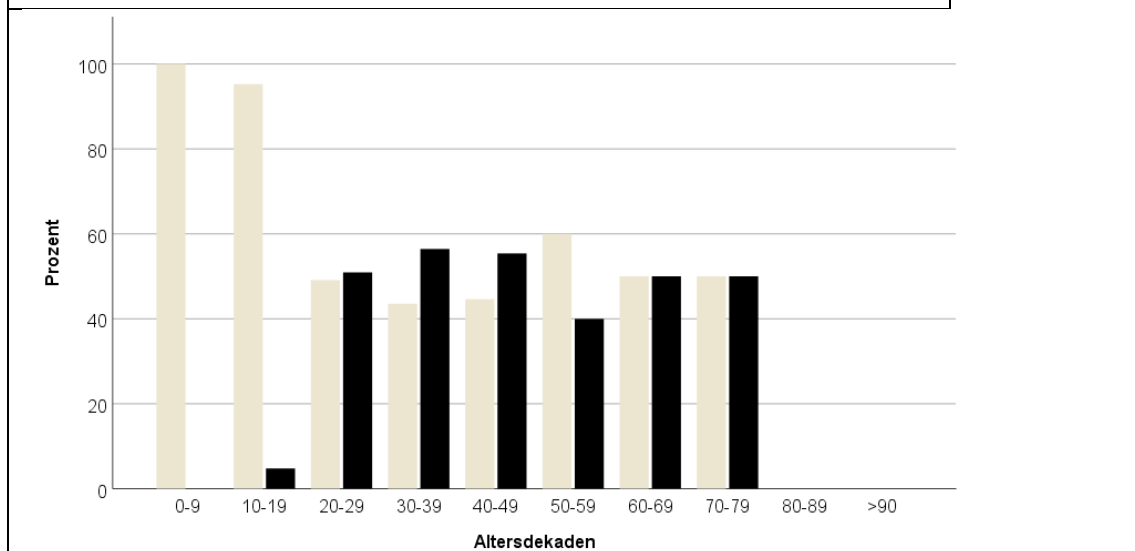


Abbildung 4.46: Vorkommen thorakaler Aortenaneurysmata bei Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

Differenziert nach Aneurysmatyp zeigte sich Folgendes: Das mittlere Alter der Patienten mit iASC lag bei 37 Jahren. Das mittlere Alter der Patienten mit ASC/ARC lag bei 40 Jahren. Das mittlere Alter der Patienten ohne begleitendes thorakales Aneurysma lag bei 29 Jahren. Der Altersunterschied der drei Patientengruppen war im Kruskal-Wallis-Test statistisch signifikant.

Zwischen dem Alter bei OP und ASC/ARC bestand in der Regressionsanalyse ein statistisch signifikanter Zusammenhang.

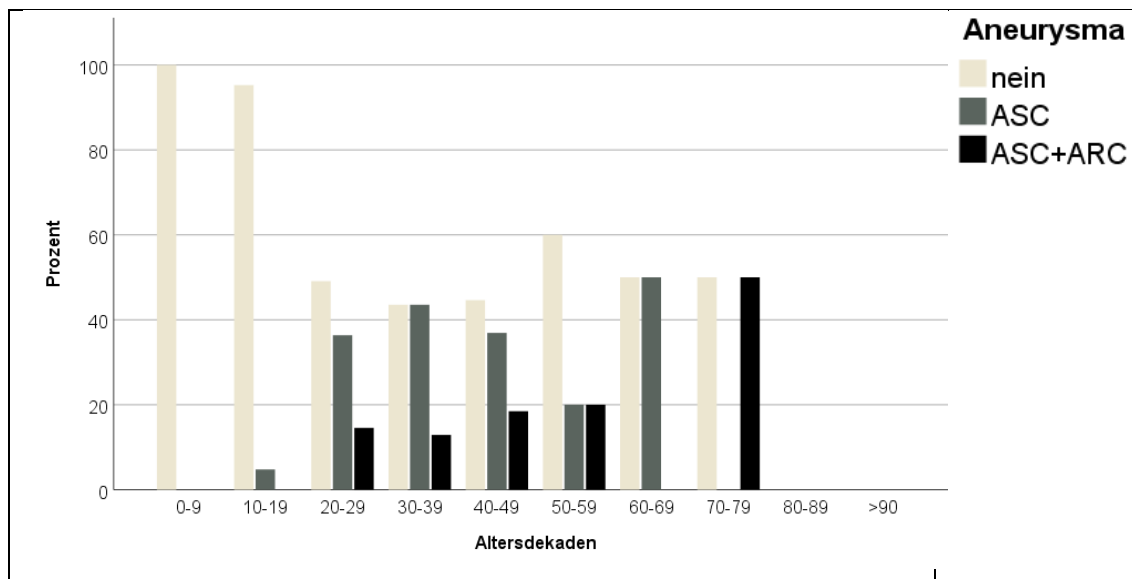


Abbildung 4.47: relative Häufigkeiten der beiden Aneurysmatypen bei Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe

Bikuspid

Wie Abbildung 4.48 und Abbildung 4.49 zeigen, wurden jeweils die meisten Patienten mit und ohne Aneurysma in der 6. Lebensdekade operiert. In der 5.-7. Dekade wurden mehr Patienten mit Aneurysma operiert als ohne.

Zwischen den Patienten mit und ohne Aneurysma bestand kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des mittleren Alters bei OP (51 versus 53 Jahre).

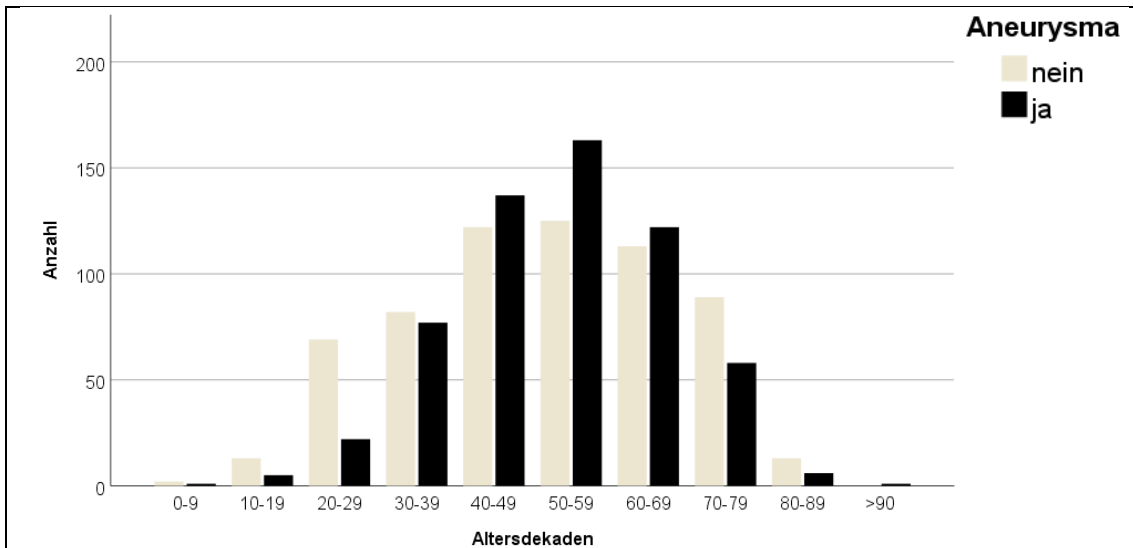


Abbildung 4.48: Vorkommen thorakaler Aortenaneurysmata bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

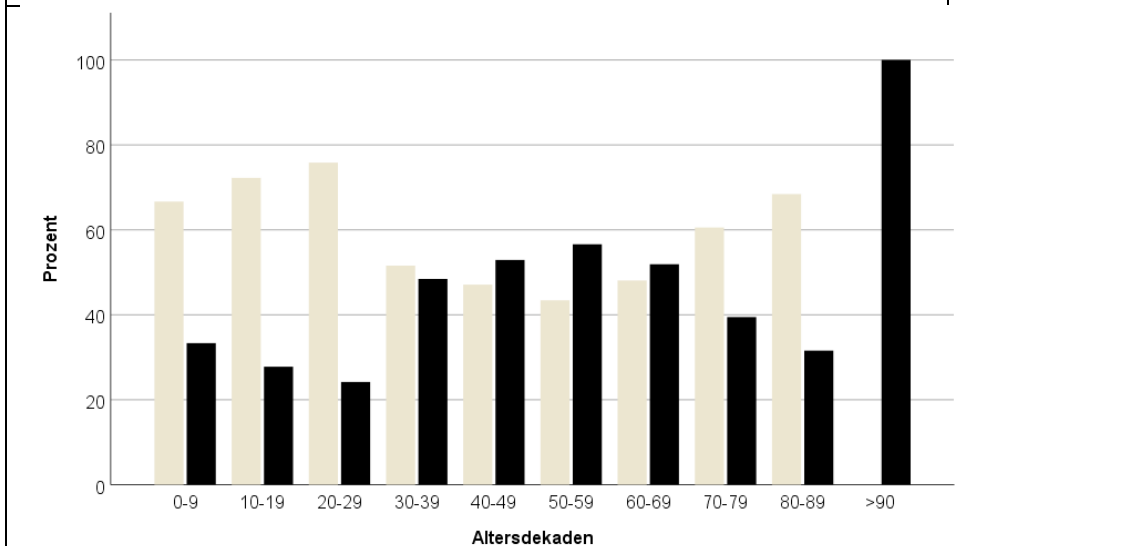


Abbildung 4.49: Vorkommen thorakaler Aortenaneurysmata bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

Abbildung 4.50 zeigt die Häufigkeit der Aneurysmatypen. Differenziert nach Aneurysmatyp zeigte sich Folgendes: Die Patienten mit iASC waren bei OP im Mittel 50 Jahren alt. Die Patienten mit ASC/ARC waren bei OP im Mittel 58 Jahre alt. Die Patienten

ohne begleitendes Aneurysma waren bei OP im Mittel 51 Jahre alt. Der Unterschied zwischen den Patientengruppen hinsichtlich des mittleren Alters bei OP war im Kruskal-Wallis-Test statistisch signifikant.

Zwischen dem Alter bei OP und Häufigkeit eines ASC/ARC bestand in der Regressionsanalyse ein statistisch signifikanter Zusammenhang.

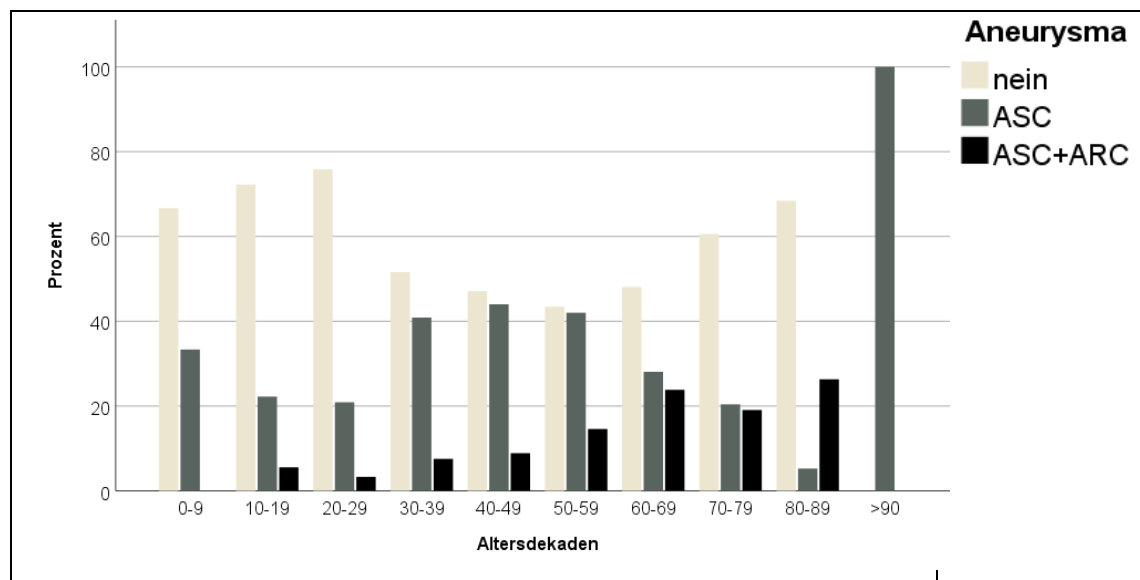


Abbildung 4.50: relative Häufigkeiten der beiden Aneurysmatypen bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

Trikuspid

Wie Abbildung 4.51 und Abbildung 4.52 zeigen, wurden die meisten Patienten ohne Aneurysma in der 8. Lebensdekade operiert. Bei den Patienten mit Aneurysma wurden in der 7. Und 8. Lebensdekade jeweils die meisten operiert (gleiche Anzahl).

Patienten mit Aneurysma wurden signifikant früher operiert als Patienten ohne Aneurysma (60 versus 69 Jahre). Auch die lineare Regression zeigte, dass das Vorhandensein eines Aneurysmas signifikant mit dem Alter bei OP zusammenhing. Als

möglicher Störfaktor zeigte sich hier die unterschiedliche Verteilung des Aortenklappenvitiums. Das Geschlecht hatte keinen relevanten Einfluss als Störfaktor.

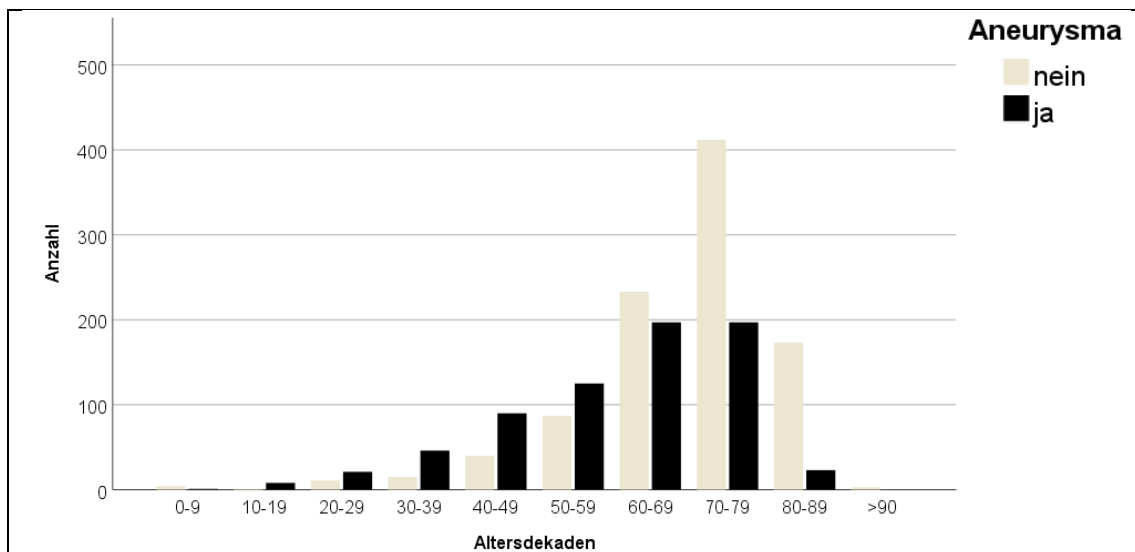


Abbildung 4.51: Vorkommen thorakaler Aortenaneurysmata bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

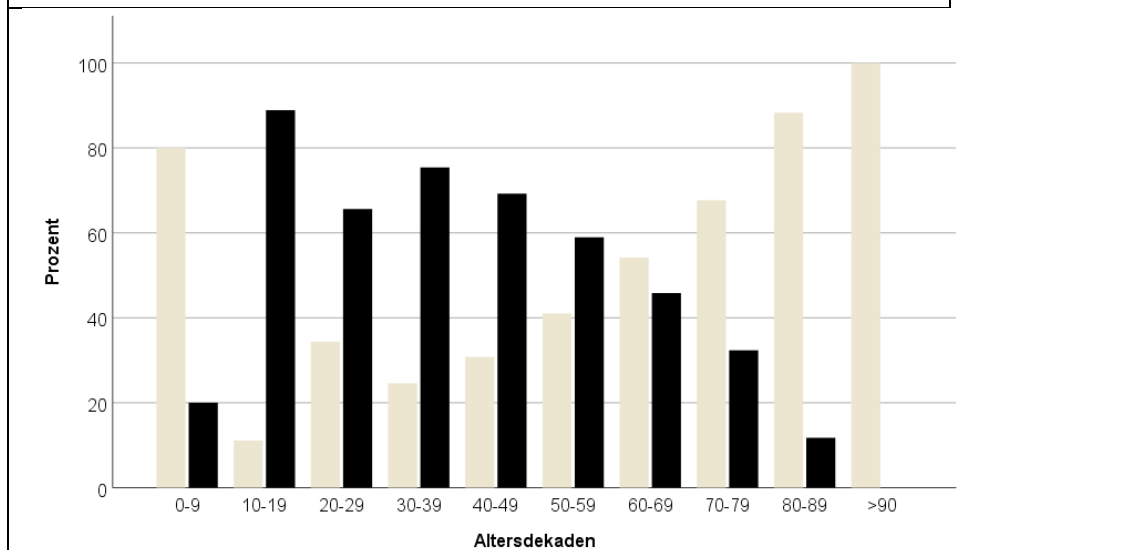


Abbildung 4.52: Vorkommen thorakaler Aortenaneurysmata bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

Differenziert nach Aneurysmatyp zeigte sich folgende Verteilung auf die Altersdekaden:

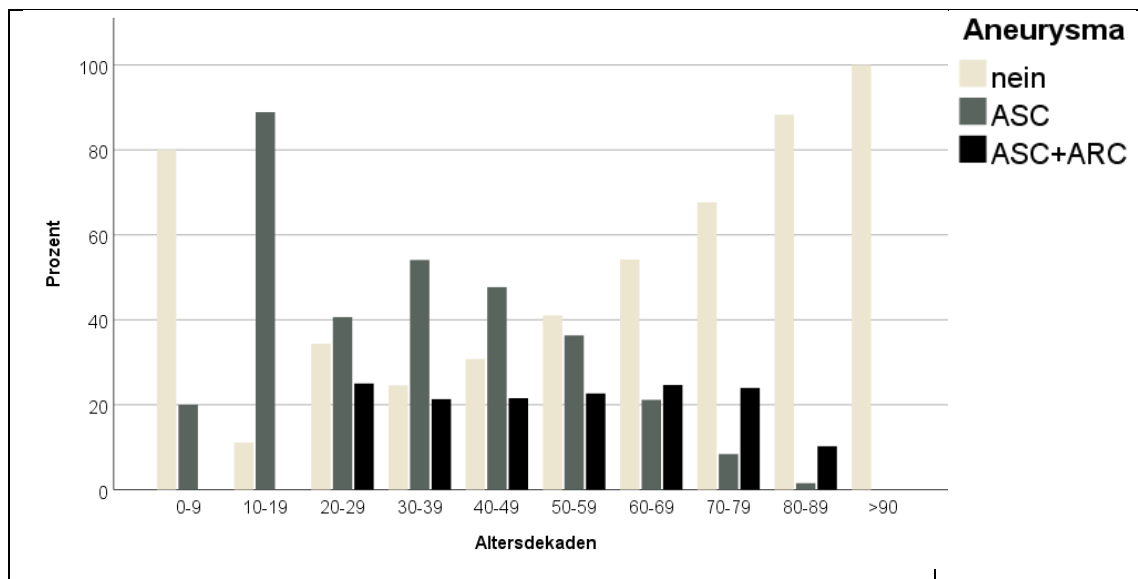


Abbildung 4.53: relative Häufigkeiten der beiden Aneurysmatypen bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe

Das mittlere Alter bei OP lag bei den Patienten mit begleitendem iASC bei 54 Jahren. Bei den Patienten mit ASC/ARC lag das mittlere Alter bei OP bei 65 Jahren. Das mittlere Alter bei OP lag bei den Patienten ohne Aneurysma bei 69 Jahren. Zwischen den drei Patientengruppen bestand im Kruskal-Wallis-Test ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des mittleren Alters bei OP.

Zwischen Alter und ASC/ARC zeigte sich in der Regressionsanalyse kein signifikanter Zusammenhang.

4.6 Stanford A Dissektion

Bei 4,1% aller eingeschlossenen Patienten war die Aorta ascendens akut oder chronisch disseziert. Dies entsprach 9,1% der Patienten mit Aneurysma.

Altersverteilung

Wie Abbildung 4.54 und Abbildung 4.55 zeigen, traten Dissektionen in der dritten bis neunten Dekade mit jeweils 3-6% relativ konstant auf. Mit 5,9% waren die meisten in der fünften Lebensdekade.

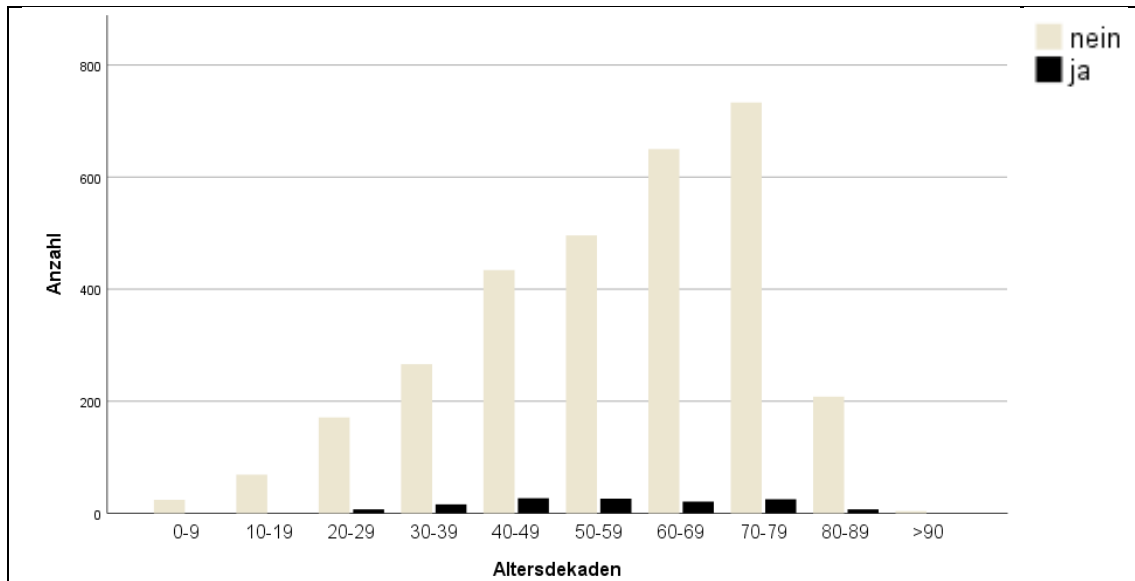


Abbildung 4.54: Vorkommen von Typ A Dissektionen in den Altersdekaden, absolute Häufigkeiten

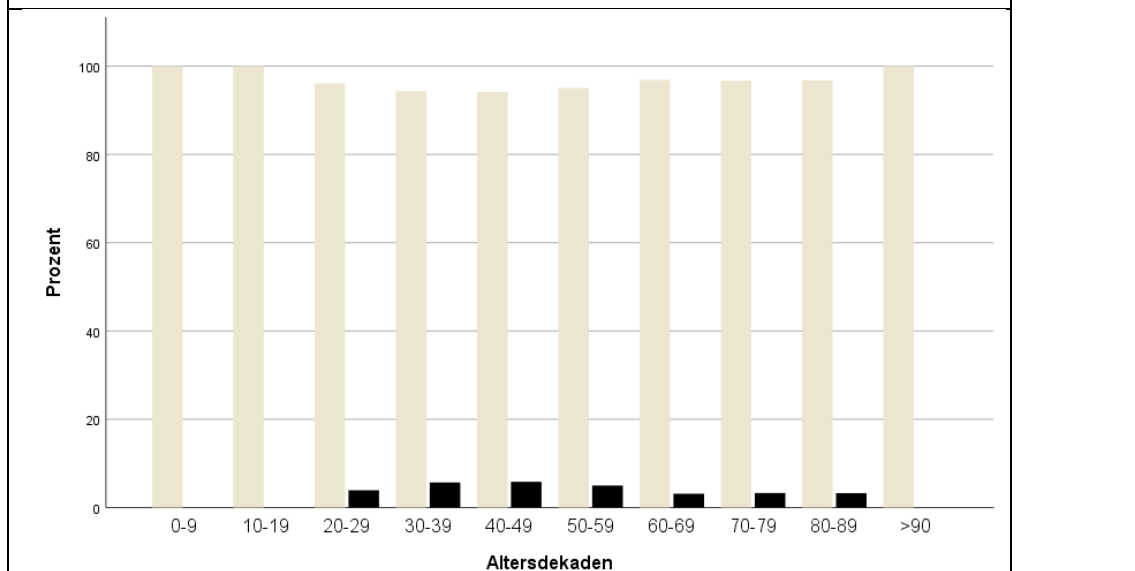


Abbildung 4.55: Vorkommen von Typ A Dissektionen in den Altersdekaden, relative Häufigkeiten

4.6.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.56 zeigt die Häufigkeit der Dissektion bei den Patienten mit uni-, bi und trikuspid angelegter Aortenklappe im Vergleich. Man sieht, dass die meisten Dissektionen bei Patienten mit TAV auftraten

Bei Patienten mit QAV lag bei keinem Fall eine Dissektion vor.

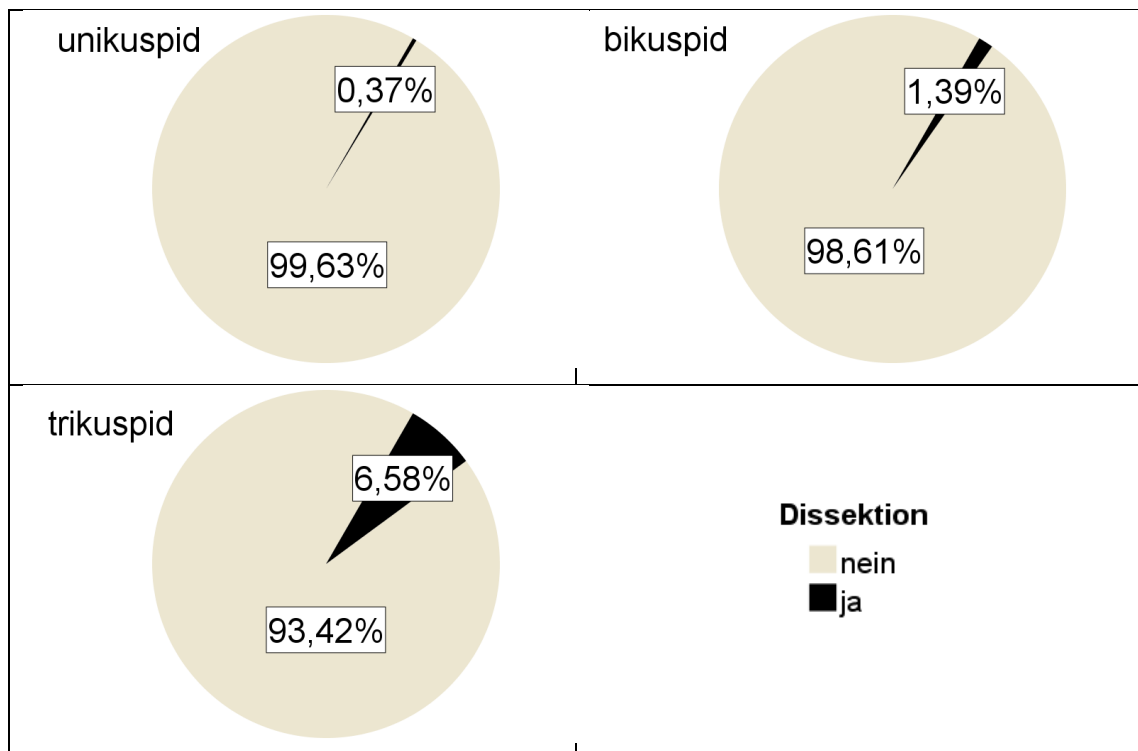


Abbildung 4.56: Häufigkeit einer Typ A Dissektion bei Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe

Zwischen den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe bestand im Chi²-Test ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von Dissektionen.

In den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression unterschieden sich folgende Gruppen statistisch signifikant voneinander:

- unikuspid-trikuspid
- bikuspid-trikuspid

Der Altersunterschied zwischen den drei Gruppen zeigte sich als möglicher Störfaktor, die unterschiedliche Geschlechterverteilung hingegen nicht.

Zwischen den Patienten mit UAV und BAV bestand kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von Dissektionen.

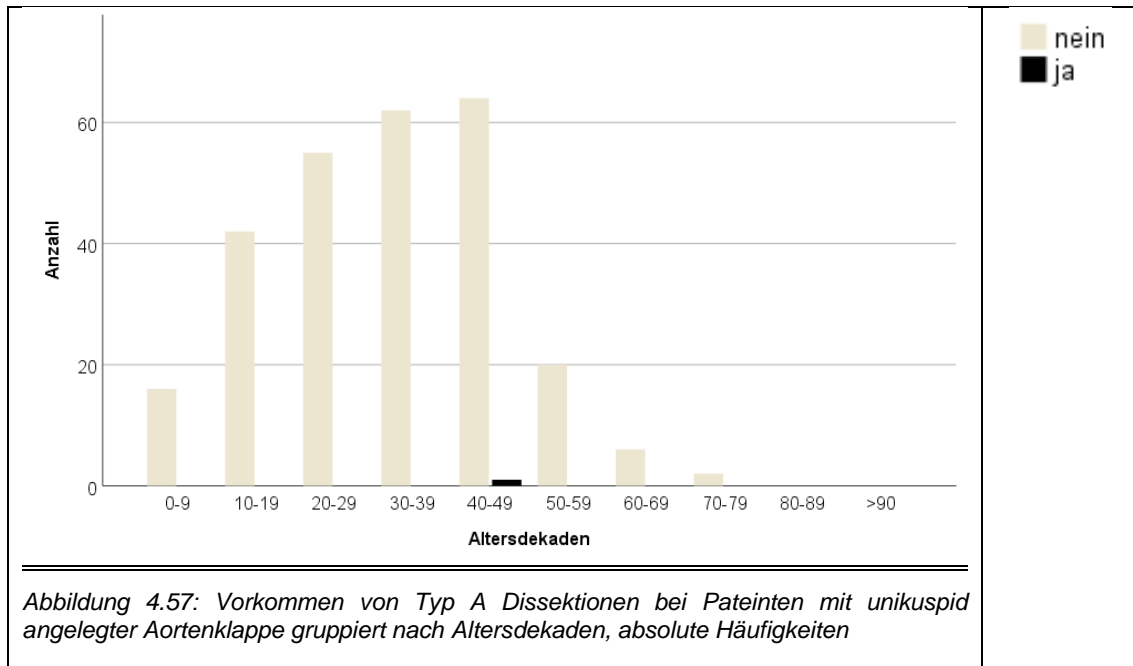
Bei Patienten mit UAV waren 0,9% der Aneurysmata disseziert. Bei Patienten mit BAV waren 2,9% der Aneurysmata disseziert. Bei Patienten mit TAV waren 15,7% der Aneurysmata disseziert. Hinsichtlich der Häufigkeit dissezierter Aneurysmata bestand ebenfalls im Chi²-Test ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen. Folgende Gruppen unterschieden sich hinsichtlich dieses Aspekts auch in den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression signifikant voneinander:

- unikuspid-trikuspid
- bikuspid-trikuspid

Altersverteilung der Aortenklappentypen

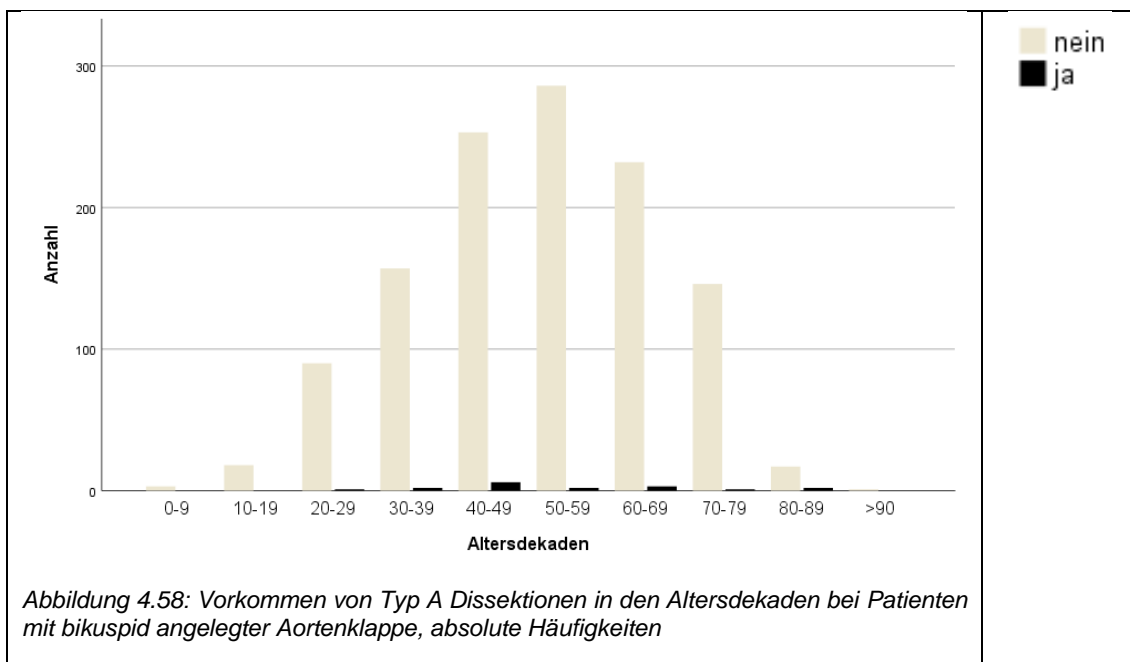
Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV trat nur bei einem Fall in der 5. Dekade eine Dissektion auf.



Bikuspid

Bei den Patienten mit BAV traten Dissektionen in der 3.-9 Dekade auf.



Trikuspid

Bei den Patienten mit TAV kamen gleichfalls von 3. bis 9. Dekade Dissektionen vor.

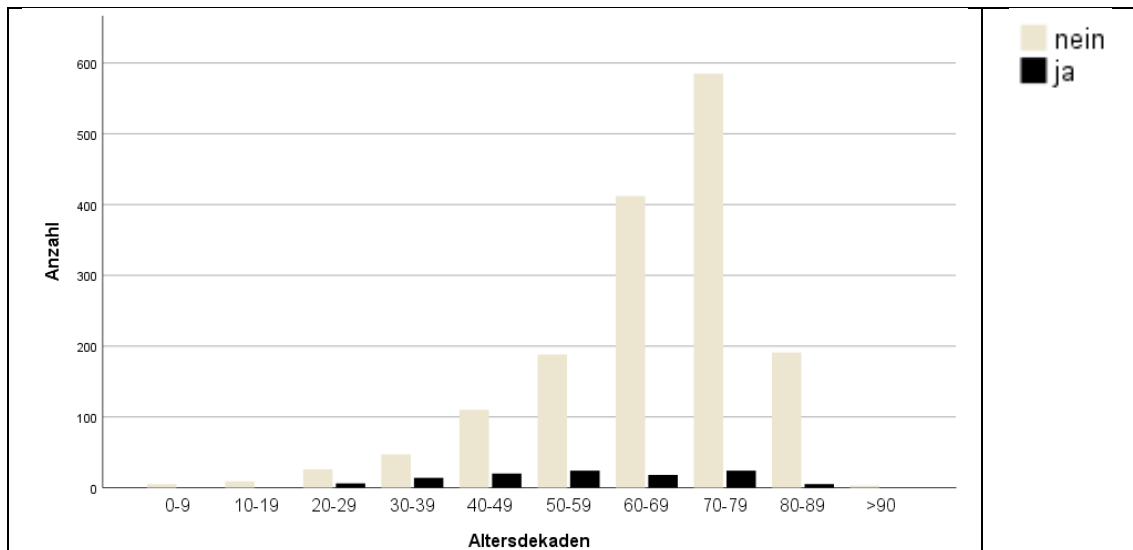


Abbildung 4.59: Vorkommen von Typ A Dissektionen in den Altersdekaden bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

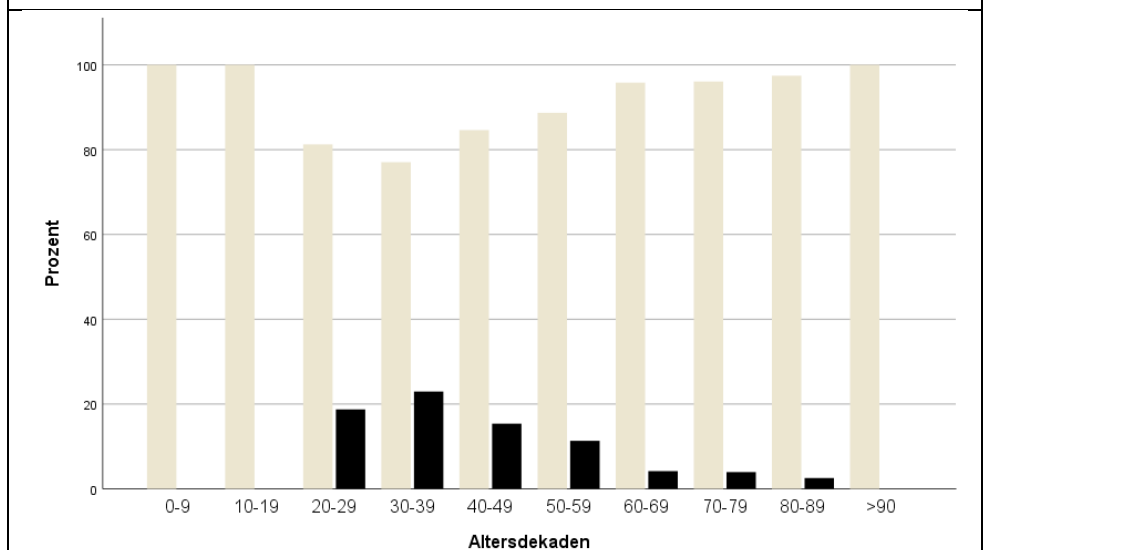


Abbildung 4.60: Vorkommen von Typ A Dissektionen in den Altersdekaden bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

4.7 Koronare Herzkrankheit

Bei 22,9% aller eingeschlossenen Patienten lag eine therapiebedürftige Koronare Herzkrankheit (KHK) vor. Abbildung 4.61 zeigt die Häufigkeiten der KHK differenziert nach den Schweregraden 1-, 2- und 3-Gefäßerkrankung (1G, 2G, 3G).

