

Aus der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie  
(Direktor: Prof. Dr. med. Jochen Cremer)  
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Outcome nach operativer Entfernung eines kardialen Myxoms – eine Gegenüberstellung  
zufällig diagnostizierter Myxome und nach Apoplex diagnostizierter Myxome

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde der Medizin  
der Medizinischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von  
Jonas Hillmer  
aus Kiel

Kiel 2022

1. Berichterstatter/in: Priv.-Doz. Dr. Jan Schöttler

2. Berichterstatter/in: Prof. Dr. Dr. Rainer Petzina

Tag der mündlichen Prüfung: 16.05.2023

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 07.03.2023

gez.: Priv.-Doz. Dr. René Rusch

(Vorsitzende/r der Prüfungskommission)

# Inhaltsverzeichnis

<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>III</b>
<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
KARDIALE TUMOREN UND EINORDNUNG DER MYXOME .....	1
<i>Epidemiologie der kardialen Myxome .....</i>	<i>1</i>
<i>Histologie und Entstehungsmechanismus kardialer Myxome.....</i>	<i>1</i>
<i>Makroskopie der Myxome .....</i>	<i>2</i>
<i>Lokalisation von Myxomen .....</i>	<i>3</i>
MYXOME IM KLINISCHEN ALLTAG .....	4
<i>Klinische Symptomatik.....</i>	<i>4</i>
<i>Diagnostik von Myxomen .....</i>	<i>6</i>
<i>Zeitspanne zwischen Diagnose und Operation.....</i>	<i>13</i>
<i>Vorgehen bei der Operation eines Myxoms: konventionelle und minimalinvasive</i>	
<i>Myxomentfernung.....</i>	<i>15</i>
<i>Isolierte Myxomentfernung oder herzchirurgischer Kombinationseingriff .....</i>	<i>18</i>
<i>Intraoperative Besonderheiten .....</i>	<i>19</i>
<i>Postoperative Komplikationen .....</i>	<i>20</i>
NACHSORGE UND PRÄVENTION .....	20
<i>Kardiologische Nachsorge.....</i>	<i>20</i>
<i>Neurologische Nachsorge .....</i>	<i>21</i>
<i>Carney-Komplex und Familienscreening .....</i>	<i>23</i>
FRAGESTELLUNG.....	24
<b>METHODIK .....</b>	<b>25</b>
PACIENTEN.....	25
PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK .....	25
HISTOLOGISCHE TUMORUNTERSUCHUNG .....	25
POSTOPERATIVE STATIONÄRE BEHANDLUNG.....	26
FOLLOW-UP .....	26
DATENERHEBUNG.....	27
STATISTIK .....	30
<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>31</b>
.....	42
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>43</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>50</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>52</b>

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>63</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>63</b>
<b>ANHANG.....</b>	<b>65</b>
EIGENE PUBLIKATIONEN .....	65
DANKSAGUNG .....	65

# Abkürzungsverzeichnis

## A

ASD ..... *Atriumseptumdefekt*

## B

BMI ..... *Body-Mass-Index*

## C

cAMP ..... *Cyclisches Adenosinmonophosphat*

COPD ..... *Chronisch obstruktive Lungenerkrankung*

CT ..... *Computertomographie*

## D

DNA ..... *Desoxyribonukleinsäure*

## E

EKG ..... *Elektrokardiographie*

## H

HSV1 ..... *Herpes-simplex-Virus 1*

## M

mRS ..... *Modifizierte Rankin Skala*

MRT ..... *Magnetresonanztomographie*

## N

NSG ..... *Nicht Schlaganfall-Gruppe*

NYHA ..... *New York Heart Association*

## P

pAVK ..... *Periphere arterielle Verschlusskrankheit*

PFO ..... *Persistierendes Foramen ovale*

## S

SG ..... *Schlaganfall-Gruppe*

## T

TIA ..... *Transitorische ischämische Attacke*

# Einleitung

## Kardiale Tumoren und Einordnung der Myxome

Kardiale Tumoren sind insgesamt sehr selten (R. Mo 2017), ihre Inzidenz liegt zwischen 0,0017% und 0,33% (D. Corradi 2012) (D.Y. Ren 2017). Innerhalb der Gruppe der kardialen Tumoren sind benigne Tumoren deutlich häufiger als maligne, insgesamt sind 75% der Tumoren gutartig (S.W. Yusuf 2014). Unter den benignen Tumoren nehmen die Myxome den größten Anteil ein, sie haben einen Anteil von etwa 50% an dieser Kategorie. Danach folgen Fibrome, Lymphome, Angiome und Fibroelastome (A-M. Cristian 2018).

Unter den malignen Tumoren des Herzens nehmen Sarkome den größten Teil ein (S. Taguchi 2018). Deutlich häufiger als primäre maligne Tumoren des Herzens werden jedoch sekundäre Tumoren in Form von Metastasen beobachtet. Diese sind 20- bis 40-mal häufiger als Tumoren, welche direkt dem Herzgewebe entspringen (S.W. Yusuf 2014). Zu den Tumoren, die ins Herzgewebe metastasieren und sich hier manifestieren, zählen u.a. maligne Melanome sowie Leukämien (S. Taguchi 2018).

## Epidemiologie der kardialen Myxome

Betrachtet man die Verteilung von Myxomen zwischen den Geschlechtern, scheinen Frauen etwas häufiger betroffen zu sein als Männer (V.D. Aiello 2016). Bezüglich der Altersverteilung fällt auf, dass Myxome meist in einem Alter zwischen 30 und 60 Jahren diagnostiziert werden (S. Premaratne 1995). Jedoch können Myxome auch im Kindesalter (A. Tzani 2017) und bei Senioren auftreten, folglich ist die Spannweite des Alters, in dem Myxome beobachtet werden, sehr breit (V.D. Aiello 2016).

Das Durchschnittsalter der Patienten, die aufgrund eines Myxoms behandelt werden, liegt bei 47,5 bis 59 Jahren (A.W. Frizell 2014) (A. Karabinis 2018).

Die Inzidenz innerhalb der unterschiedlichen ethnischen Gruppen unterscheidet sich nicht (S. Premaratne 1995).

## Histologie und Entstehungsmechanismus kardialer Myxome

Histologisch bestehen Myxome aus Myxomzellen. Diese sind polygonal geformt und von einem myxoiden Stroma umgeben. Weitere typische Merkmale in der histologischen Untersuchung von Myxomen sind Verkalkungen und Hämorrhagien innerhalb des Stromas (A. Hoffmeier 2014).

Der genaue Entstehungsmechanismus ist nicht bis ins letzte Detail geklärt und aktuell Gegenstand weiterer Forschung. Kardiale Myxome scheinen überwiegend sporadisch aufzutreten und entwickeln sich der Literatur und histologischen Untersuchungen zufolge aus

mesenchymalen Zellen, welche ursprünglich als epikardiale und endokardiale Vorläuferzellen dienen. Hierbei entsteht der Großteil der Myxome aus diesen Zellen im Bereich der Fossa ovalis (A. Di Vito 2015).

Der Phänotyp der Zellen wird trotz ihres unklaren Ursprungs als endothelial beschrieben (G. Donato 2014).

Es besteht aktuell noch kein Konsens zum Ursprung der Myxomzellen. In anderen Arbeiten werden unter anderem Kardiomyozytenprogenitorzellen als Ursprungszellen des Myxoms vermutet (J. Amano 2003).

In vielen Arbeiten besteht jedoch ein Konsens, dass das Wachstum der Myxome stark von der Gefäßneubildung abhängig ist. Neu gebildete Gefäße sind charakteristische Entdeckungen bei der histologischen Untersuchung von Myxomen (G. Donato 2009).

In Verbindung hiermit wurde herausgefunden, dass unter anderem Faktoren wie Tenascin-C oder die Mastzelltryptase eine wichtige Rolle im Entstehungsmechanismus der Myxome spielen könnten, beides Faktoren, die auch für die Bildung von neuen Gefäßen verantwortlich sind (G. Donato 2009) (G. Donato 2014).

In einer Studie aus dem Jahr 2003 wird von Li et al. postuliert, dass eine Infektion mit dem Herpes-simplex-Virus 1 eine Rolle bei der Entstehung von Myxomen spielen könnte. Die DNA des HSV 1 wurde signifikant häufiger in den Zellen der untersuchten Myxome gefunden als in den Geweben von Vergleichspatienten. Laut den Verfassern der Studie könnte eine chronische inflammatorische Reizung durch das HSV1 die Ursache für die Entstehung der Myxome sein (Y. Li 2003). Jedoch hat eine neuere Studie durch Anvari et al. ebenfalls eine größere Anzahl Myxome untersucht und in diesen keine HSV1-DNA finden können, sodass auch diese Theorie nicht haltbar erscheint (M.S. Anvari 2017).

Ein anderer Entstehungsmechanismus liegt im Falle des Carney-Syndroms vor. Auch hier ist die genaue Herkunft der Zellen und damit der Ablauf der Entstehung weiterhin unklar. Es konnten jedoch kürzlich einige Gene identifiziert werden, die mit dem Auftreten des Carney-Syndroms assoziiert werden, unter anderem eine Veränderung des Chromosoms 17, das für eine cAMP abhängige Kinase codiert (C.D.C. Kamilaris 2019). Es wird vermutet, dass diese Mutation eine wichtige Rolle im Rahmen der gehäuften Entstehung von Myxomen im Rahmen des Carney-Syndroms spielt. Diese Abweichung konnte jedoch nicht in spontan entstandenen Myxomen gefunden werden, sodass auch diese Veränderung nicht die Ursache für die spontane Entstehung von Myxomen sein kann (J. Amano 2003).

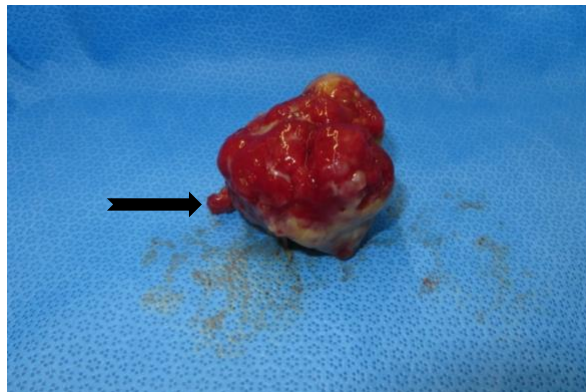
## Makroskopie der Myxome

Myxome werden makroskopisch in zwei größere Gruppen unterteilt. Der Großteil der Myxome ist gestielt, das bedeutet, dass sie über einen sehr schmalen Ansatz im Bereich der Herzwand



verfügen und nach oben hin etwas breiter werden. In der anderen Gruppe sind die Myxome breitbasig am Herzgewebe befestigt (I. Tasoglu 2009).

Darüber hinaus können Myxome auch anhand ihrer Oberfläche in zwei unterschiedliche Typen unterteilt werden. Die als filiform bezeichneten Myxome zeichnen sich durch eine aufgelockerte Konsistenz und eine unregelmäßige Oberfläche aus. Der andere Typ wird ähnlich einem Polypen beschrieben und hat eine glatte Oberfläche sowie eine annähernd ovale Form (D-K. He 2015).



*Abbildung 1: Foto eines Myxoms mit glatter Oberfläche und gestielter Anhaftungsstelle (siehe Markierung) unmittelbar nach Exstirpation.*

### Lokalisation von Myxomen

Das Herz liegt im mittleren Mediastinum und besteht aus zwei unterschiedlichen funktionellen Einheiten, die der Aufrechterhaltung zweier unterschiedlicher Kreisläufe dienen (J. Zimmermann 1966). Jede dieser zwei Hälften besteht aus einem Vorhof (Atrium) und einer Kammer (Ventrikel). Der rechte Vorhof und die rechte Kammer nehmen das Blut aus dem großen Körperkreislauf auf und transportieren dieses in den kleinen Lungenkreislauf, wo das Blut mit Sauerstoff angereichert wird. Anschließend nehmen der linke Vorhof und die linke Kammer das sauerstoffreiche Blut auf und befördern dieses über die Aorta in den großen Körperkreislauf. Die Vorhöfe sowie die Kammern werden jeweils durch ein Septum voneinander getrennt

Neben den vier Höhlen verfügt das Herz über vier Herzklappen. Zwischen Atrium und Ventrikel liegen die Segelklappen: im linken Herzen ist dies die Mitralklappe, im rechten Herzen die Trikuspidalklappe, zwischen Ventrikel und der Pulmonalarterie bzw. Aorta befinden sich die Taschenklappen: die Pulmonalklappe sowie die Aortenklappe (J. Steffel 2014).

Der Großteil kardialer Myxome ist im linken Vorhof lokalisiert (C-X. Jiang 2019), häufig sind diese am Vorhofseptum befestigt (M. Cottini 2017). Seltener kommen sie auch im rechten

Atrium oder in einem der beiden Ventrikel vor, wobei letzteres eine Ausnahme darstellt (J.G. Castillo 2010).

Wenn das Myxom im linken Vorhof entsteht, wächst es sehr häufig im Bereich der Fossa ovalis (D-K. He 2015).

In einigen Fällen, dann überwiegend im Rahmen des Carney Syndroms, können Myxome zeitgleich auch biatrial vorkommen. Ein spontanes biatriales Wachstum von Myxomen ist äußerst selten (M. Takigami 2017). Manchmal haften Myxome auch an den Segeln oder Taschen der Herzklappen an. Sie können sowohl an der Mitralklappe (K.J. Grubb 2018) als auch an der Aortenklappe (G. Laguna 2015) sowie der Trikuspidalklappe wachsen (D.J. Cole 1989).

Wie bereits beschrieben, ist ein Großteil der Myxome gestielt. Dieser Aufbau kann nicht selten dazu führen, dass linksatriale Myxome gesehen werden, die während der Diastole durch die Mitralklappe in das Lumen des linken Ventrikels prolabieren (J. Chen 2017).

Aufgrund dieser Eigenschaft kann es bei starrem Bildmaterial, zum Beispiel bei der Betrachtung von echokardiographischen Standbildern, zu Fehlinterpretationen bezüglich der tatsächlichen Lokalisation des Myxoms kommen.

## Myxome im klinischen Alltag

### Klinische Symptomatik

Vorhofmyxome verursachen in der anfänglichen Wachstumsphase kaum spezifische Symptome. Vereinzelt wird über Prodromi wie Fieber, Gewichtsverlust und Abgeschlagenheit berichtet. Erst größere Vorhofmyxome verursachen kardiale Beschwerden, zum Beispiel wenn die Mitralklappe durch die Tumormasse funktionell beeinträchtigt wird. Dies verursacht Dyspnoe bei den Patienten, kann aber auch zu Benommenheit, Synkopen oder Palpitationen führen (M. Kalçık 2019). Auch Angina pectoris kann eines der ersten Symptome sein, die durch Myxompatienten bemerkt werden [(R. Mo 2017) (F. Nehaj 2018)].

Bei einem großen Anteil der Patienten sind Myxome jedoch asymptomatisch (C-X. Jiang 2019) und werden zufällig, zum Beispiel im Rahmen einer Echokardiographie bei einer Routineuntersuchung, diagnostiziert.

Myxome bergen ein hohes embolisches Risiko, deshalb sind oftmals zentrale oder periphere Embolien und keine klassischen kardialen Symptome die ersten wegweisenden klinischen Zeichen für das Vorliegen eines Myxoms (M. Kalçık 2019) (F. Nehaj 2018). Häufig wird das Myxom dann bei der Ursachensuche im Zuge der diagnostischen Abklärung der Embolie diagnostiziert. Der Anteil der Patienten, bei denen aufgrund einer zentralen oder peripheren Embolisierung die Diagnose gestellt wird, liegt bei 1/3 (P. Blondeau 1990). Zu den Organen, die

von einer peripheren Embolisation betroffen sein können, zählen unter anderem die Lunge bei rechtskardialen Myxomen (T. Fracasso 2009) oder die Extremitäten beziehungsweise die intestinalen Organe bei Myxomen des linken Herzens. So können unter Umständen auch die arteriellen Gefäße der Nieren von durch Myxome ausgelösten Embolien betroffen sein (L.E. Wold 1980).

Wie zuvor bereits erwähnt, können bei Myxomen zwei verschiedene Erscheinungsformen unterschieden werden. Das Risiko für eine Embolisation ist vor allem aufgrund einer gallertigen und aufgelockerten Struktur der Myxome und einer daraus resultierenden unregelmäßigen Oberfläche erhöht. Dies trifft vor allem auf die zuvor als filiform bezeichneten Myxome zu (A.E. Sabbagh 2017). Mit dieser unregelmäßigen Oberfläche gehen ein erhöhtes Risiko für den Zerfall des Tumors, woraus dann ebenfalls eine Embolie resultieren kann, und mehr Bereiche, die mit den Gerinnungsfaktoren des Blutes interagieren können, einher, welche letztendlich für das größere Risiko einer Embolisation ursächlich sein sollen (X-Y. Wen 2018). Neben der Oberflächenbeschaffenheit zeigte sich in anderen Arbeiten auch eine atypische Lokalisation oder eine Größe  $> 25 \text{ mm}^2$  als Risikofaktoren (D-K. He 2015).

Da Myxome am häufigsten im Bereich des linken Herzens (vor allem im linken Vorhof) entstehen, überwiegen Embolien in das Stromgebiet des großen Kreislaufs. Lungenarterienembolien durch rechtskardiale Myxome sind seltener (K. Boyacıoğlu 2017).

Es gibt zwei mögliche Entstehungsmechanismen des Embolus. Zum einen kann dieser aus versprengtem Tumorgewebe bestehen, nachdem dieses aufgebrochen ist. Zum anderen kann es sich bei dem Embolus um tatsächliche Thromben handeln, welche sich durch Aktivierung des Gerinnungssystems an der Tumoroberfläche gebildet haben und sich im Verlauf ablösen. Eine Aussage hierüber ist nur nach chirurgischer Bergung des Embolus und nachfolgender histologischer Aufarbeitung möglich, in bisherigen Arbeiten konnten vor allem kombinierte Embolisationen nachgewiesen werden (B. AbdullGaffar 2018).

Zur Entstehung von Thromben kommt es insbesondere durch eine veränderte Hämodynamik im Bereich des Tumors. Vor allem bei einer unregelmäßigen Oberfläche kann diese so verändert sein, dass sich die Fließgeschwindigkeit des Blutes ändert und es zu Turbulenzen im Blutstrom kommt. Durch den veränderten Blutfluss wird das Gerinnungssystem aktiviert und es kommt zur Ausbildung des Thrombus (K. Rana 2016).

Vor diesem Hintergrund wird klar, dass eine Embolisation bei Patienten mit einem kardialen Myxom nicht zwangsläufig mit einer Streuung von Myxomzellen in die betroffenen Körperregionen vergesellschaftet sein muss. Wie zuvor beschrieben geht man davon aus, dass es sich bei dem Myxom um einen benignen Tumor handelt, welcher per definitionem

keine Metastasen ausbildet und bei welchem es auch in keiner anderen Form zu einer Ansiedlung von Tumorzellen in anderen Bereichen des Körpers kommt. Folglich dürfte auch eine Tumorembolisaton nicht zu einer Streuung des Tumors führen. Jedoch legen neue Studien nahe, dass es durch Tumorembolisationen im Bereich des zentralen Nervensystems zu einer Veränderung der Gefäßwand kommen kann, was zu einer Ausbildung von Aneurysmen führen kann (G. Chauhan 2019). Ob diese Entwicklung auf Myxomzellen, die hier weiter proliferieren, zurückzuführen ist, muss weiter erforscht werden. J. Vontobel et al. regten sogar an, ob bei einem Nachweis von Tumormaterial im ZNS nicht sogar eine Chemotherapie oder andere therapeutische Maßnahmen angebracht seien, um die Ausbildung der Aneurysmen zu verhindern (J. Vontobel 2016).

### Diagnostik von Myxomen

Für eine gründliche Planung der Myxomoperation ist eine eindeutige Lokalisationsbestimmung erforderlich. Ansonsten kann es dazu kommen, dass eine falsche Operationstaktik festgelegt wird und man diese intraoperativ aufgrund des vorliegenden Befundes ändern muss, was das Risiko für Komplikationen erhöht.

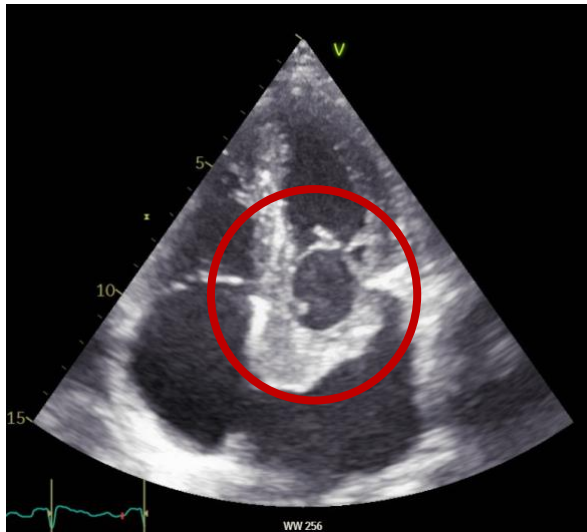
Aus diesem Grund ist eine ausführliche Untersuchung des Patienten vor der Operation von großer Bedeutung. Hier sollten immer bewegte Bilder aufgenommen werden, idealerweise von einem erfahrenen Untersucher, und diese für den Operateur zur Verfügung gestellt werden, damit auch dieser sich ein Bild von der Anatomie machen kann.

Die transthorakale Echokardiographie ist die am weitesten verbreitete bildgebende Untersuchungsform des Herzens, da diese in einigen Hausarztpraxen und in fast jeder Praxis eines niedergelassenen Kardiologen vorhanden ist und durchgeführt werden kann. Sie ist weiterhin die am häufigsten genutzte Methode, um eine Darstellung des Herzens zu erreichen (R.P. Steeds 2011).

Vermutlich wird auch aus diesem Grund die Diagnose eines Myxoms am häufigsten mittels transthorakaler Echokardiographie gestellt (S.W. MacGowan 1993).

Außerdem steigt die Anzahl der Untersuchungen mittels transthorakaler Echokardiographie weiterhin. Auch diese Tatsache führt dazu, dass Myxome immer häufiger als reine Zufallsdiagnose auftreten (R.P. Steeds 2011).

Mittels der transthorakalen Echokardiographie können unter anderem die Position des Tumors im Herzen, seine Größe und die Beschaffenheit seiner Oberfläche bestimmt werden. Darüber hinaus kann eine Aussage getroffen werden, ob der Tumor mobil ist und eventuell in den Ventrikel prolapiert.



