

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

Gliome im Corpus callosum // Corpus callosum involvement in glioma patients

Forster MT, Behrens M

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2022; 23 (3), 118-122

Homepage:

www.kup.at/

JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

UPDATE

Spezifische Migräneprophylaxe mit CGRP-Antikörpern in der Praxis

VORTRAGENDE

Dr.ⁱⁿ Sonja-Maria Tesar

Medizinische Direktorin des LKH Wolfsberg und Leiterin der Kopfschmerzambulanz am Klinikum Klagenfurt
Präsidentin der Österreichischen Kopfschmerzgesellschaft

Dr. Francis Baudet

Facharzt für Allgemeinmedizin, spezielle Schmerzmedizin und psychotherapeutische Medizin



INHALTE & FORTBILDUNGSZIELE

- Differentialdiagnose Kopfschmerz und Migräne
- Aktueller Wissensstand zur Pathophysiologie der Migräne
- Warum ist Migräneprophylaxe wichtig?
- Wer kann von der modernen Migräneprophylaxe profitieren?
- Wie wirken CGRP-Antikörper und wie werden sie in der Praxis angewendet?
- Welche Bedeutung haben die unterschiedlichen Verabreichungsformen und Verabreichungsintervalle in der Praxis?
- Was sind die Spezifika der neuen Therapie mit Eptinezumab?
- Gatekeeper:in Hausärzt:in: Die wichtige Rolle der Allgemeinmediziner:innen bei der Migränetherapie
- Zahlen, Fakten, Q & A rund um Migräneprophylaxe mit CGRP-Antikörpern



2 DFP-Punkte



LINK ZUM E-LEARNING

[https://learn.meindfp.at/evaluate/
org/44238808/courses/
view-event?item_id=65379886](https://learn.meindfp.at/evaluate/org/44238808/courses/view-event?item_id=65379886)

Fortbildung verfügbar bis 29.2.2026

Gliome im Corpus callosum

M.-Th. Forster¹, M. Behrens²

Kurzfassung: Der Vorteil der Resektion für das Überleben der Patienten wurde für alle Arten von Gliomen gezeigt. Aufgrund der Antizipation postoperativer neurologischer und neurokognitiver Defizite wird bei Patienten mit Gliomen, die das Corpus callosum miteinbeziehen, dennoch meist von einer Tumorresektion abgesehen. Erst während der letzten Jahre erschienen erste Publikationen, die von einem Vorteil der Tumorresektion im Corpus callosum in Bezug auf Überleben sowie das neurologische und neurokognitive Outcome der Patienten berichteten.

Die vorliegende Arbeit soll einen kurzen Überblick zu Gliomen im Corpus callosum, ihrer Tumorresektion sowie zur jüngsten Studienlage bieten.

Schlüsselwörter: Corpus callosum, Gliome, Resektion, Überleben, Neurokognition

Abstract: Corpus callosum involvement in glioma patients. Clear evidence exists on the positive impact of maximal safe tumor resection on glioma patients' overall survival. However, due to anticipated postoperative functional and neuropsychological sequelae, patients suffering from glioma involving the corpus callosum rarely undergo tumor resection. Only recently, a small number of studies reported on the possible benefit of glioma surgery, also if corpus callosum is involved, with regard to patients' overall survival and neurological and neurocognitive function.

The present work aims at providing a summary on glioma invading the corpus callosum and at conducting a short review of the respective recent literature.

J Neurol Neurochir Psychiatrie 2022; 23 (3): 118–22.

Keywords: Corpus callosum, glioma, resection, survival, neurocognition

■ Einleitung

Gliome werden in Westeuropa jährlich bei 8,3 von 100.000 Personen diagnostiziert [1]. Sie treten in allen Altersgruppen auf und zählen zu den Malignomen mit der schlechtesten Prognose. Eine kurative Therapieoption existiert bislang nicht. Je nach Therapie und integrierter Diagnose, die die histologische Klassifikation und das molekulare Tumorprofil umfasst, kann das mediane Überleben der Patienten mit Gliomen, mit Ausnahme der sehr seltenen nicht malignen Gliome, bis über 15 Jahre betragen [2, 3]. Allerdings wird in zwei Drittel aller Patienten ein Glioblastom ZNS WHO-Grad 4 diagnostiziert, welches auch nach maximaler Therapie nur mit einer medianen Überlebenszeit von 20,9 Monaten einhergeht [4].