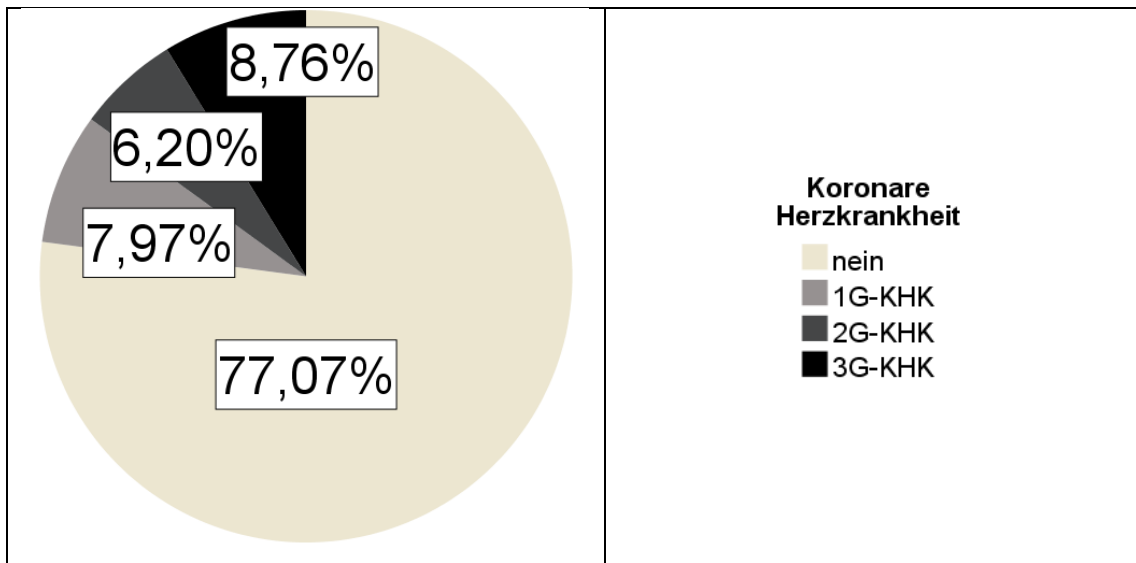


Abbildung 4.61: Häufigkeit einer Koronaren Herzkrankheit im Gesamtkollektiv

Altersverteilung

Ab der 4. Dekade kamen Fälle von KHK vor.

Die relative Häufigkeit der KHK nahm kontinuierlicher mit dem Alter bis auf 50% zu (s. Abbildung 4.63).

Die Patienten mit KHK wurden am häufigsten in der 8. Dekade operiert. Die Patienten ohne KHK wurden am häufigsten eine Dekade früher in der 7. Dekade operiert (s. Abbildung 4.62).

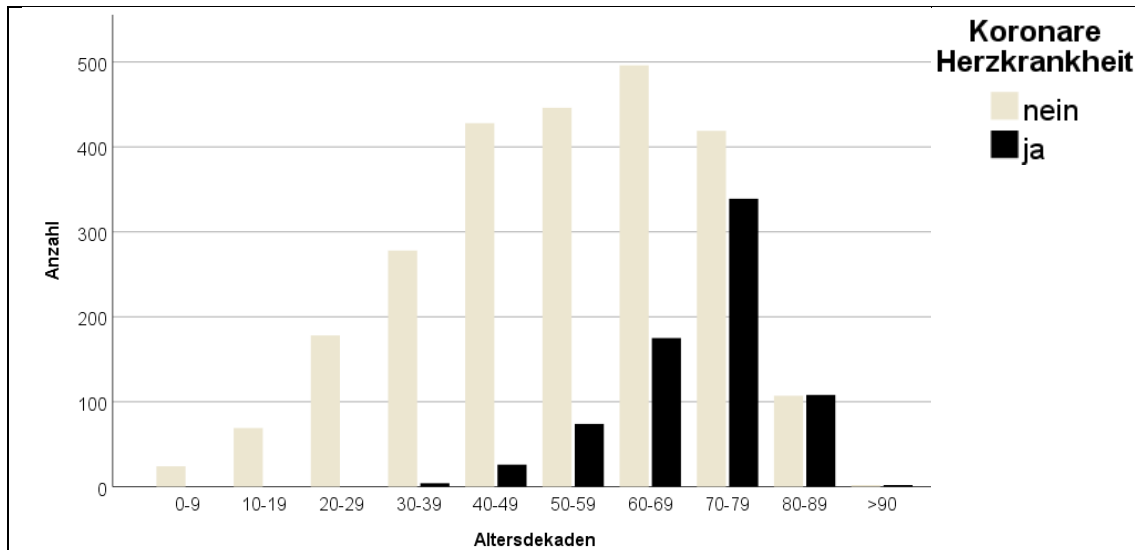


Abbildung 4.62: absolute Häufigkeiten einer KHK in den einzelnen Altersdekaden

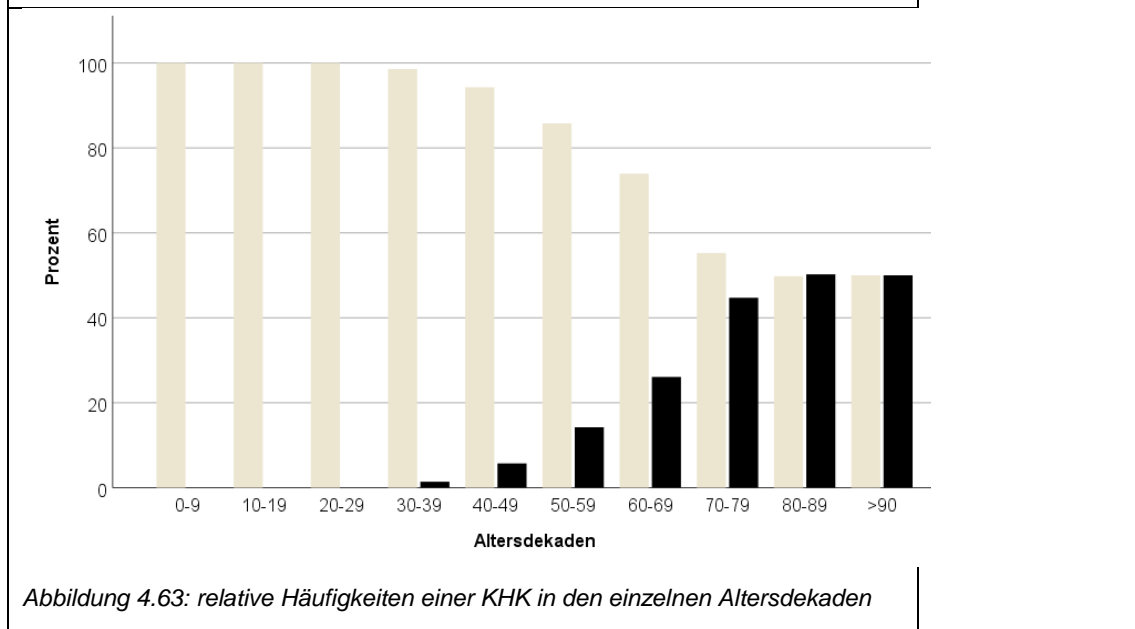


Abbildung 4.63: relative Häufigkeiten einer KHK in den einzelnen Altersdekaden

Der Mann-Whitney-U-Test bestätigte, dass Patienten mit KHK signifikant später operiert wurden, als Patienten ohne KHK (70 versus 54 Jahre).

Zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer KHK zeigte sich in der Regressionsanalyse ebenfalls ein statistisch signifikanter Zusammenhang.

4.7.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.64 zeigt die Häufigkeiten der KHK bei den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe im Vergleich. Mit 34% war die KHK bei den Patienten mit TAV am häufigsten zu finden.

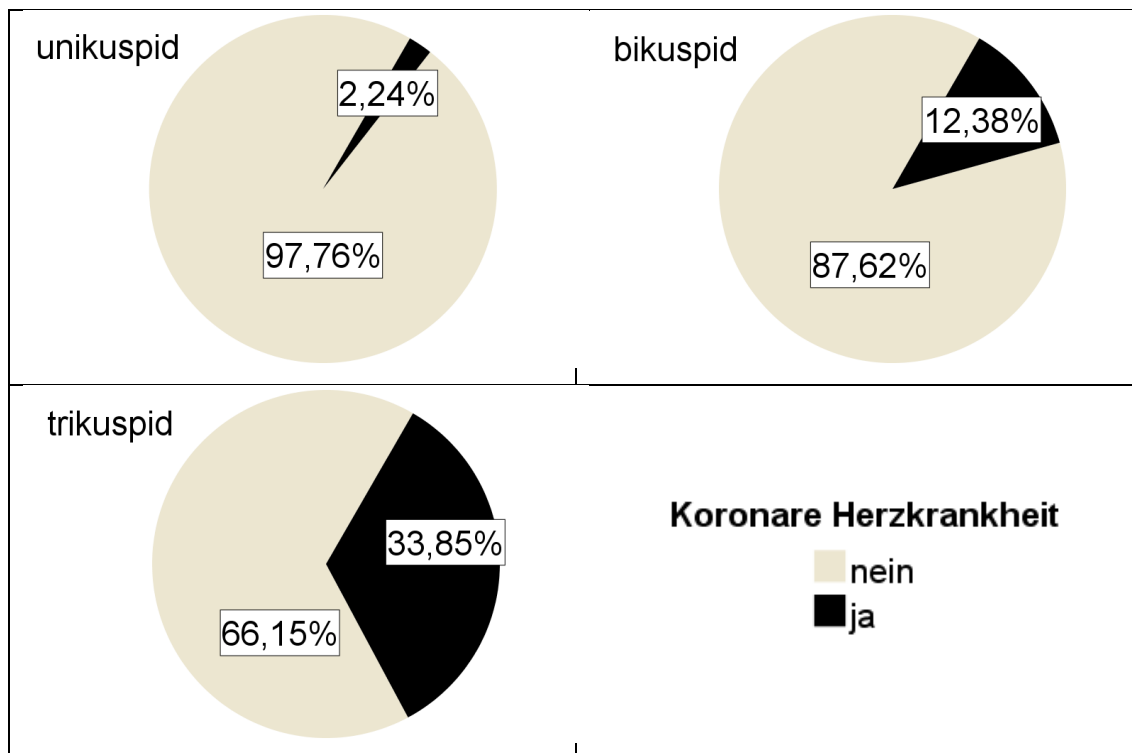


Abbildung 4.64: Häufigkeit der Koronaren Herzkrankheit bei Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe

Im χ^2 -Test unterschied sich die Häufigkeit einer KHK auch statistisch signifikant zwischen den drei Patientengruppen.

Auch in den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression unterschieden sich die drei Gruppen jeweils signifikant voneinander. Als möglicher Störfaktor zeigte sich hier der Altersunterschied. Die unterschiedliche Häufigkeit des indikationsgebenden Vitiums hatte im Vergleich folgender Gruppen einen relevanten Einfluss auf die Häufigkeit einer KHK:

- unikuspid-bikuspid
- unikuspid-trikuspid

Die unterschiedliche Geschlechterverteilung hatte keinen relevanten Einfluss als Störfaktor.

Abbildung 4.65 zeigt die Häufigkeit einer KHK differenziert nach den drei Schweregraden. Auch hier sieht man, dass die Häufigkeit aller drei KHK-Schweregrade von unikuspid nach trikuspid zunahm.

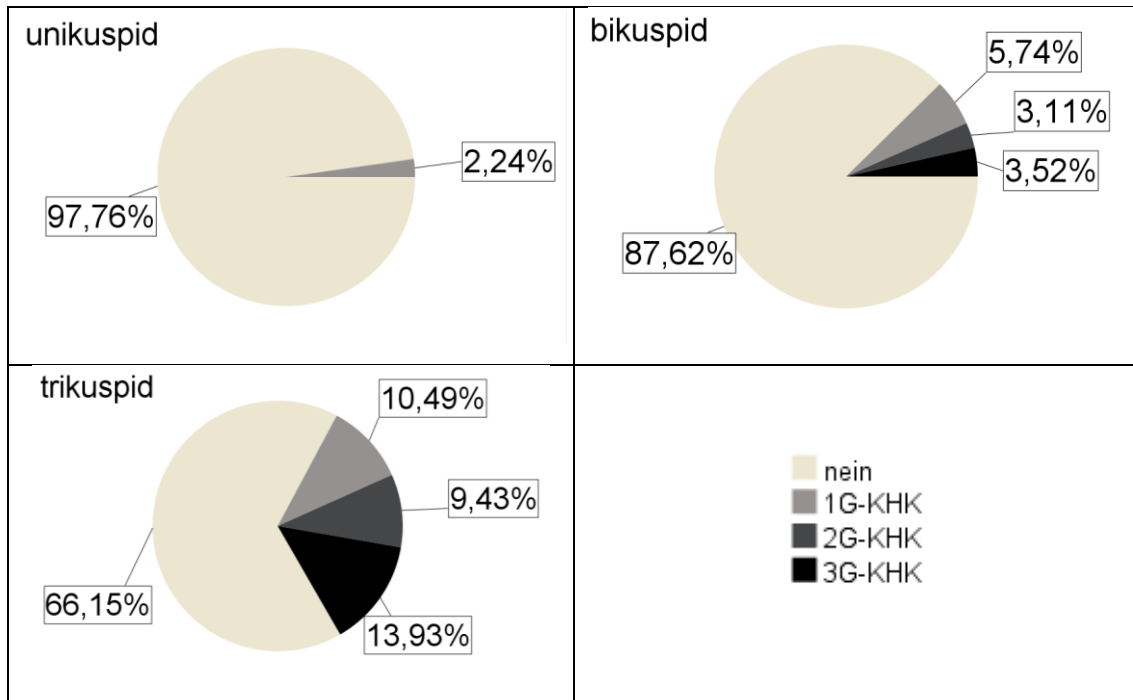


Abbildung 4.65: Häufigkeit der 1-, 2- und 3G-KHK bei den verschiedenen Aortenklappentypen

Altersverteilung der Aortenklappentypen

Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV lagen nur in der 5. Und 6. Dekade Fälle einer KHK vor.

Patienten mit KHK wurden im Mittel mit 49 Jahren operiert und damit signifikant später, als Patienten ohne KHK (32 Jahre). Die relative Häufigkeit einer KHK nahm mit dem Alter zu. Die Regressionsanalyse bestätigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter bei OP und Häufigkeit einer KHK.

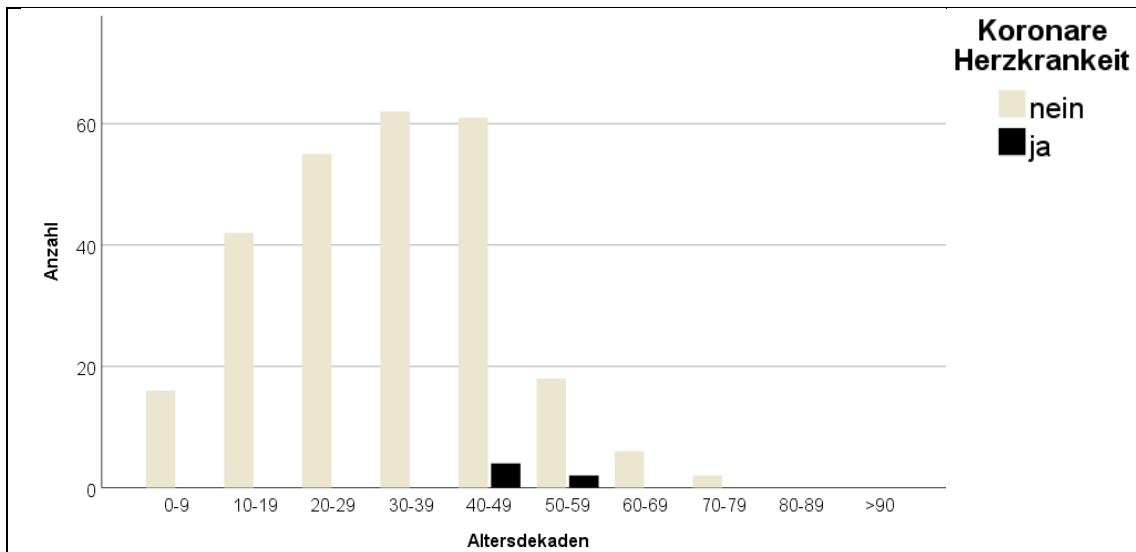


Abbildung 4.66: Häufigkeit einer KHK bei Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

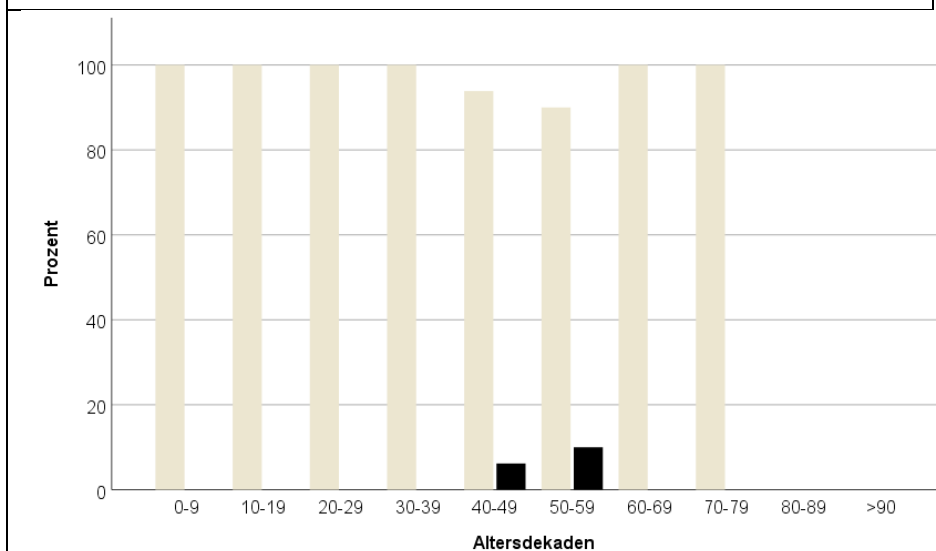


Abbildung 4.67: Häufigkeit einer KHK bei Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

Bikuspid

Bei den Patienten mit BAV traten in der 4.-9. Dekade Fälle mit KHK auf.

Patienten mit KHK wurden im Mittel mit 65 Jahren und somit signifikant später operiert, als Patienten ohne KHK (50 Jahre). Die Regressionsanalyse bestätigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer KHK.

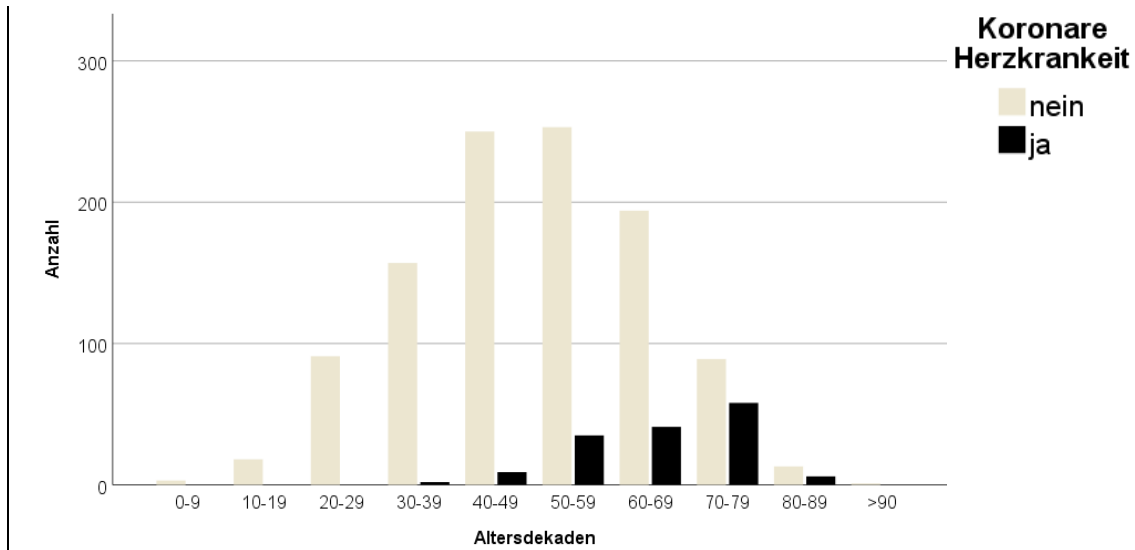


Abbildung 4.68: Häufigkeit einer KHK bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

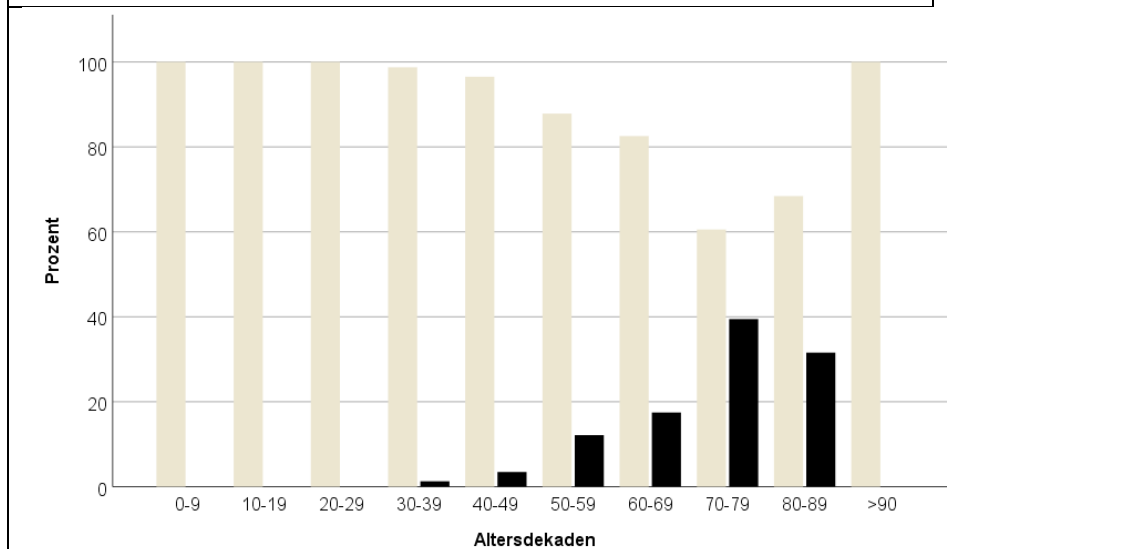


Abbildung 4.69: Häufigkeit einer KHK bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

Trikuspid

Bei den Patienten mit TAV gab es in der 4.-10. Dekade Fälle mit KHK. Die Modi beider Patientengruppen lagen in der 8. Dekade.

Patienten mit KHK wurden im Mittel mit 72 Jahren und damit signifikant später operiert, als Patienten ohne KHK (62 Jahre). Die relative Häufigkeit einer KHK nahm mit dem Alter zu. Ab der 9. Dekade wurden mehr Patienten mit KHK operiert, als ohne. Die Regressionsanalyse bestätigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer KHK.

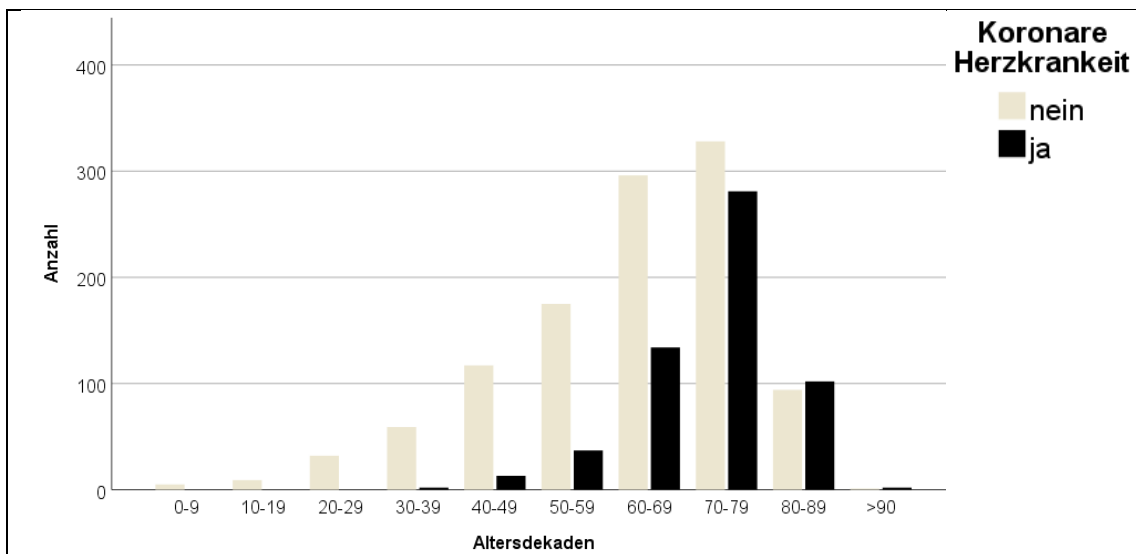


Abbildung 4.70: Häufigkeit einer KHK bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, absolute Häufigkeiten

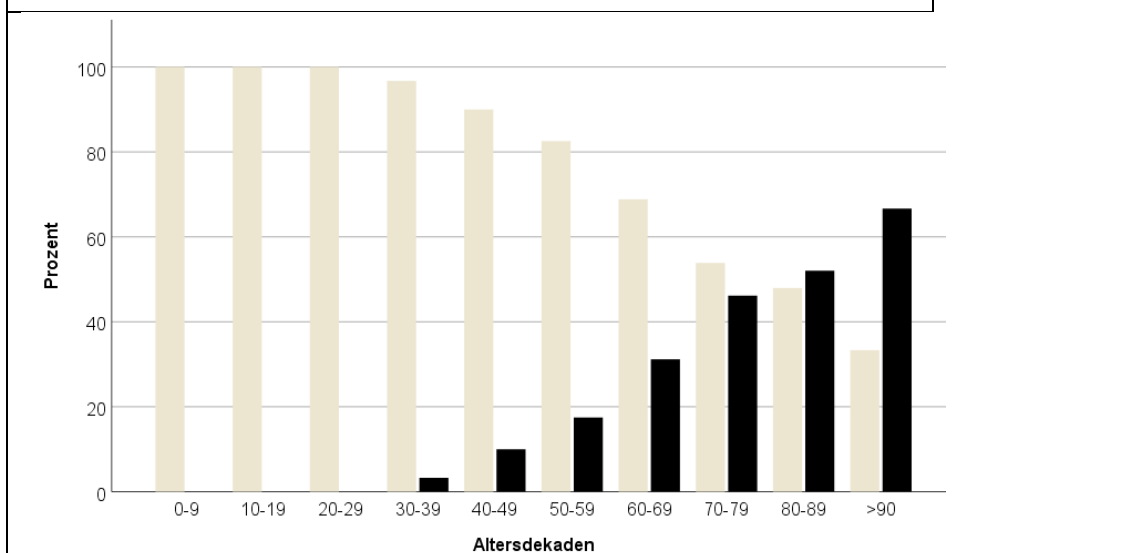


Abbildung 4.71: Häufigkeit einer KHK bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe, relative Häufigkeiten

4.7.2 Weiteres

Wie Abbildung 4.72 zeigt, trat eine KHK mit 44% am häufigsten bei Patienten auf, die aufgrund einer führenden AS operiert wurden. Der Chi²-Test bestätigte einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit einer KHK zwischen den drei Vitien.

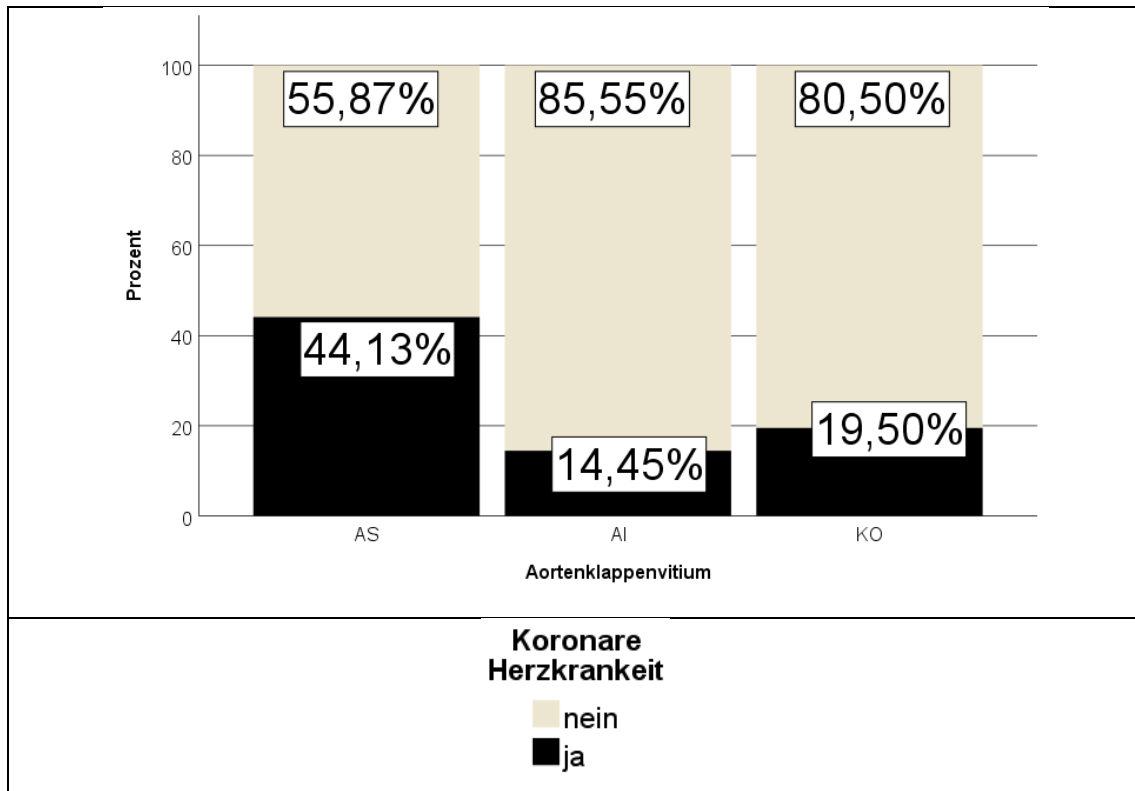


Abbildung 4.72: Häufigkeit einer Koronaren Herzkrankheit differenziert nach Aortenklappenvitium

Bei allen drei Vitien bestand in der Regressionsanalyse zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer KHK ein statistisch signifikanter Zusammenhang.

Trennt man die Patienten in vier verschiedene Altersgruppen sieht man, dass auch in den jeweiligen Altersgruppen die Häufigkeit einer KHK von unikuspid nach trikuspid zunahm (siehe Abbildung 4.73). Dies zeigte sich auch bei allen drei Aortenklappenvitien. Differenziert nach indikationsgebendem Aortenklappenvitium zeigte sich im Chi²-Test bei allen drei Vitien jeweils ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit einer therapiebedürftigen KHK zwischen den drei Patientengruppen.

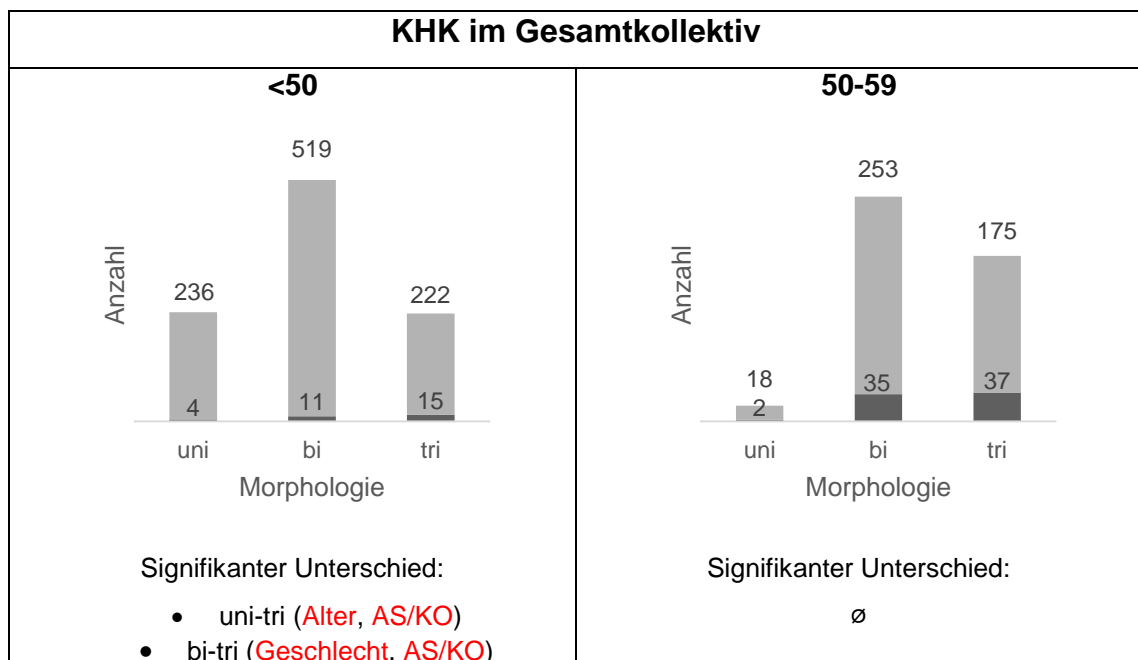
Alter	Morphologie		KHK	Gesamt
<50	unikuspid	Anzahl	4	240
		% innerhalb von Morphologie	1,7%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	11	530
		% innerhalb von Morphologie	2,1%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	15	237
		% innerhalb von Morphologie	6,3%	100,0%
50-59	unikuspid	Anzahl	2	20
		% innerhalb von Morphologie	10,0%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	35	288
		% innerhalb von Morphologie	12,2%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	37	212

		% innerhalb von Morphologie	17,5%	100,0%
60-69	unikuspid	Anzahl	0	6
		% innerhalb von Morphologie	0,0%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	41	235
		% innerhalb von Morphologie	17,4%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	134	430
		% innerhalb von Morphologie	31,2%	100,0%
>=70	unikuspid	Anzahl	0	2
		% innerhalb von Morphologie	0,0%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	64	167
		% innerhalb von Morphologie	38,3%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	385	808
		% innerhalb von Morphologie	47,6%	100,0%

Abbildung 4.73: Häufigkeit einer KHK differenziert nach klassifiziertem Alter und Morphologie

Die drei Morphologien wurden daraufhin im Gesamtkollektiv in den vier einzelnen Altersgruppen paarweise auf statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeit einer KHK getestet. Die Ergebnisse fasst Abbildung 4.74 zusammen.

Im Gesamtkollektiv zeigte sich in der logistischen Regression, dass gefundene signifikante Unterschiede bei den paarweisen Vergleichen jeweils durch Störvariablen beeinflusst wurden. Insbesondere durch die unterschiedliche Verteilung einer AS/KO.



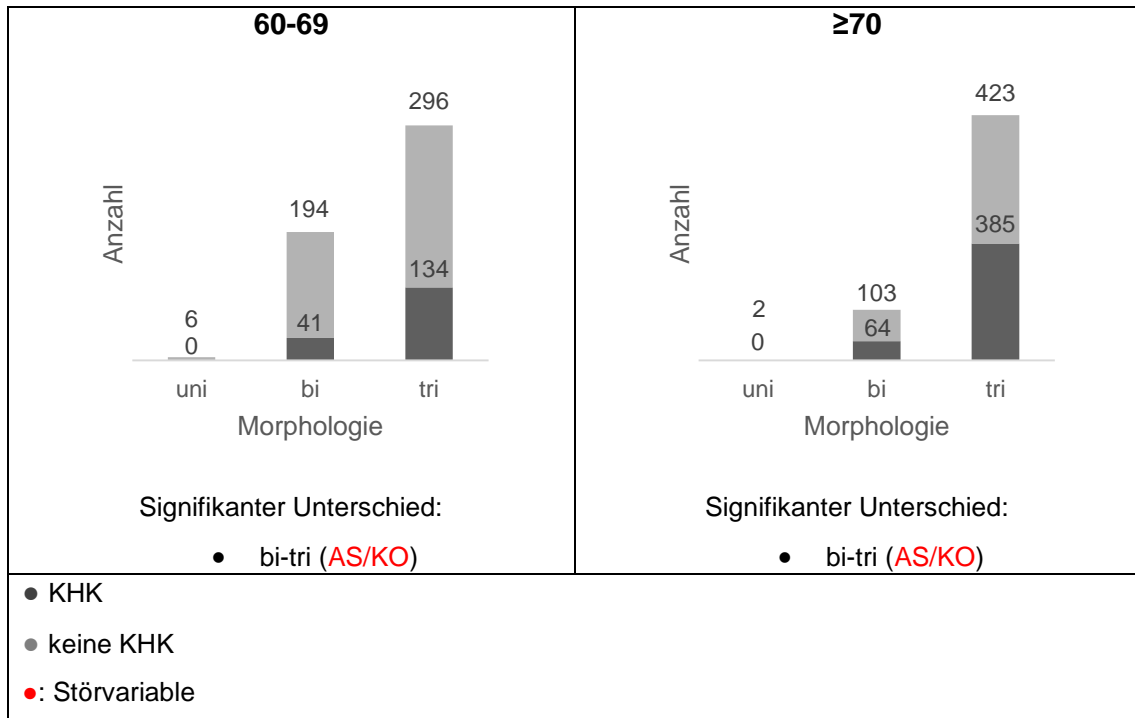


Abbildung 4.74: KHK bei den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe, klassifiziert nach vier Altersgruppen, Gesamtkollektiv

Daraufhin wurden selbige Analysen getrennt nach Vitium (AS/KO versus AI) durchgeführt. Die Ergebnisse fassen Abbildung 4.75 und Abbildung 4.76 zusammen. Es zeigte sich, dass bei den Patienten mit AI die Häufigkeit einer KHK zwischen den Morphologien in den Altersgruppen nicht signifikant unterschiedlich war oder im Falle eines signifikanten Unterschieds durch Störvariablen beeinflusst wurde.

Bei den Patienten mit AS/KO blieb es bei der logistischen Regression im paarweisen Vergleich unabhängig von Störvariablen dabei, dass Patienten in der Altersgruppe 60-69 mit BAV signifikant weniger häufiger eine KHK hatten, als Patienten mit TAV. In den anderen Altersgruppen mit AS/KO hatten die Störvariablen *Alter* und *Geschlecht* einen relevanten Einfluss auf die unterschiedliche Häufigkeit einer KHK.