*Abbildung 2: Darstellung eines Myxoms im linken Vorhof während der Diastole mittels Echokardiographie. Das Myxom prolapiert durch die Mitralklappe in den linken Ventrikel.*



*Abbildung 3: Darstellung eines Myxoms im linken Vorhof während der Systole mittels Echokardiographie.*

Bei schlechten Schallbedingungen von transthorakal kann eine transösophageale Untersuchung sinnvoll sein. Aber auch in anderen Szenarien wird diese angewendet, unter anderem zur Suche des Ursprungs einer intrazerebralen Embolie oder präoperativ durch den anwesenden Anästhesisten zur Diagnosesicherung. Die transösophageale Untersuchung erlaubt eine bessere Aussage über den Anhaftungsort des Tumors und seine Charakteristika, zum Beispiel ob dieser gestielt oder lobuliert ist (R. Oliviera 2010). Über die oben genannten Angaben hinaus erlaubt sie außerdem noch weitere Aussagen über den Tumor, zum Beispiel können Zysten, Nekrosen im Tumor oder Hämorrhagien beschrieben werden. Auch zur Diagnose kleinerer Tumoren, die in der transthorakalen Echokardiographie nicht eindeutig beschrieben werden können, eignet sich die transösophageale Echokardiographie (K. Reynen 1995). Zusätzlich zu dem Vorteil, dass der Tumor besser beschrieben werden kann, können in der transösophagealen Echokardiographie auch Eigenschaften oder Pathologien des Herzens mitunter besser dargestellt werden, die wichtige Informationen für die Planung der Operation liefern, mit dem transthorakalen Echo jedoch nicht immer eindeutig beschrieben werden können. Hierzu zählen unter anderem Anomalien an den Herzklappen (A.I. Obeid 1989). Zum Schluss wird die transösophageale Echokardiographie immer wichtiger, in einer

Zeit, in der Eingriffe immer häufiger minimalinvasiv durchgeführt werden (siehe unten Abschnitt minimalinvasive Operationstechnik), um dem Team im Operationssaal eine gute Übersicht über das Operationsfeld zu verschaffen (F. Mahmood 2016).

Mittels der transthorakalen Echokardiographie wird eine 95% Sensitivität für die Diagnose eines Myxoms angegeben, für die transösophageale Echokardiographie sogar eine von 100% (G. Lazaros 2013).

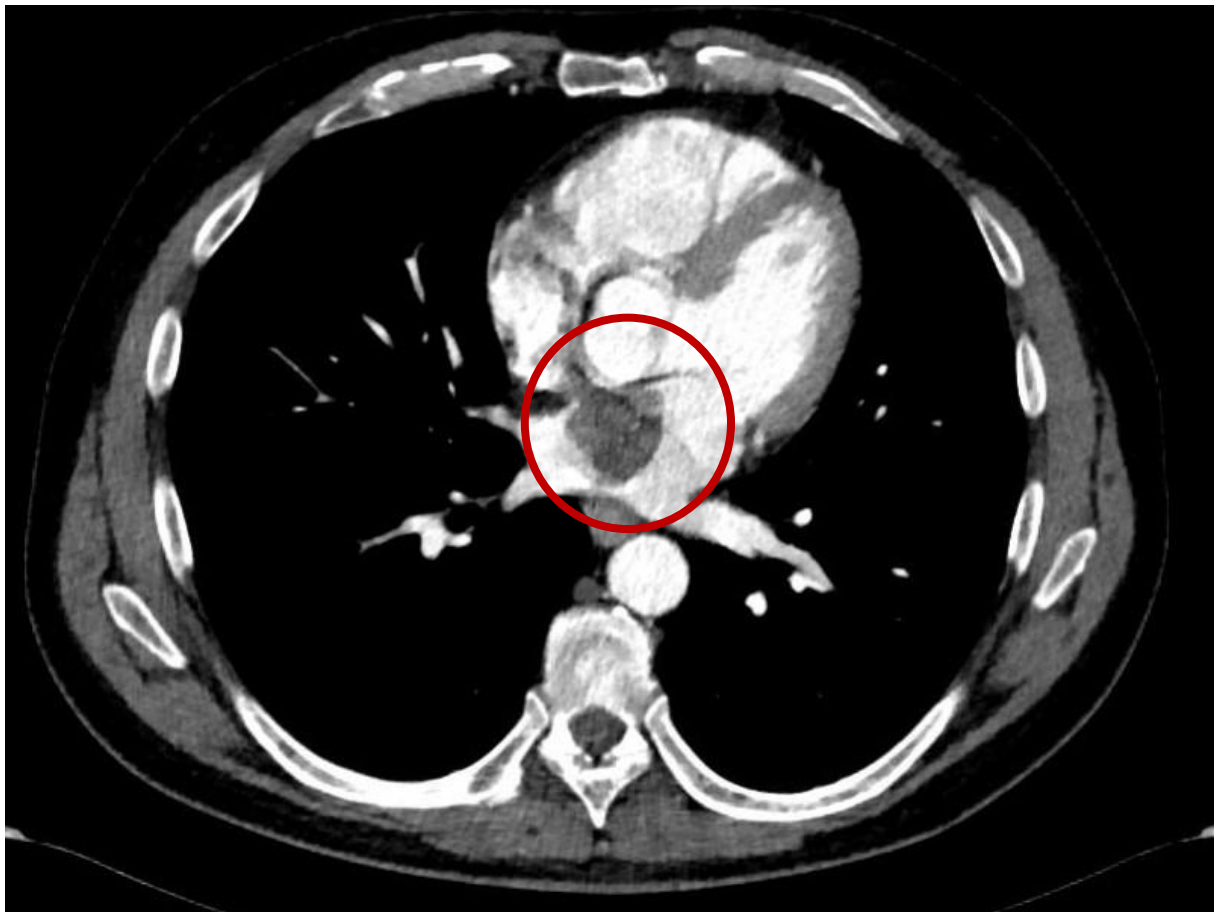
Eine weitere Möglichkeit in der Diagnostik der Myxome stellt die 3D-Echokardiographie dar. Diese ist eine Erweiterung der bisher hauptsächlich genutzten Echokardiographie, bei der die kardialen Strukturen dreidimensional dargestellt werden können. Auch mit dieser Methode ist eine zuverlässigere Beschreibung der Anhaftungsstelle des Myxoms möglich (S. Müller 2008). In Einzelfällen liefern auch Computertomographien und Magnetresonanztomographien den ersten Hinweis auf das Vorliegen eines kardialen Myxoms, wobei die Computertomographie zur Diagnose eines Myxoms nicht primär anzustreben ist.

Jedoch ist vor allem die Computertomographie (CT) heutzutage ein viel genutztes Verfahren, ähnlich der transthorakalen Echokardiographie.



*Abbildung 4: Darstellung eines Myxoms im linken Vorhof mittels CT Untersuchung. Hier prolapiert das Myxom durch die Mitralklappe in den linken Ventrikel.*

Sie wird unter anderem angewendet, wenn der Verdacht auf eine Lungenarterienembolie besteht oder zum Staging bei Tumorerkrankungen. Aufgrund der hochfrequenten Nutzung der Computertomographie sind auch hier Zufallsbefunde, die einem Myxom entsprechen, nicht selten (G.C. Colin 2018). Wo sich die Anheftungsstelle des Myxoms genau befindet und ob sie schmal- oder breitbasig ist, kann nur in einer computertomographischen Untersuchung mit Kontrastmittel abgeschätzt werden. Aber selbst mit dieser Methode kann die Einschätzung des Radiologen in einigen Fällen noch falsch sein (H. Scheffel 2012). Computertomographische Untersuchungen sind auch heute noch mit einer relevanten Strahlenbelastung vergesellschaftet. Besonderen Stellenwert hat jedoch das Kardio-Computertomogramm, welches bei unklaren echokardiographischen Befunden zur genaueren Abgrenzung gegenüber anderen, gegebenenfalls malignen Herztumoren, indiziert sein kann (N. Kakouros 2012).

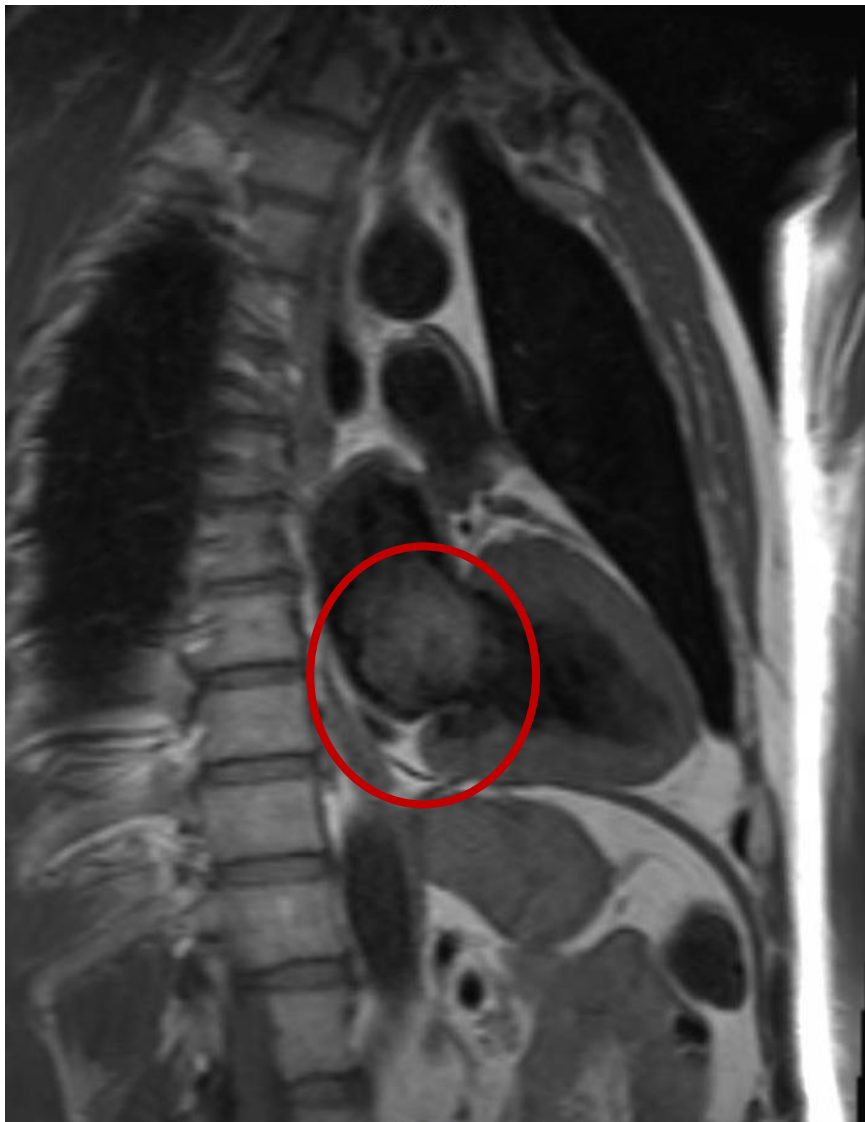


*Abbildung 5: Darstellung eines Myxoms im linken Vorhof mittels einer CT Untersuchung mit Kontrastmittel.*

Die Magnetresonanztomographie (MRT) wird gerne als bildgebendes Verfahren gewählt, um einen kardialen Zufallsbefund näher zu beschreiben. Dieses Verfahren kann zum Beispiel genutzt werden, wenn in der Computertomographie eine Raumforderung des Herzens auffällt,

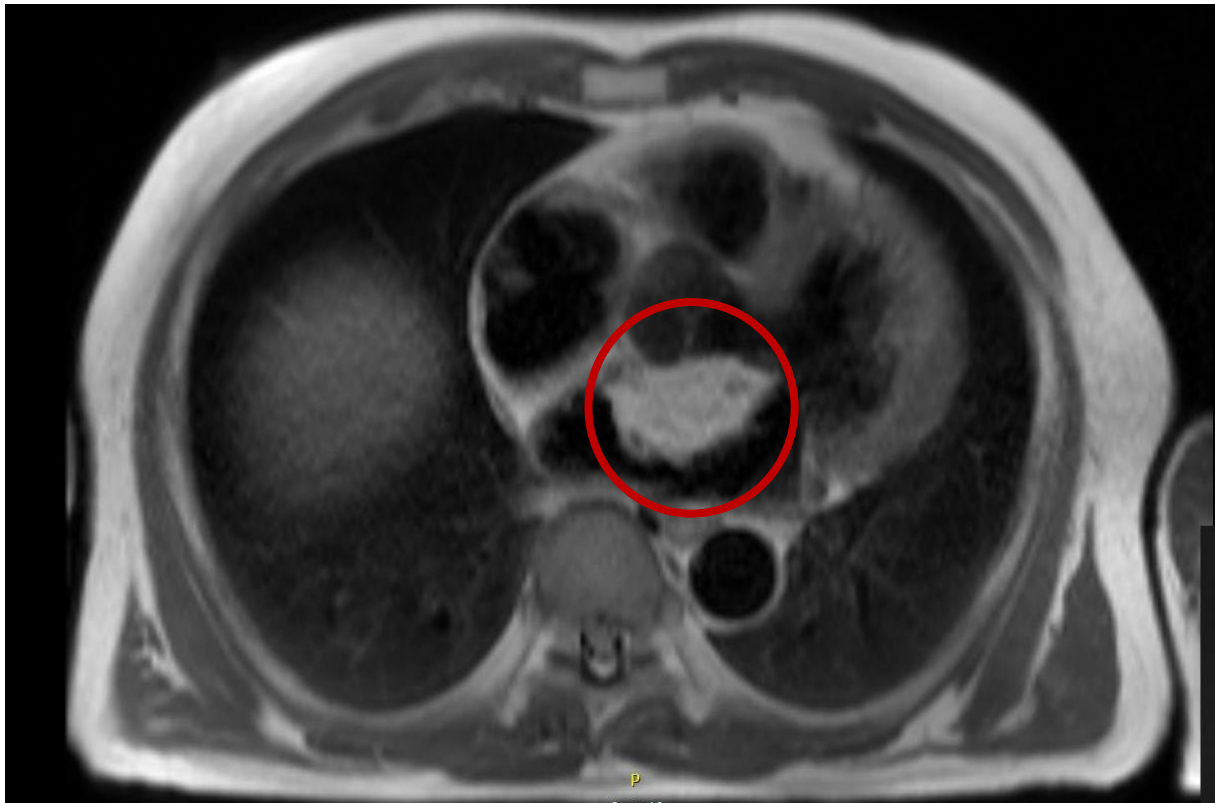


um eine genauere Vorstellung von dieser zu bekommen. Die Kardio-Magnetresonanztomographie bietet eine bessere Darstellung von weichen Geweben als die Echokardiographie und die Computertomographie und kann deshalb dem Chirurgen vor der Operation wichtige Hinweise über Beschaffenheit des Tumors, seine Lokalisation und Größe liefern. Aus diesem Grund kommt auch dieses Verfahren immer häufiger zum Einsatz bei einem bestehenden Verdacht auf ein Myxom (G. C. Colin 2019). Außerdem erlaubt sie eine Darstellung des Tumors in mehreren Ebenen (D. Kassop 2014). Die Magnetresonanztomographie verursacht im Gegensatz zur Computertomographie keine Strahlenbelastung. Natürlich kann die Diagnose eines Myxoms auch im Rahmen einer Magnetresonanztomographie Zufall sein.



*Abbildung 6: Sagittale MRT-Darstellung eines Myxoms im linken Vorhof.*





*Abbildung 7: Transversale MRT-Darstellung eines Myxoms im linken Vorhof.*

Bei Patienten, die aufgrund einer Schlaganfallsymptomatik auffallen und in die Notaufnahme eines Krankenhauses eingeliefert werden, wird immer eine zerebrale Schnittbilddiagnostik gemacht. In der Regel erfolgt eine Computertomographie, da diese schnell verfügbar ist. Diese Untersuchung ist einer der ersten Schritte im Rahmen der Versorgung eines Schlaganfalls, außerdem erfolgt eine körperliche Untersuchung des Patienten sowie eine Blutentnahme (K.S. Yew 2015). Dies alles dient dazu, einen ischämischen Schlaganfall von einer Hirnblutung oder anderen Differentialdiagnosen zu unterscheiden und den Patienten der korrekten Therapie zuzuführen. Erst wenn jede dieser Untersuchungen durchgeführt wurde, wird versucht die Quelle der Embolie zu finden.

Im Rahmen dieser Suche wird auch eine transösophageale Echokardiographie durchgeführt, um im Herzen nach vorhandenen Thromben zu suchen. Hier wird häufig dann das Myxom diagnostiziert, das für den Schlaganfall verantwortlich ist (M.H. Stewart 2018).

Vor allem, wenn in der zerebralen Bildgebung mehrere Embolien mit unterschiedlichem Alter entdeckt werden, wird eine echokardiographische Untersuchung des Herzens empfohlen, um hier unter anderem ein Myxom als Ursache auszuschließen. Aber auch distale fusiforme Aneurysmen können eine Komplikation eines Myxoms darstellen und sollten als Anlass für eine Untersuchung des Herzens dienen. Hier sind vor allem Veränderungen in der Darstellung

des Gewebes, das die Aneurysmen umgibt, ein wichtiger Hinweis, dass diese ihren Ursprung in einem kardialen Myxom haben können (W-H. Liao 2015).



*Abbildung 8: Infarkt der Arteria cerebri media rechts einer Patientin, bei der im weiteren Verlauf ein Myxom als Emboliequelle diagnostiziert wurde.*

Auch die Koronarangiographie ist ein wichtiges diagnostisches Instrument im Rahmen der Myxomtherapie. Hierbei dient die Koronarangiographie nicht nur dazu, eine mögliche Koronare Herzerkrankung oder andere Begleiterkrankungen zu diagnostizieren, die dann im Rahmen der Operation mitversorgt werden können. Sie kann dem Operateur auch weitere wertvolle Informationen über das zu operierende Myxom liefern, zum Beispiel wie die Gefäßversorgung des Myxoms angelegt ist. Myxome können durch Gefäße versorgt werden, die von den Herzkranzgefäßen abgehen. In der Regel geht diese Versorgung von der linken Herzkranzarterie aus, sie kann aber auch von der rechten oder von beiden Herzkranzgefäßen ausgehen (P. Frederiks 2018). Die Entdeckung dieser Gefäße kann die Taktik des Operators für die Operation beeinflussen, in einigen Fällen könnte er diese Gefäße vor der Exzision unterbinden. Außerdem erlaubt die Darstellung der Gefäße auch eine Unterscheidung des

Tumors von einem Thrombus, der häufig eine mögliche Differentialdiagnose zum Myxom ist, wenn eine kardiale Raumforderung entdeckt wird (H. Omar 2015).

Aber auch andere Pathologien des Herzens, die für die Planung eines Kombinationseingriffes von Bedeutung sind, können in der Herzkatheteruntersuchung entdeckt werden. Hierzu zählen unter anderem eine Stenose oder Insuffizienz der Herzklappen oder auch eine pulmonale arterielle Hypertonie. Letztere ist eine Komplikation, die auch gehäuft im Rahmen eines Myxoms auftreten kann (O.A. Centurión 2017). Eine pulmonale arterielle Hypertonie ist eine wichtige Komponente, wenn es darum geht, das Für und Wider einer Operation des Myxoms abzuwiegen. Darüber hinaus ist es für die Therapie des Patienten eine wichtige Information, denn die resultierende Belastung des rechten Herzens und der hohe Druck in den Lungengefäßen kann auch nach der Operation Konsequenzen bedeuten, die im Therapieplan bedacht werden müssen.

### Zeitspanne zwischen Diagnose und Operation

Um embolisch bedingten Komplikationen, beziehungsweise weiteren Embolien vorzubeugen, sollten Patienten, bei denen ein intrakardiales Myxom diagnostiziert wurde, unmittelbar nach der Diagnose in ein herzchirurgisches Zentrum verlegt werden, wo dann zeitnah die chirurgische Tumorexstirpation stattfinden kann (A. Hoffmeier 2014).

Bei Patienten mit Myxomen, die nicht operiert werden, zeigen sich eine erhöhte Mortalitätsrate sowie eine erhöhte Rate an Schlaganfällen (S-M. Yuan 2017). Auch die verstrichene Zeit zwischen Diagnosestellung und Operation spielt eine Rolle für das Outcome der Patienten. Je länger man wartet, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einem Schlaganfall oder anderen, für den Patienten lebensbedrohlichen Komplikationen, kommt (L. Pinede 2001). Aber auch das gute Outcome nach der operativen Entfernung eines Myxoms spricht für ein schnelles operatives Eingreifen (P.B. Rahmanian 2007).

Eine Antikoagulation stellt keine Alternative zu einer Operation bei einem diagnostizierten Myxom dar, um das Auftreten von embolischen Schlaganfällen oder peripheren Embolien zu verhindern, und auch mit einer laufenden Antikoagulation sollte die Tumorexstirpation so schnell wie möglich erfolgen (M-I. Stefanou 2018).

Trotz der häufig dringlichen Indikation zur Operation darf nicht auf relevante präoperative Zusatzuntersuchungen verzichtet werden. Bei älteren Patienten ist es, unabhängig von der Myxomdiagnostik, notwendig, präoperativ eine Herzkatheteruntersuchung durchzuführen, um relevante Begleiterkrankungen des Herzens feststellen zu können, vor allem eine Koronare Herzerkrankung ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung (G.A. Fueredi 1989). Denn die Operation am Herzen ist, vor allem wenn sie mittels einer medianen Sternotomie durchgeführt wird, ein invasiver und belastender Eingriff. Daher soll vermieden werden, dass die Patienten

diesen Eingriff doppelt wahrnehmen müssen, weil wenig später eine Bypassoperation oder ein Eingriff an einer der Herzklappen nötig ist. Aber auch eine sorgfältige Planung ist für einen reibungslosen Ablauf der Operation von immenser Bedeutung, unter anderem kann der Chirurg hierdurch die genaue Lokalisation und den Ansatzpunkt des Myxoms erfahren und so sein Vorgehen planen (G.C. Colin 2018).

Neben der Diagnostik einer Koronaren Herzerkrankung, ist es aber auch wichtig, andere mögliche Pathologien des Herzens zu entdecken, die einer Intervention bedürfen. Hierzu kann unter anderem eine Erkrankung der Herzklappen, zum Beispiel der Mitralklappe oder Aortenklappe, zählen. Im Alter kommt es häufig zu einer Stenose oder Insuffizienz der Aortenklappe [(O.A. Akinseye 2018) (A. Vogelsang 2018)], bei einem höheren Grad kann dies zu einer Schädigung des Herzens führen und muss deshalb therapiert werden. Die Therapie besteht oft in einem operativen Ersatz der Klappe, in einigen Fällen mittels Katheter (A. Vogelsang 2018). Hierüber müsste entschieden werden, wenn eine Pathologie festgestellt werden sollte. Die Mitralklappe kann auch im Rahmen der Erkrankung an einem Myxom insuffizient oder stenotisch werden (A. Arafat 2017) und deshalb eine Therapie benötigen (S-M. Yuan 2012). All diese Erkrankungen können ebenfalls mit den weiter oben genannten Untersuchungen diagnostiziert werden. Dann kann interdisziplinär darüber entschieden werden, ob die Pathologien ebenfalls einer chirurgischen Therapie bedürfen oder eventuell sogar dringender behandelt werden müssen, um eine gute Ausgangssituation für die Exstirpation des Myxoms zu schaffen. Anschließend an all diese Untersuchungen kann ein Plan für das Vorgehen während der Operation aufgestellt werden.

