

Schädelbasismeningeome der medialen vorderen  
Schädelbasis –  
Optimaler neurochirurgischer Zugang, Erfassung von  
Langzeitergebnissen und Evaluierung eines  
Gradierungssystems

Alaa Hamzeh

Vollständiger Abdruck von der TUM School of Medicine and Health der Technischen  
Universität München zur Erlangung einer  
Doktorin der Medizin (Dr. med)  
genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr. Florian Eyer

Prüfende der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Jens Gempt
2. apl. Prof. Dr. Jan Stefan Kirschke

Die Dissertation wurde am 02.06.2023 bei der Technischen Universität München eingereicht  
und durch die TUM School of Medicine and Health am 03.07.2024 angenommen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Meningeome</b> .....	<b>1</b>
1.1.1. Olfaktoriusmeningeome .....	3
1.1.2. Planum-Sphenoidale-Meningeome .....	4
1.1.3. Sella-Turcica-Meningeome .....	5
<b>1.2. Neurochirurgische Zugangswege</b> .....	<b>6</b>
1.2.1. Unterscheidung Zugang - Kraniotomie.....	6
1.2.2. Chirurgische Prinzipien .....	6
1.2.3. Mediane Zugänge.....	8
1.2.4. Laterale Zugänge.....	8
1.2.5. Transnasaler Zugang.....	10
1.2.6. Kranio- und Duraplastik .....	11
<b>1.3. Fragestellung</b> .....	<b>12</b>
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1. Studiendesign</b> .....	<b>14</b>
2.1.1. Studienkohorte .....	14
2.1.2. Studienablauf.....	15
2.1.2.1. Retrospektive Daten .....	15
2.1.2.2. Prospektive Daten.....	15
<b>2.2. Messinstrumente</b> .....	<b>16</b>
2.2.1. Bildgebende Instrumente .....	16
2.2.2. Skalen und Systeme .....	16
<b>2.3. Statistische Berechnungen/Analyse</b> .....	<b>22</b>
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1. Beschreibung der retrospektiven Daten</b> .....	<b>25</b>
3.1.1. Soziodemographische Daten .....	25

3.1.2.	Klinische Merkmale.....	26
3.1.3.	Symptomatik.....	31
3.1.4.	Therapie .....	36
3.1.5.	Nachsorge .....	42
<b>3.2.</b>	<b>Tumoreigenschaften, Symptome, Zugänge und operative Komplikationen der Meningeomtypen.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3.</b>	<b>Tumoreigenschaften, Symptome, Zugänge und operative Komplikationen der Zugänge .....</b>	<b>51</b>
<b>3.4.</b>	<b>Tumorvolumina, Operationsdauer und postoperativer Klinikaufenthalt der Meningeomtypen .....</b>	<b>55</b>
<b>3.5.</b>	<b>Tumorvolumina, Operationsdauer und postoperativer Klinikaufenthalt der Zugänge.....</b>	<b>56</b>
<b>3.6.</b>	<b>Resektionsgrad und funktionelles Outcome der Meningeomtypen.....</b>	<b>57</b>
<b>3.7.</b>	<b>Resektionsgrad und funktionelles Outcome der Zugänge .....</b>	<b>58</b>
<b>3.8.</b>	<b>Auswahl des geeigneten Zugangs .....</b>	<b>59</b>
<b>3.9.</b>	<b>Beschreibung der prospektiven Daten .....</b>	<b>61</b>
3.9.1.	Allgemeine Patientendaten .....	61
3.9.2.	Antworten zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität .....	63
3.9.3.	Antworten zum kosmetischen Ergebnis .....	68
3.9.4.	Antworten zum funktionellen Gesundheitszustand.....	69
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>72</b>
<b>4.1.</b>	<b>Retrospektive Daten.....</b>	<b>72</b>
4.1.1.	Studienkohorte .....	72
4.1.2.	Bewertung und Kategorisierung der gewählten Zugänge.....	72
4.1.3.	Bewertung der Volumina.....	74
4.1.4.	Vorkommen und Outcome der Hyp- bzw. Anosmie.....	75
4.1.5.	Vorkommen und Outcome des Visus.....	76
4.1.6.	Sonstige Symptome des Studienkollektivs.....	77
4.1.7.	Merkmale der Meningeome .....	78
4.1.8.	Peri-operatives Risiko und Komplikationen .....	79
4.1.9.	Klinischer Zustand der Stichprobe .....	80

---

4.1.10.	Bewertung des Resektionsstatus .....	80
4.1.11.	Rezidive und Mortalität .....	81
4.1.12.	Graduierungssystem zur Zugangsauswahl .....	81
<b>4.2.</b>	<b>Prospektive Daten .....</b>	<b>84</b>
<b>4.3.</b>	<b>Limitationen der Studie.....</b>	<b>85</b>
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>86</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>88</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>97</b>
	<b>Lebenslauf.....</b>	<b>112</b>
	<b>Danksagung.....</b>	<b>113</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ZNS	Zentrales Nervensystem
WHO	World Health Organisation
MRT	Magnetresonanztomographie
CT	Computertomographie
OFM	Olfaktoriusmeningeom
FHS	Frontalhirnsyndrom
PSM	Planum-Sphenoidale-Meningeom
TSM	Tuberculum-Sellae-Meningeom
A. (Aa.)	Arteria (Arteriae)
N. (Nn.)	Nervus (Nervi)
SSS	Sinus sagittalis superior
BFZ	Bifrontaler Zugang
IHZ	Interhemisphärischer Zugang
PZ	Pterionaler Zugang
ACE	Anteriore Klinoidektomie
TBZ	Transbasaler Zugang
SOZ	Supraorbitaler Zugang
FLZ	Frontolateraler Zugang
TNZ	Transnasaler Zugang
KM	Kontrastmittel
KPS	Karnofsky Performance Status
CDK	Clavien Dindo Klassifikation
BI	Barthel Index
ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens
SF-36	Short Form 36
mRS	modifizierte Rankin Skala

---

SG	Simpson Grad
SD	Standardabweichung
LZ	Lateraler Zugang
MZ	Medianer Zugang
OR	Odds Ratio
KI	Konfidenzintervall

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schädelgruben mit Anatomie der vorderen Schädelgrube.....	3
Abbildung 2: Illustration der Zugänge mit Zugangswinkel (basierend auf Aftahy et al., 2020, S. 4).....	11
Abbildung 3: Anteile der Tumortypen .....	26
Abbildung 4: Einteilung in ZNS WHO-Grade.....	26
Abbildung 5: Einteilung in histologische Subtypen .....	27
Abbildung 6: Detailansicht der histologischen Einteilung innerhalb der Typen .....	27
Abbildung 7: Boxplot mit Tumolvolumen innerhalb der Typen .....	28
Abbildung 8: Durch Meningeome verdrängte Strukturen.....	30
Abbildung 9: Eigenschaften der Meningeome .....	30
Abbildung 10: Nebenbefunde in Bildgebung .....	31
Abbildung 11: Karnofsky Performance Status präoperativ .....	35
Abbildung 12: Karnofsky Performance Status post-operativ.....	35
Abbildung 13: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation.....	36
Abbildung 14: ASA-Klassifizierung.....	36
Abbildung 15: Anteile der Zugangswege.....	37
Abbildung 16: Boxplot mit Volumenverteilung in Abhängigkeit vom Zugangsweg .....	38
Abbildung 17: Boxplot mit Operationsdauer in Abhängigkeit vom Zugangsweg .....	39
Abbildung 18: Resektionsergebnis nach Simpson innerhalb Typen .....	39
Abbildung 19: Anteil des operativen Erhalts des Riechnervs innerhalb der Typen .....	40
Abbildung 20: Post-operativer stationärer Aufenthalt innerhalb der Typen .....	43
Abbildung 21: Clavien Dindo Klassifikation für post-operative Komplikationen 3 Monate post-operativ.....	44
Abbildung 22: Resektionsgrade im 3-Monats-MRT .....	44
Abbildung 23: Zeitraum von der Operation bis zum letzten MRT .....	46
Abbildung 24: Zeitraum von der Operation bis zum letzten Follow-Up .....	46
Abbildung 25: Algorithmus zur Entscheidungsfindung bzgl. eines lateralen Zugangs (LZ) oder medianen Zugangs (MZ) bei Vorliegen eines OFMs, PSMs oder TSMs .....	61
Abbildung 26: Einteilung Tumortypen im prospektiven Studienkollektiv .....	62
Abbildung 27: Einteilung Zugangswege im prospektiven Studienkollektiv .....	62
Abbildung 28: Antworten zur Alltagseinschränkung durch Psyche .....	63
Abbildung 29: Antworten zur sozialen Einschränkung durch Psyche .....	64
Abbildung 30: Wohnsituation der Befragten .....	66
Abbildung 31: Zufriedenheit mit kosmetischem Ergebnis .....	69
Abbildung 32: Gesundheitszustand der letzten 12 Monate .....	69
Abbildung 33: Symptomlast der letzten 12 Monate .....	70
Abbildung 34: Einschätzung aktuellen Gesundheitszustand .....	71



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Histologische Einteilung der Meningeome (Louis et al., 2021, S. 1248; Prayson, 2009, S. 32) .....	1
Tabelle 2: Einteilung des Karnofsky Index (Péus et al., 2013, S. 2) .....	17
Tabelle 3: ASA Klassifikation (American Society of Anesthesiologists, 2014) .....	18
Tabelle 4: Simpson-Klassifikation (Oya et al., 2012, S. 125; Simpson, 1957, S. 24–25) .....	19
Tabelle 5: Clavien Dindo Klassifikation (Dindo et al., 2004, S. 206) .....	19
Tabelle 6: Kategorien des Barthel Index (Heuschmann et al., 2005, S. 79).....	20
Tabelle 7: Modifizierte Rankin Skala (van Swieten et al., 1988, S. 605).....	21
Tabelle 8: Geschlechtsverteilung im Kollektiv .....	25
Tabelle 9: Altersverteilung im Kollektiv.....	25
Tabelle 10: Volumenverteilung innerhalb der Typen .....	28
Tabelle 11: Seitenbetonung der Meningeome innerhalb der Typen .....	29
Tabelle 12: Symptome präoperativ innerhalb der Typen .....	31
Tabelle 13: Symptome post-operativ innerhalb der Typen .....	33
Tabelle 14: Anteile der Zugangswege innerhalb der Typen .....	37
Tabelle 15: Komplikationen des operativen Eingriffs innerhalb der Typen.....	40
Tabelle 16: Intraoperative Versorgungen des Operationsgebietes innerhalb der Typen .....	41
Tabelle 17: Anteile der Barthel-Index-Werte innerhalb der Typen.....	42
Tabelle 18: Befunde des 3-Monats-MRT innerhalb der Typen .....	45
Tabelle 19: Symptome des letzten Follow-Ups innerhalb der Typen.....	47
Tabelle 20: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Verdrängungsmustern, Tumoreigenschaften und Nebenbefunden innerhalb der Typen.....	49
Tabelle 21: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu prä- und post-operativen Symptomen innerhalb der Typen .....	49
Tabelle 22: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Zugangswegen, Komplikationen und intraoperativer Versorgung innerhalb der Typen .....	50
Tabelle 23: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu MRT-Befunden nach 3 Monaten und Last-Follow-Up-Symptomen innerhalb der Typen.....	51
Tabelle 24: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Verdrängungsmustern, Tumoreigenschaften und Nebenbefunden innerhalb der Zugänge.....	52
Tabelle 25: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu prä- und post-operativen Symptomen innerhalb der medianen und lateralen Zugänge .....	53
Tabelle 26: p-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Komplikationen, intraoperativer Versorgung und Typen innerhalb der medianen und lateralen Zugänge .....	54

---

Tabelle 27: P-Werte der Chi <sup>2</sup> - bzw. Exakter-Fisher-Tests zu MRT-Befunden nach 3 Monaten und Last-Follow-Up-Symptomen innerhalb der medianen und lateralen Zugänge .....	54
Tabelle 28: Welch-ANOVA bzw. ANOVA mit Levene-Test zu Volumen, Operationsdauer und Klinikaufenthalt innerhalb der Typen .....	55
Tabelle 29: T-Test mit Levene-Test für Volumen, Operationsdauer und post-operativem Klinikaufenthalt innerhalb der Zugänge .....	56
Tabelle 30: Kruskal-Wallis-Test für KPS prä- und post-operativ, Befund des 3-Monats-MRTs, ASA-Klasse, Simpson-Grad, Barthel Index und 3-Monats-CDS innerhalb der Typen .....	57
Tabelle 31: Mann-Whitney-U-Test für KPS prä- und post-operativ, Befund des 3-Monats-MRTs, ASA-Klasse, Simpson-Grad, Barthel Index und 3-Monats-CDS innerhalb der Zugänge .....	58
Tabelle 32: Univariate binäre Regressionsanalyse der abhängigen Variable "lateraler Zugang" .....	60
Tabelle 33: Geschlechtsverteilung im prospektiven Studienkollektiv .....	61
Tabelle 34: Zugangswege innerhalb der Typen .....	62
Tabelle 35: Antworten zur psychischen Verfassung .....	64
Tabelle 36: Restliche Antworten zur Psyche .....	65
Tabelle 37: Antworten zur Alltagstauglichkeit .....	66
Tabelle 38: Antworten zur körperlichen Belastungsfähigkeit .....	67
Tabelle 39: Antworten zum optischen Operationsergebnis .....	68

# 1. Einleitung

## 1.1. Meningeome

Meningeome sind Neoplasien, welche aus den Deckzellen der Arachnoidea (Hirnhaut zwischen Dura Mater und Pia Mater) ausgehen und meist gutartig sind. Sie wachsen in der Regel intrakraniell, intraspinal oder seltener intraorbital bzw. intraossär. (Lamszus, 2004, S. 275) Meningeome stellen mit 25-30 % die größte Gruppe der primären Neoplasien des ZNS dar. Sie bilden sich vor allem im 40. bis 60. Lebensjahr aus und haben eine Inzidenz von 6-8 pro 100 000 Einwohner, wobei Frauen im Verhältnis 2-3:1 häufiger betroffen sind. (Kogias & Weyerbrock, 2019, S. 789)

Klassischerweise werden Meningeome in die ZNS WHO-Grade 1 (benigne, 80% aller Meningeome), 2 (intermediär, 5-15% aller Meningeome) und 3 (maligne, 1-3% aller Meningeome) eingeteilt. Dabei lassen sie sich in weitere 15 Subtypen basierend auf histologischen Merkmalen (z.B. Mitoserate, Gehirninvasion, Zellform) kategorisieren. (Lamszus, 2004, S. 276; Louis et al., 2021, S. 1248)

Tabelle 1: Histologische Einteilung der Meningeome (Louis et al., 2021, S. 1248; Prayson, 2009, S. 32)

<b>ZNS WHO-Grad 1</b>
Meningotheliomatös
Fibroplastisch
Transitionell
Psammomatös
Angiomatös
Mikrozystisch
Sekretorisch
Lymphoplasmazellreich
Metaplastisch
<b>ZNS WHO-Grad 2</b>
Chordoid
Klarzellig
Atypisch
<b>ZNS WHO-Grad 3</b>
Rhabdoid
Papillär
Anaplastisch

Genetische Faktoren spielen bei der Ausbildung ebenfalls eine Rolle, so sind z.B. Neurofibromatose-Typ-2-Patient\*innen wesentlich anfälliger für die Entstehung von Meningeomen (Campian & Gutmann, 2017, S. 2381). Eine Monosomie des Chromosoms 22 oder Mutationen des NF2-Gens sind in bis zu 70% aller Meningeome nachweisbar (Lamszus, 2004, S. 277–278). In den aktuellen pathologischen Klassifikationssystemen nehmen andere genetische Marker wie SMARCE1, BAP1, TERT Promoter Mutationen und CDKN2A Deletionen eine zunehmend wichtige Rolle

bei der Einteilung ein (Louis et al., 2021, S. 1248). Dabei scheinen unterschiedliche molekulare Änderungen Auswirkungen auf die WHO-Grade der Meningeome, die klinischen Symptome sowie dem Rezidivrisiko zu haben. So zeigen Meningeome mit Mutationen im NF2-Gen oder immunregulatorische Mutationen öfter ein besseres Outcome, hingegen Meningeome mit Mutationen, die Proteine des zellulären Metabolismus oder Zellzyklus betreffen ein schlechteres Outcome. (Nassiri et al., 2021, S. 120–122)

Die Bildgebung erfolgt mittels MRT und CT, wobei die Aufnahme mit Kontrastmittel zu einem homogenen, klar begrenztem Enhancement führt. Weiteres Zeichen eines Meningeoms ist eine Hyperostose, welche sich in bis zu 61% der Fälle finden lässt und durch die Bildgebung sichtbar gemacht werden kann. (Zimmerman, 1991, 209-212)

Therapeutisch steht vor allem die operative Resektion im Vordergrund, wobei der Resektionsgrad nach der Simpson-Klassifikation aus dem Jahr 1957 eingeteilt wird (Simpson, 1957, S. 24–25). Die Radiotherapie wird bei ZNS WHO 1- und ZNS WHO 2-Tumoren kaum eingesetzt, spielt jedoch bei ZNS WHO 3-Tumoren, Rezidiven und post-operativen Tumorresten eine wichtige Rolle in der Behandlung (Guthrie et al., 1991, S. 260).

Das 5-Jahres-Outcome beträgt bei Meningeom-Patient\*innen im Durchschnitt über 91% (Sumkovski et al., 2019, S. 57). Das 10-Jahres-Überleben liegt bei 69 bis 73%, die 10-Jahres-Rezidiv-Inzidenz bei 8 bis 12% (Holleczek et al., 2019, S. 3). Meningeome stellen damit eine Tumorentität dar, die gut heil- und therapierbar ist (Behling et al., 2021, S. 2331).

Folgende Arbeit befasst sich mit Meningeomen, welche aus der Schädelbasis der vorderen Schädelgrube entstehen. Dazu werden Olfaktoriusmeningeome, Planum-Sphenoidale-Meningeome und Sella-Turcica-Meningeome betrachtet. Alle drei Typen werden zu den Meningeomen der vorderen Schädelbasis gezählt und wachsen aus der Mittellinie der Schädelbasis heraus (Bălașa et al., 2013, S. 93; Ojemann & Swann, 1987, S. 281–285). Im weiteren Verlauf werden daher die genannten Meningeomtypen im Detail mit Bezug auf Wachstum, Symptomatik und Therapie erläutert.

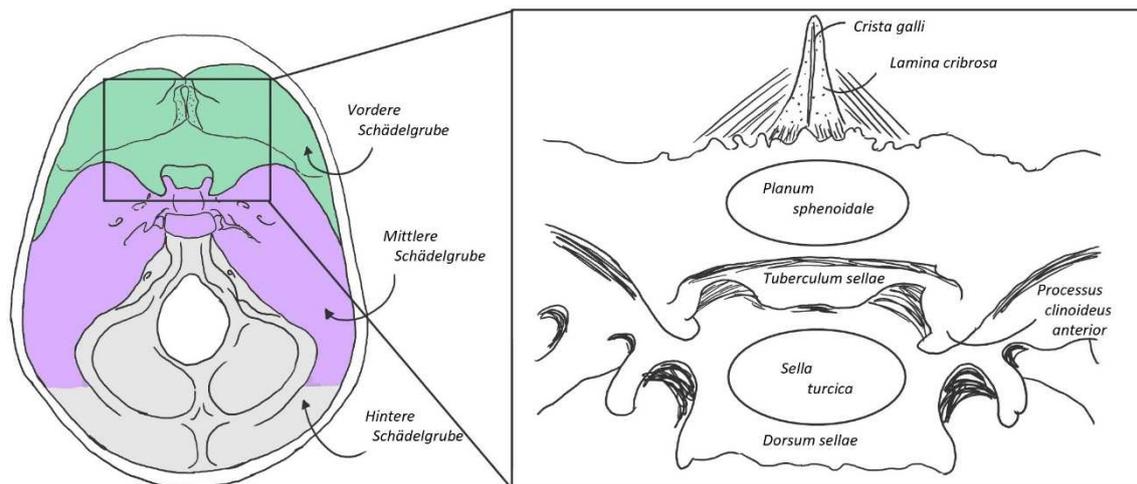


Abbildung 1: Schädelgruben mit Anatomie der medianen vorderen Schädelgrube

### 1.1.1. Olfaktoriusmeningeome

Olfaktoriusmeningeome (OFM) entstehen medial aus der Lamina cribrosa und können von der Crista galli bis zum Tuberculum sellae reichen. Sie stellen einen Anteil von 4 bis 13% aller Meningeome dar. (Aguiar et al., 2009, S. 1168) Für gewöhnlich wachsen OFMs symmetrisch und können mit einer Hyperostose assoziiert sein. Eine Ausdünnung oder gar Zerstörung des Knochens durch OFMs mit Ausbreitung in die Sinusse ist möglich. Die Blutversorgung findet in erster Linie durch die A. ethmoidales anterior und posterior statt. (Fox et al., 2009, S. 327) Bei fortschreitendem Wachstum drücken OFMs das Chiasma opticum mit den Nn. optici nach posterior-kaudal (Alam et al., 2013, S. 5).

Klinisch fallen OFMs vor allem durch epileptische Anfälle, Kopfschmerzen, Visusminderungen, Anosmien und kognitive Einschränkungen auf. Zusätzlich kann eine Reihe an psychiatrischen Auffälligkeiten durch die räumliche Nähe zum Frontallappen auftreten (hirnorganisches Psychosyndrom oder Frontalhirnsyndrom, FHS), welche sich bspw. in Verhaltensauffälligkeiten, Antriebslosigkeit oder psychomotorischer Verlangsamung äußern und fälschlicherweise als Symptom einer Depression oder beginnenden Demenz fehldiagnostiziert werden können. Bei großen Tumoren sind vereinzelt als Folge eines Hypopituitarismus die Ausbildung eines Diabetes insipidus zu beobachten. (Chiang & Goh, 2017, S. 289; Fox et al., 2009, S. 328)

Da das OFM ein langsam wachsender Tumor ist, bilden sich die Symptome graduell aus, sodass das OFM meist erst in einem fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert wird. Die frühe Diagnostik eines OFMs stellt somit eine Herausforderung dar. (Ojemann, 1991, S. 385)

Der Standard-Zugangsweg für das OFM erfolgt größtenteils über eine bifrontale, pterionale oder frontolaterale Kraniotomie, wobei der Einsatz jener Techniken nach

Größe und Lokalisation des OFMs variiert (Slavik et al., 2007, S. 60; Stefanescu et al., 2011, S. 7–8).

Komplikationen der Kraniotomie sind neben allgemeinen Komplikationen wie Blutungen und Infektionen unter anderem epileptische Anfälle, der Verlust des Nervus olfaktorius bzw. des Nervus opticus und damit einhergehend eine Anosmie bzw. einen Visusverlust, die Bildung von Liquorfisteln, Hydrozephalen, Hygromata oder Hirnödemen (Fox et al., 2009, S. 332; Stefanescu et al., 2011, S. 7–8).

Die Rezidivrate liegt zwischen 5 und 41% (Obeid & Al-Mefty, 2003).

### **1.1.2. Planum-Sphenoidale-Meningeome**

Planum-Sphenoidale-Meningeome (PSM) wachsen aus dem Planum sphenoidale, welches anterior der Sella turcica liegt und zusammen mit dem Processus clinoideus anterior das Dach des Sinus sphenoidalis bildet. Sie haben einen Anteil von 5-10% an allen Meningeomen. In unmittelbarer Nähe finden sich wichtige Strukturen, unter anderem die Nn. optici, Aa. carotides internae, Aa. cerebri anteriores, Sinusse cavernosi, der Hypothalamus und der Hypophysenstiel. (Mortazavi et al., 2016, S. 271)

Die Symptomatik umfasst, ähnlich den OFMs, Kopfschmerzen, epileptische Anfälle und Visusminderungen, wobei visuelle Ausfälle aufgrund der näheren anatomischen Lage zum Sehapparat und damit häufigeren Chiasmakompressionen früher auftreten. Ebenso kann ein Exophthalmus durch den Tumor entstehen. Auch beim PSM ist die Entwicklung psychiatrischer Symptome häufig, hier können diese ebenso wie Symptome einer Demenz oder Depression erscheinen. (Chiang & Goh, 2017, S. 289; Fox et al., 2009, S. 328)

Das PSM ist durch die direkte Nähe zum Chiasma opticum neurochirurgisch schwer zugänglich. Etabliert haben sich vor allem die frontolateralen, supraorbitalen, bifrontalen und frontopterionalen Kraniotomien mit subfrontalem Zugang. Sehr viel weniger häufig wird, vor allem in hochselektierten Fällen mit kleinerer Tumorgröße, ein endoskopisch-transsphenoidaler Zugang eingesetzt. (Bălașa et al., 2013, S. 94; Fox et al., 2009, S. 329; Mortazavi et al., 2016, S. 280–281)

Wichtige Komplikationen einer Operation sind vor allem Gefäßverletzungen, Nervenverletzungen mit eventueller Okulomotoriusparese, Liquorlecks und die Ausbildung eines Diabetes insipidus. Die post-operative Mortalität liegt bei circa 11 %, wobei der bifrontale Zugang mit der höchsten Mortalität assoziiert ist. (Mortazavi et al., 2016, S. 283–284)

Die Rezidiv-Rate liegt bei unter 12% (Fahlbusch & Schott, 2002, S. 242).

### 1.1.3. Sella-Turcica-Meningeome

Sella-Turcica-Meningeome (TSM) haben ihren Ansatz im sogenannten Türkensattel, welcher die vordere Begrenzung der Sella turcica darstellt. Sie wachsen aus der Dura des Sulcus chiasmatis, Limbus sphenoidalis und Diaphragma sellae. (Kim & Hong, 2009, S. 333)

Sie machen, wie PSMs, circa 5-10% aller Meningeome aus und haben eine ähnliche Lagebeziehung. Beim Wachstum werden daher die Nn. optici nach superior, die Aa. carotides internae nach lateral und der Hypophysenstiel nach posterior verdrängt. (Estevão et al., 2017, S. 1)

Durch das Verdrängungsmuster ist das früheste Symptom ein progressiver, oft asymmetrischer Visusverlust sowie Kopfschmerzen. Häufig fällt eine bitemporale Hemianopsie durch Chiasmakompression sowie eine Optikusatrophie auf, diese Symptomkonstellation wird als „chiasmal syndrome“ bezeichnet. (Al-Mefty & Smith, 1991, S. 397) Endokrinologische Dysregulationen durch Verlagerung der Hypophyse sind seltener und treten meist erst später auf, hier zeigen sich diese vor allem durch eine Hyperprolaktinämie. (Kim & Hong, 2009, S. 333–334) Im Gegensatz zu OFMs und PSMs treten Anosmien und das Frontalhirnsyndrom kaum auf. (J. Chi & M. McDermott, 2003, S. 2)

Das TSM kann, dank endokrinologischer Beteiligung im Symptomkomplex, als Hypophysenadenom fehldiagnostiziert werden. Ein Unterscheidungsmerkmal in der Bildgebung stellt die stärkere Hyperintensität des Hypophysenadenoms in der T2-Gewichtung dar. (J. Chi & M. McDermott, 2003, S. 2)

Traditionell eingesetzte Operationstechniken sind pterionale, bifrontale, frontolaterale und supraorbitale Kraniotomien, wobei bei kleineren Tumoren auch ein transsphenoidaler Zugang gewählt werden kann (Bălașa et al., 2013, S. 94–95; Estevão et al., 2017, S. 4; Kim & Hong, 2009, S. 337–338).

Die Komplikationen einer Resektion bestehen am häufigsten in einem transienten Diabetes insipidus durch einen regelmäßig vorkommenden post-operativen Hypopituitarismus. Ebenso kann es zu einem Liquorleck, epileptischen Anfällen, einer Verletzung des N. opticus und der Ausbildung einer Meningitis kommen. (Sathananthan et al., 2013, S. 185–187; Zhou et al., 2016, S. 50)

Die Rezidiv-Rate liegt bei 0-8% (Raza et al., 2014, S. 72).

## **1.2. Neurochirurgische Zugangswege**

Um intrakranielle Meningeome operativ therapieren zu können, bedarf es einer geeigneten chirurgischen Eingangspforte, welche den Weg durch Schädelknochen sowie Dura ermöglicht und dabei umgebende Strukturen möglichst schont. In der neurochirurgischen Disziplin wurden daher über die Jahre verschiedenste Zugangswege und Kraniotomien entwickelt und beschrieben. Im Folgenden werden zunächst die begrifflichen Unterschiede zwischen der Kraniotomie und des Zugangswegs definiert und auf die generellen OP-Prinzipien und Ziele eingegangen. Anschließend werden die für diese Arbeit relevanten Zugangswege zur Meningeomresektion systematisch eingeteilt sowie deren neurochirurgische Besonderheiten erläutert. Zum Schluss wird kurz auf die Techniken der Schädeldefekt-Reparatur sowie auf die kosmetischen Aspekte der Kraniotomie eingegangen.

### **1.2.1. Unterscheidung Zugang - Kraniotomie**

Die Begriffe „Kraniotomie“ und „Zugangsweg“ werden in der Literatur oft als Synonyme verwendet. Obwohl die Ausführungsschritte beider Termini oft überlappen können, beschreiben sie dennoch zwei unterschiedliche Vorgänge. Die Kraniotomie bezeichnet im engeren Sinne die Eröffnung des Schädelknochens. Der Zugangsweg bezieht sich sowohl auf die Schädelöffnung als auch auf das intradurale Vorgehen bzw. das Eindringen in den Schädel. Damit umfasst er sowohl die Kraniotomie als auch den chirurgischen Weg von der Dura bis zum Meningeom. (Raabe, 2019, S. 3)

### **1.2.2. Chirurgische Prinzipien**

Die Ziele der chirurgischen Therapie eines Meningeoms sind in erster Linie eine (wenn möglich) totale Tumorresektion mit Resektion der involvierten umgebenden Knochen- und Dura-Anteile sowie die Verbesserung der tumorbedingten neurologischen Defizite. Zur Erreichung dieses Ziels werden einige basale Prinzipien angewendet, die bis auf wenige Ausnahmen in der operativen Meningeomtherapie konstante Anwendung finden. (Lee & Sade, 2009, S. 203–204)

#### *1. Ideale Positionierung, Inzision und Freilegung wichtiger Strukturen*

Bei der Positionierung des Patienten während der Operation ist das Anstreben einer Relaxation des Gehirns zur Vermeidung von Retraktionen und intrazerebralen Druckanstiegen essenziell. Dabei wird der Patient so gelagert, dass der Kopf höher als

das Herz steht und unnötige Halsrotationen oder -flexionen vermieden werden. Außerdem kann bei einer leichten Hyperextension des Kopfes in Rückenlage das Gehirn vom Tumor „wegfallen“ und der Zugang somit erleichtert werden. Die Kopfeinspannung erfolgt meist mittels Mayfield-Klemme. (Lee & Sade, 2009, S. 204)

### *2. Möglichst frühzeitige Tumor-Devaskularisation*

Dieser Schritt ist wichtig, da viele Meningeome gut durchblutet sind und eine unzureichende Devaskularisation zu einer erschwerten Resektion sowie zu einer Blutung führen kann (Lee & Sade, 2009, S. 205). Intraoperative Blutstillung erfolgt mittels thermischer Koagulation (z.B. YAG-Laser, AccuTemp), mechanischer Koagulation (z.B. Ligaturen, HemoClips, Knochenwachs) oder chemischer Hämostase (z.B. Gelfoam, Thrombostat) (Greenberg, 2016, S. 1428).

### *3. Interne Tumor-Dekompression und extrakapsuläre Dissektion*

Zwar können kleine Meningeome teilweise „en bloc“ reseziert werden, meist muss jedoch eine interne Dekompression des Meningeoms erfolgen, um Gehirn-Retraktion zu vermindern und die anschließende extrakapsuläre Dissektion zu erleichtern. Die Dissektion wird dabei an der (meist) erhaltenen Arachnoid-Schicht zwischen Meningeom und Gehirn vorgenommen, idealerweise, ohne dabei die Arachnoidea oder vaskuläre Strukturen zu beschädigen. (Lee & Sade, 2009, S. 205)

### *4. Möglichst frühzeitige Lokalisation und Erhaltung neurovaskulärer und nervaler Strukturen*

Hierbei ist zu erwähnen, dass die bifrontale Kraniotomie hier eine Ausnahme darstellt, da diese mit dem Verschluss des Sinus sagittalis superior (SSS) einhergehen kann (Meling & König, 2019, S. 115). Die Komplikationen dieser Obliteration sind zwar sehr gering, beinhalten jedoch unter anderem das Risiko eines venösen Infarkts (Lee & Sade, 2009, S. 206).

### *5. Entfernung der involvierten Knochen und Dura*

Der infiltrierte Knochenanteil der Schädelbasis wird für gewöhnlich mithilfe eines Diamantbohrers entfernt. Diese Technik hat zeitgleich eine blutstillende Wirkung auf die tumorversorgenden Gefäße. (Lee & Sade, 2009, S. 206)

### 1.2.3. Mediane Zugänge

#### Bifrontaler Zugang

Der bifrontale Zugang (BFZ) eignet sich v.a. für große OFMs, da er ein weites Blickfenster zu allen Seiten des Tumors bietet, eine gute Dekompression, Knochenbohrung und Hämostase erlaubt und dabei die Gehirn-Retraktion minimal hält. Der Hautschnitt wird hier bikoronar, d.h. an der Haarlinie entlang von einem Tragus zum anderen, durchgeführt. Die anschließende Kraniotomie verläuft beidseitig am Orbitarand zur Mittellinie hin. Ist ein subfrontaler, d.h. direkt an der Schädelbasis verlaufender, tiefer Zugang gewünscht, wird die Stirnhöhle regelmäßig eröffnet. (Schmidek, 1991, S. 419) Der Erhalt beider Olfaktorius-Fasern ist nicht möglich (Alam et al., 2013, S. 6).