KHK bei Patienten mit AI

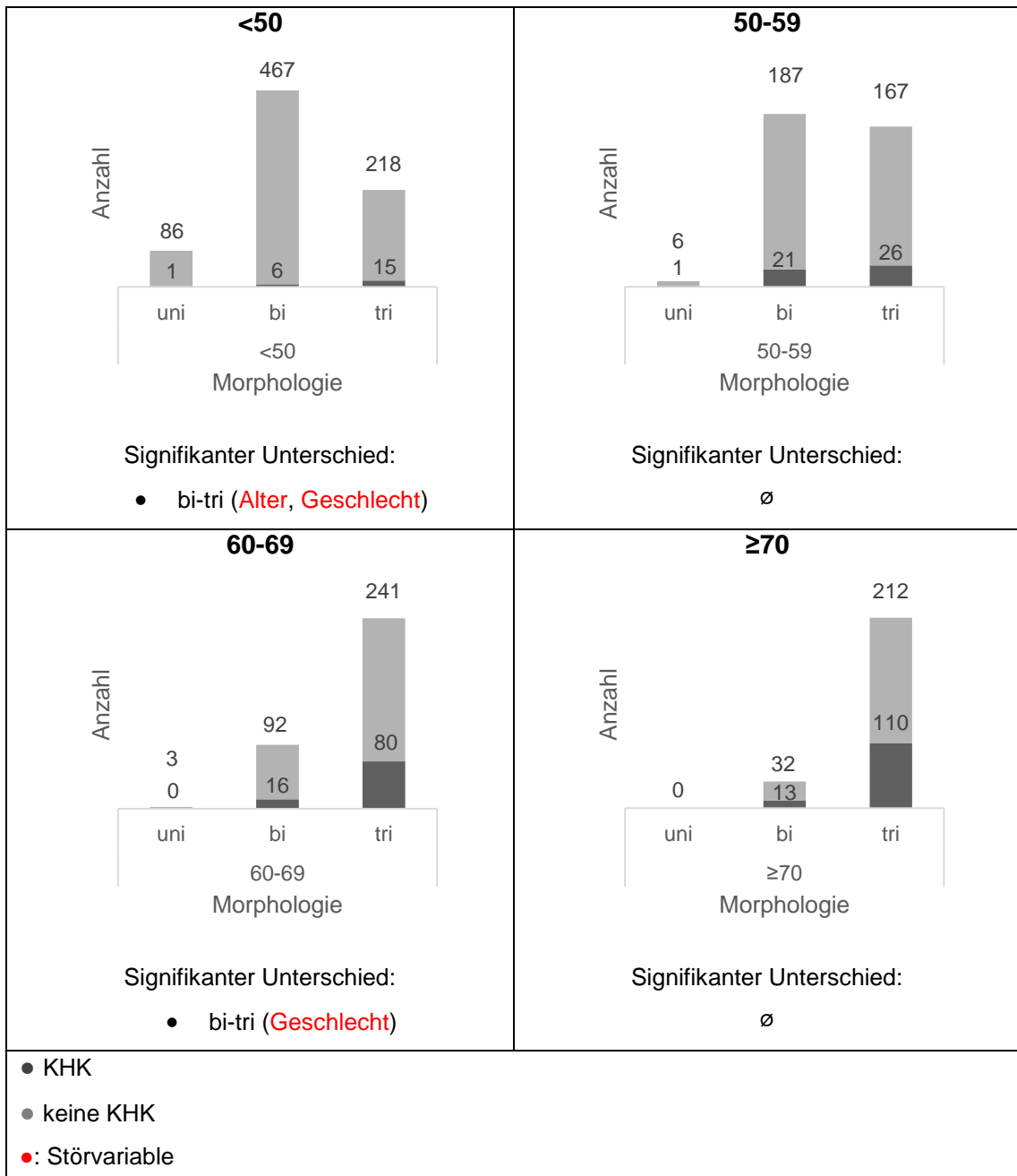


Abbildung 4.75: KHK bei den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe, klassifiziert nach vier Altersgruppen, Aortenklappeninsuffizienzen

KHK bei Patienten mit AS/KO

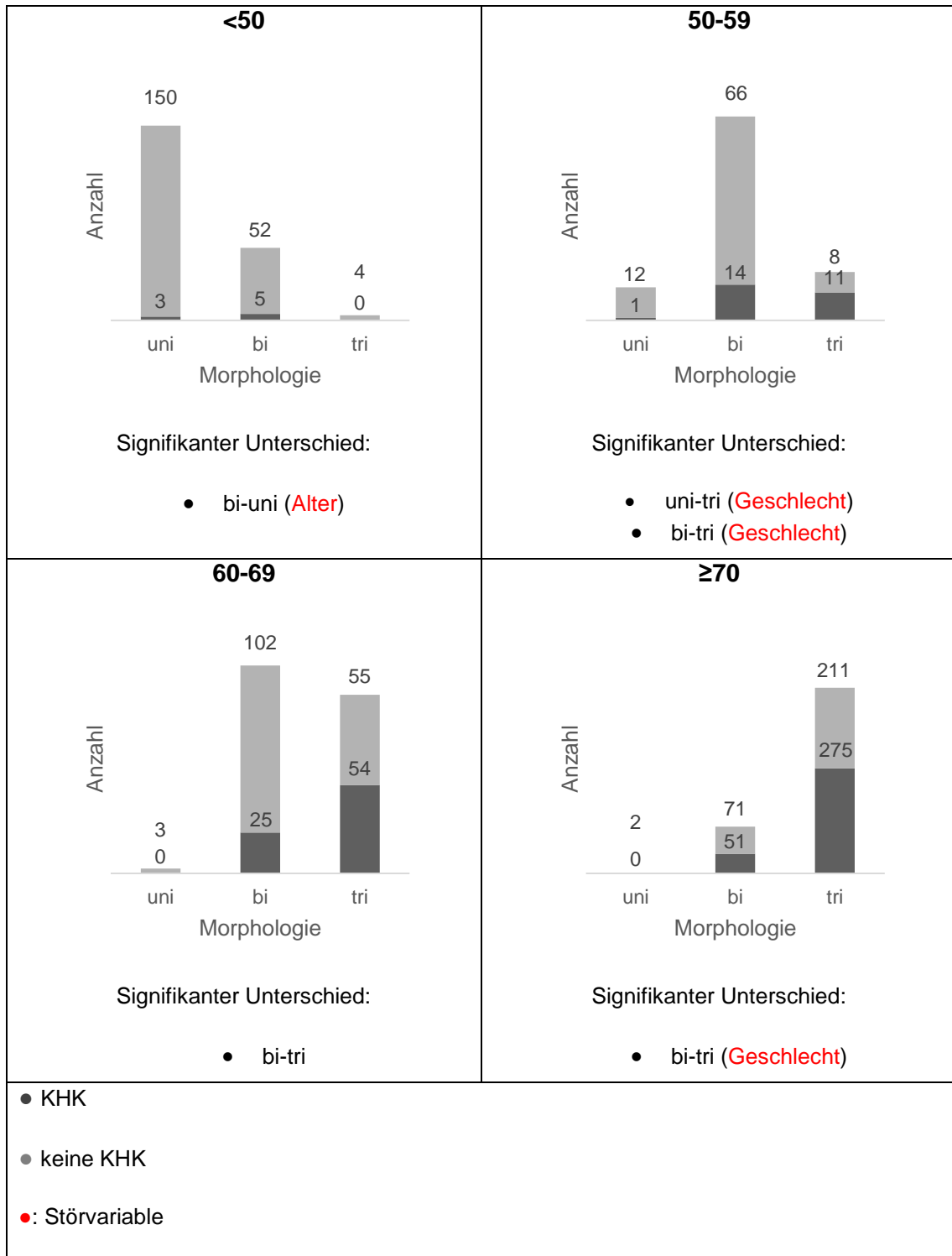


Abbildung 4.76: KHK bei den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe, klassifiziert nach vier Altersgruppen, Vitien mit stenotischer Komponente

4.8 Mitralklappeninsuffizienz

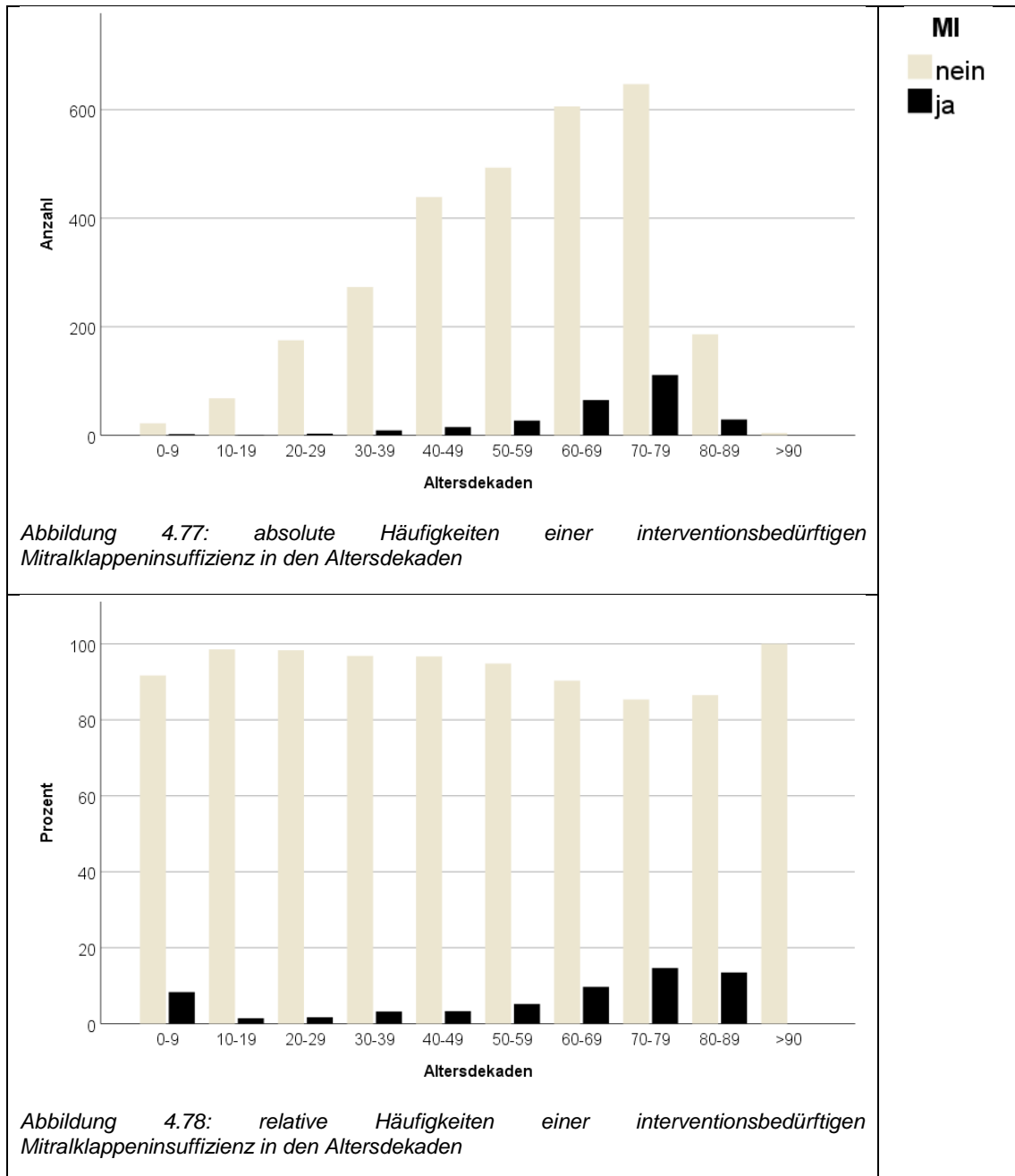
Bei 8,2% der Patienten im Gesamtkollektiv wurde zeitgleich zum Eingriff an der Aortenklappe oder bereits zuvor eine Mitralklappeninsuffizienz (MI) operativ versorgt.

Altersverteilung

Wie Abbildung 4.77 und Abbildung 4.78 zeigen, trat eine interventionsbedürftige MI von der 1. bis zur 9. Dekade auf. Mit und ohne MI wurden die Patienten jeweils am häufigsten in der 8. Dekade operiert.

Von der 2. Bis zur 8. Dekade nahm die relative Häufigkeit einer MI zu. In der 9. Dekade nahm sie wieder leicht ab. Eine Ausnahme von dieser Zunahme mit dem Alter bildete die erste Dekade mit 8,3%.

Die Regressionsanalyse bestätigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter bei Operation und der Häufigkeit einer MI.



4.8.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.79 zeigt die Häufigkeit der MI bei den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe. Die Häufigkeit einer MI nahm von unikuspid nach trikuspid zu. Bei den Patienten mit QAV lag bei keinem Fall eine interventionsbedürftige MI vor.

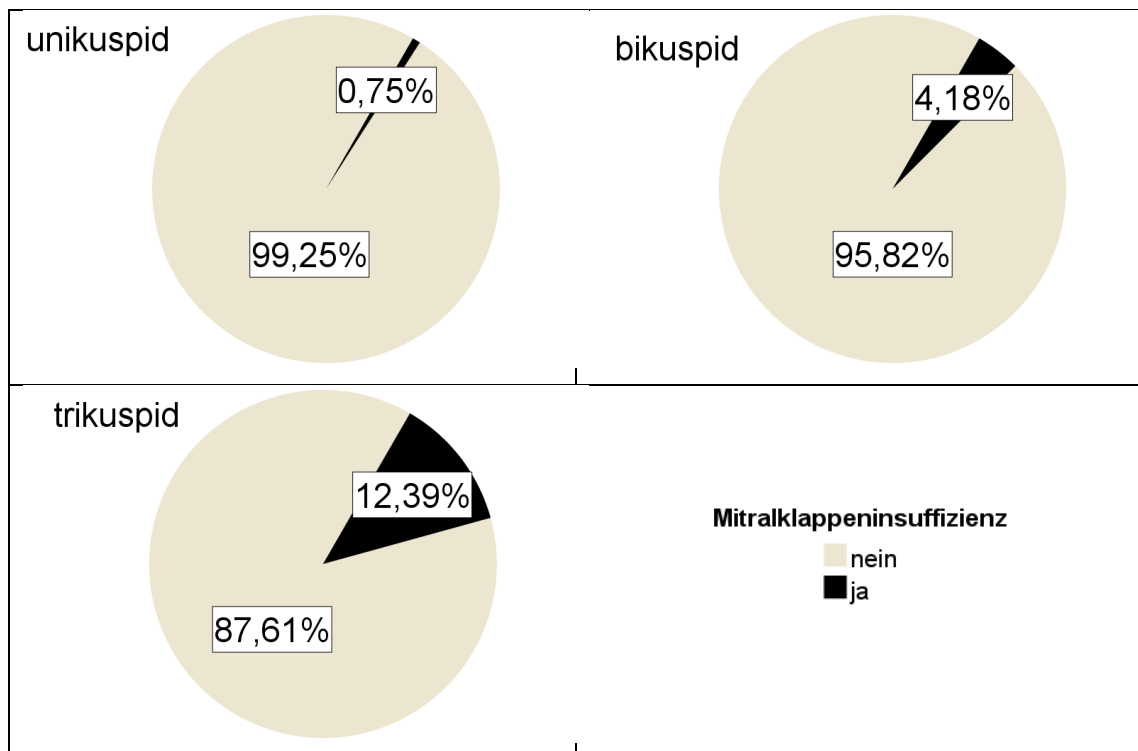


Abbildung 4.79: Häufigkeit einer interventionspflichtigen Mitralklappeninsuffizienz bei Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe

Der Unterschied zwischen den drei Patientengruppen hinsichtlich der Häufigkeit einer MI war im Chi²-Test statistisch signifikant.

Auch in den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den drei Patientengruppen. Als Störfaktor zeigte sich hier der Altersunterschied. Die unterschiedliche Geschlechterverteilung hatte keinen relevanten Einfluss.

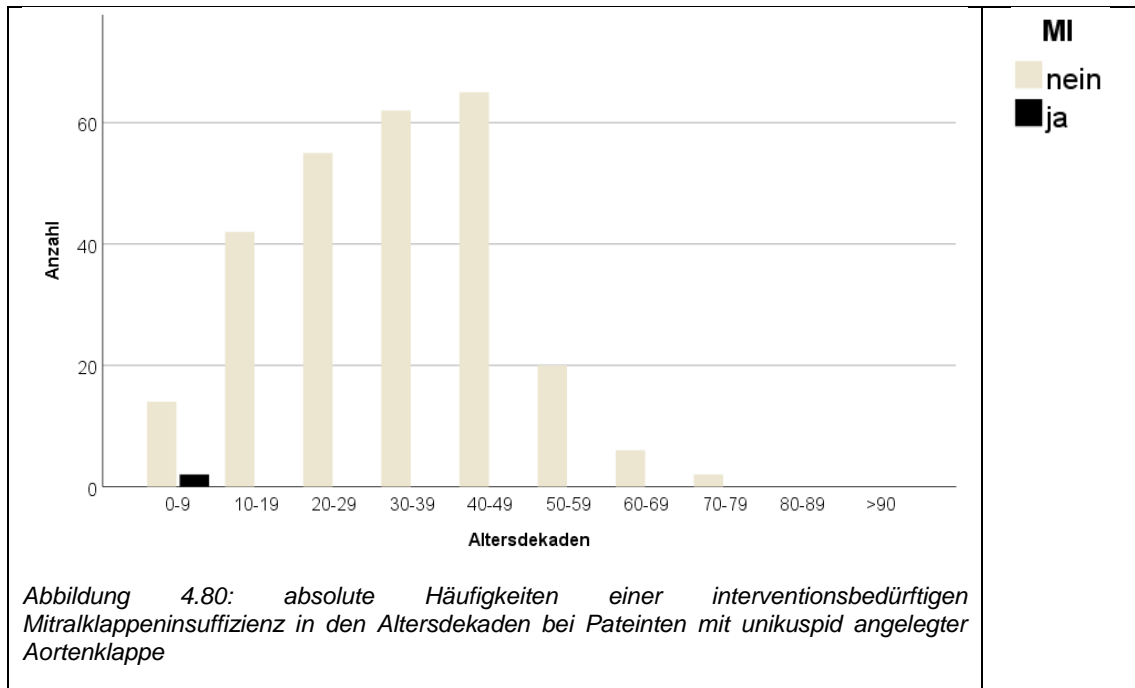
Altersverteilung der Aortenklappentypen

Bei den Patienten mit MI wurden diejenigen mit UAV im Mittel mit 9 Jahren operiert, diejenigen mit BAV im Mittel mit 55 Jahren und diejenigen mit TAV im Mittel mit 70 Jahren. Im Kruskal-Wallis-Test bestand ein statistisch signifikanter Altersunterschied zwischen den drei Gruppen.

Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV lagen insgesamt nur zwei Fälle mit MI vor. Beide Fälle wurden in der ersten Lebensdekade operiert.

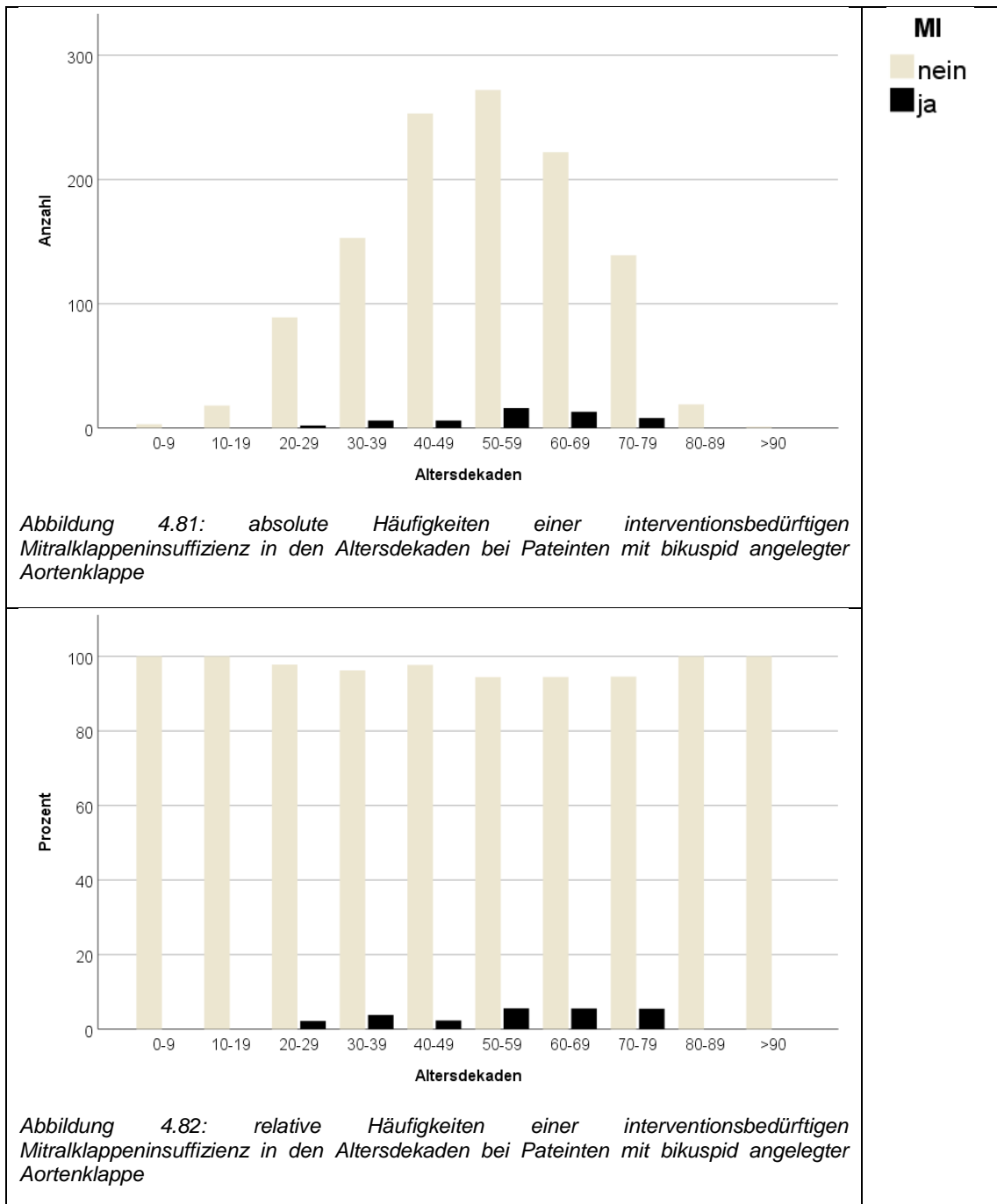
Die Patienten mit MI wurden im Mittel mit 9 Jahren und damit signifikant früher operiert, als Patienten ohne MI (33 Jahre).



Bikuspid

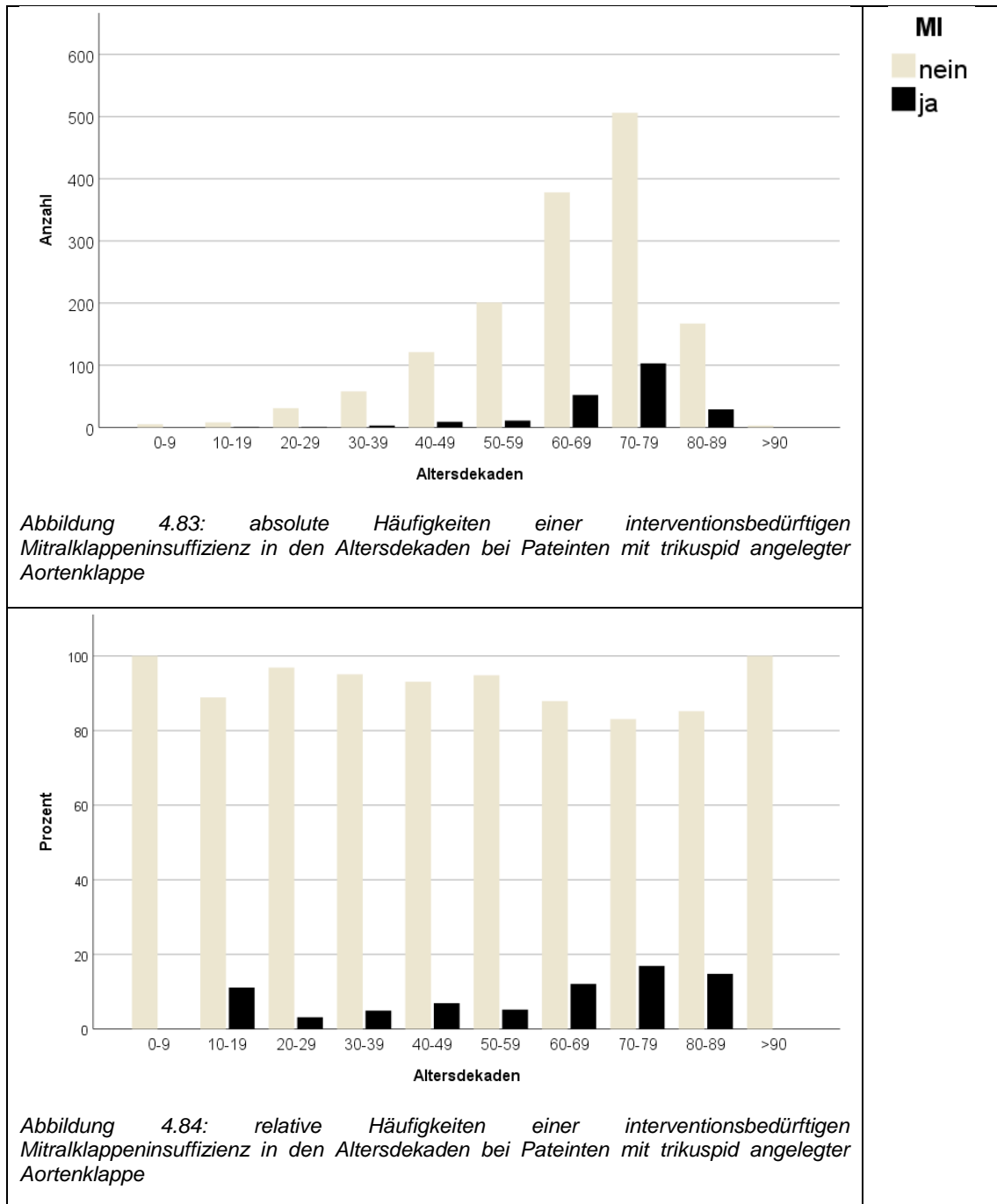
Die Patienten mit MI wurden im Mittel mit 55 Jahren operiert. Die Patienten ohne MI wurden im Mittel mit 52 Jahren operiert. Zwischen den beiden Patientengruppen bestand statistisch kein signifikanter Altersunterschied.

Auch zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer MI bestand kein signifikanter Zusammenhang.



Trikuspid

Patienten mit MI wurden im Mittel mit 70 Jahren und damit signifikant später operiert, als Patienten ohne MI (65 Jahre). Zwischen dem Alter bei Operation und der Häufigkeit einer MI bestand in der Regressionsanalyse ein signifikanter Zusammenhang.



4.8.2 Weiteres

Bei 10,3% der Patienten mit MI wurde prä- oder intraoperativ eine Endokarditis (IE) der Aorten- und/oder Mitralklappe diagnostiziert. Wie Abbildung 4.85 zeigt, mit 13,7% am häufigsten bei Patienten mit BAV. Bei Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe zeigte sich auch statistisch im Chi²-Test ein signifikanter Zusammenhang zwischen IE und MI.

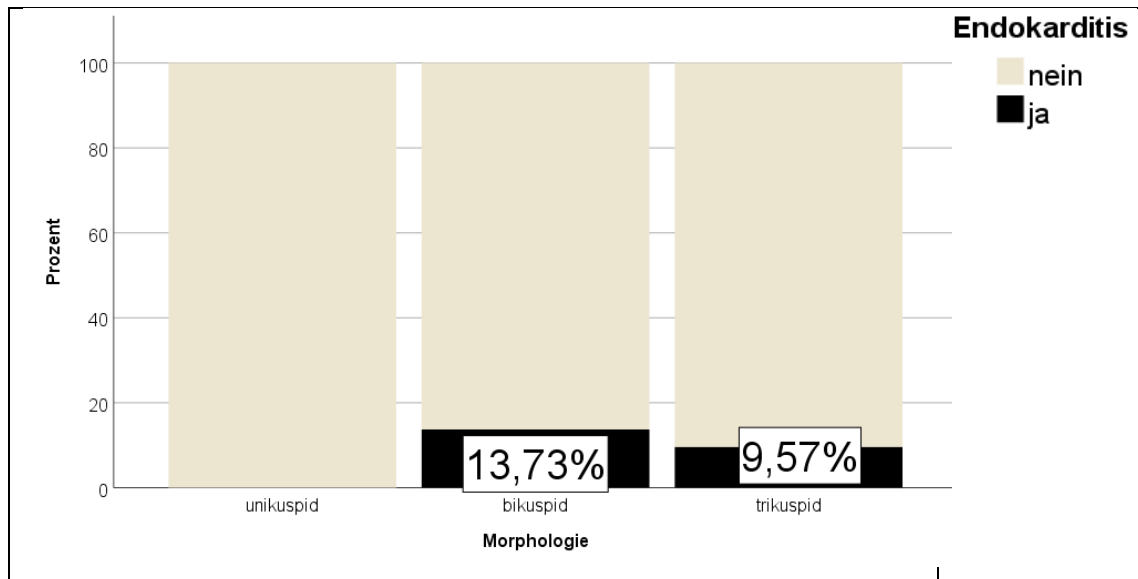


Abbildung 4.85: Häufigkeit einer Endokarditis bei Patienten mit interventionsbedürftiger MI

Der Blick in die Altersdekaden zeigte, dass insbesondere bei den Patienten in den mittleren Dekaden häufiger eine IE vorlag (siehe Abbildung 4.86 und Abbildung 4.87).

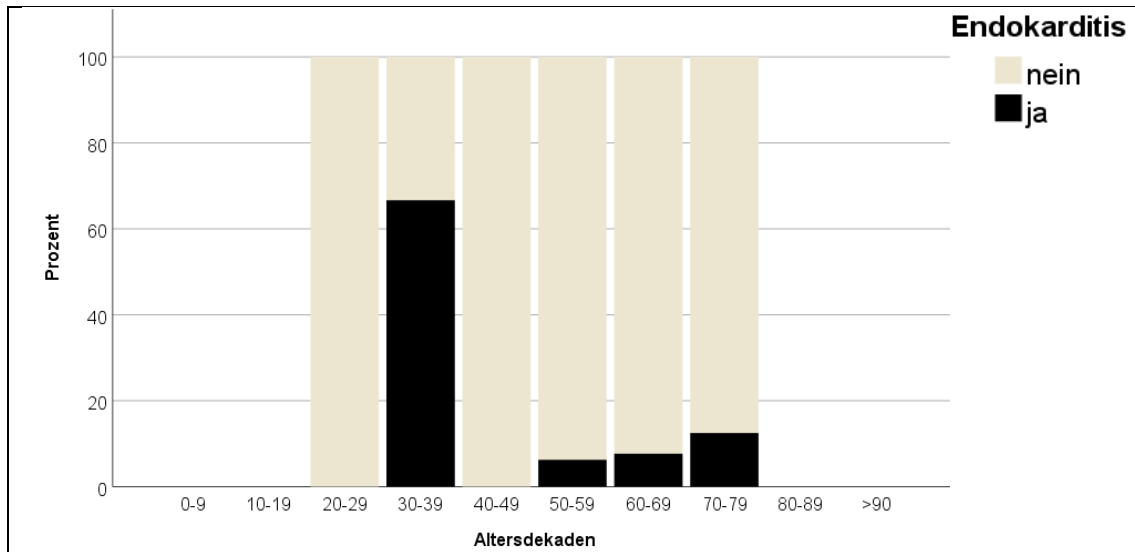


Abbildung 4.86: relative Häufigkeit einer Endokarditis bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe und MI

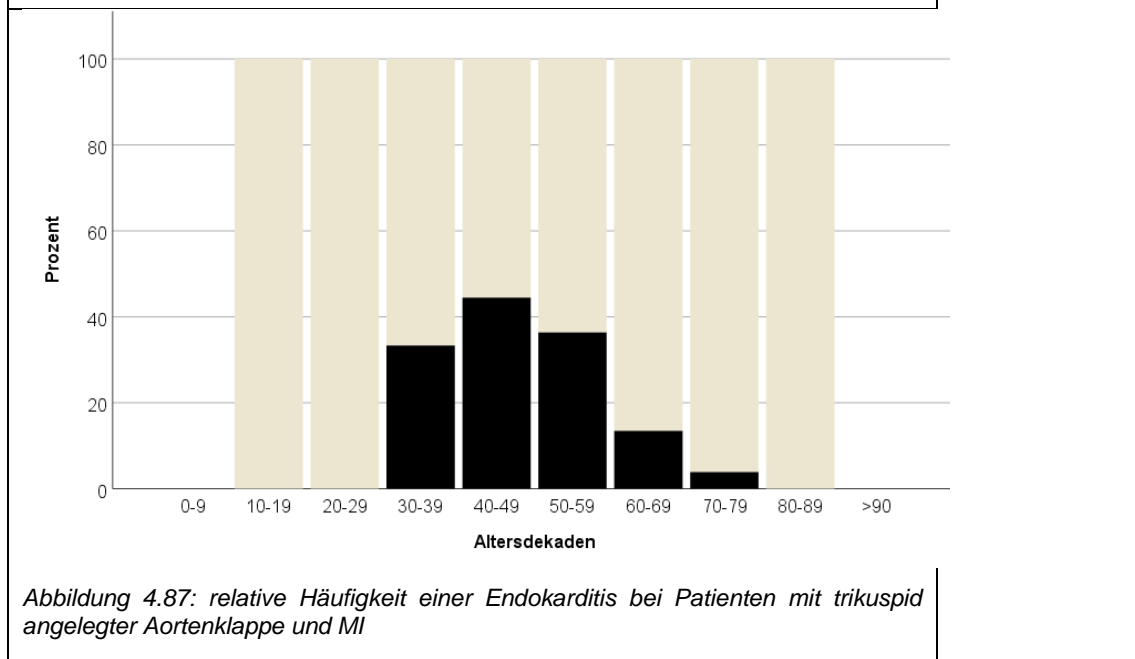


Abbildung 4.87: relative Häufigkeit einer Endokarditis bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe und MI

4.9 Infektiöse Endokarditis

Einer floriden oder abgelaufenen Endokarditis entsprechende makroskopisch erkennbare Veränderungen der Aortenklappe (IE) fanden sich im Gesamtkollektiv bei 4% der Fälle.

Altersverteilung

IE kamen in fast allen Altersdekaden vor. Ausnahmen bildeten lediglich die Randdekaden 1 und 10.

Patienten mit IE wurden am häufigsten in der siebten Dekade operiert und damit eine Dekade früher, als Patienten ohne IE (siehe Abbildung 4.88). Patienten mit IE wurden im Mittel mit 52 Jahren operiert und somit auch statistisch signifikant früher, als Patienten ohne IE (58 Jahre).

Abbildung 4.89 zeigt, dass die relative Häufigkeit einer IE mit 7,3% bzw. 7,8% in der 3. bzw. 4. Dekade am höchsten war. Zudem sieht man auch hier, dass die Randbereiche unter 20 Jahren und ab 70 Jahren tendenziell weniger betroffen waren, als die mittleren Altersdekaden.

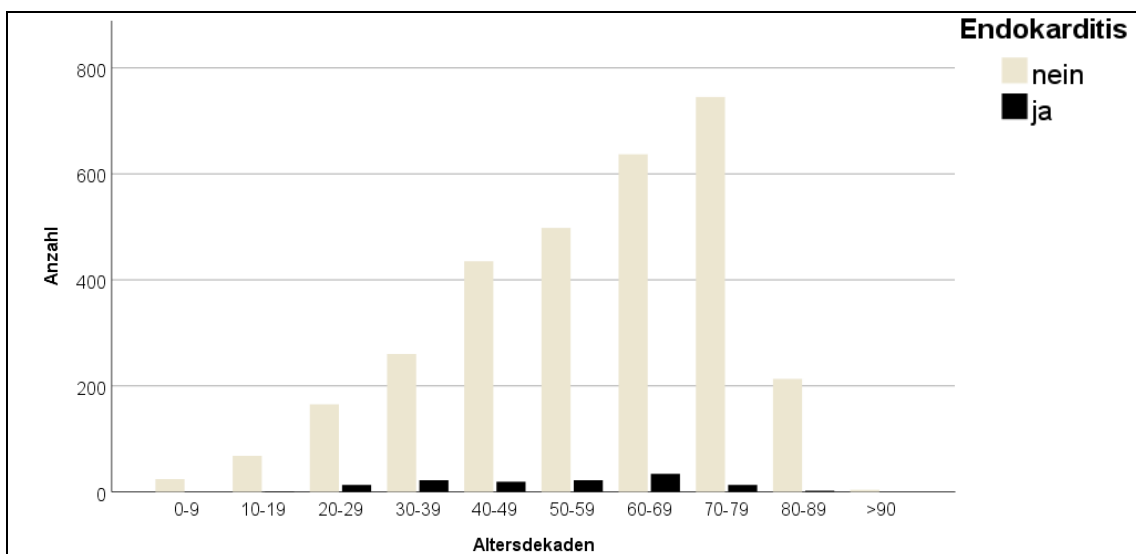


Abbildung 4.88: absolute Häufigkeiten einer Endokarditis in den Altersdekaden des Gesamtkollektivs

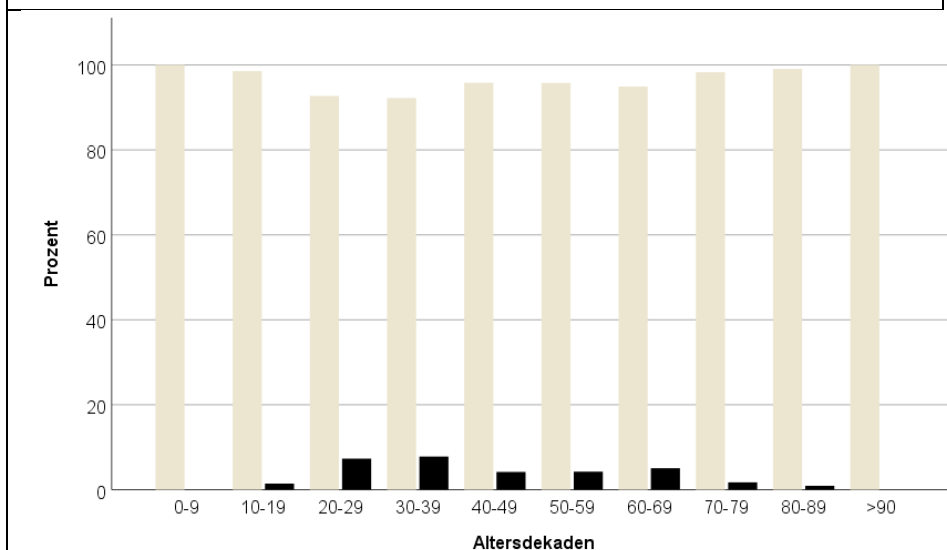


Abbildung 4.89: relative Häufigkeiten einer Endokarditis in den Altersdekaden des Gesamtkollektivs

4.9.1 Aortenklappentypen

Abbildung 4.90 zeigt die Häufigkeit von IE bei den Patienten mit uni-, bi und trikuspid angelegter Aortenklappe. Bei den Patienten mit QAV lag in keinem Fall eine IE vor.

