

Retraktorlose Neurochirurgie, Operationsfluss und Zugänge

Thomas Kretschmer, Christian Heinen, Thomas Schmidt

- 2.1 Einleitung – 32**
- 2.2 Hirnretraktion – 32**
- 2.3 Elemente – 33**
- 2.4 Vorteile einer retraktorlosen Dissektionstechnik – 38**
- 2.5 Lernen und Übergang – 38**
- 2.6 Zugangsbeispiele für retraktorlose Korridore – 39**
- 2.7 Zusammenfassung – 47**
- Literatur – 50**

2.1 Einleitung

Das gesamte neurovaskuläre mikrochirurgische Vorgehen zielt darauf ab, eine Gefäßmalformation möglichst effizient und gewebeschonend auszuschalten. Individuell gibt es zum Erreichen dieses Zieles sehr unterschiedliche Ansätze. Wir schildern den von uns präferierten. Dabei verfolgen wir einen retraktorlosen neurovaskulären Operationsansatz mit Mikroskopmundstück und Fußpedalsteuerung sowie Armlehnenstuhl.

Die Einführung des Operationsmikroskops ermöglichte die modernen neurochirurgischen Verfahren. Für die häufig tiefsitzenden vaskulären Läsionen war der Einsatz von Retraktoren notwendig, um einen geeigneten Operationskorridor zu schaffen, der überhängende Hirnklappen sanft auseinanderdrückt, zurückhält und einen zusätzlichen Parenchymschutz darstellt. Die sich eröffnenden Korridore wurden durch die Retraktoren offengehalten und dienen auch der Sicherung. Dennoch üben Retraktoren auch bei sanftem Anlegen teilweise nicht absehbare Druckeffekte aus (Andrews und Muto 1992), vor allem wenn sie länger in unveränderter Position stehen oder zusätzlich das umgebende Hirnparenchym anschwillt. Zusätzlich können sie den manuellen Freiraum einschränken, weil die Ebene über dem Patientenkopf mit Halteinstrumentarium belegt wird.

So gibt es schon seit Langem Ansätze, zunehmend retraktorfreie Techniken in die zerebrale Mikrochirurgie und so auch in die zerebrovaskuläre Chirurgie zu implementieren. In diesem Zusammenhang erinnern wir an Professor Yasargil mit der Arbeit von Kivisaari et al. (2000) veröffentlichten Kommentar über die Effekte des Retraktoreinsatzes: „The primary finding of this study is that more than one-third (36 %) of the patients experienced permanent retractor-related injuries. Although the senior commentator [Yasargil] developed the early brain-retracting systems, since the early 1980s he has stated that aneurysm surgery should be conducted without the use of brain retractors. Wide splitting of the sylvian fissure (with the aid of special soft sponges), early opening of the basal cisterns, and preservation of all arterial and venous canals are important factors in attempts to avoid the use of brain retractors.“

Trotz allgemein niedrigerer Fallzahlen infolge der Veröffentlichung und nicht gerechtfertigten Verallgemeinerung der Ergebnisse des International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) (Molyneux 2002) entwickelte sich die zerebrovaskuläre Chirurgie immens weiter. An einigen zerebrovaskulären Zentren ist in entsprechend befähigten Händen ein Übergang zu einer deutlich fokussierteren, sehr effizienten und gewebeschonenderen Präparationsweise festzustellen (Spetzler et al. 2013). Diese steht in direktem Zusammenhang mit der retraktorlosen Neurochirurgie und vor allem den hierzu notwendigen Präparationstechniken. Vorreiter für die retraktorlose Chirurgie war die Phoenix-Gruppe

um Prof. Spetzler (Sanai und Spetzler 2010, Spetzler und Sanai 2012). In ihrer Diskussion der 3-Jahresergebnisse der BRAT-Studie weisen die Autoren explizit auf den Einzug der retraktorlosen Chirurgie in die zerebrovaskuläre Neurochirurgie hin: „... avoiding the use of rigid retraction for the most complex aneurysms, as was done routinely during BRAT, minimizes surgical trauma to adjacent brain tissue.“ (Spetzler et al 2013, S. 155)

➤ **Die Implementierung einer bimanuellen Präparationstechnik ohne fixierte Retraktoren und stattdessen Nutzen einer sogenannten dynamischen Retraction mit den Dissektionsinstrumenten, intensiver Einsatz des Mundstücks und einer Fußsteuerung zusammen mit einer dementsprechenden Lagerung ermöglichen, in den begrenzten mikrochirurgischen Räumen absolut sicher zu arbeiten.**