Neben dem molekularen Tumorprofil, dem Alter und dem präoperativen klinisch-neurologischen Zustand der Patienten beeinflusst vor allem das Ausmaß der Tumorresektion die Prognose [5, 6]. Hierbei stellen Gliome, die das Corpus callosum miteinbeziehen, eine besondere Entität dar. Einerseits unterscheiden sie sich molekularpathologisch von anderen Gliomen, da sie als Glioblastome signifikant häufiger Mutationen im *PDGFRA*-Gen aufweisen als Glioblastome ohne Beteiligung des Corpus callosum [7, 8]. Auch werden sie aufgrund der Dissemination in beide Hemisphären *per se* als aggressiv eingestuft. Andererseits wird oft von ihrer Resektion abgesehen, um Patienten nicht zusätzlich in ihrer neurologischen und neurokognitiven Funktion zu beeinträchtigen.

■ Das Corpus callosum

Das Corpus callosum dient als größte Kommissur des Gehirns dem interhemisphärischen Informationsaustausch, der großteils entlang eines anterior-posterioren Gradienten zwischen

homologen Gehirnarealen stattfindet, wenngleich ebenso Projektionen zu heterotopen Arealen (z. B. parietal zu frontal) existieren [9]. Da seine funktionell unterschiedlichen Regionen jedoch nicht durch anatomische Landmarken erkennbar sind, wurden verschiedene geometrische Schemata zur Unterteilung des Corpus callosum entworfen, die zumeist auf der Klassifikation von Witelson et al. beruhen, welche das Corpus callosum in 5 Segmente unterteilt [10]. Dennoch können wir bis heute trotz einer Vielzahl moderner bildgebender und elektrophysiologischer Untersuchungen dieser Fragestellung [11–13] keine sichere Aussage über die Relation interhemisphärischer Prozesse zu bestimmten Regionen des Corpus callosum treffen.

Evidenzbasierte Erkenntnisse über die Bedeutung des Corpus callosum für die funktionelle Konnektivität zwischen den Hemisphären resultieren bislang vor allem aus Läsionsstudien. Während bei Menschen mit einer Agenesie des Corpus callosum eine verringerte, doch beinahe normale funktionelle Konnektivität beobachtet wird [14], weisen Patienten nach partieller oder kompletter Callosotomie, die aufgrund therapierefraktärer Epilepsie durchgeführt wird, einen ausgeprägten Verlust des interhemisphärischen Informationsaustausches auf. Dieser manifestiert sich klinisch in verschiedenen Symptomen, die unter dem Namen Diskonnektionssyndrom subsummiert werden [15, 16]. Hierbei zählen die taktile Agnosie der linken Hand, die Alexie im linken Gesichtsfeld und vor allem neurokognitive Beeinträchtigungen wie Alexithymie, Aufmerksamkeitsdefizite, Gedächtnisprobleme, Lern- sowie bimanuelle Koordinationsschwierigkeiten zu den häufigsten Symptomen [17–19].

Ebenso können regional begrenzte Läsionen des Corpus callosum, die beispielsweise bei Patienten mit Multipler Sklerose, mit Blutungen oder diffusen axonalen Schäden zu finden sind, konsekutiv zu einer verringerten interhemisphärischen Konnektivität führen. Im Fall von Gliomen wurde bilddiagnostisch vor allem bei höhergradigen Tumoren eine deutlich verringerte Konnektivität festgestellt, die auf einer neuronalen Zerstörung oder einer Zerreißung der Faserbahnen durch den

Eingelangt am: 17.01.2022, angenommen nach Revision am: 17.05.2022

Aus der ¹Klinik für Neurochirurgie und ²Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Korrespondenzadresse: PD Dr. Marie-Therese Forster, MBA, Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Frankfurt, D-60528 Frankfurt am Main, E-mail: marie-therese.forster@med.uni-frankfurt.de

Tumor und in Folge einer Waller-Degeneration im Corpus callosum beruhen dürfte [20].

■ Gliome im Corpus callosum

Gliome im Corpus callosum können in 2 Typen unterschieden werden:

- 1) Gliome, die das Corpus callosum ausgehend von einer Hemisphäre infiltrieren und
- 2) Gliome, die das Corpus callosum sowie beide Hemisphären miteinbeziehen, sogenannte „Schmetterlingsgliome“ [21, 22].