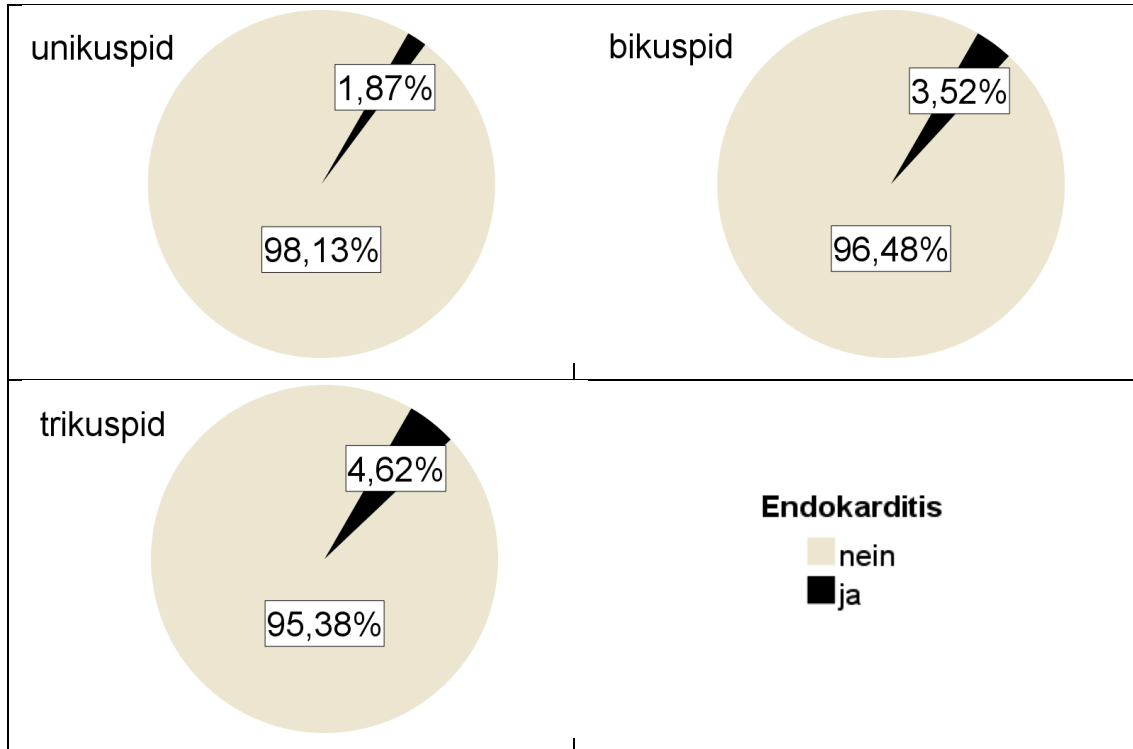


Abbildung 4.90: Häufigkeit einer Endokarditis bei Patienten mit uni-, bi und trikuspid angelegter Aortenklappe

Hinsichtlich der Häufigkeit einer IE bestand zwischen den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe im Chi²-Test kein statistisch signifikanter Unterschied.

In den paarweisen Vergleichen der logistischen Regression bestand zwischen den folgenden Gruppen ebenfalls kein signifikanter Unterschied:

- bikuspid-unikuspid
- bikuspid-trikuspid

Im Vergleich unikuspid-trikuspid zeigte sich mit $p=0,045$ geradeso ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von IE.

Altersverteilung der Aortenklappentypen

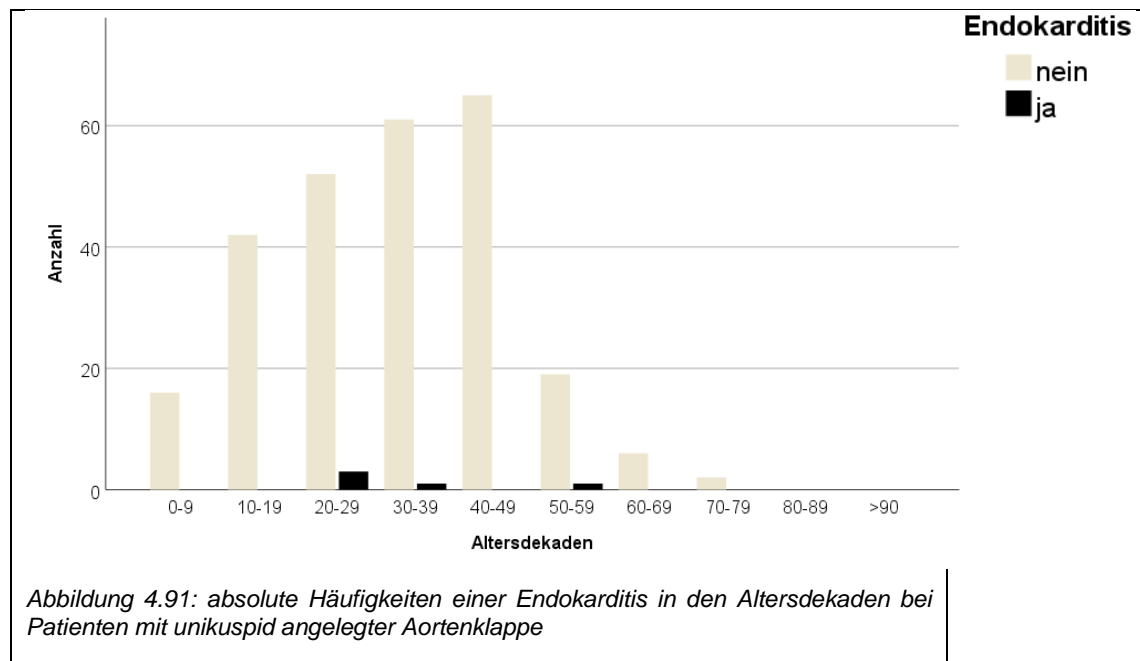
Bei den Patienten mit IE wurden diejenigen mit UAV im Mittel mit 31 Jahren operiert, diejenigen mit BAV im Mittel mit 42 Jahren und diejenigen mit TAV im Mittel mit 58 Jahren. Der Altersunterschied zwischen den drei Gruppen war im Kruskal-Wallis-Test statistisch signifikant.

Unikuspid

Bei den Patienten mit UAV lagen insgesamt fünf Fälle mit IE vor. Diese fanden sich in der 3., 4. und 6. Lebensdekade (s. Abbildung 4.91).

Die relative Häufigkeit einer IE war mit 5,5% in der 3. Lebensdekade am größten.

Das mittlere Alter bei Operation unterschied sich nicht signifikant zwischen Patienten mit und ohne IE.



Bikuspid

Bei den Patienten mit BAV lagen 43 Fälle mit IE vor. Diese verteilten sich auf die 2.-8. Lebensdekade (siehe Abbildung 4.92). Die relative Häufigkeit war mit 9,4% in der 4. Lebensdekade am größten (vergleiche Abbildung 4.93).

Patienten mit IE wurden im Mittel mit 42 Jahren und damit signifikant früher operiert, als Patienten ohne Endokarditis (52 Jahre).

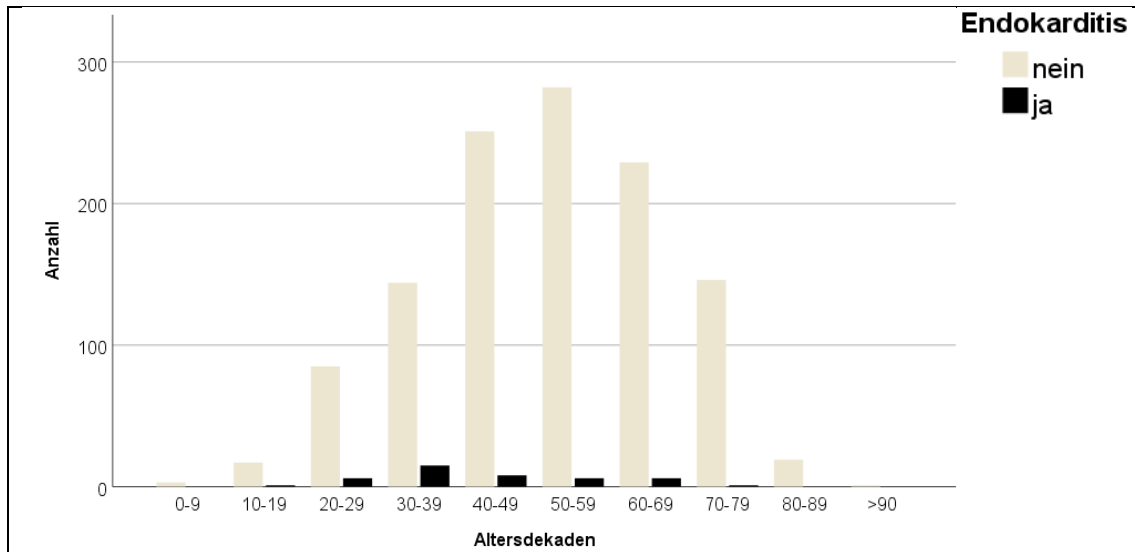


Abbildung 4.92: absolute Häufigkeiten einer Endokarditis in den Altersdekaden bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

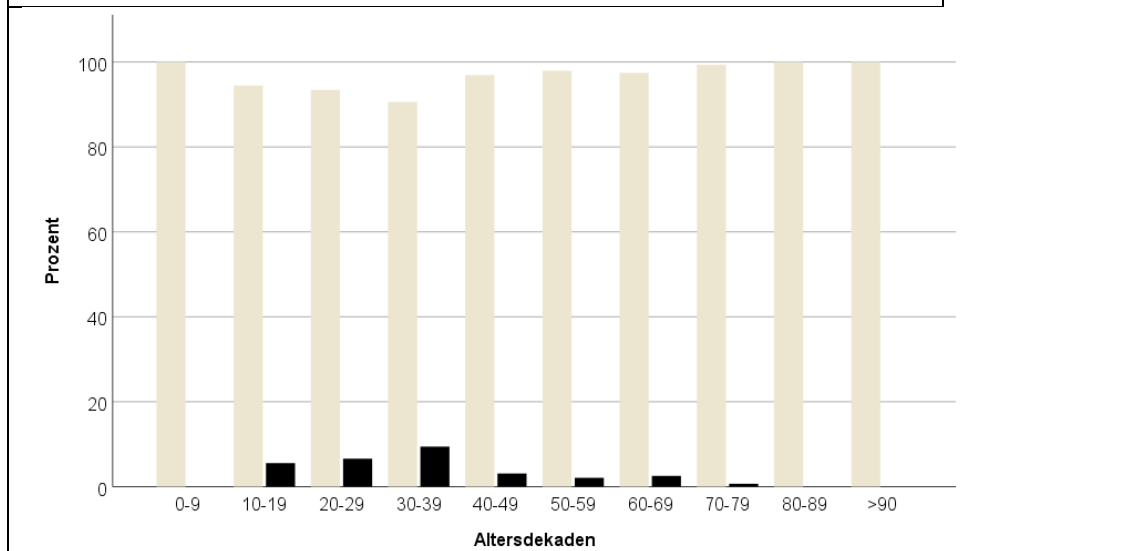


Abbildung 4.93: relative Häufigkeiten einer Endokarditis in den Altersdekaden bei Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe

Trikuspid

Bei den Patienten mit TAV lagen 78 Fälle mit IE vor. Wie Abbildung 4.94 zeigt, verteilen sich diese auf die 3.-9. Lebensdekade. Der Modus lag in der 7. Dekade. Die relative Häufigkeit war mit 12,5% in der 3. Lebensdekade am größten und nahm mit dem Alter kontinuierlich ab (siehe Abbildung 4.95).

Patienten mit IE wurden im Mittel mit 58 Jahren und damit signifikant früher operiert, als Patienten ohne IE (66 Jahre).

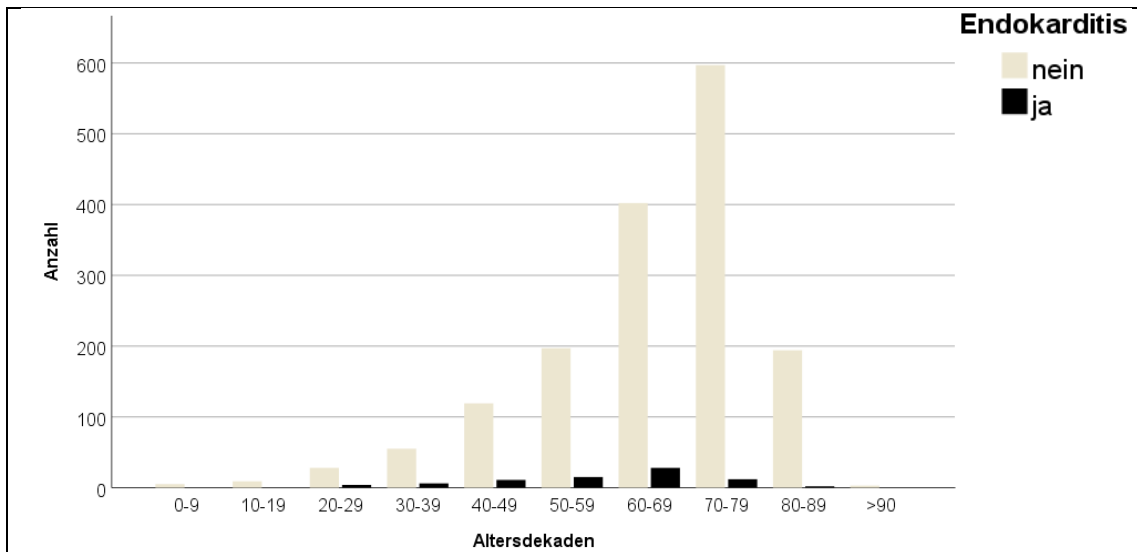


Abbildung 4.94: absolute Häufigkeiten einer Endokarditis in den Altersdekaden bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe

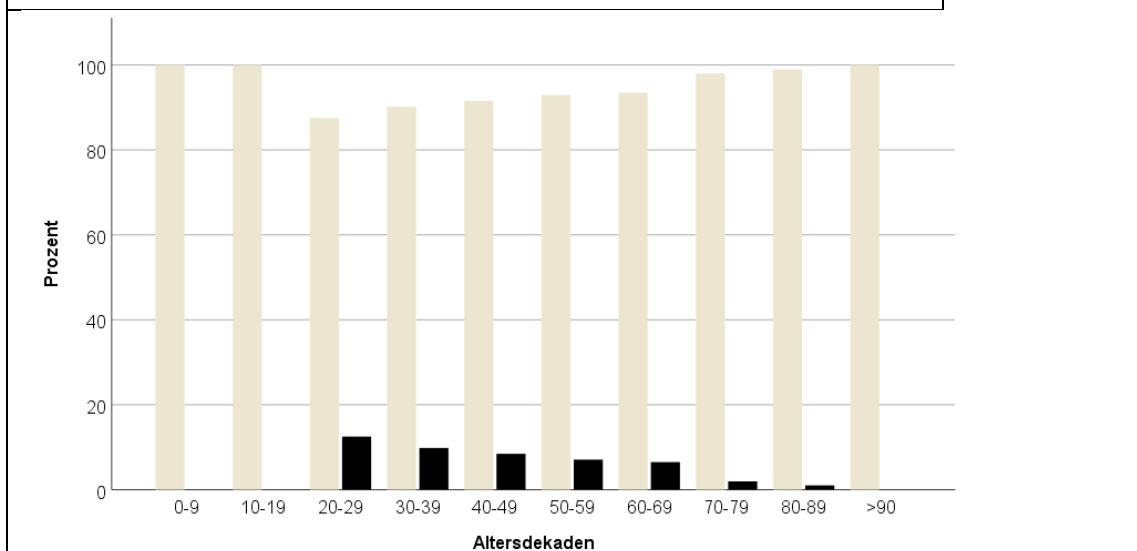


Abbildung 4.95: relative Häufigkeiten einer Endokarditis in den Altersdekaden bei Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe



5 Diskussion

5.1 Diskussion der Ergebnisse

5.1.1 Morphologie

Übersichtsarbeiten

Den Anstoß zu der vorliegenden Übersichtsarbeit gab der 2005 von WC Roberts publizierte Artikel *Frequency by decades of unicuspid, bicuspid, and tricuspid aortic valves in adults having isolated aortic valve replacement for aortic stenosis, with or without associated aortic regurgitation*. Roberts wollte mit seiner Arbeit insbesondere darauf aufmerksam machen, dass eine angeborene Malformation der Aortenklappe als Ursache oder Mit-Ursache einer erworbenen Aortenstenose zuvor unterschätzt worden war. Obwohl er die Arbeit bereits vor 16 Jahren veröffentlichte, liefert sie auch heute noch die Grundlage für die Schätzung von Häufigkeiten und Charakteristika der Aortenklappentypen. Folglich war sie diesbezüglich die wichtigste Referenzarbeit für die vorliegende Arbeit. Die gefundenen Häufigkeiten wurden daher als erstes mit denjenigen aus Roberts' Arbeit verglichen. Allerdings verwendete Roberts andere Ausschlusskriterien. Um den daraus resultierenden Effekt einzuschätzen, wurde der Datensatz der vorliegenden Arbeit für zusätzliche Vergleiche entsprechend der Ausschlusskriterien an denjenigen von Roberts angeglichen: Nach Ausschluss der Patienten mit AI, welches auch die neun Patienten mit QAV beinhaltete, und der Patienten unter 21Jahre blieben 1128 Fälle. Bei Roberts waren es 932 Fälle im Gesamtkollektiv.

1. trikuspid versus nicht-trikuspid

Bei Roberts lag der Anteil nicht-trikuspid angelegter Aortenklappen bei 54%. In unserem Gesamtkollektiv waren es mit 47% etwas weniger nicht-trikuspid angelegte Aortenklappen. Wir gingen zunächst davon aus, dass der Unterschied durch die unterschiedlichen Ausschlusskriterien zustande kam. Entgegen dieser Vermutung verstärkte er sich im Vergleich mit dem angeglichenen Kollektiv jedoch weiter: hier waren es mit 45% noch weniger nicht-trikuspid angelegte Aortenklappen.

2. Häufigkeit der unikuspid angelegten Aortenklappen

Bei Roberts lag der Anteil unikuspid angelegter Aortenklappen bei 4,9%. In unserem Datensatz waren es mit 8,4% deutlich mehr. Auch dieser Unterschied verstärkte sich nach Angleichen des Datensatzes noch weiter auf 11,3%.

3. Häufigkeit der bikuspid angelegten Aortenklappen

Bei Roberts lag der Anteil bikuspid angelegter Aortenklappen bei 49%. In unserem Datensatz waren es mit 38,3% deutlich weniger. Auch dieser Unterschied verstärkte sich nach Angleichen des Datensatzes noch weiter auf 34%.

Im Vergleich mit den vorliegenden Daten wurde also unabhängig von den angewandten Ausschlusskriterien in Roberts Datensatz der Anteil unikuspid angelegter Aortenklappen unterschätzt und der Anteil bikuspid angelegter Aortenklappen überschätzt. Möglicherweise waren also einige seiner als bikuspid eingeschätzten Aortenklappen eigentlich unikuspid angelegte. Eine Erklärung dafür könnte in der Datenerhebung gelegen haben. Roberts beurteilte die exzidierten Aortenklappen bzw. die Einzelteile selbiger als Pathologe. Er beurteilte sie nicht in situ. Hierbei war eine genaue Differenzierung zwischen primär und sekundär fusioniertem Gewebe anhand der einleitend erklärten Klassifikationskriterien nicht mehr möglich. Roberts selbst verglich 2009 die Übereinstimmung zwischen chirurgischer und pathologischer Beurteilung von Aortenklappen. Es zeigte sich, dass insbesondere bei den nicht-trikuspid angelegten Aortenklappen die Einschätzung des Pathologen nicht immer mit der des Chirurgen übereinstimmte: bei bikuspid angelegten Klappen war lediglich in 56% der Fälle eine Übereinstimmung gegeben, bei den unikuspid angelegten Klappen nur in 15% der Fälle [64]. Im Vergleich dazu wurde die Datenerhebung für die vorliegende Arbeit durch die intraoperative Beurteilung verbessert. Durchgeführt von einem sehr erfahrenen Aortenklappenchirurgen und nach durchgängig einheitlichen Klassifikationskriterien. Wir gehen daher davon aus, dass die in den vorliegenden Analysen gefundenen Häufigkeiten verlässlicher sind.

Roberts' Vermutung, dass angeborene Malformationen der Aortenklappe bei Patienten mit AS häufiger seien, als bis dahin vermutet worden war, konnte er mit den von ihm gefundenen Häufigkeiten dennoch bestätigen. Uns führte dieser Aspekt zu einem sehr ähnlichen Aspekt, auf den die vorliegende Arbeit aufmerksam machen soll:

Insbesondere bei den Aortenklappenvitien die eine stenotische Komponente beinhalten (AS/KO) wurde die Häufigkeit einer zugrunde liegenden unikuspid angelegten Aortenklappe bis heute deutlich unterschätzt. Im vorliegenden Datensatz lag bei jedem 11. Patienten mit AS/KO eine unikuspid angelegte Aortenklappe zugrunde. Betrachtete man die jüngeren Patienten, erhöhte sich dieser Anteil drastisch weiter: bei Patienten in den ersten sieben Dekaden und AS/KO (565 Fälle) auf 29,9%, bei Patienten in den ersten fünf Dekaden und AS/KO (214 Fälle) auf 71,5% und bei Patienten in den ersten drei Dekaden und AS/KO (72 Fälle) auf 93%.

Die von uns gefundenen Häufigkeiten der Aortenklappentypen wurden darüber hinaus auch mit weiteren entsprechenden Übersichtsarbeiten verglichen.

Drei Jahre nach Roberts veröffentlichten Collins et al. Ihre Fallzahl war mit 1025 Patienten etwas größer als bei Roberts und das Kollektiv beinhaltete sämtliche Aortenklappenersätze der Klinik über drei Jahre. Die insuffizienten Aortenklappen und die jungen Patienten wurden hier nicht ausgeschlossen. Bei Collins waren 35,5% der exzidierten Klappen nicht-trikuspid: 32% bikuspid und 3% unikuspid. Auch hier wurden die Aortenklappen nicht in situ, sondern nach Exzision im pathologischen Institut untersucht. Zudem schlossen sie Patienten mit rheumatischem Vitium nicht aus (11,2% der Fälle). Die damit einhergehende Ungenauigkeit bezüglich der Beurteilung der Aortenklappen war dadurch vermutlich noch ausgeprägter, als bei Roberts. Butany et al. fanden 27,1% bikuspid und 2,4% unikuspid angelegte Aortenklappen. Der Datensatz war mit 247 Fällen insgesamt deutlich kleiner und auch hier wurden die exzidierten Aortenklappen im pathologischen Institut beurteilt, nicht in situ. Weitere vergleichbare Übersichtsarbeiten zur Häufigkeit der Aortenklappentypen wurden nicht gefunden, wohl aber zu den einzelnen Aortenklappentypen und ihren Charakteristika.

Unikuspid

In den wenigen Veröffentlichungen über unikuspid angelegte Aortenklappen wurde das einleitend erwähnte Problem sehr deutlich: je höher die Fallzahl, desto weniger Vergleichbarkeit, Genauigkeit und Verlässlichkeit war gegeben. Mookadam et al. veröffentlichten 2010 eine Übersichtsarbeit über unikuspid angelegte Klappen bei Erwachsenen. Sie analysierten auf Basis von 38 Artikeln 231 unikuspid angelegte Aortenklappen. Eine beachtliche Fallzahl. Zuvor waren hauptsächlich Fallbeschreibungen oder Fallserien veröffentlicht worden. Unter Berücksichtigung der ausgeprägten Variabilität in der Datenerhebung, insbesondere bezüglich der Einschätzung der Klappenmorphologie, welche in so vielen Artikeln über eine so lange Zeitspanne verwendet worden waren, können die Ergebnisse als Tendenzen, jedoch nicht als verlässliche, genaue Zahlen eingeschätzt werden. Darüber hinaus war die Fallzahl immer noch geringer, als in unserem Datensatz (268).

Mit Noly et al. (2016) verhielt es sich gegensätzlich. Sie analysierten 42 unikuspid angelegte Klappen, welche durch direkte Inspektion des Chirurgen in situ als solche identifiziert wurden. Zudem klassifizierten sie die Aortenklappen nach den unsrigen vergleichbaren Kriterien. Diese Arbeit garantierte somit eine ausgezeichnete

Vergleichbarkeit und Genauigkeit, die Anzahl an unikuspid angelegten Klappen war mit 42 allerdings deutlich geringer, als bei uns.

Bikuspid

Über bikuspid angelegten Klappen gab es deutlich mehr Veröffentlichungen, als über unikuspid angelegte Aortenklappen. Hier sind inzwischen auch schon Daten zur Prävalenz bekannt: man geht davon aus, dass bei 0,5-2% der Gesamtbevölkerung eine bikuspid angelegte Aortenklappe vorliegt [7,31,56,61,82]. Aus dem Vergleich zwischen der Häufigkeit in der Gesamtbevölkerung und der Häufigkeit dieses Klappentyps im OP-Saal wurden folgende Schlüsse gezogen:

1. Im Vergleich mit der Häufigkeit in der Bevölkerung waren die bikuspid angelegten Klappen bei Patienten die an der Aortenklappen operiert wurden, deutlich überrepräsentiert. Wir fanden 38% bikuspid angelegte Aortenklappen. In sämtlichen vergleichbaren Arbeiten lag bei interventionspflichtigen Aortenklappenvitien ebenfalls in ungefähr einem Drittel der Fälle eine bikuspid angelegte Klappe zugrunde. Bei Vitien mit stenotischer Komponente gingen manche Autoren sogar von 50% der Fälle aus.
2. Wenn man mit einer mittleren Prävalenz von 1% bikuspid angelegten Aortenklappen in der Bevölkerung rechnet, müssten bei einer derzeitigen Bevölkerung von 83 Millionen Deutschen, 830000 davon im Laufe ihres Lebens aufgrund einer bikuspid angelegten Klappe ein interventionspflichtiges Aortenklappenvitium bekommen. Das erschien zunächst unglaublich hoch. Pro Jahr berechnet relativierte sich diese Zahl jedoch: das mittlere Alter bei OP betrug in unserem Datensatz bei den Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe 52 Jahre. Rechnet man- der Einfachheit halber- 50 Jahre zurück, gab es ca. 1mio Geburten/Jahr in Deutschland. Somit müssten davon heute pro Jahr in Deutschland ca. 10.000 Patienten nur aufgrund ihrer angeborenen bikuspid angelegten Aortenklappe einen Klappeneingriff erhalten. Ein Blick in die Operationszahlen bestätigte dies: Laut DGTHG gab es 2014 in Deutschland insgesamt ca. 31.000 Herzklappeneingriffe, von denen die meisten die Aortenklappe betrafen oder mit-betrafen. 10.000 von 30.000 entspricht einem Drittel. Diese Anzahl stimmte mit den von uns und anderen Autoren gefundenen Häufigkeiten von bikuspid angelegten Aortenklappen überein. Auch wenn diese Berechnung stark vereinfacht und die Zahlen somit nur grob geschätzt waren, kann daraus gefolgert werden: nicht jede bikuspid angelegte

Aortenklappe führt zu einem interventionspflichtigen Vitium. Aber fast jede. Und das mit durchschnittlich 52 Jahren in einem ziemlich jungen Alter.

Somit bestätigten auch unsere Daten: Die bikuspid angelegte Aortenklappe ist ein Risikofaktor dafür, im Laufe des Lebens an der Aortenklappe operiert werden zu müssen. Diese Feststellung war keine Neuigkeit, sondern eine Tatsache die bekannt und zuvor bereits vielfach publiziert worden war.

Weiterhin ist bereits bekannt, dass eine bikuspid angelegte Aortenklappe sich im Herzzyklus nicht exakt so verhält, wie eine trikuspid angelegte. Aufgrund der veränderten Geometrie und dem daraus resultierenden veränderten Öffnungs- und Schließverhalten, sowie den veränderten Flussverhältnissen ist dies eine logische und naheliegende Schlussfolgerung. Wissenschaftlich belegt von Robicsek [66] und vielen anderen. Eine veränderte Genetik, eine veränderte Gewebzusammensetzung und eine veränderte Gewebereaktion auf Stressoren im Zusammenhang mit diesem Klappentyp sind inzwischen ebenfalls belegt und allgemein anerkannt.

Allerdings herrscht bislang keine Einigkeit darüber, welche Risiken in welchem Ausmaß mit diesem Klappentyp assoziiert sind und wovon dies abhängt.

Mills et al. zeigten beispielsweise, dass 10 Jahre nach Erstdiagnose bei 63% der Patienten mit bikuspid angelegter Aortenklappe gar keine pathologischen Veränderungen auftraten [47]. Während andere Autoren unter Titeln wie „*bicuspid aortic valve- a silent danger*“ ausgesprochen düstere Prognosen abgaben [39].

Eine mögliche Erklärung für diese Unterschiede könnte sein, dass innerhalb der als bikuspid klassifizierten Aortenklappen ein breites Spektrum an Morphologien existiert. Auf die Variabilität der bikuspid angelegten Aortenklappe wiesen bereits 1999 Sabet et al. hin [68].

Fusionstypen (BAV)

Bei der Häufigkeit der Fusionstypen der bikuspid angelegten Klappen ist man sich bezüglich der Reihenfolge einig: Der R/L-Typ ist mit 79-86% der häufigste Typ. Im vorliegenden Kollektiv waren es 86,31%. Dass unser Prozentsatz sich am oberen Ende der veröffentlichten Häufigkeiten befand, ist möglicherweise der Imputation geschuldet: fehlende Angaben wurden bei der Datenerhebung als R/L-Fusionstyp gewertet. Der R/A-Typ ist mit 15-20% der zweithäufigste Typ. Bei uns waren es 12,87%. Der L/A-Typ ist mit 0-3% der seltenste Fusionstyp. Bei uns waren es 0,82%. Die von uns gefundenen

Häufigkeiten deckten sich also insgesamt gut mit der Reihenfolge und den bisher veröffentlichten Häufigkeiten der Fusionstypen.

Ob mit den verschiedenen Unterformen, beispielsweise mit den verschiedenen Fusionstypen unterschiedliche Risiken verbunden sind, wurde und wird vielfach diskutiert. Manche Autoren betrachteten die einzelnen Fusionstypen sogar getrennt voneinander als gänzlich eigenständige Entitäten mit unterschiedlicher Ätiologie und unterschiedlicher klinischer Präsentation- insbesondere auch hinsichtlich der assoziierten Aortopathie [28,58,69].

Quadrikuspid

Quadrikuspid angelegte Klappen sind äußerst selten. Bei Autopsien fand man sie in 0.00028-0.00033% der Fälle [13], in Echostudien lag die Häufigkeit bei 0,006% [79]. Im vorliegenden Kollektiv wurde bei 0,28% der Fälle eine solche Morphologie gefunden. Andere Autoren fanden 0,05-0,1% quadrikuspid angelegte Aortenklappen bei Patienten, die aufgrund einer AI operiert wurden. Nach Angleichen unseres Datensatzes (nur Patienten, die aufgrund einer AI operiert wurden, dies waren 2009 Fälle) waren es 0,4%. Möglichweise spielte es auch hier eine Rolle, dass vergleichsweise viele erwachsene Patienten mit rekonstruierbaren seltenen Anomalien der Aortenklappe aufgrund seiner Expertise an Prof. Dr. Hans-Joachim Schäfers überwiesen werden und daher auch die quadrikuspid angelegten Aortenklappen in unserem Datensatz tendenziell überrepräsentiert waren.

Weitere noch seltenere Aortenklappentypen, wie beispielsweise pentakuspid angelegte Aortenklappen, gab es keine in unserem Kollektiv.

5.1.2 Alter und Altersverteilung

Mittleres Alter bei OP

Mittels der gefundenen Ergebnisse konnte bestätigt werden, dass sich die Patienten mit uni- bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe signifikant hinsichtlich des mittleren Alters bei OP unterschieden. Patienten mit UAV wurden im Mittel 32 Jahre früher operiert, als Patienten mit TAV. Patienten mit BAV wurden im Mittel 13 Jahre früher operiert, als Patienten mit TAV.

Im Vergleich mit anderen Arbeiten zeigte sich, dass das gefundene mittlere Alter bei OP in etwa mit bisher veröffentlichten Mittelwerten übereinstimmte. Eine Ausnahme bildete hier die Arbeit von Roberts mit verhältnismäßig alten Patienten. Im vorliegenden Datensatz wurden Patienten mit UAV im Mittel mit 32,65 Jahren (Std.-Abw. 14,85 Jahre)

operiert. Bei Roberts waren es im Mittel 51 Jahre (Std.-Abw.: 14 Jahre). Bei Noly et al. 33,9 Jahre (Std.-Abw.: 1,7 Jahre). Bei Collins et al. 41,6 Jahre (Std.-Abw.:14,3 Jahre). Mookadam et al. beschrieben, dass Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe 10-20 Jahre früher als Patienten mit bikuspid und 20-30 Jahre früher als Patienten mit trikuspid angelegter Aortenklappe operiert wurden. Auch diese Angabe deckte sich in etwa mit unseren Daten: bei uns lagen die Modi in der 5., 6. und 8. Dekade für uni-, bi- und trikuspid.

Das verhältnismäßig hohe Alter in Roberts Kollektiv könnte daran gelegen haben, dass er Patienten unter 21 Jahren ausschließ. Um diesen Effekt zu überprüfen, wurde auch hier ein weiterer Vergleich mit dem an Roberts' Datensatz angeglichenen Kollektiv gezogen. Im angeglichenen Datensatz ergab sich ein mittleres Alter bei OP von 40,33 Jahren (Std.-Abw.: 10,57). Unsere Vermutung wurde hierdurch bekräftigt.

Bis auf Noly et al. fanden alle Autoren eine Standardabweichung von etwa 14 Jahren. Dies weist möglicherweise darauf hin, dass auch unter dem Begriff *unikuspid angelegte Aortenklappe* ein Spektrum an pathophysiologischen Prozessen mit unterschiedlichen Prognosen zusammengefasst worden war. Beispielsweise die beiden Gruppen „unikuspid akommissural“ und „unikuspid unikommissural“ oder auch möglicherweise fehlklassifizierte Klappentypen. Hinzu kommt, dass einige der Patienten- in der Regel in der Kindheit- aufgrund der durch die Klappenanomalie verursachten kongenitalen Aortenstenose zuvor bereits eine Valvulotomie erhalten hatten. Der Eingriff beeinflusst mit der Anatomie auch die Funktion, die Mechanik und die Flussverhältnisse und hat folglich auch einen Einfluss auf die Prognose.

Auch die Patienten mit BAV hatten bei Roberts ein verhältnismäßig hohes mittleres Alter von 67 Jahren (Std.-Abw.: 11 Jahre) und bei uns ein verhältnismäßig niedriges mittleres Alter von 52 Jahren. Im Vergleich dazu fanden andere Autoren wie beispielsweise Collins et al. ein mittleres Alter bei OP von 61,3 Jahren (Std.-Abw.: 12,8 Jahre). Unser verhältnismäßig junges Kollektiv könnte durch die überrepräsentierten insuffizienten Klappen bedingt gewesen sein. Hierzu können folgenden Überlegungen angestellt werden:

Es ist bekannt, dass unter dem Begriff *bikuspid angelegte Aortenklappe* ein breites Spektrum an klinischen Erscheinungsbildern zusammengefasst wird. Bikuspid angelegte Aortenklappen unterscheiden sich- auch hinsichtlich der sich entwickelnden Pathologie. Ward beschrieb beispielsweise *altersspezifische Komplikationen*: das Risiko für Endokarditis und Dissektion sei in den jüngeren Dekaden erhöht, während in den

mittleren Dekaden das Risiko für AI und in den älteren Dekaden das Risiko für AS/KO erhöht sei [82].

Um zu überprüfen, wie groß der Effekt der überrepräsentierten Aortenklappeninsuffizienzen auf das mittlere Alter bei OP war, wurde der vorliegende Datensatz durch Herausfiltern der insuffizienten Klappen und der Patienten unter 21 Jahren abermals an denjenigen von Roberts angeglichen. Es ergab sich ein mittleres Alter bei OP von 63,09 Jahren für die Patienten mit bikuspid angelegter Klappe (Std.-Abw.: 11, 44). Dies bestärkte die Überlegungen.

Fusionstypen (BAV)

Wie zuvor bereits erwähnt, wurde und wird diskutiert, ob die verschiedenen Fusionstypen der bikuspid angelegten Aortenklappe jeweils als eigenständige Entität betrachtet werden müssen.

Hinsichtlich des mittleren Alters bei OP unterschieden sie sich in unserem Datensatz jedoch nicht signifikant voneinander.

Altersverteilung

Insgesamt war die Altersverteilung in unserem Kollektiv leicht linksschief. Die Vermutung, dass die Schiefe ist in erster Linie den Patienten mit TAV zuzuschreiben war wurde durch Trennen der Altersverteilungen nach Morphologie bestätigt.

Die gefundenen Verteilungen auf die Altersdekaden wurden abermals als erstes mit denjenigen von Roberts verglichen.

Hier muss beachtet werden, dass Roberts sein Kollektiv in die Altersdekaden 3-10 einteilte. Zwei Drittel der Fälle waren bei OP zwischen 61 und 80 Jahren alt. Diese Verteilung kann bei fehlenden Angaben diesbezüglich als Hinweis darauf gewertet werden, dass auch sein Kollektiv linksschief verteilt war.

Da im vorliegenden Datensatz die Patienten unter 21 Jahren nicht ausgeschlossen wurden, werden hier zwei Dekaden mehr betrachtet: Dekaden 1-10.

Bei Roberts wurden nur 19% in den jüngeren vier Dekaden (21-60 Jahre, gemessen an den Altersdekaden also *die jüngere Hälfte*) operiert. In unserem Kollektiv wurden mit 31,8% verhältnismäßig mehr Patienten in den jüngeren fünf Dekaden (0-49 Jahre, gemessen an den Altersdekaden *die jüngere Hälfte*) operiert. Um Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde auch hier der angegliche Datensatz betrachtet. 62% der Patienten, also ebenfalls fast zwei Drittel, wurden zwischen 61 und 80 Jahren operiert.

Der Anteil an Patienten, welcher in den jüngeren vier Dekaden operiert wurde blieb mit 26% höher, als bei Roberts.

Trotz Angleichen unseres Datensatzes an denjenigen von Roberts blieb das Patientenkollektiv jünger. Dies war nicht durch den AI-Überschuss oder die 109 Patienten aus den ersten zwei Lebensdekaden zu erklären, da diese im angeglichenen Datensatz herausgefiltert waren.

Eine weitere mögliche Erklärung könnte der höhere Anteil an Patienten mit UAV sein, welche in jüngerem Alter OP-pflichtig werden. Da wir jedoch davon ausgingen, dass diese bei Roberts- zumindest teilweise- fehlassifiziert als bikuspid angelegte Aortenklappen in den Datensatz mit eingegangen sind und damit auch in die Altersstatistik, konnte der gefundene Altersunterschied auch hierdurch nicht abschließend erklärt werden.

Roberts betrachtete die Altersverteilungen auf die Lebensdekaden auch nach Morphologie getrennt:

Von den Patienten mit UAV wurden 72% in den jüngeren vier Dekaden operiert. Bei uns waren es mit 89,6% noch deutlich mehr. Nach Angleichen des Datensatzes erhöhte sich der Anteil weiter auf 96,1%. Hierdurch konnte bestätigt werden, dass die meisten- man könnte sagen *fast alle*- Patienten mit unikuspid angelegter Klappe in jungem Alter operiert werden.