2.2 Hirnretraktion

Die Retraktion von Hirngewebe kann den Gewebedruck erhöhen und dadurch die lokale zerebrale Perfusion reduzieren. Weiterhin kann ein Retraktor die Sicht auf kritische anatomische Strukturen ebenso verbauen, wie er diese Strukturen auch durch Abdecken schützen kann. Retraktoren können bei falschem Einsatz verrutschen oder bei nicht beobachteter zunehmender Gewebeschwellung nach dem Setzen direkte Parenchymverletzungen verursachen. Zu schmale Retraktoren auf bereits ödematösem Parenchym schneiden in das Gewebe ein. Auch eine Hirnretraktion von wenigen Minuten kann unter Umständen schon permanente und im MRT nachweisbare Druckeffekte erzeugen (Kivisaari et al. 2001). In der Untersuchung von Kivisaari et al. (2001) aus der Helsinki-Gruppe zeigte sich bei einem Drittel der geclippten Aneurysmen eine resultierende Signalanreicherung im Hirnparenchym bei der MRT-Nachuntersuchung (36 von 101 Patienten). Diese war nach Clipping im Bereich der vorderen Zirkulation im frontotemporalen Zugangsbereich erkennbar und im Verlauf noch 2–6 Jahre nach dem Eingriff nachzuweisen (Kivisaari et al. 2001).

2.2.1 Mit fixierten Retraktoren

Durch die Arbeit mit fixierten Hirnretraktoren ist ein anderer Operationsstil möglich, der auch keiner Benutzung eines Mundstücks bedarf. Die Retraktoren kreieren nicht nur einen permanent offenen Präparationskorridor, sondern erlauben es auch, die Hände sehr leicht aus dem Operationssitus zu bewegen, um den Zoom, den Fokus und

die Mikroskopkopfstellung mit der Hand zu bedienen und Instrumente zu empfangen. Es stört den Operationsfluss deutlich, wenn davon zu oft Gebrauch gemacht wird und die Hände immer wieder den Operationssitus verlassen. Ein gesetzter Retraktor öffnet für gewöhnlich einen etwas trichterförmigen geradlinigen Korridor von der Oberfläche in die Tiefe mit unbeeinträchtigter Sicht bis auf den Boden des so geschaffenen Korridors. Während des Eingriffs werden die Retraktoren meist mehrfach umgesetzt. Für längere Zeit gesetzte Retraktoren auf bereits vorgeschädigtem Hirn, wie z. B. nach einer Subarachnoidalblutung („red and swollen angry brain“), induzieren relativ schnell sichtbare Parenchymschäden. Mikroneurochirurgen mit entsprechender Expertise legen Wert darauf, dass ein richtig gesetzter Hirnspatel („Retraktor“) keinen Druck ausübt, sondern nur einen Parenchymschutz darstellt. Dies ist jedoch nicht immer möglich.

2.2.2 Ohne fixierte Retraktoren

Im Prinzip werden die Mikroinstrumente selbst wechselnd als dynamische Retraktoren benutzt, um kurzfristig mit einer Hand Gewebe wegzuhalten und dadurch entlang von Sulci und fissuralen Gängen in die Tiefe zur Zielpathologie zu gelangen. Ein Beispiel ist das retraktorlose Spalten der sylvischen Fissur. Hierbei wird die Arachnoidea unter Spannung gesetzt, um sie scharf zu eröffnen. In der Folge wird dann die temporale oder frontale Seitenwand kurzfristig weggehalten, um die A. cerebri media in die Tiefe verfolgen zu können. Im eigentlichen Sinn des Wortes ist die Präparation somit nicht retraktionsfrei, aber sie kommt ohne fixierte Retraktoren aus.

In vielen Fällen kann direkt bis zu den entsprechenden Zisternen vorgegangen werden. Durch Ablassen von zisternalem Liquor entstehen dann zügig ausreichende Präparationskorridore, die in den meisten Fällen so offen stehen, dass kein Zurückhalten von Gewebe notwendig ist. Ein Beispiel hierfür ist das direkte subfrontale Vorgehen zur Optikuszisterne, welches schonend und retraktorlos möglich ist, wenn die Kraniotomie bis auf die Frontobasis geschnitten wurde. Dies ist ebenso bei geschwellenem Hirn möglich, vorausgesetzt, alle weiteren Maßnahmen zur Hirndrucksenkung wurden eingesetzt (adäquate Narkose, Osmotherapie, Lagerung), um letztlich ein „supple brain“ (gefügliches Hirn) oder „slack brain“ (schlaffes Hirn) zu erreichen.