Neben all diesen bildgebenden Untersuchungen des Herzens, bekommen ältere Patienten auch eine dopplersonographische Untersuchung der hirnversorgenden Arterien. Diese Untersuchung dient dazu, hochgradige Stenosen der hirnversorgenden Arterien auszuschließen. Diese können Ursache für intraoperative und postoperative Komplikationen einer Herzoperation sein. Außerdem können Patienten mit Herzerkrankungen häufig auch eine Stenose der zerebralen Arterien aufweisen, da für beides oft die Risikofaktoren ähnlich sind. Aus diesem Grund wird bereits seit 1993 empfohlen, wenn es möglich ist, die hirnversorgenden Arterien vor jeder Herzoperation mittels Sonographie zu untersuchen (Z. Szabolcs 1993).

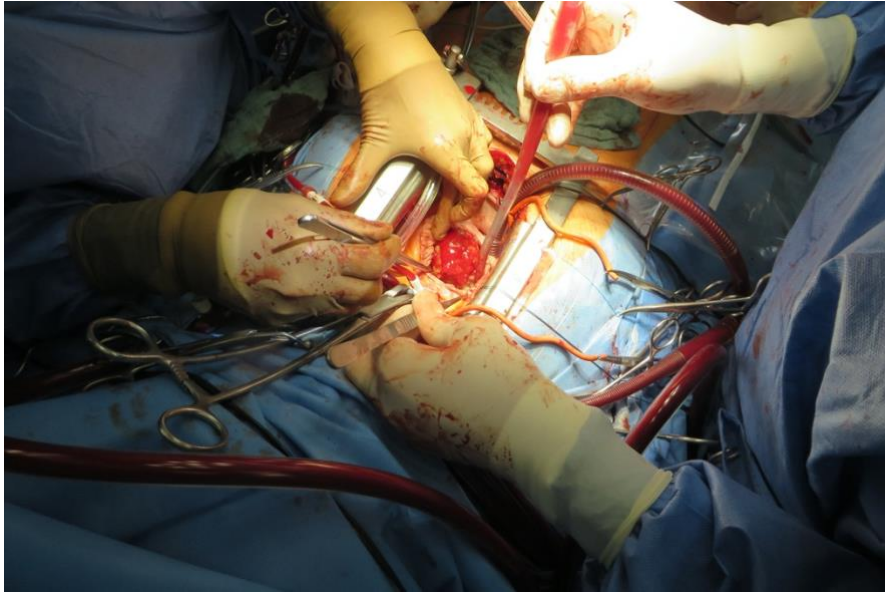
## Vorgehen bei der Operation eines Myxoms: konventionelle und minimalinvasive Myxomentfernung

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Resultate nach einer Operation zur vollständigen Myxomentfernung gut zu sein scheinen und die Rezidivquote sehr gering ist [ (F. Nehaj 2018) (T.F. Cianciulli 2018)]. Die Mortalitätsrate der Tumorexstirpation liegt bei ca. 3% (F. Nehaj 2018) und die 10-Jahres Überlebensrate liegt bei ca. 90% (L. Pinede 2001). Bei Myxomen kann häufig eine einfache Tumorsektion gewählt werden, bei welcher der Tumor im Ganzen mitsamt seiner Wurzel entfernt wird und der Defekt dann unter Umständen mittels eines Patches aus Rinderperikard geschlossen wird (A. Hoffmeier 2014).

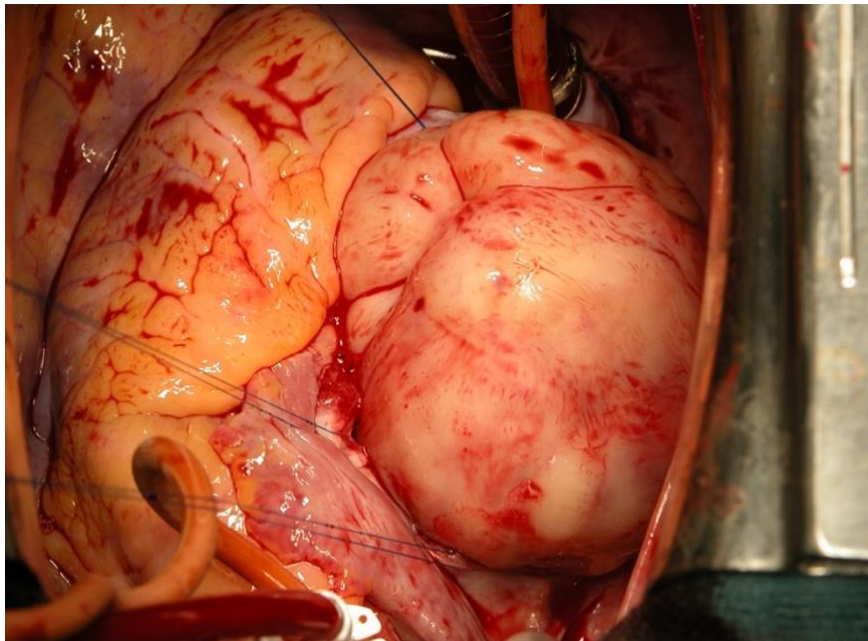
Für die intraoperative Darstellung und Entfernung eines Myxoms gibt es zwei mögliche Herangehensweisen. Die eine ist die häufig in der Herzchirurgie verwendete mediane Sternotomie. Einige Myxome können jedoch auch über einen minimalinvasiven Zugang dargestellt und entfernt werden. Ob der herzchirurgische Eingriff konventionell oder minimalinvasiv über eine rechtslaterale Minithorakotomie erfolgt, hängt unter anderem davon ab, ob eine behandlungswürdige Zusatzerkrankung des Herzens, wie zum Beispiel eine bypasspflichtige Koronare Herzkrankheit oder eine Aortenklappenstenose mit der Notwendigkeit eines Aortenklappenersatzes, vorliegt, die eine mediane Sternotomie erforderlich macht. Zum anderen spielen auch die Größe des Myxoms, Besonderheiten der Anhaftungsstelle des Myxoms und die persönliche Expertise des Operateurs eine bedeutende Rolle. Manchmal wird die Operation auch mit einem minimalinvasiven Ansatz begonnen, später muss jedoch auf eine mediane Sternotomie umgeschwenkt werden, weil der intraoperative Befund eine minimalinvasive Therapie nicht ermöglicht. Diese Möglichkeit wird immer präoperativ mit den Patienten besprochen.

Bei der konventionellen Technik werden die Patienten auf dem Rücken gelagert und dann die mediane Sternotomie vorgenommen. Bei dieser wird nach einem Hautschnitt das Brustbein mittels einer Säge mittig durchtrennt und dann mit Hilfe eines Thoraxspreizers aufgedehnt. Anschließend werden die Patienten unter Vollheparinisierung an die Herzlungenmaschine angeschlossen und die Aorta abgeklemmt (S. Bjessmo 1997).

Dann wird eine kardioplegische Lösung verabreicht und das Herz durch den hohen Kaliumanteil in diesen zum Stillstand gebracht. Nun kann die Darstellung des Myxoms über Eröffnung des rechten Vorhofs und ggf. der Fossa ovalis und/oder des linken Vorhofs am still gelegten Herzen erfolgen.



*Abbildung 9: Exploration eines Vorhofmyxoms über eine mediane Sternotomie.*



*Abbildung 10: Darstellung eines Myxoms über den rechten Vorhof.*

Die Entscheidung über den kardialen Zugangsweg wird vor allem davon abhängig gemacht, wo sich der Tumor befindet (A.K. Gür 2018). Die Anheftungsstelle der Myxome am Herzen ist in der Regel gut abgrenzbar. Nach der Exzision des Tumors mitsamt Anheftungsstelle können die gesetzten Defekte, sofern es notwendig ist, durch zurechtgeschnittenes Rinderperikard gedeckt werden, welches im Bereich der Defekte eingenäht wird (K.S. Lee 2017).

Zum Ende der Operation gehen die Patienten nach Entlüftung des Herzens wieder von der Herzlungenmaschine ab und es wird mit der Reperfusion begonnen.

Bei der minimalinvasiven Operationstechnik wird eine laterale Minithorakotomie im Intercostalraum rechts durchgeführt. Hierbei wird der Intercostalraum abhängig von der Tumorage gewählt. Für gewöhnlich werden der dritte, vierte oder fünfte Intercostalraum genutzt (C. Spadaccio 2017).

Auch im Rahmen der minimalinvasiven Technik erfolgt ein Anschluss an die Herzlungenmaschine, in diesem Fall jedoch durch Kanülierung der Leistengefäße, und eine Vollheparinisierung des Blutes. Nachdem auch hier die kardioplegische Lösung verabreicht wurde, erfolgt die Öffnung des Vorhofs über die Minithorakotomie, sowie die Darstellung und Entfernung des Myxoms samt der Anhaftungsstelle (H.P. Lee 2016).

Bei einer reinen Myxomexstirpation ohne Kombinationseingriffe lassen sich mit der konventionellen Technik über die mediane Sternotomie kürzere Operationszeiten erzielen. Bezüglich der Zeit, in der die Patienten an die Herzlungenmaschine angeschlossen sind, und auch der Zeit, in der die Aorta der Patienten während der Operation abgeklemmt wird, sind die beiden Methoden in den letzten Jahren immer näher zusammengedrückt. Während Lee et al. 2016 noch einen Unterschied in diesen beiden Zeiten in ihrer Untersuchung feststellten (H.P. Lee 2016), wurden in neueren Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede bei beiden Zeiten mehr festgestellt (C. Luo 2019).

Ein Vorteil der minimalinvasiven Verfahrensweise ist unter anderem das kosmetische Ergebnis. Die Narbe ist wesentlich kürzer und unauffälliger als die nach einer medianen Sternotomie (N.G. Dong 2018). Weitere Vorteile der minimalinvasiven Variante sind außerdem ein kürzerer Aufenthalt auf der Intensivstation sowie ein insgesamt kürzerer Aufenthalt im Krankenhaus [(M. Ellouze 2018) (H.P. Lee 2016) (N.G. Dong 2018)]. Zusätzlich ist bei diesem Ansatz der Blutverlust geringer und dadurch auch die Transfusionsrate [(C. Luo 2019) (M. Ellouze 2018)]. Aus all diesen genannten Gründen resultiert auch, dass die Kosten bei einem minimalinvasiven Ansatz geringer ausfallen (N.G. Dong 2018).

Bezüglich anderer Variablen konnte kein Unterschied zwischen den beiden Operationsmethoden gefunden werden, zum Beispiel bei der postoperativen Intubationszeit und der Anzahl der Rezidive von Myxomen [(H.P. Lee 2016) (C. Luo 2019)]. Es muss bei beiden Eingriffen hervorgehoben werden, dass die Mortalität sehr gering ist [(H.P. Lee 2016) (N.G. Dong 2018) (C. Luo 2019) (M. Ellouze 2018)] und die Myxomexstirpation als ein sicherer Eingriff beschrieben wird. So stellen beide Varianten gute Vorgehensweisen dar. Wenn die Lage es zulässt und der Chirurg die nötige Expertise besitzt, kann der minimalinvasive Eingriff jedoch gewisse Vorteile mit sich bringen. Hierbei gilt eine Verkalkung der Aorta ascendens in Kiel als Kontraindikation für eine minimalinvasive Prozedur.

Alle Präparate, die im Rahmen einer Operation gewonnen werden, werden anschließend histologisch untersucht, um die Verdachtsdiagnose Myxom zu bestätigen oder auszuschließen. Von dem Ergebnis dieser Diagnostik hängt die weitere Therapie des Patienten ab. Auch wenn der präoperative Befund mittels Echokardiographie häufig wegweisend ist, muss das Myxom zu anderen Differentialdiagnosen abgegrenzt werden. Hierzu zählen benigne Tumoren wie Fibrome, Rhabdomyome, Lipome und Hämangiome. Darüber hinaus sind ebenfalls Tumoren des Thymus eine mögliche Differentialdiagnose, aber auch maligne Tumoren wie Sarkome. Diese sind jedoch alle deutlich seltener als das Myxom (N.A. Silverman 1980).

Auch nicht neoplastische Erscheinungen sind mögliche Differentialdiagnosen, hier muss das Myxom vor allem von Thromben des Vorhofs abgegrenzt werden sowie von Vegetationen des Endokards (T.J. Poterucha 2019).

Die Rezidivquoten nach Myxomentfernung liegen zwischen 5 und 15%. Eigentlich ist das Risiko für ein Rezidiv also sehr gering, allerdings kann es im Rahmen des sog. Carney-Syndroms gehäuft zu Rezidiven kommen. Durch das Carney-Syndroms gibt es eine genetische Prädisposition für die Entstehung von Myxomen und dementsprechend auch für Rezidive (L. Pinede 2001).

### Isolierte Myxomentfernung oder herzchirurgischer Kombinationseingriff

Präoperativ wird, wie bereits erwähnt, umfangreiche Diagnostik eingeleitet, um mögliche Begleitpathologien detektieren und gegebenenfalls im gleichen Eingriff therapieren zu können. Wann die nötigen kardialen Begleiteingriffe durchgeführt werden, ist abhängig von der Strategie des Operateurs, häufig werden sie aber nach der Entfernung des Myxoms durchgeführt, zum Beispiel im Falle einer Rekonstruktion von Herzklappen oder der Implantation einer Prothese. Dies soll verhindern, dass es zu einer Bewegung des Myxoms durch den Eingriff und einer daraus resultierend Tumorembolie kommt (G. Saminidis 2011).

Die einfache Myxomentfernung bei schmaler Tumorbasis ist keine zeitaufwändige Operation, die Zeit an der Herzlungenmaschine liegt im Schnitt lediglich bei 54,3 Minuten (M. Ellouze 2018).

Kombinationseingriffe verlängern die Dauer der Operation entsprechend. Auch das perioperative Risiko steigt mit der Zeit, die der Herzeingriff dauert. Mit mehreren chirurgischen Maßnahmen am Herzen und im Bereich des Thorax steigt das Risiko, dass es postoperativ zu einer Blutung kommt. Eine längere Operationsdauer erhöht darüber hinaus die Gefahr einer Infektion der Wunden. Genauso führen invasivere Eingriffe zu einem erhöhten Risiko der Wundinfektion (I.B.M. Ploegmakers 2017), beides ist bei einem Kombinationseingriff gegeben.



Außerdem kann es bei ausgedehnten chirurgischen Maßnahmen am Herzen zu einer Schädigung kardialer Strukturen kommen, unter anderem der Schädigung des Reizleitungssystems. Die Pathogenese des Vorhofflimmerns im Rahmen herzchirurgischer Eingriffe ist noch nicht ganz verstanden, jedoch konnte herausgefunden werden, dass eine kürzere Dauer des Abklemmens der Aorta mit einem niedrigeren Risiko für die Entstehung von Vorhofflimmern einhergeht (J.W. Greenberg 2017).

Zu beachten ist, dass Myxompatienten nach vollständiger Tumorentfernung eine sehr gute Langzeitprognose zugesprochen wird (M. Vroomen 2015). Es ist daher anzunehmen, dass aus prognostischer Sicht Begleiterkrankungen an den Herzklappen und den Koronarien einen bedeutenderen Einfluss auf das Langzeit-Outcome der Patienten haben.

Trotz des gering erhöhten perioperativen Risikos aufgrund der längeren Operationsdauer, überwiegt in den meisten Fällen das Argument, dass nur ein herzchirurgischer Eingriff für die Patienten sowohl körperlich als auch psychisch weniger belastend ist als eine Serie von Eingriffen. Aus diesem Grund werden weiterhin Begleitpathologien in der gleichen Operation mit angegangen.

### Intraoperative Besonderheiten

Intraoperative Besonderheiten bei der Myxomentfernung sind trotz präoperativer Bildgebung und ausgiebiger Planung nicht immer vorhersehbar. Ziel der Operation ist die vollständige Tumorentfernung samt der Anhaftungsstelle mit ausreichendem Sicherheitsabstand zum gesund erscheinenden Endokard (S. Siminelakis 2014). Gerade bei linksatrialen Myxomen ist hierzu oft eine biatriale Tumordarstellung mit Rekonstruktion des Vorhofseptums mittels Rinderperikard erforderlich (G. Saminidis 2011).

Bei Myxomoperationen in Kombination mit operativer Myokardrevaskularisation oder Herzklappeneingriffen sollte wie zuvor bereits erwähnt nach Möglichkeit als erster Schritt der Operation die Myxomentfernung erfolgen, um eine intraoperative Embolisation zu verhindern. Besonders vor der Querklemmung der Aorta ascendens empfiehlt es sich, jegliche Luxation des Herzens zu unterlassen (G. Saminidis 2011). Eine weitere intraoperative Herausforderung kann ein persistierendes Foramen ovale sein, das dafür sorgt, dass die beiden Vorhöfe miteinander kommunizieren (M.A. Abeeleh 2017). Dieses wird im Rahmen der Operation ebenso wie eine große Resektionsstelle verschlossen, um paradoxen Embolien, also Embolien aus dem venösen System in das arterielle, die zu einem Schlaganfall führen können, vorzubeugen.

Ob aus dem Operationssitus abgesaugtes Blut besser verworfen werden sollte oder ob es über die Herzlungenmaschine zurückgeführt beziehungsweise über einen Cellsaver

retransfundiert werden kann, wird kontrovers diskutiert. Gegner der Retransfusion halten die Verschleppung einzelner Mikroteile des Myxoms hierdurch für möglich.

Im Rahmen von Myxomoperationen ist eine Nutzung von Herzlungenmaschine und Cellsaver nicht beschränkt (R.S. Akchurin 2008). In hierzu durchgeführten Untersuchungen wurden nur wenige verschleppte Tumorzellen in den Filtern der Herzlungenmaschine gefunden, was zu dem Schluss führte, dass das Risiko für eine Verschleppung von Zellen im Rahmen einer Operation mit Cellsaver minimal ist (R.S. Akchurin 2008). Die Alternative zum Einsatz eines Cellsavers wäre die Gabe von Blutkonserven. Nach Abwägung der Risiken beim Einsatz eines Cellsavers gegenüber dem Einsparen von Blutkonserven zeigte sich, dass die Argumente für die Nutzung eines Cellsavers überwiegen.

## Postoperative Komplikationen

Die Rate an postoperativen Komplikationen nach Myxomentfernung ist generell gering, Schätzungen zufolge treten Komplikationen in ca. 1% der Fälle auf (P.T. Lee 2021). Zu diesen Komplikationen zählen neben klassischen Komplikationen chirurgischer Operationen, wie einer Wundinfektion (P.T. Lee 2021), auch bekannte Komplikationen herzchirurgischer Eingriffe, wie neurologische Beeinträchtigungen, Hämorrhagien, bzw. Nachblutungen, aufgrund der Blutverdünnung, sowie Myokardinfarkte (G. Samanidis 2020). Außerdem kann es zum Auftreten eines Postkardiotomie-Syndroms kommen (P.T. Lee 2021). Im Rahmen dieses Syndroms kommt es zur Ausbildung von Pleuraergüssen sowie Fieber und gegebenenfalls zu Schmerzen im Bereich des Perikards. Dieses Syndrom ist ebenfalls eine typische Komplikation nach herzchirurgischen Eingriffen und kann bei starker Ausprägung sogar zu einer konstriktiven Perikarditis mit konsekutiv eingeschränkter Pumpfunktion des Herzens führen (B.K. Tamarappoo 2016).

Die am häufigsten beobachteten Komplikationen nach Myxomexstirpation sind tachykarde Herzrhythmusstörungen. Der größte Teil hiervon präsentiert sich in Form von Vorhofflimmern [(M.C. Murphy 1990) (G. Samanidis 2020)].

## Nachsorge und Prävention

### Kardiologische Nachsorge

Myxompatienten befinden sich vor ihrer Herzoperation nur vereinzelt in einer kardiologischen Betreuung. Aufgrund des eher niedrigen Durchschnittsalters, in dem kardiale Myxome in der Regel auftreten, war in vielen Fällen eine kardiologische Untersuchung noch nicht nötig. Dieses Durchschnittsalter liegt je nach Arbeit zwischen 42 (M.A. Abeeleh 2017) und 59 Jahren (A. Karabinis 2018). Gerade die Patienten, bei denen als Erstsymptom ein embolischer Schlaganfall auftritt, haben häufig vorher noch nie einen Kardiologen aufgesucht. Die andere

Gruppe der Patienten, die sich mit unspezifischen Symptomen oder asymptomatisch vorstellt, ist häufig zu einer ersten Untersuchung bei einem Kardiologen aufgrund herzspezifischer Symptome wie Dyspnoe, Angina pectoris, Synkopen oder Palpitationen gewesen (R. Tiraboschi 2000).

Myxompatienten sollten während des stationären Klinikaufenthaltes darauf hingewiesen werden, dass von nun an regelmäßige kardiologische Kontrolluntersuchungen zu empfehlen sind. Zum einen sollten diese Untersuchungen durchgeführt werden, weil es vereinzelt zu einem Rezidiv des Myxoms kommen kann [(K.S. Lee 2017) (M.A. Abeeleh 2017)]. Aber auch aufgrund der möglichen Komplikationen einer Herzoperation, die auch im mittelfristigen oder langfristigen Verlauf noch auftreten können, wie z.B. Vorhofflimmern (K.S. Lee 2017), sollten die Patienten postoperativ regelmäßig einen Kardiologen aufsuchen. Darüber hinaus kann es aufgrund einer durch das Myxom verursachten Insuffizienz einer Herzklappe, wie der Mitralklappe (M. Blanco 2017), zu einer Einschränkung der Herzfunktion kommen. Auch diese sollte langfristig kontrolliert werden.

Zuletzt sind einige der Eingriffe auch Kombinationseingriffe, bei denen neben der Myxomentfernung auch noch eine Bypassoperation vorgenommen wird oder eine der Herzklappen ausgetauscht oder rekonstruiert wird. In diesem Fall sollte den Patienten umso dringlicher eine weitere regelmäßige kardiologische Kontrolle nahegelegt werden.

Generell sollte Myxompatienten eine regelmäßige kardiologische Kontrolle inklusive transthorakaler Echokardiographie empfohlen werden (W. Kuroczyński 2009).