Von den Patienten mit BAV wurden bei Roberts 25% in der jüngeren Hälfte operiert. Bei uns waren es mit 43,4% auch hier deutlich mehr. Nach Angleichen des Datensatzes waren es mit 37,9% etwas weniger. Dies könnte abermals an der hohen Anzahl von Patienten mit AI gelegen haben, welche tendenziell früher interventionspflichtig wurden, als diejenigen mit AS. Schließlich war diese Überrepräsentation bei Patienten mit BAV besonders ausgeprägt.

Patienten mit TAV wurden bei Roberts lediglich zu 6% in der jüngeren Hälfte operiert. Bei uns waren es 14%, bzw. 4,2% nach Angleichen des Datensatzes. Auch hier spielte vermutlich die Verteilung der Aortenklappenvitien eine Rolle. Bei Patienten mit TAV ist die Aortenstenose in erster Linie ein altersabhängiger Prozess. Der Anteil an Patienten mit TAV und AS, der bereits vor dem 60. Lebensjahr operiert werden muss, war logischerweise sehr gering.

Ein weiterer von Roberts betrachteter Aspekt war die Häufigkeit der einzelnen Morphologien innerhalb der beiden *Altershälften*, also der jüngeren und der älteren Hälfte der Dekaden.

In den jüngeren vier Dekaden lag bei 85% der Fälle eine nicht-trikuspid angelegte Aortenklappe vor: 19% unikuspid und 65% bikuspid. Bei uns waren es 76,6%: 24% unikuspid, 52% bikuspid und 0,7% quadrikuspid. Nach Angleichen des Datensatzes erhöhte sich der Anteil nicht-trikuspid angelegter Aortenklappen stark auf 91,1%: 41,6% unikuspid und 49,5% bikuspid.

Wie bereits eingangs erwähnt, wollte Roberts in seiner Arbeit darauf hinweisen, dass der Anteil an angeborenen nicht-trikuspid angelegten Aortenklappen bei Patienten mit AS/KO bis dahin unterschätzt worden war. Dieser Aspekt war bei Betrachtung des vorliegenden Kollektivs sogar noch ausgeprägter, als Roberts vermutete. In unserem Kollektiv lag bei Patienten zwischen 21 und 60 Jahren dem AS/KO in neun von zehn Fällen eine nicht-trikuspid angelegte Klappe vor. Von diesen nicht-trikuspid angelegten Aortenklappen waren 46%- also fast die Hälfte- unikuspid angelegt.

Im Gesamtkollektiv, sprich inklusive der insuffizienten Aortenklappen fallen diese Zahlen natürlich weniger drastisch aus. Die verschiedenen Aortenklappenvitien in einen Topf zu werfen und gemeinsam zu betrachten erscheint jedoch nicht sinnvoll. Um solide Aussagen über Prognosen und Risiken zu erhalten, muss zwischen stenotischen und insuffizienten Klappen differenziert werden. Abgesehen von der Gemeinsamkeit, dass sich beide Vitien an der Aortenklappe manifestieren, sollten sie als getrennte Krankheitsbilder betrachtet werden. Zwar sind häufig beide Komponenten im Vitium enthalten, in der Regel ist jedoch eine von beiden führend.

Hinzu kommt, dass auch die einzelnen Vitien in sich eigentlich unterschiedliche Formen beinhalten. Eine angeborene Aortenstenose kann nicht mit einer altersabhängigen erworbenen Aortenstenose verglichen werden. Eine durch Segelprolaps hervorgerufene Aortenklappeninsuffizienz kann nicht mit einer Aortenklappeninsuffizienz bedingt durch eine infektiöse Endokarditis verglichen werden. Das kombinierte Vitium, welches bei einer unikuspid angelegten Klappe auf dem Boden einer Valvulotomie entsteht, kann nicht in die gleiche Kategorie eingeordnet werden wie die kombiniert insuffizient-stenotische bikuspid angelegte Klappe. Usw.

In Anbetracht dieser Überlegungen muss davon ausgegangen werden, dass man die aussagekräftigsten Ergebnisse über die Häufigkeit der Aortenklappentypen innerhalb der Dekaden erhält, wenn man- wie Roberts- die AS/KO isoliert betrachtet. Im

Gegensatz zu Roberts allerdings inklusive der Patienten unter 21 Jahren. Bei den Analysen basierend auf diesem Kollektiv ergaben sich dann folgende Häufigkeiten:

Bei Patienten unter 70 Jahren, lag dem AS/KO in 76,6% der Fälle eine nicht-trikuspid angelegte Aortenklappe zugrunde, in 29,9% der Fälle war sie unikuspid. Bei Patienten unter 60 Jahren lag in 92,9% eine nicht-trikuspid angelegte Aortenklappe zugrunde, in 50,9% war sie unikuspid. Bei Patienten unter 50 Jahren waren 98% der Aortenklappen nicht-trikuspid, in 71,5% der Fälle lag eine unikuspid angelegte Aortenklappe vor.

Erfahrungsgemäß sind Patienten, die an der Aortenklappe operiert werden müssen eher älteren Jahrgangs. Um nicht absolute Raritäten mittels relativer Häufigkeiten zu überbewerten, wurden zusätzlich die absoluten Zahlen angeschaut: Die Patienten unter 50 Jahren machten- gemessen an allen Patienten mit AS/KO- immerhin etwa 19% aus. Etwa ein Fünftel. Betrachtet man die zwei nächsten Dekaden noch mit, machten sie schon bei 51% aller Patienten mit AS/KO aus. Und somit etwas mehr, als die Hälfte aller Patienten mit AS/KO. Dreiviertel davon hatten eine nicht-trikuspid angelegte Klappe. Bei etwa einem Drittel lag eine unikuspid angelegte Klappe zugrunde.

Wie schon Roberts vermutete- und in seiner Arbeit bestätigte-, verdeutlichen die von uns gefundenen Zahlen abermals die Häufigkeit nicht-trikuspid angelegter Klappen. In einem Patientenkollektiv, bei welchem aufgrund des verhältnismäßig jungen Alters ein möglichst langfristiges Therapieregime gewählt werden muss.

Bei den quadrikuspid angelegten Klappen zeigte sich in der Altersverteilung, dass alle Patienten mit dieser Klappenanatomie in der 4. Oder 5. Dekade interventionspflichtig wurden. Von einer *Verteilung* konnte bei diesem Klappentyp somit eigentlich nicht gesprochen werden. Andere Autoren kamen zu vergleichbaren Ergebnissen.

5.1.3 Geschlechterverteilung

In unserem Gesamtkollektiv waren mit einem Verhältnis von 3:1 deutlich mehr Männer vertreten, als Frauen.

Auch in den einzelnen Altersdekaden (Ausnahme: neunte Dekade), bei den einzelnen Aortenklappentypen (Ausnahme quadrikuspid) und in deren Altersdekaden (Ausnahme: neunte Dekade bei den bi- und trikuspid angelegten Aortenklappen) waren mehr Männer, als Frauen vertreten.

Bezogen auf die Aortenklappentypen war diese Verteilung bei den Patienten mit BAV mit 85% Männern am stärksten ausgeprägt, gefolgt von den Patienten mit UAV (78%).

Bei den Patienten mit UAV stimmten unsere Ergebnisse gut mit bisher publizierten Ergebnissen von 74-84% Männern überein.

Bei Patienten mit BAV lag der von uns gefundene Anteil an Männern über den bisher veröffentlichten Zahlen von 3-4:1. Möglicherweise spielten auch hier die überdurchschnittlich vielen Insuffizienzen in unserem Datensatz eine Rolle.

Roberts fand etwas andere Verhältnisse in seinem Kollektiv. Bei ihm galt: je geringer die Anzahl an Taschen, desto höher der Anteil der Männer (UAV 74%, BAV 67,5%). Selbige Aussage trafen auch Collins et al.

Um Vergleichbarkeit mit Roberts zu gewährleisten, wurde auch hier zusätzlich der angegliche Datensatz betrachtet. Das Verhältnis blieb mit 73% Männern am stärksten bei den Patienten mit BAV ausgeprägt, gefolgt von denjenigen mit UAV (67,7%).

Zwar fanden Roberts und Collins diesbezüglich eine andere Verteilung. Jedoch deckten sich die von uns gefundenen Häufigkeiten mit den meisten anderen bisher veröffentlichten Daten. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass Roberts' und Collins' Daten hier Unsicherheitsfaktoren enthielten.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Männer signifikant früher operiert wurden, als Frauen. Betrachtete man die Aortenklappentypen getrennt fiel auf, dass auch dieser Aspekt bei den Patienten mit BAV am stärksten ausgeprägt war: Männer mit BAV wurden im Schnitt 8 Jahre früher operiert, als Frauen mit BAV. Bei den Patienten mit TAV waren es lediglich fünf Jahre. Bei Patienten mit UAV bestand kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des mittleren Alters bei OP zwischen Männern und Frauen.

Auch dieser Aspekt könnte in der unterschiedlichen Verteilung der Aortenklappenvitien begründet gewesen sein. Kong et al. fanden in ihrem Review über geschlechtsspezifische Unterschiede bei Patienten mit BAV die AI assoziiert mit männlichem Geschlecht, sowie die AS assoziiert mit weiblichem Geschlecht [36]. Zudem konnten wir in unserem eigenen Datensatz zeigen, dass Patienten mit AI signifikant früher operiert werden, als Patienten mit AS. Sowohl bei den Patienten mit TAV, als auch bei denjenigen mit BAV. Diese Aspekte unterstützten die Überlegung als mögliche Erklärung für den Unterschied.

5.1.4 Vitium

Zwischen den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe bestand ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit der drei indikationsgebenden Aortenklappenvitien.

Für jedes einzelne Vitium galt, dass Patienten mit UAV signifikant früher operiert wurden, als Patienten mit BAV. Und Patienten mit BAV signifikant früher, als Patienten mit TAV.

Aortenklappeninsuffizienz

Die meisten Patienten wurden aufgrund einer AI operiert. Dies galt für das Gesamtkollektiv, die Patienten mit QAV, BAV und TAV. Am stärksten ausgeprägt war dieses Verhältnis bei den Patienten mit BAV, sowie in den jüngeren bis mittleren Altersdekaden.

Die überdurchschnittlich hohe Anzahl an AI in unserem Kollektiv kam dadurch zustande, dass Prof. Dr. Hans-Joachim Schäfers weltweit einer der führenden Chirurgen auf dem Gebiet der Aortenklappenrekonstruktion ist. Insbesondere auch bezüglich der Rekonstruktion angeboren malformierter Klappen. Die daraus folgende vermehrte Zuweisung von Patienten mit entsprechendem Erkrankungsbild führte zu einer starken Verzerrung im Kollektiv. Die Verteilung der Aortenklappenvitien kann daher aus dem vorliegenden Datensatz nicht ohne weiteres auf ein größeres Kollektiv übertragen werden.

Es konnte bestätigt werden, dass Patienten mit BAV die eine AI entwickeln, signifikant früher operiert wurden als solche die eine AS oder ein KO entwickelten. Dies galt auch für die Patienten mit TAV.

Die Annahme, dass bikuspid angelegte Aortenklappen gewissermaßen *alterspezifische Komplikationen* aufweisen, wurde dadurch bestärkt. Ward ordnete Dissektion und infektiöse Endokarditis eher den jüngeren Dekaden zu, die AI eher den mittleren Dekaden und die AS eher den älteren Dekaden [82]. Fraglich bleibt, auf welche Risikofaktoren, beispielsweise eine bestimmte Klappenmorphologie sich dies zurückführen lässt.

Aortenstenose

Die Häufigkeit der AS nahm bei Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe mit dem Alter zu, was die Annahme einer *degenerativen*- in Roberts Worten „senilen“-Komponente der erworbenen AS untermauert.

Der Vorgang wird inzwischen nicht mehr als rein passiver Schädigungsmechanismus mit daraus folgender Kalkablagerung betrachtet, sondern vielmehr als aktives Reaktionsmuster des endokardialen Klappengewebes auf Stressoren [21]. Zwischen diesem Prozess und atherosklerotischen Prozessen gibt es Parallelen: ähnliche

Risikofaktoren, sowie insbesondere in der Anfangsphase auch einige vergleichbare und charakteristische pathophysiologische Vorgänge [37].

Variabilität der Vitien

Auffällig war, dass die Patienten mit UAV sich hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der Vitien von den anderen Klappentypen unterschieden: sie präsentierten sich am häufigsten mit einem KO. Vorangegangene Veröffentlichungen über UAV beschrieben diesbezüglich uneinheitliche Ergebnisse: Bei Noly et al. präsentierten sich 59% der Patienten mit UAV mit KO. Hier stellte selbiges ebenfalls das vorherrschende indikationsgebende Vitium. Collins et al. fanden die AS als dominierendes Vitium und lediglich bei 19,4% ein KO. Mookadam et al. schlossen sich dieser Reihenfolge an: auch hier zeigte sich die AS als häufigstes Vitium, während ein KO mit 28% an zweithäufigster Stelle vorkam. Eine Erklärung dieser Variabilität könnte sein, dass viele der Patienten mit UAV aufgrund einer kongenitalen AS bereits in frühem Kindesalter eine Kommissurotomie oder Valvulotomie erhalten hatten. Mookadam et al. fanden in ihrem Review bei 43% der pädiatrischen Patienten mit UAV eine Valvulotomie/Kommissurotomie [50], Noly et al berichten von 21% [53]. Nach Durchsicht der OP-Berichte kann von einem noch höheren Anteil in unserem Kollektiv ausgegangen werden.

Die Intervention stellt einen Eingriff in die pathophysiologischen Prozesse dar, welcher maßgeblichen Einfluss auf das sich entwickelnde Vitium hat. Das nach Kommissurotomie in späteren Jahren auftretende kombinierte Vitium ist nicht vergleichbar mit einem kombinierten Vitium, welches ohne vorangegangene Intervention entstanden ist- beispielsweise bei bi- oder trikuspid angelegter Aortenklappe. Diese Überlegung führte zu der Einsicht, dass die funktionelle Einordnung in die drei beschriebenen Vitien mehrere Aspekte nicht berücksichtigt:

1. viele der als AS oder AI kodierte Vitien enthalten in Wahrheit sowohl die eine, als auch die andere Komponente und werden lediglich nach der „führenden“ Komponente benannt.
2. Die Einteilung in *Insuffizienz* und *Stenose* ist eine funktionelle Einteilung. Innerhalb der einzelnen Vitien existieren verschiedene Ätiologien. Eine AI, die an einer TAV auf dem Boden einer infektiösen Endokarditis entsteht, hat mit einer AI die aufgrund eines Segelprolaps bei BAV entsteht lediglich eine Gemeinsamkeit: die funktionelle Insuffizienz. Hinsichtlich Ätiologie, Prognose,

Risikofaktoren und Therapie müssten die beiden getrennt voneinander betrachtet werden.

Derartige Unterschiede wurden weder in unserem Datensatz, noch in den anderen Datensätzen berücksichtigt und differenziert. Die Verteilung der Vitien ist daher insgesamt mit Vorsicht interpretieren.

5.1.5 Aneurysma

Parallel zu der überdurchschnittlichen Häufigkeit von Aortenklappeninsuffizienzen enthielt unser Kollektiv mit 44,5% der Patienten auch sehr viele Aneurysmata. Insbesondere in den mittleren Dekaden: hier wurden sogar mehr Patienten mit Aneurysma operiert, als ohne.

Die Ergebnisse zeigten weiterhin, dass die *Patienten mit Aneurysma* eigentlich eine heterogene Gruppe bilden, die man sinnvollerweise nach Aneurysmatyp getrennt betrachtet. Die Ergebnisse bei den Analysen fielen für *Aneurysma* und *Aneurysmatyp* teilweise unterschiedlich bis sogar gegensätzlich aus.

Aneurysmata bei den Aortenklappentypen

Hinsichtlich der Häufigkeit von Aneurysmata allgemein unterschieden sich lediglich die Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe signifikant voneinander. Wir konnten bestätigen, dass Patienten mit BAV signifikant häufiger ein Aneurysma aufwiesen, als Patienten mit TAV. Hinsichtlich der Häufigkeit von iASC bestanden in den paarweisen Vergleichen signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit uni und trikuspid angelegter Aortenklappe, sowie zwischen den Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe. Patienten mit BAV wiesen signifikant häufiger ein iASC auf, als Patienten mit TAV. Patienten mit UAV wiesen mit 30% ebenfalls signifikant häufiger ein iASC auf, als Patienten mit TAV. Im Vergleich zwischen den Patienten mit bi- und unikuspid angelegter Aortenklappe zeigte sich, dass die Patienten mit BAV zwar häufiger ein iASC hatten. Der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant.

Der Zusammenhang von BAV und iASC ist bekannt [45]. Bezüglich der Häufigkeit von Aneurysmata bei Patienten mit UAV existierte bislang eine uneinheitliche Datenlage. Die von uns gefundenen 30% lagen etwas höher, als zuvor berichteten Häufigkeiten: Mookadam et al. fanden bei 14% der erwachsenen UAV-Patienten ein Aneurysma, 23% erhielten zeitgleich zur Klappen-OP einen Eingriff an der Aorta [49]. In der pädiatrischen Population fand er immerhin schon bei 5% der UAV-Patienten ein Aneurysma [50]. Noly et al. berichteten, dass bei 21% der UAV-Patienten Aneurysmata vorlagen.

Interessanterweise fanden sie darüber hinaus bei 71% der Fälle eine Anulusdilatation und vermuteten daher ein eigenes sich insbesondere von den BAV-Patienten unterscheidendes *Dilatationsmuster* bei Patienten mit UAV [53]. Die Anulusweite wurde in unserem Kollektiv bei der Datenerhebung nicht erfasst. Diesbezüglich konnten somit keine Vergleiche gezogen werden.

Die Häufigkeit von ASC/ARC unterschied sich in unserem Datensatz zwischen den Patienten mit uni- und trikuspid angelegter Aortenklappe, sowie zwischen den Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe. Die Patienten mit TAV hatten jeweils signifikant häufiger ASC/ARC, als die Patienten mit uni- oder bikuspid angelegter Aortenklappe. Möglicherweise hatte das Alter einen Einfluss auf die Häufigkeitsverteilung. Zudem müssten hier eigentlich auch weitere Risikofaktoren für die Entwicklung von Aneurysmata berücksichtigt werden.

Insgesamt bestätigten unsere Analysen somit die Ansicht, dass Patienten mit UAV und BAV signifikant häufiger iASC bei OP aufwiesen, als Patienten mit TAV. Wobei diese Aneurysmaform am häufigsten bei Patienten mit BAV auftrat.

Die gefundenen unterschiedlichen Häufigkeiten zwischen UAV und BAV könnten zu der These, welche Noly et al aufstellten passen: uni- und bikuspid angelegte Aortenklappen entwickeln bis zum Zeitpunkt der OP unterschiedliche Dilatationsformen. Da der Unterschied jedoch nicht statistisch signifikant war, bedarf es hier weiterer gezielter Nachforschung.

Auch bei den beiden statistisch berücksichtigten Fusionstypen der Patienten mit BAV zeigte sich im vorliegenden Datensatz ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von iASC und der Häufigkeit von ASC/ARC. Die Patienten mit R/L-Typ wiesen signifikant häufiger ein iASC auf, während die Patienten mit R/A-Typ signifikant häufiger ein ASC/ARC aufwiesen. Ähnliche Unterschiede wurden bereits beschrieben: Schäfer et al. fanden bei Patienten mit R/L-Typ im Vergleich zu Patienten mit R/A-Typ größere Durchmesser auf Höhe der Sinus und der Aorta ascendens, sowie geringere Durchmesser auf Höhe des Aortenbogens. Zudem zeigten sie, dass das aortale Gewebe auf Höhe der Sinus bei Patienten mit R/L-Typ steifer war, als bei Patienten mit R/A-Typ [69]. Die Patientengruppen waren nach Alter, Geschlecht und Schwere der Klappendysfunktion gematched. Pagé et al. konnten zeigen, dass bei Patienten mit hämodynamisch noch nicht beeinträchtigtem R/L-Typ die Dilatation der Sinus und der Aorta ascendens schneller voranschreitet, als bei Patienten mit hämodynamisch noch

nicht beeinträchtigtem R/A-Typ [58]. Grattan et al. fanden wiederum den R/A-Typ als unabhängigen Risikofaktor für ein Ascendensaneurysma bei Kindern [30].

Wie bereits erwähnt, betrachten manche Autoren die Fusionstypen der BAV als eigenständige Entitäten mit unterschiedlicher Ätiologie und unterschiedlichen assoziierten Risiken [28]. Dazu passend bestanden auch in unserem Datensatz signifikante Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeit der verschiedenen Aneurysmaformen zwischen den Fusionstypen.

Altersverteilung

Betrachtete man die Aneurysmatypen hinsichtlich ihrer Altersverteilung fiel auf, dass Patienten mit iASC früher operiert wurden, als Patienten ohne Aneurysma. Und dass Patienten mit ASC/ARC hingegen signifikant später operiert wurden, als diejenigen ohne Aneurysma.

Zudem bestand bei den Patienten mit uni- und bikuspid angelegter Aortenklappe ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit von ASC/ARC.

Möglicherweise spielten hier folgende Aspekte eine entscheidende Rolle: Ähnlich wie die Aortenklappenvitien können die Aneurysmata nicht alle in einen Topf geworfen werden. Bei Patienten mit BAV ist bekannt, dass der Klappentyp einen eigenen Risikofaktor für das Auftreten thorakaler Aneurysmata darstellt. Für Patienten mit UAV wird dieser Zusammenhang ebenfalls diskutiert. Abgesehen von der Klappenmorphologie wurden bei der Datenerhebung für die vorliegende Arbeit jedoch keinerlei weitere Risikofaktoren oder Erkrankungen im Zusammenhang mit Aneurysmabildung erfasst: MAS-Syndrome, angeborene Bindegewebs-Dysfunktionen wie Marfan- oder Ehlers- Danlos-Syndrom, entzündliche Veränderungen der Aorta im Rahmen eines autoimmunen oder infektiösen Geschehens, weitere angeborene Malformationen wie eine Aortenisthmusstenose usw. Diese Faktoren gingen folglich unbemerkt als Störfaktoren in die Analysen mit ein. Welchem Faktor welcher Anteil des Risikos zuzuschreiben ist, konnte daher nicht beurteilt werden. Welches Risiko eine uni- oder bikuspid angelegte Aortenklappe für die Entwicklung eines Aneurysmas birgt, könnte nur im Vergleich mit der Normalbevölkerung geschätzt werden.

Der gefundene Zusammenhang zwischen Alter und ASC/ARC bei Patienten mit uni- und bikuspid angelegter Aortenklappe könnte darauf hinweisen, dass entweder erst zu einem späteren Zeitpunkt die Indikation zur OP gestellt wurde und das Aneurysma daher

bereits weiter fortgeschritten war. Zum anderen könnten auch hier weitere Faktoren wie eine veränderte Gewebzusammensetzung, veränderte Gewebereaktionen auf Stressoren und eine veränderte Biomechanik eine Rolle gespielt haben.

Wovon diese Faktoren abhängen und ob auch hier ein ähnlich differenziertes Spektrum an Ausprägungen zugrunde liegt, wie es ein differenziertes Spektrum an Morphologien innerhalb der einzelnen Aortenklappentypen gibt, ist bisher nicht bekannt.

Zusammenfassend konnte also gezeigt werden, dass Patienten mit UAV zum Zeitpunkt der OP signifikant häufiger ein iASC haben, als Patienten mit TAV. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass Patienten mit UAV zum Zeitpunkt der OP weniger häufig ein iASC haben, als Patienten mit BAV. Letzteres war jedoch nicht statistisch signifikant.

5.1.6 Stanford A Dissektion

Die Häufigkeit von Stanford A Dissektionen wurden sowohl im Gesamtkollektiv, als auch bezogen auf die Patienten mit Aneurysma betrachtet.

Im Gesamtkollektiv trat bei 4,1% aller Patienten eine Dissektion auf, relativ gleichmäßig verteilt über die Altersdekaden. Eine leichte Häufung fand sich in der 3.-5. Dekade.

Bezogen auf die Patienten mit Aneurysma trat bei 9,1% der Fälle eine Dissektion auf.

Im Vergleich der Aortenklappentypen wiesen die Patienten mit TAV signifikant häufiger eine Dissektion auf, als diejenigen mit UAV und BAV. Patienten mit uni- und bikuspid angelegter Aortenklappe unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Häufigkeit von Dissektionen.

Selbiges Verhältnis präsentiert sich auch, wenn man nur die Patienten mit Aneurysma betrachtet. Dieses Ergebnis erstaunte zunächst. Eine BAV gilt neben Arterieller Hypertonie, Arteriosklerose, Zystischer Medianekrose und angeborenen Bindegewebserkrankungen wie Marfan- oder Ehlers-Danlos-Syndrom als Risikofaktor für eine Dissektion. Diese Annahme gründet sich darauf, dass bei Patienten mit Dissektion überdurchschnittlich häufig eine BAV gefunden wurde.[22]. Insbesondere bei jüngeren Patienten mit Dissektion (≤ 40 Jahre) war der Anteil an BAV mit 9% hoch (vs. 1% bei denjenigen über 40 Jahren hoch) [34].

Bezüglich der Häufigkeit von Dissektionen bei Patienten mit BAV, wurden unterschiedliche Prozentzahlen veröffentlicht. Ward beschrieb eine Häufigkeit von 5% Dissektionen bei Patienten mit BAV. Michelena et al. fanden lediglich bei zwei von 416 Patienten mit BAV in 16 Jahren Follow-up eine Dissektion und schlossen daraus, dass

das Risiko für Patienten mit BAV eine Dissektion zu erleiden insgesamt zwar niedrig, im Vergleich zur Normalbevölkerung aber dennoch erhöht sei [46].

Ähnliche Verhältnisse wurden zu Patienten mit UAV publiziert: Roberts fand bei 1,1% der Patienten mit Aortendissektion eine UAV. Das Risiko, eine Dissektion zu erleiden wurde bei Patienten mit UAV im Vergleich zu Normalbevölkerung um das fünf- bis neunfache erhöht eingeschätzt [50].

Bei der Interpretation der gefundenen Häufigkeiten muss abermals darauf hingewiesen werden, dass wir keine weiteren Risikofaktoren für die Entwicklung von Aneurysmata oder Dissektionen bei der Datenerhebung erfassten. Andere dieser Risikofaktoren kommen in der Allgemeinbevölkerung wesentlich häufiger vor, als eine malformierte Aortenklappe. Arterielle Hypertonie beispielsweise hat eine mit dem Alter zunehmende Inzidenz von etwa 50% in der deutschen Bevölkerung. Diese Faktoren gingen somit als Störvariablen unbemerkt in den Datensatz ein. Wir untersuchten lediglich den Risikofaktor „Klappenmorphologie“ im Vergleich erkrankter Personen. Aussagen darüber, ob eine BAV oder UAV im Vergleich mit TAV ein erhöhtes Risiko für Dissektionen birgt und wie hoch dieses Risiko einzuschätzen ist, muss im Vergleich mit der Normalbevölkerung und unter Berücksichtigung weiterer Merkmale (Alter, Geschlecht, weitere Risikofaktoren) untersucht werden.

5.1.7 Koronare Herzkrankheit

Die Analysen unseres Datensatzes bestätigten, dass zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer KHK ein signifikanter Zusammenhang bestand: sowohl im Gesamtkollektiv, als auch bei den einzelnen Aortenklappentypen sowie getrennt nach indikationsgebendem Vitium. Dies deckte sich mit zuvor publizierten Ergebnissen zur Häufigkeitsverteilung der KHK.

Im Gesamtkollektiv, sowie bei den einzelnen Aortenklappentypen gab es einen signifikanten und deutlichen Altersunterschied zwischen den Patienten mit und denjenigen ohne KHK: Die Patienten mit KHK wurden 10-16 Jahre und damit deutlich später operiert.

Zudem bestand deskriptiv zwischen den drei Aortenklappentypen ein Unterschied in der Häufigkeit der KHK nach folgendem Muster: unikuspid<bikuspid<trikuspid. Dies galt auch jeweils für die 1G-, 2G- und 3G-Erkrankung. Wir vermuteten, dass der Altersunterschied, sowie die unterschiedliche Verteilung der indikationsgebenden Vitien einen maßgeblichen Einfluss auf diesen Zusammenhang gehabt haben könnten. Dies

bestätigte sich in der Regressionsanalyse. Um das Alter aus dem Vergleich herauszunehmen, wurden die Aortenklappentypen nochmals innerhalb vier verschiedener Altersgruppen miteinander verglichen. Auch innerhalb der Altersgruppen bestätigte sich jedoch deskriptiv zunächst die gefundene Häufigkeitsverteilung: unikuspid<bikuspid<trikuspid. Die unterschiedliche Häufigkeitsverteilung konnte also nicht allein durch den Altersunterschied zwischen den Patienten erklärt werden. Ähnliche Ergebnisse fanden auch Boudoulas et al [10].

Manche Autoren leiteten daraus ab, dass eine bikuspid angelegte Aortenklappe „vor einer KHK schütze“. Auch wenn diese gefundenen unterschiedlichen Häufigkeiten der KHK eine solche Überlegung anstoßen können, können sie jedoch nicht ursächlich der Aortenklappenmorphologie zugeschrieben werden. Denn auch hier gilt, was schon bei den Analysen über „Aneurysma“ und „Dissektion“ zu bedenken war: es wurden keine weiteren krankheitsspezifischen Risikofaktoren erfasst. Es könnte noch viele weitere mögliche Unterschiede zwischen den drei Patientengruppen gegeben haben, die diese Verteilung ursächlich erklären oder mit-erklären. Diese Überlegung wird auch durch die durchgeführten Regressionsanalysen bestärkt. Im Gesamtkollektiv fanden wir bei den paarweisen Vergleich insbesondere die Vitien mit stenotischer Komponente (AS/KO) als Störvariable. Daraufhin wurden die Analysen nochmals getrennt nach Vitium (AS/KO versus AI) durchgeführt. Hier zeigte sich, dass bei den Patienten mit AI innerhalb der jeweiligen Altersgruppen kein signifikanter Unterschied mehr zwischen den Morphologien bestand oder die Störvariablen Alter und Geschlecht einen maßgeblichen Einfluss auf die Häufigkeitsverteilung hatten. Bei den Patienten mit AS/KO blieb zwar in der Altersgruppe 60-69 zwischen den Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe unabhängig von allen getesteten Störvariablen ein signifikanter Unterschied bestehen. Die anderen paarweisen Vergleiche wurden jedoch alle durch die unterschiedliche Geschlechterverteilung gestört. Ähnlichen Überlegungen gingen auch Poggio et al. nach. Sie untersuchten den Zusammenhang zwischen der Aortenklappenmorphologie und CAD/CABG in einer Meta-Analyse und fanden folgende Störvariablen: Alter, Diabetes, Hypertension. [59]. In weiteren Analysen gematched nach Alter, Geschlecht, Hypertension und Diabetes konnten sie keinen signifikanten Unterschied mehr zwischen TAV und BAV Patienten hinsichtlich der Häufigkeit einer KHK finden. Daraus folgt, dass die von uns gefundenen Häufigkeitsunterschiede zwischen den Patienten mit uni-, bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe zwar teilweise signifikant waren, ursächlich jedoch nicht der Morphologie zugeschrieben werden dürfen. Wir fanden in der Regressionsanalyse als Störvariablen das unterschiedliche

Alter, eine unterschiedliche Geschlechterverteilung, sowie eine unterschiedliche Verteilung von Vitien mit stenotischer Komponente. Zudem erfassten wir darüber hinaus keine weiteren atherogenen Risikofaktoren wie Hypertonie, Dyslipidämien- hier neuerdings auch Lp(a), Rauchen, familiäre Prädisposition etc. Ob diesbezüglich eine Strukturungleichheit zwischen den Patientengruppen bestanden hat, konnten wir nicht evaluieren. Es bleibt zu vermuten, dass diese zusätzlich zu den erfassten Störvariablen ebenfalls als Störvariablen in den Datensatz mit eingegangen sind. Möglicherweise hat einer oder haben mehrere dieser Risikofaktoren auch einen maßgeblichen Einfluss auf beide Erkrankungsbilder: KHK und Aortenstenose. Dazu passend fanden wir im Vergleich der Vitien bei den Patienten mit Aortenstenose mit 44% der Fälle am häufigsten eine KHK.

Auch Roberts betrachtete die KHK im Zusammenhang mit der Aortenklappenmorphologie. In seinem Kollektiv wurde bei 53% der Patienten zeitgleich eine Bypass-OP durchgeführt. Auch bei ihm bestand die Häufigkeitsverteilung uni<bi<tri mit jeweils 15%, 46% und 64%. Auch bei ihm bestand ein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Häufigkeit einer KHK: Die Patienten in den vier jüngeren Dekaden hatten mit 34% deutlich weniger häufig eine KHK, als diejenigen in den vier älteren Dekaden mit 57%. Um Vergleichbarkeit zu schaffen, wurde auch hier unser Datensatz angepasst: in den folgenden Vergleichen hatten unsere Patienten mit 38,9% insgesamt weniger häufig eine KHK. Auch bei uns zeigte sich, dass bei den Patienten ≤60 Jahre mit 12,6% deutlich weniger häufig eine KHK vorkam, als bei den Patienten >60 Jahre mit 48,1%. Zudem wurde auch hier die Häufigkeitsverteilung uni<bi<tri mit jeweils 3,1%, 24,8% und 55% deutlich.

Die geringere Häufigkeit einer KHK in unserem Kollektiv könnte folgendem Aspekt geschuldet sein: Laut statistischem Bundesamt sind die Bypass-Operationen in Deutschland insgesamt zurückgegangen: wurden im Jahr 2008 noch 93171 Bypass-Operationen durchgeführt, waren es zehn Jahre später nur noch 64430.

Wahrscheinlich ist dieser Rückgang der Zunahme von Katheterverfahren geschuldet. Unter diesen Voraussetzungen könnte es sein, dass in unserem Datensatz die Häufigkeit der KHK unterschätzt wurde. Zwar wurden die Krankengeschichten der eingeschlossenen Patienten sorgsam unter Zuhilfenahme der gesamten Patientenakte auf eine KHK hin überprüft. Dennoch muss davon ausgegangen werden, dass gegebenenfalls nicht alle im Vorfeld erfolgten Interventionen erfasst wurden. Dieser Aspekt konnte allerdings nicht quantifiziert werden.

Roberts veröffentlichte im Jahr 2005. Die von ihm untersuchten Fälle stammen aus den Jahren 1993-2004. Zu dem Zeitpunkt wurden noch weniger Patienten interventionell versorgt und die Bypass-OP regelhaft angewendet. Dies könnte eine mögliche Erklärung für den Unterschied zwischen unserem und Roberts Datensatz gewesen sein.

5.1.8 Mitralklappeninsuffizienz

Bei 8,2% der Patienten lag eine interventionsbedürftige MI vor. Die Häufigkeit unterschied sich signifikant zwischen den Patienten mit uni-, bi und trikuspid angelegter Aortenklappe. Hier zeigte sich in der Regressionsanalyse allerdings das Alter als Störvariable. Passend dazu bestand zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer Mitralklappeninsuffizienz ein signifikanter Zusammenhang im Gesamtkollektiv, sowie jeweils auch bei den Patienten mit uni- und trikuspid angelegter Aortenklappe. Allerdings war der Zusammenhang bei den Patienten mit UAV negativ und bei denjenigen mit TAV positiv. Bei den Patienten mit BAV bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und MI.

Vermutlich spielte auch bei der MI ähnlich wie bei der AI folgender Aspekt eine Rolle: mittels des funktionellen Vitiums wurden verschiedene Ätiologien erfasst. Bei den Patienten mit UAV waren es eher angeborene Insuffizienzen. Bei den Patienten mit TAV tendenziell degenerative Insuffizienzen. Da auch eine Endokarditis eine Klappeninsuffizienz verursachen kann, wurde zudem überprüft, wie viele der Patienten mit MI bei den jeweiligen Aortenklappentypen und in den jeweiligen Altersdekaden auch eine IE hatten. Hier zeigte sich, dass insbesondere die MI-Patienten mit BAV, sowie die Patienten in den jüngeren und mittleren Dekaden häufig auch eine IE aufwiesen. Bei den Patienten mit bi- und mit trikuspid angelegter Aortenklappe zeigte sich auch im Chi²-Test ein signifikanter Zusammenhang zwischen IE und MI. Diese Ergebnisse bestärkten die Vermutung, dass bei der Interpretation der Ergebnisse Anatomie nicht mit Ätiologie vermischt werden darf. Abgesehen von einem signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und „seniler“ MI, können folglich keine weiteren Aussagen getroffen werden. Ob eine kongenital malformierte Aortenklappe ggf. in Zusammenhang mit weiteren Risikofaktoren ein erhöhtes Risiko für eine MI darstellt und ob das Risiko für die Entwicklung einer MI im Vergleich zur Normalbevölkerung erhöht ist, kann aus den vorliegenden Analysen nicht abgeleitet werden.

Ob ein solcher Zusammenhang existiert, wird insbesondere für BAV Patienten diskutiert. Bei Patienten mit BAV kommen grundsätzlich degenerative Veränderungen der Mitralklappe vor [55,70]. Abhängig vom Fusionstyp wurden sogar bei bis zu 13% der

BAV Patienten myxomatöse Veränderungen (der häufigste Grund einer degenerativen Mitralklappenerkrankung) der Mitralklappe gefunden [70]. Die anatomische und funktionelle Nähe des anterioren Mitralklappensegels zur Aortenwurzel mit ihren Strukturen, sowie die partiell gemeinsame embryologische Herkunft der Strukturen legen nahe, dass es einen Zusammenhang zwischen den beiden Pathologien geben könnte [38]. Passend dazu fanden David et al. bei Patienten mit Prolaps des anterioren Mitralklappensegels bei 9% der Patienten eine BAV versus 1% bei Patienten mit Prolaps des posterioren Mitralklappensegels [19]. Andersherum wurde bei BAV Patienten in 1,6% der Fälle eine MI gefunden- insbesondere bedingt durch Prolaps des anterioren Mitralklappensegels [38].

Die von uns gefundene Häufigkeit einer MI bei Patienten mit BAV war mit 4,18% verhältnismäßig hoch. Der Anteil an BAV bei den Patienten mit MI lag mit 19,5% ebenfalls hoch. Bei der Interpretation der Häufigkeiten muss jedoch beachtet werden, dass die MI wie bereits erwähnt nicht weiter nach Ätiologie differenziert wurde. Die vorliegenden IE könnten beispielsweise einen maßgeblichen Effekt auf die Häufigkeitsverteilung gehabt haben. Im Gegensatz dazu beschränkten sich die Arbeiten, welche einen Zusammenhang zwischen BAV und MI untersuchten, ausschließlich auf die *degenerative* MI bedingt durch *myxomatöse Veränderungen* der Klappensegel. Auch die weitere funktionelle Differenzierung, ob das anterioren, das posteriore oder beide Segel der Mitralklappe die MI bedingten, wurde für den vorliegenden Datensatz nicht erfasst. Diesbezüglich konnten somit keinerlei Rückschlüsse gezogen werden.