Über viele Jahrzehnte wurde von ihrer Resektion Abstand genommen, insbesondere im Fall von Schmetterlingsgliomen erfolgte meist nur eine Biopsie, um die Tumordiagnose im Hinblick auf die adjuvante Therapie zu sichern. Diesen Patienten verblieb im Median eine Überlebenszeit von 1,6 bis 3,5 Monaten [23–26]. Erst seit wenigen Jahren wird auch ihnen immer häufiger eine Tumorresektion angeboten. Wie eine Analyse von Glioblastom-Daten der Nationalen Tumordatenbank der Vereinigten Staaten ergab, wurden 2010 nur 33,1 % aller das Corpus callosum miteinbeziehenden Gliome einer chirurgischen Therapie unterzogen, während 2015 bereits 44,7 % eine Tumorresektion erfuhren [27]. Dennoch herrscht weiterhin Uneinigkeit, ob Patienten mit Gliomen im Corpus callosum von einer Tumorresektion profitieren [28].

Für die seltenen Schmetterlingsgliome identifizierten Chojak et al. erst jüngst 5 retrospektiv durchgeführte Studien, die die Auswirkung der Resektion auf das Überleben der Patienten untersuchten [28]. In dieser Metaanalyse wurden insgesamt 88 Patienten einer Tumorresektion und 106 Patienten einer Biopsie unterzogen, wobei nach Tumorresektion ein signifikanter Vorteil in den Überlebensraten nach 6 Monaten, nicht jedoch nach 12 Monaten beobachtet wurde. Erst nach Ausschluß der Studie von Chaichana et al. [23], die zu einer Heterogenität der Daten für das Outcome nach 12 Monaten geführt hatte, erwies sich die Tumorresektion der Tumorbiopsie auch für die Überlebensraten nach 12 Monaten überlegen. Aufgrund der geringen Patientenanzahl und der fehlenden Adjustierung der Gruppen hinsichtlich präoperativer Tumorumfänge und adjuvanter Therapien sollten diese Ergebnisse jedoch nicht als kausale Zusammenhänge, sondern eher als Assoziationen betrachtet werden, wie die Autoren abschließend betonten.

Für Gliome, die das Corpus callosum von einer Hemisphäre infiltrieren, liegen ebenfalls nur wenige Studien vor, die den Effekt der chirurgischen Therapie auf das Überleben der Patienten untersuchten. Eine der ersten retrospektiven Studien wurde 1997 von Steltzer et al. publiziert, wobei die Überlebenszeiten von Patienten nach Resektion höhergradiger Gliome mit und ohne Corpus callosum-Beteiligung verglichen und eine signifikante Verkürzung der Überlebensdauer bei Corpus callosum-Beteiligung festgestellt wurde [29].

Zu einem ähnlichen Resultat gelangten 2015 Chen et al., wenngleich sie im Fall einer Corpus callosum-Infiltration eine signifikant verkürzte Überlebenszeit nur für niedriggradige, nicht jedoch für höhergradige Gliome beobachteten [21]. Insbesondere identifizierten sie das Resektionsausmaß als signifi-

kanten Einflussfaktor auf das Überleben aller Gliompatienten, wobei im Fall von Glioblastomen das Resektionsausmaß einen stärkeren Effekt als die Corpus callosum-Beteiligung auf das Überleben der Patienten ausübte. Bemerkenswert war jedoch, dass in keinem der von ihnen analysierten 33 Patienten, die ein Gliom unter Einbeziehung des Corpus callosum aufwiesen, eine Kompletresektion erzielt werden konnte.

In einer weiteren Studie von Franco et al. gelang eine Kompletresektion in 8 von insgesamt 25 Patienten mit Glioblastomen, die das Corpus callosum infiltrierten – und die Kompletresektion wurde als einziger, das Überleben signifikant verlängernder Faktor identifiziert [30]. So lagen die 12- und die 24-Monats-Überlebensraten bei Patienten, die eine Resektion (inklusive 17 Patienten mit Tumorteilresektion) erfuhren, bei 58 % und 30 %, gegenüber 33 % und 7 % bei Patienten, deren Tumoren lediglich biopsiert wurden. Zu erwähnen gilt hier darüber hinaus, dass 50 % der Patienten mit Tumorbiopsie keiner adjuvanten Therapie zugeführt wurden, im Gegensatz zu 32 % der Patienten, die einer Tumorresektion unterzogen wurden.