### Neurologische Nachsorge

Patienten, die einen Schlaganfall erlitten, wird im Rahmen der poststationären Behandlung empfohlen, regelmäßig einen Neurologen aufzusuchen. Ein Schlaganfall ist eine Erkrankung, die häufig bleibende Schäden hinterlässt, welche kontrolliert werden müssen. Eventuell bedarf es bestimmter Therapien, um diese Schäden, wie Lähmungen oder Sprachprobleme, zu behandeln und somit eine bessere Wiedereingliederung der Patienten in ihr Umfeld im Alltag zu ermöglichen. All dies funktioniert nur, wenn regelmäßig ein Neurologe aufgesucht wird, der diese Nachsorge koordiniert.

Aber auch Patienten, die präoperativ nicht durch einen ischämischen Schlaganfall aufgefallen sind, könnten kleine zerebrale Tumorembolien erlitten haben, welche in der Bildgebung unentdeckt blieben. Mittlerweile gibt es mehrere Arbeiten, die postulieren, dass es nach einer Erkrankung an einem Myxom langfristig zu neurologischen Komplikationen kommen kann.

Es gibt schon seit längerer Zeit Überlegungen, ob Myxome, die zerebral embolisieren, langfristig die Ausbildung von zerebralen Aneurysmen fördern könnten, da das embolische

Material die Eigenschaften der Gefäßwand verändert (G. Chauhan 2019). In diesem Fall wäre eine neurologische bzw. neuroradiologische Kontrolluntersuchung dieser Patienten definitiv zu empfehlen. Auch intrazerebrale Metastasen des eigentlich als benigne klassifizierten Tumors konnten bereits nachgewiesen werden (S. Zhang 2020). Die myxomatösen Metastasen kommen häufig über die Blutbahn ins Gehirn. Bei diesen wird in der Regel keine Größenänderung wahrgenommen (W. Brinjikji 2015), diese Beobachtung passt entsprechend zur Klassifikation der Myxome als benigne. Aktuell wird angenommen, dass die Tumorzellen vom Tumor aus dem Herzen abgetragen werden und in das Gehirn embolisieren. Hier verlassen sie jedoch nicht gezielt das Gefäßsystem, wie es maligne Tumorzellen machen. Stattdessen sitzen sie unter der Intima der Arterien und proliferieren hier erneut stark, wie es auch die Zellen eines benignen Tumors machen. Dies kann irgendwann dazu führen, dass sich die Wand der Arterie verändert und es zur Ausbildung von Aneurysmen kommt. Es kann aber auch dazu führen, dass das Lumen des Gefäßes verschlossen wird und die Patienten wenige Jahre später einen ischämischen Schlaganfall erleiden. Außerdem kann es passieren, dass die Wand der Arterie einreißt (S. Zhang 2020). Dies kann entweder dazu führen, dass Metastasen auftreten (V.H. Lee 2007) oder dass es zu intrazerebralen Hämorrhagien kommt (D.P. Roeltgen 1981).

In den bisher zu dieser Thematik durchgeführten Arbeiten werden bildgebende Kontrollen für die betroffenen Myxompatienten empfohlen, um eine Entwicklung solcher Läsionen frühzeitig zu entdecken und dementsprechend präventiv handeln zu können (W. Brinjikji 2015). Die Untersuchungen sollten dabei, je nach Arbeit, eine Magnetresonanztomographie oder eine Computertomographie mit Darstellung der Gefäße umfassen. Mögliche Maßnahmen wären dann eine chirurgische Entfernung der Läsionen oder der Versuch einer Chemotherapie, um die Tumorzellen im Gehirn zu erreichen (S. Zhang 2020).

Bei Patienten, deren Myxom nicht durch ein zerebrales Ereignis aufgefallen ist, wurde kein erhöhtes Risiko für langfristige neurologische Komplikationen durch das Myxom gefunden. Aus diesem Grund wird in diesen Fällen bisher keine neurologische Nachsorge empfohlen (W. Brinjikji 2015).

Es konnten jedoch in einigen Fällen bereits vor der Operation myxomatöse Metastasen entdeckt werden (S. Zhang 2020). Dies bedeutet, dass in Zukunft überprüft werden muss, ob auch Patienten, die keine zerebralen Symptome haben, eine zerebrale Bildgebung bekommen müssen, denn auch bei diesen Patienten besteht die Möglichkeit, dass es hier schon zu kleineren Tumorembolisationen gekommen ist. Diese Bildgebung könnte präoperativ oder postoperativ stattfinden.

## Carney-Komplex und Familienscreening

Der Carney-Komplex ist ein autosomal-dominant vererbtes Syndrom (J.A. Carney 2013) in dessen Rahmen Hautveränderungen, hormonelle Störungen und Myxome in unterschiedlichen Körperregionen auftreten können. Zu den Hautveränderungen gehören unter anderem Lentiginosa, Café-au-lait Flecken oder blaue Nävi (C.A. Stratakis 2017). Die hormonellen Störungen werden hervorgerufen durch Tumorerkrankungen, die im Rahmen des Carney-Syndroms auftreten können. Es kann zum Beispiel zu einer knotigen Nebennierenrindenhyperplasie (PPNAD oder primary pigmented nodular adrenocortical disease) kommen, diese führt dann zu einem Cushing-Syndrom. Auch in der Schilddrüse und in den Gonaden sowie in der Hypophyse kann es zum Wachstum von Tumoren, bzw. Adenomen kommen, die in den hormonellen Haushalt eingreifen (C.A. Stratakis 2017). Durch die Erkrankung an einem Hypophysenadenom kommt es zu einer Akromegalie.

Die Myxome, welche im Rahmen des Carney-Syndroms entstehen, wachsen besonders häufig im Bereich des Herzens. Es können jedoch auch Myxome der Haut oder im Bereich der Brust auftreten (C.A. Stratakis 2017).

Die Diagnose des Carney-Syndroms kann anhand von definierten Kriterien gestellt werden. Hierbei gibt es Hauptkriterien, die unbedingt erforderlich für die Diagnose sind, und Nebenkriterien, die nicht zwingend erforderlich sind. Zu den Hauptkriterien gehören unter anderem Myxome des Herzens, Hautveränderungen oder die oben genannten Tumoren. Nebenkriterien sind blaue Nävi, Café-au-lait Flecken, Kardiomyopathien und weitere (E. Lee 2018).

Im Rahmen des Carney-Syndroms liegt eine Mutation auf Chromosom 17 vor für das Gen PRKAR1A. Dieses codiert für eine Proteinkinase, die in die Regulation des Zellmetabolismus sowie die Zellproliferation, Apoptose und die Differenzierung der Zelle eingreift (E. Lee 2018). Myxome, die aufgrund des Vorliegens des Carney-Syndroms entstehen, wachsen häufig in einem früheren Alter, als es die sporadisch entstehenden Myxome tun. Darüber hinaus sind sie häufiger multizentrisch, sie können auch biatrial auftreten (M. Takigami 2017), fallen häufiger durch Embolisation auf und haben eine deutlich höhere Rezidivrate (K. Wei 2019).

Die Rate der Myxome, die aufgrund des Carney-Syndroms entstehen, wird zwischen 1,7% (K. Wei 2019) und 7% beschrieben (N. Kuyama 2018). Vor diesem Hintergrund wäre neben einer genetischen Untersuchung der Myxompatienten auch ein Screening des näheren Umfelds der Patienten auf dieses Syndrom in Erwägung zu ziehen (J. Strotmann 2008). Die Diagnose des Carney-Syndroms würde regelmäßige kardiologische Kontrollen nach sich ziehen, um Myxome frühzeitig entdecken und therapieren zu können. Aber auch andere Manifestationen des Syndroms könnten dann von vornherein überprüft werden und könnten so früher therapiert

werden. Das Screening könnte immer dann durchgeführt werden, wenn der Patient/die Patientin die Diagnosekriterien des Carney-Syndroms erfüllt.

## Fragestellung

Der Großteil der Publikationen zu kardialen Myxomen sind Casereports mit beeindruckenden Befunden, nur wenige Autoren haben ihre Erfahrungen mit einer größeren Anzahl von Patienten mit Myxomen in Arbeiten veröffentlicht.

Häufig wird in diesen Arbeiten auf die Symptome vor Diagnose, die Altersverteilung und Geschlechterverteilung eingegangen.

Jedoch ist es bislang nicht bis ins Detail geklärt, welche Unterschiede Patienten hinsichtlich der perioperativen Variablen, der mittelfristigen Prognose und der späteren Lebensqualität aufweisen, insbesondere abhängig davon, ob die Diagnose nach einer zerebralen Tumorembolisation oder zufällig bei asymptomatischen beziehungsweise weniger spezifischen Symptomen gestellt wurde.

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, nach diesen Unterschieden zu suchen und darüber hinaus zu erörtern, ob es in der Praxis Differenzen zwischen den beiden Gruppen in der kardiologischen und neurologischen Nachsorge gibt.

Um eine Aussage treffen zu können, bei welchen Variablen sich die Patienten, die durch eine zerebrale Embolisation, ausgelöst durch das Myxom, aufgefallen sind, von denen unterscheiden, bei denen ein Myxom zufällig oder aufgrund unspezifischer Symptome entdeckt wurde, wurde nach Antworten auf folgende Fragen gesucht:

1. Wie unterscheiden sich die Patienten mit einem Zufallsbefund/unspezifischen Symptomen von denen mit einer vorausgegangen zerebralen Tumorembolisation hinsichtlich präoperativer, intraoperativer und frühpostoperativer Variablen?
2. Sind die mittelfristige Prognose und die Lebensqualität schlechter, wenn ein kardiales Myxom vor der herzchirurgischen Entfernung bereits ins Gehirn embolisiert war?
3. Werden Myxompatienten mit präoperativem Schlaganfall langfristig engmaschiger und ggf. gründlicher kardiologisch und auch neurologisch nachbetreut?

# Methodik

## Patienten

Es wurden alle Patienten retrospektiv nachuntersucht, die zwischen dem 01.05.2005 und dem 31.12.2019 in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, eine herzchirurgische Myxomexstirpation erhielten.

Alle eingeschlossenen Patienten hatten ihre schriftliche Einwilligung zur Forschung mit Patientendaten gegeben.

Zunächst wurden alle Patienten mit einem Myxom identifiziert, welches während des stationären Aufenthaltes durch eine pathologische Untersuchung des intraoperativ gewonnen Materials bestätigt worden war, in einigen Fällen auch mithilfe zusätzlicher Immunfärbungen. Die Studie wurde von der örtlichen Ethikkommission genehmigt.

## Präoperative Diagnostik

Die Vorhofmyxome der untersuchten Patienten wurden überwiegend mittels transthorakaler Echokardiographie diagnostiziert. Zur Diagnosesicherung erfolgte ausnahmslos, spätestens unmittelbar vor dem Hautschnitt, auch eine transösophageale Ultraschalluntersuchung des Herzens.

In Einzelfällen lieferten auch Computertomographien oder Magnetresonanztomographien den ersten Hinweis auf das Vorliegen eines Myxoms. Aber auch in diesen Fällen wurde zur genaueren Beurteilung eine Darstellung mittels Echokardiographie durchgeführt.

Bei Patienten, die präoperativ eine Embolisation erlitten und aufgrund einer Schlaganfallsymptomatik auffielen, wurde vor der Herzoperation immer eine zerebrale Schnittbilddiagnostik veranlasst.

Insbesondere bei älteren Patienten wurden vor der herzchirurgischen Tumorentfernung nach Möglichkeit eine diagnostische Koronarangiographie und eine Duplexsonographie der hirnersorgenden Arterien angestrebt.

## Histologische Tumoruntersuchung

Zur endgültigen Diagnose, dass es sich bei dem exstirpierten intrakardialen Tumor tatsächlich um ein Myxom handelt, wurde sämtliches entferntes Tumorgewebe noch aus dem Operationssaal zur histologischen Untersuchung in die Pathologie gesandt.

In Einzelfällen, bei denen der Tumor makroskopisch nicht wie ein typisches Myxom aussah, wurden noch während der Herzoperation Schnellschnitte zur unmittelbaren Untersuchung in die Pathologie geschickt.

In einigen Fällen waren auch Immunfärbungen des Materials nötig, um die Diagnose des Tumors endgültig zu bestätigen. Abschließend wurde aber bei allen Patienten dieser Studie die Diagnose des Myxoms bestätigt.

## Postoperative stationäre Behandlung

Alle an einem Myxom operierten Patienten, auch diejenigen, bei denen das Myxom in minimalinvasiver Operationstechnik entfernt wurde, wurden im Anschluss an die Operation in fortgeführter Intubationsnarkose auf die herzchirurgische Intensivstation gebracht. Dort wurde unter Fortführung des hämodynamischen Monitorings im Verlauf bei kardiopulmonaler Stabilität die Extubation vorgenommen.

Sobald möglich, wurden die Patienten, sofern sie nicht von der Intensivstation direkt wieder in die zuweisende Klinik zurückverlegt wurden, auf die normale Pflegestation verlegt. In einigen Fällen waren die Patienten zwischen den beiden Stationen noch auf einer Intermediate Care Station, um intensivere Überwachung als auf der Normalstation zu gewährleisten. Auf den normalen Pflegestationen wurden während des Aufenthaltes die intraoperativ eingebrachten Thoraxdrainagen gezogen. Kurz vor der Krankenhausentlassung wurden auch die passageren Herzschrittmacherkabel entfernt.

In der Regel schloss sich an die stationäre Behandlung in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie eine dreiwöchige Anschlussheilbehandlung in einer der umliegenden Rehabilitationskliniken an.

## Follow-up

Das Follow-up erfolgte postalisch. Nachdem die Patienten erneut eine Einverständniserklärung unterschrieben hatten, wurden diese darum gebeten, einen Fragebogen zu beantworten. Den Fragebogen im Detail zeigt die Abbildung 11 (siehe Seite 29).

Die Fragen des Bogens dienten zum einen dazu, den aktuellen Gesundheitszustand des Patienten oder der Patientin zu erfragen und die kardiale Belastbarkeit nach der Klassifikation der New York Heart Association für Herzinsuffizienz einzuteilen. Zum anderen wurde aber auch abgefragt, ob die Patienten aktuell in kardiologischer und neurologischer Kontrolle sind und wie sie anhand einer etablierten Skala zur Einschätzung körperlicher Beeinträchtigung nach einem Schlaganfall ihren aktuellen körperlichen Zustand einordnen. Die modifizierte Rankin Skala (mRS) unterteilt die körperliche Beeinträchtigung in sieben Kategorien, für das Follow-up wurden diese in Worte gefasst und die Patienten gebeten, eine Selbsteinschätzung anhand der Schilderung abzugeben. Hierbei wurden die letzten beiden Kategorien nicht mit



aufgelistet, da es sich bei Kategorie 5 um einen bettlägerigen, im Alltag nicht selbstständig handelnden, Patienten handelt und Kategorie 6 einen Patienten mit Hirntod aufgrund des Schlaganfalls beschreibt.

Mit Erlaubnis der Patienten wurden auch die behandelnden Ärzte um die Zusendung aktueller Befunde, darunter auch Echofilme und CT- beziehungsweise MRT-Bilder gebeten.

Bei der Kontaktaufnahme wurden die von den Patienten bei ihrem stationären Aufenthalt angegebenen Adressen verwendet. Wenn die Patienten über den Postweg nicht zu erreichen waren, wurde Kontakt mit den zuständigen Standesämtern aufgenommen. Sofern die Patienten noch am Leben waren, sich ihre Anschrift aber im Verlauf geändert hatte, wurde ein neues Schreiben mit korrigierter Adresse aufgesetzt. Wenn auch auf diese erneute Anfrage keine Reaktion erfolgte, wurden die Patienten telefonisch kontaktiert. Jedoch waren auch hier einige der angegebenen Rufnummern der Standesämter nicht mehr aktuell oder auch für das Standesamt nicht einsehbar.

Als Frist für die Auswertung des Follow-ups wurde der 31.07.2021 gewählt. Zu diesem Zeitpunkt war ausreichend Zeit seit Versendung der Umfrage vergangen, sodass keine spät eintreffende Antwort bei der Auswertung unberücksichtigt gelassen werden musste.

## Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv. Die prä-, intra- und postoperativen Variablen wurden den Krankenakten entnommen. Hierbei wurde sowohl auf das Patientenmanagementsystem Orbis des UKSH, Campus Kiel, zurückgegriffen als auch auf das elektrische Archiv des UKSH, Campus Kiel.

Präoperative Variablen wurden aus den körperlichen Untersuchungen, dem Aufnahmebefund und den Arztbriefen übernommen. Das in der Tabelle angegebene Alter wurde immer für den Zeitpunkt der ausgewerteten Operation berechnet. Die beschriebene Größe des Myxoms wurde den Pathologieberichten entnommen, hier wurde immer der größte angegebene Wert gewählt. Darüber hinaus wurden die Pathologieberichte auf eine mögliche, beschriebene Kalzifikation überprüft und diese gegebenenfalls in die Tabelle eingefügt. Die Beschreibung der Anhaftungsstelle sowie der Oberfläche des Myxoms überprüften wir anhand der Pathologieberichte sowie der Operationsberichte.

Zur Beschreibung der Erstsymptome des Patientenkollektivs wurden die Arztbriefe des stationären Aufenthaltes als Anhaltspunkt genommen und diese auf die in der Tabelle aufgeführten Schlagwörter überprüft. Gleiches gilt für das Vorliegen eines Vorhofflimmerns oder einer Klappenerkrankung bei Aufnahme sowie einer vorherigen Manifestation eines Schlaganfalls/einer TIA, welche unabhängig von dem aktuellen Krankenhausaufenthalt

aufgetreten waren. Hier wurden die im Arztbrief als Vordiagnose angegebenen Erkrankungen als Anhaltspunkt gewählt.

Bei der Beurteilung der bildgebenden Untersuchungen wurde auf die schriftlichen Befunde zurückgegriffen. Eine mögliche intermittierende Okklusion einer Atrioventrikularklappe durch den Tumor wurde aus den vor der Operation durchgeführten bildgebenden Verfahren in die Tabelle überführt, wenn eine solche beschrieben wurde. Zur Bescheinigung einer Insuffizienz der Mitralklappe wurden die präoperativ durchgeführten echokardiographischen Untersuchungen ausgewertet. Wenn in diesen eine solche beschrieben wurde oder eine Mitralklappeninsuffizienz bereits in den Vordiagnosen aufgelistet war, wurde dies in die Tabelle eingepflegt.

Der elektrokardiographische Rhythmus wurde aus den bei der Aufnahme ausgefüllten Protokollen übernommen. Die gemessene kardiale Ejektionsfraktion wurde für alle Patienten im elektrischen Patientenmanagementsystem QIMS der Kardiochirurgie festgehalten.

Eine Angabe, mittels welcher Methode das Myxom diagnostiziert wurde, wurde aus den Arztbriefen der einweisenden Krankenhäuser oder den Arztbriefen der Abteilung für Herzchirurgie entnommen. Da bei einigen Patienten mehrere Untersuchungen zur Absicherung der Diagnose gemacht wurden, sind in diesen Kategorien Mehrfachnennungen möglich, da in diesem Fall alle genutzten Techniken in der Tabelle aufgeführt wurden.

Zur Berechnung der zwischen Diagnose des Myxoms und operativer Behandlung des Myxoms vergangenen Zeit wurde immer die Anzahl der Tage berechnet, welche zwischen der erstmaligen sicheren Diagnose des Myxoms mittels Echokardiographie, Computertomographie oder MRT und dem Operationsdatum vergangen sind.

Zum Vergleich der präoperativen Laborwerte wurde immer die routinemäßig durchgeführte präoperative Laborkontrolle herangezogen, welche ein oder zwei Tage vor der Operation im UKSH Kiel erfolgte.

Zur Erhebung der intraoperativen Variablen wurden die Operationsberichte zu den jeweiligen Operationen ausgewertet.

Die postoperativen Variablen konnten erneut aus den elektronischen Patientenmanagementsystemen Orbis oder QIMS sowie den Arztbriefen gewonnen werden. Auch die postoperative Beatmungsdauer konnte aus dem QIMS entnommen werden.

Im Follow-up wurden Ablationen des Herzens zur Behandlung einer Rhythmusstörung des Herzens nicht als operativer Eingriff am Herzen gewertet und somit auch nicht in die Tabelle eingepflegt.

Direkt postoperativ aufgetretenes Vorhofflimmern wurde in der Nachbefragung als solches angegeben. Bei der Angabe, der zwischen Operation und erstmaliger Manifestation vergangenen Zeit wurde in diesen Fällen eine 0 eingetragen, da die Angabe des Zeitraums in Jahren erfolgte.

Alle erhobenen Daten wurden in anonymisierter Form in einer Excel-Tabelle dokumentiert.