Ein weiterer Aspekt, welcher einen Effekt auf die Häufigkeit der MI im Zusammenhang mit den verschiedenen Aortenklappentypen gehabt haben könnte war folgender: wir erfassten die MI nur dann, wenn sie zum Zeitpunkt der OP ebenfalls bereits interventionspflichtig war. Ob sich bei UAV und BAV Patienten beispielsweise in späteren Jahren noch eine MI entwickelt hat, wurde nicht erfasst. Bedenkt man, dass ein Zusammenhang zwischen *degenerativer* MI und BAV vermutet wird, war eine Datenerhebung mit der Aortenklappen-OP als Endpunkt für die Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs nicht geeignet. Insbesondere, da bei kongenital malformierten Aortenklappen der Ersteingriff an ebenjener bewiesenermaßen früher erfolgt, als bei Patienten mit TAV.

5.1.9 Endokarditis

Bei 4% der Patienten zeigten sich makroskopische Hinweise auf eine floride oder abgelaufene infektiöse Endokarditis (IE). Bis auf die Randdekaden kamen in allen

Dekaden IE vor, besonders häufig in den mittleren und jüngeren Dekaden. Patienten mit IE waren bei OP 6-10 Jahre jünger und wurden somit signifikant früher operiert, als Patienten ohne IE. Sowohl im Gesamtkollektiv, als auch bei den Patienten mit bi- und trikuspid angelegter Aortenklappe.

Ward vertrat die Meinung, dass die IE bei Patienten mit BAV zu den *frühen Komplikationen* gehöre [82]. In unserem Datensatz wurden Patienten mit BAV und IE im Mittel mit 42 Jahren operiert, Patienten mit BAV und AI mit 47 Jahren und Patienten mit BAV und AS/KO mit 63 Jahren. Dies passte zu der Annahme von Ward, dass die Komplikationen bei Patienten mit BAV gewissermaßen *altersspezifisch* sind.

Bei den Patienten mit IE zeigte sich abermals, dass Patienten mit UAV bei OP signifikant jünger waren, als Patienten mit BAV und diese wiederum signifikant jünger, als diejenigen mit TAV.

Hinsichtlich der Häufigkeit einer IE bestand im vorliegenden Kollektiv kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Aortenklappentypen. Collins et al. fanden in ihrem Kollektiv bei 4,8%, 1,5% und 3,2% (TAV, BAV, UAV) eine IE [15]. Die Häufigkeiten für TAV und BAV stimmten somit in etwa mit den von uns gefundenen überein.

Insbesondere für die BAV wurden zuvor schon weitaus höhere Häufigkeiten von IE berichtet. Je nach Autor wurden bei 10%-30% der der Patienten mit BAV IE gefunden [82]. Eine BAV galt daher als Risikofaktor für IE, ein ausgeprägter Zusammenhang wurde diskutiert [27,39]. Weniger drastische Ergebnisse fanden Michelena et al.: Sie untersuchten ein Kollektiv von 212 BAV-Patienten, welche zum Zeitpunkt der Diagnosestellung asymptomatisch waren und eine normale bis minimal pathologische Klappenfunktion aufwiesen. In diesem Kollektiv trat innerhalb von 20 Jahren Follow-up lediglich bei einem der Patienten eine IE auf. Michelena schätzte die Häufigkeit von Endokarditiden bei BAV Patienten somit als selten ein. Zu selbiger Einschätzung kamen auch Tzemos et al.: in 10 Jahren Follow-up fanden sie bei 2% der Patienten mit BAV eine IE [81]. Dies unterstreicht abermals folgenden wichtigen Aspekt: die Interpretation von Ergebnissen auf Basis einer kranken Population (Autopsie, OP) kann nicht auf eine andere Grundgesamtheit übertragen werden und die gefundenen Häufigkeiten müssen immer und ausschließlich in diesem Zusammenhang interpretiert und bewertet werden. Aussagen über Risikofaktoren sind nicht zulässig. Die Ergebnisse auf Basis derartiger Datensätze können Tendenzen sichtbar machen. Diese müssen jedoch daraufhin gezielt weiter untersucht werden.

Über IE bei Patienten mit UAV gab es bislang nur spärliche Daten. Diese wiesen ebenfalls auf eine erhöhte Häufigkeit von IE bei Patienten mit UAV hin: Roberts fand bei 11% der Patienten mit UAV eine IE [65]. In unserem Kollektiv fanden wir bei 1,87% der Patienten mit UAV eine IE. Somit weniger, als bei den Patienten mit BAV und TAV. Mit einem grenzwertigen P-Wert von 0,045 geradeso signifikant weniger, als bei den Patienten mit TAV. Der Unterschied zwischen BAV und UAV erwies sich als nicht signifikant.

5.2 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, die zuvor publizierten Häufigkeiten der verschiedenen Aortenklappentypen sowie ihrer assoziierten klinischen Charakteristika zu überprüfen und zu präzisieren. Darüber hinaus sollten mittels der Analysen neue Erkenntnisse gewonnen werden, insbesondere über die seltene unikuspid angelegte Aortenklappe.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass nicht-trikuspid angelegte Aortenklappen bei Patienten mit interventionspflichtigem Aortenklappenvitium in fast der Hälfte der Fälle vorkamen. In 38% der Fälle waren es BAV und in 8% der Fälle UAV. Die UAV waren somit deutlich häufiger, als bislang angenommen. Insbesondere bei Patienten mit AS/KO. Hier machten sie bei den Patienten unter 70 Jahren mit 30% fast ein Drittel aus, bei den Patienten unter 60 Jahren mit 51% die Hälfte und bei den Patienten unter 50 waren es mit 72% fast Dreiviertel der Fälle.

Für QAV bestätigte sich, dass diese selbst in einem spezialisierten Zentrum eine Seltenheit darstellen.

Weiterhin konnte gezeigt werden: je geringer die Taschenanzahl, desto jünger der Patient bei OP. Patienten mit UAV wurden 32 Jahre früher operiert, als Patienten mit TAV. Patienten mit BAV 13 Jahre früher als diejenigen mit TAV.

BAV

Es bestätigte sich, dass die BAV am weitesten häufigsten einem R/L-Typ entsprachen, gefolgt von R/A- und L/A-Typ.

Bei BAV Patienten war im Vergleich mit den anderen Aortenklappentypen die Überrepräsentation von Männern am stärksten ausgeprägt. Männer mit BAV wurden signifikant früher operiert, als Frauen. Weitere Analysen zeigten jedoch, dass dieser

Altersunterschied möglicherweise in erster Linie der unterschiedlichen Verteilung der vorherrschenden indikationsgebenden Vitien zuzuschreiben war.

Aufgrund der Häufigkeiten konnte geschlossen werden, dass die meisten Patienten mit BAV im Laufe ihres Lebens ein interventionspflichtiges Aortenklappenitium entwickeln vorausgesetzt die geschätzte Prävalenz von 0,5-2% BAV in der Bevölkerung ist korrekt. Mit 68% der Fälle wurden die Patienten mit BAV in unserer Klinik am häufigsten aufgrund einer führenden AI operiert.

Patienten mit BAV und AI wurden zudem signifikant früher operiert, als diejenigen mit AS. Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen zunehmendem Alter und erworbener AS.

Patienten mit BAV hatten signifikant häufiger ein Aneurysma, sowie ein isoliertes Ascendensaneurysma, als Patienten mit TAV. Sie hatten jedoch signifikant seltener ein kombiniertes Ascendens-/Bogenaneurysma, als TAV. Bezüglich der isolierten und kombinierten Aneurysmata unterschieden sie sich nicht signifikant von den Patienten mit UAV.

Die beiden häufigsten Fusionstypen R/L und R/A präsentierten sich mit signifikant unterschiedlichen Aneurysma-Formen. R/L hatte signifikant häufiger ein isoliertes Ascendensaneurysma. R/A hatte signifikant häufiger ein kombiniertes Ascendens-/Bogenaneurysma.

Patienten mit BAV wiesen signifikant seltener eine Dissektion auf, als Patienten mit TAV. Zu den Patienten mit UAV wurde kein signifikanter Unterschied gefunden. Unabhängig davon, ob man alle Patienten oder nur die mit Aneurysma betrachtete

Patienten mit BAV wiesen gewissermaßen *altersspezifische Komplikationen* auf: BAV Patienten mit IE wurden im Mittel mit 42 Jahren operiert. BAV Patienten mit AI (ohne IE) mit 47 Jahren und BAV Patienten mit AS/KO mit 63 Jahren.

UAV

Bei den Patienten mit unikuspid angelegter Aortenklappe konnte gezeigt werden, dass sie durchschnittlich mit 33 Jahren operiert wurden und zu 90% in den jüngeren fünf Dekaden. Unter den Patienten mit UAV waren mehr Männer, als Frauen. Im Verhältnis etwa 3:1 (78%) Die UAV Patienten wiesen bei OP mit 49% am häufigsten ein KO auf, gefolgt von einer AI mit 36% und einer AS mit 15%. Im Vergleich mit den TAV Patienten wiesen sie nicht generell signifikant häufiger ein Aneurysma auf, allerdings signifikant

häufiger ein isoliertes Ascendensaneurysma und signifikant seltener ein kombiniertes Ascendens-/Bogenaneurysma. Im Vergleich mit den BAV Patienten waren es weniger isolierte Ascendensaneurysmata, der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant.

Patienten mit UAV hatten signifikant seltener eine Dissektion, als Patienten mit TAV. Zu den Patienten mit BAV konnte diesbezüglich kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Unabhängig davon, ob man alle Patienten oder nur die mit Aneurysma betrachtete.

Patienten mit UAV hatten signifikant seltener eine KHK und eine MI als Patienten mit BAV und TAV.

IE waren im Vergleich mit den BAV Patienten zwar weniger, der Unterschied war aber nicht statistisch signifikant. Im Vergleich mit TAV Patienten waren es ebenfalls seltener IE, der Unterschied war bei einem P-Wert von 0,045 jedoch fraglich signifikant.

Weiteres

Hinsichtlich KHK, MI und IE zeigte sich darüber hinaus, dass bei allen drei Klappentypen ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter bei OP und der Häufigkeit einer KHK bestand. Patienten mit KHK wurden signifikant später operiert, als Patienten ohne KHK. Die Häufigkeitsverteilung der KHK erschien im Vergleich der Aortenklappentypen auch im Vergleich gleichaltriger Gruppen deskriptiv zunächst uni<bi<tri. In den Regressionsanalysen bestätigte sich jedoch, dass dies auf Störvariablen zurückzuführen war.

Die Häufigkeitsverteilung der MI im Vergleich der Aortenklappentypen war uni<bi<tri. Bei den UAV und TAV bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit einer MI und dem Alter bei OP, jedoch ein gegensätzlich: UAV negativ, TAV positiv.

UAV, BAV und TAV unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Häufigkeit einer interventionspflichtigen IE.

Die Patienten mit IE waren bei OP signifikant jünger, als diejenigen ohne IE.

Der wesentliche Unterschied zwischen der vorliegenden und anderen vergleichbaren Arbeiten ist, dass durch die Datenerhebung eine sehr hohe Fallzahl analysiert werden konnte. Ohne Abstriche hinsichtlich Vergleichbarkeit und Genauigkeit bei der Beurteilung des Klappentyps. Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass die auf

dieser Basis errechneten Häufigkeiten verlässlicher und genauer sind, als die bislang publizierten Zahlen.

Dennoch beinhaltet auch die Datenerhebung für die vorliegende Arbeit Schwächen:

1. Durch die Expertise von Prof.-Dr. Hans-Joachim Schäfers entstand eine Verzerrung zugunsten der AI. Wie ausgeprägt diese ist, konnte nicht quantifiziert werden.
2. Zwar ist es möglich, aufgrund der operierten Patienten Tendenzen und Unterschiede zwischen den Aortenklappentypen aufzuzeigen, dennoch bleibt das Gesamtkollektiv ein krankes Kollektiv. Die Interpretation der Ergebnisse muss ausschließlich in diesem Kontext erfolgen. Gefundene Häufigkeiten können nicht auf ein anderes Kollektiv übertragen werden. Insbesondere hinsichtlich der Einschätzung von Variablen als Risikofaktoren.
3. Imputationen sind grundsätzlich statistisch zulässig. Dennoch könnten sie einen geringen Einfluss auf die Häufigkeiten der Ausprägungen gehabt haben.
4. Der „Endpunkt“ bei der Datenerhebung war die erstmalige Operation an der Aortenklappe. Weitere Erkrankungen wurden nur erfasst wenn sie zum Zeitpunkt der OP oder bereits zuvor interventionspflichtig waren. Ob sich im Verlauf noch Erkrankungen entwickelten, wurde nicht erfasst. Dies muss bei der Interpretation berücksichtigt werden.
5. Möglicherweise wurde durch zusätzliche Erkrankungen der primäre Endpunkt *Ersteingriff an der Aortenklappe* verschoben. Beispielsweise wurde bei vorliegendem Aneurysma möglicherweise zu einem Zeitpunkt operiert, an welchem die Klappenfunktion zwar eingeschränkt, jedoch alleine noch nicht indikationsgebend gewesen wäre.

5.3 Ausblick

Bei der Beschäftigung mit dem Thema der vorliegenden Arbeit wurden zwei grundsätzliche Aspekte deutlich:

1. es bedarf dringend einer einheitlichen Klassifikation der Aortenklappentypen, sowie ihrer Subtypen. Die verwendeten Klassifikationen basieren auf makroskopischen Aspekten. Diese müssten auf anderen Ebenen wie beispielsweise der Gen- oder Genprodukt-Ebene verifiziert werden, um verlässliche Aussagen über die Prognose und die Risiken der Klappentypen machen zu können und darauf aufbauend gezielt Therapieentscheidungen zu treffen.

2. Zur Einschätzung des Risikos einer Pathologie eignet sich ein erkranktes Grundkollektiv nur, um Tendenzen aufzudecken. Für die realistische Einschätzung müssen weitere Vergleiche, beispielsweise mit den Häufigkeiten der jeweiligen Merkmalsausprägungen in der Bevölkerung gezogen werden.

Darüber hinaus fielen auf Basis der Datenerhebung, der Literaturrecherche und der Ergebnisse folgende Aspekte auf, um gefundene Zusammenhänge und Unterschiede weiter aufzuklären und zu verfeinern:

- Weitergehende Analysen sollten nach Aortenklappenvitium getrennt durchgeführt werden. Darüber hinaus könnten durch die Differenzierung innerhalb der Vitien nach Ätiologie auch weitere Erkenntnisse gewonnen werden.
- Bei der Durchsicht der OP-Berichte und Krankenakten fielen zusätzlich Aspekte ins Auge, welche bei den verschiedenen Aortenklappen gefühlt unterschiedlich häufig vertreten waren und einen Einfluss auf die pathophysiologischen Prozesse gehabt haben könnten: weitere angeborene Herzfehler wie VSD, ASD; ISTA oder weitere Anomalien und Erkrankungen wie Fenestrationsen, Kardiomyopathien, entzündliche Veränderungen der Aorta.
- Bei den erfassten Erkrankungen, insbesondere Aneurysma, Dissektion, MI, KHK, und Endokarditis könnte mit gezielten Fragestellungen die Höhe des Risikos weiter eingeschätzt werden. Durch die Erfassung weiterer Risikofaktoren, die Erhebung von Follow-up Daten, ein Studiendesign mit anderem Endpunkt, Vergleiche mit einer Grundgesamtheit mit der jeweiligen Erkrankung, Vergleiche mit gesunden Kohorten usw.
- Bezüglich der UAV sollte nach Subtyp differenziert, sowie erfasst werden, ob die Patienten im Vorfeld bereits eine KT/VT erhalten hatten um vergleichende Analysen durchzuführen. Auch die Aneurysmaform könnte man weiter differenzieren, um beispielsweise Anulusdilatationen nachzuweisen.

Hinsichtlich folgender drei Punkte könnte man grundsätzlich die Datenerhebung noch weiter verbessern:

1. Um dem Verdacht der Endpunkt-Verschiebung durch weitere vorliegende Erkrankungen nachzugehen, könnten Vergleiche zwischen „isoliert“ und „assoziiert“ Aufschluss geben.

-
2. Um letzte Ungenauigkeiten bei der Beschreibung der Klappenmorphologie aus den frühen Jahrgängen auszuschließen, könnte man das Gesamtkollektiv in 5er Jahrgänge trennen und Sensitivitätsanalysen durchführen.
 3. Selbige Überprüfung könnte auch mit fehlenden Angaben durchgeführt werden: dazu müssten leere Ausprägungen als „leer“ aufgenommen und anschließend in Sensitivitätsanalysen mit den Imputationen verglichen werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Aicher D, Fries R, Rodionychewa S, Schmidt K, Langer F, Schäfers H-J (2010) Aortic valve repair leads to a low incidence of valve-related complications. *Eur J Cardiothorac Surg* 37:127–132
2. Aicher D, Kuniyama T, Abou Issa O, Brittner B, Gräber S, Schäfers H-J (2011) Valve configuration determines long-term results after repair of the bicuspid aortic valve. *Circulation* 123:178–185
3. Aicher D, Bewarader M, Kindermann M, Abdul-Khalique H, Schäfers H-J (2013) Aortic valve function after bicuspidization of the unicuspid aortic valve. *Ann Thorac Surg* 95:1545–1550
4. Anderson R (2000) Clinical anatomy of the aortic root. *Heart* 84:670–673
5. Anderson RH (2003) Understanding the structure of the unicuspid and unicommissural aortic valve. *J Heart Valve Dis* 12:670–673
6. Angelini A, Ho SY, Anderson RH, Devine WA, Zuberbuhler JR, Becker AE, Davies MJ (1989) The morphology of the normal aortic valve as compared with the aortic valve having two leaflets. *J Thorac Cardiovasc Surg* 98:362–367
7. Basso C, Boschello M, Perrone C, Mecenero A, Cera A, Bicego D, Thiene G, De Dominicis E (2004) An echocardiographic survey of primary school children for bicuspid aortic valve. *The American Journal of Cardiology* 93:661–663
8. Beckmann A, Meyer R, Lewandowski J, Markewitz A, Gummert J (2020) German Heart Surgery Report 2019: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 68:263–276
9. Borger MA, Fedak PWM, Stephens EH, Gleason TG, Girdauskas E, Ikonomidis JS, Khojnejhad A, Siu SC, Verma S, Hope MD, Cameron DE, Hammer DF, Coselli JS, Moon MR, Sundt TM, Barker AJ, Markl M, Della Corte A, Michelena HI, Elefteriades JA (2018) The American Association for Thoracic Surgery consensus guidelines on bicuspid aortic valve-related aortopathy: Full online-only version. *J Thorac Cardiovasc Surg* 156:e41–e74
10. Boudoulas KD, Wolfe B, Ravi Y, Lilly S, Nagaraja HN, Sai-Sudhakar CB (2015) The aortic stenosis complex: aortic valve, atherosclerosis, aortopathy. *J Cardiol* 65:377–382
11. Boyum J, Fellingner EK, Schmoker JD, Trombley L, McPartland K, Littleman FP, Howard AB (2004) Matrix metalloproteinase activity in thoracic aortic aneurysms associated with bicuspid and tricuspid aortic valves. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 127:686–691
12. Buchner S, Hulsmann M, Poschenrieder F, Hamer OW, Fellner C, Kobuch R, Feuerbach S, Riegger GA, Djavidani B, Luchner A, Debl K (2010) Variable phenotypes of bicuspid aortic valve disease: classification by cardiovascular magnetic resonance. *Heart* 96:1233–1240

-
13. Cheema MA (2012) Quadricuspid Aortic Valve As Cause Of Congestive Cardiac Failure - Case History. *Pakistan Heart Journal* 23:
 14. Cheng C-L, Chang H-H, Wang W-C, Huang P-J, Lin S-Y (2018) New morphological classification of congenital quadricuspid aortic valve and its histopathologic features. *Cardiovasc Pathol* 35:8–11
 15. Collins MJ, Butany J, Borger MA, Strauss BH, David TE (2008) Implications of a congenitally abnormal valve: a study of 1025 consecutively excised aortic valves. *Journal of Clinical Pathology* 61:530–536
 16. Communications E Duale Reihe Anatomie. URL: https://eref.thieme.de/ebooks/cs_11350838#/ebook_cs_11350838_cs8932
 17. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, Derumeaux G, Anselme F, Laborde F, Leon MB (2002) Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 106:3006–3008
 18. Dargis N, Lamontagne M, Gaudreault N, Sbarra L, Henry C, Pibarot P, Mathieu P, Bossé Y (2016) Identification of Gender-Specific Genetic Variants in Patients With Bicuspid Aortic Valve. *Am J Cardiol* 117:420–426
 19. David TE, Ivanov J, Armstrong S, Christie D, Rakowski H (2005) A comparison of outcomes of mitral valve repair for degenerative disease with posterior, anterior, and bileaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg* 130:1242–1249
 20. de Kerchove L, Mastrobuoni S, Froede L, Tamer S, Boodhwani M, van Dyck M, el Khoury G, Schäfers H-J Variability of repairable bicuspid aortic valve phenotypes: towards an anatomical and repair-oriented classification. *Eur J Cardiothorac Surg*
 21. Donato M, Ferri N, Lupo MG, Faggini E, Rattazzi M (2020) Current Evidence and Future Perspectives on Pharmacological Treatment of Calcific Aortic Valve Stenosis. *International Journal of Molecular Sciences* 21:8263
 22. Edwards WD, Leaf DS, Edwards JE (1978) Dissecting aortic aneurysm associated with congenital bicuspid aortic valve. *Circulation* 57:1022–1025
 23. Falk V, Baumgartner H, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Muñoz DR, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL, Group ESD, Roffi M, Alfieri O, Agewall S, Ahlsson A, Barbato E, Bueno H, Collet J-P, Coman IM, Czerny M, Delgado V, Fitzsimons D, Folliguet T, Gaemperli O, Habib G, Harringer W, Haude M, Hindricks G, Katus HA, Knuuti J, Kolh P, Leclercq C, McDonagh TA, Piepoli MF, Pierard LA, Ponikowski P, Rosano GMC, Ruschitzka F, Shlyakhto E, Simpson IA, Sousa-Uva M, Stepinska J, Tarantini G, Tchétché D, Aboyans V (2017) 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 52:616–664
 24. Falk V, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Muñoz DR, Rosenhek R 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. 53

25. Fedak PWM, Verma S, David TE, Leask RL, Weisel RD, Butany J (2002) Clinical and pathophysiological implications of a bicuspid aortic valve. *Circulation* 106:900–904
26. Fedak PWM, de Sa MPL, Verma S, Nili N, Kazemian P, Butany J, Strauss BH, Weisel RD, David TE (2003) Vascular matrix remodeling in patients with bicuspid aortic valve malformations: implications for aortic dilatation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 126:797–806
27. Fenoglio JJ, McAllister HA, DeCastro CM, Davia JE, Cheitlin MD (1977) Congenital bicuspid aortic valve after age 20. *Am J Cardiol* 39:164–169
28. Fernández B, Durán AC, Fernández-Gallego T, Fernández MC, Such M, Arqué JM, Sans-Coma V (2009) Bicuspid Aortic Valves With Different Spatial Orientations of the Leaflets Are Distinct Etiological Entities. *Journal of the American College of Cardiology* 54:2312–2318
29. Girdauskas E, Borger MA (2013) Bicuspid aortic valve and associated aortopathy: an update. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 25:310–316
30. Grattan M, Prince A, Rumman RK, Morgan C, Petrovic M, Hauck A, Young L, Franco-Cereceda A, Loeys B, Mohamed SA, Dietz H, Mital S, Fan C-PS, Manlihot C, Andelfinger G, Mertens L (2020) Predictors of Bicuspid Aortic Valve-Associated Aortopathy in Childhood: A Report From the MIBAVA Consortium. *Circ Cardiovasc Imaging* 13:e009717
31. Hoffman JIE, Kaplan S (2002) The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 39:1890–1900
32. Hurwitz LE, Roberts WC (1973) Quadricuspid semilunar valve. *Am J Cardiol* 31:623–626
33. Ikonomidis JS, Jones JA, Barbour JR, Stroud RE, Clark LL, Kaplan BS, Zeeshan A, Bavaria JE, Gorman JH, Spinale FG, Gorman RC (2007) Expression of matrix metalloproteinases and endogenous inhibitors within ascending aortic aneurysms of patients with bicuspid or tricuspid aortic valves. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 133:1028–1036
34. Januzzi JL, Isselbacher EM, Fattori R, Cooper JV, Smith DE, Fang J, Eagle KA, Mehta RH, Nienaber CA, Pape LA, International Registry of Aortic Dissection (IRAD) (2004) Characterizing the young patient with aortic dissection: results from the International Registry of Aortic Dissection (IRAD). *J Am Coll Cardiol* 43:665–669
35. Kang J-W, Song HG, Yang DH, Baek S, Kim D-H, Song J-M, Kang D-H, Lim T-H, Song J-K (2013) Association between bicuspid aortic valve phenotype and patterns of valvular dysfunction and bicuspid aortopathy: comprehensive evaluation using MDCT and echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 6:150–161
36. Kong WKF, Bax JJ, Michelena HI, Delgado V (2020) Sex differences in bicuspid aortic valve disease. *Progress in Cardiovascular Diseases* 63:452–456
37. Kostyunin A, Mukhamadiyarov R, Glushkova T, Bogdanov L, Shishkova D, Osyayev N, Ovcharenko E, Kutikhin A (2020) Ultrastructural Pathology of Atherosclerosis,

Calcific Aortic Valve Disease, and Bioprosthetic Heart Valve Degeneration: Commonalities and Differences. *International Journal of Molecular Sciences* 21:7434

38. Lad V, David TE, Vegas A (2009) Mitral Regurgitation Due to Myxomatous Degeneration Combined With Bicuspid Aortic Valve Disease is Often Due to Prolapse of the Anterior Leaflet of the Mitral Valve. *The Annals of Thoracic Surgery* 87:79–82
39. Lamas CC, Eykyn SJ (2000) Bicuspid aortic valve--A silent danger: analysis of 50 cases of infective endocarditis. *Clin Infect Dis* 30:336–341
40. Liu T, Xie M, Lv Q, Li Y, Fang L, Zhang L, Deng W, Wang J (2018) Bicuspid Aortic Valve: An Update in Morphology, Genetics, Biomarker, Complications, Imaging Diagnosis and Treatment. *Front Physiol* 9:1921
41. Loukas M, Bilinsky E, Bilinsky S, Blaak C, Tubbs RS, Anderson RH (2014) The anatomy of the aortic root. *Clinical Anatomy* 27:748–756
42. Majmundar M, Kumar A, Doshi R, Shah P, Arora S, Shariff M, Adalja D, Visco F, Amin H, Vallabhajosyula S, Gullapalli N, Kapadia SR, Kalra A, Panaich SS (2021) Meta-Analysis of Transcatheter Aortic Valve Implantation in Patients With Stenotic Bicuspid Versus Tricuspid Aortic Valve. *Am J Cardiol*
43. Masri A, Kalahasti V, Alkharabsheh S, Svensson LG, Sabik JF, Roselli EE, Hammer D, Johnston DR, Collier P, Rodriguez LL, Griffin BP, Desai MY (2016) Characteristics and long-term outcomes of contemporary patients with bicuspid aortic valves. *J Thorac Cardiovasc Surg* 151:1650-1659.e1
44. Matsushima S, Karliova I, Gauer S, Miyahara S, Schäfers H-J (2020) Geometry of cusp and root determines aortic valve function. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg* 36:64–70
45. Michelena Hector I., Prakash Siddharth K., Della Corte Alessandro, Bissell Malenka M., Anavekar Nandan, Mathieu Patrick, Bossé Yohan, Limongelli Giuseppe, Bossone Eduardo, Benson D.Woodrow, Lancellotti Patrizio, Isselbacher Eric M., Enriquez-Sarano Maurice, Sundt Thoralf M., Pibarot Philippe, Evangelista Artur, Milewicz Dianna M., Body Simon C. (2014) Bicuspid Aortic Valve. *Circulation* 129:2691–2704
46. Michelena HI, Khanna AD, Mahoney D, Margaryan E, Topilsky Y, Suri RM, Eidem B, Edwards WD, Sundt TM, Enriquez-Sarano M (2011) Incidence of aortic complications in patients with bicuspid aortic valves. *JAMA* 306:1104–1112
47. Mills P, Leech G, Davies M, Leathan A (1978) The natural history of a non-stenotic bicuspid aortic valve. *Br Heart J* 40:951–957
48. Miragoli M, Yacoub MH, El-Hamamsy I, Sanchez-Alonso JL, Moshkov A, Mongkoldhumrongkul N, Padala M, Paramagurunathan S, Sarathchandra P, Korchev YE, Gorelik J, Chester AH (2014) Side-specific mechanical properties of valve endothelial cells. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* 307:H15–H24

-
49. Mookadam F, Thota VR, Garcia-Lopez AM, Emani UR, Alharthi MS, Zamorano J, Khandheria BK (2010) Unicuspid aortic valve in adults: a systematic review. *J Heart Valve Dis* 19:79–85
 50. Mookadam F, Thota VR, Lopez AMG, Emani UR, Tajik AJ (2010) Unicuspid aortic valve in children: a systematic review spanning four decades. *J Heart Valve Dis* 19:678–683
 51. Naito S, Sequeira-Gross T, Petersen J, Holst T, Reichenspurner H, Girdauskas E (2020) Focus on a rare clinical entity: unicuspid aortic valve disease. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 1–9
 52. Nataatmadja M, West M, West J, Summers K, Walker P, Nagata M, Watanabe T (2003) Abnormal extracellular matrix protein transport associated with increased apoptosis of vascular smooth muscle cells in marfan syndrome and bicuspid aortic valve thoracic aortic aneurysm. *Circulation* 108 Suppl 1:II329-334
 53. Noly P-E, Basmadjian L, Bouhout I, Viet Le VH, Poirier N, El-Hamamsy I (2016) New Insights Into Unicuspid Aortic Valve Disease in Adults: Not Just a Subtype of Bicuspid Aortic Valves. *Can J Cardiol* 32:110–116
 54. Novaro GM, Mishra M, Griffin BP (2003) Incidence and echocardiographic features of congenital unicuspid aortic valve in an adult population. *J Heart Valve Dis* 12:674–678
 55. Olson LJ, Subramanian R, Edwards WD (1984) Surgical pathology of pure aortic insufficiency: a study of 225 cases. *Mayo Clin Proc* 59:835–841
 56. Osler W (1886) The bicuspid condition of the aortic valves. *Trans Assoc Am Physicians* 2:185–192
 57. Otto Catherine M., Nishimura Rick A., Bonow Robert O., Carabello Blase A., Erwin John P., Gentile Federico, Jneid Hani, Krieger Eric V., Mack Michael, McLeod Christopher, O’Gara Patrick T., Rigolin Vera H., Sundt Thoralf M., Thompson Annemarie, Toly Christopher (2021) 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 143:e72–e227
 58. Pagé M, Mongeon F-P, Stevens L-M, Soulière V, Khairy P, El-Hamamsy I (2014) Aortic dilation rates in patients with bicuspid aortic valve: correlations with cusp fusion phenotype. *J Heart Valve Dis* 23:450–457
 59. Poggio P, Cavallotti L, Songia P, Di Minno A, Ambrosino P, Mammana L, Parolari A, Alamanni F, Tremoli E, Di Minno MND (2016) Impact of Valve Morphology on the Prevalence of Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc* 5:
 60. Recupero A, Pugliatti P, Rizzo F, Arrigo F, Coglitore S (2005) Quadricuspid aortic valve: a rare cause of aortic insufficiency diagnosed by doppler echocardiography. Report of two cases and review of the literature. *Ital Heart J* 6:927–930
 61. Roberts WC (1970) The congenitally bicuspid aortic valve. *The American Journal of Cardiology* 26:72–83

-
62. Roberts WC, Morrow AG, McIntosh CL, Jones M, Epstein SE (1981) Congenitally bicuspid aortic valve causing severe, pure aortic regurgitation without superimposed infective endocarditis. Analysis of 13 patients requiring aortic valve replacement. *Am J Cardiol* 47:206–209
 63. Roberts WC, Ko JM (2005) Frequency by decades of unicuspid, bicuspid, and tricuspid aortic valves in adults having isolated aortic valve replacement for aortic stenosis, with or without associated aortic regurgitation. *Circulation* 111:920–925
 64. Roberts WC, Vowels TJ, Ko JM (2009) Comparison of interpretations of valve structure between cardiac surgeon and cardiac pathologist among adults having isolated aortic valve replacement for aortic valve stenosis (+/- aortic regurgitation). *Am J Cardiol* 103:1139–1145
 65. Roberts WC, Vowels TJ, Ko JM (2012) Natural History of Adults With Congenitally Malformed Aortic Valves (Unicuspid or Bicuspid). *Medicine* 91:287
 66. Robicsek F, Thubrikar MJ, Cook JW, Fowler B (2004) The congenitally bicuspid aortic valve: how does it function? Why does it fail? *The Annals of Thoracic Surgery* 77:177–185
 67. Sá MPBO, Simonato M, Eynde JV den, Cavalcanti LRP, Alsagheir A, Tzani A, Fovino LN, Kampaktsis PN, Gallo M, Laforgia PL, Ruhparwar A, Weymann A, Hirji SA, Kaneko T, Tang GHL Balloon versus self-expandable transcatheter aortic valve implantation for bicuspid aortic valve stenosis: A meta-analysis of observational studies. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* n/a:
 68. Sabet HY, Edwards WD, Tazelaar HD, Daly RC (1999) Congenitally Bicuspid Aortic Valves: A Surgical Pathology Study of 542 Cases (1991 Through 1996) and a Literature Review of 2,715 Additional Cases. *Mayo Clinic Proceedings* 74:14–26
 69. Schaefer BM, Lewin MB, Stout KK, Byers PH, Otto CM (2007) Usefulness of Bicuspid Aortic Valve Phenotype to Predict Elastic Properties of the Ascending Aorta. *The American Journal of Cardiology* 99:686–690
 70. Schaefer BM, Lewin MB, Stout KK, Gill E, Prueitt A, Byers PH, Otto CM (2008) The bicuspid aortic valve: an integrated phenotypic classification of leaflet morphology and aortic root shape. *Heart* 94:1634–1638
 71. Schäfers, Hans-Joachim H-J *Klinische Grundlage der Herz- und Thoraxchirurgie.*
 72. Schneider U, Hofmann C, Schöpe J, Niewald A-K, Giebels C, Karliova I, Schäfers H-J (2020) Long-term Results of Differentiated Anatomic Reconstruction of Bicuspid Aortic Valves. *JAMA Cardiol*
 73. Sievers H-H, Schmidtke C (2007) A classification system for the bicuspid aortic valve from 304 surgical specimens. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 133:1226–1233
 74. Sievers H-H, Misfeld M (2010) *Erworbene Vitien der Aortenklappe.* Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-79713-5_22

-
75. Siu SC, Silversides CK (2010) Bicuspid aortic valve disease. *J Am Coll Cardiol* 55:2789–2800
 76. Slostad Brody D., Witt Chance M., O’Leary Patrick W., Maleszewski Joseph J., Scott Christopher G., Dearani Joseph A., Pellikka Patricia A. (2019) Unicuspid Aortic Valve. *Circulation* 140:1853–1855
 77. Subramanian R, Olson LJ, Edwards WD (1984) Surgical pathology of pure aortic stenosis: a study of 374 cases. *Mayo Clin Proc* 59:683–690
 78. Timperley J, Milner R, Marshall AJ, Gilbert TJ (2002) Quadricuspid aortic valves. *Clin Cardiol* 25:548–552
 79. Tsang MYC, Abudiab MM, Ammash NM, Naqvi TZ, Edwards WD, Nkomo VT, Pellikka PA (2016) Quadricuspid Aortic Valve: Characteristics, Associated Structural Cardiovascular Abnormalities, and Clinical Outcomes. *Circulation* 133:312–319
 80. Tutar E, Ekici F, Atalay S, Nacar N (2005) The prevalence of bicuspid aortic valve in newborns by echocardiographic screening. *American Heart Journal* 150:513–515
 81. Tzemos N, Therrien J, Yip J, Thanassoulis G, Tremblay S, Jamorski MT, Webb GD, Siu SC (2008) Outcomes in adults with bicuspid aortic valves. *JAMA* 300:1317–1325
 82. Ward C (2000) Clinical significance of the bicuspid aortic valve. *Heart* 83:81–85
 83. Yuan S-M (2016) Quadricuspid Aortic Valve: A Comprehensive Review. *Braz J Cardiovasc Surg* 31:454–460
 84. PARTIAL AND COMPLETE PROSTHESES IN AORTIC INSUFFICIENCY | Elsevier Enhanced Reader. URL: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0022522319325723?token=484CFA717EB8AA1E0A386D2E70E64E691825C52AB9B8095627A567CFE8EFF98F2FF379CC15D539D63CF3328D91A8FCE7>

7 Anhang

7.1 Verschiedenes

Klassifikation quadrikuspid angelegter Aortenklappen nach Hurwitz&Roberts

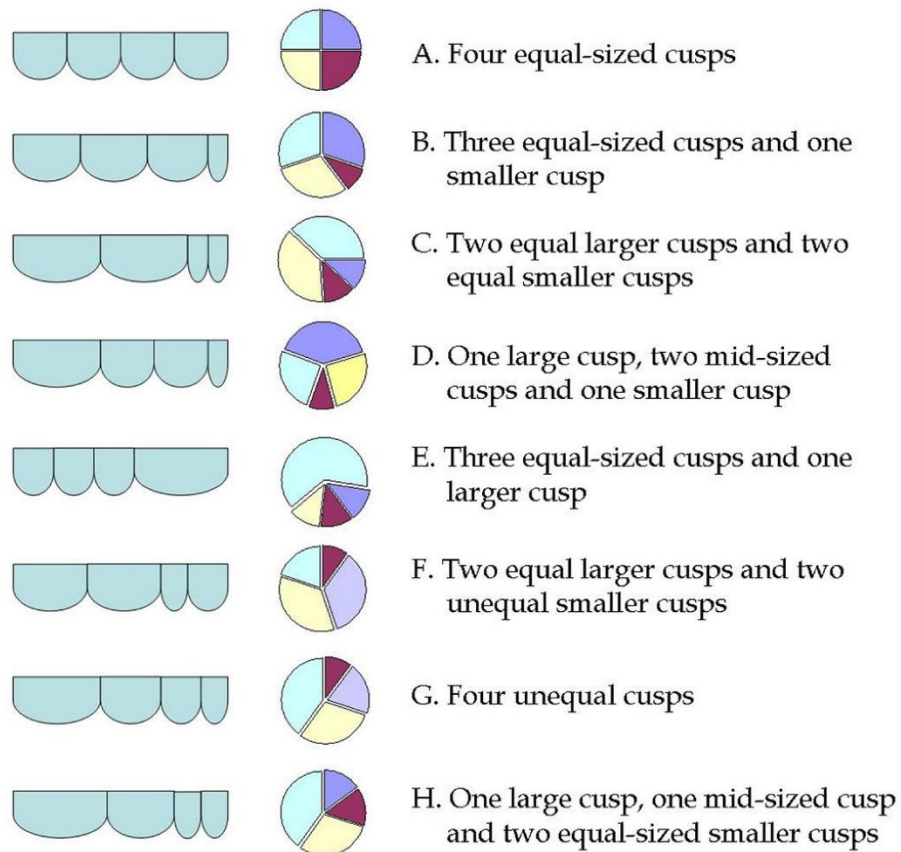


Abbildung 7.1: Klassifikation der quadrikuspid angelegten Aortenklappe nach Hurwitz und Roberts, modifiziert nach: Yuan, Shi-Min. (2016). Quadricuspid Aortic Valve: A Comprehensive Review. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 31(6), 454-460.