■ Morbidität nach Gliomresektion im Corpus callosum

Die langjährig verbreitete Annahme, Patienten durch Tumorresektionen im Corpus callosum in ihren neurologischen und neurokognitiven Funktionen zu beeinträchtigen, wurde durch die oben genannten Studien kontinuierlich entkräftet. Dayani et al. beschrieben persistierende neurologische Ausfälle in nur einem (7,1 %) von 14 Patienten nach Resektion eines Schmetterlingsglioms [24], Franco et al. wiederum beobachteten 3 Monate postoperativ, dass 60 % der Patienten nach Kompletresektion eines das Corpus callosum infiltrierenden Glioms einen Karnofsky-Performance-Score (KPS) > 80 % aufwiesen, gegenüber weniger als 20 % der Patienten, die eine Biopsie oder eine Teilresektion erfuhren [30]. Burks et al. betonte den Nutzen der Wach-Operation – inkl. intraoperatives elektrophysiologisches Mapping – für das neurologische Outcome von Patienten mit Schmetterlingsgliomen, da sie hiernach in nur einem von 11 Patienten eine Abulie als Ausdruck eines Diskonnektionssyndroms beobachteten, verglichen zu 11 von 25 Patienten, die einer Standardresektion in Vollnarkose unterzogen wurden [31].

■ Laserinduzierte Thermotherapie (LITT) von Gliomen im Corpus callosum

Eine Alternative zur Resektion vor allem tief gelegener zerebraler Läsionen steht seit einigen Jahren mit der Laserinduzierten Thermotherapie (LITT) zur Verfügung. Hierbei wird unter stereotaktischer oder navigationsgestützter Führung im Tumorgewebe ein Laserkatheter platziert, über welchen nach MR-tomographischer Bestätigung der korrekten Katheterlage die entsprechende Laserenergie zur Gewebeablation abgegeben wird.

Publikationen zu LITT von Gliomen im Corpus callosum liegen bislang nur wenige vor. Beaumont et al. berichteten 2018 über 15 Patienten, deren Gliome im Corpus callosum mittels LITT behandelt wurden und die hiernach eine Überlebenszeit von $7,2 \pm 2,8$ Monaten aufwiesen [32]. Kamath et al. wiederum

berichteten über ein medianes Überleben von 11,5 Monaten in 18 Patienten, die mittels LITT an Gliomen in tief gelegenen zerebralen Regionen wie dem Corpus callosum, dem Thalamus und der Insel behandelt wurden [33]. Beide Publikationen bestätigten der LITT-Methode Sicherheit und Effizienz, beobachteten allerdings perioperative Komplikationen in 20 % bzw. 22 % ihrer Patienten.

Eigene Erfahrungen

Da Patienten mit Gliomen im Corpus callosum bereits häufig zum Zeitpunkt der Tumordiagnose ausgeprägte Symptome aufweisen, stellten wir in der Klinik für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Frankfurt die Hypothese auf, dass eine Tumoresektion diesen Patienten weniger schaden könne als deren Unterlassung. Unter der Annahme, dass eine Reduktion des raumfordernden Effekts und eine daraus resultierende Veränderung der Mikromilieus der umgebenden Neuronen sich in einem besseren neurologischen und neurokognitiven Outcome der Patienten niederschlagen werde [34, 35], wurde Patienten mit Gliomen, die das Corpus callosum miteinbezogen, eine Tumoresektion unter intraoperativem Monitoring angeboten und deren Auswirkungen auf das Überleben sowie auf die klinische neuropsychologische Funktion der Patienten prospektiv untersucht [36].

Zwischen 01/2017 und 01/2020 erfuhren insgesamt 21 Patienten mit Gliomen (Astrozytom ZNS-WHO-Grad 2, n = 1; Astrozytom ZNS-WHO-Grad 3, n = 1; Oligodendrogliom ZNS-WHO-Grad 3, n = 3; Astrozytom ZNS-WHO-Grad 4, n = 5; Glioblastom ZNS-WHO-Grad 4, n = 12) im Corpus callosum eine Tumoresektion, wobei in 15 Patienten eine Komplettresektion, in 6 Patienten eine subtotale Resektion (Resektionsausmaß 97,7 %, residuelles Tumolvolumen 2,1 cm³) erzielt werden konnte. Während der medianen Beobachtungszeit von 12,6 (2,0–30,9) Monaten starben 8 Patienten mit Glioblastom ZNS-WHO-Grad 4 und 1 Patient mit einem Astrozytom ZNS-WHO-Grad 4 nach im Median 17 (3,8–20,6) Monaten, während 12 Patienten nach im Median 9,4 (2,0–30,9) Monaten noch am Leben waren. Hieraus resultierte eine kalkulierte mediane Überlebenszeit der Patienten von 19,4 Monaten (Abbildung 1) – eine Überlebenszeit, die jenen in großen internationalen Studien an Patienten mit ZNS-WHO-Grad 4 Gliomen entspricht [4, 37].