Die Kraniotomien und Lagerungen sind auf eine Art und Weise zu planen, dass sich alleine durch die Schwerkraft Korridore eröffnen können, bevor die eigentliche Präparation beginnt. Die Kombination der Einzelmaßnahmen – optimale Lagerung, individualisierte fokussierte Kraniotomie, zusätzliches Fräsen an der Kraniobasis und der Knochenrandinnenseite, adäquate anästhesiologische

Maßnahmen, um ein möglichst schlaffes, eingefallenes und damit „gefügliches“ Hirn zu erreichen, und vor allem Liquor-drainage über die Zisternen in Verbindung mit minuziöser blutloser Dissektionstechnik – eröffnet Präparationskorridore, die zum einen ausreichend groß sind, um keine Kompromisse eingehen zu müssen, und die zum anderen auch ohne zusätzliche Haltemaßnahmen offen bleiben. Beispiele hierfür finden sich in den Bildserien der in den einzelnen Kapiteln dargestellten Fälle. Durch konsequente komplementäre Nutzung der bekannten mikrochirurgischen Manöver, Maßnahmen und Prinzipien ist es oftmals gar nicht notwendig, das Parenchym aus dem Weg zu ziehen; der kreierte Präparationskorridor wird offen bleiben.

➤ **Der eigentliche Nutzen der retraktorlosen Operationsweise liegt in der dafür notwendigen Dissektionstechnik.**

Die Benutzung einer retraktorlosen Methode setzt zwangsläufig eine effiziente Präparationstechnik voraus, die versucht, mit jeder Bewegung einen Schritt weiter voranzukommen, und die insbesondere erreichen muss, ständiges Entfernen der Hände aus dem Situs zu minimieren („Rein- und Rausbewegungen“). Dies ist dann möglich, wenn Verstellmanöver am Mikroskop mit Mund und Fuß durchgeführt werden können, ohne dass dafür besondere Konzentration aufgewandt werden muss (z. B. Fokus, Zoom, Mikroskopstellung, Bilddokumentation). In diesem Sinn hilft die „retraktorlose Methode“, schonend zu arbeiten und zwangsläufig auch einen guten Präparationsfluss mit hoher Effizienz zu erreichen.

2.3 Elemente

2.3.1 Operationsfeld

Die Hände des Chirurgen sollen über der Kraniotomieebene jederzeit frei und unbehindert sein. Wir achten deswegen sehr darauf, das Operationsfeld sauber und reduziert zu gestalten, und vermeiden jede Art von zusätzlichen nicht absolut notwendigen Gerätschaften, Kabeln, Schläuchen und Ähnlichem. Wir bevorzugen, nichts im Operationsfeld zu haben, was potenziell mit den Händen interferieren könnte. Alles, was nicht an der dem Chirurgen gegenüberliegenden Seite befestigt wird (wie z. B. Wundhaken an einer Leyla-Stange), wird an 2 Gelenkarmen angebracht, welche über Klemmen an der Kopfhalterung fixiert sind. Mit diesem Aufbau ergibt sich durch die Gelenkarme eine V-Form, die in allen Ebenen eingestellt werden kann (■ [Abb. 2.1](#)). Der V-förmige Befestigungsrahmen wird unterhalb der Kraniotomieebene fixiert. An ihm werden die Wundhaken fixiert, die somit immer ein niedriges Profil

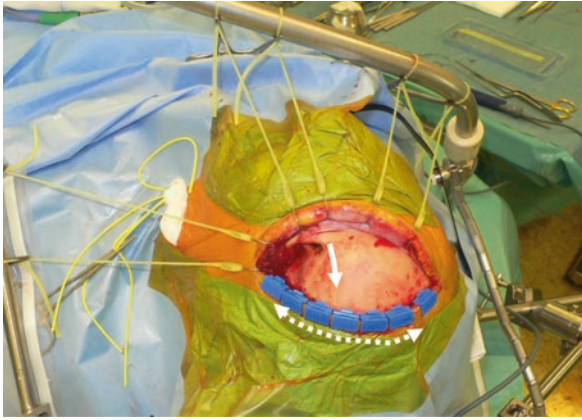


Abb. 2.1 Operationssitus. Wenn der Schnitt in den Haaransatz gelegt wird, ist die Länge (*unterbrochener Pfeil*) davon abhängig, wie hoch die Stirn ist bzw. wie weit der Haaransatz zurückliegt (*durchgehender Pfeil*)

aufweisen. Ihre Zügel laufen nicht oberhalb der Kraniotomieebene. Sind zusätzliche Anbauten notwendig, werden sie nach demselben Prinzip angebracht. Benutzt man ein anderes Kopfhalterungssystem, lassen sich diese Prinzipien ebenso individuell umsetzen (z. B. Sugita-Ring anstatt Mayfield-Kopfhalterung).