7.2 Anhang zu „4,2 Alter und Dekaden“

Mittleres Alter bei OP (uni-bi-tri)^{a,b}

	alter
Kruskal-Wallis H	935,982
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Morphologie

Lineare Regression: Morphologie→Alter

Morphologie	Signifikanz	0-Modell	KI	10%-Referenzbereich		Geschlecht	Komorbidity	Vitium
uni-bi	ja		(-21,08)					-
	ja	-19,12	-	-17,21	-21,03	-19,48	-18,79	15,37
uni-tri	ja		(-17,16)					-
	ja	-32,71	-	-29,43	-35,98	-34,09	-33,98	29,86
bi-tri	ja		(-34,61)					-
	ja	-13,58	-	-12,22	-14,94	-13,81	-14,35	13,63

Kreuztabelle Morphologie * Altersdekaden

		Altersdekaden										gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
Morphologie	uni	16	42	55	62	65	20	6	2	0	0	268
	bi	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220
	tri	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687
gesamt		24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175

Chi-Quadrat-Test: Morphologie*Altersdekaden

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1250,283 ^a	18	,000
Likelihood-Quotient	1148,929	18	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	957,028	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 4 Zellen (13,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,34.

Kreuztabelle: Morphologie * Altershälften

		Altershälften		Gesamt	
		<50	>=50		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	240	28	268
		% innerhalb von Morphologie	89,6%	10,4%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	530	690	1220
		% innerhalb von Morphologie	43,4%	56,6%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	237	1450	1687

% innerhalb von Morphologie	14,0%	86,0%	100,0%
Anzahl	1007	2168	3175
% innerhalb von Morphologie	31,7%	68,3%	100,0%

Chi-Quadrat-Test: Morphologie*Altershälften

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	734,542 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	747,921	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	717,347	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 85,00.

Logistische Regression: Morphologie→Altershälften

Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich	
	ja				
bi-uni	ja	0,09	0,060-0,135	0,081	0,099
uni-tri	ja	52,441	34,636-79,400	47,1969	57,6851
bi-tri	ja	4,699	3,933-5,615	4,2291	5,1689

7.3 Anhang zu „4.3: Geschlecht“

Kreuztabelle Altersdekaden * Geschlecht

Altersdekaden		Geschlecht		Gesamt
		männlich	weiblich	
0-9	Anzahl	17	7	24
	% innerhalb von Altersdekaden	70,8%	29,2%	100,0%
10-19	Anzahl	55	14	69
	% innerhalb von Altersdekaden	79,7%	20,3%	100,0%
20-29	Anzahl	146	32	178
	% innerhalb von Altersdekaden	82,0%	18,0%	100,0%
30-39	Anzahl	247	35	282
	% innerhalb von Altersdekaden	87,6%	12,4%	100,0%
40-49	Anzahl	381	80	461
	% innerhalb von Altersdekaden	82,6%	17,4%	100,0%
50-59	Anzahl	435	87	522
	% innerhalb von Altersdekaden	83,3%	16,7%	100,0%

60-69	Anzahl	509	162	671
	% innerhalb von Altersdekaden	75,9%	24,1%	100,0%
70-79	Anzahl	497	261	758
	% innerhalb von Altersdekaden	65,6%	34,4%	100,0%
80-89	Anzahl	100	115	215
	% innerhalb von Altersdekaden	46,5%	53,5%	100,0%
>90	Anzahl	3	1	4
	% innerhalb von Altersdekaden	75,0%	25,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	2390	794	3184
	% innerhalb von Altersdekaden	75,1%	24,9%	100,0%

Statistiken

Alter				
männlich	N	Gültig	2390	
		Fehlend	0	
	Mittelwert		55,36	
	Median		58,00	
	Std.-Abweichung		17,360	
	Schiefe		-,520	
	Standardfehler der Schiefe		,050	
	Minimum		1	
	Maximum		99	
	Perzentile	25		44,00
		50		58,00
		75		70,00
weiblich	N	Gültig	794	
		Fehlend	0	
	Mittelwert		63,34	
	Median		69,00	
	Std.-Abweichung		17,686	
	Schiefe		-1,131	
	Standardfehler der Schiefe		,087	
	Minimum		0	
	Maximum		90	
	Perzentile	25		53,75
		50		69,00
		75		76,00

Mann-Whitney-U-Test: MW Alter bei OP ♂/♀

	Alter
Mann-Whitney-U	667480,500
Wilcoxon-W	3524725,500
Z	-12,539
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Lineare Regression Geschlecht → Alter

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		95,0% Konfidenzintervalle für B		
	Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.	Untergrenze	Obergrenze
(Konstante)	47,370	,945		50,148	,000	45,517	49,222
Geschlecht	7,987	,714	,194	11,179	,000	6,586	9,387

a. Abhängige Variable: Alter

Kreuztabelle Morphologie * Geschlecht

		Geschlecht		Gesamt	
		männlich	weiblich		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	208	60	268
		% innerhalb von Morphologie	77,6%	22,4%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	1031	189	1220
		% innerhalb von Morphologie	84,5%	15,5%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	1147	540	1687
		% innerhalb von Morphologie	68,0%	32,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	2386	789	3175	
	% innerhalb von Morphologie	75,1%	24,9%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	104,385 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	108,027	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	65,753	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 66,60.

Logistische Regression: Morphologie→Geschlecht

Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich	Alter	
	ja					
bi-uni	ja	0,635	0,459-0,881	0,5715	0,6985	0,377
uni-tri	ja	0,613	0,452-0,831	0,5517	0,6743	1,442
bi-tri	ja	0,389	0,323-0,469	0,3501	0,4279	0,543

Unikuspil

Statistiken

männlich	N	Gültig	208
		Fehlend	0
	Mittelwert		32,66
	Median		34,00
	Std.-Abweichung		14,931
	Schiefe		,156
	Standardfehler der Schiefe		,169
	Minimum		3
	Maximum		72
	Perzentile	25	21,00
		50	34,00
75		42,75	
weiblich	N	Gültig	60
		Fehlend	0
	Mittelwert		32,58
	Median		36,50
	Std.-Abweichung		14,667
	Schiefe		-,595
	Standardfehler der Schiefe		,309
	Minimum		0

Maximum		53
Perzentile	25	21,25
	50	36,50
	75	45,75

Mann-Whitney-U-Test

	Alter
Mann-Whitney-U	5999,000
Wilcoxon-W	27735,000
Z	-,456
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,649

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Kreuztabelle Altersdekaden * Geschlecht

Altersdekaden		Geschlecht		Gesamt
		männlich	weiblich	
0-9	Anzahl	11	5	16
	% innerhalb von Altersdekaden	68,8%	31,3%	100,0%
10-19	Anzahl	34	8	42
	% innerhalb von Altersdekaden	81,0%	19,0%	100,0%
20-29	Anzahl	44	11	55
	% innerhalb von Altersdekaden	80,0%	20,0%	100,0%
30-39	Anzahl	50	12	62
	% innerhalb von Altersdekaden	80,6%	19,4%	100,0%
40-49	Anzahl	45	20	65
	% innerhalb von Altersdekaden	69,2%	30,8%	100,0%
50-59	Anzahl	16	4	20
	% innerhalb von Altersdekaden	80,0%	20,0%	100,0%
60-69	Anzahl	6	0	6
	% innerhalb von Altersdekaden	100,0%	0,0%	100,0%
70-79	Anzahl	2	0	2
	% innerhalb von Altersdekaden	100,0%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	208	60	268
	% innerhalb von Altersdekaden	77,6%	22,4%	100,0%

Bikuspid

Statistiken

männlich	N	Gültig	1031
		Fehlend	0
	Mittelwert		50,49
	Median		51,00
	Std.-Abweichung		14,954
	Schiefe		-,141
	Standardfehler der Schiefe		,076
	Minimum		5
	Maximum		99
	Perzentile	25	40,00
50		51,00	
75		62,00	
weiblich	N	Gültig	189
		Fehlend	0
	Mittelwert		58,73
	Median		61,00
	Std.-Abweichung		15,795
	Schiefe		-,777
	Standardfehler der Schiefe		,177
	Minimum		9
	Maximum		89
	Perzentile	25	49,50
50		61,00	
75		69,50	

Mann-Whitney-U-Test

	Alter
Mann-Whitney-U	65913,000
Wilcoxon-W	597909,000
Z	-7,079
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Lineare Regression

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Std.-Fehler	Standardisierte Koeffizienten		T	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
	Regressionskoeffizient B			Beta				Untergrenze	Obergrenze

1 (Konstante)	42,255	1,445		29,247	,000	39,421	45,090
Ge-schlecht	8,237	1,194	,194	6,900	,000	5,895	10,580

a. Abhängige Variable: Alter

Kreuztabelle Altersdekaden * Geschlecht

		Geschlecht		Gesamt	
		männlich	weiblich		
Altersdekaden	0-9	Anzahl	2	1	3
		% innerhalb von Altersdekaden	66,7%	33,3%	100,0%
	10-19	Anzahl	15	3	18
		% innerhalb von Altersdekaden	83,3%	16,7%	100,0%
	20-29	Anzahl	83	8	91
		% innerhalb von Altersdekaden	91,2%	8,8%	100,0%
	30-39	Anzahl	149	10	159
		% innerhalb von Altersdekaden	93,7%	6,3%	100,0%
	40-49	Anzahl	234	25	259
		% innerhalb von Altersdekaden	90,3%	9,7%	100,0%
	50-59	Anzahl	250	38	288
		% innerhalb von Altersdekaden	86,8%	13,2%	100,0%
	60-69	Anzahl	178	57	235
		% innerhalb von Altersdekaden	75,7%	24,3%	100,0%
	70-79	Anzahl	110	37	147
		% innerhalb von Altersdekaden	74,8%	25,2%	100,0%
	80-89	Anzahl	9	10	19
		% innerhalb von Altersdekaden	47,4%	52,6%	100,0%
	>90	Anzahl	1	0	1
		% innerhalb von Altersdekaden	100,0%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	1031	189	1220
		% innerhalb von Altersdekaden	84,5%	15,5%	100,0%

Trikuspid

Statistiken

männlich	N	Gültig	1147
		Fehlend	0
	Mittelwert		63,88

	Median		67,00
	Std.-Abweichung		14,115
	Schiefe		-1,121
	Standardfehler der Schiefe		,072
	Minimum		1
	Maximum		94
	Perzentile	25	57,00
		50	67,00
		75	74,00
weiblich	N	Gültig	540
		Fehlend	0
	Mittelwert		68,50
	Median		72,00
	Std.-Abweichung		14,428
	Schiefe		-1,535
	Standardfehler der Schiefe		,105
	Minimum		7
	Maximum		90
		Perzentile	25
		50	72,00
		75	78,00

Mann-Whitney-U-Test

	Alter
Mann-Whitney-U	233181,500
Wilcoxon-W	891559,500
Z	-8,200
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Geschlecht

Lineare Regression

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten			95,0% Konfidenzintervalle für B	
	Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.	Untergrenze	Obergrenze
1 (Konstante)	59,258	1,039		57,048	,000	57,220	61,295
Geschlecht	4,619	,742	,150	6,226	,000	3,164	6,074

a. Abhängige Variable: Alter

Kreuztabelle Altersdekaden * Geschlecht

		Geschlecht		Gesamt	
		männlich	weiblich		
Altersdekaden	0-9	Anzahl	4	1	5
		% innerhalb von Altersdekaden	80,0%	20,0%	100,0%
	10-19	Anzahl	6	3	9
		% innerhalb von Altersdekaden	66,7%	33,3%	100,0%
	20-29	Anzahl	19	13	32
		% innerhalb von Altersdekaden	59,4%	40,6%	100,0%
	30-39	Anzahl	48	13	61
		% innerhalb von Altersdekaden	78,7%	21,3%	100,0%
	40-49	Anzahl	98	32	130
		% innerhalb von Altersdekaden	75,4%	24,6%	100,0%
	50-59	Anzahl	169	43	212
		% innerhalb von Altersdekaden	79,7%	20,3%	100,0%
	60-69	Anzahl	325	105	430
		% innerhalb von Altersdekaden	75,6%	24,4%	100,0%
	70-79	Anzahl	385	224	609
		% innerhalb von Altersdekaden	63,2%	36,8%	100,0%
	80-89	Anzahl	91	105	196
		% innerhalb von Altersdekaden	46,4%	53,6%	100,0%
	>90	Anzahl	2	1	3
		% innerhalb von Altersdekaden	66,7%	33,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	1147	540	1687	
	% innerhalb von Altersdekaden	68,0%	32,0%	100,0%	

7.4 Anhang zu „4.4: Vitium

Kreuztabelle Aortenklappenvitium * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
AS	Anzahl	5	7	4	6	29	83	185	374	156	3	852

Aortenklappenvitium	% innerhalb von Aortenklappenvitium	0,6 %	0,8 %	0,5 %	0,7 %	3,4 %	9,7 %	21,7 %	43,9 %	18,3 %	0,4 %	100,0 %
	AI Anzahl	11	38	150	235	366	410	432	329	38	0	2009
KO	% innerhalb von Aortenklappenvitium	0,5 %	1,9 %	7,5 %	11,7 %	18,2 %	20,4 %	21,5 %	16,4 %	1,9 %	0,0 %	100,0 %
	Anzahl	8	24	24	41	66	29	54	55	21	1	323
Gesamt	% innerhalb von Aortenklappenvitium	0,8 %	2,2 %	5,6 %	8,9 %	14,5 %	16,4 %	21,1 %	23,8 %	6,8 %	0,1 %	100,0 %
	Anzahl	24	69	178	282	461	522	671	758	215	4	3184

Kreuztabelle Morphologie * Aortenklappenvitium

		Aortenklappenvitium			Gesamt
		AS	AI	KO	
Morphologie unikuspid	Anzahl	40	97	131	268
	% innerhalb von Morphologie	14,9%	36,2%	48,9%	100,0%
bikuspid	Anzahl	278	834	108	1220
	% innerhalb von Morphologie	22,8%	68,4%	8,9%	100,0%
trikuspid	Anzahl	534	1069	84	1687
	% innerhalb von Morphologie	31,7%	63,4%	5,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	852	2000	323	3175
	% innerhalb von Morphologie	26,8%	63,0%	10,2%	100,0%

Chi-Quadrat-Test Morphologie → Vitium

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	513,911 ^a	4	,000
Likelihood-Quotient	341,332	4	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	205,107	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 27,26.

Logistische Regression: Morphologie→Vitium

abh. Variable	Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich	Alter	Geschlecht	Aneurysma ja/nein.
Vitium		ja						
AS		ja						
	bi-uni	ja	1,682	1,17 - 2,41 0,26	1,5138 1,8502	0,24	1,799	
	uni-tri	ja	0,379	- 0,53 0,53	0,3411 0,4169	8,97	0,401	
	bi-tri	ja	0,637	- 0,75	0,5733 0,7007	2,22	0,721	
AI		ja						
	bi-uni	ja	3,809	2,88 - 5,02 0,25	3,4281 4,1899	39,0	3,716	4,844
	uni-tri	ja	0,328	- 0,42 1,06	0,2952 0,3608	0,01	0,297	0,234
	bi-tri	ja	1,249	- 1,46	1,1241 1,3739	0,37	1,105	1,132
KO		ja						
	bi-uni	ja	0,102	0,07 - 0,13 13,1	0,0918 0,1122	0,06	0,103	
	uni-tri	ja	18,248	- 25,2 50 1,38 0	16,423 20,072 2 8	37,9 3	18,643	
	bi-tri	ja	1,853	- 2,49 0	1,6677 2,0383	2,46	1,915	

Alterstatistiken Aortenstenose

unikuspid	N	Gültig	40
		Fehlend	0
	Mittelwert		35,35
	Std.-Abweichung		19,335
bikuspid	N	Gültig	278
		Fehlend	0
	Mittelwert		64,87
	Std.-Abweichung		10,408
trikuspid	N	Gültig	534
		Fehlend	0
	Mittelwert		75,00
	Std.-Abweichung		6,916

Kruskal-Wallis Test Aortenstenose

	Alter
Kruskal-Wallis H	275,048
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Morphologie

Altersstatistiken Aortenklappeninsuffizienz

unikuspid	N	Gültig	97
		Fehlend	0
	Mittelwert		31,77
	Std.-Abweichung		13,669
bikuspid	N	Gültig	834
		Fehlend	0
	Mittelwert		46,71
	Std.-Abweichung		13,986
trikuspid	N	Gültig	1069
		Fehlend	0
	Mittelwert		60,05
	Std.-Abweichung		14,673

Kruskal-Wallis-Test Aortenklappeninsuffizienz

	Alter
Kruskal-Wallis H	493,501
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

- a. Kruskal-Wallis-Test
b. Gruppenvariable: Morphologie

Altersstatistiken Kombiniertes Vitium

unikuspid	N	Gültig	131
		Fehlend	0
	Mittelwert	32,47	
	Std.-Abweichung	14,130	
bikuspid	N	Gültig	108
		Fehlend	0
	Mittelwert	57,13	
	Std.-Abweichung	14,652	
trikuspid	N	Gültig	84
		Fehlend	0
	Mittelwert	71,58	
	Std.-Abweichung	10,908	

Kruskal-Wallis-Test Kombiniertes Vitium

	Alter
Kruskal-Wallis H	198,934
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

- a. Kruskal-Wallis-Test
b. Gruppenvariable: Morphologie

Tabelle Regressionskoeffizienten Morphologie → Alter

	signifikant	Regr.-Koeff.	KI
AS	ja		
bi-uni	ja	29,517	26,501-32,532
uni-tri	ja	-39,65	(-42,573)-(-36,727)

bi-tri	ja	-10,133	(-11,452)-(-8,814)
AI	ja		
bi-uni	ja	14,935	11,918-17,953
uni-tri	ja	-28,275	(-31,258)-(-25,293)
bi-tri	ja	-13,34	(-14,640)-(-12,040)
KO	ja		
bi-uni	ja	24,664	21,198-28,130
uni-tri	ja	-39,118	(-42,846)-(-35,390)
bi-tri	ja	-14,454	(-18,334)-(-10,574)

AI→Alter

Altersstatistiken unikuspid

nein	N	Gültig	171
		Fehlend	0
		Mittelwert	33,14
		Std.-Abweichung	15,490
ja	N	Gültig	97
		Fehlend	0
		Mittelwert	31,77
		Std.-Abweichung	13,669

Mann-Whitney-U: unikuspid^a

	alter
Mann-Whitney-U	7713,000
Wilcoxon-W	12466,000
Z	-,952
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,341

a. Gruppenvariable: Aortenklappeninsuffizienz

Altersstatistiken bikuspid

nein	N	Gültig	386
		Fehlend	0
		Mittelwert	62,70
		Std.-Abweichung	12,235
ja	N	Gültig	834
		Fehlend	0
		Mittelwert	46,71

Std.-Abweichung	13,986
-----------------	--------

Mann-Whitney-U: bikuspid^a

	alter
Mann-Whitney-U	61423,500
Wilcoxon-W	409618,500
Z	-17,396
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Aortenklappeninsuffizienz

Lineare Regression: bikuspid^a

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
	RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.
1 (Konstante)	62,702	,685		91,541	,000
Aortenklappeninsuffizienz	-15,993	,828	-,484	-	,000
				19,305	

a. Abhängige Variable: alter

Altersstatistiken trikuspid

nein	N	Gültig	618
		Fehlend	0
	Mittelwert	74,54	
	Std.-Abweichung	7,662	
ja	N	Gültig	1069
		Fehlend	0
	Mittelwert	60,05	
	Std.-Abweichung	14,673	

Mann-Whitney-U: trikuspid^a

	alter
Mann-Whitney-U	114326,000
Wilcoxon-W	686241,000
Z	-22,415

Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000
--------------------------------------	------

a. Gruppenvariable: Aortenklappeninsuffizienz

Lineare Regression: trikuspid^a

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		Sig.
	Regressionskoeffizient	Std.-Fehler	Beta	T	
1 (Konstante)	74,536	,506		147,430	,000
Aortenklappeninsuffizienz	-14,487	,635	-,486	-22,810	,000

a. Abhängige Variable: alter

AS/KO→Alter

Altersstatistiken unikuspid

AS	N	Gültig	40
		Fehlend	0
	Mittelwert	35,35	
	Std.-Abweichung	19,335	
KO	N	Gültig	131
		Fehlend	0
	Mittelwert	32,47	
	Std.-Abweichung	14,130	

Mann-Whitney-U: unikuspid^a

	alter
Mann-Whitney-U	2325,000
Wilcoxon-W	10971,000
Z	-1,077
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,282

a. Gruppenvariable: Aortenklappenvitium

Altersstatistiken bikuspid

AS	N	Gültig	278
		Fehlend	0

	Mittelwert		64,87
	Std.-Abweichung		10,408
KO	N	Gültig	834
		Fehlend	0
	Mittelwert		57,13
	Std.-Abweichung		14,652

Mann-Whitney-U: bikuspid

	alter
Mann-Whitney-U	10097,000
Wilcoxon-W	15983,000
Z	-4,998
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Aortenklappenvitium

Lineare Regression: bikuspid

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
	Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler				Untergrenze	Obergrenze
1 (Konstante)	68,736	1,198		57,361	,000	66,379	71,092
Aortenklappenvitium	-3,869	,666	-,284	-5,810	,000	-5,178	-2,559

a. Abhängige Variable: alter

Altersstatistiken trikuspid

AS	N	Gültig	534
		Fehlend	0
	Mittelwert		75,00
	Std.-Abweichung		6,916
KO	N	Gültig	84

	Fehlend	0
	Mittelwert	71,58
	Std.-Abweichung	10,908

Mann-Whitney-U: trikuspid

	alter
Mann-Whitney-U	18852,000
Wilcoxon-W	22422,000
Z	-2,354
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,019

a. Gruppenvariable: Aortenklappenvitium

Lineare Regression trikuspid^a

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
	Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler				Untergrenze	Obergrenze
1 (Konstante)	76,708	,643		119,384	,000	75,447	77,970
Aortenklappenvitium	-1,708	,445	-,153	-3,841	,000	-2,582	-,835

a. Abhängige Variable: alter

Alter → Aortenstenose

Chi-Quadrat-Test allgemein

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	791,855 ^a	91	,000
Likelihood-Quotient	873,287	91	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	570,839	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 51 Zellen (27,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,27.

Chi-Quadrat-Test unikuspid

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	75,225 ^a	59	,076
Likelihood-Quotient	76,315	59	,064
Zusammenhang linear-mit-linear	1,560	1	,212
Anzahl der gültigen Fälle	268		

a. 99 Zellen (82,5%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,15.

Chi-Quadrat-Test bikuspid

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	353,494 ^a	77	,000
Likelihood-Quotient	392,995	77	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	261,374	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1220		

a. 72 Zellen (46,2%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,23.

Chi-Quadrat-Test trikuspid

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	470,710 ^a	83	,000
Likelihood-Quotient	555,305	83	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	351,735	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1687		

a. 82 Zellen (48,8%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,32.

Absolute und relative Häufigkeiten der Vitien in den Altersdekaden**unikuspid**

Altersdekaden

			0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	Gesamt
Aortenklappen- vitium	AS	Anzahl	5	6	4	4	11	7	1	2	40
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	12,5%	15,0%	10,0%	10,0%	27,5%	17,5%	2,5%	5,0%	100,0%
	AI	Anzahl	4	13	29	26	15	7	3	0	97
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	4,1%	13,4%	29,9%	26,8%	15,5%	7,2%	3,1%	0,0%	100,0%
	KO	Anzahl	7	23	22	32	39	6	2	0	131
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	5,3%	17,6%	16,8%	24,4%	29,8%	4,6%	1,5%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	6,0%	15,7%	20,5%	23,1%	24,3%	7,5%	2,2%	0,7%	100,0%

bikuspid

			Altersdekaden									Gesamt	
			0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89		>90
Aortenklappen- vitium	AS	Anzahl	0	1	0	2	18	61	93	88	15	0	278
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,0%	0,4%	0,0%	0,7%	6,5%	21,9%	33,5%	31,7%	5,4%	0,0%	100,0%
	AI	Anzahl	2	16	90	149	216	208	108	42	3	0	834
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,2%	1,9%	10,8%	17,9%	25,9%	24,9%	12,9%	5,0%	0,4%	0,0%	100,0%
	KO	Anzahl	1	1	1	8	25	19	34	17	1	1	108
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,9%	0,9%	0,9%	7,4%	23,1%	17,6%	31,5%	15,7%	0,9%	0,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220

% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,2 %	1,5 %	7,5%	13,0 %	21,2 %	23,6 %	19,3 %	12,0 %	1,6 %	0,1 %	100,0 %
--	----------	----------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	------------

trikuspid

		Altersdekaden											Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90		
Aortenklappen- vitium	AS	Anzahl	0	0	0	0	0	15	91	284	141	3	534
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,8 %	17,0 %	53,2 %	26,4 %	0,6 %	100,0 %
	AI	Anzahl	5	9	31	60	128	193	321	287	35	0	1069
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,5 %	0,8 %	2,9 %	5,6 %	12,0 %	18,1 %	30,0 %	26,8 %	3,3 %	0,0 %	100,0 %
	KO	Anzahl	0	0	1	1	2	4	18	38	20	0	84
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,0 %	0,0 %	1,2 %	1,2 %	2,4 %	4,8 %	21,4 %	45,2 %	23,8 %	0,0 %	100,0 %
Gesamt		Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687
		% innerhalb von Aortenklappen- vitium	0,3 %	0,5 %	1,9 %	3,6 %	7,7 %	12,6 %	25,5 %	36,1 %	11,6 %	0,2 %	100,0 %

7.5 Anhang zu „4.5: Aneurysma“

Kreuztabelle Aneurysma ja/nein * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
nein	Anzahl	22	54	107	124	191	224	349	502	186	3	1762

Aneurysma	%	1,2	3,1	6,1	7,0%	10,8	12,7	19,8	28,5	10,6	0,2	100,0
	innerhalb von Aneurysma	%	%	%		%	%	%	%	%	%	%
ja	Anzahl	2	15	71	158	263	296	322	256	29	1	1413
	%	0,1	1,1	5,0	11,2	18,6	20,9	22,8	18,1	2,1%	0,1	100,0
Gesamt	Anzahl	24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175
	%	0,8	2,2	5,6	8,9%	14,3	16,4	21,1	23,9	6,8%	0,1	100,0
	innerhalb von Aneurysma	%	%	%		%	%	%	%		%	%

Altersstatistiken Aneurysma

nein	N	Gültig	1762
		Fehlend	0
	Mittelwert		59,26
	Std.-Abweichung		19,308
ja	N	Gültig	1413
		Fehlend	0
	Mittelwert		55,02
	Std.-Abweichung		15,387

Mann-Whitney-U Test Aneurysma^a

	alter
Mann-Whitney-U	998843,000
Wilcoxon-W	1997834,000
Z	-9,585
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Aneurysma ja/nein

Lineare Regression Aneurysma^a

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
	Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler	Beta			Untergrenze	Obergrenze
1 (Konstante)	59,264	,421		140,780	,000	58,439	60,090
Aneurysma ja/nein	-4,248	,631	-,119	-6,732	,000	-5,485	-3,011

a. Abhängige Variable: alter

Kreuztabelle Aneurysmatyp * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90		
Aneurysma	nein	Anzahl	22	54	107	124	191	224	349	502	186	3	1762
		%	1,2	3,1	6,1	7,0%	10,8	12,7	19,8	28,5	10,6	0,2	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%		%	%	%	%	%	%	%
ASC		Anzahl	2	14	52	125	200	202	160	81	4	1	841
		%	0,2	1,7	6,2	14,9	23,8	24,0	19,0	9,6%	0,5%	0,1	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%			%	%
ASC+ ARC		Anzahl	0	1	19	33	63	94	162	175	25	0	572
		%	0,0	0,2	3,3	5,8%	11,0	16,4	28,3	30,6	4,4%	0,0	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%		%	%	%	%		%	%
Gesamt		Anzahl	24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175

% innerhalb von Aneurysma	0,8 %	2,2 %	5,6 %	8,9 %	14,3 %	16,4 %	21,1 %	23,9 %	6,8 %	0,1 %	100,0 %
---------------------------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	---------

Altersstatistik Aneurysmatyp

Aneurysma		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
nein	alter	1762	0	94	59,26	19,308
	Gültige Werte (Listenweise)	1762				
ASC	alter	841	8	99	50,61	14,657
	Gültige Werte (Listenweise)	841				
ASC+ARC	alter	572	17	88	61,49	14,104
	Gültige Werte (Listenweise)	572				

Kruskal-Wallis Test Aneurysmatyp^{a,b}

	alter
Kruskal-Wallis H	239,558
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Aneurysma

Logistische Regression Alter → ASC/ARC

		Regressions koeffizientB	Standar dfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt	alter	,017	,003	36,758	1	,000	1,017	1,012	1,023
t 1 ^a	Konstante	-2,525	,177	202,752	1	,000	,080		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Kreuztabelle Morphologie * Aneurysma ja/nein

		Aneurysma ja/nein		Gesamt	
		nein	ja		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	155	113	268
		% innerhalb von Morphologie	57,8%	42,2%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	628	592	1220
		% innerhalb von Morphologie	51,5%	48,5%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	979	708	1687
		% innerhalb von Morphologie	58,0%	42,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	1762	1413	3175	
	% innerhalb von Morphologie	55,5%	44,5%	100,0%	

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	12,972 ^a	2	,002
Likelihood-Quotient	12,954	2	,002
Zusammenhang linear-mit-linear	4,085	1	,043
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 119,27.

Logistische Regression: Morphologie→Aneurysma

Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich		Alter	Geschlecht	Vitium
bi-uni	ja		0,99					
	nein	1,293	-	1,1637	1,4223	1,793	1,283	2,308
uni-tri	ja		1,689					
	nein	1,008	-	0,9072	1,1088	0,58	0,997	0,503
bi-tri	ja		1,309					
	ja	1,304	-	1,1736	1,4344	1,039	1,278	1,16

Kreuztabelle Morphologie * isoliertes Ascendensaneurysma

isoliertes Ascendensaneurysma | Gesamt

			nein	ja	
Morphologie	unikuspid	Anzahl	188	80	268
		% innerhalb von Morphologie	70,1%	29,9%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	798	422	1220
		% innerhalb von Morphologie	65,4%	34,6%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	1348	339	1687
		% innerhalb von Morphologie	79,9%	20,1%	100,0%
Gesamt	Anzahl	2334	841	3175	
	% innerhalb von Morphologie	73,5%	26,5%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test iASC

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	78,097 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	77,929	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	53,089	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 70,99.

Kreuztabelle Morphologie * kombiniertes Ascendens- und Bogenaneurysma

		kombiniertes Ascendens- und Bogenaneurysma		Gesamt	
		nein	ja		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	235	33	268
		% innerhalb von Morphologie	87,7%	12,3%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	1050	170	1220
		% innerhalb von Morphologie	86,1%	13,9%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	1318	369	1687
		% innerhalb von Morphologie	78,1%	21,9%	100,0%
Gesamt	Anzahl	2603	572	3175	

% innerhalb von Morphologie	82,0%	18,0%	100,0%
-----------------------------	-------	-------	--------

Chi-Quadrat-Test ASC/ARC

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	36,654 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	37,313	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	33,089	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 48,28.

Logistische Regression: Morphologie→Aneurysmatyp

	Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI-Intervall
iASC		ja		
	bi-uni	nein	1,243	0,933-1,656
	uni-tri	ja	1,692	1,269-2,256
	bi-tri	ja	2,103	1,778-2,487
ASC/ARC		ja		
	bi-uni	nein	1,153	0,774-1,718
	uni-tri	ja	0,502	0,342-0,735
	bi-tri	ja	0,578	0,474-0,706

Unikuspide

Kreuztabelle Aneurysma ja/nein * Altersdekaden

		Altersdekaden								
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	Gesamt
Aneurysma nein ja/nein	Anzahl	16	40	27	27	29	12	3	1	155
	% innerhalb von Aneurysma ja/nein	10,3%	25,8%	17,4%	17,4%	18,7%	7,7%	1,9%	0,6%	100,0%
ja	Anzahl	0	2	28	35	36	8	3	1	113

	% innerhalb von Aneurysma ja/nein	0,0%	1,8%	24,8%	31,0%	31,9%	7,1%	2,7%	0,9%	100,0%
Gesamt	Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268
	% innerhalb von Aneurysma ja/nein	6,0%	15,7%	20,5%	23,1%	24,3%	7,5%	2,2%	0,7%	100,0%

Altersstatistik Aneurysma ja/nein

Aneurysma ja/nein		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	155	0	72	28,85	16,042
	Gültige Werte (Listenweise)	155				
ja	alter	113	11	70	37,85	11,149
	Gültige Werte (Listenweise)	113				

Mann-Whitney-U-Test Aneurysma ja/nein ^a

	alter
Mann-Whitney-U	5698,000
Wilcoxon-W	17788,000
Z	-4,884
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Aneurysma ja/nein

Lineare Regression Aneurysma ja/nein ^a

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten Beta	T	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B	
	Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler r				Untergrenze e	Obergrenze e
1 (Konstante)	28,852	1,140		25,316	,000	26,608	31,096
Aneurysma ja/nein	8,998	1,755	,300	5,127	,000	5,542	12,454

a. Abhängige Variable: alter

Kreuztabelle Aneurysmatyp * Altersdekaden

		Altersdekaden								Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79		
Aneurysma	nein	Anzahl	16	40	27	27	29	12	3	1	155
		%	10,3	25,8	17,4	17,4	18,7	7,7%	1,9	0,6	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	ASC	Anzahl	0	2	20	27	24	4	3	0	80
		%	0,0%	2,5%	25,0	33,8	30,0	5,0%	3,8	0,0	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	ASC+ARC	Anzahl	0	0	8	8	12	4	0	1	33
		%	0,0%	0,0%	24,2	24,2	36,4	12,1	0,0	3,0	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gesamt	Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268	
	%	6,0%	15,7	20,5	23,1	24,3	7,5%	2,2	0,7	100,0	
	innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%	

Altersstatistik Aneurysmatyp

Aneurysma		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	155	0	72	28,85	16,042
	Gültige Werte (Listenweise)	155				
ASC	alter	80	11	64	36,96	10,814

	Gültige Werte (Listenweise)	80				
ASC+ARC	alter	33	21	70	40,00	11,814
	Gültige Werte (Listenweise)	33				

Kruskal-Wallis Aneurysmatyp → Alter^b

		alter
Kruskal-Wallis H		25,004
df		2
Asymptotische Signifikanz		,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Aneurysma

Logistisch Regression Alter → ASC/ARC

Schritt	alter	Regressionskoeffizient B	Standardfehler r	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall I für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
1 ^a		,040	,014	8,803	1	,003	1,041	1,014	1,069
	Konstante	-3,403	,559	37,052	1	,000	,033		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Bikuspide

Kreuztabelle Aneurysma ja/nein * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
nein	Anzahl	2	13	69	82	122	125	113	89	13	0	628

Aneurysma ja/nein	%	0,3	2,1	11,0	13,1	19,4	19,9	18,0	14,2	2,1	0,0	100,0
	innerhalb von Aneurysma ja/nein	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	ja	Anzahl	1	5	22	77	137	163	122	58	6	1
	%	0,2	0,8	3,7%	13,0	23,1	27,5	20,6	9,8%	1,0	0,2	100,0
	innerhalb von Aneurysma ja/nein	%	%		%	%	%	%		%	%	%
Gesamt	Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220
	%	0,2	1,5	7,5%	13,0	21,2	23,6	19,3	12,0	1,6	0,1	100,0
	innerhalb von Aneurysma ja/nein	%	%		%	%	%	%	%	%	%	%

Altersstatistik

Aneurysma ja/nein		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
nein	alter	628	5	89	51,07	16,836
	Gültige Werte (Listenweise)	628				
ja	alter	592	9	99	52,51	13,625
	Gültige Werte (Listenweise)	592				

Mann-Whitney-U-Test Aneurysma → Alter^a

	alter
Mann-Whitney-U	178840,000
Wilcoxon-W	376346,000
Z	-1,146
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,252

a. Gruppenvariable: Aneurysma ja/nein

Kreuztabelle Aneurysmatyp * Altersdekaden

Altersdekaden

		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	Gesamt	
Aneurysma	nein	Anzahl	2	13	69	82	122	125	113	89	13	0	628
		%	0,3	2,1	11,0	13,1	19,4	19,9	18,0	14,2	2,1	0,0	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ASC		Anzahl	1	4	19	65	114	121	66	30	1	1	422
		%	0,2	0,9	4,5%	15,4	27,0	28,7	15,6	7,1%	0,2	0,2	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ASC+ARC		Anzahl	0	1	3	12	23	42	56	28	5	0	170
		%	0,0	0,6	1,8%	7,1%	13,5	24,7	32,9	16,5	2,9	0,0	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gesamt		Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220
		%	0,2	1,5	7,5%	13,0	21,2	23,6	19,3	12,0	1,6	0,1	100,0
		innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Altersstatistik Aneurysmatyp

Aneurysma		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	628	5	89	51,07	16,836
	Gültige Werte (Listenweise)	628				
ASC	alter	422	9	99	50,22	13,178
	Gültige Werte (Listenweise)	422				
ASC+ARC	alter	170	17	85	58,22	13,065
	Gültige Werte (Listenweise)	170				

Kruskal-Wallis-Test Aneurysmatyp → Alter^{a,b}

		alter
Kruskal-Wallis H		40,271
df		2
Asymptotische Signifikanz		,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Aneurysma

Logistische Regression Alter → Aneurysmatyp

	Regressionskoeffizient B	Standardfehler r	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt 1 ^a	,034	,006	33,551	1	,000	1,035	1,023	1,047
Konstante	-3,684	,347	112,438	1	,000	,025		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Trikuspid**Kreuztabelle Aneurysma * Altersdekaden**

		Altersdekaden										Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90		
Aneurysma	nein	Anzahl	4	1	11	15	40	87	233	412	173	3	979
		% innerhalb von Aneurysma	0,4%	0,1%	1,1%	1,5%	4,1%	8,9%	23,8%	42,1%	17,7%	0,3%	100,0%
	ja	Anzahl	1	8	21	46	90	125	197	197	23	0	708

	% innerhalb von Aneurysma	0,1 %	1,1 %	3,0 %	6,5 %	12,7 %	17,7 %	27,8 %	27,8 %	3,2% %	0,0 %	100,0 %
Gesamt	Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687
	% innerhalb von Aneurysma	0,3 %	0,5 %	1,9 %	3,6 %	7,7% %	12,6 %	25,5 %	36,1 %	11,6 %	0,2 %	100,0 %

Altersstatistik

Aneurysma ja/nein		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
nein	alter	979	1	94	69,34	12,558
	Gültige Werte (Listenweise)	979				
ja	alter	708	8	88	59,85	14,908
	Gültige Werte (Listenweise)	708				

Mann-Whitney-U-Test^a

	alter
Mann-Whitney-U	204711,000
Wilcoxon-W	455697,000
Z	-14,372
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Aneurysma ja/nein

Koeffizienten^a

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	95,0% Konfidenzintervalle für B		Kollinearitätsstatistik
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze	
			Beta					

1 (Konstante)	69,338	,434		159,602	,000	68,486	70,190		
Aneurysma ja/nein	-9,489	,671	-,326	-14,150	,000	-10,805	-8,174	1,000	1,000

a. Abhängige Variable: alter

Lineare Regression Aneurysma→Alter

Variable	Signifikanz	Regr.Koeff.	KI	10%Referenzbereich
Aneurysma →Alter plus Geschlecht plus Vitium	ja	-9,489 -9,449 -6,347	(-10,805)-(-8,174)	-8,5401 -10,4379

Kreuztabelle Aneurysmatyp * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
Aneurysma nein	Anzahl	4	1	11	15	40	87	233	412	173	3	979
	%	0,4	0,1	1,1	1,5	4,1%	8,9%	23,8	42,1	17,7	0,3	100,0
	innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%			%	%	%	%	%
ASC	Anzahl	1	8	13	33	62	77	91	51	3	0	339
	%	0,3	2,4	3,8	9,7	18,3	22,7	26,8	15,0	0,9%	0,0	100,0
	innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%	%	%	%	%		%	%
ASC+ARC	Anzahl	0	0	8	13	28	48	106	146	20	0	369
	%	0,0	0,0	2,2	3,5	7,6%	13,0	28,7	39,6	5,4%	0,0	100,0
	innerhalb von Aneurysma	%	%	%	%		%	%	%		%	%
Gesamt	Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687

	%	0,3	0,5	1,9	3,6	7,7%	12,6	25,5	36,1	11,6	0,2	100,0
	innerhalb	%	%	%	%		%	%	%	%	%	%
	von											
	Aneurys											
	ma											

Altersstatistik

Aneurysma		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
nein	alter	979	1	94	69,34	12,558
	Gültige Werte (Listenweise)	979				
ASC	alter	339	8	84	54,33	15,234
	Gültige Werte (Listenweise)	339				
ASC+ARC	alter	369	22	88	64,92	12,649
	Gültige Werte (Listenweise)	369				

Kruskal-Wallis-Test Aneurysmatyp → Alter^{a,b}

	alter
Kruskal-Wallis H	286,357
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Aneurysma

Logistische Regression Alter → ASC/ARC

		Regressionskoeffizient	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall I für EXP(B)	
		B	r					Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt	alter	-,003	,004	,437	1	,509	,997	,989	1,005
t 1 ^a	Konstante	-1,099	,270	16,58	1	,000	,333		
				2					

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Fusionstypen BAV (R/L und R/A)**Kreuztabelle Fusionstyp * Aneurysma ja/nein**

		Aneurysma ja/nein		Gesamt	
		nein	ja		
Fusionstyp	R/L	Anzahl	532	521	1053
		% innerhalb von Fusionstyp	50,5%	49,5%	100,0%
	R/A	Anzahl	90	67	157
		% innerhalb von Fusionstyp	57,3%	42,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	622	588	1210	
	% innerhalb von Fusionstyp	51,4%	48,6%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test FT→Aneurysma ja/nein

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,531 ^a	1	,112		
Kontinuitätskorrektur ^b	2,266	1	,132		
Likelihood-Quotient	2,541	1	,111		
Exakter Test nach Fisher				,123	,066
Zusammenhang linear-mit- linear	2,529	1	,112		
Anzahl der gültigen Fälle	1210				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 76,29.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Kreuztabelle Fusionstyp * isoliertes Ascendensaneurysma

		isoliertes Ascendensaneurysma		Gesamt	
		nein	ja		
Fusionstyp	R/L	Anzahl	663	390	1053
		% innerhalb von Fusionstyp	63,0%	37,0%	100,0%
	R/A	Anzahl	128	29	157
		% innerhalb von Fusionstyp	81,5%	18,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	791	419	1210	
	% innerhalb von Fusionstyp	65,4%	34,6%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test FT→iASC

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	20,804 ^a	1	,000		
Kontinuitätskorrektur ^b	19,992	1	,000		
Likelihood-Quotient	22,762	1	,000		
Exakter Test nach Fisher				,000	,000
Zusammenhang linear-mit- linear	20,787	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	1210				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 54,37.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Logistische Regression FT→iASC

	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp (B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
							Untere r Wert	Oberer Wert
Schritt 1 ^a Fusionstyp(1)	-,954	,215	19,633	1	,000	,385	,253	,587
Konstante	-,531	,064	69,140	1	,000	,588		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Fusionstyp.