Bemerkenswert erwies sich vor allem der Verlauf des klinischen und neurokognitiven Zustands der Patienten. Lag der mediane KPS präoperativ bei 100 (60–100) % und vor Entlassung bei 90 (50–100) %, so betrug er zum Zeitpunkt der regulären Nachuntersuchung nach im Median 5,3 Monaten bei jenen 12 Patienten, die sich auch neuropsychologisch untersuchen ließen, 100 (70–100) %. Neurokognitive Defizite fanden sich präoperativ in 14 Patienten (67 %), wobei der Anteil an Patienten mit eingeschränkten neurokognitiven Fähigkeiten unmittelbar postoperativ in jeder untersuchten Domäne zunahm, zum Zeitpunkt des Follow-up's allerdings deutlich verringert war (Abbildung 2). Insbesondere für die Funktionen Aufmerksamkeit, Exekutivfunktionen, Gedächtnis und räumlich-konstruktive Funktion erwies sich der Anteil an neurokognitiv eingeschränkten Patienten signifikant rückläufig (p = 0,01, p = 0,034, p < 0,001 und p = 0,040).

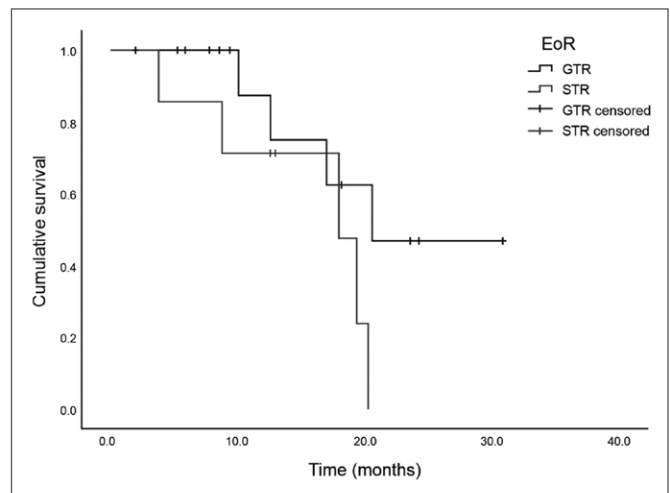


Abbildung 1: Überlebenskurve für alle 21 Patienten, stratifiziert nach dem Ausmaß der Tumoresektion. GTR: Komplettresektion; STR: subtotale Resektion (Nachdruck aus Forster et al. [36], Creative Commons Attribution 4.0 Int. Licence, CC BY 4.0)

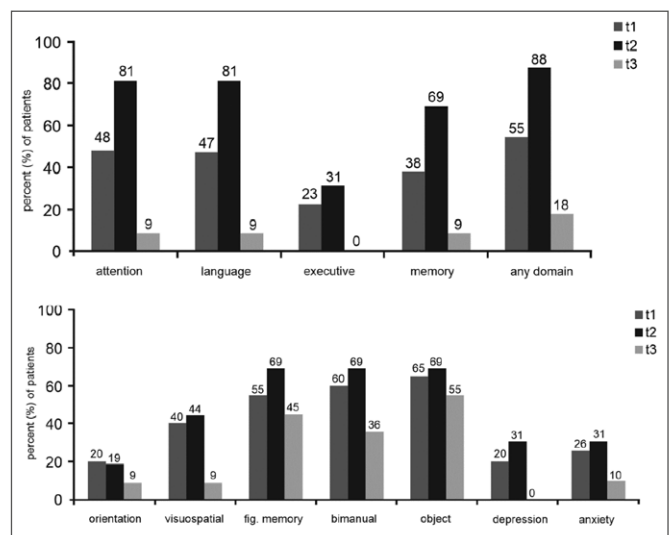


Abbildung 2: Neurokognitive Ergebnisse. Darstellung des Prozentsatzes der Patienten, die pro Domäne Einschränkungen aufweisen, präoperativ (t1), postoperativ (t2) sowie zum Zeitpunkt der langfristigen Nachuntersuchung (t3) (Nachdruck aus Forster et al. [36], Creative Commons Attribution 4.0 Int. Licence, CC BY 4.0)

Fallbeispiel

Bei einem 36-jährigen rechtshändigen Mann wurde aufgrund von seit 8 Wochen bestehenden Kopfschmerzen und Übelkeit ein großer links-frontaler Tumor diagnostiziert, der die Stammganglien, die Insel sowie das Corpus callosum miteinbezog und zu einer erheblichen Mittellinienverlagerung führte. Neuropsychologisch fielen Einschränkungen in seiner Aufmerksamkeit sowie seiner formalen Wortflüssigkeit auf. Es erfolgte eine komplette Tumoresektion (Abbildung 3), ein Astrozytom, IDH-1-mutiert, ZNS-WHO-Grad 4 wurde diagnostiziert. Postoperativ wies der Patient keine neurologischen oder neurokognitiven Ausfälle auf. Nach erfolgter adjuvanter Radiochemotherapie nach Stupp et al. und weiteren 5 Zyklen Temozolomid wurde die neuropsychologische Verlaufuntersuchung durchgeführt, die dem Patienten durchwegs altersentsprechende neurokognitive Fähigkeiten und einen KPS von 100 % attestierte.