#### Transbasaler Zugang

Der transbasale Zugang (TBZ) ist, ähnlich wie der bifrontale Zugang, durch einen bikoronaren Hautschnitt und eine große Eingangsfläche gekennzeichnet. Varianten des TBZ können allerdings auch die Osteotomie des Nasions, der Orbitadächer oder sogar der medialen Augenwinkel beinhalten. Somit bietet er einen tieferen Zugriff auf die Stirnhöhlen, weshalb er neben der Meningeomresektion auch für Reparaturen von Liquorlecks oder Schädigungen der vorderen Schädelgrube geeignet ist. (Feiz-Erfan et al., 2008, S. 33–39)

#### Interhemisphärischer Zugang

Der interhemisphärische Zugang (IHZ) bezeichnet eine Zugangsvariante, die durch die zwei Gehirnhemisphären in die Tiefe entlang der Falx verläuft. Für gewöhnlich findet diese Technik bei der Resektion von kolleoidalen Zysten, Kraniopharyngiomen oder arteriovenösen Malformationen Anwendung, jedoch kann sie auch für die Resektion von großen, vertikal wachsenden Schädelbasismeningeomen eingesetzt werden. Auf einen bikoronaren Hautschnitt können dem interhemisphärischen Eindringen verschiedene Kraniotomien (z.B. paramediane, bifrontale, parietale) vorangehen, wobei sich bei Patient\*innen mit einer Dominanz der linken Hemisphäre eine unilaterale Kraniotomie der rechten Schädelseite etabliert hat. Dieser Zugang geht mit einer Exposition des SSS sowie einem erhöhten Risiko für Retraktionen einher. (Greenberg, 2016, S. 1462–1466)

### 1.2.4. Laterale Zugänge

#### Supraorbitaler Zugang

Für den supraorbitalen Zugang (SOZ) wird ein 3 bis 4 cm langer Hautschnitt innerhalb der Augenbraue gesetzt. Die Kraniotomie wird auf Höhe der Schädelbasis in Form eines

„D“ durchgeführt, wobei die laterale bzw. mediale Begrenzung von der Linea temporalis (hier verläuft der N. frontalis) bzw. des Foramen supraorbitale (hier verlaufen der N. supraorbitalis und die A. supraorbitalis) gebildet wird. (Ormond et al., 2013, S. 2–7) Die Dura wird in Richtung der Schädelbasis eröffnet. Auch hier ist ein subfrontales Eindringen ohne Retraktion möglich. (Raabe, 2019, S. 129–132)

### Pterionaler Zugang

Das Pterion bezeichnet jenes Areal des Schädels, an dem das Stirnbein (Os frontale), Keilbein (Os sphenoidale), Schläfenbein (Os temporale) und Scheitelbein (Os parietale) aufeinandertreffen. Der pterionale Zugang (PZ, auch als frontotemporaler Zugang bezeichnet) geht von dieser Struktur aus und ist für temporale, selläre sowie tentoriale Läsionen geeignet. Der Hautschnitt erfolgt hier an der Haarlinie entlang vom Jochbogen aus bis hin zur Mittellinie des Schädels. Bei dieser Technik kommt der Schläfenmuskel zum Vorschein, welcher meist zusammen mit der Galea vom Knochen entfernt wird. Die gemeinsame Präparation des Muskels mit der Galea hat den Vorteil, dass so N. facialis und A. temporalis superficialis nicht geschädigt werden. Die Kraniotomie wird über dem Keilbein und der Auflagefläche des Schläfenmuskels durchgeführt. Um Retraktionen möglichst zu vermeiden und einen besseren Zugang zu den Nn. Optici und der sellären Region zu erhalten, kann der Keilbeinflügel mittels Bohrer von innen abgeflacht werden. (Raabe, 2019, S. 148–156) Eine Variante des PZ stellt der transsylvische Zugang dar, welche entlang der sylvischen Fissur in die Tiefe verläuft (Lynch et al., 2016, S. 384).

Während eines PZs kann eine anteriore Klinoidektomie (ACE) erfolgen. Dabei wird der Processus clinoides anterior mit dem Bohrer so weit abgeflacht, bis der N. opticus sowie die A. carotis interna freiliegt und dekomprimiert ist. Die frühe Visualisierung dieser wichtigen Strukturen trägt zu einer besseren operativen Erhaltung bei. Die Klinoidektomie erfolgt entweder extra- oder intradural. Hier bietet die intradurale Klinoidektomie einen direkteren Zugriff auf die entscheidenden anatomischen bzw. neurovaskulären Strukturen, benötigt jedoch aufgrund dieser anatomischen Nähe besondere Präzision bei der Entfernung des Klinoids, da ein erhöhtes Risiko für die Verletzung dieser Strukturen besteht (Meybodi et al., 2018, S. 239). Eine extradurale ACE hingegen bietet durch die Dura einen besseren Schutz der umgebenden Anatomie, bei kaum erhöhtem Risiko für einen Liquorleck (Meybodi et al., 2018, S. 192). Diese Technik kommt gehäuft bei der Behandlung von paraklinoidalen Aneurysmen sowie bei TSMs zum Einsatz und führt zu einer signifikanten Besserung des Visus-Outcomes (Otani et al., 2006, S. 129–130). Für die ACE ist eine Entfernung des Opticus-Daches nötig, hier kann es gehäuft zur Eröffnung der Keilbeinhöhle kommen (Mishra et al., 2017, S. 191).

### Frontolateraler Zugang

Der frontolaterale Zugang (FLZ) ähnelt dem PZ in vielen Punkten. Unterschiedlich ist, dass der Hautschnitt an der Haarlinie bis zur Mittellinie entlangläuft, jedoch nicht so tief am Jochbogen wie beim PZ und ca. 1 cm vor dem Tragus gesetzt wird. Der Schläfenmuskel wird nicht zusammen mit der Galea entfernt, sondern nur teilweise an der medialen Muskelfaszie präpariert. Die Kraniotomie sollte auf der sylvischen Fissur liegen und einige cm in die Grube des Schläfenmuskels hineinreichen. (Raabe, 2019, S. 134–136)

### **1.2.5. Transnasaler Zugang**

Eine Besonderheit unter den Zugängen zur Resektion von Schädelbasismeningeomen stellt der transnasale (TNZ, auch transsphenoidaler Zugang genannt) dar, welcher hauptsächlich für die Behandlung von Hypophysen-Adenomen eingesetzt wird. Dieser Zugang konnte sich für die Resektion von Meningeomen im klinischen Alltag nicht durchsetzen, aufgrund seiner möglichen Verwendung zur Resektion von TSMs wird er hier dennoch aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt. Das Endoskop wird entlang der Nasenmuscheln und Choanen (wobei die mittlere Nasenmuschel und das Vomer zur Erweiterung der Arbeitsfläche reseziert werden) in die Keilbeinhöhle geführt. Von dort aus können supraselläre und selläre Pathologien direkt erreicht werden. Begrenzungen für den TNZ sind Tumore, die nach lateral über die A. carotis interna bzw. den N. opticus hinausreichen. Ein Nachteil dieser Technik stellt die erschwerte Hämostase bei intraoperativer Blutung und das zweidimensionale Sichtfeld dar. (Ellenbogen & Sekhar, 2012, S. 668–669) Vorteil des TNZ sind die bessere Beleuchtung und die erhöhte Definition anatomischer Strukturen durch eine nähere Lage der Kamera sowie einer schärferen Linse (Cappabianca et al., 2009, S. 224).

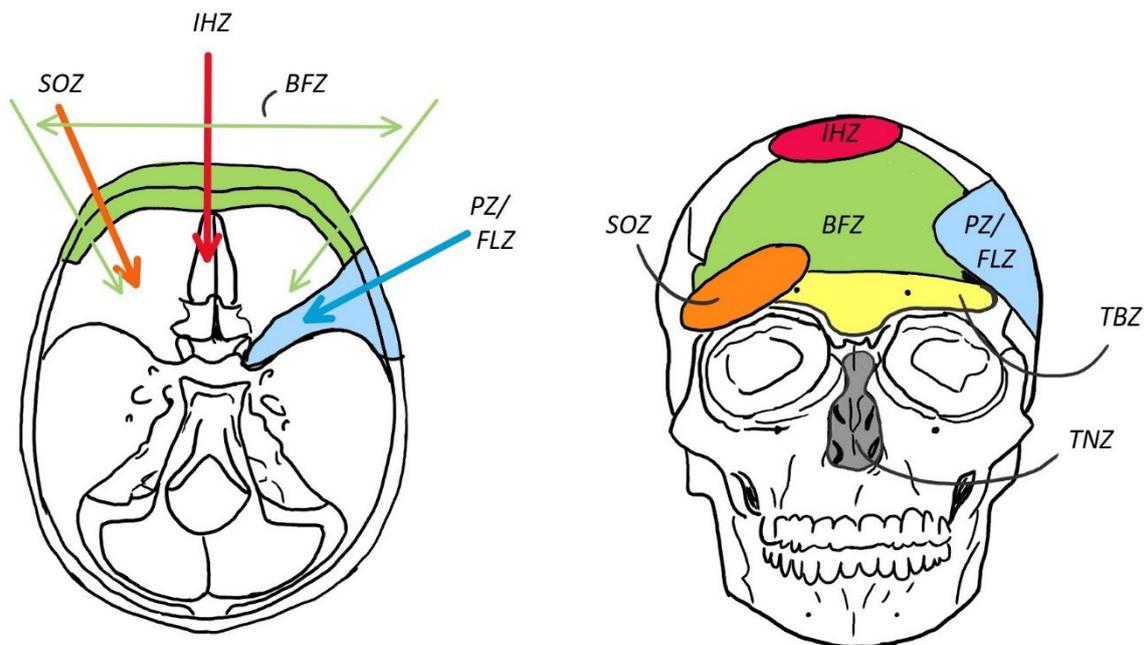


Abbildung 2: Illustration der Zugänge mit Zugangswinkel (basierend auf Aftahy et al., 2020, S. 4)

### 1.2.6. Kranio- und Duraplastik

#### Kranioplastik

Die Kranioplastik bezeichnet die chirurgische Reparatur des kranialen Defekts, der u.a. durch eine Kraniotomie entsteht. Diese Praxis ist nicht nur für das kosmetische Ergebnis von Bedeutung (welches dadurch auch Einfluss auf die Psyche der Patient\*innen hat). Sie vermindert auch Anomalitäten des zerebralen Blutflusses, post-operative Epilepsien und weitere neurologische Pathologien. (Shah et al., 2014, S. 1) Ein in diesem Zusammenhang beschriebenes Syndrom ist das sogenannte „Trepine Syndrome“, welches bei Patient\*innen ohne erfolgte Kranioplastik auftreten kann. Diese Krankheit ist gekennzeichnet durch eine Depression des Hautlappens über der Kraniotomie und einer Liquor-Zirkulations-Störung, welche in motorischen (z.B. kontralaterale Hemiparesen, Apraxien) und neurologischen Defiziten (z.B. Dysphagien, Schwindel, epileptische Anfälle) mündet. (Jeyaraj, 2015, S. 2)

Für die Kranioplastik können viele Materialien verwendet werden, wobei sich v.a. die entnommenen autologen Knochen und synthetische Knochenprothesen durchsetzen konnten. Der Vorteil des autologen Knochens liegt bei der hohen Akzeptanz des Hosts, jedoch treten häufig Infektionen auf. Die synthetischen Prothesen werden v.a. aus Methyl-Methylacrylat oder Hydroxylapatit hergestellt. Diese zeichnen sich durch ihre antiinflammatorische Qualität und das gute kosmetische Ergebnis aus. Nachteile sind ein Fragmentations- und Infektionsrisiko sowie eine mangelnde Integration in den Knochen. (Shah et al., 2014, S. 3) Titan-Gewebe kann ebenso eingesetzt werden,

dieses zeigt die niedrigste Infektionsrate, ist jedoch relativ kostenintensiv (Matsuno et al., 2006, S. 536).

Für die Integration des Knochenstücks in den Schädel können Miniplatten verwendet werden. Lücken zwischen dem Schädelknochen und dem eingesetzten Knochendeckel werden mit Knochenzement oder Hydroxylapatit versiegelt. (Raabe et al., 2019, S. 28)

Bei einer Eröffnung der Nasennebenhöhlen, deren Risiko unter anderem Liquor-Lecks und die Ausbildung von Meningitiden beinhaltet, muss diese mithilfe von Knochenwachs oder einem Transplantat (z.B. aus Muskel bzw. Fett) verschlossen werden. (Lee & Sade, 2009, S. 206). Oft kommt dafür ein präparierter Galea-Periost-Lappen zum Einsatz, der gefaltet zwischen eröffnetem Sinus frontalis und Knochendeckel gelegt wird und diesen somit verschließt (Raabe, 2019, S. 38).

### Dura-Rekonstruktion

Eine unzureichende oder fehlende Schließung der Dura nach Operation kann zu vielen Komplikationen führen, darunter Liquor-Lecks oder -Fisteln, Infektionen und subduralen Hämatomen. Zur Versiegelung der Dura können verschiedene synthetische und allogene Materialien verwendet werden. Einer dieser ist Fibrin-Kleber, welcher auch für die Hämostase eingesetzt werden kann. (Yoshimoto et al., 1997, S. 886) Etabliert sind auch sogenannte Duragen- oder Duraform-Transplantate, welche aus tierischer Kollagen-Matrix hergestellt werden (Azzam et al., 2018, S. 8; Ha et al., 2016, S. 22).

## **1.3. Fragestellung**

Über die Jahre hinweg haben sich zahlreiche Studie mit der optimalen Behandlung frontobasaler Meningeome der vorderen Schädelgrube und dem dafür notwendigen neurochirurgischen Zugang beschäftigt. Die meisten Autor\*innen betrachteten hierbei entweder Olfaktoriusmeningeome oder Planum-Sphenoidale-Meningeome bzw. Tuberculum-Sellae-Meningeomen isoliert (Alam et al., 2013; Goel et al., 2002; Goel et al., 2018; Stefanescu et al., 2011; Zhou et al., 2016). Einige Studien führten Analysen durch, bei denen zwei der drei hier behandelten Typen gemeinsam betrachtet wurden (Chiang & Goh, 2017; Fahlbusch & Schott, 2002; Mortazavi et al., 2016). Bisher gibt es jedoch kaum Literatur, die alle drei Meningeomtypen der vorderen Schädelbasis einfasst und eine Gegenüberstellung zur Einordnung neurochirurgischer Zugänge ermöglicht. M. Ottenhausen et al. schloss beispielsweise alle drei Typen in seine Studie ein, jedoch basierte das Graduierungssystem auf der Analyse endoskopischer Operationstechniken (Ottenhausen et al., 2018, S. 4).

Obwohl verschiedene Zugänge für Meningeome der vorderen Schädelbasis verwendet werden, fehlen aufgrund der Seltenheit dieser Erkrankungen bis heute standardisierte Leitlinien, welche die Auswahl eines geeigneten Zugangs für OFMs, PSMs und TSMs erleichtern.

Ziel der Arbeit ist es, ein Graduierungssystem zu entwickeln, mit welchem der optimale neurochirurgische Zugang für Meningeome der medialen vorderen Schädelbasis ausgewählt werden kann. Dafür werden die verschiedenen Meningeome in ihren Eigenschaften betrachtet und festgelegt, welche Parameter entscheidend sind bei der Findung des idealen Zugangs. Die Auswertung erfolgt anhand der Langzeitergebnisse der im Klinikum rechts der Isar operierten Patient\*innen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Studiendesign

Die vorliegende Arbeit wurde als unizentrische Kohortenstudie mit retrospektiven sowie prospektiven Anteilen konzipiert. Das Patientenkollektiv, welches 96 Patient\*innen umfasst, wurde mithilfe der Datenbank für neurochirurgische Operationen an der Schädelbasis der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums rechts der Isar selektiert. Für den retrospektiven Arm der Studie wurden die Daten der Datenbank nach verschiedenen Parametern ausgewertet. Den prospektiven Arm der Studie bildete die telefonische Befragung der Patient\*innen bezüglich des langfristigen Outcomes mithilfe eines eigens für die Studie entwickelten Fragebogens.

#### 2.1.1. Studienkohorte

Das Patientenkollektiv bestand aus 96 Patient\*innen. Die Auswahl der Kohorte erfolgte mithilfe der Datenbank der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik, welche die Daten von insgesamt 18.202 im Zeitraum vom 01.01.2007 bis zum 01.09.2020 am Schädel operierten Patient\*innen enthielt. Folgende Kriterien waren für den Einschluss in bzw. Ausschluss aus der Studie von Bedeutung:

##### Einschlusskriterien

- Alter >18 Jahre
- Operative Behandlung vom 01.01.2007 bis zum 30.06.2020
- Vorhandene prä-, intra- und post-operative Daten
- Zugrundeliegende Pathologie: Olfaktorius-, Tuberculum-Sellae- oder Planum-Sphenoidale-Meningeom
- Für die telefonische Befragung: schriftliche Einwilligung zur Teilnahme am telefonischen Interview

##### Ausschlusskriterien

- Alter <18 Jahre
- Unzureichende Datenlage (keine Arztbriefe, Histologie, OP-Berichte)
- Für die telefonische Befragung: Wohnsitz außerhalb von Deutschland, Tod

## 2.1.2. Studienablauf

### 2.1.2.1. Retrospektive Daten

Die Datenbank wurde auf Patient\*innen mit den in 2.1.1. beschriebenen Einschlusskriterien durchsucht. Um das entsprechende Kollektiv mit OFM, TSM oder PSM zu finden, wurde diese gezielt nach verschiedenen Begriffen in den Diagnosen („Olfactorius“, „Olfaktorius“, „Planum-Sphenoidale-Meningeom“, „Planum“, „Tuberculum-Sella“, „Türkensattel“, „frontobasales Meningeom“) und Zugängen („intrahemisphärisch“, „frontobasal“, „bifrontal“, „frontolateral“, „pterional“, „transbasal“, „transnasal“, „supraorbital“, „frontotemporal“, „parasagittal“, „paramedian“) gefiltert, wobei auch Unterschiede in Schreibweise und Wortkombination beachtet wurden. Die Datenerfassung erfolgte mithilfe einer mit Microsoft Excel (Version 2008) erstellten Tabelle. Hier wurden die Informationen, welche in der Software SAP (SAP SE, 2013) vermerkt waren, dokumentiert. Dabei erhielt jede der drei Tumortypen (OFM, TSM, PSM) eine eigene Tabelle, in welcher die entsprechenden Informationen eingetragen wurden. Im Folgenden werden die Parameter, welche protokolliert wurden, aufgelistet:

- Patientendaten (Alter, Geschlecht, Komorbiditäten)
- Prä- und post-operative Symptome
- Tumoreigenschaften (Typ, ZNS WHO-Grad, Histologie, Volumen, Verdrängungsmuster)
- Operation (Datum, Dauer, ASA-Klasse, Simpson-Resektionsgrad)
- Neurochirurgischer Zugang
- Operative Exzisionen/ Erhalt der Riech- und Sehnerven
- Intra-/ post-operative Komplikationen
- Post-operativer Klinikaufenthalt und Barthel-Index
- 3-Monats-MRT, Last-MRT und Last-Follow-Up
- Eventuell: Grund und Zeitpunkt des Todes

### 2.1.2.2. Prospektive Daten

Die Kontaktierung der Patient\*innen bezüglich der telefonischen Befragung erfolgte auf postalischem Weg. Versendet wurden dabei eine schriftliche Einverständniserklärung sowie eine Patienteninformation und ein Aufklärungsbogen zum Forschungsvorhaben. Insgesamt wurden 85 Personen aus dem Studienkollektiv kontaktiert. Von den restlichen Personen war bei 5 Person das Ableben dokumentiert, 6 Personen hatten ihren Wohnsitz im Ausland.

Der Fragebogen und das Studienprotokoll wurden von der Ethikkommission der Technischen Universität München geprüft und genehmigt. Alle Patient\*innen wurden

über den Inhalt und Ablauf der Studie informiert und darüber aufgeklärt, dass die Teilnahme an der Befragung ohne negative Konsequenzen abgebrochen werden konnte.

Die Einwilligung wurde von insgesamt 27 Personen unterschrieben und zurückversandt. Diese Personen wurden telefonisch kontaktiert und befragt. Die Erfassung der Antworten erfolgte sowohl schriftlich als auch mithilfe der Software SPSS (IBM Corp., 2019) in Form einer Tabelle.

## **2.2. Messinstrumente**

### **2.2.1. Bildgebende Instrumente**

Für die Ansicht der durchgeführten CT- und MRT-Bilder wurde das Programm Sectra Workstation IDS7 (Sectra AB, 2020) verwendet. Hier erlaubten vor allem MRT-Bilder mit Kontrastmittelanreicherung (KM) eine präzise Darstellung des Meningeoms. Auch wurden, sofern vorhanden, sowohl T1- als auch T2-Gewichtungen betrachtet. War keine präoperative MRT-Bildgebung dokumentiert, so wurden vorhandene CT-Bilder ausgewertet. Die Messung der Tumorumfänge erfolgte mithilfe der Software Origin Server (Brainlab AG, 2018). Hier wurden die Bilder in der axialen, sagittalen und koronalen Ebene betrachtet.

### **2.2.2. Skalen und Systeme**

Die verwendeten Klassifikationssysteme waren sowohl für die Auswertung der retrospektiven Daten als auch für die Erfassung der prospektiven Daten von Bedeutung. Dabei spielte für die Analyse des retrospektiven Teils der Karnofsky Index, die ASA Klassifikation, der Resektionsgrad nach Simpson sowie der Clavien Dindo Scale eine wichtige Rolle. Im Folgenden werden die jeweiligen Skalen und Systeme aufgezählt.

#### ZNS WHO-Klassifikation

Zur histologischen Einteilung der jeweiligen Meningeome wurde die aktuelle Version der WHO-Klassifikation für Tumoren des ZNS verwendet. Für weitere Details siehe Tabelle 1.

#### Karnofsky Performance Status

Der Karnofsky Performance Status (KPS, Karnofsky Index) wurde 1949 durch David A. Karnofsky und Joseph H. Burchenal eingeführt und ist ein Instrument zur Beschreibung des funktionalen Zustands eines Patienten bzw. einer Patientin. Dabei erfolgt die

Einteilung des KPS vom Prozentwert 100 (keine Beschwerden) bis 0 (Tod) in Bezug auf die Fähigkeit des Patienten bzw. der Patientin, die gewohnte Alltagsaktivität fortzuführen und der Notwendigkeit von medizinischer Pflege im Alltag. Der KPS spielt bei der Einschätzung der Prognose und Funktionalität onkologischer Patient\*innen bis heute eine wichtige Rolle. (Péus et al., 2013, S. 1–2) Im Rahmen der Studie wurde für alle Patient\*innen sowohl der prä- als auch der post-operative KPS dokumentiert.

Tabelle 2: Einteilung des Karnofsky Index (Péus et al., 2013, S. 2)

Prozent	Beschreibung
100	Normal, keine Beschwerden, keine Krankheitszeichen
90	Fähig zu normaler Aktivität, geringe Symptome oder Krankheitszeichen
80	Normale Aktivität mit einiger Anstrengung möglich, einige Symptome oder Krankheitszeichen
70	Sorgt für sich selbst, normale Aktivität nicht möglich, nicht arbeitsfähig
60	Benötigt gelegentlich fremde Hilfe, kann die meisten persönlichen Angelegenheiten selbst erledigen
50	Benötigt oft Hilfe, braucht häufig medizinische Betreuung
40	Behindert, besondere Betreuung und Hilfe notwendig
30	Stark behindert, stationäre Behandlung erforderlich
20	Schwer krank, stationäre Behandlung zur supportiven oder kausalen Therapie dringend erforderlich
10	Sterbend, tödlicher Verlauf schreitet voran
0	Tod

### ASA-Klassifikation

Die ASA-Klassifikation wurde 1940 von der American Society of Anesthetists mit dem Ziel begründet, das perioperative Risiko eines Patienten bzw. einer Patientin abzuschätzen. Ausgehend vom präoperativen Gesundheitszustand des Patienten bzw. der Patientin (basierend auf den Vorerkrankungen und Risikofaktoren) wird eine Klasse zugeteilt, welche eine Einschätzung der perioperativen Prognose erlaubt. Zahlreiche Studien konnten seitdem die Wirksamkeit der Klassifikation in Bezug auf die perioperative Morbidität und Letalität belegen. (Irlbeck et al., 2017, S. 5) Auch die ASA-Klassen für die Tumorsektion der Studienteilnehmer wurden notiert.

Tabelle 3: ASA Klassifikation (American Society of Anesthesiologists, 2014)

ASA Klasse	Definition	Beispiele
I	Normaler, gesunder Patient bzw. Patientin	Nichtraucher*in, kein Alkoholkonsum
II	Patient*in mit leichter Allgemeinerkrankung	Raucher*in, regelmäßiger Alkoholkonsum, Schwangerschaft, Adipositas, gut eingestellter Hypertonus oder DM, leichte Lungenkrankheit
III	Patient*in mit schwerer Allgemeinerkrankung	früherer Myokardinfarkt, COPD, schlecht eingestellter Hypertonus oder DM, Hepatitis, Drogenmissbrauch, Schrittmacher, MI, Apoplex, TIA oder KHK <3 Monate zurückliegend
IV	Patient*in mit schwerer Allgemeinerkrankung, stellt ständige Lebensbedrohung dar	MI, Apoplex, TIA oder KHK >3 Monate zurückliegend, chronische Herzinsuffizienz, akutes Nierenversagen, Sepsis, DIC
V	Sterbender Patient bzw. Patientin, ohne Operation keine Erwartung auf Überleben	Rupturiertes Aortenaneurysma, schweres Polytrauma, MOV, kritische Darm-Ischämie, intrakranielle Blutung mit Hirndruck/Mittellinienshift
VI	Hirntod	-

### Resektionsgrad nach Simpson

Der Simpson Grad (SG) wurde 1957 von Donald Simpson mit dem Ziel eingeführt, die Prognose und Rezidivrate von Meningeomen anhand des operativ erreichten Resektionsgrads einzuteilen (Simpson, 1957, S. 37). Dabei wird eine hohe Radikalität der Resektion (Grad I-III) einer unvollständigen Resektion entgegengestellt (Grad IV/V). Obwohl der Nutzen der Einteilung nach Simpson in einigen Studien nicht einheitlich bewiesen werden konnte, wird er dennoch seit seiner Einführung regulär durch Neurochirurg\*innen verwendet, um das Ausmaß der Resektion anzugeben und als wichtiger prognostischer Marker betrachtet. (Behling et al., 2020, S. 5–6; Nanda et al., 2017, S. 6) Für die Studie wurden die operativen Resektionsgrade der Patient\*innen nach Simpson dokumentiert.

Tabelle 4: Simpson-Klassifikation (Oya et al., 2012, S. 125; Simpson, 1957, S. 24–25)

Simpson Grad	Merkmale	5-Jahres Rezidiv-Rate
I	Komplette makroskopische Tumorsektion mit vollständiger Exzision der infiltrierten Gewebe (Dura, Knochen, Sinuswand)	2,4%
II	Komplette makroskopische Tumorsektion mit Exzision der sichtbar infiltrierten Gewebe und Koagulation der duralen Ansatzpunkte	12,3%
III	Komplette makroskopische Tumorsektion ohne Koagulation der duralen Ansätze oder Exzision der infiltrierten Gewebe	15,9%
IV	Unvollständige makroskopische Tumorsektion	43,2%
V	Tumordekompression mit/ohne Biopsie	Unbekannt

### Clavien Dindo Klassifikation

Die Clavien Dindo Klassifikation (CDK) wurde im Jahr 1992 durch Pierre-Alain Clavien mit dem Anliegen entwickelt, eine einheitliche Klassifizierung der chirurgischen Komplikationen innerhalb der medizinischen Gesellschaft zu etablieren. 2004 erfolgte eine Modifizierung des Gradierungssystems durch Daniel Dindo, welche sich bis in die Gegenwart durchsetzen konnte. Der CDK umfasst 5 Grade, welche die Schwere der post-operativen Komplikationen in I (sehr leicht) bis V (Tod) einteilen. (Dindo et al., 2004, S. 210) Für die Arbeit wurde die CDK innerhalb der ersten 3 Monate nach Tumorsektion dokumentiert.

Tabelle 5: Clavien Dindo Klassifikation (Dindo et al., 2004, S. 206)

Grad	Definition
I	Jede Abweichung vom normalen post-operativen Verlauf ohne die Notwendigkeit medikamentöser Therapie oder operativer, endoskopischer oder radiologischer Intervention. Erlaubte Medikamente sind: Antiemetika, Antipyretika, Analgetika, Diuretika, Elektrolyte, Physiotherapie. Ebenso werden Wundinfektionen, welche am Patientenbett behandelt werden, in diesen Grad inkludiert
II	Notwendigkeit von medikamentöser Therapie (mit Medikamenten, welche nicht in Grad I erlaubt sind), Bluttransfusionen und parentaler Ernährung
III	Notwendigkeit von operativer, endoskopischer oder radiologischer Intervention
IIIa	Intervention erfolgt nicht unter Vollnarkose
IIIb	Intervention erfolgt unter Vollnarkose
IV	Lebensbedrohliche Komplikationen (inklusive ZNS-Komplikationen), welche einer Behandlung auf Intensivstation bedürfen
IVa	Organversagen von einem Organ (inklusive Dialyse)

IVb	MOV
V	Tod des Patienten bzw. der Patientin

### Barthel Index

Der 1955 von Dorothea Barthel veröffentlichte Barthel Index (BI, auch ADL nach Barthel genannt) stellt ein Instrument zur Messung der „Aktivitäten des täglichen Lebens“ (ADL) bei Patient\*innen nach Schlaganfällen oder anderweitigen Verletzungen des Schädels dar. Dem Patienten bzw. der Patientin wird nach Addition der Werte aus 10 Kriterien der Selbstversorgung und Mobilität im Alltag ein Wert zwischen 100 und 0 gegeben. Je höher dieser ist, umso mehr Alltagsaufgaben können selbstständig durchgeführt werden. Der Wert spiegelt dabei nur die aktuelle körperliche Funktionalität wider und kann auch durch telefonische oder schriftliche Mittel abgefragt werden. (Collin et al., 1988, S. 61–63) Der BI spielte in vorliegender Studie bei der Bewertung der post-operativen Funktionalität eine Rolle und wurde notiert.

Tabelle 6: Kategorien des Barthel Index (Heuschmann et al., 2005, S. 79)

Tätigkeit	Punkte
Kontrolle des Stuhlgangs	10 – 0
Blasenkontrolle	10 – 0
Körperpflege	5 – 0
Toilettenbenutzung	10 – 0
Essen	10 – 0
Lagewechsel (vom Bett zum Stuhl und zurück)	15 – 0
Fortbewegung	15 – 0
An- und Ausziehen	10 – 0
Treppensteigen	10 – 0
Baden	5 – 0

### Short Form 36 (SF-36)

Der Short Form 36 (SF-36, siehe Anhang 1) ist ein Messinstrument zur Eigenerfassung der allgemeinen Gesundheit, welches 1992 von John E. Ware und Cathy D. Sherbourne entwickelt wurde. Der Fragebogen beinhaltet 36 Items, welche die eigene Einschätzung bezüglich 8 gesundheitsbezogener Kategorien abfragen: Körperliche Funktionalität, soziale Funktionalität, körperliche Schmerzen, Rollenfunktionalität, mentale Gesundheit, emotionale Funktionalität, Vitalität und allgemeiner Gesundheitszustand. (Ware & Sherbourne, 1992, S. 475) Der SF-36 gehört inzwischen zu den gebräuchlichsten Fragebögen zur Erfassung der Lebensqualität und wird sowohl im klinischen Alltag als

auch im Rahmen von Studien regulär eingesetzt. Die Summenscores des SF-36 können in eine Komponente der körperlichen und der psychischen Gesundheit gegliedert werden. (Ellert & Kurth, 2004, S. 1027)

### Modifizierte Rankin Skala

Die Rankin Skala wurde erstmals 1957 von John Rankin beschrieben und 1988 von J. C. van Swieten als modifizierte Rankin Skala (mRS) überarbeitet. Sie stellt ein Instrument dar, mit dem sich der Aktivitätsgrad von Patient\*innen nach Schlaganfällen oder sonstigen neurologischen Defiziten messen und vergleichen lässt. In 5 Graden lassen sich die körperlichen Beeinträchtigungen bis zur schweren Behinderung (Grad 5) einteilen. (van Swieten et al., 1988, S. 604) Die Skala beachtet dabei Aspekte der Partizipation, Behinderung und Aktivität, sodass sie inzwischen auch als Messinstrument des allgemeinen Behinderungsgrades von Patient\*innen verwendet wird (Zhao et al., 2009, S. 188–189).

Tabelle 7: modifizierte Rankin Skala (van Swieten et al., 1988, S. 605)

Grad	Beschreibung
0	Keine Symptome
1	Keine relevanten Beeinträchtigungen, uneingeschränkte Alltagsaktivität möglich
2	Leichte Beeinträchtigung im Alltag, keine Hilfe notwendig
3	Mittelschwere Beeinträchtigung im Alltag, Gehen ohne fremde Hilfe/Hilfsmittel möglich
4	Höhergradige Beeinträchtigung, Gehen und Körperpflege ohne Hilfe nicht möglich
5	Schwere Behinderung, ständige pflegerische Hilfe nötig, bettlägerig, inkontinent

### Fragebogen für das Langzeit-Outcome

Eigens für die vorliegende Arbeit wurde ein Fragebogen zur Erfassung von Langzeitergebnissen und gesundheitsbezogener Lebensqualität nach neurochirurgischen Tumoroperationen (siehe Anhang 2) erstellt. Ziel des Fragebogens war es, sowohl körperliche als auch psychische Einflussfaktoren auf die Lebensqualität der Patient\*innen zu messen und somit das langfristige Outcome der verschiedenen Zugangswege in der Meningeomresektion vergleichen zu können.

Da sich, wie bereits beschrieben, Meningeome der medialen vorderen Schädelbasis oft in Form psychiatrischer Auffälligkeiten (Depressionen, Wesensveränderungen, psychomotorische Verlangsamungen) bemerkbar machen, lag bei der Erarbeitung der Fragen neben dem körperlichen Zustand der Fokus auf die Erfragung von psychischen Leiden und dem emotionalen Wohlbefinden. Unter Zuhilfenahme des BI, der mRS und

des SF-36 wurden insgesamt 38 Items als geschlossene Fragen formuliert, welche die folgenden Kriterien abfragten:

- Gesundheitsbezogene Lebensqualität
  - Psychisches Wohlbefinden (8 Fragen)
  - Alltagstauglichkeit (6 Fragen)
  - Körperliche Belastbarkeit (4 Fragen)
- Kosmetisches Ergebnis (5 Fragen)
- Funktioneller Gesundheitszustand (15 Fragen)

Die meisten Fragestellungen waren dichotom zu beantworten (26 Fragen, davon waren 7 anteilig als Tabellen dargestellt), andere beinhalteten mehrere Antwortmöglichkeiten (11 Fragen, wobei 2 Fragen in Form einer graphischen Skala visualisiert waren). Eine Frage war offen zu beantworten.

### 2.3. Statistische Berechnungen/Analyse

Die Dokumentation der Primärdaten erfolgte mithilfe des Programms Microsoft Excel (Version 2008). Hierbei wurden für die retrospektiven Daten Tabellen erstellt, welche den Tumortypen entsprechend (OFM, PSM, STM) gegliedert war. Auch wurde auf gleiche Weise eine Tabelle für die telefonische Befragung erstellt.

Die anschließende statistische Auswertung aller erhobenen Daten fand mit der Software SPSS Statistics for Windows (IBM Corp., 2019) statt. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 5\%$  ( $p < 0,05$ ) festgelegt, das Konfidenzintervall mit 95% definiert. Da die retrospektive Stichprobe 96 Personen umfasste, konnte eine Normalverteilung entsprechend dem sog. „Zentralen Grenzwertsatz“ angenommen werden (Kubinger et al., 2009, S. 26).

Für die Betrachtung der Zugänge fand eine Dichotomisierung der Zugangswege in laterale Zugänge (LZ, beinhaltet SOZ, PT, FLZ) und mediane Zugänge (MZ, beinhaltet BFZ, IHZ, TBZ) statt.

Kategoriale Variablen wurden hier mittels Chi<sup>2</sup>-Test auf Signifikanz getestet. Kamen in den Subgruppen Ereignisse mit  $n < 5$  vor, wurde der Exakte Fisher-Test verwendet. Alle signifikanten Variablen wurden im Anschluss einer Post-Hoc-Bonferroni-Korrektur unterzogen, um zu erfassen, zwischen welchen Paaren etwas signifikant war. Zur Einordnung und Bewertung der klinischen Relevanz signifikanter Ergebnisse wurde im Anschluss eine Berechnung der Effektstärke durchgeführt. Bei vier Subgruppen innerhalb der Kreuztabellen wurde die Effektstärke Phi verwendet, bei mehr Subgruppen Cramers-Phi. Die Interpretation des w-Werts erfolgte nach Cohen, wonach  $0,1 \leq w < 0,3$

einen schwachen Effekt,  $0,3 \leq w < 0,5$  einen mittleren Effekt und  $w > 0,5$  einen starken Effekt darstellt (Cohen, 1988, S. 224–225).