2.3.2 Mikroskop

Die beschriebenen Prinzipien setzen die Benutzung einer Mundsteuerung des Mikroskops voraus. Benutzt man eine solche, muss das Mikroskop besonders gut ausbalanciert sein, um ein permanentes Nachschwingen des Mikroskopkopfes zu vermeiden. Nur bei gut ausgependeltem Mikroskop wird der Mikroskoparm sofort arretiert, wenn sich die Lippen vom Mundschalter lösen. Auf diese Weise kann der Fokus exakt gehalten werden, wenn der Operateur mit dem Kopf einen anderen Fokuspunkt gewählt hat und nachjustiert, indem er den Abstand von Mikroskopkopf zum Zielpunkt entsprechend anpasst.

2.3.3 Mundstück

Der Chirurg stellt das Mundstück vor jedem Eingriff individuell für sich ein, bevor das Mikroskop ausbalanciert wird. Außer von der Physiognomie des Operators ist die richtige Stellung auch von der Patientenlagerung abhängig. So ist bei der Operation eines Prozesses der hinteren Schädelgrube eine steilere Stellung des Mikroskopkopfes nötig; sie bedingt, dass das Mundstück deutlich weiter vom Mikroskop weggeschwenkt wird.

Um die Stellung des Mundstücks anzupassen, wird zunächst der Mikroskopkopf in die benötigte Hauptstellung

gebracht. Dann ist der Pupillenabstand an den Okularen einzustellen, und Kopf und Augen des Operators werden wie für ihn üblich am Mikroskop positioniert. Nachdem alle 3 Fixierungsschrauben des Mundstücks geöffnet wurden (**Abb. 2.2**), ist das Mundstück so an den Mund anzulegen, dass der vordere Anteil der 2 Auslöseblätter problemlos in die Mundöffnung einführbar ist. Die Lippen liegen dabei im vorderen Bereich der Auslöseblätter (maximal bis zur Zahnreihe). Durch Bewegen des unteren Lippenblatts wird die Bremse gelöst, Mikroskoparm und -kopf werden beweglich und können, da „schwebend“, nun mühelos mit dem Mundstück geführt werden, solange das untere Blatt angepresst wird.

Durch Änderung der Distanz zwischen Mikroskopkopf und Zielpunkt ist es möglich, durch leichtes Nachziehen auch bei Bewegung des Mikroskops ständig im Fokus zu bleiben, indem mit dem Kopf leicht nachgezogen wird. Dies erspart ständiges Nachfokussieren mit dem Fußpedal. Ist man an diese Methode der Feinjustierung gewöhnt, geschieht das Nachfokussieren „subkortikal“. Der Operateur fährt den Bewegungen seiner Hände wie mit einer Kamera hinterher. Ist das Mikroskop hierfür nicht gut ausbalanciert, entsteht ein Gegenzug, der zu einem Nachschwingen



Abb. 2.2 Mundstück des Operationsmikroskops mit Verstellmöglichkeiten zum Anpassen an die Physiognomie des Operators. 1 Im sagittalen Winkel um eine horizontale Achse, 2 in der Höhe entlang einer vertikalen Achse, 3 in einem weiteren sagittalen Gelenk (Winkel bei 3) zum Heranführen an das Gesicht

führt, welches die Fokussierung deutlich mühsamer macht. Dies ist das wesentliche Werkzeug, um häufiges Greifen der Hände aus dem Situs zu vermeiden und ineinander übergehende, fließende Bewegungsketten zu generieren. Die chirurgische Effizienz kann so immens gesteigert werden. Ein anderer Vorteil besteht darin, zunehmend bimanuell zu arbeiten, auch wenn wechselseitig eine Hand führt. Größere Korrekturen des Mikroskops über die Mikroskophandgriffe werden immer seltener notwendig. Die meisten größeren Korrekturen werden auf das Fußpedal verlagert.