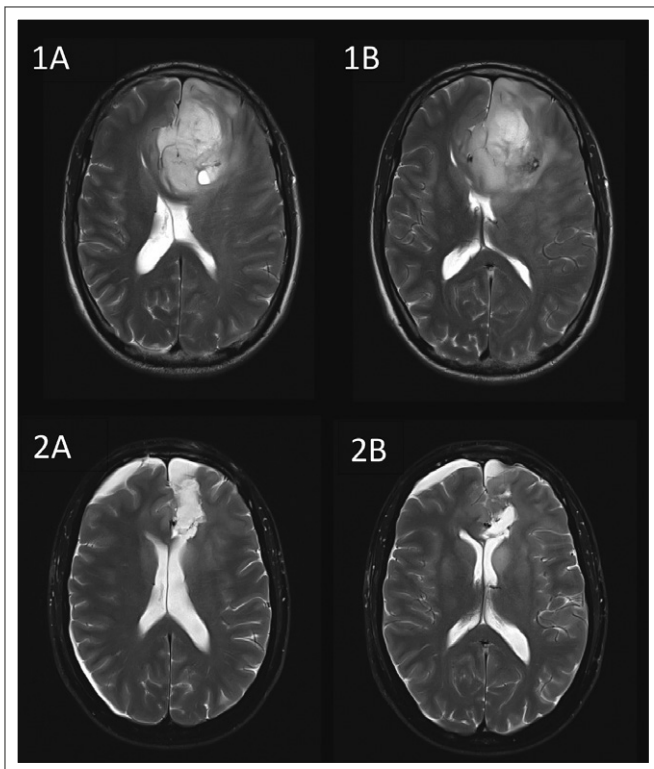


Abbildung 3: Fallbeispiel 1: **1A und 1B** zeigen den großen links-frontalen Tumor, der das Corpus callosum miteinbezieht, vor der Operation, **2A und 2B** das Ergebnis 4 Monate nach Komplettresektion.

Im weiteren Verlauf kam es 13 Monate nach Operation zu einem Tumorprogress, so dass weitere Zyklen Chemotherapie, nun mit CCNU und später Regorafenib, erfolgten. Der Patient verstarb nach insgesamt 19,4 Monaten.

■ Zusammenfassung

Untersuchungen der letzten Jahre weisen darauf hin, dass Patienten mit Gliomen, die das Corpus callosum miteinbeziehen, von einer Tumorsektion profitieren können. Wenngleich bisherige Studien nur wenige Patienten umfassten und einem Bias aufgrund der Patientenselektion unterlagen, so gilt es im Zeitalter individualisierter Therapiekonzepte umso mehr, diese Patienten zu identifizieren und ihnen eine chirurgische Therapie

anzubieten – wobei sowohl auf das intraoperative Monitoring und Mapping, als auch auf begleitende neuropsychologische Untersuchungen nicht verzichtet werden sollte, um Patienten nicht nur ein längeres Überleben, sondern auch ein Leben mit guter Lebensqualität zu ermöglichen.

Ob auch Patienten in fortgeschrittenem Alter sowie mit schlechteren prognostischen Ausgangscharakteristika von der Resektion von Gliomen, die das Corpus callosum miteinbeziehen, profitieren, sollte in weiteren Studien an einer größeren Anzahl an Patienten untersucht werden.

■ Relevanz für die Praxis

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass sich für Gliome im Corpus callosum ein Paradigmenwechsel in der chirurgischen Therapie abzeichnet. Publikationen der letzten Jahre weisen darauf hin, dass die Tumorsektion das Gesamtüberleben im Vergleich zur alleinigen Tumorbiopsie signifikant verlängern und zudem unter Zuhilfenahme des intraoperativen elektro-physiologischen Monitorings ein Erhalt oder gar eine Verbesserung der neurologischen und neurokognitiven Funktionen der Patienten erzielt werden kann.

Wenngleich bisherige Studien noch wenige Patienten umfassten, so belegen diese Arbeiten dennoch, dass Patienten mit Gliomen im Corpus callosum eine chirurgische Therapie angeboten werden sollte.