Um festzulegen, ob bei den vorliegenden metrisch-skalierten Daten bezogen auf die Typen OFM, PSM und TSM Varianzhomogenität zwischen den drei Gruppen vorlag, wurde eine Levene-Testung durchgeführt und der p-Wert basierend auf dem Median betrachtet, da dieser besonders robust gegenüber Ausreißern ist (Field, 2016, S. 14). Bei Vorliegen von Varianzhomogenität wurde die ANOVA benutzt, bei Varianzungleichheit die Welch-ANOVA. Zusätzlich erfolgte eine Post-Hoc-Bonferroni Korrektur und bei Varianzungleichheit eine Post-Hoc-Korrektur nach Games-Howell. Die Effektstärke wurde mittels f-Wert bestimmt, kleine Effekte wurden mit  $f > 0,1$ , mittlere Effekte mit  $f > 0,25$  und starke Effekte mit  $f > 0,4$  definiert (Cohen, 1988, S. 285–287).

Bei der Testung der metrischen Daten bezogen auf die zwei Gruppen der Zugänge (MZ und LZ) wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Auch hier wurde zuvor eine Levene-Testung auf Varianzhomogenität durchgeführt. Die Stufen der Effektstärke Cohens d wurden festgelegt mit kleinen Effekten bei  $d \geq 0,2$ , mittleren Effekten bei  $d \geq 0,5$  und starken Effekten bei  $d \geq 0,8$  (Cohen, 1988, S. 25–26).

Um ordinale Variablen auf ihre Signifikanz hinsichtlich der Typen prüfen zu können, fand eine Kruskal-Wallis-Testung statt. Die Post-Hoc-Testung erfolgte mittels Dunn-Bonferroni. Bei der Betrachtung der ordinalen Variablen bezüglich der Zugänge kam der Man-Whitney-U Test zum Einsatz. Signifikante Ergebnisse wurden hier mittels Effektstärke r auf ihre klinische Relevanz untersucht. Schwache Effekte umfassten  $0,1 \leq r < 0,3$ , mittlere Effekte  $0,3 \leq r < 0,5$  und starke Effekte  $r > 0,5$  (Cohen, 1988, S. 79–81). Zu beachten sei, dass die ordinalen Variablen des Resektionsgrades mehrere Grade der Simpson-Grade vereint und es damit ohne eine Anpassung der beiden Skalen aneinander zu Verzerrungen bei der Darstellung von Mittelwertsunterschieden kommen kann. Aus Gründen der Einheitlichkeit mit den anderen Testungen und um die begrifflichen Definitionen nicht durcheinander zu bringen, wurde jedoch auf diese Anpassung verzichtet.

Für die Ermittlung potenziell prädiktiver Faktoren für die Auswahl eines bestimmten Zugangs wurde eine binäre logistische Regression durchgeführt. Die abhängige Variable „lateraler Zugang (LZ)“ wurde gegen verschiedene unabhängige Variablen (Tumoreigenschaften, präoperative neurologische Symptome und KPS) getestet. Anschließend wurde, basierend auf der ermittelten Odds-Ratio, dem Regressionskoeffizienten und des p-Werts unter Betrachtung der klinischen Relevanz ein Graduierungssystem zur Auswahl des jeweiligen Zugangs erstellt. Um aus den ORs die Effektstärke generieren zu können, wurde ein  $OR < 1,5$  als schwacher Effekt,

1,5≤OR<5 als mittlerer Effekt und ein OR≥5 als starker Effekt interpretiert (Chen et al., 2010, S. 864). Bei OR<1 wurde zur Effektstärke-Berechnung der Kehrwert gebildet.

Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit sind im Folgenden signifikante Ergebnisse in den Tabellen farbig hervorgehoben worden. Die statistische Auswertung wurde mit der freundlichen Hilfe von Frau Dr. Katty Castillo vom Lehrstuhl für medizinische Informatik an der Technischen Universität München durchgeführt.

### 3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die erhobenen Daten der 96 Patient\*innen visualisiert und beschrieben.

#### 3.1. Beschreibung der retrospektiven Daten

##### 3.1.1. Soziodemographische Daten

Von den untersuchten 96 Patient\*innen waren 67 (69,8%) weiblich, während 29 (30,2%) männlich waren, was einem Verhältnis von 2,3 : 1 (w : m) entspricht. Die Altersspanne reichte von 24 (n=1) bis 96 (n=1) Jahren, wobei der Median bei 68 Jahren lag (SD=14,59).

Tabelle 8: Geschlechtsverteilung im Kollektiv

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
<b>Gültig</b>	weiblich	67	69,8	69,8	69,8
	männlich	29	30,2	30,2	100,0
	Gesamt	96	100,0	100,0	

Tabelle 9: Altersverteilung im Kollektiv

	N	Minimum	Maximum	Median	Standard- abweichung
<b>Alter</b>	96	24	96	68	14,586
<b>Gültige Werte</b>	96				

### 3.1.2. Klinische Merkmale

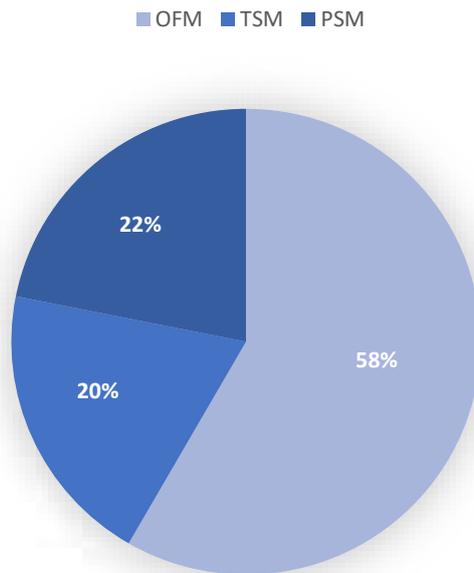


Abbildung 3: Anteile der Tumortypen

Vom Patientenkollektiv ausgehend wiesen 56 (58,3%) der Patient\*innen ein OFM auf, bei 21 (21,9%) Patient\*innen war ein PSM und bei 19 (19,8%) Patient\*innen ein TSM vorhanden.

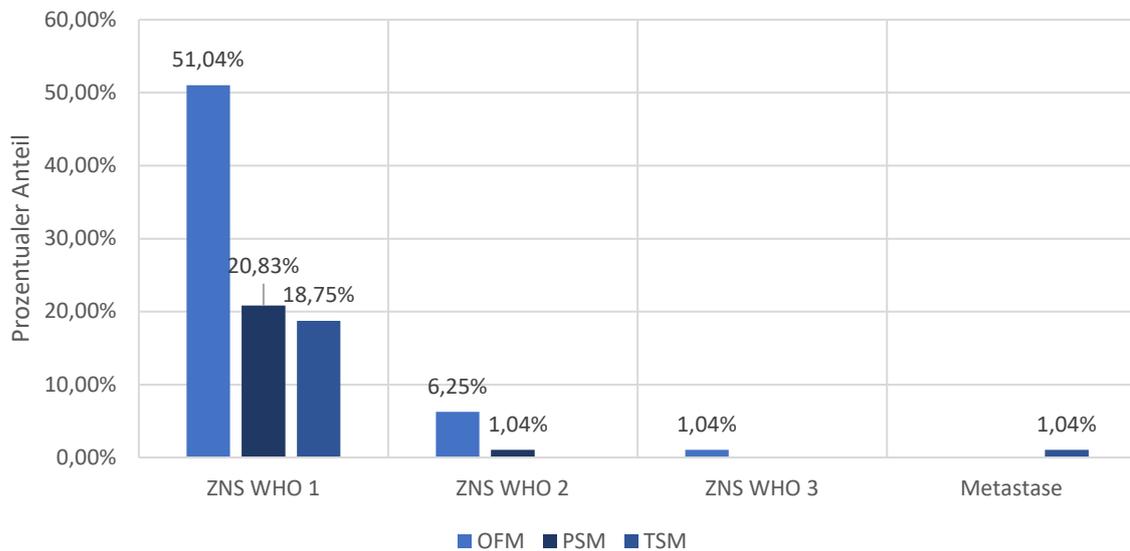


Abbildung 4: Einteilung in ZNS WHO-Grade

Bei 87 der Patient\*innen (90,6%) war ein ZNS WHO-Grad 1 feststellbar. Ein OFM-Patient wies einen Tumor mit ZNS WHO-Grad 3 auf, ein TSM wurde als Metastase eingestuft.

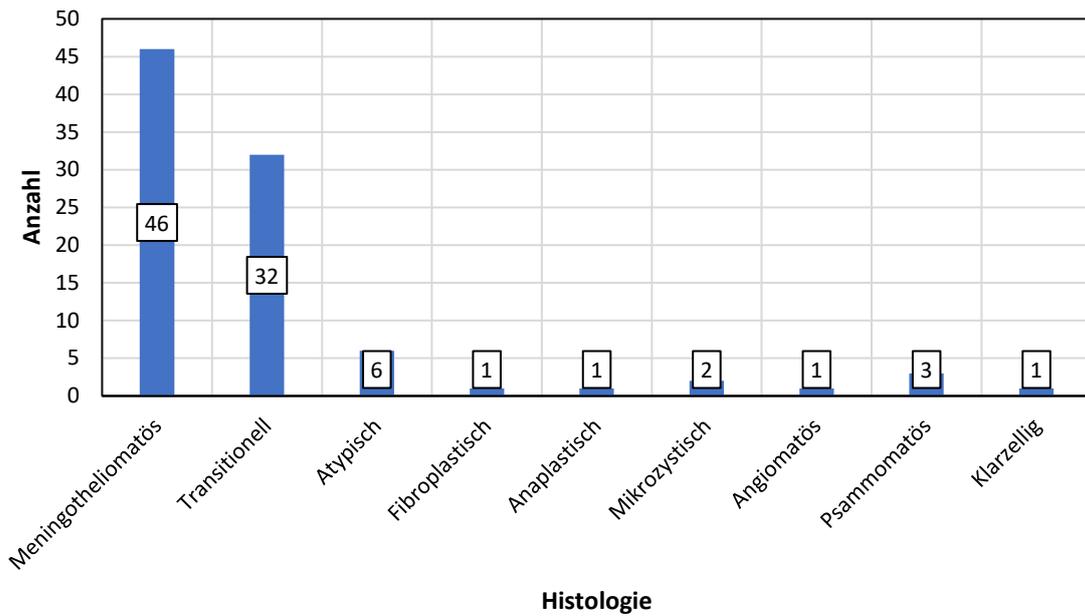


Abbildung 5: Einteilung in histologische Subtypen

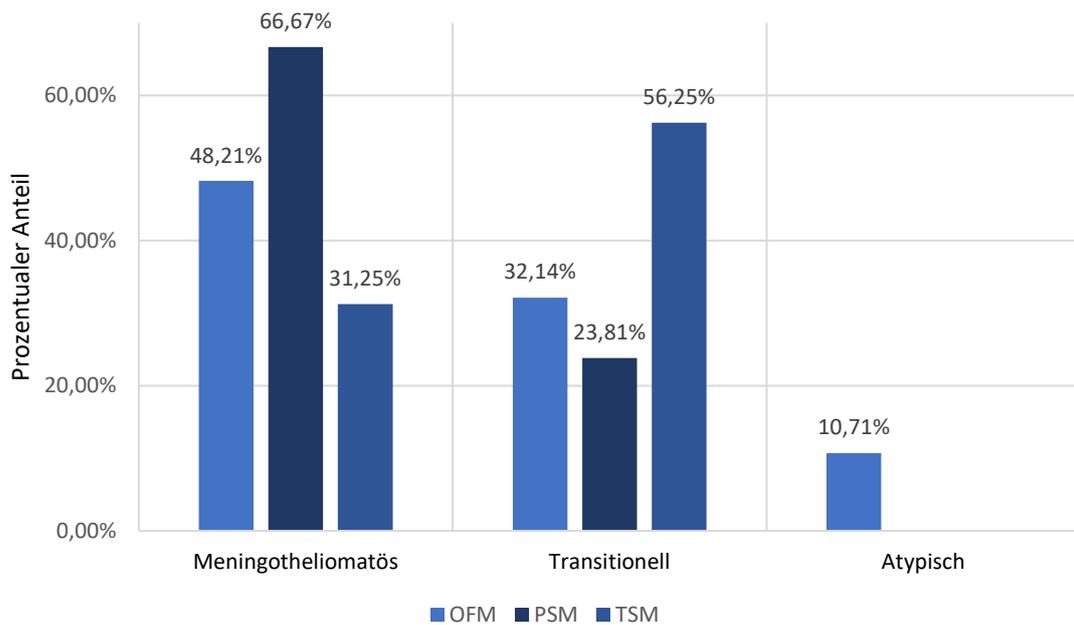


Abbildung 6: Detailsicht der histologischen Einteilung innerhalb der Typen

Histologisch waren in 9 Subgruppen Fälle vertreten, wobei der Großteil aller Patient\*innen ein meningotheliomatöses (47,9%) oder transitionelles (33,3%) Meningeom aufwies. Bei drei TSM-Patient\*innen waren keine histologischen Kategorisierungen dokumentiert, weshalb diese nicht ausgewertet werden konnten. Ein Großteil der PSMs (66,7%) sowie knapp die Hälfte der OFMs (48,2%) wies eine

meningotheliomatöse Histologie auf. Bei den TSMs zeigte dagegen über die Hälfte (56,3%) eine transitionelle Struktur.

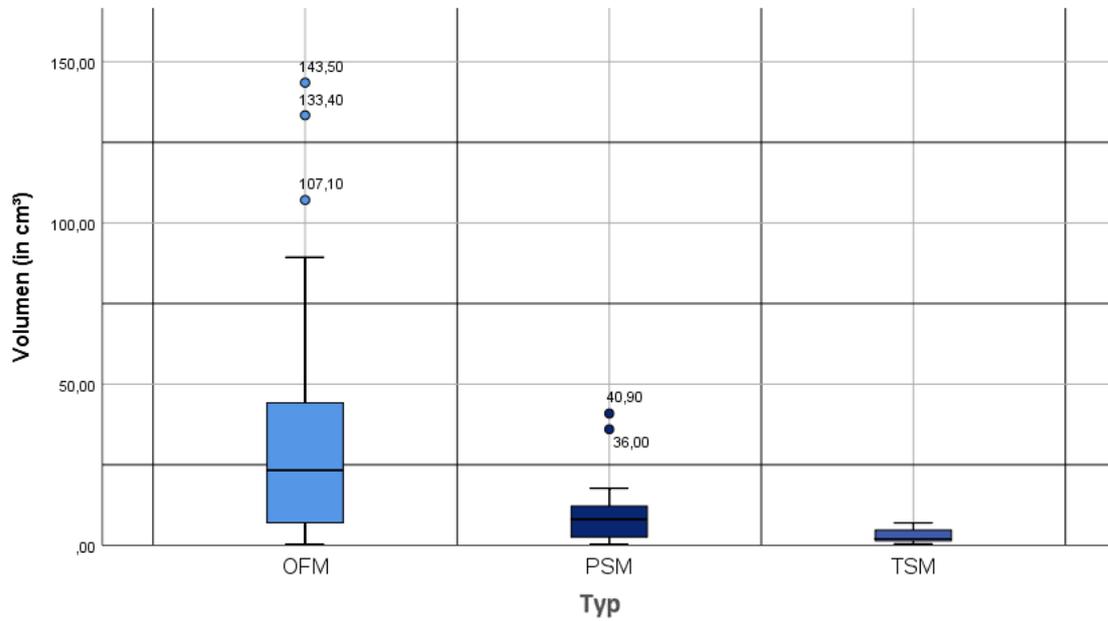


Abbildung 7: Boxplot mit Tumolvolumen innerhalb der Typen

Tabelle 10: Volumenverteilung innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Volumen in cm<sup>3</sup></b>				
<b>(% innerhalb Typ)</b>				
<5	9 (16,1%)	6 <b>(28,6%)</b>	14 <b>(73,7%)</b>	29
5 - 10	8 (14,3%)	6 <b>(28,6%)</b>	2 (10,5%)	16
10,01 - 20	6 (10,7%)	4 (19,0%)	0	10
20,01 - 30	8 (14,3%)	0	0	8
30,01 - 40	3 (5,4%)	1 (4,8%)	0	4
40,01 - 50	7 (12,5%)	1 (4,8%)	0	8
50,01 - 100	5 (8,9%)	0	0	5
>100	3 (5,4%)	0	0	3
<b>Fehlend</b>	7 (12,5%)	3 (14,3%)	3 (15,8%)	13

<b>Gesamt</b>	56	21	19	96
	(100,0%)	(100,0%)	(100,0%)	

Bei 83 Patient\*innen konnte das Volumen ausgewertet werden. Hier zeigten sich für die einzelnen Typen einige Unterschiede in der Größenverteilung. So lag der Median bei OFMs bei 23,30 cm<sup>3</sup> (SD=33,03). Das minimale Volumen betrug 0,39 cm<sup>3</sup>, während das maximale Volumen 143,50 cm<sup>3</sup> umfasste. Bei den PSMs lag der Median bei 8,09 cm<sup>3</sup> (SD=11,41) und die minimale Ausbreitung bei 0,41 cm<sup>3</sup> sowie der maximale Umfang bei 40,09 cm<sup>3</sup>. Der Median der TSMs betrug 2,08 cm<sup>3</sup> (SD=1,90), wobei der kleinste Tumor ein Volumen von 0,48 cm<sup>3</sup> und der größte Tumor ein Volumen von 6,99 cm<sup>3</sup> zeigte.

Tabelle 11: Seitenbetonung der Meningeome innerhalb der Typen

<b>Anzahl (% innerhalb Typ)</b>		<b>OFM</b>	<b>PSM</b>	<b>TSM</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Seitenbetonung</b>	rechts	11 (19,6%)	6 (28,6%)	5 (26,3%)	22
	mittig	28 (50,0%)	9 (42,9%)	9 (47,4%)	46
	links	15 (26,8%)	5 (23,8%)	3 (15,8%)	23
<b>Fehlend</b>		2 (3,6%)	1 (4,8%)	2 (10,5%)	5
<b>Gesamt</b>		56 (100,0%)	21 (100,0%)	19 (100,0%)	96

91 Patient\*innen hatten präoperatives Bildmaterial vom Tumor, mit deren Hilfe das Wachstumsmuster der Meningeome ausgewertet werden konnte. 46 Meningeome (47,9%) zeigten dabei ein strikt mittiges Wachstum. Bei 22 Meningeomen (22,9%) lag eine Wuchstendenz in die rechte Hirnhemisphäre vor, 23 Tumore (23,9%) breiteten sich in die linke Hemisphäre aus.

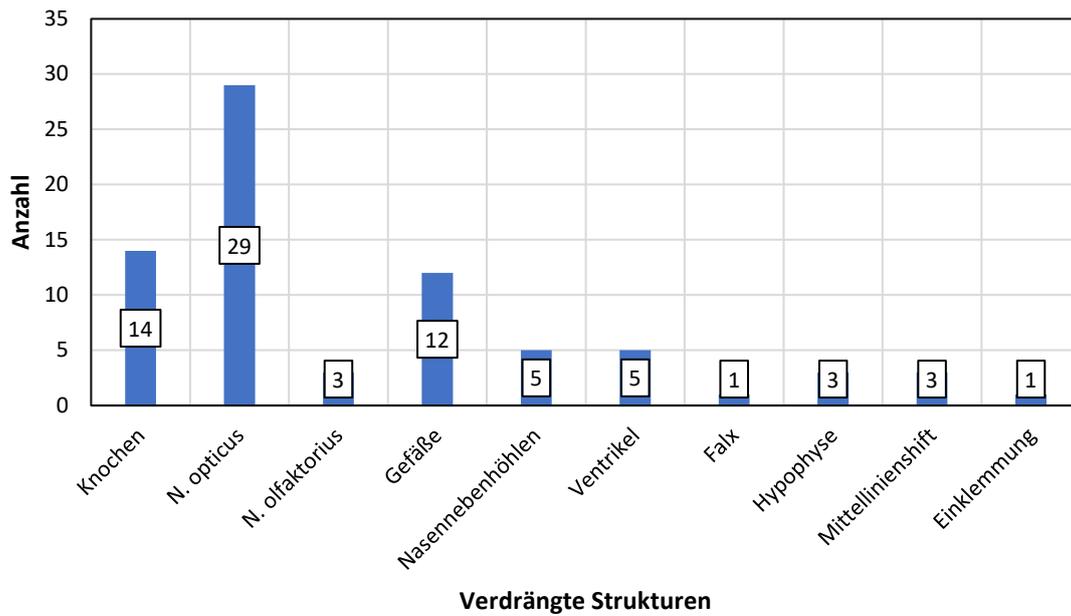


Abbildung 8: Durch Meningeome verdrängte Strukturen

Insgesamt führten 44 (45,8%) Meningeome zu Verdrängungen, wobei einige gleichzeitig mehrere Verdrängungsmuster aufzeigen konnten. Besonders präsent war die Verdrängung des Sehnervs mit 29 Fällen (30,2%). Auch Knochenerosionen traten in 14 Fällen (14,6%) sowie Gefäßverdrängungen in 12 Fällen (12,5%) auf.

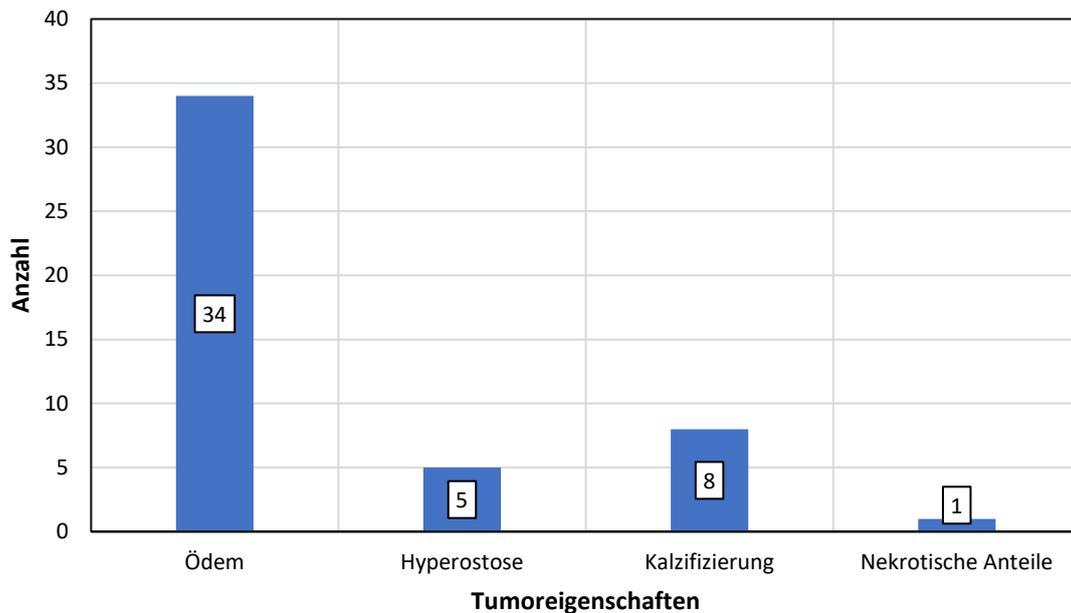


Abbildung 9: Eigenschaften der Meningeome

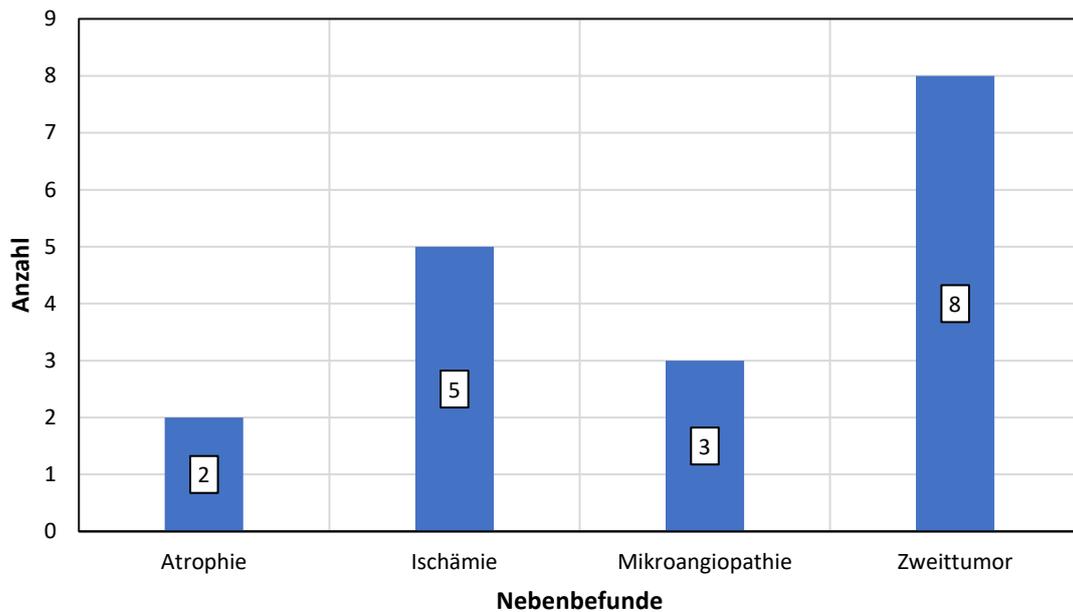


Abbildung 10: Nebenbefunde in Bildgebung

34 (35,4%) der Meningeome wiesen ein perifokales Ödem auf. 8 (8,3%) Meningeome zeigten eine Kalzifizierung und 5 (5,2%) eine Hyperostose. Neben dem Tumorbefund waren bei 5 Patient\*innen (5,2%) ischämische Areale (durch abgelaufene Infarkte) sichtbar. 8 Patient\*innen (8,3%) hatten mindestens einen zweiten Tumor.

### 3.1.3. Symptomatik

Tabelle 12: Symptome präoperativ innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl</b>				
<b>(% innerhalb Typ)</b>				
Gesichtsfeld/Visus-Einschränkung	27 (48,2%)	15 (71,4%)	15 (78,9%)	57
Hyposmie/Anosmie	29 (51,8%)	2 (9,5%)	0	31
FHS	26 (46,4%)	5 (23,8%)	0	31
Depression	2 (3,5%)	1 (4,8%)	0	3
Wesensänderung	12 (21,4%)	1 (4,8%)	0	13

Psychomotorische Verlangsamung	10 (17,8%)	0	0	10
Antriebslosigkeit	5 (8,9%)	0	0	5
Sonstiges	3 (5,3%)	3 (14,3%)	0	6
<b>Kopfschmerz</b>	<b>19 (33,9%)</b>	4 (19,0%)	<b>6 (31,6%)</b>	29
<b>Schwindel</b>	<b>14 (25,0%)</b>	<b>5 (23,8%)</b>	3 (15,8%)	22
<b>Epilepsie</b>	10 (17,9%)	4 (19,0%)	0	14
<b>Hypophyseninsuffizienz (Polydipsie/Polyurie)</b>	4 (7,1%)	2 (9,5%)	<b>4 (21,1%)</b>	10
<b>Parese</b>	6 (10,7%)	1 (4,8%)	2 (10,5%)	9
<b>Hypästhesie</b>	5 (8,9%)	1 (4,8%)	3 (15,8%)	9
<b>Vigilanzminderung</b>	6 (10,7%)	3 (14,3%)	0	9
<b>Gangunsicherheit</b>	5 (8,9%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	8
<b>Hörminderung</b>	4 (7,1%)	3 (14,3%)	0	7
<b>Müdigkeit</b>	4 (7,1%)	0	3 (15,8%)	7
<b>Übelkeit</b>	5 (8,9%)	0	1 (5,3%)	6
<b>Inkontinenz</b>	5 (8,9%)	0	0	5
<b>Desorientierung</b>	5 (8,9%)	0	0	5
<b>Geschmacksstörung</b>	3 (5,4%)	0	0	3

Die präoperativen Symptome fielen vielfältig aus, wobei Patient\*innen zeitgleich mehrere Symptome aufweisen konnten. Bei Patient\*innen mit einem OFM zeigten sich häufig Hyposmien (51,8%), Visuseinschränkungen (48,2%), ein FHS (46,4%), Kopfschmerzen

(33,9%) und Schwindel (25,0%). PSMs führten mehrheitlich durch Visuseinschränkungen zu Beschwerden (71,4%), aber auch durch das FHS sowie Schwindel (je 23,8%). Patient\*innen mit einem TSM zeigten hauptsächlich Visuseinschränkungen (78,9%), Kopfschmerzen (31,6%) und Hypophyseninsuffizienzen (21,1%). Insgesamt zeigten OFMs präoperativ eine größere Bandbreite an Defiziten als PSMs und TSMs.

Tabelle 13: Symptome post-operativ innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl</b>				
<b>(% innerhalb Typ)</b>				
<b>Gesichtsfeld/Visus-Einschränkung</b>	13 (23,2%)	5 (23,8%)	10 (52,6%)	28
<b>Kopfschmerz</b>	13 (23,2%)	6 (28,6%)	4 (21,1%)	23
<b>Hyposmie/Anosmie</b>	19 (33,9%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	22
<b>FHS</b>	13 (23,2%)	0	1 (5,3%)	14
Depression	1 (1,8%)	0	0	1
Wesensänderung	1 (1,8%)	0	0	1
Psychomotorische Verlangsamung	4 (7,1%)	0	0	4
Antriebslosigkeit	1 (1,8%)	0	0	1
Sonstiges	6 (10,7%)	0	1 (5,3%)	7
<b>Parese</b>	7 (12,5%)	2 (9,5%)	3 (15,8%)	12
<b>Vigilanzminderung</b>	10 (17,9%)	2 (9,5%)	0	12
<b>Schwindel</b>	6 (10,7%)	3 (14,3%)	1 (5,3%)	10
<b>Hypästhesie</b>	6 (10,7%)	3 (14,3%)	1 (5,3%)	10

Wortfindungsstörungen	8 (14,3%)	0	1 (5,3%)	9
Epilepsie	6 (10,7%)	1 (4,8%)	0	7
Gangunsicherheit	4 (7,1%)	2 (9,5%)	0	6
Geschmacksstörung	3 (5,4%)	2 (9,5%)	0	5
Olfakt. Halluzination	2 (3,6%)	1 (4,8%)	1 (5,3%)	4
Hypophyseninsuffizienz (Polydipsie/Polyurie)	2 (3,6%)	0	1 (5,3%)	3
Hörminderung	1 (1,8%)	1 (4,8%)	1 (5,3%)	3
Hypalgesie	2 (3,6%)	1 (4,8%)	0	3
Übelkeit	3 (5,4%)	0	0	3
Demenz	3 (5,4%)	0	0	3
Inkontinenz	2 (3,6%)	0	0	2
Rhinorrhoe	1 (1,8%)	0	0	1
Neglect	1 (1,8%)	0	0	1

Das klinische Bild nach dem operativen Eingriff fiel vielfältig aus. Es wurden sowohl Symptome, welche kurz nach der Operation auftraten, als auch Beschwerden, welche sich im Laufe der Nachuntersuchungen ausbildeten, vermerkt. Von den 28 Patient\*innen mit Visuseinschränkungen gaben 9 Patient\*innen (32,1%) eine merkliche Verbesserung an. Von jenen Personen, welche weiterhin eine Hyposmie aufwiesen, gaben 2 Patient\*innen (9,1%) eine Besserung des Geruchssinns an.

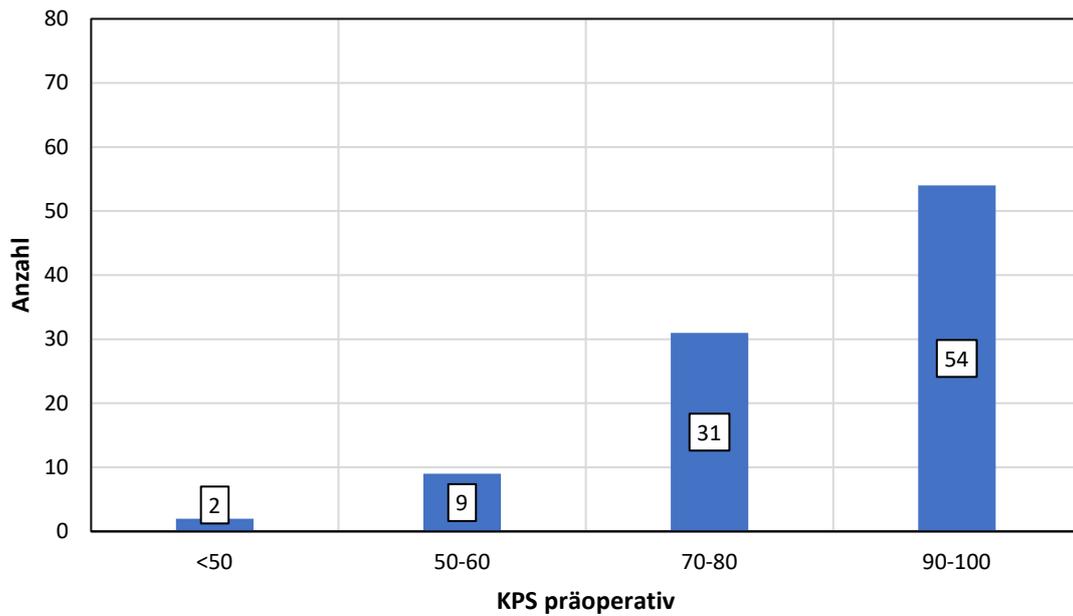


Abbildung 11: Karnofsky Performance Status präoperativ

Die Mehrheit der Patient\*innen wies präoperativ einen Karnofsky-Index von 100 (22,9%), 90 (33,3%) oder 80 (22,9%) auf. Der minimale dokumentierte KPS betrug 30 (1,0%).

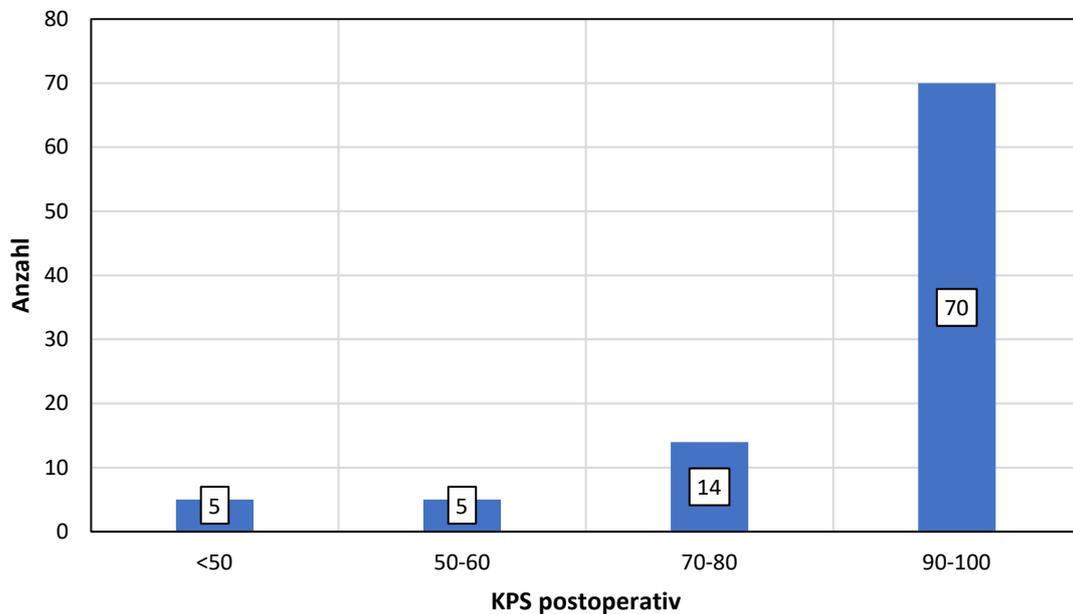


Abbildung 12: Karnofsky Performance Status post-operativ

Vom Patientenkollektiv war der post-operative KPS von 2 Patient\*innen nicht vorhanden. 2 der Patient\*innen (2,1%, KPS=0) verstarben einige Tage nach dem operativen Eingriff. Der Großteil der restlichen Personen wies einen KPS von 100 (40,6%) oder 90 (32,3%) auf.