Name Patient	Name Patient
<b>Fragebogen zum Gesundheitszustand</b>	
In diesem Fragebogen geht um für uns wichtige Informationen bezüglich Ihres postoperativen Verlaufs und Ihres aktuellen Gesundheitszustands. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nach der Operation nachzuvollziehen, wie Ihnen sowohl subjektiv als auch objektiv nach Ihrem Eingriff erging.	
1. Sind Sie seit Ihrer Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation in regelmäßiger hausärztlicher Behandlung?	4. Wurde seit Ihrer Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation erneut ein Myxom des Herzens oder eine andere Herzerkrankung diagnostiziert?
Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>
Wenn ja: in welchem Abstand und wie lange schon?.....	Wenn ja: Wann?.....
Wenn ja: bei welchem Arzt/welcher Ärztin?.....	Wenn eine andere Herzerkrankung diagnostiziert wurde: Welche?.....
2. Sind Sie seit Ihrer Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation in regelmäßiger kardiologischer Kontrolle?	5. Wurden Sie seit der Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation erneut am Herzen operiert?
Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>
Wenn ja: in welchem Abstand und wie lange schon?.....	Wenn ja: Wann waren Sie in Behandlung?.....
Wenn ja: bei welchem Arzt/welcher Ärztin?.....	Wenn ja: Wo waren Sie in Behandlung?.....
3. Sind Sie seit Ihrer Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation in regelmäßiger neurologischer Kontrolle?	6. Haben Sie seit Ihrer Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation einen Schlaganfall (Zerebralen Insult/Apoplex) erlitten?
Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>
Wenn ja: in welchem Abstand und wie lange schon?.....	Wenn ja: Wann waren Sie in Behandlung?.....
Wenn ja: bei welchem Arzt/welcher Ärztin?.....	Wenn ja: Wo waren Sie in Behandlung?.....
1	2

Name Patient	Name Patient										
8. Ist bei Ihnen nach der Entlassung aus unserer Klinik nach Ihrer Herzoperation Vorhofflimmern (eine Herzrhythmusstörung) diagnostiziert worden?	11. Sollten vor der OP neurologische Symptome aufgrund eines Schlaganfalls aufgetreten sein, haben sich diese seit der OP gebessert?										
Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>										
Wenn ja: Wann?.....											
Wenn ja: Von welchem Arzt/welcher Ärztin?.....											
9. Wie kommen Sie aktuell in Ihrem Alltag zurecht? Bitte wählen Sie in der folgenden Tabelle die Angabe aus, die Ihren Alltag am treffendsten beschreibt und markieren Sie diese in der Spalte daneben.	12. Wie würden Sie Ihre aktuelle Lebensqualität einschätzen?										
<table border="1"><tbody><tr><td>Ich habe keine Symptome und bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>nicht</b> eingeschränkt.</td><td></td></tr><tr><td>Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>nicht</b> eingeschränkt, obwohl ich Symptome aufgrund der Herzoperation oder eines Schlaganfalls habe.</td><td></td></tr><tr><td>Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>leicht</b> eingeschränkt. Ich brauche jedoch keine Hilfe bei meiner eigenen Versorgung.</td><td></td></tr><tr><td>Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten eingeschränkt, sodass ich Hilfe im Alltag (zum Beispiel bei der Körperpflege, beim An- oder Auskleiden) brauche. Ich kann jedoch <b>ohne</b> Hilfsmittel (wie zum Beispiel Rollator) gehen.</td><td></td></tr><tr><td>Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>sehr stark</b> eingeschränkt, sodass ich Hilfe im Alltag (zum Beispiel bei der Körperpflege, beim An- oder Auskleiden) brauche. Ich bin auf Hilfsmittel (wie Rollator oder Rollstuhl) angewiesen, um mich fortbewegen zu können.</td><td></td></tr></tbody></table>	Ich habe keine Symptome und bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>nicht</b> eingeschränkt.		Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>nicht</b> eingeschränkt, obwohl ich Symptome aufgrund der Herzoperation oder eines Schlaganfalls habe.		Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>leicht</b> eingeschränkt. Ich brauche jedoch keine Hilfe bei meiner eigenen Versorgung.		Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten eingeschränkt, sodass ich Hilfe im Alltag (zum Beispiel bei der Körperpflege, beim An- oder Auskleiden) brauche. Ich kann jedoch <b>ohne</b> Hilfsmittel (wie zum Beispiel Rollator) gehen.		Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>sehr stark</b> eingeschränkt, sodass ich Hilfe im Alltag (zum Beispiel bei der Körperpflege, beim An- oder Auskleiden) brauche. Ich bin auf Hilfsmittel (wie Rollator oder Rollstuhl) angewiesen, um mich fortbewegen zu können.		Besser als vor der Operation..... <input type="checkbox"/> Schlechter als vor der Operation..... <input type="checkbox"/> Genauso wie vor der Operation..... <input type="checkbox"/>
Ich habe keine Symptome und bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>nicht</b> eingeschränkt.											
Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>nicht</b> eingeschränkt, obwohl ich Symptome aufgrund der Herzoperation oder eines Schlaganfalls habe.											
Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>leicht</b> eingeschränkt. Ich brauche jedoch keine Hilfe bei meiner eigenen Versorgung.											
Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten eingeschränkt, sodass ich Hilfe im Alltag (zum Beispiel bei der Körperpflege, beim An- oder Auskleiden) brauche. Ich kann jedoch <b>ohne</b> Hilfsmittel (wie zum Beispiel Rollator) gehen.											
Ich bin in meinem Alltag und der Ausführung meiner Aktivitäten <b>sehr stark</b> eingeschränkt, sodass ich Hilfe im Alltag (zum Beispiel bei der Körperpflege, beim An- oder Auskleiden) brauche. Ich bin auf Hilfsmittel (wie Rollator oder Rollstuhl) angewiesen, um mich fortbewegen zu können.											
10. Bezüglich Ihrer aktuellen Belastbarkeit: Wann werden Sie kurzatmig?											
Bei leichter Belastung..... <input type="checkbox"/> Bei mäßiger Belastung..... <input type="checkbox"/> Bei starker Belastung..... <input type="checkbox"/> Ich werde nicht kurzatmig..... <input type="checkbox"/>											
3	4										

Abbildung 11: Fragebogen, welcher im Rahmen des Follow-ups an die Patienten verschickt wurde.

## Statistik

Aus den erhobenen Daten der beiden Patientengruppen (zerebral embolisiert und nicht embolisiert) wurden für normalverteilte Werte der Mittelwert sowie die Standardabweichung berechnet und diese anschließend mittels ungepaartem t-Test verglichen. Ob die Daten der Normalverteilung folgen, wurde anhand des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft. Die Auswertung der ordinalskalierten Daten erfolgte anhand der Angabe des Medians sowie der 25. und 75. Perzentile. Der Vergleich zwischen den beiden Gruppen erfolgte mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests.

Kategoriale Daten wurden als absolute (n) und relative (%) Werte angegeben. In diesem Fall erfolgte der Vergleich der beiden Gruppen je nach Voraussetzung anhand des Chi<sup>2</sup>-Tests oder des Fisher-Tests.

Das Gesamtüberleben wurde mittels rechtszensiertem Kaplan-Meier-Test berechnet und anschließend erfolgte der Vergleich zwischen beiden Gruppen durch einen Log-Rank-Test. Für alle Tests wurde die Analyse zweiseitig durchgeführt und ein p-Wert von  $\leq 0,05$  als statistisch signifikant festgelegt. Die Analyse der Daten erfolgte mit Hilfe von IBM SPSS Statistik, mit freundlicher Unterstützung durch Frau Dr. rer. nat. Christine Friedrich.

## Ergebnisse

Im Beobachtungszeitraum zwischen Mai 2005 und Dezember 2019 wurden insgesamt 66 Patienten an einem kardialen Myxom operiert.

Bei 18 von insgesamt 66 Patienten war es als Erstsymptom zu einer zerebralen oder peripheren Embolisation gekommen. Zu den peripheren Embolisationen zählen hier unter anderem durch das Myxom ausgelöste Lungenarterienembolien oder embolische Verschlüsse der Blutversorgung der Extremitäten bzw. der intestinalen Gefäße.

Von den 66 Patienten erlitten 14 Patienten einen Schlaganfall aufgrund des Myxoms (SG = Schlaganfall-Gruppe), 52 wurden ohne vorausgegangen Schlaganfall diagnostiziert und anschließend operiert (NSG = Nicht Schlaganfall-Gruppe).

In der NSG war in 2 Fällen eine Lungenarterienembolie das erste Symptom des Myxoms und in 2 weiteren Fällen war das Erstsymptom der embolische Verschluss eines Mesenterialgefäßes beziehungsweise eines Gefäßes, welches eine Extremität versorgt.

Betrachtet man beide Gruppen zusammen, betrug das Durchschnittsalter der Patienten 61,8 Jahre. Von den insgesamt 66 Patienten waren 56,1% weiblich, wobei der Anteil der weiblichen Patienten vor allem in der NSG mit 61,5% größer war. In der SG lag dieser nur bei 35,7%, der Unterschied zwischen beiden Gruppen war jedoch nicht signifikant (Tabelle 1).

In Bezug auf präoperative Patientenmerkmale, kardiale Begleiterkrankungen und diagnostische Verfahren zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (Tabelle 1 und 3). Unter den Begleiterkrankungen fällt auf, dass der Anteil der Patienten, die an einem Diabetes mellitus erkrankt waren mit 14,3% in der SG und 11,5% in der NSG ( $p=0,674$ ) gering ausfällt. Gleiches gilt für die Begleiterkrankungen COPD und pAVK (COPD 7,5% aller Patienten und pAVK 4,5% aller Patienten).

In beiden Gruppen wurde der größte Teil der Patienten nach der Klassifikation für Herzinsuffizienz nach New York Heart Association (NYHA) in Kategorie II eingestuft, diese Patienten empfanden dementsprechend Dyspnoe bei schwerer körperlicher Belastung. Jedoch wurde nur einer der 66 Patienten als NYHA IV klassifiziert (Tabelle 2).

Festhalten lässt sich außerdem, dass der Großteil der Myxome mittels Echokardiographie diagnostiziert wurde (Tabelle 4). Hierbei fällt auf, dass in der SG der Anteil überwiegt, welcher mittels transösophagealer Echokardiographie diagnostiziert wurde, wohingegen in der NSG der Anteil der Myxome, die mittels transthorakaler Echokardiographie diagnostiziert wurden, größer ist. Beide Merkmale unterscheiden sich jedoch nicht signifikant voneinander.

In Bezug auf die initiale Symptomatik fielen 100% der Patienten mit Schlaganfall aufgrund ihrer neurologischen Symptomatik auf. In der weiterführenden Diagnostik konnte festgestellt werden, dass in 28,6% das Strömungsgebiet der linken Arteria cerebri media betroffen war und diese somit die am häufigsten betroffene zerebrale Arterie innerhalb des

Patientenkollektivs war. Auch die rechte Arteria cerebri media hatte einen Anteil von 14,3%, genauso groß war der Anteil der Patienten, bei welchen der Schlaganfall das Kleinhirn oder die Medulla oblongata betraf. Die Lokalisation war also nicht auf ein Strömungsgebiet begrenzt, sondern verteilte sich über das gesamte zentrale Nervensystem.

Bei den Patienten, die nicht aufgrund eines Schlaganfalls aufgefallen waren, manifestierte sich das Myxom am häufigsten durch neu aufgetretene Dyspnoe (34,6%). 42,3% dieser Gruppe hatte jedoch vor Diagnosestellung keinerlei Symptomatik (Tabelle 5). In beiden Gruppen fielen nur bei einem geringen Anteil pathologische Strömungsgeräusche in der Auskultation des Herzens auf (7,1% in der SG vs. 13,5% in der NSG;  $p=1,000$ ).

Es zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen bei der Zeit zwischen Diagnose und chirurgischer Entfernung des Myxoms (7 (3-24) Tage in SG und 23 (5-55) in NSG;  $p=0,120$ ) (Tabelle 6). Kein Patient erlitt während der Wartezeit auf die Operation einen erstmaligen oder wiederkehrenden Schlaganfall. In dieser Wartezeit bekamen fast alle Patienten des Kollektivs eine Linksherzkatheteruntersuchung (92,9% der SG vs. 88,5% der NSG;  $p=1,000$ ) (Tabelle 4). Der größte Teil der Operationen war elektiv (78,8% der SG vs. 86,5% der NSG,  $p=0,431$ ). Nur 7,6% aller Operationen mussten als Notfalloperation durchgeführt werden und ebenfalls 7,6% der Operation als dringende Operation (Tabelle 6). Signifikant kürzer war die Operationszeit (215,5 Minuten in NSG und 192,5 Minuten in SG) und die intraoperative Klemmzeit (78,5 Minuten in NSG und 54,5 Minuten in SG) in der Gruppe der Patienten mit Schlaganfall. Der jeweilige Anteil der minimal-invasiven Zugänge und der kombinierten herzchirurgischen Eingriffe unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Allerdings erfolgte der Zugang zum Myxom in der NSG häufiger über den rechten Vorhof (57,7% vs. 14,3%;  $p=0,007$ ) und die Resektionsstelle am Endokard wurde ausschließlich in der NSG mittels Rinderperikard rekonstruiert (in 51,9% der Fälle in der NSG;  $p<0,001$ ). Bei 31,8% des gesamten Patientenkollektivs wurde ein Kombinationseingriff durchgeführt. Die am häufigsten durchgeführte Maßnahme in Kombination mit einer Myxomexstirpation war eine zusätzliche Versorgung der Patienten mit Bypässen (14,3% in der SG vs. 23,1% in der NSG) (Tabelle 6).

Die maximale Größe der Myxome war in beiden Gruppen mit 3,4 cm und 3,8 cm (SG vs. NSG;  $p=0,536$ ) vergleichbar. Auch bezüglich der Lokalisation der Myxome unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant voneinander ( $p=0,436$ ). Die meisten Myxome befanden sich im linken Vorhof (92,9% in der SG und 78,8% in der NSG), hier waren sie häufig im Bereich der Fossa ovalis am Septum zwischen den beiden Vorhöfen befestigt (21,4% in der SG vs. 50% in der NSG;  $p=0,056$ ). Nach dem linken Vorhof war die häufigste Lokalisation im rechten Vorhof (13,6% innerhalb des gesamten Kollektivs), in den Ventrikeln war das Myxom lediglich in 3 Fällen lokalisiert.

Auffällig war, dass in der SG 57,1% der Myxome eine unregelmäßige Oberfläche hatten, im linken Herzen (vor allem im linken Vorhof) lokalisiert waren und eine gestielte Anheftungsstelle besaßen. In der NSG hingegen erfüllten 92,3% der Myxome diese Kriterien nicht ( $p < 0,001$ ) (Tabelle 7, 10 und Abbildung 12). Bereits die Kombination zweier Eigenschaften, zum Beispiel Myxome ohne glatte Oberfläche und mit gestieltem Ansatz, jedoch innerhalb des Bereichs der Fossa ovalis (SG 64,3% vs. NSG 23,1%;  $p = 0,008$ ) oder keine glatte Oberfläche und ein Ansatz außerhalb der Fossa ovalis (SG 64,3% vs. NSG 11,5%;  $p < 0,001$ ) trat in der SG signifikant häufiger auf. Die Kombination aller drei Merkmale stellt jedoch den deutlichsten Unterschied dar, da diese in der NSG am seltensten kombiniert vorlagen.

Die Patienten der NSG benötigten postoperativ eine signifikant kürzere intensivmedizinische Betreuung und Überwachung (2 Tage NSG vs. 3 Tage SG;  $p = 0,020$ ). In Bezug auf die postoperativ eingetretenen Komplikationen unterschieden sich beide Gruppen in keiner Kategorie signifikant. Insgesamt lässt sich sagen, dass die Rate an Komplikationen niedrig war. Es kam zu keiner Wundinfektion im postoperativen Verlauf, in lediglich drei Fällen musste postoperative eine Nachblutung behandelt werden und nur in zwei Fällen trat postoperativ im gesamten Kollektiv ein Nierenversagen auf. Bei 6,1% der Patienten kam es postoperativ zur Entwicklung eines Perikardergusses. Im kurzfristigen postoperativen Verlauf erlitten 1,9% der NSG einen Apoplex, in der SG erlitten 14,3% einen zerebralen Reinfarkt ( $p = 0,111$ ). Die 30-Tage-Mortalität betrug 1,9% (NSG) und 7,1% (SG) ohne signifikante Diskrepanz ( $p = 0,382$ ). Ein Jahr postoperativ waren die Sterblichkeitsraten unverändert (Tabelle 8).

Die Nachbeobachtung im Rahmen des Follow-ups erfolgte im Durchschnitt nach 6,4 Jahren (Bereich: 0-14 Jahre). Ein Patient in der NSG wurde bis zu diesem Zeitpunkt in unserem Krankenhaus wegen eines Myxomrezidivs erneut operiert. In beiden Gruppen wurden im mittelfristigen Verlauf keine erneuten Schlaganfälle oder andere neurologische Ereignisse dokumentiert. Die Mortalität war zum Zeitpunkt des Follow-ups nicht signifikant unterschiedlich (28,6% in der SG vs. 9,6% in der NSG;  $p = 0,087$ ). Die Berechnung der Kaplan-Meier-Kurve zeigte einen signifikanten Überlebensvorteil für die Patienten in der NSG ( $p = 0,043$ ) (Tabelle 9 und Abbildung 13).

In Bezug auf die Klassifikation nach der NYHA-Klassifikation veränderte sich diese vor allem in der SG, hier wurden nun 50% als NYHA I klassifiziert und 27,6% in der NSG ( $p = 0,352$ ). Als NYHA II wurden in der SG postoperativ lediglich 16,7% klassifiziert, hier hat also eine Verschiebung hin zu NYHA I stattgefunden. In der NSG hingegen waren weniger Patienten als NYHA I und II klassifiziert als präoperativ. Der Großteil der im Follow-up befragten Patienten nahm nach dem Krankenhausaufenthalt die Möglichkeit einer regelmäßigen kardiologischen Nachsorge wahr (94,3% in der SG vs. 96,6% in der NSG,  $p = 0,318$ ). Eine regelmäßige neurologische Nachsorge nahm nur ein Patient der SG in Anspruch.

Bezüglich der Veränderung der Lebensqualität durch die Operation des Myxoms gaben 54,2% der Patienten im Follow-up an, dass sich diese nach durchgeführter Operation verbessert habe. Lediglich 8,6% gaben an, dass sich ihre Lebensqualität verschlechtert habe, der restliche Teil der Befragten bemerkte keine Veränderung der Lebensqualität. In der Beurteilung der Einschränkungen im Alltag mittels der mRS gab nur ein Patient an, dass er in seinem Alltag in seiner Selbstständigkeit stark eingeschränkt sei. Alle anderen Patienten gaben im Follow-up unabhängig von ihrer Gruppe an, dass sie maximal leicht im Alltag eingeschränkt seien aufgrund der Operation beziehungsweise eines Schlaganfalls. Der größte Teil der Befragten bemerkte jedoch zum Zeitpunkt der Befragung keinerlei Einschränkung (siehe Abbildung 14).



*Tabelle 1: Präoperative Patientencharakteristika*

	SG	NSG	p-Wert
Alter (Jahre)	58,4 (± 12,7)	62,8 (± 11,7)	0,226
Weiblich (%)	35,7	61,5	0,084
BMI	27,2 (± 4,4)	26,1 (± 4,3)	0,408
Ejektionsfraktion (%)	70 (63; 70)	65 (60; 70)	0,113
Vorhofflimmern (%)	14,3	17,3	1,000
Arterielle Hypertonie (%)	50,0	53,8	0,798
Pulmonale Hypertonie (%)	14,3	32,7	0,318
Diabetes mellitus (%)	14,3	11,5	0,674
Hyperlipoproteinämie (%)	57,1	30,8	0,069
Nikotinabusus (%)	42,9	55,8	0,390
COPD (%)	7,1	7,7	1,000
pAVK (%)	7,1	3,8	0,517
Onkologische Erkrankung (%)	7,1	3,8	0,517

Dargestellt sind die präoperativ erhobenen Charakteristika der an einem Myxom erkrankten Patienten. Numerische Variablen, welche einer Normalverteilung folgen, sind mit Mittelwert (± Standardabweichung) angegeben. Für ordinalskalierte Variablen ist der Median (25. Perzentile; 75. Perzentile) angegeben. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

BMI: Body-Mass-Index

COPD: Chronisch obstruktive Lungenerkrankung

pAVK: periphere arterielle Verschlusskrankheit

*Tabelle 2: Präoperative Klassifikation der Patienten nach der NYHA-Klassifikation*

	SG	NSG	p-Wert
NYHA I (%)	21,4	30,8	0,741
NYHA II (%)	71,4	50	0,152
NYHA III (%)	7,1	15,4	0,671
NYHA IV (%)	0	1,9	1,000

Dargestellt ist die präoperative Klassifikation der Patienten nach der NYHA-Klassifikation. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

NYHA I: Herzerkrankung ohne körperliche Limitation.

NYHA II: Herzerkrankung mit leichter Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit.

NYHA III: Herzerkrankung mit höhergradiger Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit bereits bei leichter Tätigkeit.

NYHA IV: Herzerkrankung mit Beschwerden bei allen körperlichen Tätigkeiten und in Ruhe.

*Tabelle 3: Kardiale Begleiterkrankungen*

	SG	NSG	p-Wert
Koronare Herzkrankheit (%)	42,9	36,5	0,665
Mitralklappeninsuffizienz (%)	35,7	57,7	0,144
PFO (%)	7,1	5,8	1,000
ASD (%)	0	1,9	1,000

Dargestellt sind die präoperativ diagnostizierten kardialen Begleiterkrankungen der an einem Myxom erkrankten Patienten. Die Angabe der kategorialen Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

PFO: Persistierendes Foramen ovale

ASD: Atriumseptumdefekt

*Tabelle 4: Diagnostische Methoden*

	SG	NSG	p-Wert
Transthorakale Echokardiographie (%)	57,1	73,1	0,328
Transösophageale Echokardiographie (%)	85,7	69,2	0,318
MRT (%)	7,1	13,5	1,000
CT (%)	7,1	15,4	0,671
Linksherzkatheter (%)	92,9	88,5	1,000

Dargestellt sind die Methoden mittels derer das Myxom präoperativ diagnostiziert wurde. Die Angabe der kategorialen Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

MRT: Magnetresonanztomographie

CT: Computertomographie

*Tabelle 5: Tumorassoziierte Symptome*

	SG	NSG	p-Wert
Angina pectoris (%)	7,1	11,5	1,000
Palpitationen (%)	0	9,6	0,576
Dyspnoe (%)	0	34,6	0,007
Synkope (%)	7,1	9,6	1,000
Erschöpfung (%)	0	9,6	0,576
Neurologische Ausfälle (%)	100	0	<0,001
Asymptomatisch (%)	0	42,3	0,003
Herzgeräusche in der Auskultation (%)	7,1	13,5	1,000

Dargestellt sind die Symptome, welche zur vor Diagnose des Myxoms bei den Patienten bestanden. Die Angabe der kategorialen Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

*Tabelle 6: Intraoperative Daten*

	SG	NSG	p-Wert
Zeit von Diagnose bis OP (6)	7 (2,8; 24,3)	23 (5,3; 55,0)	0,120
Notfalloperation* (%)	7,1	7,7	1,000
Dringende Operation** (%)	14,3	5,8	0,285
Elektive Operation (%)	78,8	86,5	0,431
Minimalinvasive Operation (%)	28,6	42,3	0,350
Dauer der Operation (min)	192,5 (139,3; 244,5)	215,5 (184,5; 273,3)	0,046
Bypass Zeit (min)	102,5 ( $\pm$ 45,7)	133,1 ( $\pm$ 54,3)	0,058
Abklemmzeit (min)	54,5 (33,3; 86,5)	78,5 (55,0; 106,8)	0,035
Endokardrekonstruktion (%)	0	51,9	<0,001
Zugang über rechtes Atrium (%)	57,7	14,3	0,007
Kombinationseingriff (%)	21,4	34,6	0,520
Zusätzliche Bypass OP (%)	14,3	23,1	0,716

Dargestellt sind die intraoperativen Daten. Numerische Variablen, welche einer Normalverteilung folgen, sind mit Mittelwert ( $\pm$  Standardabweichung) angegeben. Für ordinalskalierte Variablen ist der Median (25. Perzentile; 75. Perzentile) angegeben. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

\* Notfalloperation: Eingriff innerhalb von 24 Stunden

\*\* Dringende Operation: Eingriff innerhalb von 48 Stunden

*Tabelle 7: Details bezüglich der operierten Myxome*

	SG	NSG	p-Wert
Lokalisation im linken Ventrikel (%)	7,1	3,8	0,517
Lokalisation im linken Vorhof (%)	92,9	78,8	0,436
Lokalisation im rechten Atrium (%)	0	17,3	0,186
Anhaftung am atrialen Septum (%)	21,4	50,0	0,056
Gestielter Tumor (%)	71,4	46,2	0,093
Maximale Ausdehnung des Myxoms (cm)	3,4 ( $\pm$ 1,5)	3,8 ( $\pm$ 2,1)	0,536
Keine glatte Oberfläche (%)	78,6	50,0	0,103
Kalzifikation des Tumors (%)	7,1	13,5	1,000