PD Dr. Marie-Therese Forster, MBA



Promotion an der Medizinischen Fakultät der Universität Wien 2003, neurochirurgische Ausbildung 2005–2007 in Genf und ab 2007 an der Klinik für Neurochirurgie Frankfurt/ M. Seit 2013 Fachärztin für Neurochirurgie, Habilitation 2015. MBA Health Care Management an der Donau Universität Krems 2019. Seit 2020 leitende Oberärztin der Klinik für Neurochirurgie, Goethe Universität Frankfurt/ M.

■ Interessenkonflikt

Bei den Autorinnen bestehen keine Interessenkonflikte.

Literatur:

- Brain GBD, Other CNSCC. Global, regional, and national burden of brain and other CNS cancer, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol* 2019; 18: 376–93.
- Iwadate Y, Matsutani T, Hara A, Hirono S, Ikegami S, Kobayashi M, et al. Eighty percent survival rate at 15 years for 1p/19q co-deleted oligodendroglioma treated with upfront chemotherapy irrespective of tumor grade. *J Neurooncol* 2019; 141: 205–11.
- Jakola AS, Skjulsvik AJ, Myrnes KS, Sjavik K, Unsgard G, Torp SH, et al. Surgical resection versus watchful waiting in low-grade gliomas. *Ann Oncol* 2017; 28: 1942–8.
- Stupp R, Taillibert S, Kanner A, Read W, Steinberg D, Lhermitte B, et al. Effect of tumor-treating fields plus maintenance temozolomide vs maintenance temozolomide alone on survival in patients with glioblastoma: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017; 318: 2306–16.
- Kavouridis VK, Boaro A, Dorr J, Cho EY, Iorgulescu JB, Reardon DA, et al. Contemporary assessment of extent of resection in molecularly defined categories of diffuse low-grade glioma: a volumetric analysis. *J Neurosurg* 2019 Oct 25; doi: 10.3171/2019.6.JNS19972 [Online ahead of print].
- Marko NF, Weil RJ, Schroeder JL, Lang FF, Suki D, Sawaya RE. Extent of resection of glioblastoma revisited: personalized survival modeling facilitates more accurate survival prediction and supports a maximum-safe-resection approach to surgery. *J Clin Oncol* 2014; 32: 774–82.
- Cui M, Gao X, Chi Y, Zhang M, Lin H, Chen H, Sun C, Ma X. Molecular alterations and their correlation with the survival of glioblastoma patients with corpus callosum involvement. *Front Neurosci* 2021; 15: 701426.
- Shen S, Feng S, Liu H, Jiang J, Yu X. Associations of histological and molecular alterations with invasion of the corpus callosum in gliomas. *Acta Neurochir (Wien)* 2020; 162: 1691–9.
- De Benedictis A, Petit L, Descoteaux M, Marras CE, Barbareschi M, Corsini F, et al. New insights in the homotopic and heterotopic connectivity of the frontal portion of the human corpus callosum revealed by microdissection and diffusion tractography. *Hum Brain Mapp* 2016; 37: 4718–35.
- Witelson SF. The brain connection: the corpus callosum is larger in left-handers. *Science* 1985; 229: 665–8.
- Hofer S, Frahm J. Topography of the human corpus callosum revisited – comprehensive fiber tractography using diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuroimage* 2006; 32: 989–94.
- Roland JL, Snyder AZ, Hacker CD, Mitra A, Shimony JS, Limbrick DD, et al. On the role of the corpus callosum in interhemispheric functional connectivity in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2017; 114: 13278–83.
- Schulte T, Muller-Oehring EM. Contribution of callosal connections to the interhemispheric integration of visuomotor and cognitive processes. *Neuropsychol Rev* 2010; 20: 174–90.
- Brown WS, Paul LK. The neuropsychological syndrome of agenesis of the corpus callosum. *J Int Neuropsychol Soc* 2019; 25: 324–30.
- Seymour SE, Reuter-Lorenz PA, Gazzaniga MS. The disconnection syndrome. Basic findings reaffirmed. *Brain* 1994; 117: 105–15.