### 3.1.4. Therapie

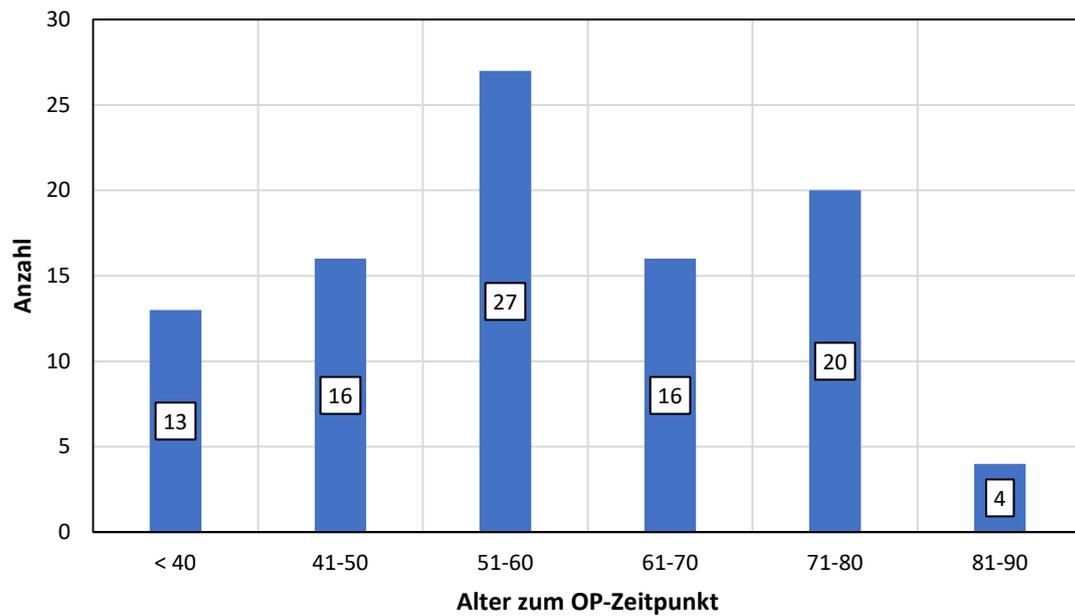


Abbildung 13: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation

Der Median für das Alter des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt des operativen Eingriffs lag bei 59 Jahren (SD=14,44). Das jüngste Alter betrug 20 Jahre, das höchste Alter 90 Jahre.

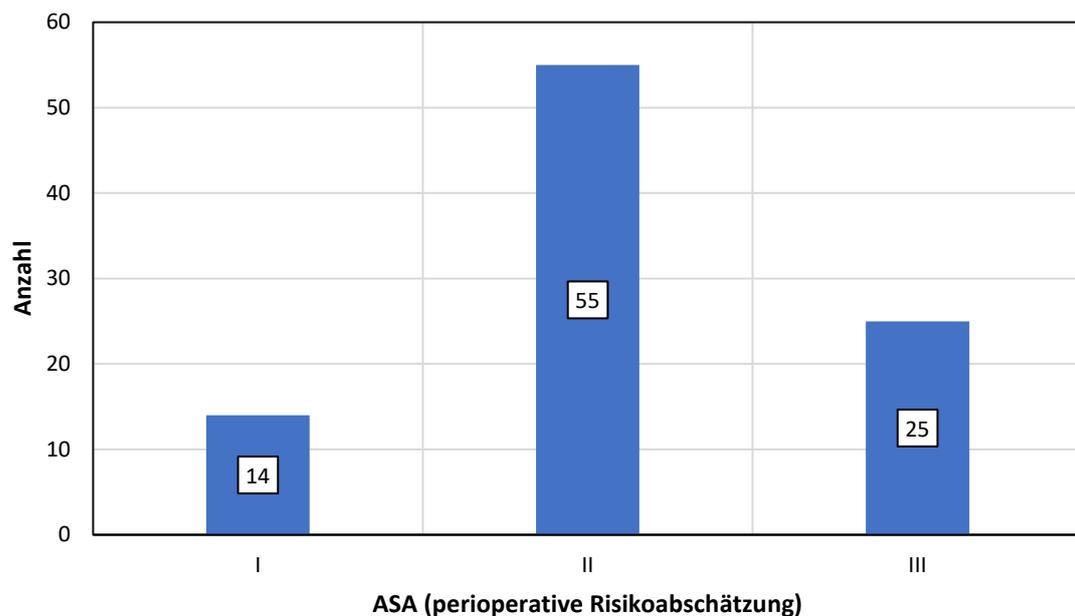


Abbildung 14: ASA-Klassifizierung

In der präoperativen ASA-Klassifizierung wurden 14 Patient\*innen (14,6%) der ASA-Klasse I zugeordnet. 55 Patient\*innen (57,3%) hatten eine ASA-Klassifizierung II, 25 Patient\*innen (26,0%) wiesen eine ASA-Klasse III auf.

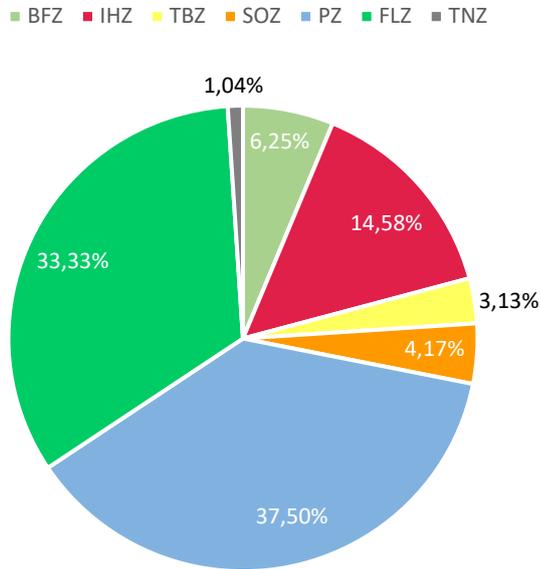


Abbildung 15: Anteile der Zugangswege

Tabelle 14: Anteile der Zugangswege innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl</b>				
<b>(% innerhalb Typ)</b>				
<b>Zugangsweg</b>				
Bifrontal	5 (8,9%)	1 (4,8%)	0	6
Interhemisphärisch	14 (25,0%)	0	0	14
Transbasal	3 (5,4%)	0	0	3
Supraorbital	1 (1,8%)	1 (4,8%)	2 (10,5%)	4
Pterional	11 (19,6%)	13 (61,9%)	12 (63,2%)	36
Frontolateral	22	6	4	32

	(39,3%)	(28,6%)	(21,1%)	
Transnasal	0	0	1	1
			(5,3%)	
<b>Gesamt</b>	56	21	19	96
	(100,0%)	(100,0%)	(100,0%)	

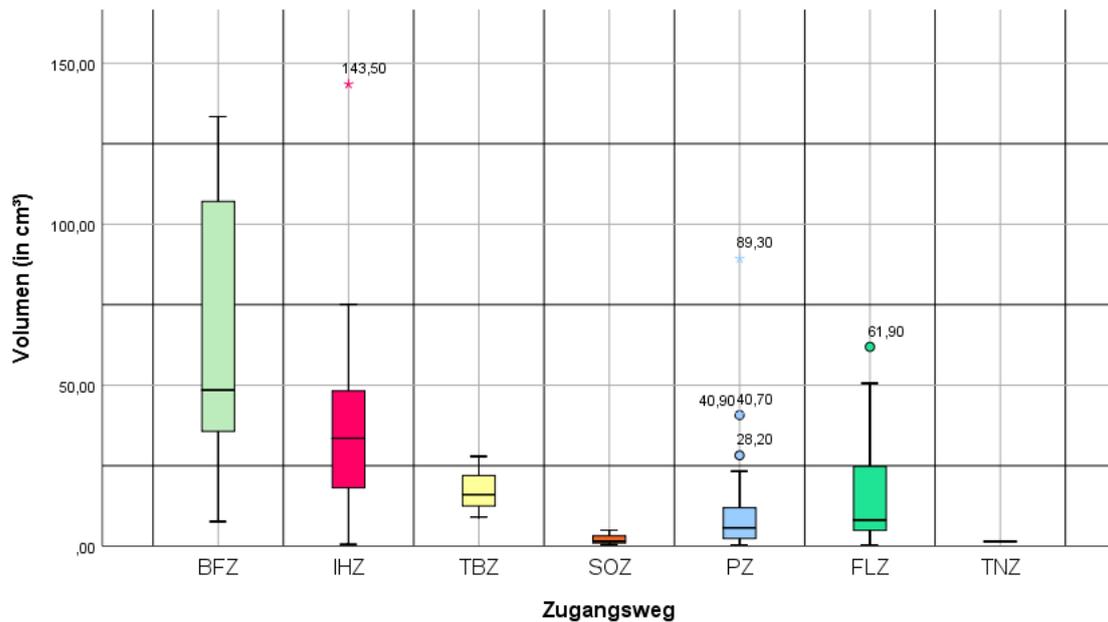


Abbildung 16: Boxplot mit Volumenverteilung in Abhängigkeit vom Zugangsweg

Am häufigsten wurden unilaterale Zugänge, vor allem pterionale (37,5%) und frontolaterale (33,3%), verwendet. Interhemisphärische (14,6%) und transbasale (3,1%) Zugänge wurden nur bei OFMs eingesetzt. Der einzige transnasale Eingriff (1,0%) fand an einem TSM mit einem Volumen von 1,46 cm<sup>3</sup> statt. Der BFZ kam bei größeren Volumina zur Auswahl, hier lag der Median bei 48,50 cm<sup>3</sup> (SD=52,12), das minimale Volumen bei 7,64 cm<sup>3</sup> und das maximale Volumen bei 133,40 cm<sup>3</sup>. Der Median des IHZ befand sich bei 33,50 cm<sup>3</sup> (SD=38,73), das Minimum bei 0,59 cm<sup>3</sup> und das Maximum bei 143,50 cm<sup>3</sup>. Der TBZ wies einen Median von 16,00 cm<sup>3</sup> (SD=9,55) auf, hier lag das Minimum bei 9,01 cm<sup>3</sup> und das Maximum bei 27,90 cm<sup>3</sup>. Beim SOZ lag der Median bei 1,48 cm<sup>3</sup> (SD=2,33), der minimale Umfang bei 0,51 cm<sup>3</sup> und der maximale Umfang bei 4,95 cm<sup>3</sup>. Der PZ hatte ein Median von 5,69 cm<sup>3</sup> (SD=17,88) und ein Minimum von 0,42 cm<sup>3</sup> sowie ein Maximum von 89,30 cm<sup>3</sup>. Der Median des FLZ lag bei 8,13 cm<sup>3</sup> (SD=17,81) bei einem minimalen Volumen von 0,39 cm<sup>3</sup> und einem maximalen Volumen von 1,90 cm<sup>3</sup>.

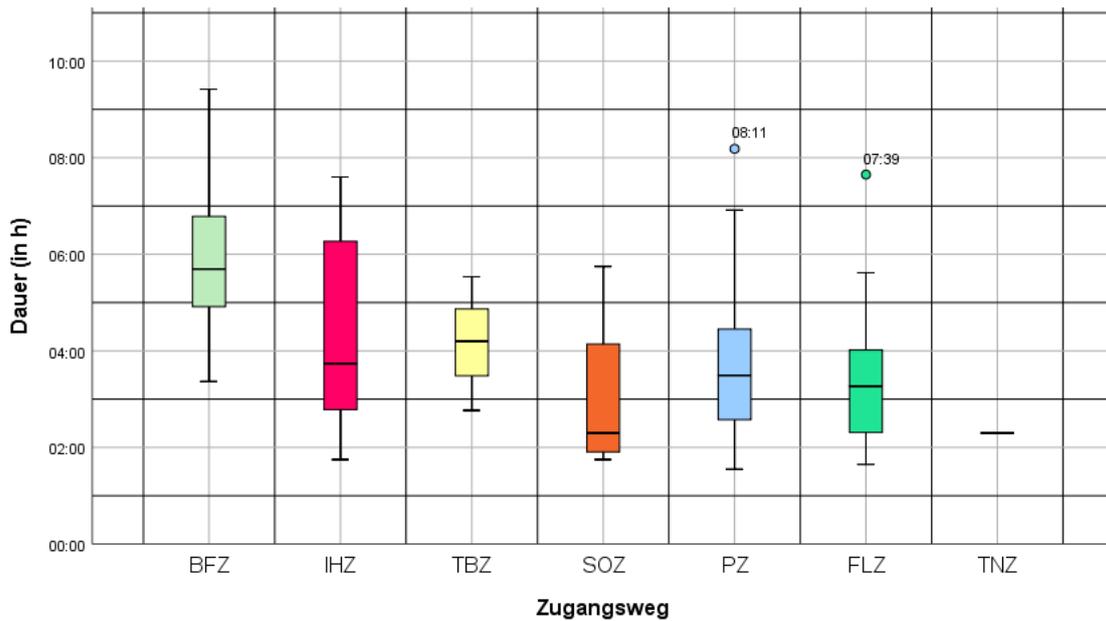


Abbildung 17: Boxplot mit Operationsdauer in Abhängigkeit vom Zugangsweg

Die mediane Operationsdauer beim BFZ lag bei 5:41 h (SD=2:02) mit einer minimalen Dauer von 3:22 h und einer maximalen Dauer von 9:25 h. Bei IHZ betrug der Median 3:44 h (SD=1:54), bei TBZ 4:12 h (SD=1:23). SOZs hatten einen Median von 2:18 h (SD=1:50), PZ einen Median von 3:29 (SD=1:32). FLZs wiesen eine mediane Dauer von 3:16 h (SD=1:22) auf, die Dauer des TNZ betrug 2:18 h.

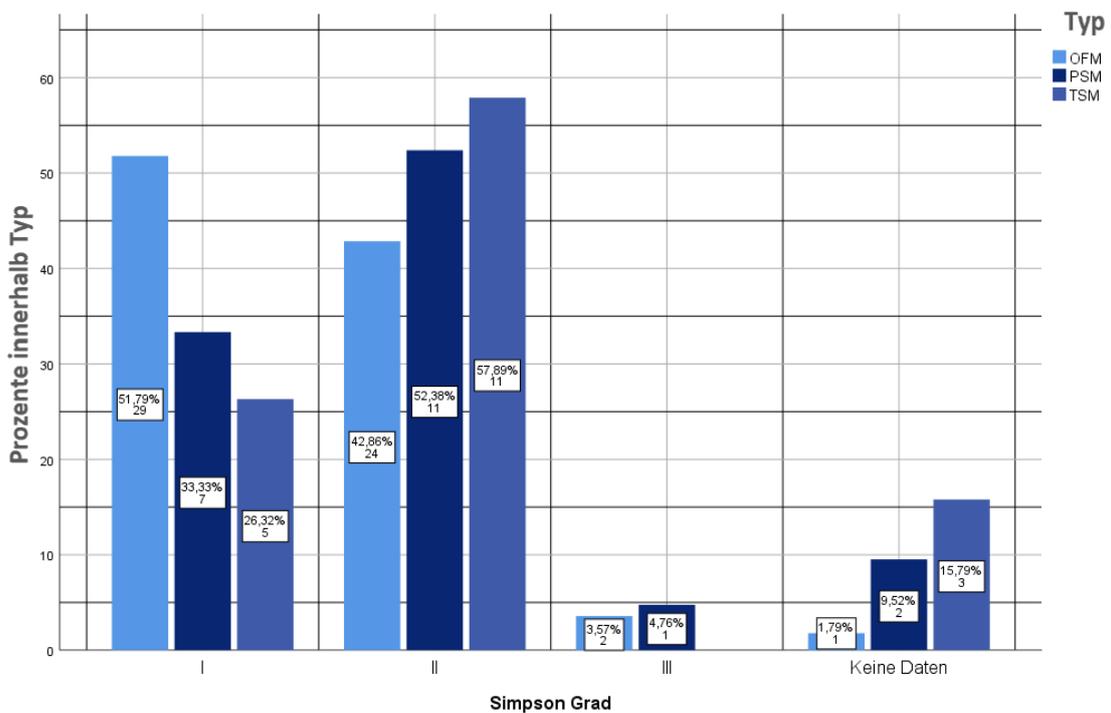


Abbildung 18: Resektionsergebnis nach Simpson innerhalb Typen

Von 90 Patient\*innen war der Resektionsgrad ermittelbar. 41 Personen (42,7%) wiesen einen Simpson Grad I auf. Bei 46 Personen (47,9%) war ein Simpson Grad II zu erreichen, bei 3 (3,1%) eine Grad III Resektion. Bei 3 OFM-Patient\*innen wurde postoperativ eine Strahlentherapie durchgeführt.

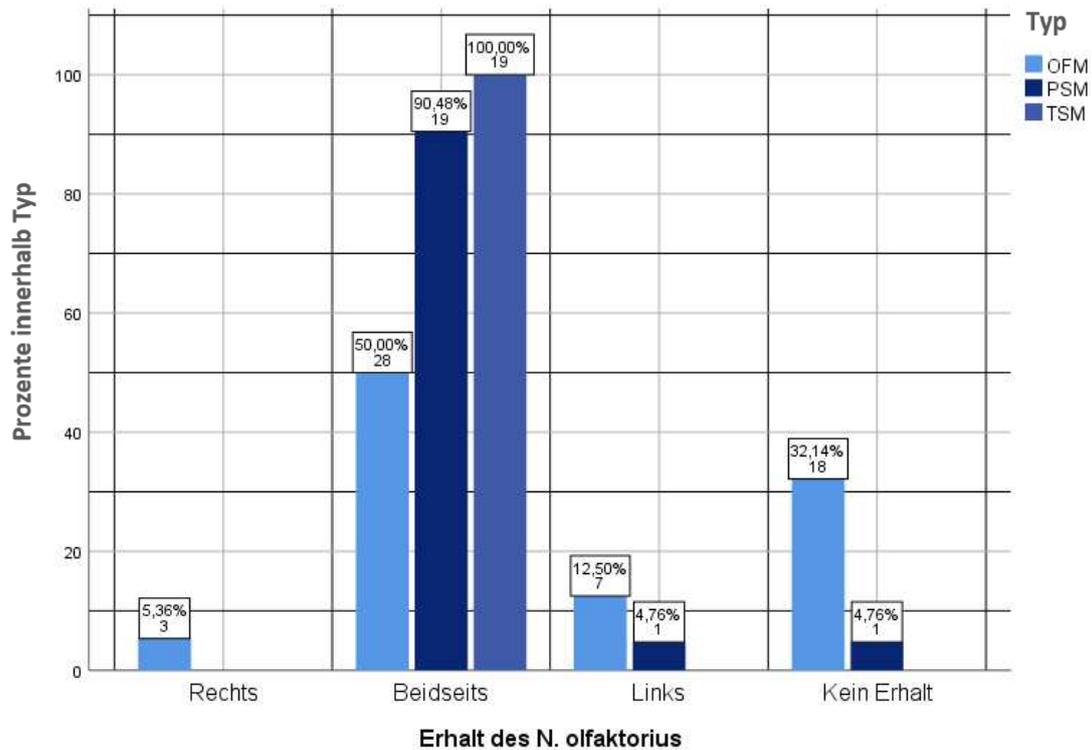


Abbildung 19: Anteil des operativen Erhalts des Riechnervs innerhalb der Typen

Beim Großteil der Operierten (68,8%) konnte der Riechnerv in Gänze erhalten werden. Bei 18 Patient\*innen mit OFM (32,1%) und einem Patienten mit PSM (4,8%) war kein Erhalt möglich, da die Meningeome den Riechnerv aufgebraucht hatten. In 11 Fällen (11,5%) wurde der Nerv einseitig erhalten. Der Sehnerv konnte bei 2 Patient\*innen mit OFM (3,7%) nicht erhalten werden.

Tabelle 15: Komplikationen des operativen Eingriffs innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
Anzahl				
(% innerhalb Typ)				
Blutung	26 (46,5%)	3 (14,3%)	5 (26,3%)	34
Ödem	17 (30,4%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	20

Ischämie	10 (17,9%)	2 (9,5%)	0	12
Luft einschluss	7 (12,5%)	3 (14,3%)	1 (5,3%)	11
Defektareal	5 (8,9%)	1 (4,8%)	1 (5,3%)	7
Liquorleck	5 (8,9%)	0	1 (5,3%)	6
Ventrikel einengung	6 (10,7%)	0	0	6
Hygroma	3 (5,4%)	1 (4,8%)	1 (5,3%)	5
Mittellinienshift	4 (7,1%)	0	0	4
Hydrozephalus	2 (3,6%)	2 (9,5%)	0	4
Läsion	2 (3,6%)	1 (4,8%)	0	3
Wundheilungsstörung	3 (5,4%)	0	0	3
Herniation	2 (3,6%)	0	0	2
Epileptischer Anfall	1 (1,8%)	0	0	1

Zu den häufigsten Komplikationen im Laufe bzw. in Folge des operativen Eingriffs gehörten Blutungen, die vor allem bei OFMs (46,5%) und TSMs (26,3%) auftraten. Auch die Ausbildung von Ödemen kam gehäuft bei OFMs (30,4%) vor.

Tabelle 16: Intraoperative Versorgungen des Operationsgebietes innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl</b>				
<b>(% innerhalb Typ)</b>				
<b>Frontobasisdeckung</b>	7 (12,5%)	0	0	7
<b>Exzision</b>				
ACE	1 (1,8%)	4 (19,0%)	<b>8 (42,1%)</b>	13
Falx	5	0	0	5

	(8,9%)			
Gyrus	1	0	0	1
	(1,8%)			
Knochen	2	2	1	5
	(3,6%)	(9,5%)	(5,3%)	
Drainage	7	0	3	10
	(12,5%)		(15,8%)	

Die intraoperative Versorgung von eventuellen Schädelbasisdefekten erfolgte durch eine Frontobasisdeckung, welche bei OFMs in 7 Fällen (12,5%) notwendig war. Die Exzisionen anderer Strukturen zur besseren Erreichbarkeit des Tumors wurde ebenfalls betrachtet, hier war vor allem bei TSMs häufig (42,1%) eine anteriore Klinoidektomie zur Versorgung des Meningeoms nötig. Die Anlage einer Drainage fand in 10 Fällen (10,4%) statt.

### 3.1.5. Nachsorge

Tabelle 17: Anteile der Barthel-Index-Werte innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl</b>				
<b>(% innerhalb Typ)</b>				
<b>Barthel-Index</b>				
0-10	5 (8,9%)	2 (9,5%)	0	7
15-20	1 (1,8%)	0	0	1
25-30	4 (7,1%)	1 (4,8%)	0	5
35-40	1 (1,8%)	0	0	1
45-50	2 (3,6%)	1 (4,8%)	0	3
55-60	4 (7,1%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	7
65-70	5 (8,9%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	8
75-80	9 (16,1%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	12
85-90	3 (5,4%)	1 (4,8%)	0	4

	95-100	16 (28,6%)	3 (14,3%)	4 (21,1%)	23
Fehlend		6 (10,7%)	7 (33,3%)	12 (63,2%)	25
Gesamt		56 (100,0%)	21 (100,0%)	19 (100,0%)	96

23 Patient\*innen (23,9%) zeigten bezüglich der mittels Barthel gemessenen ADL einen Wert zwischen 95 und 100. 12 Patient\*innen (12,5%) wurde ein Barthel-Index zwischen 75 und 80 gegeben. TSMs zeigten einen minimalen Barthel-Index von 60.

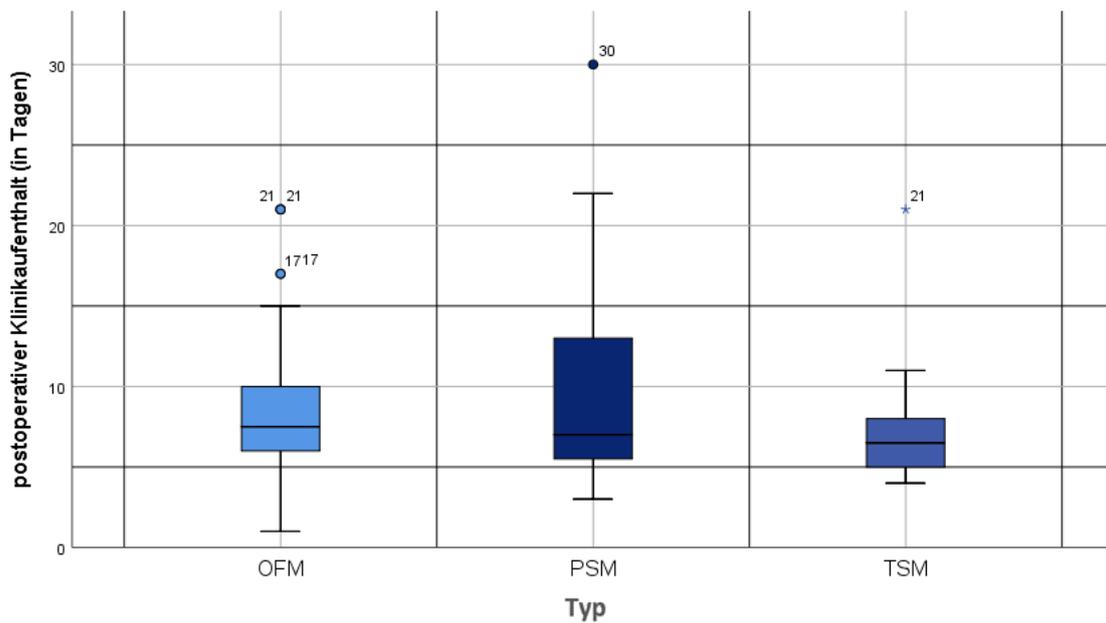


Abbildung 20: post-operativer stationärer Aufenthalt innerhalb der Typen

Patient\*innen mit einem OFM hatten eine mediane post-operative stationäre Aufenthaltsdauer von 7 Tagen (SD=4,52), das Minimum betrug 1 Tag, das Maximum 21 Tage. Der Klinikaufenthalt nach Resektionen eines PSMs betrug im Median 7 Tage (SD=7,23), der minimale Aufenthalt umfasste 3 Tage, der maximale Aufenthalt dauerte 30 Tage an. Bei TSMs lag der Median des stationären Aufenthalts bei 6 Tagen (SD=4,00) mit einer minimalen Dauer von 4 Tagen und einer maximalen Dauer von 21 Tagen.

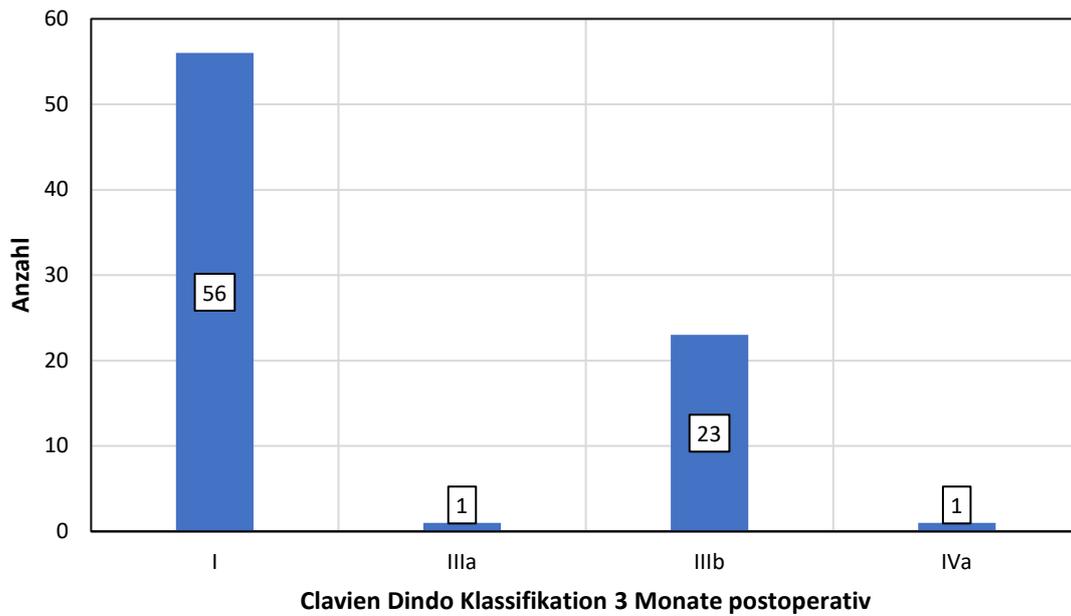


Abbildung 21: Clavien Dindo Klassifikation für post-operative Komplikationen 3 Monate post-operativ

Bei insgesamt 81 Patient\*inne war der post-operative Verlauf und damit auch der Clavien Dindo Scale 3 Monate nach Operation bestimmbar. Hier zeigten 56 Patient\*innen des Studienkollektivs (58,3%) eine Klassifikation in den Grad I. Bei 23 Personen (23,9%) war eine Intervention mit Vollnarkose notwendig, diese erhielten einen CDK Grad IIIb.

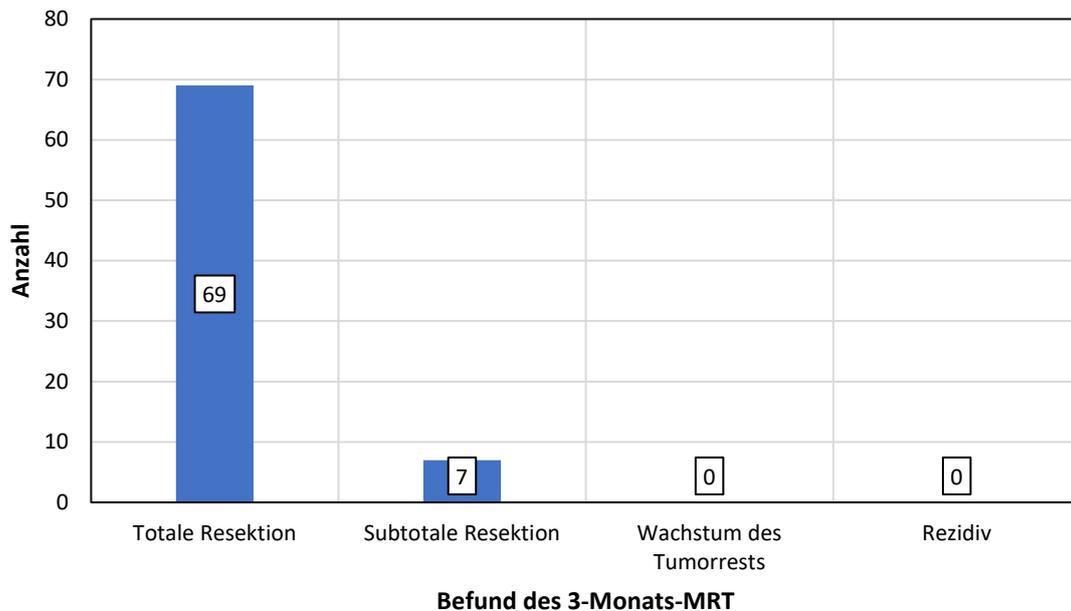


Abbildung 22: Resektionsgrade im 3-Monats-MRT

Tabelle 18: Befunde des 3-Monats-MRT innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl (% innerhalb Typ)</b>				
<b>3-Monats-MRT- Befund</b>				
Kein pathologischer Befund	<b>34</b> (60,7%)	<b>11</b> (52,4%)	<b>16</b> (84,2%)	61
Hämatom	3 (5,4%)	1 (4,8%)	0	4
Tumorrest	3 (5,4%)	0	0	3
Gewebsnarbe	1 (1,8%)	1 (4,8%)	1 (5,3%)	3
Flüssigkeit/ Hygroma	2 (3,6%)	0	1 (5,3%)	3
Ischämie	2 (3,6%)	0	0	2
Luft einschluss	1 (1,8%)	1 (4,8%)	0	2
Osteomyelitis	1 (1,8%)	0	0	1
<b>Fehlend</b>	<b>12</b> (21,4%)	<b>8</b> (38,1%)	<b>1</b> (5,3%)	21
<b>Gesamt</b>	<b>56</b> (100,0%)	<b>21</b> (100,0%)	<b>19</b> (100,0%)	96

76 Patient\*innen waren zur Nachuntersuchung mittels MRT 3 Monate nach der Operation vorstellig. Bei 69 Personen (71,8%) konnte eine totale Tumorsektion bestätigt werden. 7 Patient\*innen (7,3%) zeigten eine subtotale Resektion. Es wurden keine Rezidive und kein post-operatives Tumorwachstum festgestellt. Zusätzlich wurden bei 75 Patient\*innen eventuell aufgetretene Nebenbefunde vermerkt. Der Großteil der Patient\*innen (63,5%) zeigte dabei keine pathologischen Befunde.

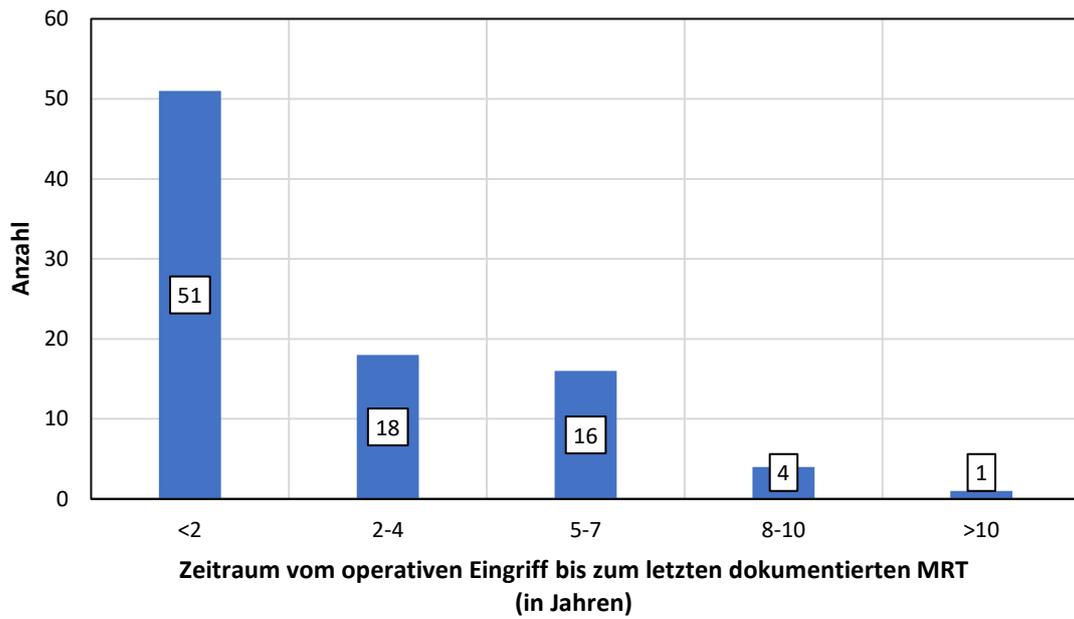


Abbildung 23: Zeitraum von der Operation bis zum letzten MRT

Bei 90 Patient\*innen wurde das letzte durchgeführte Kontroll-MRT mit Datum dokumentiert. Hier fand die letzte Bildgebung mittels MRT bei 39 Patient\*innen (40,6%) noch innerhalb der ersten 12 Monate nach dem operativen Eingriff statt. Der längste dokumentierte Zeitraum bis zum letzten MRT lag bei 11 Jahren.