Dargestellt sind die Eigenschaften der exstirpierten Myxome. Numerische Variablen, welche einer Normalverteilung folgen, sind mit Mittelwert ( $\pm$  Standardabweichung) angegeben. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

*Tabelle 8: Postoperative klinische Daten*

	SG	NSG	p-Wert
Liegedauer Intensivstation (d)	3 (2; 7)	2 (2; 2)	0,020
Beatmungszeit (h)	10,5 (6,8; 28,0)	10,5 (9,0; 15,8)	0,783
Tracheotomie (%)	7,1	5,8	1,000
Rethorakotomie (%)	0	3,8	1,000
Postoperative Nachblutung (%)	7,1	3,8	0,517
Wundinfektion (%)	0	0	
Akutes Nierenversagen (%)	7,1	1,9	0,382
Perikarderguss (%)	7,1	5,8	1,000
Postoperativ Vorhofflimmern (%)	7,1	26,9	0,161
Postoperativ Apoplex (%)	14,3	1,9	0,111
Postoperativ Dialyse (%)	7,1	1,9	0,382
Krankenhausliegedauer in der Herzchirurgie (d)	11 (10; 17)	12 (10; 15)	0,776
30-Tages-Mortalität (%)	7,1	1,9	0,382

Dargestellt sind die postoperativen Daten. Für ordinalskalierte Variablen ist der Median (25. Perzentile; 75. Perzentile) angegeben. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

*Tabelle 9: Daten zum Follow-up*

	SG	NSG	p-Wert
Antwortrate (%)	42,9	55,8	0,390
Zeit bis Follow-up (Jahre)	4,17 ( $\pm$ 4,1)	6,86 ( $\pm$ 3,8)	0,129
Sterblichkeit (%)	28,6	9,6	0,087
Apoplex nach Entlassung (%)	0	0	
Rezidiv des Myxoms (%)	0	3,4	1,000
Erneute Herzoperation (%)	0	3,4	1,000
NYHA I (%)	50	27,6	0,352
NYHA II (%)	16,7	24,1	1,000
Besserung neurologischer Symptome (%)	66,7	0	<0,001
Regelmäßige neurologische Nachsorge (%)	16,7	0	0,171
Regelmäßige kardiologische Nachsorge (%)	94,3	96,6	0,318
Lebensqualität besser als vor der OP (%)	50	55,2	0,643
Lebensqualität schlechter als vor der OP (%)	16,7	6,9	0,643

Dargestellt sind die im Follow-up erhobenen Daten. Numerische Variablen, welche einer Normalverteilung folgen, sind mit Mittelwert ( $\pm$  Standardabweichung) angegeben. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

Tabelle 10: Eigenschaften der Myxome in Kombination

	SG	NSG	p-Wert
Myxom < 3 cm (%)	42,9	34,6	0,569
Linkskardial, keine glatte Oberfläche und gestielt außerhalb der Fossa ovalis (%)	57,1	7,7	<0,001
Linkskardial, gestielt außerhalb der Fossa ovalis (%)	57,1	15,4	0,003
Linkskardial, keine glatte Oberfläche und außerhalb der Fossa ovalis (%)	64,3	11,5	<0,001
Linkskardial, keine glatte Oberfläche und gestielt (%)	64,3	23,1	0,008

Dargestellt ist die Häufigkeit bedeutsamer Eigenschaften der Myxome innerhalb der Gruppen sowie die Häufigkeit der Kombination dieser Eigenschaften innerhalb der SG und NSG. Den einzelnen Eigenschaften wurde in anderen Arbeiten ein Einfluss auf das Embolierisiko nachgesagt. Die Angabe kategorialer Daten erfolgt als relativer Anteil an der Gesamtheit der Gruppe in %.

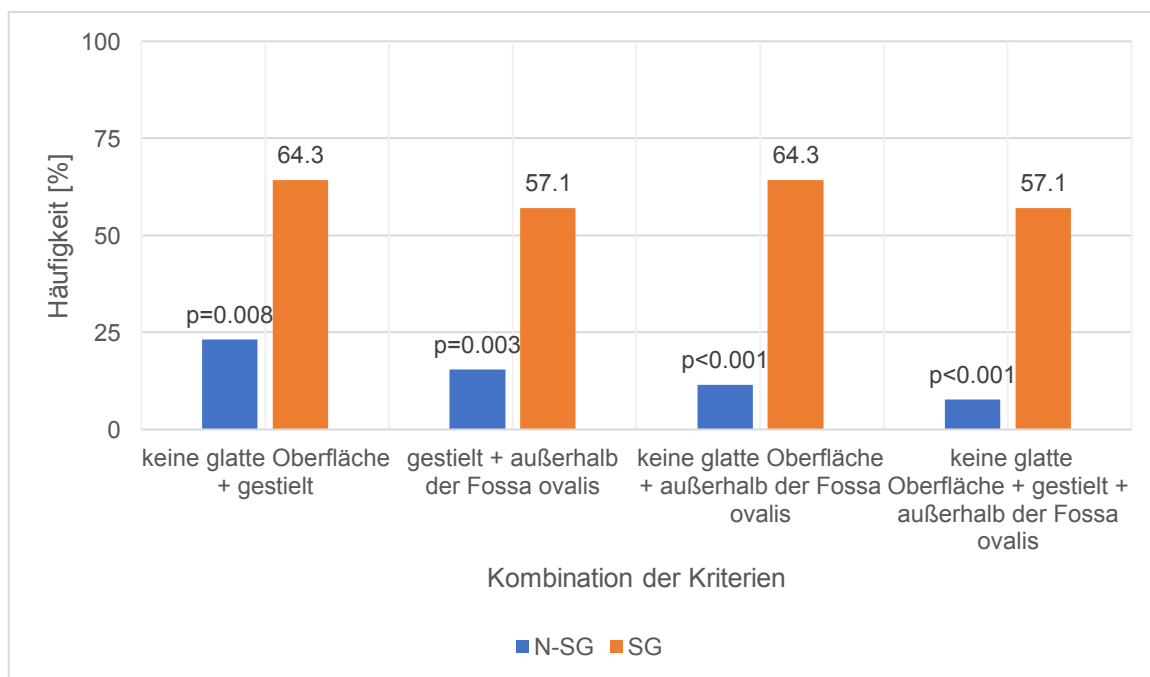


Abbildung 12: Kombination unterschiedlicher Kriterien der Myxome in NSG vs. SG.

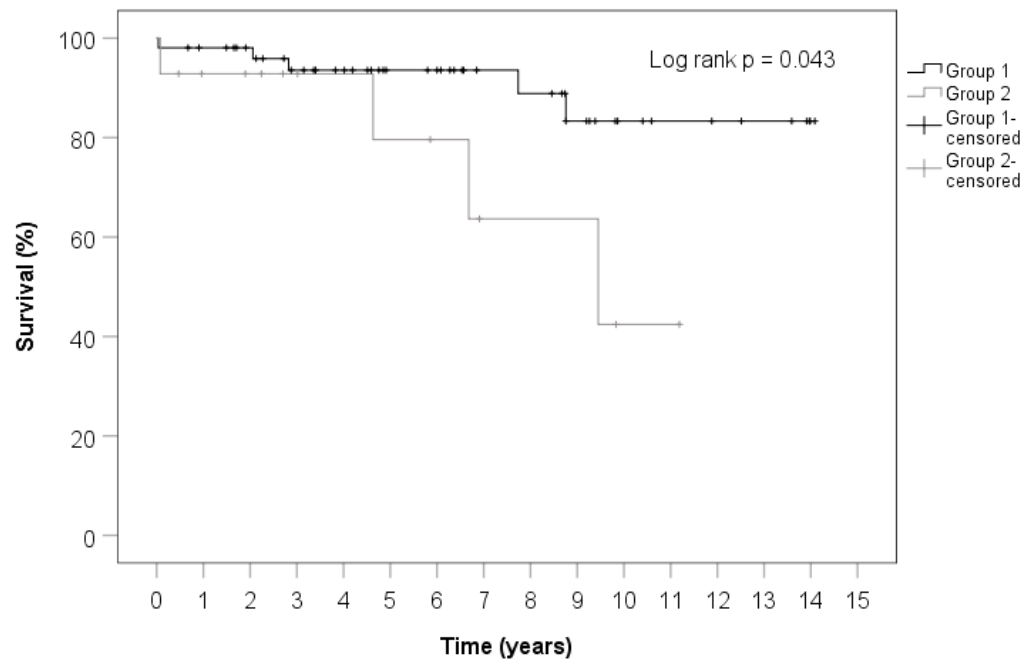


Abbildung 13: Kaplan-Meier Kurve mit Gruppe 1 (NSG) und Gruppe 2 (SG).

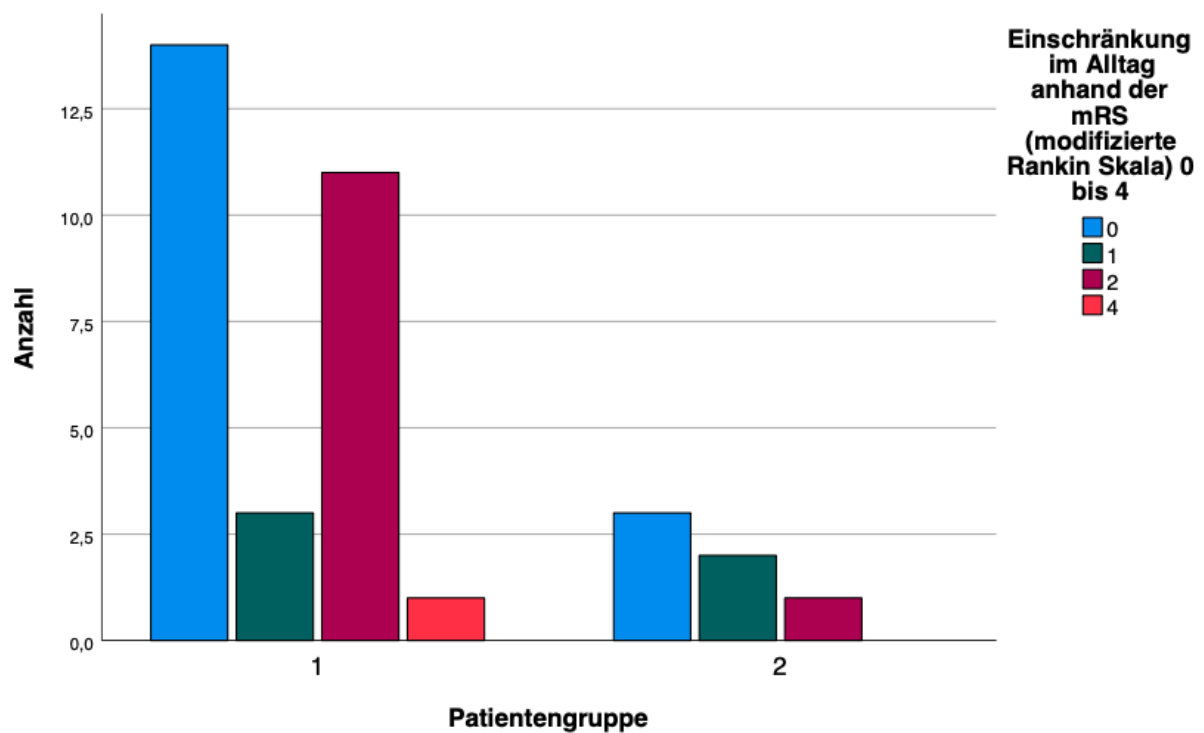


Abbildung 14: Einteilung der Einschränkung im Alltag anhand der mRS im Follow-up. 1 = NSG, 2 = SG.



## Diskussion

In der Literatur finden sich zahlreiche Fallberichte, man findet jedoch nur wenige Originalarbeiten über kardiale Myxome. Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob sich das Ergebnis von Patienten, bei denen ein Myxom mit oder ohne vorherigen Schlaganfall operativ entfernt wurde, unterscheidet. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf Merkmale der Myxome gelegt, die mit einem erhöhten Risiko für einen präoperativen Schlaganfall assoziiert sind.

Während des beobachteten Zeitraums von 15 Jahren wurden insgesamt 66 Patienten herzchirurgisch aufgrund eines Myxoms behandelt, wobei 14 dieser Patienten vorher einen Schlaganfall erlitten (SG) und 52 ohne vorangegangenen Schlaganfall (NSG) die Diagnose eines kardialen Myxoms gestellt bekamen. In Anbetracht der geringen Inzidenz von Myxomen, die auf 0,5 Fälle pro 1 Million Menschen pro Jahr geschätzt wird (S.W. MacGowan 1993), ist diese geringe Zahl an Patienten auch für ein großes Herzzentrum nicht überraschend. 56,1% der von uns untersuchten Patienten waren weiblich, dies deckt sich mit den Beobachtungen anderer Studien zu kardialen Myxomen (V.D. Aiello 2016). In der Arbeit von Tasoglu et al. waren sogar 77,6% der Myxompatienten weiblich (I. Tasoglu 2009).

Das Verhältnis von zerebral embolisierten kardialen Myxomen in unserem Kollektiv ähnelt den Beobachtungen von Stefanou et al., welche in einer Kohorte von 52 Patienten über zwölf Jahre acht mit einem embolischem Schlaganfall fanden (M-I. Stefanou 2018).

Myxome, die im linken Herzen lokalisiert sind, können prinzipiell in alle Bereiche des zentralen Nervensystem embolisieren. In unseren Beobachtungen war am häufigsten die Strombahn der linken Arteria cerebri media betroffen (28,6%). Diese Beobachtung deckt sich mit den Studien von Lee et al., welche ebenfalls besonders häufig eine Embolisation in die Gebiete der Arteriae cerebri mediae beobachteten (S.J. Lee 2012).

Die Patienten der SG hatten überproportional häufig (57,1%) Myxome, die keine glatte Oberfläche und einen gestielten Ansatzpunkt im linken Herzen außerhalb der Fossa ovalis hatten. In der NSG erfüllten 92,3% der diagnostizierten Myxome die Kombination dieser Kriterien nicht. Keeling et al. beobachteten in ihrer Studie, dass allein die Tumorbeschaffenheit ein signifikanter Prädiktor für eine Embolisation sei (I.M. Keeling 2002). Swartz und seine Mitarbeiter sahen in ihrem Kollektiv einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer extraseptalen Ansatzstelle und neurologischen Ereignissen (M.F. Swartz 2006). Unsere Ergebnisse lieferten kein alleinstehendes Kriterium für die Bewertung des Embolierisikos. Nur die Kombination aus mindestens zwei der von uns genannten Kriterien war in unserem Kollektiv signifikant mit einem erhöhten Risiko für eine zerebrale Embolie assoziiert. Im Hinblick auf das Embolierisiko spielte die Größe des Myxoms allein in unseren Auswertungen keine Rolle. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Garatti und seine Kollegen (A. Garatti

2012). Bereits bei einer Kombination von zwei der von uns identifizierten Eigenschaft scheint das Risiko für eine Embolie erhöht zu sein. Das größte Risiko liegt jedoch bei Kombination aller drei Eigenschaften vor, da diese besonders häufig in der SG auftraten und im Vergleich dazu am seltensten in der NSG.

In der Literatur besteht ein Konsens darüber, dass Patienten mit Myxomen häufig asymptomatisch sind und die Diagnose zufällig aufgrund einer Routineuntersuchung oder anderweitiger Bildgebung des Herzens gestellt wird (C-X. Jiang 2019). Die Ergebnisse unserer Untersuchung decken sich mit diesen Aussagen, auch bei uns war der Großteil der Patienten der NSG asymptomatisch (42,3%). Ein deutlich kleinerer Teil hatte unspezifische kardiale Symptome wie Dyspnoe (34,6%). Auch die präoperative Einteilung der Patienten mittels der NYHA-Klassifikation deckt sich mit dieser Einschätzung. Der größte Teil wurde sowohl in der SG als auch in der NSG als NYHA I oder II klassifiziert (siehe Tabelle 2), was einer kardialen Erkrankung ohne körperliche Limitationen beziehungsweise mit nur leichten körperlichen Einschränkungen gleichkommt.

Bemerkenswert ist, dass nur bei wenigen Patienten mit Myxomen ein Herzgeräusch in der Auskultation aufgefallen ist (13,5% in der NSG und 7,1% in der SG). Ein Herzgeräusch ist immer dann auskultierbar, wenn die Strömungseigenschaften des Blutes verändert werden und es zu Verwirbelungen kommt (D. Röhl 1984). Myxome haben aufgrund ihres intraluminalen Wachstums und in einigen Fällen auch aufgrund der unregelmäßigen Beschaffenheit ihrer Oberfläche die Voraussetzungen, um im Blutfluss Verwirbelungen zu verursachen. Trotzdem scheinen sie nur selten aufgrund von Herzgeräuschen aufzufallen. Dies bedeutet, dass eine reine körperliche Untersuchung und eine Abfrage von Symptomen nicht ausreichen, um das Vorliegen eines Myxoms zu bestätigen oder auszuschließen. Eine Diagnose kann nur bildmorphologisch gestellt werden.

In unseren Untersuchungen bekam der größte Teil der Patienten eine ausführliche präoperative Diagnostik, um mögliche kardiologische Begleiterkrankungen auszuschließen, Komplikationen bei der Nutzung der Herz-Lungen-Maschine zu verhindern und dem Operateur bereits präoperativ ein möglichst detailliertes Bild des Myxoms und des Operationsgebietes zu liefern. In keiner der beiden Gruppe kam es im Laufe dieser präoperativen Vorbereitung zu einer Embolisation durch das Myxom, obwohl in nur 10 Fällen eine schnelle Operation des Myxoms geplant wurde, sodass weiterhin eine primäre ausführliche Diagnostik sinnvoll erscheint. Die Vorteile der besseren Planbarkeit und der höheren Sicherheit intraoperativ überwiegen das nach unseren Erkenntnissen vernachlässigbare Risiko für das Auftreten eines Schlaganfalls bei bereits hospitalisierten Patienten.

Es ist ebenfalls wichtig zu erwähnen, dass die Entwicklung eines Schlaganfalls aufgrund des Myxoms zwar das größte Risiko für die Patienten darstellt. Nur diese Gefahr für die Planung des weiteren Vorgehens mit einzubeziehen reicht jedoch nicht aus. Diese Myxome befinden

sich in der Regel im linken Herzen, bei Ausbildung eines Embolus kann dieser über die Aorta und die rechte und linke Arteria carotis communis oder die Vertebralarterien direkt ins zentrale Nervensystem transportiert werden. Myxome, die an anderen Stellen des Herzens lokalisiert sind, rechtfertigen jedoch keinen Aufschub einer operativen Therapie. In unsere Studie gab es zwei Patienten mit einem Myxom des rechten Vorhofs, bei welchen im Verlauf eine Embolie ausgehend vom Myxom zur Ausbildung einer Lungenarterienembolie führte. Diese stellt zusätzlich zum Myxom eine Belastung für das rechte Herz dar und kann somit zu einer deutlichen Verschlechterung des gesundheitlichen Zustands der Patienten führen. Hieraus lässt sich schließen, dass auch Patienten mit atypisch lokalisierten Myxomen schnell einer gezielten Diagnostik und anschließenden Therapie zugeführt werden müssen.

In der Auswertung der präoperativ durchgeführten Diagnostik zeigt sich, dass in der SG 85,7% der Myxome mittels transösophagealer Echokardiographie diagnostiziert wurden. Dieser Anteil ist in der NSG niedriger. Im Gegensatz dazu ist der Anteil der Myxome, welche mit Hilfe einer transthorakalen Echokardiographie, Computertomographie oder Magnetresonanztomographie diagnostiziert wurden, in der NSG größer als in der SG. Diese Zahlen unterstützen ebenfalls die bereits zuvor formulierte Annahme, dass ein Großteil der Myxome asymptomatisch ist und aus diesem Grund lediglich zufällig bei Routinediagnostik festgestellt wird. Bei einem Schlaganfall wird noch im Krankenhaus Diagnostik angestoßen, um die Quelle des Embolus zu finden. Zu dieser gehört wie zuvor erwähnt auch die Durchführung einer transösophagealen Echokardiographie zur Beurteilung der Vorhöfe des Herzens. Im Rahmen dieser Untersuchung werden in der SG die Myxome des Vorhofs diagnostiziert, was erklärt weshalb dies die einzige Untersuchungsmethode ist, welche in der SG häufiger durchgeführt wurde.

Zusammenfassend lässt sich außerdem sagen, dass fast alle Patienten präoperativ eine Linksherzkatheteruntersuchung (siehe Tabelle 4) sowie eine Duplexsonographie der Carotiden erhalten haben und der Großteil der Myxome in der SG mittels transösophagealer Echokardiographie festgestellt wurde. Dies zeigt, dass die am UKSH angewandten diagnostischen Maßnahmen zuverlässig durchgeführt werden und somit bereits präoperativ ein Grundstein für eine möglichst sichere Durchführung der Operation gelegt wird.

Die signifikant längere Operations- und Abklemmzeit in der NSG ist durch die Notwendigkeit einer plastischen Rekonstruktion der Resektionsstelle mit Rinderperikard erklärbar. Diese Maßnahme musste lediglich in der NSG ergriffen werden. In der SG musste bei keinem Patienten die Resektionsstelle plastisch gedeckt werden. Dies deutet darauf hin, dass es in der SG keine besonders tiefen oder breiten Defekte nach der vollständigen Resektion des Myxoms gab. Außerdem fällt auf, dass in der NSG fast die Hälfte aller Eingriffe (42,3%) minimalinvasiv durchgeführt wurden. Dieser Zugangsweg hat wie bereits beschrieben zahlreiche Vorteile, die Patienten entwickeln seltener Komplikationen, bedürfen einer kürzeren

intensivmedizinischen Überwachung und das kosmetische Ergebnis ist ebenfalls relevant für den späteren Alltag der Patienten. Da der zeitliche Unterschied bei den Operationen auf die Deckung des Defekts mittels Rinderperikard in der NSG zurückzuführen ist, decken sich unsere Daten mit denen von C. Luo et al., welche feststellten, dass die benötigte Zeit bei beiden möglichen operativen Vorgehensweisen zusammen rückt (C. Luo 2019). Dieses Ergebnis könnte in Zukunft dafür sorgen, dass primär ein minimalinvasiver Zugang zum Goldstandard in der Myxomexstirpation wird, da er postoperativ viele Vorteile für den Patienten und den betreuenden Arzt bietet.

Die Tatsache, dass in der SG die Myxome seltener über einen Zugang durch den rechten Vorhof dargestellt wurden, lässt sich dadurch erklären, dass in dieser Gruppe alle Myxome im linken Herzen lokalisiert waren. In der NSG hingegen waren 17,3% der Myxome im rechten Vorhof lokalisiert, aus diesem Grund erfolgte hier auch der naheliegende Zugang über eben diesen.