16. Sperry RG, Gazzaniga M, Bogen JE. Inter-hemispheric relationships: the neocortical commissures; syndromes of hemisphere. In: Disorders of speech, perception and symbolic behavior. Handbook of clinical neurology. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1969; 273–90.
17. Berlucchi G. Frontal callosal disconnection syndromes. *Cortex* 2012; 48: 36–45.
18. Devinsky O, Laff R. Callosal lesions and behavior: history and modern concepts. *Epilepsy Behav* 2003; 4: 607–17.
19. Gooijers J, Swinnen SP. Interactions between brain structure and behavior: the corpus callosum and bimanual coordination. *Neurosci Biobehav Rev* 2014; 43: 1–19.
20. Tordjman M, Madelin G, Gupta PK, Cordova C, Kurz SC, Orringer D, et al. Functional connectivity of the default mode, dorsal attention and fronto-parietal executive control networks in glial tumor patients. *J Neurooncol* 2021; 152: 347–55.
21. Chen KT, Wu TW, Chuang CC, Hsu YH, Hsu PW, Huang YC, et al. Corpus callosum involvement and postoperative outcomes of patients with gliomas. *J Neurooncol* 2015; 124: 207–14.
22. Ho ML, Moonis G, Ginat DT, Eisenberg RL. Lesions of the corpus callosum. *AJR Am J Roentgenol* 2013; 200: W1–16.
23. Chaichana KL, Jusue-Torres I, Lemos AM, Gokaslan A, Cabrera-Aldana EE, Ashary A, et al. The butterfly effect on glioblastoma: is volumetric extent of resection more effective than biopsy for these tumors? *J Neurooncol* 2014; 120: 625–34.
24. Dayani F, Young JS, Bonte A, Chang EF, Theodosopoulos P, McDermott MW, et al. Safety and outcomes of resection of butterfly glioblastoma. *Neurosurg Focus* 2018; 44: E4.
25. Dziurzynski K, Blas-Boria D, Suki D, Cahill DP, Prabhu SS, Puduvalli V, Levine N. Butterfly glioblastomas: a retrospective review and qualitative assessment of outcomes. *J Neurooncol* 2012; 109: 555–63.
26. Opoku-Darko M, Amuah JE, Kelly JJP. Surgical resection of anterior and posterior butterfly glioblastoma. *World Neurosurg* 2018; 110: e612–e620.
27. Boaro A, Kavouridis VK, Siddi F, Mezzalana E, Harary M, Iorgulescu JB, et al. Improved outcomes associated with maximal extent of resection for butterfly glioblastoma: insights from institutional and national data. *Act Neurochir (Wien)* 2021; 163: 1883–94.
28. Chojak R, Kozba-Gosztyla M, Slychan K, Gajos D, Kotas M, Tyliczszak M, Czapiga B. Impact of surgical resection of butterfly glioblastoma on survival: a meta-analysis based on comparative studies. *Sci Rep* 2021; 11: 13934.
29. Steltzer KJ, Sauve KI, Spence AM, Griffin TW, Berger MS. Corpus callosum involvement as a prognostic factor for patients with high-grade astrocytoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 38: 27–30.
30. Franco P, Delev D, Cipriani D, Neidert N, Kellner E, Masalha W, et al. Surgery for IDH1/2 wild-type glioma invading the corpus callosum. *Act Neurochir (Wien)* 2021; 163: 937–45.
31. Burks JD, Bonney PA, Conner AK, Glenn CA, Briggs RG, Battiste JD, et al. A method for safely resecting anterior butterfly gliomas: the surgical anatomy of the default mode network and the relevance of its preservation. *J Neurosurg* 2017; 126: 1795–811.
32. Beaumont TL, Mohammadi AM, Kim AH, Barnett GH, Leuthardt EC. Magnetic resonance imaging-guided laser interstitial thermal therapy for glioblastoma of the corpus callosum. *Neurosurgery* 2018; 83: 556–65.
33. Kamath AA, Friedman DD, Akbari SHA, Kim AH, Tao Y, Luo J, Leuthardt EC. Glioblastoma treated with magnetic resonance imaging-guided laser interstitial thermal therapy: safety, efficacy, and outcomes. *Neurosurgery* 2019; 84: 836–43.
34. Broekman ML, Maas SLN, Abels ER, Mempel TR, Krichevsky AM, Breakefield XO. Multi-dimensional communication in the microenvironments of glioblastoma. *Nat Rev Neurol* 2018; 14: 482–95.
35. Quail DF, Joyce JA. The microenvironmental landscape of brain tumors. *Cancer Cell* 2017; 31: 326–41.
36. Forster MT, Behrens M, Lortz I, Conradi N, Senft C, Voss M, et al. Benefits of glioma resection in the corpus callosum. *Sci Rep* 2020; 10: 16630.
37. Stupp R, Mason WP, van den Bent MJ, Weller M, Fisher B, Taphoorn MJ, et al. Radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide for glioblastoma. *N Engl J Med* 2005; 352: 987–96.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)