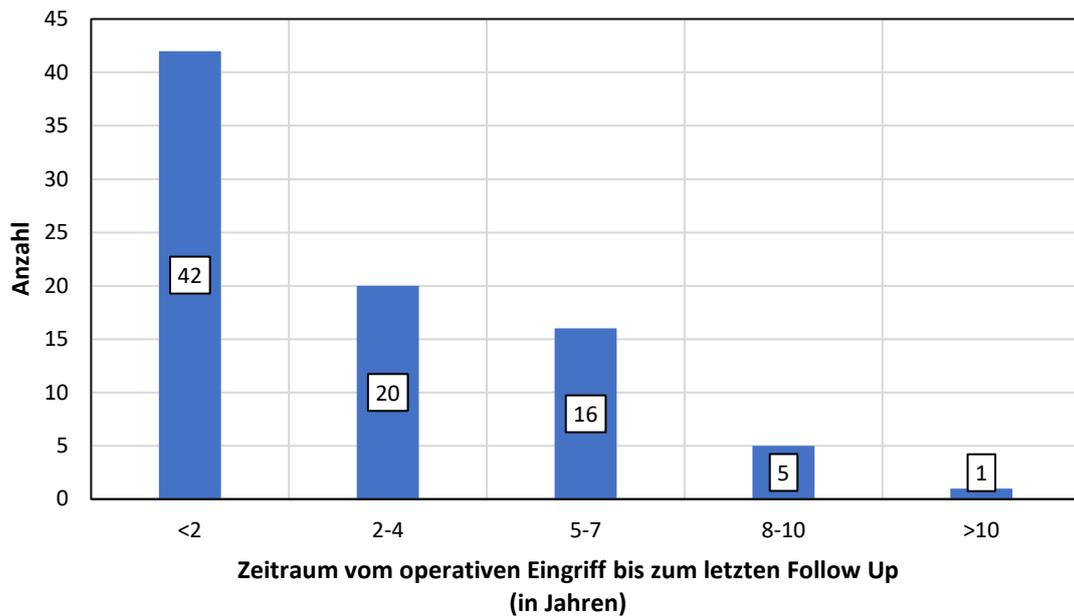


Abbildung 24: Zeitraum von der Operation bis zum letzten Follow-Up

Tabelle 19: Symptome des letzten Follow-Ups innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
<b>Anzahl (% innerhalb Typ)</b>				
<b>Last-Follow-Up Symptome</b>				
Beschwerde- freiheit	19 (33,9%)	5 (23,8%)	9 (47,4%)	33
Kognitiv	14 (25,0%)	3 (14,3%)	2 (10,5%)	19
Visus	7 (12,5%)	2 (9,5%)	4 (21,1%)	13
Anosmie	8 (14,3%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	11
Schmerzen	3 (5,4%)	2 (9,5%)	1 (5,3%)	6
Motorisch	5 (8,9%)	0	1 (5,3%)	6
Psychisch	2 (3,6%)	0	1 (5,3%)	3
Geschmacks- störung	1 (1,8%)	1 (4,8%)	0	2
Inkontinenz	1 (1,8%)	0	1 (5,3%)	2
Endokrinologisch	1 (1,8%)	0	0	1
<b>Fehlend</b>	4 (7,1%)	7 (33,3%)	1 (5,3%)	12
<b>Gesamt</b>	56 (100,0%)	21 (100,0%)	19 (100,0%)	96

Der Zeitpunkt des letzten Follow-Ups war bei insgesamt 84 Personen bestimmbar. Dabei fand das Follow-Up bei 28 Patient\*innen (29,2%) innerhalb der ersten 12 Monate nach der Meningeomresektion statt, bei 42 Patient\*innen (43,7%) innerhalb der ersten 24 Monate. Auch hier lag der längste erfasste Follow-Up-Zeitraum bei 11 Jahren. Von diesen Patient\*innen waren 33 (39,3%) beschwerdefrei, 19 Personen (22,6%) beklagten kognitive Einbuße, 13 Personen (15,5%) gaben weiter bestehende Visus-Einschränkungen an.

Insgesamt wurde in 5 Fällen ein post-operatives Versterben dokumentiert. 3 der Patient\*innen (42,9%) wiesen ein PSM auf. Je ein Patient hatte ein OFM bzw. ein TSM. 3 Patient\*innen verstarben innerhalb der ersten 12 Monate nach Tumorresektion, 1 Patient 4 Jahre nach Operation und 1 Patient 8 Jahre nach Operation. 2 Patient\*innen starben an Herz-Kreislauf-Versagen, 1 Patient an erhöhtem Hirndruck. Bei den restlichen 2 Patient\*innen war keine eindeutige Todesursache feststellbar.

### **3.2. Tumoreigenschaften, Symptome, Zugänge und operative Komplikationen der Meningeomtypen**

Es wurde mittels Chi<sup>2</sup>-Test bzw. exakter Test nach Fisher getestet, inwiefern ein signifikanter Unterschied innerhalb der Typen im Hinblick auf Verdrängungsmuster, Tumoreigenschaften und Nebenbefunden (siehe Tabelle 20) feststellbar war. Bei OFMs traten Knocheninfiltrationen ( $p=0,011$ ) und Ödeme ( $p<0,001$ ) signifikant häufiger, bei TSMs Ödeme ( $p<0,001$ ) signifikant seltener auf.

Als nächstes wurden die Typen auf Unterschiede zu den prä-/ bzw. post-operativen Symptomen (siehe Tabelle 21) getestet. Bei den präoperativen Symptomen zeigte sowohl die Hyp-/ bzw. Anosmie mit  $p<0,001$  als auch die Visus- bzw. Gesichtsfeldeinschränkung mit  $p=0,028$  eine signifikante Differenz bezüglich der Meningeomtypen. Anosmien traten bei OFMs signifikant häufiger und bei TSMs signifikant seltener auf. Auch das FHS mit den Ausprägungen der Wesensänderung sowie der psychomotorischen Verlangsamung kam bei OFMs in signifikanter Form ( $p=0,022$  sowie  $p=0,019$ ) vor. Während Visuseinschränkungen im Chi<sup>2</sup>-Test einen signifikanten Unterschied von  $p=0,028$  zeigten, konnte in der Bonferroni-Korrektur keine Auskunft darüber erfolgen, bei welchen Gruppen die Visuseinschränkung signifikant war.

Bei den post-operativen Symptomen zeigte die Hyp-/ bzw. Anosmie einen signifikanten Unterschied hin zu den OFMs mit  $p=0,009$ .

Im Hinblick auf die gewählte Therapie wurden die Typen bezüglich der durchgeführten Zugänge (siehe Tabelle 22) auf Signifikanz überprüft. Dabei wurde der IHZ ( $p=0,001$ ) bei OFMs signifikant häufiger eingesetzt und der PZ ( $p<0,001$ ) signifikant seltener.

Die Betrachtung der lateralen und medianen Zugänge innerhalb der Typen zeigte eine signifikante Häufung ( $p<0,001$ ) der MZs bei OFMs und eine signifikante Häufung ( $p=0,005$ ) der LZs bei TSMs. Bei den PSMs konnte ebenso eine signifikante Mittelwertsdifferenz ( $p=0,020$ ) ermittelt werden, die Post-Hoc-Testung konnte diesen Unterschied jedoch nicht spezifizieren.

Anschließend wurde eine Testung zu aufgetretenen Komplikationen hinsichtlich der Typen (siehe Tabelle 22) durchgeführt. Hier zeigte sich die Blutungskomplikationen mit  $p=0,022$  als signifikant häufiger bei OFMs auftretend. Sowohl die Ödem-Ausbildung mit  $p=0,047$  als auch die Ventrikelengung mit  $p=0,044$  zeigten keine Ausrichtung der Signifikanz in der Bonferroni-Korrektur.

Als nächstes fand eine Betrachtung der intraoperativen Versorgung hinsichtlich der Typen und der Zugänge statt. Die ACE war in der Gruppe der TSMs mit  $p<0,001$  signifikant.

Die Untersuchung der Symptome beim letzten Follow-Up und der Befunde des 3-Monats-MRTs ergab bezüglich der Typen (siehe Tabelle 23) keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 20: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Verdrängungsmustern, Tumoreigenschaften und Nebenbefunden innerhalb der Typen

	p-Wert	Cramers- Phi		p-Wert	Cramers- Phi
Verdrängungsmuster			Tumoreigenschaften		
Knochen	0,011	0,293	Ödem	0,000	0,436
N. optikus	0,055		Hyperostose	1,000	
N. olfaktorius	1,000		Kalzifizierung	0,158	
Gefäße	0,092		Nekrotische Anteile	1,000	
Nasennebenhöhlen	0,215				
Ventrikel	0,819		Nebenbefunde		
Falx	1,000		Atrophie	0,662	
Hypophyse	1,000		Ischämie	0,215	
Mittellinienshift	0,569		Mikroangiopathie	0,218	
Einklemmung			Zweittumor	0,317	

Tabelle 21: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu prä- und post-operativen Symptomen innerhalb der Typen

	p-Wert	Cramers- Phi		p-Wert	Cramers- Phi
Prä-operative Symptome			Post-operative Symptome		
Gesichtsfeld/Visus-Einschränkung	0,028	0,273	Gesichtsfeld/Visus-Einschränkung	0,103	

Hyposmie/Anosmie	0,000	0,498	Hyposmie/Anosmie	0,009	0,312
FHS			FHS		0,691
Depression	1,000		Kopfschmerz		0,847
Wesensänderung	0,022	0,276	Parese		0,834
Psychomotorische Verlangsamung	0,019	0,288	Vigilanzminderung		0,126
Antriebslosigkeit	0,215		Schwindel		0,664
Kopfschmerz	0,484		Hypästhesie		0,664
Schwindel	0,751		Wortfindungsstörungen		0,123
Epilepsie	0,112		Epilepsie		0,429
Hypophyseninsuffizienz	0,245		Gangunsicherheit		0,529
Parese	0,794		Geschmacksstörung		0,478
Hypästhesie	0,494		Olfakt. Halluzination		1,000
Vigilanzminderung	0,339		Hypophyseninsuffizienz		0,774
Gangunsicherheit	1,000		Hörminderung		0,375
Hörminderung	0,218		Hyperalgesie		1,000
Müdigkeit	0,177		Übelkeit		0,569
Übelkeit	0,446		Demenz		0,569
Inkontinenz	0,215		Inkontinenz		1,000
Desorientierung	0,215		Rhinorrhoe		1,000
Geschmacksstörung	0,569		Neglect		1,000

Tabelle 22: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Zugangswegen, Komplikationen und intraoperativer Versorgung innerhalb der Typen

Zugangsweg	p-Wert	Cramers-Phi	Operative Komplikationen	p-Wert	Cramers-Phi
Bifrontal	0,615		Blutung	0,022	0,284
Interhemisphärisch	0,001	0,349	Ödem	0,047	0,263
Transbasal	0,569		Ischämie	0,680	
Supraorbital	0,127		Lufteinschluss	0,747	

Pterional	0,000	0,437	Defektareal	1,000
Frontolateral	0,302		Liquorleck	0,446
Transnasal	0,198		Ventrikelinengung	0,044
			Hygroma	1,000
<b>Intraoperative Versorgung</b>			<b>Mittellinienshift</b>	
Frontobasisdeckung	0,091		Hydrozephalus	0,371
Exzision			Läsion	1,000
ACE	0,000	0,470	Wundheilungsstörung	0,569
Falx	0,215		Herniation	1,000
Gyrus	1,000		Epileptischer Anfall	1,000
Knochen	0,579			
Drainage	0,099			

Tabelle 23: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu MRT-Befunden nach 3 Monaten und Last-Follow-Up-Symptomen innerhalb der Typen

	p-Wert		p-Wert
<b>3-Monats-MRT-Befund</b>		<b>Last-Follow-Up-Symptome</b>	
Hämatom	0,081	Kognitiv	0,433
Tumorrest	0,081	Visus	0,631
Gewebsnarbe	0,062	Anosmie	0,649
Flüssigkeit/Hygroma	0,101	Schmerzen	0,409
Ischämie	0,086	Motorisch	0,716
Lufteinschluss	0,051	Psychisch	1,000
Osteomyelitis	0,077	Geschmacksstörung	0,351
		Inkontinenz	0,610
		Endokrinologisch	1,000

### 3.3. Tumoreigenschaften, Symptome, Zugänge und operative Komplikationen der Zugänge

Die Analyse der Zugänge auf relevante Mittelwertsunterschiede der Verdrängungsmuster ergab eine signifikant häufigere Knochen- bzw. Ventrikelinfiltration ( $p=0,002$  bzw.  $p=0,012$ ), wenn MZs ausgewählt wurden. Die Meningeome, welche

mittels MZ reseziert wurden, wiesen außerdem signifikant häufiger ( $p=0,004$ ) perifokale Ödeme auf.

Die Ausprägung der Hyp-/ bzw. Anosmie zeigte sich auch in den prä-operativen Symptomen der gewählten Zugänge als signifikant ( $p<0,001$ ), wobei bei Durchführung des medianen Zugangs dieses Symptom häufiger vorlag.

Wurden post-operativ aufgetretene Symptome danach untersucht, ob sie eher bei lateralen oder medianen Zugängen auftraten, befand sich einzig bei der Hyp-/ bzw. Anosmie ein signifikanter Mittelwertsunterschied ( $p=0,037$ ), hier trat eine Häufung des Symptoms nach erfolgtem MZ auf.

Zusätzlich fand eine Untersuchung der Komplikationsraten im Hinblick auf die gewählten Zugänge statt. Hier war keines der Ergebnisse signifikant. Ebenso konnten keine signifikanten Unterschiede in der intraoperativen Versorgung festgestellt werden.

Beim Befund des MRTs drei Monate post-operativ (siehe Tabelle 27) zeigte sich ein signifikanter Mittelwertunterschied ( $p=0,034$ ) im Auftreten von Hämatomen, diese traten bei MZs gehäuft auf.

Tabelle 24: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Verdrängungsmustern, Tumoreigenschaften und Nebenbefunden innerhalb der Zugänge

	p-Wert	Phi		p-Wert	Phi
<b>Verdrängungsmuster</b>			<b>Tumoreigenschaften</b>		
Knochen	0,004	-0,320	Ödem	0,004	-0,296
N. optikus	0,908		Hyperostose	0,592	
N. olfaktorius	0,569		Kalzifizierung	1,000	
Gefäße	1,000		Nekrotische Anteile	0,242	
Nasennebenhöhlen	0,592				
Ventrikel	0,012	-0,307	<b>Nebenbefunde</b>		
Falx	1,000		Atrophie	0,428	
Hypophyse	0,144		Ischämie	1,000	
Mittellinienshift	0,569		Mikroangiopathie	1,000	
Einklemmung	0,242		Zweittumor	0,675	

Tabelle 25: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu prä- und post-operativen Symptomen innerhalb der medianen und lateralen Zugänge

	p-Wert	Phi		p-Wert	Phi
<b>Prä-operative Symptome</b>			<b>Post-operative Symptome</b>		
Gesichtsfeld/Visus-Einschränkung	0,083		Gesichtsfeld/Visus-Einschränkung	0,855	
Hyposmie/Anosmie	<0,001	-0,445	Hyposmie/Anosmie	0,037	-0,214
FHS			FHS	0,089	
Depression	1,000		Kopfschmerz	0,380	
Wesensänderung	0,509		Parese	0,724	
Psychomotorische Verlangsamung	0,058		Vigilanzminderung	0,476	
Antriebslosigkeit	0,090		Schwindel	0,700	
Kopfschmerz	0,121		Hypästhesie	0,442	
Schwindel	0,702		Wortfindungsstörungen	0,213	
Epilepsie	0,738		Epilepsie	0,354	
Hypophyseninsuffizienz	1,000		Gangunsicherheit	0,150	
Parese	1,000		Geschmacksstörung	1,000	
Hypästhesie	0,447		Olfakt. Halluzination	0,569	
Vigilanzminderung	1,000		Hypophyseninsuffizienz	0,144	
Gangunsicherheit	1,000		Hörminderung	1,000	
Hörminderung	0,190		Hyperalgesie	0,569	
Müdigkeit	0,675		Übelkeit	1,000	
Übelkeit	0,150		Demenz	0,144	
Inkontinenz	0,090		Inkontinenz	1,000	
Desorientierung	1,000		Rhinorrhoe	1,000	
Geschmacksstörung	1,000		Neglect	1,000	

Tabelle 26: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu Komplikationen, intraoperativer Versorgung und Typen innerhalb der medianen und lateralen Zugänge

	p-Wert		p-Wert	Phi
<b>Operative Komplikationen</b>		<b>Intraoperative Versorgung</b>		
Blutung	0,081	Frontobasisdeckung	0,056	
Ödem	0,069	Exzision		
Ischämie	0,453	ACE	0,282	
Lufteinschluss	0,724	Falx	0,592	
Defektareal	0,354	Gyrus	0,242	
Liquorleck	1,000	Knochen	1,000	
Ventrikel einengung		Drainage	0,213	
Hygroma	0,331			
<b>Mittellinienshift</b>		<b>Typ</b>		
Hydrozephalus	0,569	OFM	<0,001	-0,422
Läsion	0,569	PSM	0,020	0,242
Wundheilungsstörung	0,569	TSM	0,005	0,273
Herniation	0,567			
Epileptischer Anfall	0,242			

Tabelle 27: p-Werte der Chi<sup>2</sup>- bzw. Exakter-Fisher-Tests zu MRT-Befunden nach 3 Monaten und Last-Follow-Up-Symptomen innerhalb der medianen und lateralen Zugänge

	p-Wert	Phi		p-Wert
<b>3-Monats-MRT-Befund</b>			<b>Last-Follow-Up-Symptome</b>	
Hämatom	0,034	-0,297	Kognitiv	0,373
Tumorrest	0,543		Visus	0,285
Gewebsnarbe	0,543		Anosmie	0,121
Flüssigkeit/Hygroma	0,543		Schmerzen	0,625
Ischämie	0,404		Motorisch	0,625
Lufteinschluss	0,404		Psychisch	1,000
Osteomyelitis	0,227		Geschmacks-störung	1,000
			Inkontinenz	0,426
			Endokrinologisch	1,000

### 3.4. Tumorvolumina, Operationsdauer und postoperativer Klinikaufenthalt der Meningeomtypen

Zur Analyse der Volumina, Operationsdauer und des Klinikaufenthalts wurde die ANOVA- bzw. Welch-ANOVA-Testung durchgeführt. Bei der Volumenverteilung innerhalb der Typen (siehe Tabelle 28) zeigte die Levene-Statistik eine Signifikanz von  $p < 0,001$ . Da die Ausgangshypothese des Levene-Tests von einer Varianzgleichheit ausgeht, konnte somit die Annahme einer Varianzgleichheit in den Gruppen zurückgewiesen werden. Weder Dauer der Operation ( $p = 0,325$ ) noch post-operativer Klinikaufenthalt ( $p = 0,160$ ) waren signifikant, damit konnte hier eine Varianzgleichheit angenommen werden.

Der Welch-Test wurde für die Tumorvolumina der einzelnen Typen mit signifikantem Ergebnis ( $p < 0,001$ ) durchgeführt, sodass die Annahme, die Mittelwerte würden sich nicht signifikant unterscheiden, abgelehnt werden kann. Es zeigte sich, dass signifikante Volumendifferenzen zwischen OFMs und TSMs ( $p < 0,001$ ), OFMs und PSMs ( $p = 0,001$ ) und PSMs und TSMs ( $p = 0,030$ ) auftraten, wobei OFMs im Mittel die größten Volumina und TSMs die kleinsten Volumina aufwiesen.

Die ANOVA der OP-Dauer und des post-operativen Klinikaufenthalts innerhalb der Typen zeigte kein signifikantes Ergebnis.

Tabelle 28: Welch-ANOVA bzw. ANOVA mit Levene-Test zu Volumen, Operationsdauer und Klinikaufenthalt innerhalb der Typen

Abhängige Variable	Mittelwert	p-Wert	Effektstärke f	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
Volumen (in cm <sup>3</sup> )		<0,001 (Levene)			
OFM	31,0200			21,5332	40,5068
PSM	10,5017			4,8295	16,1738
TSM	2,8675			1,8549	3,8801
Welch-ANOVA		<0,001	0,472		
Operationsdauer (in h)		0,325 (Levene)			
OFM	4:06			3:40	4:33
PSM	3:38			2:44	4:31
TSM	3:13			2:38	3:48
ANOVA		0,109			

Klinikaufenthalt post-operativ (in d)		0,160 (Levene)			
OFM	8,67		4,519	7,42	9,93
PSM	10,10		7,232	6,72	13,48
TSM	7,39		4,002	5,40	9,38
ANOVA		0,272			

### 3.5. Tumorvolumina, Operationsdauer und postoperativer Klinikaufenthalt der Zugänge

Für die Durchführung des T-Tests bei unabhängigen Stichproben erfolgte zunächst eine Levene-Testung (siehe Tabelle 29). Bezüglich der lateralen und medialen Zugänge signifikant und damit varianzungleich waren das Volumen ( $p < 0,001$ ) und die Operationsdauer ( $p = 0,031$ ). Der post-operative Klinikaufenthalt zeigte mit  $p = 0,240$  eine Varianzhomogenität.

Die Analyse des Volumens auf Mittelwertsunterschiede hinsichtlich der Auswahl eines LZ oder MZ ergab eine Signifikanz von  $p = 0,004$ , wobei LZs eher bei kleineren Tumorvolumina und MZs eher bei größeren Tumorvolumina eingesetzt wurden. Auch die Operationsdauer wies einen signifikanten Gruppenunterschied ( $p = 0,031$ ) auf, hier zeigten MZs eine im Mittel längere Eingriffsdauer. Der post-operative stationäre Aufenthalt hingegen wies keine Signifikanz auf.

Tabelle 29: t-Test mit Levene-Test für Volumen, Operationsdauer und post-operativem Klinikaufenthalt innerhalb der Zugänge

Abhängige Variable	p-Wert	Cohens d	95%-Konfidenzintervall	
			Untergrenze	Obergrenze
Volumen (in cm <sup>3</sup> )	<b>&lt;0,001</b>			
	(Levene)			
MZ			43,6033	41,10151
LZ			13,7338	17,64114
T-Test	<b>0,004</b>	1,047		10,71692 49,02221
Operationsdauer (in h)	<b>0,031</b>			
	(Levene)			
MZ			4:45	1:57

LZ		3:33	1:28		
T-Test	0,012	0,753		0:17	2:05
Klinikaufenthalt post-operativ (in d)	0,240 (Levene)				
MZ		9,00	4,024		
LZ		8,69	5,544		
T-Test (bei Varianzungleichheit)	0,807			-2,235	2,862

### 3.6. Resektionsgrad und funktionelles Outcome der Meningeomtypen

Zur Analyse der relevanten ordinalskalierten Daten auf Unterschiede der Rangverteilung hinsichtlich der Typen wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt (siehe Tabelle 30). Die Betrachtung umfasste den prä- und post-operativen KPS, die ASA-Klassifikation, den Simpson-Grad, den Barthel-Index, den Befund des 3-Monats-MRTs und die 3-Monats-Clavien-Dindo-Skala. Hier zeigte keines der Variablen einen signifikanten Rangunterschied.

Tabelle 30: Kruskal-Wallis-Test für KPS prä- und post-operativ, Befund des 3-Monats-MRTs, ASA-Klasse, Simpson-Grad, Barthel Index und 3-Monats-CDS innerhalb der Typen

	Mittlerer Rang	p-Wert
KPS prä-operativ		0,145
OFM	44,11	
PSM	52,45	
TSM	57,08	
KPS post-operativ		0,086
OFM	44,49	
PSM	44,67	
TSM	59,18	
3-Monats-MRT		0,084
OFM	40,78	
PSM	35,00	
TSM	35,00	

ASA-Klasse		0,321
OFM	48,10	
PSM	52,05	
TSM	40,76	
Simpson-Grad		0,392
OFM	43,45	
PSM	48,28	
TSM	51,91	
Barthel-Index		0,334
OFM	36,13	
PSM	31,04	
TSM	45,00	
3-Monats-CDS		0,856
OFM	40,07	
PSM	42,80	
TSM	42,09	

### 3.7. Resektionsgrad und funktionelles Outcome der Zugänge

Die Testung der ordinalskalierten Daten bezüglich dessen, ob Rangunterschiede bei Betrachtung des prä- und post-operativen KPS, 3-Monats-MRTs, der ASA-Klasse, des Simpson-Grads, Barthel-Index und 3-Monats-CDS zwischen medianen und lateralen Zugängen vorlagen, erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test (siehe Tabelle 31). Hier zeigten LZs einen signifikant höheren prä-operativen sowie post-operativen Karnofsky-Index ( $p=0,004$  sowie  $p<0,001$ ). Auch der durch ein MRT ermittelte Resektionsstatus des Meningeoms drei Monate post-operativ war in der zentralen Tendenz signifikant ( $p<0,001$ ) verschieden. Der Resektionsgrad nach Simpson zeigte ebenso eine Signifikanz ( $p=0,035$ ).

Tabelle 31: Mann-Whitney-U-Test für KPS prä- und post-operativ, Befund des 3-Monats-MRTs, ASA-Klasse, Simpson-Grad, Barthel Index und 3-Monats-CDS innerhalb der Zugänge

	Mittlerer Rang	p-Wert	Effektstärke r
KPS prä-operativ		0,004	0,294
MZ	34,09		

LZ	52,44		
KPS post-operativ		<0,001	0,374
MZ	30,35		
LZ	52,47		
3-Monats-MRT		<0,001	0,442
MZ	46,34		
LZ	35,17		
ASA-Klasse		0,685	
MZ	48,74		
LZ	46,43		
Simpson-Grad		0,035	0,221
MZ	37,13		
LZ	49,00		
Barthel-Index		0,231	
MZ	31,52		
LZ	37,88		
3-Monats-CDS		0,648	
MZ	42,68		
LZ	40,45		

### 3.8. Auswahl des geeigneten Zugangs

Die abhängige Variable „erfolgreicher lateraler Zugang“ wurde sowohl gegen verschiedene signifikante Meningeom-Eigenschaften (Typ, Verdrängungsmuster, Tumoreigenschaften, Volumen) als auch gegen signifikante aufgetretene präoperative neurologische Symptome und dem präoperativen KPS mittels binär logistischer Regressionsanalyse getestet (siehe Tabelle 32). Ein positiver Regressionskoeffizient wurde als Prädiktionsfaktor für die Auswahl eines LZ, ein negativer Regressionskoeffizient für die Auswahl eines MZ interpretiert.

Signifikante Parameter bei der Auswahl des LZ waren das Vorhandensein eines PSMs ( $p=0,016$ ,  $OR=12,941$ ,  $KI=1,619-103,456$ ) und ein höherer präoperativer KPS ( $p=0,001$ ,  $OR=1,055$ ,  $KI=1,021-1,090$ ).

Wurde der LZ nicht ausgewählt (bzw. der MZ ausgewählt), waren signifikante Faktoren das Vorhandensein eines OFMs ( $p=0,016$ ,  $OR=0,077$ ,  $KI=0,010-0,618$ ), eine

präoperative Hyp- bzw. Anosmie ( $p < 0,001$ ,  $OR = 0,115$ ,  $KI = 0,040-0,331$ ), eine tumorbedingte Knocheninfiltration ( $p = 0,004$ ,  $OR = 0,170$ ,  $KI = 0,051-0,565$ ) oder Verdrängung der Ventrikel ( $p = 0,018$ ,  $OR = 0,067$ ,  $KI = 0,007-0,634$ ), ein perifokales Ödem ( $p = 0,005$ ,  $OR = 0,247$ ,  $KI = 0,092-0,661$ ) und ein höheres Tumolvolumen ( $p = 0,001$ ,  $OR = 0,961$ ,  $KI = 0,938-0,984$ ).

Hohe Odds Ratios und damit starke bis mittelstarke Effekte zeigten folgende Parameter: das Vorliegen eines OFMs oder PSMs, einer präoperativen Hyp-/ bzw. Anosmie, einer Knocheninfiltration oder Ventrikelengung und einer Ödemausbildung. Kleine Odds Ratios und damit schwache Effekte wiesen das Tumolvolumen sowie der präoperative KPS auf.

Tabelle 32: Univariate binäre Regressionsanalyse der abhängigen Variable "lateraler Zugang"

	Regressions- koeffizient	Standardab- weichung	p-Wert	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
<b>OFM</b>	-2,560	1,061	,016	,077	,010	,618
<b>PSM</b>	2,560	1,061	,016	12,941	1,619	103,456
<b>TSM</b>	18,207	9473,574	,998	80773742,1 43	,000	.
<b>Knocheninfiltration</b>	-1,769	,611	,004	,170	,051	,565
<b>Ventrikelengung</b>	-2,705	1,147	,018	,067	,007	,634
<b>Perifokales Ödem</b>	-1,397	,502	,005	,247	,092	,661
<b>Volumen (in cm<sup>3</sup>)</b>	-,040	,012	,001	,961	,938	,984
<b>Anosmie prä-operativ</b>	-2,162	,538	,000	,115	,040	,331
<b>KPS prä-operativ</b>	,054	,017	,001	1,055	1,021	1,090

Basierend auf den Regressionskoeffizienten, ORs und p-Werten wurde unter Beachtung der klinischen Relevanz folgender Algorithmus zur Entscheidungsfindung bezüglich eines geeigneten Zugangs entwickelt. Um die Priorisierung bestimmter Parameter zu

verdeutlichen, wurde eine Farbabstufung inkludiert, wobei dunklere Felder bei der Auswahl des geeigneten Zugangs als wichtiger zu erachten sind als helle Felder.

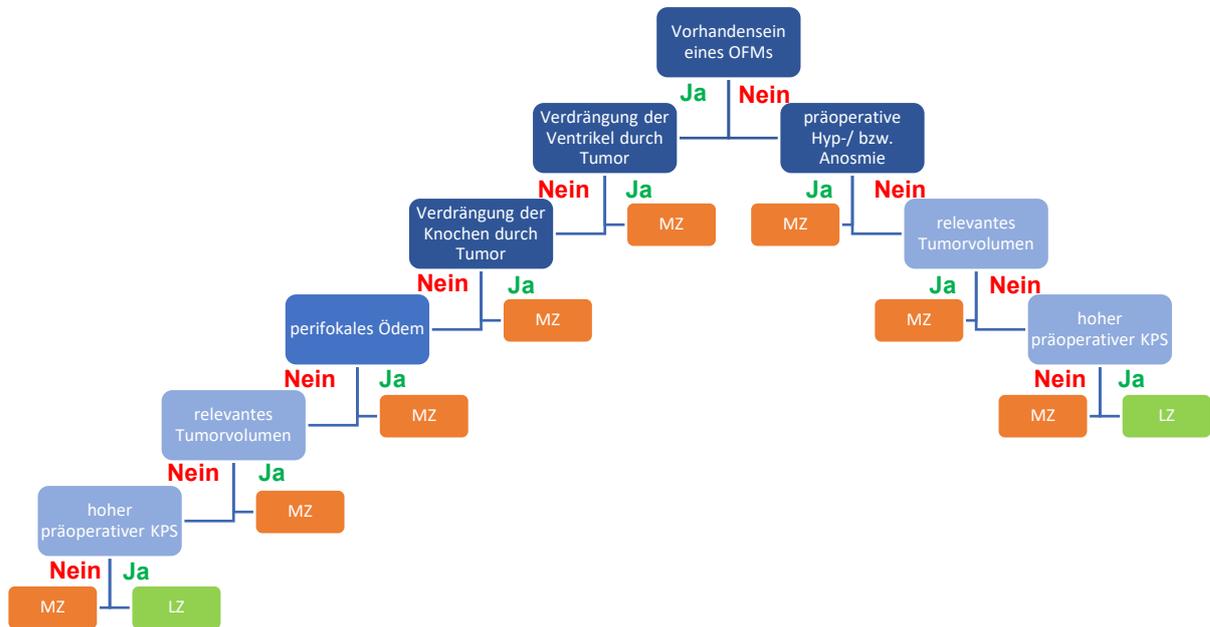


Abbildung 25: Algorithmus zur Entscheidungsfindung bzgl. eines lateralen Zugangs (LZ) oder medianen Zugangs (MZ) bei Vorliegen eines OFMs, PSMs oder TSMs

### 3.9. Beschreibung der prospektiven Daten

#### 3.9.1. Allgemeine Patientendaten

Das Patientenkollektiv, welches telefonisch den Fragebogen zur Erfassung des Langzeit-Outcomes durchführte, umfasste 27 Patient\*innen. Davon waren 19 Patientinnen weiblich (70,4%) und 8 Patienten männlich (29,6%), was einem Verhältnis von 2,4 : 1 (w : m) und damit ungefähr dem Verhältnis der retrospektiven Stichprobe entspricht.

Tabelle 33: Geschlechtsverteilung im prospektiven Studienkollektiv

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
<b>Gültig</b>	weiblich	19	70,4	70,4	70,4
	männlich	8	29,6	29,6	100,0
	Gesamt	27	100,0	100,0	

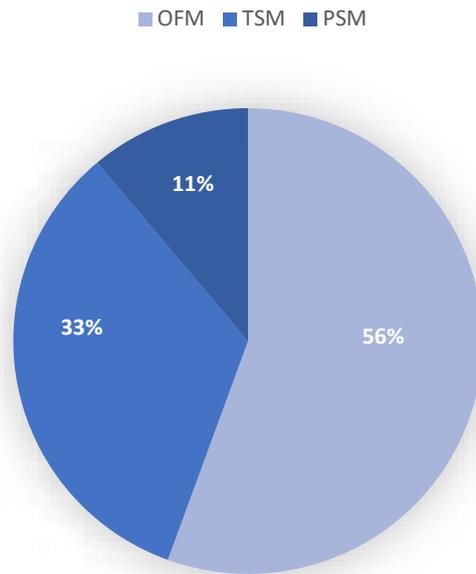


Abbildung 26: Einteilung Tumortypen im prospektiven Studienkollektiv

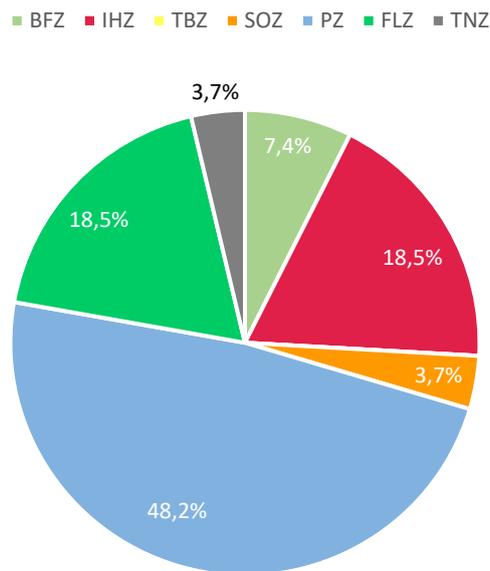


Abbildung 27: Einteilung Zugangswege im prospektiven Studienkollektiv

Tabelle 34: Zugangswege innerhalb der Typen

	OFM	PSM	TSM	Gesamt
Anzahl				
(% innerhalb Typ)				
Zugangsweg				
Bifrontal	2	0	0	2
	(13,3%)			

Interhemisphärisch	5 (33,3%)	0	0	5
Transbasal	0	0	0	0
Supraorbital	0	0	1 (11,1%)	1
Pterional	5 (33,3%)	3 (100,0%)	5 (55,6%)	13
Frontolateral	3 (20,0%)	0	2 (22,2%)	5
Transnasal	0	0	1 (11,1%)	1
<b>Gesamt</b>	15 (100,0%)	3 (100,0%)	9 (100,0%)	27

Die prospektive Stichprobe umfasste 15 Patient\*innen (56,6%) mit OFMs, 9 Patient\*innen (33,3%) mit TSMs und 3 Patient\*innen (11,1%) mit PSMs. Die meisten Befragten wurden mittels PZs (48,1%) operiert, gefolgt von IHZs und FLZs (je 18,5%).