In unseren Beobachtungen hatte die SG einen längeren Aufenthalt auf der Intensivstation als die NSG (3 Tage vs. 2 Tage). Dies ist keine Überraschung, da Patienten nach einem Schlaganfall bereits ohne Operation häufig eine schlechtere körperliche Konstitution vorweisen. Diese in Kombination mit einem herzchirurgischen Eingriff kann dazu führen, dass für einen längeren Zeitraum eine intensivmedizinische Überwachung und Therapie notwendig ist. Auch die höhere Rate an minimalinvasiven Eingriffen in der NSG ist ein Faktor, wenn es um den intensivmedizinischen Betreuungsbedarf geht. M. Ellouze et al. stellten in ihren Untersuchungen fest, dass bei minimalinvasivem Vorgehen die intensivmedizinische Behandlungszeit kürzer ist als die bei konventionellem Vorgehen [(M. Ellouze 2018) (N.G. Dong 2018)]. Jedoch scheinen sich auch die Patienten der SG schnell von ihrem herzchirurgischen Eingriff zu erholen, da die Gesamtverweildauer im Krankenhaus von beiden Gruppen vergleichbar war.

Eine Herzoperation an der Herz-Lungen-Maschine mit voller Heparinisierung bei Patienten mit akutem oder subakutem Schlaganfall ist grundsätzlich mit dem Risiko einer intrazerebralen Blutung während des Eingriffs verbunden. Dies ist dadurch zu erklären, dass das Gehirn inklusive der versorgenden Gefäße durch den Schlaganfall bereits geschädigt ist. Durch die massive Hemmung der Blutgerinnung durch den Einsatz des Heparins kann es dann zu einer Einblutung im Bereich dieser vorgeschädigten Gewebe kommen. Glücklicherweise erlitt keiner der Patienten in der SG diese Komplikation.

Die am häufigsten beobachtete Komplikation in unserer Kohorte war das postoperative Auftreten eines Vorhofflimmerns (26,9% in der NSG und 7,1% in der SG). Diese Beobachtung deckt sich mit anderen Veröffentlichungen, in denen das postoperative Auftreten eines Vorhofflimmerns als die häufigste Komplikation nach einem herzchirurgischen Eingriff geschildert wird (G. Samanidis 2020). Insgesamt entwickelten 6,1% der Patienten postoperativ

einen Perikarderguss. In diesen Fällen ist es gut möglich, dass dieser im Rahmen des zuvor beschriebenen Postkardiotomie-Syndroms entstanden ist. Ansonsten beschrieben Lee et al. die Myxomexstirpation als einen komplikationsarmen Eingriff (P.T. Lee 2021). Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen unserer Kohorte. Hier kam es nur bei zwei Patienten zu einem akuten Nierenversagen, bei drei Patienten musste eine Rethorakotomie durchgeführt werden und es trat keine einzige Wundinfektion im Verlauf auf. Dieser gute postoperative Verlauf spiegelt sich auch im Ergebnis des Follow-ups wider, in welchem der größte Teil der Patienten anhand einer Selbsteinschätzung mittels der mRS angibt, dass sie sich heute nicht, beziehungsweise nur leicht, in ihrem Alltag aufgrund des Schlaganfalls oder der durchgeführten Operation eingeschränkt fühlen.

Bei einem Patienten (1,5%) aus der NSG wurde ein Rezidiv des Myxoms diagnostiziert, welches eine erneute chirurgische Exstirpation erforderlich machte. Bei diesem Patienten kam es zu einem speziellen Verlauf, da dieser insgesamt zwei Rezidive seines Myxoms hatte und insgesamt dreimal einer operativen Therapie in unserer Klinik bedurfte. Andere Studiengruppen berichteten über ähnlich niedrige Rezidivraten [(I. Tasoglu 2009) (A. Garatti 2012)]. Im Rahmen des Carney-Syndroms sind die Rezidivraten von Myxomen hingegen deutlich erhöht (K. Wei 2019), sodass sich bei Patienten mit Rezidiv eine Untersuchung auf das Vorliegen dieses Syndroms empfiehlt. Bei Bestätigung des Verdachts könnte mit dem Einverständnis betroffener Patienten Kontakt zur Verwandtschaft aufgenommen werden, um hier präventive Untersuchungen einzuleiten. Unser jüngster Patient, der aufgrund eines Myxoms operiert wurde, war 31 Jahre alt. Auch ein junges Alter kann Hinweis auf ein vorliegendes Carney-Syndrom sein (K. Wei 2019), sodass überlegt werden kann, ob eine humangenetische Untersuchung junger Patienten sinnvoll ist.

Eine neurologische Nachsorge wurde nur von einem unserer Patienten in Anspruch genommen. In beiden Gruppen traten bei den Patienten, die am Follow-up teilnahmen, im postoperativen Verlauf keine signifikant unterschiedlichen Raten neuer, klinisch manifester neurologischer Ereignisse auf. Jedoch würde sich eine neurologische Nachbetreuung nicht nur zu Prävention erneuter neurologischer Komplikationen aufgrund möglicher Auswirkungen des Myxoms auf die zerebralen Gefäße (G. Chauhan 2019) anbieten. Der Neurologe kann ebenfalls die Versorgung von Schlaganfallpatienten nach der Krankenhausentlassung koordinieren. Apoplexpatienten benötigen häufig eine logopädische, ergotherapeutische oder physiotherapeutische Behandlung, um eine Wiedereingliederung in die Gesellschaft zu ermöglichen (D. Kuriakose 2020). Die Feststellung des Bedarfs einer solchen Therapie sowie die Anmeldung kann ein niedergelassener Neurologe übernehmen. Um ihre Rehabilitation effektiver zu gestalten, sollte den Patienten nahegelegt werden, nach der Entlassung aus dem Krankenhaus einen Neurologen aufzusuchen und hier regelmäßige Kontrolluntersuchungen wahrzunehmen.

Positiv ist, dass aus beiden Gruppen der größte Teil der Patienten (insgesamt 94,3%), die im Follow-up befragt wurden, eine regelmäßige kardiologische Nachsorge wahrnehmen. Mittels dieser können Rezidive und Komplikationen frühzeitig detektiert werden und entsprechende therapeutische Maßnahmen eingeleitet werden. Zum Beispiel kann sich ein Vorhofflimmern erst nach längerer Zeit postoperativ manifestieren. Dieses zu detektieren und direkt eine adäquate Therapie mit Antikoagulation einzuleiten, ist in kardiologischen Nachsorgeuntersuchungen mit regelmäßigen EKG-Kontrollen möglich. Ebenfalls ist positiv anzumerken, dass der größte Teil der Patienten eine Verbesserung der Lebensqualität durch die durchgeführte Operation erfuhr, beziehungsweise sich diese nicht verschlechterte. Auch diese Tatsache führt retrospektiv zu dem Schluss, dass eine Exstirpation eines Myxoms in jedem Fall sinnvoll erscheint.

Im postoperativen Follow-up zeigt sich eine Verschiebung der NYHA-Klassifikation innerhalb der NSG zu NYHA III. Während präoperativ in der NSG noch 30,8% der Patienten als NYHA I und 50% als NYHA II klassifiziert wurden, sind es postoperativ nur noch 27,6% in NYHA I beziehungsweise 24,1% in NYHA II. Diese Verschiebung lässt sich jedoch unter anderem dadurch erklären, dass das Follow-up zum Teil 15 Jahre nach der Operation durchgeführt wurde und es im Laufe dieser Zeit physiologischerweise zu einer Abnahme der körperlichen Belastbarkeit der Patienten kommt. Außerdem wurde die Einschätzung im Follow-up durch die Patienten vorgenommen und nicht durch einen geschulten Mediziner. Die Verschiebung der Belastbarkeit der Patienten ist also vermutlich nicht auf die durchgeführte Operation zurückzuführen. In der SG kam es zu einer Zunahme der als NYHA I klassifizierten Patienten (21,4% präoperativ vs. 50% postoperativ), was diese Annahme ebenfalls unterstützt. Auch in der Befragung der Patienten zu ihrem postoperativen Wohlbefinden gaben die Patienten ausschließlich an, dass sich ihr Wohlbefinden seit der Operation entweder verbessert hätte oder gleichgeblieben sei. Keiner der Befragten gab an, dass sich dieses im Zuge der Zeit verschlechtert habe.

Obwohl die 1-Jahres-Mortalität nicht signifikant unterschiedlich war, hatten unsere Patienten in der SG eine signifikant schlechtere Langzeitprognose. Da die Todesursachen der verstorbenen Patienten nicht bekannt sind, kann über die genauen Hintergründe nur spekuliert werden. Insgesamt verstarben innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ lediglich zwei Patienten. Diese Mortalitätsrate von 3% entspricht der Rate, welche ebenfalls in der Literatur für die Durchführung einer Myxomexstirpation angegeben ist (F. Nehaj 2018). Auch nach einem Jahr lag die Mortalitätsrate weiterhin bei 3% des gesamten Kollektivs und im Follow-up zeigte sich in der Kaplan-Meier-Kurve für die NSG auch nach 15 Jahren eine Überlebensrate von knapp 85%. Eine mögliche Erklärung für dieses gute postoperative Ergebnis ist neben der präzisen präoperativen Diagnostik, dass die Patienten nur selten Begleiterkrankungen aufweisen, welche für andere herzchirurgische Patienten typisch sind. Ein arterieller

Hypertonus lag bei 53% der Patienten vor, ein Diabetes mellitus nur bei 12,1% und eine Dyslipidämie bei 36,3% (siehe Tabelle 1). In der allgemeinen Bevölkerung liegt bei ca. 70% eine arterielle Hypertonie sowie eine Dyslipidämie vor und bei ca. 15% ein Diabetes mellitus (A. Angelow 2019). Die Patienten, welche im UKSH an einem Myxom operiert wurden, haben seltener klassische Begleiterkrankungen, die an einer Koronaren Herzkrankheit erkrankte Patienten typischerweise mitbringen. Dies könnte neben dem präzisen operativen Vorgehen ein weiterer Grund für das gute postoperative Outcome sein.

Die vorliegende Arbeit hat den Nachteil, dass die Studie retrospektiv durchgeführt wurde. Die geringe Patientenzahl ist auf die geringe Inzidenz kardialer Myxome und der daraus resultierenden niedrigen Zahl an herzchirurgischen Eingriffen aufgrund kardialer Myxome zurückzuführen. Selbst in einem herzchirurgischen Zentrum ist das kardiale Myxom weiterhin eine Seltenheit. Eine 100% Nachbeobachtung konnte nur im Hinblick auf die Mortalitätsstatistik mit Hilfe der zuständigen Landesämter erreicht werden. Die Rücklaufquote war trotz mehrmaligem Versand der Umfragedokumente und der Zusammenarbeit mit den zuständigen Landesämtern, um verzogene Patienten ebenfalls erreichen zu können, sowie dem Versuch der telefonischen Kontaktaufnahme, mit 53% relativ gering.

## Zusammenfassung

Es lässt sich zusammenfassen, dass die Prognose nach einer herzchirurgischen Entfernung eines kardialen Myxoms insgesamt günstig ist. Obwohl ein vorangegangener Schlaganfall aufgrund einer Embolisation die betroffenen Patienten neurologisch meist nicht schwer beeinträchtigt, ist ihre Lebenserwartung jedoch im Langzeitverlauf deutlich schlechter als bei Myxompatienten ohne präoperative zerebrale Embolisation. Aufgrund des präoperativen Embolierisikos sollten Patienten mit diagnostiziertem kardialem Myxom nicht anders behandelt werden als mit dem derzeitigen Verfahren der dringenden Herzchirurgie. Besondere Dringlichkeit scheint jedoch geboten zu sein, wenn das kardiale Myxom keine regelmäßige Oberfläche und einen gestielten Ansatz außerhalb der Fossa ovalis besitzt. Diese Kriterien können im klinischen Alltag für die Entscheidung über die Dringlichkeit einer Myxomexstirpation herangezogen werden. Zunächst sollte weiterhin eine ausgiebige präoperative Diagnostik mittels bildgebender Verfahren angestrebt werden. Wenn in diesen eine Kombination aus unregelmäßiger Oberfläche, gestieltem Ansatz und Ansatz außerhalb der Fossa ovalis festgestellt wird, ist der Eingriff als dringlicher einzustufen als bei Fehlen oder alleinigem Vorliegen einer dieser Myxomeigenschaften. Bei Kombination aller drei Faktoren sollte eine möglichst schnelle Exstirpation ähnlich einem Notfalleingriff angestrebt werden, um die Entwicklung eines Schlaganfalls zu verhindern und dadurch die Lebenserwartung des Patienten hochzuhalten.

Zusätzlich sollte in Zukunft vermehrt ein minimalinvasives Vorgehen favorisiert werden. Auch in dieser Untersuchung zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der benötigten Zeit, das minimalinvasive Vorgehen bietet jedoch viele Vorteile bezüglich der Patientensicherheit und der Therapiekosten. Um ein vermehrtes minimalinvasives Vorgehen zu ermöglichen, muss auch in der Ausbildung der behandelnden Chirurgen ein stärkeres Augenmerk auf diese Methode gelegt werden.

Ein Screening auf Myxome würde aufgrund der drohenden Gefahr eines Schlaganfalls und dem Fehlen klinischer Symptome einleuchten. Jedoch ist die Inzidenz kardialer Myxome gering und ein Screening wäre mit einfachen Mitteln wie der Auskultation und einer Anamnese ohne bildgebende Untersuchungen nicht möglich, sodass die Einführung vorsorgender Untersuchungen nicht realisierbar ist.

Es sollte erwogen werden, zumindest die Patienten, die von einem präoperativen Schlaganfall betroffen sind, postoperativ über einen langen Zeitraum interdisziplinär, insbesondere neurologisch und kardiologisch, zu überwachen. Hier muss in Zukunft noch stärker darauf geachtet werden den Patienten in einem ausführlichen Gespräch neben einer kardiologischen Nachsorge, vor allem bei bestehenden neurologischen Defiziten, auch eine neurologische



Nachsorge nahezulegen. Nur so können auch mögliche neurologische Komplikationen eines embolisierten Myxoms detektiert werden. Zukünftige Studien müssen zeigen, ob die präoperative neuroradiologische Entfernung von zerebral embolisierten Tumorfragmenten die Prognose verbessern kann.

## Literaturverzeichnis

A. Angelow, K.C. Reber, C.O. Schmidt, S.E. Baumeister, J-F. Chenot. 2019. „Untersuchung der Prävalenz kardiologischer Risikofaktoren in der Allgemeinbevölkerung: Ein Vergleich ambulanter ärztlicher Abrechnungsdaten mit Daten einer populationsbasierten Studie.“ *Das Gesundheitswesen* (81): 791-800.

A. Arafat, A. Abdelwahab, M. Sabry, A. 2017. „Left ventricular myxoma associated with mitral regurgitation.“ *Journal of cardiac surgery* 803-804.

A. Di Vito, C. Mignogna, G. Donato. 2015. „The mysterious pathways of cardiac myxomas: a review of histogenesis, pathogenesis and pathology.“ *Histopathology* (66): 321-332.

A. Garatti, G. Nano, A. Canziani, P. Gagliardotto, E. Mossuto, A. Frigiola, L. Menicanti. 2012. „Surgical excision of cardiac myxomas: twenty years experience at a single institution.“ *The Annals of Thoracic Surgery* (93): 825-831.

A. Hoffmeier, J.R. Sindermann, H.H. Scheld, S. Martens. 2014. „Cardiac tumors - diagnosis and surgical treatment.“ *Deutsches Ärzteblatt Int* 2014 205-211.

A. Karabinis, G. Samanidis, M. Khoury, G. Stavridis, K. Perreas. 2018. „Clinical presentation and treatment of cardiac myxoma in 153 patients.“ *Medicine (Baltimore)* 97 (37): e12397.

A. Tzani, I.P. Doulamis, K.S. Mylonas, D.V. Avgerinos, D. Nasioudis. 2017. „Cardiac tumors in pediatric patients: a systematic review.“ *World journal for pediatric and congenital heart surgery* 624-632.

A. Vogelsang, G. Hasenfuß, C. Jacobshagen. 2018. „Diagnose und Therapie der Aortenklappenstenose.“ *Der Internist* (59): 1279-1290.

A.E. Sabbagh, M.A. Al-hijji, J.J. Thaden, S.V. Pislaru, C. Pislaru, P.A. Pellikka, A. M. Arruda-Olson, M. Grogan, K.L. Greason, J.J. Maleszewski, K.W. Klarich, V.T. Nkomo. 2017. „Cardiac myxoma: the great mimicker.“ *JACC Cardiovascular Imaging* 203-206.

A.I. Obeid, M. Marvasti, F. Parker, J. Rosenberg. 1989. „Comparison of transthoracic and transoesophageal echocardiography in diagnosis of left atrial myxoma.“ *The American Journal of Cardiology* 1006-1008.

A.K. Gür, M.C. Aykaç. 2018. „Surgical treatment of cardiac myxomas: a 23-case experience.“ *The Heart surgery forum* (21): E370-374.

A.W. Frizell, G.L. Higgins. 2014. „Cardiac myxoma as a mimic: a diagnostic challenge.“ *The American Journal of emergency medicine* 1399-1404.

A-M. Cristian, O.E. Moraru, V.C. Goleanu, M. Butuşina, F. Pinte, B-V. Cotoi, G. Cristian. 2018. „The cardiac tumors - some exceptional heart conditions.“ *Romanian journal of morphology & embryology* 329-337.

B. AbdullGaffar, K. Waslewski. 2018. „Myxoid emboli.“ *International Journal of Surgical Pathology* (26): 609-616.

B.K. Tamarappoo, A.L. Klein. 2016. „Post-pericardiotomy syndrome.“ *Current Cardiology Reports* (18): 116.

C. Luo, J. Zhu, C. Bao, F. Ding, J. Mei. 2019. „Minimally invasive and conventional surgical treatment of primary benign cardiac tumors.“ *Journal of Cardiothoracic Surgery* (4): 76.

C. Spadaccio, K. Elkasrawy, F.W.H. Sutherland. 2017. „New minimally invasive surgical approach for excision of left atrial myxoma.“ *General thoracic and cardiovascular surgery* (65): 605-608.

C.A. Stratakis 2017. „Carney Complex: a familial lentiginosis predisposing to a variety of tumors;“ *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* (17): 367-371.

C.D.C. Kamilaris, F.R. Faucz, A. Voutetakis, C.A. Stratakis. 2019. „Carney complex.“ *Experimental and clinical endocrinology and diabetes* 156-164.

C-X. Jiang, J-G. Wang, R-D. Qi, W. Wang, L-J. Gao, J-H. ZHao, C-X. Zhang, M-C. Zhou, X. Tu, M-S. Shang, Y. Yao. 2019. „Long-term outcome of patients with atrial myxoma after surgical intervention: analysis of 40 cases.“ *Journal of geriatric cardiology* 338-343.

D. Corradi, G.A. Contini, T. Gherli, F. Nicolini. 2012. „A left atrial myxomalike rhabdomyosarcoma.“ *The journal of thoracic and cardiovascular surgery* e7-e10.

- D. Kassop, M.S. Donovan, M.K. Cheezum, B.T. Nguyen, N.B. Gambill, R. Blankstein, T.C. Villines. 2014. „Cardiac masses an cardiac CT: a review.“ *Current cardiovascular imaging reports* (7): Artikel 9281.
- D. Kuriakose, Z. Xiao. 2020. „Pathophysiology and treatment of stroke: present and future perspectives.“ *The International Journal of Molecular Science* (20): 7609.
- D. Röhl 1984. *Auskultation des Herzens*. 1. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- D.J. Cole, W.G. Hendren, J.D. Sink, P.H. D’Amato. 1989. „Myxoma attached solely to the tricuspid valve.“ *American Journal of Cardiology* (64): 546-547.
- D.P. Roeltgen, G.R. Weimer, L.F. Patterson. 1981. „Delayed neurologic complications of left atrial myxoma.“ *Neurology* (31): 8.
- D.Y. Ren, N.D. Fuller, S.A.B. Gilbert, Y. Zhang. 2017. „Cardiac tumors: clinical perspective and therapeutic considerations.“ *Current drug targets* 1805-1809.
- D-K. He, Y-F. Zhang, Y. Liang, S-X. Ye, C. Wang, B. Krank, Z-N. 2015. „Risk factors for embolism in cardiac myxoma: a retrospective analysis.“ *Medical Science Monitor* (21): 1146-1154.
- E. Lee, M.G. Mahani, J.C. Lu, A.L. Dorfman, A. Srinivasan, P.P. Agarwal. 2018. „Primary cardiac tumors associated with genetic syndroms: a comprehensive review.“ *Pediatric Radiology* (48): 156-164.
- F. Mahmood, S.K. Shernan. 2016. „Perioperative transoesophageal echocardiography: current status and future directions.“ *Heart* (102): 1159-1167.
- F. Nehaj, J. Sokol, M. Mokaň, V. Jankovicova, F. Kovar, M. Kubaskova, S. Mizera, M. Mokaň. 2018. „Outcomes of patients with newly diagnosed cardiac myxoma: a retrospective multicentric study.“ *BioMed Research International* (2018): 5 pages.
- G. C. Colin, B.L. Gerber, M. Amzulescu, und J. Bogaert. 2018. „Cardiac myxoma: a contemporary multimodality imaging review.“ *The International Journal of Cardiovascular Imaging* 1789-1808.

G. C. Colin, S. Dymarkowski, B. Geber, N. Michoux, J. Bogaert. 2019. „Cardiac myxoma imaging features and tissue characteristics at cardiovascular magnetic resonance.“ *International Journal of Cardiology* 950-951.

G. Chauhan, V. Singh, RV. Phadke, S. Yadav, V. 2019. „Multiple cerebral and systemic aneurysms in a case of left atrial myxoma - are they related?“ *Journal of Neuroimaging in Psychiatry & Neurology* 12-14.

G. Donato, F. Conforti, C. Camastra, M. Ammendola, A. Donato, A. Renzulli. 2009. „Expression of tenascin-c and CD44 receptors in cardiac myxomas.“ *Cardiovascular pathology* 173-177.

G. Donato, F. Conforti, C. Camastra, M. Ammendola, A. Donato, A. Renzulli. 2014. „The role of mast cell tryptases in cardiac myxoma: histogenesis and development of a challenging tumor.“ *Oncology letters* 2014 379-383.

G. Laguna, Y. Carrascal, N. Arce, G. Martínez. 2015. „Incidental aortic valve myxoma: tumor excision and aortic valve repair.“ *European Journal of Cardiothoracic Surgery* 510-511.

G. Lazaros, C. Masoura, S. Brili, G. Stavropoulos, G. Kafiri, C. 2013. „Large left atrial myxoma in an oligosymptomatic young woman.“ *Hellenic Journal of Cardiology* 60-63.

G. Samanidis, M. Khoury, M. Balanika, D.N. Perrea. 2020. „Current challenges in the diagnosis and treatment of cardiac myxoma.“ *Kardiologia Polska* (78): 269-277.