Kreuztabelle Fusionstyp * kombiniertes Ascendens- und Bogenaneurysma

Fusionstyp	R/L	Anzahl	kombiniertes Ascendens- und Bogenaneurysma		Gesamt
			nein	ja	
	R/L	922	131	1053	
	% innerhalb von Fusionstyp	87,6%	12,4%	100,0%	
	R/A	119	38	157	
	% innerhalb von Fusionstyp	75,8%	24,2%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	1041	169	1210	
	% innerhalb von Fusionstyp	86,0%	14,0%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test FT→ASC/ARC

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	15,733 ^a	1	,000		
Kontinuitätskorrektur ^b	14,770	1	,000		
Likelihood-Quotient	13,743	1	,000		
Exakter Test nach Fisher				,000	,000
Zusammenhang linear-mit- linear	15,720	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	1210				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 21,93.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Logistische Regression FT→ASC/ARC

	Regressionskoeffizien- tB	Standardfehl- er	Wald	d f	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzinterv all für EXP(B)	
							Untere r Wert	Oberer Wert
Schritt 1 ^a Fusionstyp(1)	,810	,208	15,097	1	,000	2,247	1,494	3,381
Konstante	-1,951	,093	436,760	1	,000	,142		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Fusionstyp.

7.6 Anhang zu „4.6: Dissektion“

Kreuztabelle Dissektion * Altersdekaden

	nein	Anzahl	Altersdekaden									Gesam- t
			0-9	10- 19	20- 29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80- 89	
		24	69	171	266	427	494	650	733	208	4	3046

Dissektion	% innerhalb von Dissektion	0,8%	2,3%	5,6%	8,7%	14,0%	16,2%	21,3%	24,1%	6,8%	0,1%	100,0%
	ja	Anzahl	0	0	7	16	27	26	21	25	7	0
	% innerhalb von Dissektion	0,0%	0,0%	5,4%	12,4%	20,9%	20,2%	16,3%	19,4%	5,4%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175
	% innerhalb von Dissektion	0,8%	2,2%	5,6%	8,9%	14,3%	16,4%	21,1%	23,9%	6,8%	0,1%	100,0%

Chi-Quadrat-Test Morphologie→Dissektion

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	59,079 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	68,257	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	53,206	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 10,89.

Logistische Regression: Morphologie→Dissektion

Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich	Alter	Geschlecht
uni-bi	ja		0,5			
	nein	3,773	- 28,47	3,395	4,150	
uni-tri	ja	0,053	- 0,007	0,047	0,058	0,018
			0,38			0,052
bi-tri	ja	0,201	- 0,120	0,180	0,221	0,125
			0,33			0,192

Unikuspid**Kreuztabelle Dissektion * Altersdekaden**

		Altersdekaden								Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79		
Dissektion	nein	Anzahl	16	42	55	62	64	20	6	2	267
		% innerhalb von Dissektion	6,0%	15,7%	20,6%	23,2%	24,0%	7,5%	2,2%	0,7%	100,0%
	ja	Anzahl	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		% innerhalb von Dissektion	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268	
	% innerhalb von Dissektion	6,0%	15,7%	20,5%	23,1%	24,3%	7,5%	2,2%	0,7%	100,0%	

Bikuspid**Kreuztabelle Dissektion * Altersdekaden**

		Altersdekaden										Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90		
Dissektion	nein	Anzahl	3	18	90	157	253	286	232	146	17	1	1203
		% innerhalb von Dissektion	0,2%	1,5%	7,5%	13,1%	21,0%	23,8%	19,3%	12,1%	1,4%	0,1%	100,0%
	ja	Anzahl	0	0	1	2	6	2	3	1	2	0	17
		% innerhalb von Dissektion	0,0%	0,0%	5,9%	11,8%	35,3%	11,8%	17,6%	5,9%	11,8%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220	
	% innerhalb von Dissektion	0,2%	1,5%	7,5%	13,0%	21,2%	23,6%	19,3%	12,0%	1,6%	0,1%	100,0%	

Trikuspid

Kreuztabelle Dissektion * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
Dissektion nein	Anzahl	5	9	26	47	110	188	412	585	191	3	1576
	%	0,3	0,6	1,6	3,0%	7,0%	11,9	26,1	37,1	12,1	0,2	100,0
	innerhalb von Dissektion	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Dissektion ja	Anzahl	0	0	6	14	20	24	18	24	5	0	111
	%	0,0	0,0	5,4	12,6	18,0	21,6	16,2	21,6	4,5%	0,0	100,0
	innerhalb von Dissektion	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gesamt	Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687
	%	0,3	0,5	1,9	3,6%	7,7%	12,6	25,5	36,1	11,6	0,2	100,0
	innerhalb von Dissektion	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Patienten mit Aneurysma

Chi-Quadrat-Test Morphologie→Dissektion

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	73,800 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	82,792	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	65,462	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1413		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 10,32.

Logistische Regression Morphologie→Dissektion

	Morphologie	Signifikanz	Exp(B)	KI
	bi-uni	nein	3,311	0,436-25,135
	uni-tri	ja	0,048	0,007-0,347
	bi-tri	ja	0,159	0,094-0,268

7.7 Anhang zu „4.7: Koronare Herzkrankheit“

Gesamtkollektiv

Kreuztabelle KHK * Altersdekaden

			Altersdekaden									Gesamt	
			0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89		>90
KHK	nein	Anzahl	24	69	178	278	428	446	496	419	107	2	2447
		%	1,0	2,8	7,3	11,4	17,5	18,2	20,3	17,1	4,4%	0,1%	100,0
		innerhalb von KHK ja/nein	%	%	%	%	%	%	%	%			%
	ja	Anzahl	0	0	0	4	26	74	175	339	108	2	728
		%	0,0	0,0	0,0	0,5%	3,6%	10,2	24,0	46,6	14,8	0,3%	100,0
		innerhalb von KHK ja/nein	%	%	%			%	%	%	%		%
Gesamt	Anzahl	24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175	
	%	0,8	2,2	5,6	8,9%	14,3	16,4	21,1	23,9	6,8%	0,1%	100,0	
	innerhalb von KHK ja/nein	%	%	%		%	%	%	%			%	

Altersstatistik.

nein	N	Gültig	2447
		Fehlend	0
	Mittelwert		53,58
	Std.-Abweichung		17,890
ja	N	Gültig	728
		Fehlend	0
	Mittelwert		70,12
	Std.-Abweichung		9,717

Mann-Whitney-U-Test

	alter
Mann-Whitney-U	384993,500
Wilcoxon-W	3380121,500
Z	-23,294
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: CAD ja/nein

Logistische Regression

Schritt	alter	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
1 ^a	Konstante	-6,273	,276	516,004	1	,000	,002		
		,080	,004	393,860	1	,000	1,083	1,075	1,092

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Kreuztabelle Morphologie * KHK

Morphologie	unikuspid	Anzahl	KHK ja/nein		Gesamt
			nein	ja	
			262	6	268
		% innerhalb von Morphologie	97,8%	2,2%	100,0%

	bikuspid	Anzahl	1069	151	1220
		% innerhalb von Morphologie	87,6%	12,4%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	1116	571	1687
		% innerhalb von Morphologie	66,2%	33,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	2447	728	3175
		% innerhalb von Morphologie	77,1%	22,9%	100,0%

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	255,586 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	288,625	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	245,951	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 61,45.

Logistische Regression: Morphologie→KHK

Morpho- logie	Signifi- kanz	"0- Modell"	KI	10%- Referenzbereich		Al- ter	Ge- schlecht	Vitium	Vitium dichot.
bi-uni	ja	6,168	2,69	5,551	6,784	1,77	6,039	4,523	
	ja		- 14,1 03 0,02						
uni-tri	ja	0,045	- 0,10 0,22	0,040	0,049	0,32	0,043	0,065	0,026
bi-tri	ja	0,276	- 0,33	0,248	0,303	0,57	0,259	0,294	0,265

Unikuspid

Kreuztabelle KHK * Altersdekaden

		Altersdekaden								
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60- 69	70- 79	Gesamt
KHK	nein Anzahl	16	42	55	62	61	18	6	2	262

	% innerhalb von KHK ja/nein	6,1%	16,0%	21,0%	23,7%	23,3%	6,9%	2,3%	0,8%	100,0%
ja	Anzahl	0	0	0	0	4	2	0	0	6
	% innerhalb von KHK ja/nein	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268
	% innerhalb von CAD ja/nein	6,0%	15,7%	20,5%	23,1%	24,3%	7,5%	2,2%	0,7%	100,0%

Altersstatistik

nein	N	Gültig	262
		Fehlend	0
	Mittelwert		32,28
	Std.-Abweichung		14,800
ja	N	Gültig	6
		Fehlend	0
	Mittelwert		48,50
	Std.-Abweichung		5,089

Mann-Whitney-U-Test

	alter
Mann-Whitney-U	232,000
Wilcoxon-W	34685,000
Z	-2,952
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,003

a. Gruppenvariable: CAD ja/nein

Logistische Regression

Schritt	alter	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
1 ^a	Konstante	-7,200	1,651	19,012	1	,000	,001		
		,084	,033	6,311	1	,012	1,088	1,019	1,161

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Bikuspid**Kreuztabelle KHK * Altersdekaden**

			Altersdekaden									Gesam	
			0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	t
KHK	nein	Anzahl	3	18	91	157	250	253	194	89	13	1	1069
		%	0,3	1,7	8,5	14,7	23,4	23,7	18,1	8,3%	1,2	0,1	100,0%
		innerhalb von KHK ja/nein	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
	ja	Anzahl	0	0	0	2	9	35	41	58	6	0	151
		%	0,0	0,0	0,0	1,3%	6,0%	23,2	27,2	38,4	4,0	0,0	100,0%
		innerhalb von KHK ja/nein	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Gesamt	Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220	
	%	0,2	1,5	7,5	13,0	21,2	23,6	19,3	12,0	1,6	0,1	100,0%	
	innerhalb von KHK ja/nein	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		

Altersstatistik

nein	N	Gültig	1069
		Fehlend	0
	Mittelwert	49,89	
	Std.-Abweichung	15,037	
ja	N	Gültig	151
		Fehlend	0
	Mittelwert	65,07	
	Std.-Abweichung	10,359	

Mann-Whitney-U-Test

alter

Mann-Whitney-U	33249,000
Wilcoxon-W	605164,000
Z	-11,713
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: CAD ja/nein

Logistische Regression

Schritt	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
							Unterer Wert	Oberer Wert
alter	,083	,008	108,569	1	,000	1,087	1,070	1,104
Konstante	-6,786	,511	176,509	1	,000	,001		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Trikuspid

Kreuztabelle KHK * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
KHK nein	Anzahl	5	9	32	59	117	175	296	328	94	1	1116
	% innerhalb von CAD ja/nein	0,4	0,8	2,9	5,3	10,5	15,7	26,5	29,4	8,4%	0,1	100,0%
KHK ja	Anzahl	0	0	0	2	13	37	134	281	102	2	571
	% innerhalb von CAD ja/nein	0,0	0,0	0,0	0,4	2,3%	6,5%	23,5	49,2	17,9	0,4	100,0%
Gesamt	Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687

%	0,3	0,5	1,9	3,6	7,7%	12,6	25,5	36,1	11,6	0,2	100,0%
innerhalb von CAD ja/nein	%	%	%	%		%	%	%	%	%	

Altersstatistik

nein	N	Gültig	1116
		Fehlend	0
	Mittelwert	62,12	
	Std.-Abweichung	15,545	
ja	N	Gültig	571
		Fehlend	0
	Mittelwert	71,68	
	Std.-Abweichung	8,824	

Mann-Whitney-U-Test

	alter
Mann-Whitney-U	195749,000
Wilcoxon-W	819035,000
Z	-12,983
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: CAD ja/nein

Logistische Regression

Schritt	alter	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
1 ^a		,064	,005	147,424	1	,000	1,066	1,055	1,077
	Konstante	-4,981	,370	181,707	1	,000	,007		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Weiteres

Chi-Quadrat-Test Vitium*KHK

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	300,246 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	278,630	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	191,284	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 74,06.

Kreuztabelle Morphologie * KHK (AS)

		CAD ja/nein		Gesamt	
		nein	ja		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	39	1	40
		% innerhalb von Morphologie	97,5%	2,5%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	207	71	278
		% innerhalb von Morphologie	74,5%	25,5%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	230	304	534
		% innerhalb von Morphologie	43,1%	56,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	476	376	852
		% innerhalb von Morphologie	55,9%	44,1%	100,0%

Chi-Quadrat-Test (AS)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	102,563 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	114,101	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	101,758	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	852		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 17,65.

Kreuztabelle Morphologie * KHK (AI)

		CAD ja/nein		Gesamt	
		nein	ja		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	95	2	97

	% innerhalb von Morphologie	97,9%	2,1%	100,0%
bikuspid	Anzahl	778	56	834
	% innerhalb von Morphologie	93,3%	6,7%	100,0%
trikuspid	Anzahl	838	231	1069
	% innerhalb von Morphologie	78,4%	21,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	1711	289	2000
	% innerhalb von Morphologie	85,5%	14,4%	100,0%

Chi-Quadrat-Test (AI)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	96,729 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	106,207	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	91,394	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2000		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 14,02.

Kreuztabelle Morphologie * KHK (KO)

		CAD ja/nein		Gesamt	
		nein	ja		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	128	3	131
		% innerhalb von Morphologie	97,7%	2,3%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	84	24	108
		% innerhalb von Morphologie	77,8%	22,2%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	48	36	84
		% innerhalb von Morphologie	57,1%	42,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	260	63	323
		% innerhalb von Morphologie	80,5%	19,5%	100,0%

Chi-Quadrat-Test (KO)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	54,411 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	61,039	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	54,237	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	323		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 16,38.

		Logistische Regression (AS)						95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
		Regressions koeffizientB	Standard fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt	alter	,053	,007	50,541	1	,000	1,054	1,039	1,069
t 1 ^a	Konstante	-3,958	,535	54,649	1	,000	,019		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

		Logistische Regression (AI)						95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
		Regressions koeffizientB	Standard fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt	alter	,075	,006	169,144	1	,000	1,078	1,066	1,091
t 1 ^a	Konstante	-6,241	,376	274,813	1	,000	,002		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

		Logistische Regression (KO)						95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
		Regressions koeffizientB	Standard fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt	alter	,084	,012	47,132	1	,000	1,087	1,062	1,114
t 1 ^a	Konstante	-6,444	,826	60,893	1	,000	,002		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

7.8 Anhang zu „4.8 Mitralklappeninsuffizienz“

Kreuztabelle Mitralklappeninsuffizienz * Altersdekaden

		Altersdekaden											Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90		
Mitralklappen in suffizienz	nein	Anzahl	22	68	175	273	439	493	606	647	186	4	2913
		% innerhalb von Mitralklappen insuffizienz	0,8 %	2,3 %	6,0 %	9,4 %	15,1 %	16,9 %	20,8 %	22,2 %	6,4 %	0,1 %	100,0 %
	ja	Anzahl	2	1	3	9	15	27	65	111	29	0	262
		% innerhalb von Mitralklappen insuffizienz	0,8 %	0,4 %	1,1 %	3,4 %	5,7 %	10,3 %	24,8 %	42,4 %	11,1 %	0,0 %	100,0 %
	Gesamt	Anzahl	24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175
		% innerhalb von Mitralklappen insuffizienz	0,8 %	2,2 %	5,6 %	8,9 %	14,3 %	16,4 %	21,1 %	23,9 %	6,8 %	0,1 %	100,0 %

Chi-Quadrat-Test Dekaden→MR

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	95,881 ^a	9	,000
Likelihood-Quotient	102,066	9	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	75,898	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 3 Zellen (15,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,33.

Logistische Regression Alter→MR

		Regressions koeffizient B	Standard fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt 1 ^a	alter	,040	,005	71,781	1	,000	1,041	1,031	1,050
	Konstante	-4,871	,316	237,737	1	,000	,008		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Logistische Regression: Morphologie→MR

Morpho-logie	Signifi-kanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich	Alter	Ge-schlecht	
bi-uni	ja	5,802	1,404	5,2218	6,3822	3,618	5,91
	ja		-				
uni-tri	ja	0,053	23,983	0,0477	0,0583	0,117	0,054
	ja		0,013				
bi-tri	ja	0,309	0,215	0,2781	0,3399	0,423	0,322
	ja		0,225				
			0,423				

Altersstatistik

Morphologie		N	Mittelwert	Std.-Abweichung
unikuspid	alter	2	8,50	,707
	Gültige Werte (Listenweise)	2		
bikuspid	alter	51	55,35	13,307
	Gültige Werte (Listenweise)	51		
trikuspid	alter	209	69,85	11,003
	Gültige Werte (Listenweise)	209		

Kruskal-Wallis-Test^{a,b}

	alter
Kruskal-Wallis H	55,975
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

a. Kruskal-Wallis-Test

b. Gruppenvariable: Morphologie

Unikuspid

Mitralklappeninsuffizienz * Altersdekaden Kreuztabelle

		Altersdekaden									Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79		
Mitral	nein	Anzahl	14	42	55	62	65	20	6	2	266
klappen	insuffizienz	% innerhalb von	5,3%	15,8	20,7	23,3	24,4	7,5	2,3	0,8	100,0
		Mitralklappeninsuffizienz		%	%	%	%	%	%	%	%
		z									

ja	Anzahl	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	% innerhalb von Mitralklappeninsuffizienz	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
	Z									
Gesamt	Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268
	% innerhalb von Mitralklappeninsuffizienz	6,0% %	15,7 %	20,5 %	23,1 %	24,3 %	7,5 %	2,2 %	0,7 %	100,0 %
	Z									

Altersstatistik

Mitralklappeninsuffizienz		N	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	266	32,83	14,752
	Gültige Werte (Listenweise)	266		
ja	alter	2	8,50	,707
	Gültige Werte (Listenweise)	2		

Mann-Whitney-U-Test MR→Alter

	alter
Mann-Whitney-U	24,500
Wilcoxon-W	27,500
Z	-2,212
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,027

a. Gruppenvariable: Mitralklappeninsuffizienz

Bikuspid

Mitralklappeninsuffizienz * Altersdekaden Kreuztabelle

		Altersdekaden										Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>9		
Mitralklappeninsuffizienz	nein	Anzahl	3	18	89	153	253	272	222	139	19	1	1169
		% innerhalb von Mitralklappeninsuffizienz	0,3 %	1,5 %	7,6 %	13, 1%	21, 6%	23, 3%	19, 0%	11, 9%	1,6 %	0,1 %	100, 0%
	ja	Anzahl	0	0	2	6	6	16	13	8	0	0	51

	% innerhalb von Mitralklappeninsu ffizienz	0,0 %	0,0 %	3,9 %	11, 8%	11, 8%	31, 4%	25, 5%	15, 7%	0,0 %	0,0 %	100, 0%
Gesamt	Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220
	% innerhalb von Mitralklappeninsu ffizienz	0,2 %	1,5 %	7,5 %	13, 0%	21, 2%	23, 6%	19, 3%	12, 0%	1,6 %	0,1 %	100, 0%

Altersstatistik

Mitralklappeninsuffizienz		N	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	1169	51,61	15,443
	Gültige Werte (Listenweise)	1169		
ja	alter	51	55,35	13,307
	Gültige Werte (Listenweise)	51		

Mann-Whitney-U-Test MR→Alter^a

	alter
Mann-Whitney-U	25358,500
Wilcoxon-W	709223,500
Z	-1,808
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,071

a. Gruppenvariable: Mitralklappeninsuffizienz

Logistisch Regression Alter→MR

Schritt	alter	Regressions koeffizientB	Standard fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
								Unterer Wert	Oberer Wert
1 ^a	Konstante	-4,005	,550	53,069	1	,000	,018		
		,016	,010	2,878	1	,090	1,016	,997	1,036

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Trikuspid

Mitralklappeninsuffizienz * Altersdekaden Kreuztabelle

		Altersdekaden											Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>9		
Mitralklappeninsuffizienz	nein	Anzahl	5	8	31	58	121	201	378	506	167	3	1478
		% innerhalb von Mitralklappeninsuffizienz	0,3 %	0,5 %	2,1 %	3,9 %	8,2 %	13,6 %	25,6 %	34,2 %	11,3 %	0,2 %	100,0 %
	ja	Anzahl	0	1	1	3	9	11	52	103	29	0	209
		% innerhalb von Mitralklappeninsuffizienz	0,0 %	0,5 %	0,5 %	1,4 %	4,3 %	5,3 %	24,9 %	49,3 %	13,9 %	0,0 %	100,0 %
Gesamt		Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687
		% innerhalb von Mitralklappeninsuffizienz	0,3 %	0,5 %	1,9 %	3,6 %	7,7 %	12,6 %	25,5 %	36,1 %	11,6 %	0,2 %	100,0 %

Altersstatistik

Mitralklappeninsuffizienz		N	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	1478	64,72	14,681
	Gültige Werte (Listenweise)	1478		
ja	alter	209	69,85	11,003
	Gültige Werte (Listenweise)	209		

Mann-Whitney-U-Test MR→Alter^a

		alter
Mann-Whitney-U		122182,000
Wilcoxon-W		1215163,000
Z		-4,897
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,000

a. Gruppenvariable: Mitralklappeninsuffizienz

Logistische Regression Alter→MR

Regressionskoeffizient B	Standardfehler r	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall I für EXP(B)
--------------------------	------------------	------	----	------	--------	-------------------------------------

								Unterer Wert	Oberer Wert
Schritt 1 ^a	alter	,031	,006	22,798	1	,000	1,031	1,018	1,044
	Konstante	-4,023	,451	79,492	1	,000	,018		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: alter.

Weiteres

Kreuztabelle Endokarditis * Mitralklappeninsuffizienz (unikuspid)

		Mitralklappeninsuffizienz		Gesamt	
		nein	ja		
Endokarditis	nein	Anzahl	261	2	263
		% innerhalb von Endokarditis	99,2%	0,8%	100,0%
	ja	Anzahl	5	0	5
		% innerhalb von Endokarditis	100,0%	0,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	266	2	268
		% innerhalb von Endokarditis	99,3%	0,7%	100,0%

Chi-Quadrat-Test IE→MR (unikuspid)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,038 ^a	1	,845		
Kontinuitätskorrektur ^b	,000	1	1,000		
Likelihood-Quotient	,076	1	,783		
Exakter Test nach Fisher				1,000	,963
Zusammenhang linear-linear	,038	1	,845		
Anzahl der gültigen Fälle	268				

a. 3 Zellen (75,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,04.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Kreuztabelle Endokarditis * Mitralklappeninsuffizienz (bikuspid)

		Mitralklappeninsuffizienz		Gesamt	
		nein	ja		
Endokarditis	nein	Anzahl	1133	44	1177
		% innerhalb von Endokarditis	96,3%	3,7%	100,0%
	ja	Anzahl	36	7	43
		% innerhalb von Endokarditis	83,7%	16,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	1169	51	1220	
	% innerhalb von Endokarditis	95,8%	4,2%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test IE→MR (bikuspid)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	16,288 ^a	1	,000		
Kontinuitätskorrektur ^b	13,308	1	,000		
Likelihood-Quotient	9,909	1	,002		
Exakter Test nach Fisher				,001	,001
Zusammenhang linear-mit- linear	16,275	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	1220				

a. 1 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,80.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Kreuztabelle Endokarditis * Mitralklappeninsuffizienz (trikuspid)

		Mitralklappeninsuffizienz		Gesamt	
		nein	ja		
Endokarditis	nein	Anzahl	1420	189	1609
		% innerhalb von Endokarditis	88,3%	11,7%	100,0%
	ja	Anzahl	58	20	78
		% innerhalb von Endokarditis	74,4%	25,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	1478	209	1687	
	% innerhalb von Endokarditis	87,6%	12,4%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test IE→MR (trikuspid)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	13,232 ^a	1	,000		

Kontinuitätskorrektur ^b	11,983	1	,001		
Likelihood-Quotient	10,693	1	,001		
Exakter Test nach Fisher				,001	,001
Zusammenhang linear-mit-linear	13,225	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	1687				

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 9,66.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Kreuztabelle Endokarditis * Altersdekaden bei BAV mit MR

		Altersdekaden						Gesamt	
		20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79		
Endokarditis	nein	Anzahl	2	2	6	15	12	7	44
		% innerhalb von Altersdekaden	100,0%	33,3%	100,0%	93,8%	92,3%	87,5%	86,3%
	ja	Anzahl	0	4	0	1	1	1	7
		% innerhalb von Altersdekaden	0,0%	66,7%	0,0%	6,3%	7,7%	12,5%	13,7%
Gesamt		Anzahl	2	6	6	16	13	8	51
		% innerhalb von Altersdekaden	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Kreuztabelle Endokarditis * Altersdekaden bei TAV mit MR

		Altersdekaden								Gesamt	
		10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89		
Endokarditis	nein	Anzahl	1	1	2	5	7	45	99	29	189
		% innerhalb von Altersdekaden	100,0%	100,0%	66,7%	55,6%	63,6%	86,5%	96,1%	100,0%	90,4%
	ja	Anzahl	0	0	1	4	4	7	4	0	20
		% innerhalb von Altersdekaden	0,0%	0,0%	33,3%	44,4%	36,4%	13,5%	3,9%	0,0%	9,6%
Gesamt		Anzahl	1	1	3	9	11	52	103	29	209

% innerhalb von Altersdekaden	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %
-------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

7.9 Anhang zu „4.9 Infektiöse Endokarditis“

Kreuztabelle Endokarditis * Altersdekaden

		Altersdekaden										Gesamt	
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90		
Endokarditis	nein	Anzahl	24	68	165	260	435	498	637	745	213	4	3049
		% innerhalb von Endokarditis	0,8 %	2,2 %	5,4 %	8,5 %	14,3 %	16,3 %	20,9 %	24,4 %	7,0 %	0,1 %	100,0 %
	ja	Anzahl	0	1	13	22	19	22	34	13	2	0	126
		% innerhalb von Endokarditis	0,0 %	0,8 %	10,3 %	17,5 %	15,1 %	17,5 %	27,0 %	10,3 %	1,6 %	0,0 %	100,0 %
Gesamt		Anzahl	24	69	178	282	454	520	671	758	215	4	3175
		% innerhalb von Endokarditis	0,8 %	2,2 %	5,6 %	8,9 %	14,3 %	16,4 %	21,1 %	23,9 %	6,8 %	0,1 %	100,0 %

Altersstatistik

Endokarditis		N	Mittelwert	Std.-Abweichung
nein	alter	3049	57,61	17,814
	Gültige Werte (Listenweise)	3049		
ja	alter	126	51,59	16,312
	Gültige Werte (Listenweise)	126		

Mann-Whitney-U-Test: Endokarditis → Alter^a

	alter
Mann-Whitney-U	148821,500
Wilcoxon-W	156822,500
Z	-4,291
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Endokarditis

Kreuztabelle Morphologie * Endokarditis

		Endokarditis		Gesamt	
		nein	ja		
Morphologie	unikuspid	Anzahl	263	5	268
		% innerhalb von Morphologie	98,1%	1,9%	100,0%
	bikuspid	Anzahl	1177	43	1220
		% innerhalb von Morphologie	96,5%	3,5%	100,0%
	trikuspid	Anzahl	1609	78	1687
		% innerhalb von Morphologie	95,4%	4,6%	100,0%
Gesamt	Anzahl	3049	126	3175	
	% innerhalb von Morphologie	96,0%	4,0%	100,0%	

Chi-Quadrat-Test Morphologie → IE

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	5,640 ^a	2	,060
Likelihood-Quotient	6,308	2	,043
Zusammenhang linear-mit-linear	5,530	1	,019
Anzahl der gültigen Fälle	3175		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 10,64.

Logistische Regression: Morphologie → IE

Morphologie	Signifikanz	"0-Modell"	KI	10%-Referenzbereich	
bi-uni	nein				
	nein	1,922	0,754-4,898		
uni-tri	ja	0,392	0,157-0,978	0,3528	0,431
bi-tri	nein	0,754	0,515-1,102	0,678	0,829

Altersstatistik der drei Morphologien

unikuspid	N	Gültig	5
		Fehlend	0
	Mittelwert		31,00
	Std.-Abweichung		11,705
bikuspid	N	Gültig	43
		Fehlend	0
	Mittelwert		42,28
	Std.-Abweichung		13,734
trikuspid	N	Gültig	78
		Fehlend	0
	Mittelwert		58,04
	Std.-Abweichung		14,279

Kruskal-Wallis-Test^b

	alter
Kruskal-Wallis H	33,525
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

b. Gruppenvariable: Morphologie

Unikuspid

Kreuztabelle Endokarditis * Altersdekaden

		Altersdekaden								Gesamt
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	
Endokarditis nein	Anzahl	16	42	52	61	65	19	6	2	263
	% innerhalb von Endokarditis	6,1%	16,0%	19,8%	23,2%	24,7%	7,2%	2,3%	0,8%	100,0%
	ja	Anzahl	0	0	3	1	0	1	0	0
	% innerhalb von Endokarditis	0,0%	0,0%	60,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gesamt	Anzahl	16	42	55	62	65	20	6	2	268
	% innerhalb von Endokarditis	6,0%	15,7%	20,5%	23,1%	24,3%	7,5%	2,2%	0,7%	100,0%

Altersstatistik

nein	N	Gültig	263
		Fehlend	0
	Mittelwert		32,68
	Std.-Abweichung		14,914
ja	N	Gültig	5
		Fehlend	0
	Mittelwert		31,00
	Std.-Abweichung		11,705

Mann-Whitney-U-Test^a

	alter
Mann-Whitney-U	600,000
Wilcoxon-W	615,000
Z	-,335
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,738

a. Gruppenvariable: Endokarditis

Bikuspid

Endokarditis * Altersdekaden Kreuztabelle

			Altersdekaden										
			0-9	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	>90	Gesa
Endokardit	nei	Anzahl	3	17	85	144	251	282	229	146	19	1	1177
is	n	%	0,3	1,4	7,2%	12,2	21,3	24,0	19,5	12,4	1,6	0,1	100,0
		innerhalb von Endokarditis	%	%		%	%	%	%	%	%	%	%

ja	Anzahl	0	1	6	15	8	6	6	1	0	0	43
	%	0,0	2,3	14,0	34,9	18,6	14,0	14,0	2,3%	0,0	0,0	100,0
	innerhalb	%	%	%	%	%	%	%		%	%	%
	von											
Gesamt	Anzahl	3	18	91	159	259	288	235	147	19	1	1220
	%	0,2	1,5	7,5%	13,0	21,2	23,6	19,3	12,0	1,6	0,1	100,0
	innerhalb	%	%		%	%	%	%	%	%	%	%
	von											
Endokarditis	Anzahl											
	%											
	innerhalb											
	von											

Altersstatistik

nein	N	Gültig	1177
		Fehlend	0
	Mittelwert		52,12
	Std.-Abweichung		15,324
ja	N	Gültig	43
		Fehlend	0
	Mittelwert		42,28
	Std.-Abweichung		13,734

Mann-Whitney-U-Test^a

	alter
Mann-Whitney-U	15780,500
Wilcoxon-W	16726,500
Z	-4,198
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Endokarditis

Trikuspid

Kreuztabelle Endokarditis * Altersdekaden

	Altersdekaden										Gesamt
	0-9	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	>90	
	19	29	39	49	59	69	79	89			mt

Endokarditis	nein	Anzahl	5	9	28	55	119	197	402	597	194	3	1609
		%	0,3	0,6	1,7	3,4	7,4%	12,2	25,0	37,1	12,1	0,2	100,0
		innerhalb von Endokarditis	%	%	%	%		%	%	%	%	%	%
Endokarditis	ja	Anzahl	0	0	4	6	11	15	28	12	2	0	78
		%	0,0	0,0	5,1	7,7	14,1	19,2	35,9	15,4	2,6%	0,0	100,0
		innerhalb von Endokarditis	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gesamt		Anzahl	5	9	32	61	130	212	430	609	196	3	1687
		%	0,3	0,5	1,9	3,6	7,7%	12,6	25,5	36,1	11,6	0,2	100,0
		innerhalb von Endokarditis	%	%	%	%		%	%	%	%	%	%

Altersstatistik

nein	N	Gültig	1609
		Fehlend	0
	Mittelwert	65,71	
	Std.-Abweichung	14,288	
ja	N	Gültig	78
		Fehlend	0
	Mittelwert	58,04	
	Std.-Abweichung	14,279	

Mann-Whitney-U-Test^a

	alter
Mann-Whitney-U	40562,500
Wilcoxon-W	43643,500
Z	-5,283
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Gruppenvariable: Endokarditis

8 Publikationen und Dank

8.1 Publikationen

Im Rahmen der vorliegenden Dissertationsarbeit befindet sich das Manuskript für folgende Publikation in Vorbereitung: Buck JM, Froede L, Schöpe J, Michelena HI, Schäfers HJ. Frequency by decades of unicuspid, bicuspid, tricuspid, and quadricuspid aortic valves in adults and children having aortic valve reconstruction or replacement for the first time.

8.2 Dank

Mein Dank gehört meinem Doktorvater und Betreuer: Herrn Prof. Dr. Hans-Joachim Schäfers- ein großer Chirurg, guter Arzt und geduldiger Lehrer. Ich danke Ihnen für die Überlassung dieses wichtigen und aktuellen Themas. Ich danke Ihnen für die jahrelange zielführende Betreuung bei der Ausarbeitung. Und darüber hinaus möchte ich mich herzlich für Ihre Menschlichkeit bedanken. Sie waren und sind mir persönlich eine wichtige Stütze. Ich bedanke mich für all das, was ich von Ihnen lernen durfte und schätze mich glücklich, dass Sie mich auch weiterhin auf meinem medizinischen und menschlichen Werdegang begleiten.

Mein Dank gehört meiner Familie und meinen Freunden: ich danke euch allen für die liebevolle, geduldige und kluge Begleitung und Beratung zu jeder Zeit und jeder Frage. Insbesondere für all die Korrekturen, die Tipps und Tricks bei der Gestaltung und Formatierung, das kritische Prüfen meiner Gedankenkonstrukte und die Motivationsnachschiebe!

Mein Dank gehört Herrn Jakob Schöpe: Ich danke Ihnen für all die statistischen Beratungsgespräche und die exakte und geduldige Beantwortung meiner Fragen.

Mein Dank gehört Herrn Frank Theisohn: ich danke Ihnen für die engagierte und hilfsbereite Suche und Bereitstellung der Daten.

9 Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.