### 3.9.2. Antworten zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität

#### Psychisches Wohlbefinden

Haben Sie aufgrund Ihrer Hirntumorerkrankung seelische Probleme entwickelt, die Sie bei Ihrer Arbeit oder bei alltäglichen Tätigkeiten einschränken?

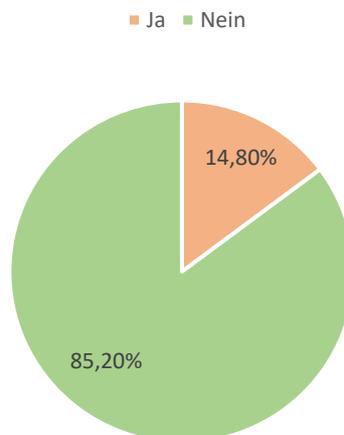


Abbildung 28: Antworten zur Alltagseinschränkung durch Psyche

Ein Großteil der Befragten (n=23) gab an, keine durch die Erkrankung bedingten, im Alltag einschränkenden seelischen Probleme entwickelt zu haben. 4 Patient\*innen fühlten sich im Alltagsleben psychisch beeinträchtigt.

Tabelle 35: Antworten zur psychischen Verfassung

	Anzahl (Prozent)
<b>Waren Sie aufgrund Ihrer Hirntumorerkrankung in den letzten 12 Monaten ...</b>	
Niedergeschlagen	9 (33,3%)
Antriebslos	5 (18,5%)
Hoffnungslos	4 (14,8%)
Freudlos	5 (18,5%)

17 Patient\*innen (62,9%) gaben an, in den letzten 12 Monaten keine negativen Gefühle bezüglich ihrer Erkrankung empfunden zu haben. Von den restlichen Personen gaben einige mehrere Emotionen an. Vor allem Niedergeschlagenheit wurde häufig (33,3%) als präsent wahrgenommen.

Wenn ja, wie sehr schränken diese seelischen Probleme Ihren normalen Kontakt zu Familienangehörigen, Freunden, Bekannten ein?

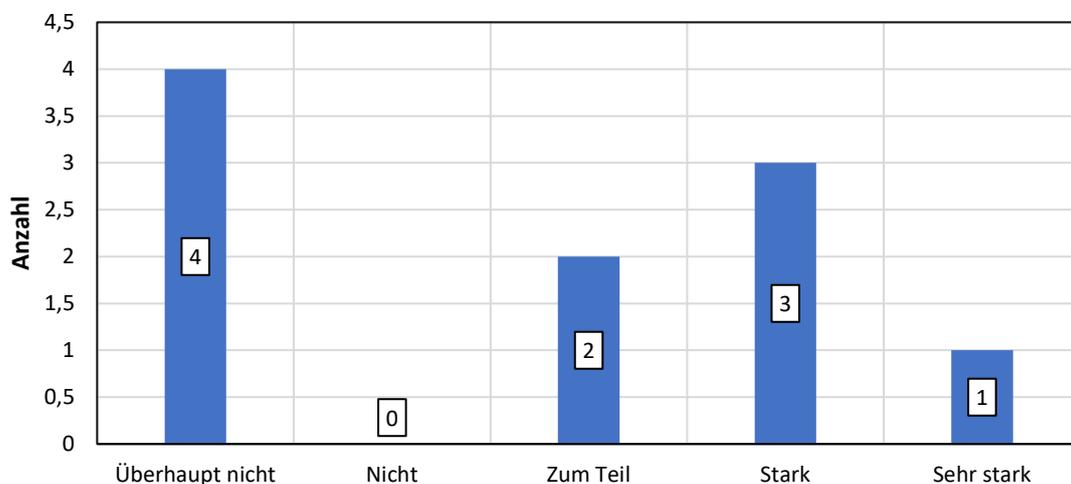


Abbildung 29: Antworten zur sozialen Einschränkung durch psychische Verfassung

Die 10 Patient\*innen, welche einen Einfluss der Erkrankung auf ihre Psyche wahrnahmen, sollten einschätzen, wie sehr ihre Psyche ihr Sozialleben beeinflusst. 4 Patient\*innen (14,8%) nahmen ihre psychische Verfassung als überhaupt nicht einschränkend wahr, während wiederum 4 Patient\*innen die Einschränkungen als stark bzw. sehr stark angaben.

Tabelle 36: Restliche Antworten zur Psyche

Anzahl (Prozent)	Ja	Nein
<b>Empfinden Sie im Alltag Angst, dass Ihre Tumorerkrankung zurückkehren/ sich verschlimmern könnte?</b>	10 (37,0%)	17 (63,0%)
<b>Haben Sie seit Ihrer Diagnose einen Arzt wegen Beschwerden aufgesucht, wegen denen Sie normalerweise nicht zum Arzt gegangen wären?</b>	9 (33,3%)	18 (66,7%)
<b>Befinden oder befanden Sie sich wegen Ihrer Hirntumorerkrankung in psychologischer Betreuung bzw. haben Sie andere psychologische Hilfsangebote wahrgenommen?</b>	6 (22,2%)	21 (77,8%)
<b>Fühlen Sie sich bei der Bewältigung Ihrer Krankheit von Familie und Freunden ausreichend unterstützt?</b>	23 (85,2%)	4 (14,8%)
<b>Empfinden Sie diese Unterstützung als wertvoll? / Fänden Sie eine Unterstützung wertvoll?</b>	25 (92,6%)	2 (7,4%)

Alltagstauglichkeit

■ Alleine ■ Mit Familienangehörigen oder Partner

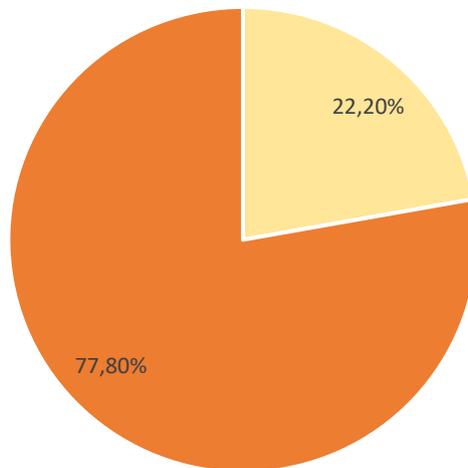


Abbildung 30: Wohnsituation der Befragten

21 Patient\*innen (77,8%) gaben an, mit ihren Familienangehörigen zusammenzuleben, 6 Patient\*innen (22,2%) lebten zum Zeitpunkt der Befragung allein. Die Mehrheit (88,9%) wies keinen Pflegegrad auf, 3 Personen (11,1%) verfügten über eine Pflegestufe Grad 2.

Tabelle 37: Antworten zur Alltagstauglichkeit

Anzahl (Prozent)	Ja	Nein
<b>Benötigen Sie bei alltäglichen Tätigkeiten, wie z.B. im Haushalt oder beim Einkaufen, regelmäßig Unterstützung?</b>	6 (22,2%)	21 (77,8%)
<b>Benötigen Sie bei der Körperpflege, beim Waschen oder Ankleiden, regelmäßig Unterstützung?</b>	4 (14,8%)	23 (85,2%)
<b>Benötigen Sie bei der Fortbewegung innerhalb Ihres Zuhauses, also z.B. vom Bett zur Toilette, regelmäßig Unterstützung?</b>	3 (11,1%)	24 (88,9%)

Insgesamt zeigten wenige Patient\*innen Einschränkungen in ihrer Alltagsfunktion an.

Körperliche Belastbarkeit

Tabelle 38: Antworten zur körperlichen Belastungsfähigkeit

	Anzahl (Prozent)
<b>Können Sie aktuell ...</b>	
50m ohne fremde Hilfe gehen?	25 (92,6%)
50m mit Unterstützung gehen?	2 (7,4%)
Weniger als 50m gehen?	0
<b>Ohne fremde Hilfe Treppensteigen?</b>	
Ohne fremde Hilfe Treppensteigen?	25 (92,6%)
Mit Unterstützung Treppensteigen?	1 (3,7%)
Nicht Treppensteigen?	1 (3,7%)
<b>Verwenden Sie eines der folgenden Hilfsmittel?</b>	
Gehstock	5 (18,5%)
Rollator	2 (7,4%)
Gehwagen	0
Rollstuhl	1 (3,7%)
keines	22 (81,5%)
<b>Aus welchen Gründen verwenden Sie das/die Hilfsmittel?</b>	
Gangunsicherheit	2 (7,4%)
Schwindel	2 (7,4%)
Gleichgewichtsstörungen	3 (11,1%)
Motorische Defizite	2 (7,4%)
Aus nicht-neurologischen Gründen	2 (7,4%)

Die Mehrheit der Befragten (92,6%) gab keine großen Einschränkungen in der Mobilität an. 2 Patient\*innen (7,4%) benötigten bei der Fortbewegung aus mehreren Gründen Hilfsmittel und nutzten mehr als ein Hilfsmittel.

### 3.9.3. Antworten zum kosmetischen Ergebnis

Tabelle 39: Antworten zum optischen Operationsergebnis

Anzahl (Prozent)	Ja	Nein
<b>Belastet Sie das Aussehen Ihrer Operationsnarbe?</b>		
	3 (11,1%)	24 (88,9%)
<b>Gibt es Haarwuchsprobleme im Bereich der OP-Narbe?</b>		
	10 (37,0%)	17 (63,0%)
<b>Gibt es seit der Operation im Bereich des Kopfes, besonders der Stirn und der Schläfen, Veränderungen, wie z.B. eingesunkene Areale, Beulen oder Unförmigkeiten?</b>		
	17 (63,0%)	10 (37,0%)
<b>Gibt es seit der Operation Probleme beim Bewegen der Gesichtsmuskulatur, also z.B. beim Lachen, Pfeifen oder Stirnrunzeln?</b>		
	2 (7,4%)	25 (92,6%)

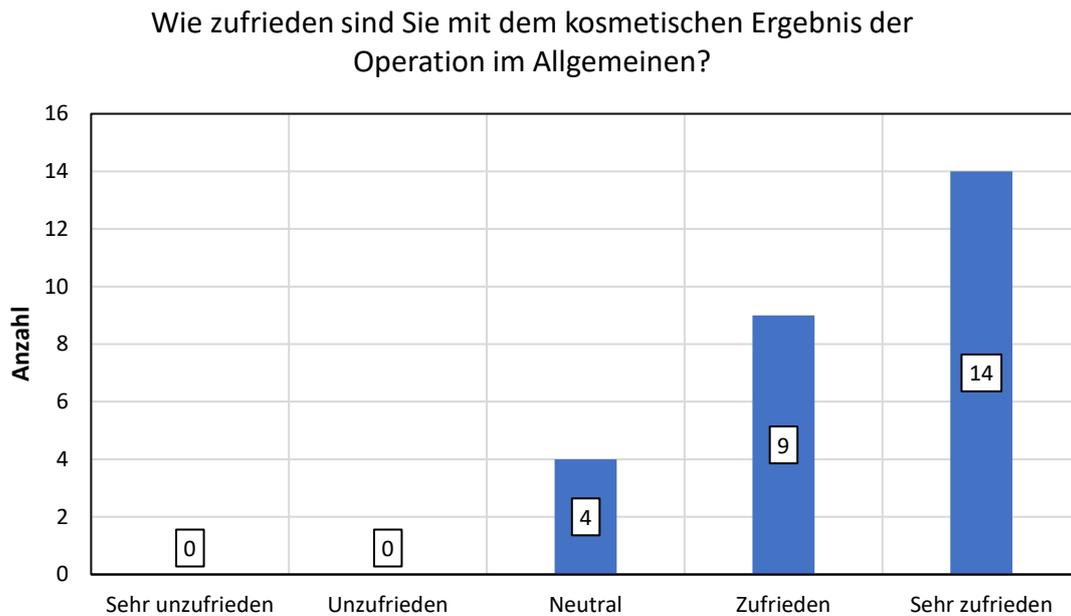


Abbildung 31: Zufriedenheit mit kosmetischem Ergebnis

Die Befragten gaben häufig an, seit der Operation Haarwuchsprobleme (37,0%) oder Unförmigkeiten (63,0%) im Bereich des Kopfes wahrzunehmen. Insgesamt zeigte sich der Großteil mit dem kosmetischen Aspekt des Schädeleingriffs zufrieden (33,3%) bzw. sehr zufrieden (51,8%).

### 3.9.4. Antworten zum funktionellen Gesundheitszustand

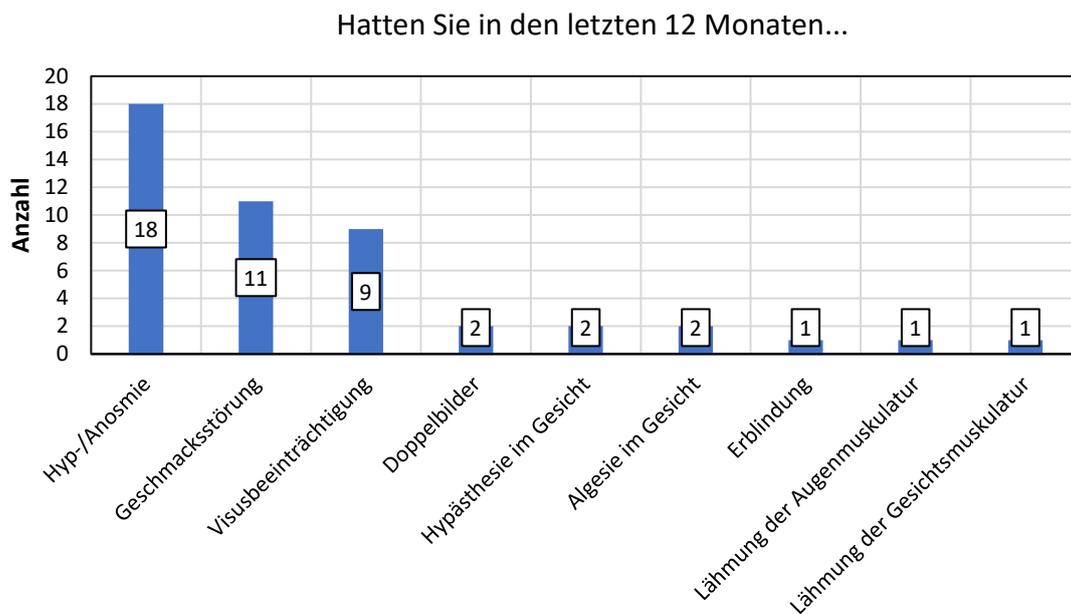


Abbildung 32: Gesundheitszustand der letzten 12 Monate

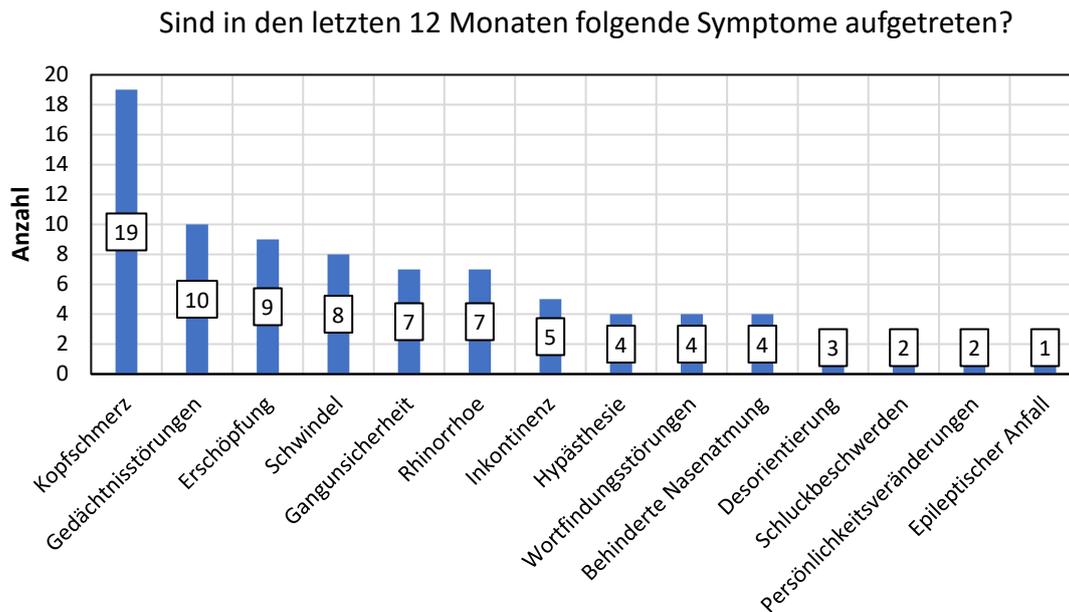


Abbildung 33: Symptomlast der letzten 12 Monate

Bei der Befragung des Gesundheitszustands der letzten 12 Monate wurden vor allem post-operativ verbliebene Hyposmien (66,7%), Geschmacksstörungen (40,7%) und Visusminderungen (33,3%) berichtet. Zusätzlich traten vielfältige Symptome auf, darunter waren insbesondere Kopfschmerzen (70,4%), Gedächtnisstörungen (37,0%) und Erschöpfungszustände (33,3%) zu vermerken. Ebenso zeigten sich Schwindel (29,6%), Gangunsicherheit und Rhinorrhoe (je 25,9%) als präsent.

3 Patient\*innen (11,1%) gaben an, ihre post-operativen Nachuntersuchungen an einem anderen Klinikum durchgeführt zu haben. Von diesen ließ eine Person (3,7%) mit einem operierten OFM eine Nachbehandlung mit Bestrahlung durchführen. Von den Befragten berichtete eine Person über ein Rezidiv, welches operativ entfernt wurde.

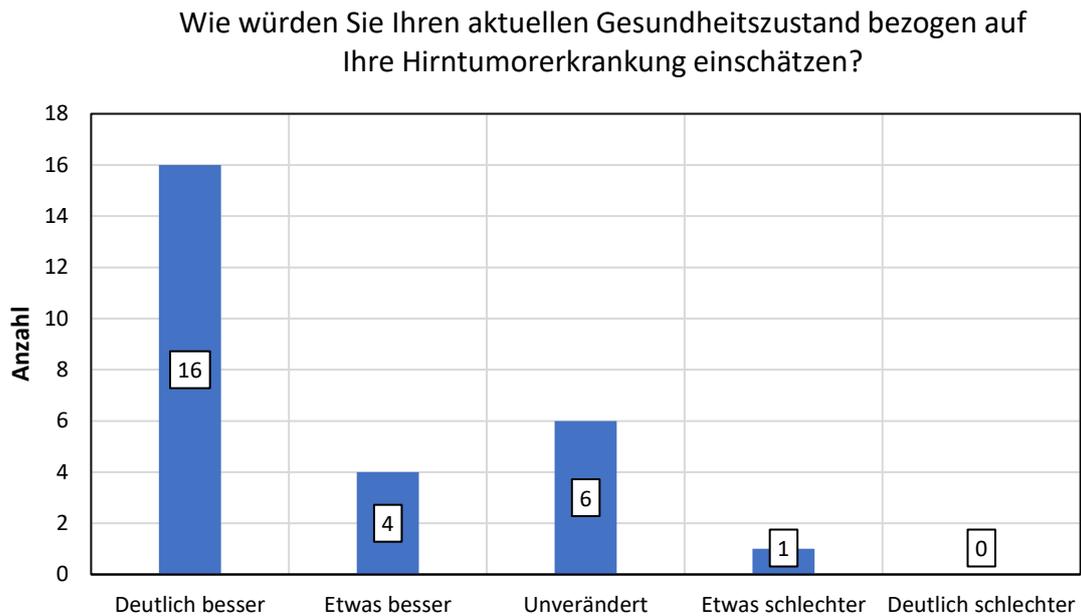


Abbildung 34: Einschätzung aktuellen Gesundheitszustand

Insgesamt bewerteten die meisten Befragten ihren jetzigen Gesundheitszustand in Bezug auf die Meningeomerkkrankung als etwas besser (14,8%) bzw. deutlich besser (59,2%) im Vergleich zum präoperativen Zustand. Für 6 Patient\*innen (22,2%) stellte sich der Zustand als unverändert dar, nur eine Person (3,7%) gab eine Verschlechterung an.

20 der Personen aus dem Befragungskollektiv (74,1%) gaben an, auch weiterhin noch regelmäßig an Nachuntersuchungen teilzunehmen. Dabei findet die Nachuntersuchung mittels Bildgebung bei 11 Personen (40,7%) jährlich und bei 8 Personen (29,6%) alle 2 Jahre statt. 7 Personen (25,1%) nehmen nach eigener Aussage keine Nachuntersuchungen mehr wahr.

## 4. Diskussion

### 4.1. Retrospektive Daten

#### 4.1.1. Studienkohorte

Mit insgesamt 96 Patient\*innen ist die Studienkohorte als ausreichend groß zu bewerten und im Umfang vergleichbar mit anderen Studien ähnlichen Designs (Aftahy et al., 2020; Stefanescu et al., 2011). Hierbei muss beachtet werden, dass die Patientengruppen der Olfaktorius-Meningeome (OFMs), Planum-Sphenoidale-Meningeome (PSMs) und Tuberculum-Sella-Meningeome (TSMs) in unterschiedlich großen Mengen vertreten waren. Vor allem die Gruppe der Patient\*innen mit einem TSM stellte mit n=19, verglichen mit anderen Arbeiten, eine kleine Anzahl dar.

Die Geschlechtsverteilung mit 30,2% männlichen und 69,8% weiblichen Patient\*innen und die Altersverteilung mit einem Altersmedian von 68 Jahren (SD=14,59) entspricht dem in der Literatur beschriebenen Verhältnis (Dudley et al., 2018, S. 4).

#### 4.1.2. Bewertung und Kategorisierung der gewählten Zugänge

Pterionale Zugänge (PZ) und frontolaterale Zugänge (FLZ) wurden in dieser Stichprobe am häufigsten (70,8%) eingesetzt. Mittels interhemisphärischer Zugänge (IHZ) wurden 14,3% des Kollektivs operiert. Da der transnasale Zugang (TNZ) nur einmal verwendet wurde, wurde er nicht in die weitere Analyse inkludiert.

Zur Betrachtung der Zugänge lohnt es sich, eine Unterscheidung bzgl. der Typen vorzunehmen. Bei Vorliegen eines PSMs bzw. TSMs kamen fast ausschließlich PZs (61,9% bzw. 63,2%) und FLZs (28,6% bzw. 21,1%) zum Einsatz. Auch in anderen Studien findet sich die mehrheitliche Verwendung von PZs bei diesen Typen (Bălașa et al., 2013, S. 94; Fahlbusch & Schott, 2002, S. 237). Dies ist auch deshalb sinnvoll, da ein seitlicher Zugangsweg beim PZ oder FLZ gute Voraussetzungen für die Durchführung einer anterioren Klinoidektomie (ACE) bietet, welche v.a. bei TSMs bei Bedarf erwägt wird (Mishra et al., 2017). Der Einsatz einer ACE war in 42,1% der TSM-Operationen mit einer signifikanten Häufung und einer hohen Effektstärke notwendig, um ein besseres Visus-Outcome zu erzielen.

ACEs werden generell v.a. bei sellären oder suprasellären Tumoren eingesetzt, wozu unter anderem das TSM gehört. Eine ACE ermöglicht hier den besseren chirurgischen Zugang zu unübersichtlichen Arealen, v.a. wenn das TSM eine Ausbreitung in die knochige Basis, den optischen Kanal und die Sinusse aufzeigt. Ein weiterer Vorteil der ACE ist die frühe Mobilisierung des N. opticus durch die Dekompression des Sehnervs, welche zu einer besseren Schonung beiträgt. Auch zeigen Patient\*innen bei Auftreten

eines Rezidivs nach erfolgter Resektion nicht so ausgeprägte Visusminderungen, wenn eine ACE bei der Resektion durchgeführt wurde. (Otani et al., 2006, S. 136–137)

Bei OFMs wurden vor allem IHZs (25%), FLZs (39,3%) und PZs (28,6%) verwendet. In der Literatur wird zur Resektion eines OFMs oft die Verwendung eines BFZs bei größeren Tumoren und der PZs bei kleineren Tumoren angeraten. Häufig werden diese mit einem subfrontalem Zugang kombiniert. (Aguiar et al., 2009, S. 1170; Alam et al., 2013, S. 6; Ojemann, 1991, S. 387–391) Stefanescu et al. konnte jedoch die erfolgreiche Anwendung eines lateralen Zugangs auch bei größeren Volumina belegen (Stefanescu et al., 2011, S. 2). Goel et al. dagegen macht die Zugangsauswahl bei OFMs nicht von der Tumorgöße abhängig, sondern von der Erfahrung des Operierenden. So sollten laterale Zugänge aufgrund des kleineren Sichtfensters eher bei besserer Erfahrung eingesetzt werden. (Goel et al., 2018, S. 4) Der IHZ, welcher hier bei OFM-Patient\*innen signifikant häufiger Verwendung fand, hat im Gegensatz zum BFZ zwar ein geringeres Risiko für Liquorlecks und Infektionen, da der Sinus frontalis nicht eröffnet wird, jedoch eine höhere Retraktionsrate (Fox et al., 2009, S. 331).

Zur Simplifizierung und besseren Vergleichbarkeit der verschiedenen Zugänge macht es Sinn, die passenden Zugänge danach aufzuteilen, ob laterale (LZ) oder mediane Zugänge (MZ) verwendet werden. So sind bei TSMs und PSMs v.a. laterale Zugänge geläufig (pterional, frontolateral, supraorbital), während bei OFMs sowohl laterale Zugänge (pterional, frontolateral) als auch mediane Zugänge (bifrontal, transbasal, interhemisphärisch) regelmäßig beschrieben und angewandt werden. (Fox et al., 2009, S. 329–331; Nakamura et al., 2006, S. 1020–1021) Auch in dieser Kohorte wurden LZs signifikant häufiger bei TSMs und MZs signifikant häufiger bei OFMs eingesetzt, wobei der Effekt des MZs bei OFMs höher war.

Ebenso macht eine Dichotomisierung in LZ und MZ im Hinblick auf die Vorzüge und Risiken der Zugänge Sinn. So bieten MZs generell ein weites Sichtfeld und gute Resektionsbedingungen, aber auch ein erhöhtes Risiko für Meningitiden und Liquorlecks. (Alam et al., 2013, S. 6) LZs hingegen zeigen ein kleineres Sichtfeld, erlauben aber die bessere Darstellung von Gefäßen und die Möglichkeit, unkompliziert eine ACE durchzuführen zu können (Mishra et al., 2017, S. 190; Stefanescu et al., 2011, S. 2). Ein weiterer Grund für die Einteilung in MZs und LZs ist die teilweise uneindeutige Nomenklatur hinsichtlich der verschiedenen Zugänge. So arbeitete Feiz-Erfan et al. heraus, dass oft unterschiedliche Bezeichnungen für ein und denselben Zugang verwendet werden (Feiz-Erfan et al., 2008, S. 30–31). Dies erschwert eine definitive Einteilung der Zugänge zusätzlich, sodass eine generelle Zuordnung in die zwei Überkategorien MZs und LZs Abhilfe schafft. Letztendlich erscheint es auch sinnvoll, die definitive Entscheidung für die einzelnen Varianten der MZs und LZs den Operierenden

zu überlassen, da die Durchführung einiger Zugänge von Klinik zu Klinik variiert und eine Behandlungsempfehlung davon abhängig ist, ob und wie oft bestimmte Zugänge an bestimmten Standorten verwendet werden. Daher wurde in dieser Studie im weiteren Verlauf mittels Einteilung in LZ und MZ gearbeitet.

#### 4.1.3. Bewertung der Volumina

OFMs hatten den größten Umfang mit einem Median von 23,30 cm<sup>3</sup> (SD=33,03). PSMs wiesen ein medianes Volumen von 8,09 cm<sup>3</sup> (SD=11,41) auf. TSMs zeigten die kleinsten mittleren Volumina mit 2,08 cm<sup>3</sup> (SD=1,90). Die Unterschiede innerhalb der Volumina zeigten einen starken Effekt an.

Die großen Volumina der OFMs dieser Studie decken sich mit der klinischen Beobachtung, dass OFMs durch die recht lange Symptomfreiheit und langsame Verdrängung kranieller Strukturen bei Diagnosestellung oft sehr groß sind (Goel et al., 2018, S. 3; Ojemann, 1991, S. 385). OFMs mit einem Durchmesser von 5 cm oder noch mehr (entsprechen knapp 110 cm<sup>3</sup>) sind in Studien keine Seltenheit (Stefanescu et al., 2011, S. 2). PSMs und TSMs werden hingegen eher in früheren Wachstumsstadien detektiert, sodass hier die Durchmesser im Durchschnitt bei unter 3 cm (etwa 21 cm<sup>3</sup>) liegen (Estevão et al., 2017, S. 3; Mortazavi et al., 2016, S. 271). In der Studie von Zhou et al. wurden bei TSMs einige Meningeome mit einer Größe zwischen 3 und 5 cm (circa 21-98 cm<sup>3</sup>) und wenige mit einer Größe über 5 cm hinaus dokumentiert. Eine andere Studie von Nakamura et al. zeigte bei 45,8% der Patient\*innen einen Durchmesser von >3 cm. (Nakamura et al., 2006, S. 1022; Zhou et al., 2016, S. 50) Obwohl gerade TSMs klinisch frühzeitig Visuseinschränkungen verursachen, scheint das also nicht immer in einer Detektion zu einem früheren Zeitpunkt mit einem kleineren Volumen zu resultieren. Dies kann damit zusammenhängen, dass Visusverluste häufig einen langsamen Verlauf aufzeigen können, der für Patient\*innen lange unbemerkt verbleibt. Auch treten Gesichtsfeldausfälle oft mit einem visuellen Neglect auf, sodass sich Patient\*innen für eine gewisse Zeit ihrer Einschränkung nicht bewusst sein können. (Suchoff et al., 2008, S. 260)

Mediane Zugänge wurden v.a. dann häufiger verwendet, wenn Tumore charakteristische Eigenschaften von OFMs (z.B. Hyp- oder Anosmien) oder großen Tumoren zeigten (z.B. Ödeme, Ventrikel- und Knocheninfiltrationen). Die per LZs resezierten Tumore waren durchschnittlich kleiner als die per MZs resezierten Tumore, die Effektstärke zwischen Zugang und Volumen war genauso stark wie zwischen Typ und Volumen. Auch dauerte die Resektion bei MZs durchschnittlich länger als bei LZs. Dies deckt sich mit der Ansicht, dass Tumorgöße bei der Auswahl des geeigneten Zugangs eine essenzielle

Rolle spielt. So werden MZs in der Literatur v.a. bei größeren Tumoren eingesetzt (Feng et al., 2020, S. 9). Tumore, welche mittels BFZ (Median=48,50 cm<sup>3</sup>), IHZ (Median=33,50 cm<sup>3</sup>) oder TBZ (Median=16,00 cm<sup>3</sup>) reseziert wurden, zeigten auch in dieser Stichprobe im Median tendenziell höhere Tumorumfänge als andere Zugänge. Die Operationsdauer spiegelte sich in den Volumina wider. Zugänge, welche bei durchschnittlich größeren Meningeomen eingesetzt wurden, verzeichneten längere Operationszeiten.

#### **4.1.4. Vorkommen und Outcome der Hyp- bzw. Anosmie**

Die An- bzw. Hyposmie trat in diesem Studienkollektiv fast ausschließlich bei OFMs auf, hier fand sie sich bei knapp jeder zweiten Person (51,8%). Geruchsminderungen werden dabei bei 21-100% aller OFM-Patient\*innen berichtet und sind charakteristisch für diesen Typ, da OFMs aus der Hirnhaut des Riechnervs wachsen (Aguilar et al., 2009, S. 1169; Slavik et al., 2007, S. 59).

Insgesamt zeigte OFM-Patient\*innen sowohl prä- als auch post-operativ signifikant häufiger Hyp- oder Anosmien als Patient\*innen anderer Typen. Der post-operative Erhalt des Geruchssinns blieb auch hier nahezu unmöglich, was den Erfahrungen anderer Autor\*innen entspricht (Aftahy et al., 2020, S. 8; Stefanescu et al., 2011, S. 6). Zwei Patient\*innen gaben an, eine post-operative Besserung des Geruchssinns bemerkt zu haben. Eine tatsächlich stattgefundenene Besserung ist kritisch zu sehen, da bei beiden Personen kein prä- sowie postoperativer Geruchstest durchgeführt wurde und sich die Aussagen daher nicht objektivieren lassen.

Anders als bei Nakamura et al., welcher bei 16% der TSM-Patient\*innen über einen einseitigen oder beidseitigen Riechnerv-Verlust berichtete, konnte im TSM-Kollektiv der N. olfactorius immer erhalten werden (Nakamura et al., 2006, S. 1023). Dies liegt zum einen an den verwendeten Zugängen, die bei TSMs v.a. lateral erfolgen und daher für den Riechnerv schonender sind, zum anderen an der größeren Distanz der TSMs zum N. olfactorius, die bei OFMs nicht gegeben ist (Estevão et al., 2017, S. 2 sowie S. 5).

Bei 19,8% der Personen konnte der Riechnerv beidseitig nicht erhalten werden, der Großteil davon OFM-Patient\*innen. In 11,5% der Fälle konnte der Riechnerv zumindest einseitig erhalten bleiben. Dabei zeigten v.a. MZs (33,3% der BFZs, 42,9% der IHZs, 33,3% der TBZs) eine Neigung zur Schädigung des N. olfactorius. Dies deckt sich mit der Annahme anderer Autor\*innen, welche die Erhaltung des Riechnervs bei der Anwendung vom BFZ aber auch bei anderen medianen Zugängen für besonders herausfordernd befinden (Li et al., 2007, S. 1152; Ojemann, 1991, S. 392).

#### 4.1.5. Vorkommen und Outcome des Visus

Obwohl Visusminderungen bei OFMs ein eher spätes Symptom darstellen, da das Meningeom für die Beeinträchtigung des Sehnervs aufgrund der anatomischen Lage eine ausreichende Größe erreichen muss, waren sie hier in ähnlichem Ausmaß wie die Geruchsminderungen mit einer signifikanten Häufigkeit zu sehen. Die Zahl erscheint dennoch plausibel. Erstens ist der Altersdurchschnitt des Kollektivs (68 Jahre) etwas höher als der vieler anderer Studien. Gerade Visusminderungen durch Raumforderungen im Alter werden schwerer von Patient\*innen bemerkt und bergen das Potenzial, mit der abnehmenden Sehkraft im Rahmen der Altersweitsichtigkeit verwechselt zu werden. Zweitens erhielt ein Großteil der Patient\*innen des Kollektivs eine Visus-Untersuchung, was für eine höhere Detektionsrate des Symptoms spricht. So gibt beispielsweise Aguiar et al. an, in seinem Kollektiv allein durch die Visus-Untersuchung doppelt so viele Patient\*innen mit Visusbeeinträchtigungen detektiert zu haben, wie von den Patient\*innen ausgangs beschrieben. (Aguiar et al., 2009, S. 1169) Bei Patient\*innen mit einem PSM bzw. TSM waren Visusbeeinträchtigungen das häufigste Symptom (71,4% bzw. 78,9%). Da diese Meningeome den Sehnerv schon frühzeitig manipulieren, ist die Beeinträchtigung des Visus bzw. Gesichtsfelds in diesem Ausmaß nachvollziehbar und in der Literatur ähnlich beschrieben (Estevão et al., 2017, S. 2; Mortazavi et al., 2016, S. 271).

Bei 50,9% der Patient\*innen mit prä-operativen Visuseinschränkungen normalisierte sich das Sehvermögen post-operativ. Von den restlichen Patient\*innen gaben 32,1% eine merkliche Verbesserung an. Dennoch ließ sich bei 52,6% der TSM-Patient\*innen auch weiterhin eine Visusbeeinträchtigung, wenn auch meistens geringer ausgeprägt als prä-operativ, feststellen.