G. Saminidis, K. Perreas, P. Kalogris, S. Dimitriou, M. Balanika, G. Amanatidis, M. Khoury, A. Michalis. 2011. „Surgical treatment of primary intracardiac myxoma: 19 years of experience.“ *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* (13): 597-600.

G.A. Fueredi, T.E. Knechtges, D.J. Czarnecki. 1989. „Coronary angiography in atrial myxoma: findings in nine cases.“ *American Journal of Roentgenology* 737-738.

H. Omar 2015. „The value of coronary angiography in the work-up of atrial myxomas.“ *Herz* (40): 442-446.

H. Scheffel, S. Baumüller, P. Stolzmann, S. Leschka, A. Plass, H. Alkadhi, T. Schertler. 2012. „Atrial myxomas and thrombi: comparison of imaging features on CT.“ *American Journal of Roentgenology* (192): 639-645.

H.P. Lee, W.C. Cho, J.B. Kim, S-H. Jung, S.J. Choo, C.H. Chung, J.W. Lee. 2016. „Surgical outcomes of cardiac myxoma: right minithoracotomy approach versus median sternotomy approach.“ *Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* (49): 356-360.

I. Tasoglu, U. Tutun, G. Lafci, A. Hijaazi, U. Yener, A.Y.T. Ulus, A. Aksoyek, A. Saritas, L. Birincioglu, M. Pac, F. Katircioglu. 2009. „Primary cardiac myxomas: clinical experience and surgical results in 67 patients.“ *Journal of Cardiac Surgery* (24): 256-259.

I.B.M. Ploegmakers, S.W.M. Olde Damink, S.O. Breukink. 2017. „Alternatives to antibiotics for prevention of surgical infection.“ *British Journal of Surgery* (104): e24-e33.

I.M. Keeling, P. Oberwalder, M. Anelli-Monti, H. Schuchlenz, U. Demel, G.P. Tilz, P. Rehak, B. Rigler. 2002. „Cardiac myxomas: 24 years of experience in 49 patients.“ *European Journal of Cardiothoracic Surgery* (22): 971-977.

J. Amano, T. Kono, Y. Wada, T. Zhang, N. Koide, M. Fujimori, K.-I. Ito. 2003. „Cardiac myxoma: its origin and tumor characteristics.“ *Annals of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 215-221.

J. Chen, Z-G. Yang, E-S. Ma, Q. Zhang, X. Liu, Y-K. Guo. 2017. „Preoperative assessment of mitral valve abnormalities in left atrial myxoma patients using cardiac CT.“ *Oncotarget* 57583-57593.

J. Steffel, T. Lüscher. 2014. *Herz-Kreislauf*. 2. Auflage. Springer.

J. Strotmann 2008. „Kardiale Tumoren - Klinik, Diagnostik und Therapie.“ *Medizinische Therapie* (103): 175-180.

J. Vontobel, M. Huellner, P. Stolzmann. 2016. „Cerebral "metastasizing" cardiac myxoma.“ *European Heart Journal* (37): 1680.

J. Zimmermann 1966. „The funtional and surgical anatomy of the heart.“ *Annals of the Royal College of Surgeons of England* (39): 348-366.

- J.A. Carney 2013. „Carney Triad.“ *Frontiers of hormone research* (41): 92-110.
- J.G. Castillo, G. Silvay. 2010. „Characterization and management of cardiac tumors.“ *Seminars and Management of Cardiac Tumors* (14): 6-20.
- J.W. Greenberg, T.S. Lancaster, R.B. Schuessler, S.J. Melby. 2017. „Postoperative atrial fibrillation following cardiac surgery: a persistent complication.“ *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* (52): 665-672.
- K. Boyacıoğlu, M. Kalender, A.A. Dönmez, B. Çayhan, M.A. Tuncer. 2017. „Outcomes following embolization in patients with cardiac myxoma.“ *Journal of Cardiac Surgery* (32): 609-616.
- K. Rana, K.B. Neeves. 2016. „Blood flow and mass transfer regulation of coagulation.“ *Blood Reviews* (30): 357-368.
- K. Reynen 1995. „Medical progress: Cardiac myxomas.“ *The New England Journal of Medicine Review Articles* 1610-1617.
- K. Wei, H-W. Guo, S-Y. Fan, X-G. Sun, S-S. Hu. 2019. „Clinical features and surgical results of cardiac myxoma in Carney complex.“ *Journal of cardiac surgery* 14-19.
- K.J. Grubb, V. Jevremovic, E.G. Chedrawy. 2018. „Mitral valve myxoma presenting with transient ischemic attack: a case report and review of the literature.“ *Journal of medical case reports* 363.
- K.S. Lee, G.S. Kim, Y. Jung, I.S. Jeong, K.J. Na, B.S. Oh, B.H. Ahn, S.G. Oh. 2017. „Surgical resection of cardiac myxoma - a 30-year single institutional experience.“ *Journal of cardiothoracic surgery* (12): Artikel 18.
- K.S. Yew, E.M. Cheng. 2015. „Diagnosis of acute stroke.“ *American Family Physician* 528-536.
- L. Pinede, P. Duhaut, R. Loire. 2001. „Clinical presentation of left atrial cardiac myxoma – A series of 112 consecutive cases.“ *Medicine* (80): 159-172.

- L.E. Wold, J.T. Lie. 1980. „Cardiac myxomas: a clinicopathologic profile.“ *The American Journal of Pathology* 219-240.
- M. Blanco, G. Laguna, Y. Carrascal. 2017. „Myxoma knocking on the mitral door: a singular mechanism of mitral regurgitation.“ *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* (154): 1381-1382.
- M. Cottini, A. Pergolini, G. Zampi, V. Buffa, P.G. Pino, V. Polizzi, F. Ranocchi, G. Luzi, A. Montalto, F. Musumeci & FECTS. 2017. „Posterior wall as atypical localization of left atrial myxoma.“ *Herz* (42): 390-394.
- M. Ellouze, M. Pellerin, H. Jeanmart, J-S. Lebon, D. Bouchard. 2018. „Mini right anterior thoracotomy approach versus sternotomy for resection of intracardiac myxoma.“ *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery* (13): 292-295.
- M. Kalçık, E. Bayam, A. Güner, A. Küp, S. Kalkan, M. Yesin, M.O. Gürsoy, S. Gündüz, S. Karakoyun, M. Özkan. 2019. „Evaluation of the potential predictors of embolism in patients with left atrial myxoma.“ *Echocardiography* 837-843.
- M. Takigami, M. Kawata, M. Kintsu, M. Kodaira, K. Sogabe, Y. Kato, T. Matsuura, K. Kamemura, Y. Hirayama, K. Adachi, A. Matsuura, S. Sakamoto, S. Tobe, K. Hamamoto, M. Kadoya, H. Koyama. 2017. „Familial carney complex with biatrial cardiac myxoma.“ *Journal of cardiology cases* (15): 155-157.
- M. Vroomen, P. Houthuizen, A. Khamooshian, M.A.S. Hamad, A.H.M. van Straten. 2015. „Long-term follow-up of 82 patients after surgical excision of atrial myxomas.“ *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* (21): 183-188.
- M.A. Abeeleh, S. Saleh, E. Alhaddad, M. Alsmady, M. Alshehabat, Z.B. Ismail, I. Massad, A.B. Hani, S.A. Halaweh. 2017. „Cardiac myxoma: clinical characteristics, surgical intervention, intra-operative challenges and outcome.“ *Perfusion* 686-690.
- M.C. Murphy, M.S. Sweeney, J.B. Putnam Jr., W.E. Walker, O.H. Frazier, D.A. Ott, D.A. Cooley. 1990. „Surgical treatment of cardiac tumors: a 25-year experience.“ *The Annals of Thoracic Surgery* 612-618.



- M.F. Swartz, C.J. Lutz, V.S. Chandan, S. Landas, G.W. Fink. 2006. „Atrial myxomas: pathologic types, tumor localisation and presenting symptoms.“ *Journal of Cardiothoracic Surgery* (21): 435-440.
- M.H. Stewart, Y. Gilliland. 2018. „Role of transoesophageal echocardiography in patients with ischemic stroke.“ *Progress in cardiovascular diseases* (61): 456-467.
- M.S. Anvari, M. Sabagh, H. Goodarzynejad, S. Ziaei, M.A. Boroumand, L. Pourgholi, Y. Jenab, K. Abbasi. 2017. „Association between herpes simplex virus types 1 and 2 with cardiac myxomas.“ *Cardiovascular pathology* (27): 31-34.
- M-I. Stefanou, D. Rath, V. Stadler, H. Richter, F. Hennersdorf, H.F. Lausberg, M. Lescan, S. Greulich, S. Poli, M.P. Gawaz, U. Ziemann, A.M. Mengel. 2018. „Cardiac myxoma and cerebrovascular events: a retrospective cohort study.“ *Frontiers in Neurology* 823.
- N. Kakouros, J. Giles, N.B. Crundwell, E.T.M. Mc. 2012. „The utility of cardiac CT beyond the assessment of suspected coronary artery disease.“ *Clinical Radiology* (67): 695-708.
- N. Kuyama, Y. Hamatani, S. Fukushima, Y. Ikeda, E. Nakai, A. Okada, H. Takahama, M. Amaki, T. Hasegawa, Y. Sugano, H. Kanzaki, T. Fujita, H. Ishibashi-Udea, S. Yasuda, T. Anzai, J. Kobayashi. 2018. „Left ventricular myxoma with Carney complex.“ *ESC Heart Failure Journal* (5): 713-715.
- N.A. Silverman 1980. „Primary cardiac tumors.“ *The Annals of Surgery* (191): 127-138.
- N.G. Dong, K.L. Zhang, L. Wu, H. Hong. 2018. „Right anterolateral minithoracotomy versus median sternotomy approach for resection of left atrial myxoma.“ *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* (66): 193-197.
- O.A. Akinseye, A. Pathak, U.N. Ibebuogu. 2018. „Aortic valve regurgitation: a comprehensive review.“ *Current Problems in Cardiology* (43): 315-334.
- O.A. Centuri3n, L.B. Garc3a. 2017. „Pulmonary artery hypertension and related complications associated to left atrial myxoma.“ *The Open Cardiovascular Medicine Journal* 156-158.
- P. Blondeau 1990. „Primary cardiac tumors – French studies of 533 cases.“ *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon* 192-195.

P. Frederiks, H. Vandekerckhove K. Hermans. 2018. „Atrial myxoma with feeding vessels from both the right and left coronary arteries: a rare finding during coronary angiography.“ *The Journal of Invasive Cardiology* (30): E130.

P.B. Rahmanian, J.G. Castillo, J. Sanz, D.H. Adams, F. Filsoufi. 2007. „Cardiac myxoma: preoperative diagnosis using a multimodal imaging approach and surgical outcome in a large contemporary series.“ *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* (6): 479-483.

P.T. Lee, R. Hong, P.Y. Pang, Y.L. Chua, Z.P. Ding. 2021. „Clinical presentation of cardiac myxoma in a Singapore national cardiac centre.“ *Singapore Medical Journal* (62): 195-198.

R. Mo, L. Mi, Q. Zhou, D. Wang. 2017. „Outcomes of surgical treatment in 115 patients with primary cardiac tumors: a 15-year experience at a single institution.“ *Journal of thoracic disease* 2935-2941.

R. Oliveira, L. Branco, A. Galrinho, A. Abreu, J. Abreu, A. Fiarresga, A. Mamede, R. Ramos, A. Leal, E. Pinto, J. Fragata, R. Ferreira. 2010. „Cardiac myxoma: a 13-year experience in echocardiographic diagnosis.“ *Portuguese Journal of Cardiology* 1087-1100.

R. Tiraboschi, A. Terzi, A. Procopio. 2000. „Left atrial myxoma: clinical and surgical features in 26 surgically treated cases.“ *Italian Heart Journal Supplement* (1): 797-802.

R.P. Steeds 2011. „Echocardiography: frontier imaging in cardiology.“ *The British Journal of Radiology* (84): 237-244.

R.S. Akchurin, M.I. Davidov, S.A. Partigulov, J.B. Brand, A.A. Shiriaev, M.G. Lepilin, I.M. Dolgov. 2008. „Cardiopulmonary bypass and cell-saver technique in combined oncologic and cardiovascular surgery.“ *Artificial Organs* (21): 763-765.

S. Bjessmo, T. Ivert. 1997. „Cardiac myxoma: 40 years' experience in 63 patients.“ *The Annals of thoracic surgery* (63): 697-700.

S. Müller, G. Feuchtner, J. Bonatti, L- Müller, G. Laufer, R. Hiemetzberger, O. Pachinger, V. Barbieri, T. Bartel. 2008. „Value of transoesophageal 3D echocardiography as an adjunct to conventional 2D imaging in preoperative evaluation of cardiac masses.“ *Echocardiography* (25): 624-631.

- S. Premaratne, N.W. Hasaniya, H.Y. Arakaki, M.M. Mugiishi, R.T. Mamiya, J.J. McNamara. 1995. „Atrial myxomas: experiences with 35 patients in Hawaii.“ *The American Journal of emergency medicine* 600-603.
- S. Siminelakis, A. Kakourou, A. Batistatou, S. Sismanidis, A. Ntoulia, K. Tsakiridis, T. Syminelaki, E. Apostolakis, P. Zarogoulidis, T. Tsiouda, N. Katsikogiannis, I. Kougioumtzi, G. Dryllis, N. Machairiotis, A. Mpakas, T. Beleveslis, K. Zarogoulidi. 2014. „Thirteen years follow-up of heart myxoma operated patients: what is the appropriate surgical technique?“ *Journal of Thoracic Disease* (6): 32-38.
- S.Taguchi 2018. „Comprehensive review of the epidemiology and treatments for malignant adult cardiac tumors.“ *Journal of general thoracic and cardiovascular surgery* 257-262.
- S. Zhang, Q. Zhang, H. Yu, L. Liu, R. Sun, X. Song, X. Tong, Y. Piao, X. Chen, J. Wu, Y. Cao, S. Wang, J. Zhao. 2020. „Neuroimaging characteristics and long-term prognosis of myxoma-related intracranial diseases.“ *Neuroradiology* (62): 307-317.
- S.J. Lee, J.H. Kim, C.Y. Na, S.S. Oh. 2012. „Eleven year’s experience with korean cardiac myxoma patients: focus on embolic complications.“ *Cerebrovascular Diseases* (33): 471-479.
- S-M. Yuan 2012. „Mitral valve myxoma: clinical features, current diagnostic approaches and surgical management.“ *Cardiology Journal* (19): 105-109.
- S.W. MacGowan, P. Sidhu, T. Aherne, D. Luke, A.E. Wood, M.C. Neligan, E. McGovern. 1993. „Atrial myxoma: national incidence, diagnosis and surgical management.“ *Irish Journal of Medical Science* (162): 223-226.
- S.W. Yusuf, M.J. Reardon, J. Banchs. 2014. „Cardiac tumors.“ *Cardiology* 2014 197-198.
- S-M. Yuan, S-L. Yan, N. Wu. 2017. „Unusual aspects of cardiac myxoma.“ *The Anatolian Journal of Cardiology* 241-247.
- T. Fracasso, K. Varchmin-Schultheiss. 2009. „Sudden death due to pulmonary embolism from right atrial myxoma.“ *International Journal of legal medicine* 157-159.

T.F. Cianciulli, A. Cozzarin, J.B. Soumoulou, M.C. Saccheri, R.J. Méndez, M.A. Beck, J.A. Gagliardi, J.A. Lax. 2018. „Twenty years of clinical experience with cardiac myxomas: diagnosis, treatment and follow-up.“ *Journal of cardiovascular imaging* 37-47.

T.J. Poterucha, J. Kochav, D.S. O'Connor, G.F. Rosner. 2019. „Cardiac tumors: clinical presentation, diagnosis and management.“ *Current Treatment Options in Oncology* (20): Artikel 66.

V.D. Aiello, F.P.F. de Campos. 2016. „Cardiac myxoma.“ *Autopsy case reports* 5-7.

V.H. Lee, H.M. Connolly, R.D. Brown Jr. 2007. „Central nervous system manifestations of cardiac myxoma.“ *Archives of Neurology and Psychiatry* (64): 1115-1120.

W. Brinjikji, J.M. Morris, R.D. Brown, K.R. Thielen, J.T. Wald, C. Giannini, H.J. Cloft, C.P. Wood. 2015. „Neuroimaging findings in cardiac myxoma patients: a single-center disease case series of 47 patients.“ *Cerebrovascular Disease* (40): 35-44.

W. Kuroczyński, A.A. Peivandi, P. Ewald, D. Pruefer, M. Heinmann, C-F. Vahl. 2009. „Cardiac myxomas: short and long-term follow-up.“ *Cardiology Journal* 447-454.

W-H. Liao, D. Ramkalawan, J-L. Liu, W. Shi, C-S. Zee, X-S. Yang, G-L. Li, J. Li, X-Y. Wang. 2015. „The imaging features of neurologic complications of left atrial myxomas.“ *European Journal of Radiology* 933-939.

X-Y. Wen, Y-M. Chen, L-L. Yu, S-R. Wang, H-B. Zheng, Z-B. Chen, L. Ma, X-P. Liao, Q-F. Li. 2018. „Neurological manifestations of atrial myxom: a retrospective analysis.“ *Oncology letters* (Oktober 2018): 4635-4639.

Y. Li, Z. Pan, Y. Ji, M. Sheppard, D.J. Jeffries, L.C. Archard, H. 2003. „Herpes simplex virus type 1 infection associated with atrial myxoma.“ *The American Journal of Pathology* 2407-2412.

Z. Szabolcs, E. Bodor, K. Széphelyi, K. Hüttl, T. Gyöngy, I. Mogán. 1993. „Importance of carotid artery studies prior to coronary surgery.“ *Orvosi Hetilap* (134): 849-852.

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: FOTO EINES MYXOMS MIT GLATTER OBERFLÄCHE UND GESTIELTER ANHAFTUNGSSTELLE (SIEHE MARKIERUNG) UNMITTELBAR NACH EXSTIRPATION. ....	3
ABBILDUNG 2: DARSTELLUNG EINES MYXOMS IM LINKEN VORHOF WÄHREND DER DIASTOLE MITTELS ECHOKARDIOGRAPHIE. DAS MYXOM PROLABIERT DURCH DIE MITRALKLAPPE IN DEN LINKEN VENTRIKEL. ....	7
ABBILDUNG 3: DARSTELLUNG EINES MYXOMS IM LINKEN VORHOF WÄHREND DER SYSTOLE MITTELS ECHOKARDIOGRAPHIE. ....	7
ABBILDUNG 4: DARSTELLUNG EINES MYXOMS IM LINKEN VORHOF MITTELS CT UNTERSUCHUNG. HIER PROLABIERT DAS MYXOM DURCH DIE MITRALKLAPPE IN DEN LINKEN VENTRIKEL.....	8
ABBILDUNG 5: DARSTELLUNG EINES MYXOMS IM LINKEN VORHOF MITTELS EINER CT UNTERSUCHUNG MIT KONTRASTMITTEL.....	9
ABBILDUNG 6: SAGITTALE MRT-DARSTELLUNG EINES MYXOMS IM LINKEN VORHOF. ....	10
ABBILDUNG 7: TRANSVERSALE MRT-DARSTELLUNG EINES MYXOMS IM LINKEN VORHOF.....	11
ABBILDUNG 8: INFARKT DER ARTERIA CEREBRI MEDIA RECHTS EINER PATIENTIN, BEI DER IM WEITEREN VERLAUF EIN MYXOM ALS EMBOLIEQUELLE DIAGNOSTIZIERT WURDE. ....	12
ABBILDUNG 9: EXPLORATION EINES VORHOFMYXOMS ÜBER EINE MEDIANE STERNOTOMIE.....	16
ABBILDUNG 10: DARSTELLUNG EINES MYXOMS ÜBER DEN RECHTEN VORHOF. ....	16
ABBILDUNG 11: FRAGEBOGEN, WELCHER IM RAHMEN DES FOLLOW-UPS AN DIE PATIENTEN VERSCHICKT WURDE. ....	29
ABBILDUNG 12: KOMBINATION UNTERSCHIEDLICHER KRITERIEN DER MYXOME IN NSG VS. SG... 41	
ABBILDUNG 13: KAPLAN-MEIER KURVE MIT GRUPPE 1 (NSG) UND GRUPPE 2 (SG). ....	42
ABBILDUNG 14: EINTEILUNG DER EINSCHRÄNKUNG IM ALLTAG ANHAND DER MRS IM FOLLOW-UP. 1 = NSG, 2 = SG. ....	42

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: PRÄOPERATIVE PATIENTENCHARAKTERISTIKA.....	35
TABELLE 2: PRÄOPERATIVE KLASSIFIKATION DER PATIENTEN NACH DER NYHA-KLASSIFIKATION	36
TABELLE 3: KARDIALE BEGLEITERKRANKUNGEN .....	36
TABELLE 4: DIAGNOSTISCHE METHODEN.....	37
TABELLE 5: TUMORASSOZIIERTE SYMPTOME .....	37
TABELLE 6: INTRAOPERATIVE DATEN.....	38
TABELLE 7: DETAILS BEZÜGLICH DER OPERIERTEN MYXOME .....	38
TABELLE 8: POSTOPERATIVE KLINISCHE DATEN.....	39
TABELLE 9: DATEN ZUM FOLLOW-UP .....	40

TABELLE 10: EIGENSCHAFTEN DER MYXOME IN KOMBINATION.....	41
--	----

## Anhang

### Eigene Publikationen

Tulun A, Hillmer J, Kolat P, Grothusen C, Panholzer B, Schoeneich F, Haneya A, Cremer J, Schöttler J (2021) Outcomes of surgery for cardiac myxoma with cerebral embolism: Thorac Cardiovasc Surg 69: 84

Salem M, Hillmer J, Friedrich C, Panholzer B, Saad M, Salem M, Frank D, Ernst M, Maetzler W, Puehler T, Lutter G, Schoeneich F, Haneya A, Cremer J, Schoettler J (2022) Cardiac myxomas resembling malignant neoplasia: incidentally diagnosed vs. cerebral embolized myxomas: Cancers 14 (5): 1111

### Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. J. Cremer, Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, danke ich sehr für die Möglichkeit zur Promotion.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. J. Schöttler, Leitender Oberarzt der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, danke ich sehr für die Überlassung des Dissertationsthemas, für seine Ratschläge und für seine Unterstützung.

Ebenso bedanke ich mich bei Frau Dr. jur. A. Tulun und bei Frau Dr. rer. nat. C. Friedrich für die Hilfe bei der Datenerhebung und für die statistische Beratung.

Frau B. Sarrahs danke ich für die Unterstützung bei der Kommunikation mit den zuständigen Standesämtern.

Außerdem danke ich meiner Familie sowie meinen Freunden für die Unterstützung in der Zeit der Ausarbeitung dieser Dissertation.