Der Sehnerv wurde bei 2 OFM-Patient\*innen, welche mittels FLZ operiert worden waren, intraoperativ verletzt. Dies kann damit erklärt werden, dass die Distanz zwischen der Ansatzstelle des OFMs und des Zugangs beim FLZ besonders weit ist und sich der Sehnerv auf dieser Strecke mittig befindet, sodass ein besonders hohes Risiko für eine Sehnerv-Beschädigung besteht (Li et al., 2007, S. 1152).

Im Follow-Up gaben 15,5% der Personen persistierende Visus-Beschwerden (verglichen mit 29,2% direkt post-operativ) an. Dies entspricht einer Visus-Besserung um 53,6%, was den Angaben anderer Studien entspricht (J. Chi & M. McDermott, 2003, S. 4; Jallo & Benjamin, 2002, S. 1434). Das Outcome scheint dabei v.a. mit der Dauer der Symptomlast und dem gewählten Zugang zusammenzuhängen, der Einsatz von LZs und eine kurze prä-operative Symptombdauer könnten ein besseres visuelles Outcome begünstigen (Nakamura et al., 2006, S. 1026–1027).

#### 4.1.6. Sonstige Symptome des Studienkollektivs

Das klinische Bild der Patient\*innen umfasste die Beeinträchtigung sowohl von Hirnnerven als auch von kognitiven und endokrinologischen Funktionen. Dabei manifestieren sich auch hier die verschiedenen Typen durch verschiedene Symptomkomplexe.

31,6% der TSM-Patient\*innen sowie 33,9% der OFM-Patient\*innen gaben das Auftreten von Kopfschmerzen an. Diese Angaben gleichen denen von Stefanescu et al. (41%) (Stefanescu et al., 2011, S. 2). Gleichzeitig geben andere Autoren eine Kopfschmerz-Prävalenz von 15-89% an (Goel et al., 2002, S. 1359; Mortazavi et al., 2016, S. 271). Da der Kopfschmerz ein recht unspezifisches Symptom der kraniellen Verdrängung durch den Tumor darstellt und selbst in der Gesamtbevölkerung Kopfschmerzen mit einer 1-Jahres-Prävalenz von knapp 60% vorliegen, sind Varianzen in der Prävalenz nicht weiter überraschend (Porst et al., 2020, S. 2). Kopfschmerz kam mit 30,2% post-operativ sogar öfter als prä-operativ vor. Auch hier zeigt sich das Problem der geringen Spezifität des Symptoms Kopfschmerzen. Ebenso führt der chirurgische Eingriff am Schädel zu Irritationen und somit potenziell auch zu Kopfschmerzen.

Ein Frontalhirnsyndrom (FHS) zeigte sich bei 46,4% der OFM-Patient\*innen und 23,8% der PSM-Patient\*innen. Auch andere Autoren geben FHS-Inzidenzen in ähnlichem Ausmaß an, wobei OFMs diesen Symptomkomplex, wie im vorliegenden Kollektiv, durchschnittlich häufiger zu verursachen scheinen als PSMs (Bălaşa et al., 2013, S. 94; Stefanescu et al., 2011, S. 2). In unserem Kollektiv zeigten OFM-Patient\*innen signifikant häufiger Wesensänderungen und psychomotorische Verlangsamungen, beide Symptome hatten einen mittelstarken Effekt. Symptome des Frontalhirnsyndroms sind spezifisch für Meningeome der vorderen Schädelbasis. Meist entwickeln sich psychiatrische Symptome erst ab einem signifikantem Volumen, weshalb das FHS oft bei OFM-Patient\*innen und seltener bei PSMs und TSMs zu sehen ist. Psychiatrische Symptome im Rahmen eines Meningeoms können teilweise ohne weitere richtungsweisende neurologische Symptome auftreten, sodass die Gefahr besteht, dass das Meningeom lange Zeit unentdeckt bleibt und die Symptome fehltherapiert werden. Bei neu auftretenden, langsam fortschreitenden und atypischen psychiatrischen Symptomen ab der zweiten Lebenshälfte sollte daher möglichst immer eine Tumor-Abklärung mittels Bildgebung erfolgen. (Gupta & Kumar, 2004, S. 317; Hussin et al., 2018, S. 251) Post-operativ verschwand das FHS bei 45,2% aller Personen, die dieses Symptom prä-operativ beschrieben hatten.

Sowohl 25% der OFM-Patient\*innen als auch 23,8% der PSM-Patient\*innen berichteten über Schwindel-Symptomatik. Schwindel wird in ähnlichen Studien oft nicht erfasst, scheint jedoch seltener als in unserer Stichprobe aufzutreten (Mortazavi et al., 2016,

S. 271). Dafür kommen Epilepsien, hier mit 17,9% (OFM) bzw. 19% (PSM) vorliegend, in ähnlichem Umfang vor (Bălașa et al., 2013, S. 94; Stefanescu et al., 2011, S. 2). Im vorliegenden Kollektiv gaben TSM-Patient\*innen kein Auftreten von epileptischen Anfällen, jedoch ist dies in größeren Stichproben ein regelmäßig auftretendes Symptom (Goel et al., 2002, S. 1359).

Zusätzlich fielen bei 21,1% der Patient\*innen mit einem TSM eine Hypophyseninsuffizienz auf. Diese können in 8-26% der Fälle vorkommen und stellen eins der charakteristischsten, durch die Lokalisation des Tumors bedingten, Symptome dieses Typs dar (Komotar et al., 2012, S. 716).

#### 4.1.7. Merkmale der Meningeome

Mit einer pathologischen Klassifikation als ZNS WHO-Grad 1 Meningeom bei 90,6% der Patient\*innen liegt das Ergebnis dieser Stichprobe im oberen Feld der gängigen Angaben (Lamszus, 2004, S. 276).

Von den Verdrängungsmustern, welche die Meningeome am häufigsten zeigten, war der Sehnerv (in 30,2% der Fälle) besonders betroffen, was den Angaben Nakamuras et al. entspricht. Auch eine Ödemausbildung bei 35,4% der Patient\*innen, kalzifizierte Meningeomanteile mit 8,3% und Nasenebenhöhleneinbrüche mit 5,2% werden von ihm in ähnlichem Ausmaß angegeben. (Nakamura et al., 2006, S. 1022) Dabei war die Rate an Knocheninfiltrationen und Ödemen bei OFMs signifikant höher, wobei der Effekt der Ödemausbildung stärker als der Effekt der Knocheninfiltration war. Knocheninfiltrationen stellen aufgrund der breiten Ansatzfläche und Lokalisation der OFMs generell einen häufigen Befund dar. Für eine möglichst vollständige Tumorsektion ist daher ein radikales Vorgehen am Knochen der Schädelbasis unerlässlich. (Obeid & Al-Mefty, 2003, S. 537–540) Auch perifokale Ödeme sind bei OFMs häufig zu beobachten, diese korrelieren unter anderem mit einem hohen Tumolvolumen (Pereira-Filho et al., 2010, S. 348).

Die vorliegende Stichprobe scheint in moderater Anzahl gängige Tumoreigenschaften zu zeigen. Die Angaben bezüglich der Gefäßbeteiligung der A. carotis interna oder A. cerebri anterior (im vorliegenden Kollektiv bei 12,5% vorhanden) gehen weit auseinander. Gibt Bălașa et al. nur in 5,5% der Fälle eine Gefäß-Ummantelung an, so sind es bei Goel et al., welcher eine größere Stichprobe betrachtete, bereits 48%. (Bălașa et al., 2013, S. 94; Goel et al., 2002, S. 1359) Beide Studien behandelten vor allem TSMs; betrachtet man in der vorliegenden Arbeit die Gefäßbeteiligung unter Patient\*innen mit einem TSM, so liegt diese bei 21,1%. Hyperostosen kamen in diesem Kollektiv nur selten vor (5,2%), Angaben bezüglich der Knochenverdickungen reichen

von 20-60%. (Zimmerman, 1991, S. 209) Die Ursache der Hyperostose ist immer noch Gegenstand der Forschung, wobei diese am ehesten mit einer Invasion durch Tumorzellen zusammenzuhängen scheint. Andere Theorien sehen die Produktion von wachstumsfördernden Faktoren oder die Vaskularisation durch den Tumor als Grund für die Knochenverdickung. (Pieper et al., 1999, S. 743)

#### **4.1.8. Peri-operatives Risiko und Komplikationen**

14,6% der Patient\*innen wurden prä-operativ der ASA-Klasse I zugeteilt, 57,3% der ASA-Klasse II und 26% der ASA-Klasse III. Die vorliegende Verteilung der ASA-Klassen ist besser als die Einordnung in anderen Stichproben (Delgado-Fernández et al., 2018, S. 1063), sodass das Studienkollektiv dieser Arbeit im Schnitt hinsichtlich der Komorbiditäten und Risikofaktoren ein geringeres operatives Risiko aufweist. Eine geringere Komorbidität der Studienteilnehmer\*innen könnte so auch die durchschnittlich hohen prä-operativen KPS-Werte erklären.

Bei 35,4% des Studienkollektivs traten entweder peri- oder direkt post-operativ Blutungen auf, 20,8% zeigten ein Ödem, 12,5% die Ischämie bestimmter Areale und 11,4% Defektareale. Stefanescu et al. zeigte in seinem Studienkollektiv ähnliche Komplikationsraten. Auch war die Prävalenz bestimmter Komplikationen (z.B. Blutungen, Ödeme, Wundinfektion, Hygroma) abhängig davon, ob ein medianer oder ein lateraler Zugang gewählt wurde. (Stefanescu et al., 2011, S. 7–8) Die Stichprobe von Nakamura et al. zeigte post-operativ zwar geringere Raten an Blutungen, Ödemen und Ischämien, dafür kamen jedoch Hygromas und Wundinfektionen häufiger vor. Der Einsatz von Liquordrainagen (hier bei 10,4%) und einer Frontobasisdeckung (hier bei 12,5%) kamen ähnlich oft vor. (Nakamura et al., 2006, S. 1023) Im vorliegenden Kollektiv trat bei OFM-Resektionen Blutungen mit einem mittleren Effekt signifikant häufiger auf. Allgemein zeigen OFMs in Studien oft höhere Komplikationsraten. Dies ist nicht überraschend, da gerade große Tumore dazu neigen, bei Resektionen vaskuläre und ischämische Komplikationen zu erzeugen. (Mukherjee et al., 2015, S. 5) Als positiv zu bewerten ist, dass in dieser Studie typische Risiken des MZs (Liquorlecks, Meningitiden, Ödeme) nicht signifikant häufiger als bei LZs vertreten waren (Feng et al., 2020, S. 9).

Hämatome traten im MRT 3 Monate post-operativ bei MZs häufiger auf als bei LZs. Da in der vorliegenden Studie v.a. bei OFMs ein MZ erfolgte und OFMs generell ein höheres Auftreten von operativen Blutungen verzeichneten, sind die post-operativen Hämatomraten nachvollziehbar.

#### 4.1.9. Klinischer Zustand der Stichprobe

Der Mittelwert des prä-operativen Karnofsky-Index betrug 83,5 und besserte sich post-operativ auf 86,5. Die Anzahl der Personen mit einem KPS von 100 erhöhte sich dabei von 22,9% auf 40,6%. Insgesamt verbesserte sich der KPS bei 42 Patient\*innen (43,7%), blieb bei 39 Patient\*innen gleich (40,6%) und verschlechterte sich in 13 Fällen (13,5%), wobei 2 Patient\*innen davon noch während ihres stationären Aufenthalts verstarben. Eine Studie von Scheitzach et al. zu prä- und postoperativen KPS-Outcomes bei Schädelbasismeningeomen kam zu ähnlichen Ergebnissen (Scheitzach et al., 2014, S. 383). Beachtet man zusätzlich, dass der Altersmedian in unserer Stichprobe zum Zeitpunkt des operativen Eingriffs bei 59 Jahren lag und ältere Patient\*innen ein durchschnittlich niedrigeren KPS aufweisen sowie die Tatsache, dass Personen mit einem höheren prä-operativen KPS postoperativ keine so starken Verbesserungen aufweisen wie Personen mit niedrigem prä-operativen KPS, sind die KPS-Werte im vorliegenden Kollektiv als relativ gut einzuschätzen (Kreßner et al., 2018, S. 5–10). Der Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass per LZ resezierte Patient\*innen sowohl prä- als auch postoperativ einen durchschnittlich höheren KPS hatten. Dies kann zum einen an einer höheren Komplikationsrate medianer Zugänge liegen (Feng et al., 2020, S. 12). Zum anderen zeigten sowohl PSMs als auch TSMs (beide häufiger mittels lateralem Zugang reseziert) einen prä- und postoperativ tendenziell besseren KPS, auch wenn sich die Unterschiede des KPS innerhalb der Typen nicht als signifikant rausstellten.

Der wenige Tage post-operativ gemessene Barthel-Index lag im Mittel bei 68,9, was ein zufriedenstellendes Aktivitätslevel widerspiegelt. Insgesamt lag der post-operative Aufenthalt bei durchschnittlich 8,7 Tagen. Bei 23,9% des Kollektivs war bis 3 Monate post-operativ eine operative Revision (Clavien Dindo Scale IIIb) notwendig, von diesen war bei 5 Patient\*innen ein besonders langer post-operativer Klinikaufenthalt dokumentiert (siehe Ausreißer in Abb. 20). Der post-operative Aufenthalt ist trotz Ausreißern von ähnlichem Umfang sonst gemachter Angaben (Mortazavi et al., 2016, S. 275).

#### 4.1.10. Bewertung des Resektionsstatus

42,7% der Operationen erreichten einen Simpson Grad I, weitere 47,9% einen Simpson Grad II und 3,1% einen Simpson Grad III. Dies ist eine, verglichen mit anderen Studien, zufriedenstellende Resektionsrate (Pepper et al., 2011, S. 2284). Dabei zeigten PSMs und TSMs öfter Simpson Grad II-Resektionen als OFMs, welche häufiger Simpson Grad I-Resektionen erreichten. Auch in der Literatur sind die Resektionsraten nach Simpson für OFMs häufig besser als für TSMs und PSMs (Chi & McDermott, 2003, S. 4;

Stefanescu et al., 2011, S. 4). Grund hierfür kann sein, dass bei OFMs anteilig öfter ein MZ zum Einsatz kommt, welcher die Resektion von infiltriertem Knochen- und Duragewebe an der Schädelbasis vereinfacht, was die Voraussetzung für die Einteilung in eine Simpson-Resektion Grad I ist (Li et al., 2007, S. 1152).

Von insgesamt 76 Patient\*innen, welche bei der post-operativen Bildgebung vorstellig waren, zeigte sich bei 90,8% eine totale Tumorsektion (GTR) und bei 9,2% eine subtotale Tumorsektion (STR), was eine, verglichen mit anderen Autor\*innen, ähnlich zufriedenstellende Resektionsrate darstellt (Nakamura et al., 2006, S. 1022; Obeid & Al-Mefty, 2003, S. 536).

Der Mann-Whitney-U-Test zeigte signifikante Mittelwertunterschiede bezüglich der Resektionsraten von per LZ bzw. MZ operierten Patient\*innen. So hatten mittels LZ operierte Personen durchschnittlich bessere Resektionsraten, also öfter einen 3 Monate post-operativen kompletten Resektionsstatus „GTR“. Der Zusammenhang zu den gewählten Zugängen und dem Simpson Grad verhielt sich in der Testung gegenläufig. Dies kann jedoch damit erklärt werden, dass der Begriff „GTR“ mehrere Grade der Simpson-Skala (Grad I, II und III) vereint (Lemée et al., 2019, S. 2). „GTR“ entspricht somit dem Simpson Grad I, II und III. „STR“ ist mit einem Simpson Grad IV gleichzusetzen. Da der Mann-Whitney-U-Test als Test auf Rangunterschiede diese Differenzierung nicht vornimmt, sind die verschiedenen Ausrichtungen der Mittelwertsunterschiede zwischen Simpson Grad und Resektionsgrad (GTR, STR) darauf zurückzuführen.

#### **4.1.11. Rezidive und Mortalität**

Es kamen in dieser Stichprobe keine Rezidive vor.

3 Patient\*innen (3,1%) verstarben innerhalb der ersten 12 post-operativen Monate (eine Person mit OFM und zwei Personen mit PSM). Bei zwei weiteren Patient\*innen wurde das Versterben 4 bzw. 8 Jahre post-operativ dokumentiert. Entgegen der Annahme von Nakamura et al. und Mortazavi et al. konnte in dieser Stichprobe nicht belegt werden, dass ein BFZ eine besonders hohe Mortalitätsrate hat, da keiner der Verstorbenen mittels BFZ operiert worden war (Mortazavi et al., 2016, S. 280; Nakamura et al., 2006, S. 1025).

#### **4.1.12. Graduierungssystem zur Zugangsauswahl**

Die binär-logistische Regressionsanalyse wurde mit der abhängigen Variable (AV) „LZ erfolgt (ja/nein)“ und den unabhängigen Variablen (UV) „Typ“, „Knocheninfiltration“,

„Ventrikelverdrängung“, „perifokales Ödem“, „Tumorzellen“, „prä-operative Hyp- bzw. Anosmie“ und „prä-operatives KPS“ durchgeführt. Für gewöhnlich müssten diese unabhängigen Variablen im Rahmen einer multivariaten logistischen Regression analysiert werden, da in der klinischen Realität nicht eine Variable isoliert, sondern mehrere Variablen zeitgleich existieren und auf die AV in unterschiedlichem Ausmaß einen Effekt ausüben (Bender et al., 2007, S. 34). In dieser Studie wurde dennoch eine univariate binäre Regressionsanalyse für jede UV durchgeführt und die Ergebnisse dieser dann in einem Graduierungssystem unter Beachtung der jeweiligen Effektstärke und klinischen Bedeutung zusammengeführt. Dies ist vor allem auf die Stichprobengröße (n=96) zurückzuführen.

Da eine ausreichende Stichprobe Voraussetzung für die korrekte Durchführung einer multivariaten binär-logistischen Regressionsanalyse ist, stellte der Umfang des Studienkollektivs das größte Problem dar. In der Literatur werden bezüglich der benötigten Stichprobengrößen für solche Analysen unterschiedliche Angaben gemacht. So gibt Green an, bei einer erwünschten Power von 0,8 und 8 UV für die Betrachtung des Regressionskoeffizienten mindestens 112 Personen zu benötigen (Green, 1991, S. 508). Maxwell setzt für eine multivariate Regressionsanalyse mit 8 UV sogar eine Mindestanzahl von >800 Teilnehmer\*innen voraus (Maxwell, 2000, S. 454). Da die Voraussetzungen für die aussagekräftige Durchführung einer univariaten binären Regression niederschwelliger sind, wurde stattdessen eine univariate Analyse durchgeführt. Geringe Fallzahlen bergen aber auch hier das Risiko, das Auftreten von Null-Zellen zu erhöhen und damit die Teststärke sowie die Qualität der Testergebnisse negativ zu beeinflussen (Mayerl & Urban, 2010, S. 26). Die Entscheidung, die univariate Testung dennoch durchzuführen, beruht zum einen darauf, dass eine kritische Einordnung der Ergebnisse in die Literatur sowie eine logische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen auch in diesem Fall möglich sind. Zum anderen stellen die hier untersuchten Typen (OFM, PSM, TSM) seltene Erkrankungen dar, die durch ihre Seltenheit die Untersuchung von großen Fallzahlen in Primärarbeiten sehr schwierig macht. Daher sind für Analysen mit einer hohen Teststärke weitere Metaanalysen notwendig. Die hier vorgenommene Datenaggregation kann somit für zukünftige Metaregressionen hilfreich sein. Da der vorgeschlagene Behandlungsalgorithmus eine reine Entscheidungshilfe darstellen soll, ist das vorliegende Graduierungssystem auch mit einer Stichprobengröße von 96 Fallzahlen als sinnvoll zu erachten.

Unserer Meinung nach ist der wichtigste Faktor für die Entscheidungsfindung eines geeigneten Zugangs das Vorhandensein eines OFMs. Ist das betroffene Meningeom kein OFM, sondern ein PSM oder ein TSM, sollte ein lateraler Zugang gewählt werden.

Falls ein PSM oder TSM mit einer prä-operativen Hyp- bzw. Anosmie auftreten, so kann dennoch ein medianer Zugang in Betracht gezogen werden.

Wenn ein OFM vorhanden ist, können sowohl LZs als auch MZs eingesetzt werden. Sinnvoll für eine Entscheidung erscheint uns hier, die Verdrängungsmuster zu beachten. Bei einer Ventrikelverdrängung oder Knocheninfiltration ist eher ein MZ zu wählen, ebenso wenn ein perifokales Ödem vorhanden ist. Sollten keine Verdrängungen oder kein Ödem vorhanden sein, kann auch ein LZ gewählt werden. Sowohl Meningeomtyp als auch Verdrängungsmuster sowie prä-operative Hyp- bzw. Anosmie und Ödeme zeigen starke Effekte auf die Zugangswahl.

Zusätzlich können auch das prä-operative KPS und das Tumolvolumen betrachtet werden. Bei einem hohen prä-operativen KPS ist eher ein LZ zu wählen, bei einem großen Tumolvolumen eher ein MZ. Da diese beiden Parameter jedoch eine jeweils schwache Effektstärke/ Odds Ratio aufwiesen, sollten sie nur als weitere Einschätzungshilfe dienen und nicht isoliert, sondern zusammen mit den anderen Parametern betrachtet werden.

Interessant ist, dass das Volumen hier mit einer Odds Ratio von 0,961 einen kleinen Effekt auf die Zugangsvariable zeigt, was nicht den gängigen Angaben in der Literatur entspricht, die Tumorumfänge gerade bei OFMs als einen wichtigen Parameter für den richtigen Zugang erachten (Aguiar et al., 2009, S. 1169–1170; Alam et al., 2013, S. 6; Fox et al., 2009, 229–331; Goel et al., 2018, S. 4). Dabei werden unterschiedliche Zahlen für die Definition eines großen Meningeoms angegeben. Goel et al. bezeichnet ein Meningeom ab 5 cm (entspricht ca. 120 cm<sup>3</sup>) als groß (Goel et al., 2018, S. 2). Aguiar et al. hingegen definiert große Meningeome als Tumore mit einer Ausbreitung über 3 cm (entspricht ca. 30 cm<sup>3</sup>) (Aguiar et al., 2009, S. 1169). Wiederum andere Autoren verwenden LZ sowohl bei großen als auch bei kleinen OFMs (Ojemann, 1991, S. 390). Aguiar et al. betrachtet für die Auswahl des Zugangs nicht nur Größe, sondern ebenso Tumorlokalisierung, Gefäß- und Sehnerv-Verdrängung, den prä-operativen Visus und andere Faktoren wie Alter, Symptombdauer und Arachnoidea-Schädigung (Aguiar et al., 2009, S. 1169–1170).

Eine große Metaanalyse von Feng et al., bei der der Einsatz von LZs und MZs für OFMs verglichen wurde, zeigt etwas differenziertere Ergebnisse. So scheint Volumen zwar oft als kritischer Faktor für die Entscheidung für oder gegen einen MZ oder LZ zu sein, da MZs ein breites Operationsfenster und somit theoretisch bessere Bedingungen für die Resektion großer Tumore bieten. Jedoch können seiner Meinung nach in der Praxis auch für große Tumore LZs gut eingesetzt werden, da der mediane Ansatz und das radiale Wachstumsmuster medianer Schädelbasistumore oft zu einer Verdrängung

kritischer Strukturen aus dem lateralen Operationsfenster führen und damit gute räumliche und visuelle Bedingungen für eine umgebungsschonende Resektion bieten. MZs eignen sich v.a. gut für die Entfernung von Meningeomen, die Hyperostosen bzw. Knocheninfiltrationen zeigen. (Feng et al., 2020, S. 7–9) Die Erkenntnis, dass sich MZs v.a. bei Infiltrationen des Knochens eignen und weniger abhängig vom Volumen wie oft angenommen sind, entspricht den Ergebnissen der vorliegenden Studie recht gut. Es könnte daher sein, dass mit einem großen Tumorumfang korrelierende Eigenschaften (Verdrängungen, Ödeme, bestimmte Symptome) eine wichtigere Rolle für die Auswahl eines MZs spielen als das Volumen selbst.

## 4.2. Prospektive Daten

Die prospektive Analyse durch die Patientenbefragung wurde mit 27 Patient\*innen durchgeführt. Obwohl die Befragungsdauer bei durchschnittlich 10 Minuten lag, keine Anreise notwendig war und dadurch die Anforderungen an eine Teilnahme minimal waren, müssen dennoch einige Punkte Beachtung finden. Da sich hierfür nur noch lebende Patient\*innen melden konnten, sowie angenommen werden kann, dass sehr gebrechliche Patient\*innen zu einer Teilnahme nicht mehr fähig waren, kann hier ein Freiwilligenbias nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund sowie aufgrund der kleinen Stichprobe (n=27) wurde darauf verzichtet, die Ergebnisse statistisch zu testen. Stattdessen waren hier eine deskriptive Präsentation sowie eine Einordnung in die retrospektiven Ergebnisse zentral.

Die Teilnehmer\*innen der Befragung zeigten einen sehr guten körperlichen Zustand. Der Grad an Autonomie und Funktionalität im Alltag war bei den meisten nicht wesentlich eingeschränkt. Den generellen Gesundheitszustand bewerteten 74% als besser bzw. wesentlich besser als prä-operativ. Diejenigen, welche den Zustand als unverändert wahrnahmen, gaben an, das Meningeom sei bei ihnen zufällig diagnostiziert worden.

Hinsichtlich der psychischen Verfassung waren die Ergebnisse der Befragung etwas variabler. So gaben genauso viele Personen an, durch die Tumorerkrankung keinerlei Einschränkungen im sozialen Umfeld zu bemerken wie diese Einschränkungen sehr stark bzw. stark zu spüren. Auch Ängste bezüglich eines Rezidivs (37%) und negative Emotionen wie Niedergeschlagenheit (33,3%) waren nicht selten vertreten. Dies spiegelt die Bedeutung psychiatrischer Symptome bei Meningeomen der vorderen Schädelbasis und ihre Relevanz in der Diagnostik und Therapie wider.

Symptome, die auch noch in den letzten 12 Monaten zum Zeitpunkt des Interviews häufig vorkamen, waren Hyposmien, Geschmacksstörungen und Visusminderungen. Dies ist unter dem Aspekt, dass gerade Schäden am Sehnerv bzw. der Verlust des

Riechnervs permanent sind und diese Symptome auch im retrospektiven Kollektiv zahlreich vertreten waren, plausibel. Interessanterweise traten im prospektiven Kollektiv Rhinorrhoeen in 25,9% der Fälle und damit öfter als direkt post-operativ auf. Für eine ausreichende Begründung dieses Befunds sind weitere Untersuchungen notwendig.

Obwohl sowohl Haarwuchsprobleme als auch Unebenheiten im Bereich der OP-Narbe häufig vorkamen, gaben die meisten Teilnehmer\*innen an, mit dem kosmetischen Ergebnis der Kraniotomie zufrieden oder sehr zufrieden zu sein (85,1%).

### **4.3. Limitationen der Studie**

Durch das größtenteils retrospektive Design dieser Studie ist eine Analyse auf kausale Zusammenhänge nicht möglich. Dennoch fand eine nach bestem Gewissen ausführliche Dokumentation aller aufgetretenen Symptome, Outcome-Parameter und Komplikationen statt. Auch ist das Studienkollektiv in seinen Untergruppen heterogen. So stellen die OFM-Patient\*innen die größte Gruppe (n=56) dar. PSM-Patient\*innen (n=21) und TSM-Patient\*innen (n=19) bilden hier kleinere Gruppen, was zu statistischen Verzerrungen führen kann. Auch sollte angemerkt werden, dass in der vorliegenden Studie nur transkraniale und keine transnasalen Zugänge analysiert wurden. Weitere Studien zum Vergleich dieser beiden Zugangstechniken sind für eine abschließende Bewertung nötig.

## 5. Zusammenfassung

Die optimale operative Therapie von vorderen medianen Schädelbasistumoren ist seit langem Gegenstand der Forschung. Einzelne Meningeom-Typen an der vorderen Schädelbasis werden in Studien häufig einzeln betrachtet, anstatt nach ihrer Art eingeteilt und miteinander verglichen zu werden. Es stehen verschiedenste transkranielle Zugangswege zur Verfügung, wobei bis heute keine einheitliche Vorgehensweise bei der Auswahl des Zugangs etabliert ist. Nach bestem Gewissen gibt es bisher nur sehr wenige Autor\*innen, die versucht haben, einen Algorithmus zur Zugangsauswahl solcher Meningeome zu entwickeln. Ziel dieser Studie war es, anhand der Langzeitdaten von 96 am Klinikum rechts der Isar operierten OFM-, PSM- und TSM-Patient\*innen sowohl das Outcome der angewandten neurochirurgischen Therapien zu evaluieren als auch ein Graduierungssystem zur Erleichterung der Auswahl des optimalen Zugangs zu entwickeln. Für die Analyse wurden die gängigen Zugänge daher in mediane und laterale Zugänge eingeteilt. Um die langfristige Lebensqualität, das psychische Wohlbefinden und die körperliche Funktionalität der Patient\*innen einschätzen zu können, wurde zusätzlich eine telefonische Befragung nach Einwilligung der jeweiligen Patient\*innen mittels eines eigens für diese Studie konzipierten Fragebogens durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigten ein recht gutes visuelles, olfaktorisches und funktionelles Outcome. OFM-Patient\*innen zeigten signifikant häufiger psychiatrische Symptome, Geruchsminderungen, Knocheninfiltrationen, Ödeme und perioperative Blutungen. PSM- und TSM-Patient\*innen zeigten am häufigsten Visusminderungen. OFMs hatten die größten und TSMs die kleinsten Volumina. LZs wurden eher bei kleinen Tumoren und MZs eher bei großen Tumoren eingesetzt. Per LZ operierte Patient\*innen zeigten sowohl prä- als auch postoperativ signifikant höhere KPS-Werte und bessere Resektionsraten. Die Resektionsraten aller verwendeten Zugänge waren zufriedenstellend, zwei Patient\*innen verstarben innerhalb des ersten post-operativen Jahres. Eine erhöhte Mortalität bei Verwendung von MZs konnte in dieser Studie nicht gezeigt werden.

Die binäre Regressionsanalyse definierte als prädiktive Parameter für die Verwendung eines MZs das Vorhandensein eines OFMs, eine Knocheninfiltration, eine Ventrikelverdrängung, ein perifokales Ödem, einen niedrigen prä-operativen KPS und ein hohes Tumolvolumen. Dabei hatten vor allem die Verdrängungsmuster, Tumortypen und das Ödem einen starken Effekt auf die Auswahl. Interessanterweise zeigte das Tumolvolumen auf die Zugänge einen schwachen Effekt, was der Meinung vieler anderer Autor\*innen widerspricht. Die Erkenntnisse dieser Studie entsprechen jedoch denen großer Metaanalysen, die das Volumen ebenso als untergeordneten Faktor bei

der Auswahl des geeigneten Zugangs betrachten. Die endgültige Entscheidung für eine bestimmte Variante der LZs und MZs sollte in Anbetracht der Erfahrung und Präferenz individuell erfolgen.

Die Ergebnisse der Patientenbefragung zeigte einen auch Jahre nach der Resektion zufriedenstellenden körperlichen Zustand. Die psychiatrischen Symptome waren auch im prospektiven Kollektiv noch in relevanter Anzahl vorhanden, was nahelegt, dass die charakteristische psychiatrische Symptomatik von Patient\*innen mit Schädelbasismeningeomen sehr persistent sein können. Zusätzliche Forschung zur idealen Therapie von Meningeom-Patient\*innen mit psychiatrischen Symptomen ist im Hinblick auf die derzeitige Studienlage definitiv notwendig.

Zusammenfassend kann die vorliegende Studie und das entwickelte Graduierungssystem eine Entscheidungshilfe für die Auswahl des optimalen Zugangs bieten. Eine wichtige Limitierung der vorliegenden Studie ist die kleine Stichprobengröße. Ebenso wurde in dieser Arbeit die Verwendung von transnasalen Techniken nicht inkludiert. Weitere Studien und Metaanalysen mit einem größeren Studienkollektiv sollten zu diesem Thema erfolgen. Gerade die Auseinandersetzung neuerer Studien mit den individuellen genetischen Merkmalen von Meningeomen kann hier für die Zukunft eine weitreichende, vielversprechende Verbesserung des Verständnisses und der Therapie von Patient\*innen mit diesen Erkrankungen eröffnen.

## Literaturverzeichnis

- Aftahy, A. K., Barz, M., Krauss, P., Wagner, A., Lange, N., Hijazi, A., Wiestler, B., Meyer, B., Negwer, C. & Gempt, J. (2020). Midline Meningiomas of the Anterior Skull Base: Surgical Outcomes and a Decision-Making Algorithm for Classic Skull Base Approaches. *Cancers*, 12(11), 3243. <https://doi.org/10.3390/cancers12113243>
- Aguiar, P. H. P. de, Tahara, A., Almeida, A. N., Simm, R., Silva, A. N. d., Maldaun, M. V. C., Panagopoulos, A. T., Zicarelli, C. A. & Silva, P. G. (2009). Olfactory groove meningiomas: approaches and complications. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 16(9), 1168–1173. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2008.12.013>
- Alam, S., Uddin, A. N. W. & Mondle, M. S. (2013). Microsurgical Excision of Olfactory Groove Meningeomas, Comparative Studies of Different Surgical Approaches.
- Al-Mefty, O. & Smith, R. R. (1991). Tuberculum Sellae Meningiomas. In O. Al-Mefty (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 395–411). Raven Press.
- American Society of Anesthesiologists (Hrsg.). (2014). *ASA Physical Status Classification System*. <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>
- Azzam, D., Romiyo, P., Nguyen, T., Sheppard, J. P., Alkhalid, Y., Lagman, C., Prashant, G. N. & Yang, I. (2018). Dural Repair in Cranial Surgery Is Associated with Moderate Rates of Complications with Both Autologous and Nonautologous Dural Substitutes. *World Neurosurgery*, 113, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.01.115>
- Bălașa, A., Chinezu, R. & Gherasim, D. N. (2013). Surgical management of tuberculum sellae and planum sphenoidale meningiomas. *Romanian Neurosurgery*(20), Artikel 1, 92-99.
- Behling, F., Fodi, C., Hoffmann, E., Renovanz, M., Skardelly, M., Tabatabai, G., Schittenhelm, J., Honegger, J. & Tatagiba, M. (2020). The role of Simpson grading in meningiomas after integration of the updated WHO classification and adjuvant radiotherapy. *Neurosurgical Review*, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01428-7>
- Behling, F., Fodi, C., Hoffmann, E., Renovanz, M., Skardelly, M., Tabatabai, G., Schittenhelm, J., Honegger, J. & Tatagiba, M. (2021). The role of Simpson grading in meningiomas after integration of the updated WHO classification and adjuvant radiotherapy. *Neurosurgical Review*, 44(4), 2329–2336. <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01428-7>
- Bender, R., Ziegler, A. & Lange, S. (2007). Logistische Regression [Logistic regression]. *Dtsch Med Wochenschr*, 132(S 01), 33-35.

- Brainlab AG. (2018). *Origin Server* (Version 3.1) [Computer software]. München.
- Campian, J. & Gutmann, D. H. (2017). CNS Tumors in Neurofibromatosis. *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 35(21), 2378–2385. <https://doi.org/10.1200/JCO.2016.71.7199>
- Cappabianca, P., Cavallo, L. M., Esposito, F. & Divitiis, E. de. (2009). Endoscopy in Meningioma Surgery: Basic Principles, Applications, and Indications. In J. H. Lee (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 223–230). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8\\_21](https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8_21)
- Chen, H., Cohen, P. & Chen, S. (2010). How Big is a Big Odds Ratio? Interpreting the Magnitudes of Odds Ratios in Epidemiological Studies. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 39(4), 860–864. <https://doi.org/10.1080/03610911003650383>
- Chi, J. & McDermott, M. (2003). Tuberculum sellae meningiomas. *Neurosurgical focus*, 14(6), Artikel 6, 1-6.
- Chiang, G. S. H. & Goh, L. G. (2017). Olfactory groove and planum sphenoidale meningioma. *Canadian Family Physician*, 63(4), 288–291. <https://www.cfp.ca/content/63/4/288>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. L. Erlbaum Associates.
- Collin, C., Wade, D. T., Davies, S. & Horne, V. (1988). The Barthel ADL Index: a reliability study. *International disability studies*, 10(2), 61–63. <https://doi.org/10.3109/09638288809164103>
- Delgado-Fernández, J., García-Pallero, M. A., Gil-Simoes, R., Blasco, G., Frade-Porto, N., Pulido, P. & Sola, R. G. (2018). Validation of Grading Scores and Outcome Prognostic Factors in Intracranial Meningiomas in Elderly Patients. *World Neurosurgery*, 114, 1057-1065. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.03.146>
- Dindo, D., Demartines, N. & Clavien, P.-A. (2004). Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Annals of surgery*, 240(2), 205–213. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae>
- Dudley, R. W. R., Torok, M. R., Randall, S., Béland, B., Handler, M. H., Mulcahy-Levy, J. M., Liu, A. K. & Hankinson, T. C. (2018). Pediatric versus adult meningioma: comparison of epidemiology, treatments, and outcomes using the Surveillance, Epidemiology, and End Results database. *Journal of Neuro-Oncology*, 137(3), 621–629. <https://doi.org/10.1007/s11060-018-2756-1>
- Ellenbogen, R. & Sekhar, L. N. (Hrsg.). (2012). *Principles of Neurological Surgery*. Saunders.

- Ellert, U. & Kurth, B.-M. (2004). Methodische Betrachtungen zu den Summenscores des SF-36 anhand der erwachsenen bundesdeutschen Bevölkerung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 47, 1027–1032. <https://doi.org/10.1007/s00103-004-0933-1>
- Estevão, I. A., Camporeze, B., Matricardi, G., Da Silva Júnior, P., Gripp, D. A., Santiago, N. M. & Aguiar, P. H. P. de (2017). Tuberculum sellae meningioma: Is there an ideal approach? *Medical Express*, 4(4). <https://doi.org/10.5935/MedicalExpress.2017.04.03>
- Fahlbusch, R. & Schott, W. (2002). Pterional Surgery of Meningiomas of the Tuberculum Sellae and Planum Sphenoidale: Surgical Results with Special Consideration of Ophthalmological and Endocrinological Outcomes. *Journal of neurosurgery*, 96(2), 235–243. <https://doi.org/10.3171/jns.2002.96.2.0235>
- Feiz-Erfan, I., Spetzler, R. F., Horn, E. M., Porter, R. W., Beals, S. P., Lettieri, S. C., Joganic, E. F. & Demonte, F. (2008). Proposed classification for the transbasal approach and its modifications. *Skull base : official journal of North American Skull Base Society ... [et al.]*, 18(1), 29–47. <https://doi.org/10.1055/s-2007-994292>
- Feng, A. Y., Wong, S., Saluja, S., Jin, M. C., Thai, A., Pendharkar, A. V., Ho, A. L., Reddy, P. & Efron, A. D. (2020). Resection of Olfactory Groove Meningiomas Through Unilateral vs. Bilateral Approaches: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Oncology*, 10, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fonc.2020.560706>
- Field, A. (2016). *Exploring Data: The Beast of Bias*. <http://www.discoveringstatistics.com/docs/exploringdata.pdf>
- Fox, D., Khurana, V. G. & Spetzler, R. F. (2009). Olfactory Groove/Planum Sphenoidale Meningiomas. In J. H. Lee (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 327–332). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8\\_34](https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8_34)
- Goel, A., Bhaganagare, A., Shah, A., Kaswa, A., Rai, S., Dharurkar, P. & Gore, S. (2018). Olfactory groove meningiomas: An analysis based on surgical experience with 129 cases. *Neurology India*, 66, 1081.
- Goel, A., Muzumdar, D. & Desai, K. (2002). Tuberculum sellae meningioma: a report on management on the basis of a surgical experience with 70 patients. *Neurosurgery*(51), Artikel 6, 1358-1364.
- Green, S. B. (1991). How Many Subjects Does It Take To Do A Regression Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 26(3), 499–510. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2603\\_7](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2603_7)
- Greenberg, M. S. (2016). *Handbook of Neurosurgery* (8. Aufl.). Thieme.

- Gupta, R. K. & Kumar, R. (2004). Benign brain tumours and psychiatric morbidity: a 5-years retrospective data analysis. *The Australian and New Zealand journal of psychiatry*, 38(5), 316–319. <https://doi.org/10.1080/j.1440-1614.2004.01357.x>
- Guthrie, B. L., Carabell, S. C. & Laws, E. R. (1991). Radiation Therapy for Intracranial Meningiomas. In O. Al-Mefty (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 255–262). Raven Press.
- Ha, B.-J., Cheong, J. H. & Yi, H.-J. (2016). Risk Factors for Cerebrospinal Fluid Leakage after Craniotomy and the Efficacy of Dural Sealants Application versus Dural Suturing Alone. *Nerve*, 2(2), 22–25. <https://doi.org/10.21129/nerve.2016.2.2.22>
- Heuschmann, P., Kolominsky-Rabas, P., Nolte, C., Hünermund, G., Ruf, H.-U., Laumeier, I., Meyrer, R., Alberti, T., Rahmann, A., Kurth, T. & Berger, K. (2005). The reliability of the German version of the Barthel-Index and the development of a postal and telephone version for the application on stroke patients. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*, 73, 74–82. <https://doi.org/10.1055/s-2004-830172>
- Holleczek, B., Zampella, D., Urbschat, S., Sahm, F., Deimling, A. von, Oertel, J. & Ketter, R. (2019). Incidence, mortality and outcome of meningiomas: A population-based study from Germany. *Cancer epidemiology*, 62, 101562. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2019.07.001>
- Hussin, S., Yusoff, S. S. M., Zin, F. M. & Ghani, Ab Rahman Izaini (2018). Frontal meningioma with psychiatric symptoms. *Journal of family medicine and primary care*, 7(1), 252–254. [https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc\\_157\\_17](https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_157_17)
- IBM Corp. (2019). *SPSS Statistics for Windows* (Version 26) [Computer software]. NY.
- Irlbeck, T., Zwißler, B. & Bauer, A. (2017). ASA-Klassifikation. *Der Anaesthesist*, 66(1), 5–10. <https://doi.org/10.1007/s00101-016-0246-4>
- Jallo, G. & Benjamin, V. (2002). Tuberculum sellae meningiomas: microsurgical anatomy and surgical technique. *Neurosurgery*(51), Artikel 2, 1432-1440.
- Jeyaraj, P. (2015). Importance of Early Cranioplasty in Reversing the "Syndrome of the Trephine/Motor Trephine Syndrome/Sinking Skin Flap Syndrome". *Journal of maxillofacial and oral surgery*, 14(3), 666–673. <https://doi.org/10.1007/s12663-014-0673-1>
- Kim, C. J. & Hong, S. H. (2009). Tuberculum Sellae Meningiomas. In J. H. Lee (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 333–345). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8\\_35](https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8_35)
- Kogias, E. & Weyerbrock, A. (2019). Intrakranielle Meningeome: ein neurochirurgisches Krankheitsbild? [Intracranial Meningiomas: A Neurosurgical Disease? Possibilities and Limitations of Surgery]. *Praxis*, 108(12), 787–792. <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a003297>

- Komotar, R. J., Starke, R. M., Raper, D. M. S., Anand, V. K. & Schwartz, T. H. [Theodore H.] (2012). Endoscopic endonasal versus open transcranial resection of anterior midline skull base meningiomas. *World Neurosurgery*, 77(5-6), 713–724. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.08.025>
- Kreßner, M., Arlt, F., Riepl, W. & Meixensberger, J. (2018). Prognostic factors of microsurgical treatment of intracranial meningiomas – A multivariate analysis. *PLOS ONE*, 13(10), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202520>
- Kubinger, K., Rasch, D. & Moder, K. (2009). Zur Legende der Voraussetzungen des t Tests für unabhängige Stichproben. *Psychologische Rundschau*, 60, 26–27. <https://doi.org/10.1026/0033-3042.60.1.26>
- Lamszus, K. (2004). Meningioma Pathology, Genetics, and Biology. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 63(4), 275–286. <https://doi.org/10.1093/jnen/63.4.275>
- Lee, J. H. & Sade, B. (2009). Management Options and Surgical Principles: An Overview. In J. H. Lee (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 203–207). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8_17)
- Lemée, J.-M., Corniola, M. V., Da Broi, M., Joswig, H., Scheie, D., Schaller, K., Helseth, E. & Meling, T. R. (2019). Extent of Resection in Meningioma: Predictive Factors and Clinical Implications. *Scientific Reports*, 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42451-z>
- Li, X., Liu, M., Liu, Y. & Zhu, S. (2007). Surgical management of Tuberculum sellae meningiomas. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 14(12), 1150–1154. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2006.09.003>
- Louis, D. N., Perry, A., Wesseling, P., Brat, D. J., Cree, I. A., Figarella-Branger, D., Hawkins, C., Ng, H. K., Pfister, S. M., Reifenberger, G., Soffietti, R., Deimling, A. von & Ellison, D. W. (2021). The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro-oncology*, 23(8), 1231–1251. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noab106>
- Lynch, J. C., Goncalves, M. B., Pereira, C. E., Melo, W. & Temponi, G. F. (2016). The extended pterional approach allows excellent results for removal of anterior cranial fossa meningiomas. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 74(5), 382–387. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20160058>
- Matsuno, A., Tanaka, H., Iwamuro, H., Takanashi, S., Miyawaki, S., Nakashima, M., Nakaguchi, H. & Nagashima, T. (2006). Analyses of the factors influencing bone graft infection after delayed cranioplasty. *Acta neurochirurgica*, 148(5), 535-540. <https://doi.org/10.1007/s00701-006-0740-6>

- Maxwell, S. E. (2000). Sample size and multiple regression analysis. *Psychological Methods*, 5(4), 434–458. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.5.4.434>
- Mayerl, J. & Urban, D. (2010). Binär-logistische Regressionsanalyse. Grundlagen und Anwendung für Sozialwissenschaftler(3).
- Meling, T. R. & König, M. (2019). Frontal Craniotomies: Bifrontal. In S. Raabe, B. Meyer, K. Schaller, P. Vajkoczy & P. A. Winkler (Hrsg.), *The Craniotomy Atlas* (S. 112–117). Thieme.
- Mishra, S., Leão, B. & Rosito, D. M. (2017). Extradural anterior clinoidectomy: Technical nuances from a learner's perspective. *Asian journal of neurosurgery*, 12(2), 189–193. <https://doi.org/10.4103/1793-5482.145544>
- Mortazavi, M. M., Da Brito Silva, H., Ferreira, M., Barber, J. K., Pridgeon, J. S. & Sekhar, L. N. (2016). Planum Sphenoidale and Tuberculum Sellae Meningiomas: Operative Nuances of a Modern Surgical Technique with Outcome and Proposal of a New Classification System. *World Neurosurgery*, 86, 270–286. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.09.043>
- Mukherjee, S., Thakur, B., Corns, R., Connor, S., Bhangoo, R., Ashkan, K. & Gullan, R. (2015). Resection of olfactory groove meningioma - a review of complications and prognostic factors. *British journal of neurosurgery*, 29(5), 685–692. <https://doi.org/10.3109/02688697.2015.1054348>
- Nakamura, M., Roser, F., Struck, M., Vorkapic, P. & Samii, M. (2006). Tuberculum sellae meningiomas: clinical outcome considering different surgical approaches. *Neurosurgery*, 59(5), 1019-1029. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000245600.92322.06>
- Nanda, A., Bir, S. C., Maiti, T. K., Konar, S. K., Missios, S. & Guthikonda, B. (2017). Relevance of Simpson grading system and recurrence-free survival after surgery for World Health Organization Grade I meningioma. *Journal of neurosurgery*, 126(1), 201–211. <https://doi.org/10.3171/2016.1.JNS151842>
- Nassiri, F., Liu, J., Patil, V., Mamatjan, Y., Wang, J. Z., Hugh-White, R., Macklin, A. M., Khan, S., Singh, O., Karimi, S., Corona, R. I., Liu, L. Y., Chen, C. Y., Chakravarthy, A., Wei, Q., Mehani, B., Suppiah, S., Gao, A., Workewych, A. M., . . . Zadeh, G. (2021). A clinically applicable integrative molecular classification of meningiomas. *Nature*, 597(7874), 119–125. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03850-3>
- Obeid, F. & Al-Mefty, O. (2003). Recurrence of olfactory groove meningiomas. *Neurosurgery*, 53(3), 534-543. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000079484.19821.4a>
- Ojemann, R. G. (1991). Olfactory Groove Meningiomas. In O. Al-Mefty (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 383–393). Raven Press.

- Ojemann, R. G. & Swann, K. W. (1987). Meningiomas of the Anterior and Middle Cranial Fossa. In L. N. Sekhar & V. L. Schramm (Hrsg.), *Tumors of the Cranial Base: Diagnosis and Treatment*. Futura Publ. Co.
- Ormond, D. R., Hadjipanayis, C. G. & Oertel, J. (2013). The Supraorbital Keyhole Craniotomy through an Eyebrow Incision: Its Origins and Evolution. *Minimally Invasive Surgery*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2013/296469>
- Otani, N., Muroi, C., Yano, H., Khan, N., Pangalu, A. & Yonekawa, Y. (2006). Surgical management of tuberculum sellae meningioma: role of selective extradural anterior clinoidectomy. *British journal of neurosurgery*, 20(3), 129–138. <https://doi.org/10.1080/02688690600776747>
- Ottenhausen, M., Rumalla, K., Alalade, A. F., Nair, P., La Corte, E., Younus, I., A. Forbes, J., Ben Nsir, A., Banu, M. A., Tsiouris, A. J. & Schwartz, T. H [Theodor H.] (2018). Decision-making algorithm for minimally invasive approaches to anterior skull base meningiomas. *Neurosurgical Focus FOC*, 44(4), 1-8. <https://doi.org/10.3171/2018.1.FOCUS17734>
- Oya, S., Kawai, K., Nakatomi, H. & Saito, N. (2012). Significance of Simpson grading system in modern meningioma surgery: integration of the grade with MIB-1 labeling index as a key to predict the recurrence of WHO Grade I meningiomas. *Journal of neurosurgery*, 117(1), 121–128. <https://doi.org/10.3171/2012.3.JNS111945>
- Pepper, J.-P., Hecht, S. L., Gebarski, S. S., Lin, E. M., Sullivan, S. E. & Marentette, L. J. (2011). Olfactory groove meningioma: Discussion of clinical presentation and surgical outcomes following excision via the subcranial approach. *The Laryngoscope*, 121(11), 2282–2289. <https://doi.org/10.1002/lary.22174>
- Pereira-Filho, N. d. A., Soares, F. P., Chemale, I. d. M. & Coutinho, L. M. B. (2010). Peritumoral brain edema in intracranial meningiomas. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 68(3), 346–349. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2010000300003>
- Péus, D., Newcomb, N. & Hofer, S. (2013). Appraisal of the Karnofsky Performance Status and proposal of a simple algorithmic system for its evaluation. *BMC medical informatics and decision making*, 13, 1–7. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-13-72>
- Pieper, D., Al-Mefty, O., Hanada, Y. & Buechner, D. (1999). Hyperostosis Associated with Meningioma of the Cranial Base: Secondary Changes or Tumor Invasion. *Neurosurgery*, 44(4), 742–746. <https://doi.org/10.1097/00006123-199904000-00028>
- Porst, M., Wengler, A., Leddin, J., Neuhauser, H., Katsarava, Z., Lippe, E. von der, Anton, A., Ziese, T. & Rommel, A. (2020). Migräne und Spannungskopfschmerz

- in Deutschland. Prävalenz und Erkrankungsschwere im Rahmen der Krankheitslast-Studie BURDEN 2020. *Journal of Health Monitoring*, 5(S6), 2–26.
- Prayson, R. A. (2009). Pathology of Meningiomas. In J. H. Lee (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 31–43). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-84628-784-8_5)
- Raabe, S. (2019). Difference between Approach and Craniotomy. In S. Raabe, B. Meyer, K. Schaller, P. Vajkoczy & P. A. Winkler (Hrsg.), *The Craniotomy Atlas* (S. 3). Thieme.
- Raabe, S., Meyer, B., Schaller, K., Vajkoczy, P. & Winkler, P. A. (Hrsg.). (2019). *The Craniotomy Atlas*. Thieme.
- Raza, S. M., Effendi, S. T. & Demonte, F. (2014). Tuberculum Sellae Meningiomas: Evolving Surgical Strategies. *Current Surgery Reports*, 2(11), 73–82. <https://doi.org/10.1007/s40137-014-0073-y>
- SAP SE. (2013). SAP (Version EHP 7 FOR SAP ERP 6.0) [Computer software]. Walldorf.
- Sathananthan, M., Sathananthan, A., Scheithauer, B. W., Giannini, C., Meyer, F. B., Atkinson, J. L. D. & Erickson, D. (2013). Sellar meningiomas: an endocrinologic perspective. *Pituitary*, 16(2), 182–188. <https://doi.org/10.1007/s11102-012-0399-3>
- Scheitzach, J., Schebesch, K.-M., Brawanski, A. & Proescholdt, M. A. (2014). Skull base meningiomas: neurological outcome after microsurgical resection. *Journal of Neuro-Oncology*, 116(2), 381–386. <https://doi.org/10.1007/s11060-013-1309-x>
- Schmidek, H. H. (Hrsg.). (1991). *Meningiomas and their Surgical Management*. W. B. Saunders Company.
- Sectra AB. (2020). *Sectra Workstation IDS7* (Version 22.2) [Computer software]. Linköping.
- Shah, A. M., Jung, H. & Skirboll, S. (2014). Materials used in cranioplasty: a history and analysis. *Neurosurgical focus*, 36(4), 1-7. <https://doi.org/10.3171/2014.2.FOCUS13561>
- Simpson, D. (1957). The recurrence of intracranial meningiomas after surgical treatment. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 20(1), 22–39. <https://doi.org/10.1136/jnnp.20.1.22>
- Slavik, E., Radulović, D. & Tasić, G. (2007). Olfactory groove meningiomas. *Acta chirurgica iugoslavica*, 54(2), 59–62. <https://doi.org/10.2298/aci0702059s>
- Stefanescu, F., Radoi, M., Ciocan, L., Olteanu, R., Vakilnejad, R., Popa, R., Papacocea, A. & Danaila, L. (2011). Large olfactory groove meningiomas: clinical outcome considering different surgical approaches. *Romanian Neurosurgery*(18), Artikel 2. <https://www.journals.lapub.co.uk/index.php/roneurosurgery/article/view/557>

- Suchoff, I. B., Kapoor, N., Ciuffreda, K. J., Rutner, D., Han, E. & Craig, S. (2008). The frequency of occurrence, types, and characteristics of visual field defects in acquired brain injury: A retrospective analysis. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 79(5), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2007.10.012>
- Sumkovski, R., Micunovic, M. & Kocevski, I. (2019). Surgical Treatment of Meningiomas - Outcome Associated With Type of Resection, Recurrence, Karnofsky Performance Score, Mitotic Count.
- Tayebi Meybodi, A., Lawton, M. T., Yousef, S., Guo, X., González Sánchez, J. J., Tabani, H., García, S., Burkhardt, J.-K. & Benet, A. (2018). Anterior clinoidectomy using an extradural and intradural 2-step hybrid technique. *Journal of neurosurgery*, 130(1), 238–247. <https://doi.org/10.3171/2017.8.JNS171522>
- Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (Hrsg.). *Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36)*.
- van Swieten, J. C., Koudstaal, P. J., Visser, M. C., Schouten, H. J. & van Gijn, J. (1988). Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients. *Stroke*, 19(5), 604–607. <https://doi.org/10.1161/01.str.19.5.604>
- Ware, J. E., JR & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*, 30(6), 473–483.
- Yoshimoto, T., Sawamura, Y., Houkin, K. & Abe, H. (1997). Effectiveness of Fibrin Glue for Preventing Postoperative Extradural Fluid Leakage. *Neurologia medico-chirurgica*, 37(12), 886–890. <https://doi.org/10.2176/nmc.37.886>
- Zhao, H., Collier, J., Quah, D., Purvis, T. & Bernhardt, J. (2009). The Modified Rankin Scale in Acute Stroke Has Good Inter-Rater-Reliability but Questionable Validity. *Cerebrovascular diseases*, 29, 188–193. <https://doi.org/10.1159/000267278>
- Zhou, H., Wu, Z., Wang, L. & Zhang, J. (2016). Microsurgical Treatment of Tuberculum Sellae Meningiomas with Visual Impairments: A Chinese Experience of 56 Cases. *Turk Neurosurg*, 26(1), 48–53.
- Zimmerman, R. D. (1991). MRI of Intracranial Meningiomas. In O. Al-Mefty (Hrsg.), *Meningiomas* (S. 209–223). Raven Press.

## Anhang

### Anhang 1: SF-36 Fragebogen (Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf)

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Ausgezeichnet..... 1
- Sehr gut..... 2
- Gut..... 3
- Weniger gut..... 4
- Schlecht..... 5

2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

- Derzeit viel besser als vor einem Jahr..... 1
- Derzeit etwas besser als vor einem Jahr..... 2
- Etwa so wie vor einem Jahr..... 3
- Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr..... 4
- Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr..... 5

3. Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

TÄTIGKEITEN	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
a. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
c. Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
d. mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
e. einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
f. sich beugen, knien, bücken	1	2	3
g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
j. sich baden oder anziehen	1	2	3

4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen)	1	2

5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B., weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

SCHWIERIGKEITEN	JA	NEIN
a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
d. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht..... 1

Etwas.....	2
Mäßig.....	3
Ziemlich.....	4
Sehr.....	5

7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Ich hatte keine Schmerzen.....	1
Sehr leicht .....	2
Leicht.....	3
Mäßig.....	4
Stark.....	5
Sehr stark.....	6

8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Überhaupt nicht.....	1
Ein bißchen.....	2
Mäßig.....	3
Ziemlich.....	4
Sehr.....	5

9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

BEFINDEN	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
a. ...voller Schwung	1	2	3	4	5	6
b. ...sehr nervös	1	2	3	4	5	6
c. ...so niedergeschlagen, daß Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
d. ...ruhig und gelassen	1	2	3	4	5	6
e. ...voller Energie?	1	2	3	4	5	6
f. ...entmutigt und traurig	1	2	3	4	5	6
g. ...erschöpft	1	2	3	4	5	6
h. ... glücklich	1	2	3	4	5	6
i. ...müde	1	2	3	4	5	6

10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)

Immer..... 1

Meistens.....	2
Manchmal.....	3
Selten.....	4
Nie.....	5

11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?

(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)

AUSSAGEN	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
c. Ich erwarte, daß meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

12. Wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?

sehr gut o gut o mittelmäßig o schlecht o sehr schlecht o

13. Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Aussagen. Bitte Kreuzen (X) Sie in jeder Reihe an, ob diese für Sie zutrifft oder nicht.

	JA	NEIN
Ich bin andauernd müde		
Ich habe nachts Schmerzen		
Ich fühle mich niedergeschlagen		
Ich habe unerträgliche Schmerzen		
Ich nehme Tabletten, um schlafen zu können		
Ich habe vergessen, wie es ist Freude zu empfinden		
Ich habe vergessen, wie es ist Freude zu empfinden		
Ich finde es schmerzhaft, meine Körperposition zu verändern		
Ich fühle mich einsam		
Ich kann mich nur innerhalb des Hauses bewegen		
Es fällt mir schwer mich zu bücken		
Alles strengt mich an		
Ich wache in den frühen Morgenstunden auf		
Ich kann überhaupt nicht gehen		
Es fällt mir schwer, zu anderen Menschen Kontakt aufzunehmen		
Die Tage ziehen sich		
Ich habe Schwierigkeiten Treppen hinauf- und hinunterzugehen		
Es fällt mir schwer nach Gegenständen zu greifen		
Ich habe Schmerzen beim Gehen		
Mir reißt derzeit oft der Geduldsfaden		
Ich fühle, daß ich niemanden nahestehe		
Ich liege nachts die meiste Zeit wach		
Ich habe das Gefühl, die Kontrolle zu verlieren		
Ich habe Schmerzen, wenn ich stehe		
Es fällt mir schwer mich selbst anzuziehen		
Meine Energie läßt schnell nach		
Es fällt mir schwer lange zu stehen (z.B. am Spülbecken, an der Bushaltestelle)		
Ich habe andauernd Schmerzen		
Ich brauche lange zum Einschlafen		

Ich habe das Gefühl für andere Menschen eine Last zu sein		
Sorgen halten mich nachts wach		
Ich fühle, daß das Leben nicht lebenswert ist		
Ich schlafe nachts schlecht		
Es fällt mir schwer mit anderen Menschen auszukommen		
Ich brauche Hilfe, wenn ich mich außer Haus bewegen will (Stock oder jemand, der mich stützt)		
Ich habe Schmerzen, wenn ich Treppen hinauf- und hinuntergehe		
Ich wache deprimiert auf		
Ich habe Schmerzen, wenn ich sitze		

## Anhang 2: Fragebogen zur Erfassung von Langzeitergebnissen und gesundheitsbezogener Lebensqualität nach neurochirurgischen Tumoroperationen

Patient\*innen-ID: .....

Durchgeführt am: ..... Uhrzeit: von ..... bis.....

Befragt von: .....

### Gesundheitsbezogene Lebensqualität

#### Psychisches Wohlbefinden

1) Haben Sie durch Ihre Hirntumorerkrankung seelische Probleme entwickelt, die Sie bei Ihrer Arbeit oder bei alltäglichen Tätigkeiten einschränken?

Ja

Nein

2) Waren Sie aufgrund Ihrer Hirntumorerkrankung in den letzten 12 Monaten ...

... niedergeschlagen

Ja

Nein

... antriebslos

Ja

Nein

... hoffnungslos

Ja

Nein

... freudlos

Ja

Nein

Wenn ja, wie sehr schränken diese seelischen Probleme Ihren normalen Kontakt zu Familienangehörigen, Freunden, Bekannten ein?

1  
Überhaupt nicht

2

3

4

5

Sehr stark

3) Empfinden Sie im Alltag Angst, dass Ihre Tumorerkrankung zurückkehren/ sich verschlimmern könnte?

Ja

Nein

4) Haben Sie seit Ihrer Diagnose einen Arzt wegen Beschwerden aufgesucht, wegen denen Sie normalerweise nicht zum Arzt gegangen wären?

Ja

Nein

5) Befinden oder befanden Sie sich wegen Ihrer Hirntumorerkrankung in psychologischer Betreuung bzw. haben Sie andere psychologische Hilfsangebote wahrgenommen?

Ja

Nein

6) Fühlen Sie sich bei der Bewältigung Ihrer Krankheit von Familie und Freunden ausreichend unterstützt?

Ja

Nein

Wenn ja, empfinden Sie diese Unterstützung als wertvoll?

Ja

Nein

### Alltagstauglichkeit

1) Sie leben aktuell ...

- ... allein
- ... mit Familienangehörigen oder Partner
- ... in einer Pflegeeinrichtung

2) Haben Sie einen Pflegegrad?

Ja

Nein

Wenn ja, welchen?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

3) Benötigen Sie bei alltäglichen Tätigkeiten, wie z.B. im Haushalt oder beim Einkaufen, regelmäßig Unterstützung?

Ja

Nein

4) Benötigen Sie bei der Körperpflege, beim Waschen oder Ankleiden, regelmäßig Unterstützung?

Ja

Nein

5) Benötigen Sie bei der Fortbewegung innerhalb Ihres Zuhauses, also z.B. vom Bett zur Toilette, regelmäßig Unterstützung?

Ja

Nein

### Körperliche Belastbarkeit

1) Können Sie aktuell...

- ... 50m ohne fremde Hilfe gehen?
- ... 50m mit Unterstützung gehen?
- ... weniger als 50m gehen?

2) Können Sie aktuell...

- ... ohne fremde Hilfe Treppensteigen?
- ... mit Unterstützung Treppensteigen?
- ... gar nicht Treppensteigen?

3) Verwenden Sie eines der folgenden Hilfsmittel?

- Gehstock
- Rollator
- Gehwagen
- Rollstuhl
- keines

Wenn ja, aus welchen Gründen verwenden Sie das/ die Hilfsmittel?

- Gangunsicherheit
  - Schwindel
  - Gleichgewichtsstörungen
  - motorische Defizite (Ataxie, Parese, Plegie...)
  - aus nicht-neurologischen Gründen:
- 

### **Kosmetisches Ergebnis**

1) Belastet Sie das Aussehen Ihrer Operationsnarbe?

- Ja  Nein

2) Gibt es Haarwuchsprobleme im Bereich der OP-Narbe?

- Ja  Nein

3) Gibt es seit der Operation im Bereich des Kopfes, besonders der Stirn und der Schläfen, Veränderungen, wie z.B. eingesunkene Areale, Beulen oder Unförmigkeiten?

- Ja  Nein

4) Gibt es seit der Operation Probleme beim Bewegen der Gesichtsmuskulatur, also z.B. beim Lachen, Pfeifen oder Stirnrunzeln?

Ja

Nein

5) Wie zufrieden sind Sie mit dem kosmetischen Ergebnis der Operation im Allgemeinen?

1

2

3

4

5

sehr unzufrieden

sehr zufrieden

### **Funktioneller Gesundheitszustand**

1) Hatten Sie in den letzten 12 Monaten...

...ein eingeschränktes Riechvermögen	Ja	Nein
...eine Verschlechterung des Sehens	Ja	Nein
...eine Erblindung	Ja	Nein
...Doppelbilder	Ja	Nein
...Lähmungen der Augenmuskulatur (Probleme beim Bewegen der Augen)	Ja	Nein
...Geschmacksstörungen	Ja	Nein
...Lähmungen der Gesichtsmuskulatur	Ja	Nein
...Empfindungsstörungen im Gesichtsbereich	Ja	Nein
...Schmerzen im Gesichtsbereich	Ja	Nein

2) Sind in den letzten 12 Monaten folgende Symptome aufgetreten?

Kopfschmerzen	Ja	Nein
Schwindel	Ja	Nein
Desorientiertheit	Ja	Nein
Konzentrations- oder Gedächtnisstörungen	Ja	Nein
Schluckbeschwerden	Ja	Nein
Persönlichkeitsveränderungen	Ja	Nein
(Fokale oder generalisierte) Krampfanfälle	Ja	Nein
Gefühlsstörungen am Körper	Ja	Nein

Gangunsicherheit	Ja	Nein
Inkontinenz	Ja	Nein
Störungen beim Sprechen	Ja	Nein
Erschöpfungszustände	Ja	Nein
Rhinorrhoe (vermehrter Nasenausfluss)	Ja	Nein
Behinderung der Nasenatmung	Ja	Nein

Bei Patient\*innen, die nach der OP nicht mehr vorstellig waren:

3) Haben Sie unmittelbar nach der Operation eine der folgenden Nachbehandlungen erhalten?

Bestrahlung	Ja	Nein
Chemotherapie	Ja	Nein
Erneute Operation	Ja	Nein

4) Trat in den ersten 6 Monaten nach der Tumoroperation eine der folgenden Komplikationen auf?

Krampanfall	Ja	Nein
Infektionen des Gehirns oder der Hirnhäute	Ja	Nein
Wundheilungsstörungen	Ja	Nein
Schlaganfall	Ja	Nein

Wenn ja, haben die Komplikationen zu einer operativen Revision geführt?

Ja

Nein

5) Haben Sie in den ersten 6 Monaten nach der Tumoroperation eine Shunt-Anlage (Hirnwasserableitung) erhalten?

Ja

Nein

Wenn ja, aus welchen Gründen haben Sie diese erhalten?

Hydrocephalus

Blutung/ Hämatom

Liquorstörung (Fistel, Liquorkissen, Zirkulationsstörung)

keine Angabe

6) Wo waren Sie in Nachbehandlung bzgl. Ihrer Tumoroperation?

-----

*Bei R0/ Simpson I+II/ GTR*

7) Gab es seit der Operation ein Rezidiv, also ein erneutes Auftreten des Tumors?

Ja

Nein

Wenn ja, wurde dies behandelt mit einer...

...erneuten Operation	Ja	Nein
...Bestrahlung	Ja	Nein
...Chemotherapie	Ja	Nein

*Bei postoperativem Tumorrest*

8) Gab es seit der Operation ein Wachstum, also eine Vergrößerung des Resttumors?

Ja

Nein

Wenn ja, wurde dies behandelt mit...

...erneuter Operation	Ja	Nein
...Bestrahlung	Ja	Nein
...Chemotherapie	Ja	Nein

9) Wie würden Sie Ihren aktuellen Gesundheitszustand bezogen auf Ihre Hirntumorerkrankung einschätzen?

- deutlich besser als vor der Operation
- etwas besser als vor der Operation
- unverändert
- etwas schlechter als vor der Operation
- deutlich schlechter als vor der Operation

10) Nehmen Sie Nachuntersuchungstermine regelmäßig wahr?

Ja

Nein

Wenn ja, in welchen Zeitabständen gehen Sie zu aktuell zur Nachsorge?

alle 3 Monate

alle 6 Monate

jährlich

alle 2 Jahre

andere:

---

## **Lebenslauf**

Alaa Hamzeh

### **P E R S Ö N L I C H E   A N G A B E N**

#### **GEBURTSDATUM UND GEBURTSORT**

08.07.1996

Syrien/Damaskus

### **B E R U F S E R F A H R U N G**

**Seit 01/2023**

**Facharztausbildung Pathologie**

Pathologisches Institut Erlangen

**2018 - 2022**

**Klinischer Teil des Medizinstudiums und Praktisches Jahr**

Technische Universität München

**2016 - 2018**

**Vorklinischer Teil des Medizinstudiums**

Ludwig-Maximilian-Universität München

### **P U B L I K A T I O N E N**

Aftahy (2020) Midline Meningiomas of the Anterior Skull Base: Surgical Outcomes and a Decision-Making Algorithm for Classic SkullBase Approaches. Cancers 12: 3243-3255; IF=5.2

## Danksagung

Vielen herzlichen Dank an meinen Betreuer, Prof. Dr. Jens Gempt, sowie an meinen Mentor, Prof. Dr. Jan Stefan Kruschke, für die professionelle Unterstützung und die herzliche Betreuung.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Kaywan Aftahy aus der Arbeitsgruppe Schädelbasis, ohne dessen bereichernden Ideen, Ratschläge, Motivation und große Hilfsbereitschaft diese Arbeit für mich nicht denkbar gewesen wäre.

Weiterhin möchte ich Frau Dr. Katty Castillo vom Lehrstuhl für medizinische Informatik an der Technischen Universität München für die Unterstützung während der statistischen Auswertung danken.

Ein großer Dank geht an die Heinrich-Böll-Stiftung, welche mir durch die finanzielle und ideelle Förderung die Arbeit an meiner Dissertation ermöglichte.

Tiefster Dank geht an die Liebe meines Lebens, M. K., der auch in dieser Lebensphase eine unermüdliche Quelle an Unterstützung und Ruhe war sowie an meine Mutter, R. H., ohne die ich nicht meinen Weg gegangen wäre.