2.3.4 Fußpedal

Zoom und Fokus können stufenlos durch Wippschalter bestätigt werden (Abb. 2.3). Die Mikroskopkopfposition ist stufenlos über einen in oberer Reihe mittig angebrachten Joystick einstellbar. In der Rahmeneinfassung dieser Bedienelemente sind zusätzlich frei belegbare Knöpfe untergebracht. Sie können für die Foto- und Videodokumentation sowie die Lichtstärkeregelung eingesetzt werden. Ein kabelloses Fußpedal erlaubt mehr Übersicht im Fußraum und vereinfacht wiederum die Bewegung des Armlehnenstuhls.

2.3.5 Armlehnenstuhl oder andere Armablagen

Das Abstützen der Unterarme ermöglicht und vereinfacht das mikrochirurgische Arbeiten. Armablagen sind ein grundsätzliches Hilfsmittel für mikrochirurgische Bewegungen. Größere und unpräzisere Muskeln werden durch

die Ablage geschont und aus der Mikrobewegung herausgehalten. Präziseres und vor allem längeres mikrochirurgisches Arbeiten wird so möglich. Die Bewegungen von Fingern und Instrumenten können immer reduzierter und präziser ausgeführt werden. Dementsprechend ausgerüstete Operationsstühle mit verstellbaren Armablagen sind vielseitig einsetzbar und können an die jeweilige Patienten- und Kopfposition angepasst werden (Abb. 2.4). Auch im Hinblick auf mikrochirurgische Operationsphasen verdient die Position des Operateurs Aufmerksamkeit. Das Prinzip der abgestützten Unterarme ist leichter bei oberflächlichen Prozessen zu verwirklichen. Es ist schwieriger unter unangenehmen Arbeitswinkeln in der Tiefe des Neurokraniums.

➤ **Es lohnt sich absolut und ist hilfreich, auch über die adäquate Position des Operateurs nachzudenken.**

Wenn eine langwierige mikrochirurgische Präparation vorhersehbar ist, sollte die Position komfortabel genug sein, das Ablegen der Unterarme ermöglichen und nicht mit der Kopfhaltung oder einer ihrer Anbauten interferieren. Neurochirurgen neigen dazu, ihren Kopf schwanenhalsartig nach vorne-unten zu bringen. Diese Fehlhaltung kann wohl bei den meisten Operateuren nur während der ersten Berufsjahre korrigiert werden. Dennoch führt sie zu Verspannungen der Nackenmuskulatur und einer unnötigen



Abb. 2.3 Fußpedal



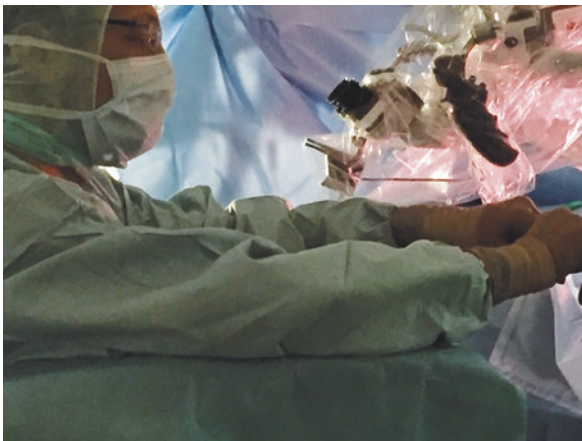
Abb. 2.4 OP-Armlehnenstuhl

Beanspruchung der Halswirbelsäule. Eine einfache, aber effektive Methode zur Verbesserung der mikrochirurgischen Dissektion und Ausdauer besteht in der optimalen Ausrichtung des nicht vornübergebeugten Oberkörpers und der Entlastung des Schultergürtels. So wird beispielsweise der Schultergürtel durch deutliches Höherstellen der Armablagen bei Eingriffen in der hinteren Schädelgrube entlastet (■ Abb. 2.5).

► **Die Schultergürtelmuskulatur sollte während mikrochirurgischer Phasen nicht angespannt sein.**

Natürlich sind erfahrene Mikrochirurgen auch in der Lage, mit gestreckten Armen in Vorhalte unter zusätzlichem Einsatz der Schultergürtelmuskulatur präzise mikrochirurgische Manöver durchzuführen. Es macht dennoch keinen Sinn, den Deltoideus und Trapezius für mikrochirurgische Abschnitte mit einzusetzen, wenn dies auch vermieden werden kann (z. B. bei Operationen im Kleinhirnbrückenwinkel in unkomfortabler Position des Operateurs unterhalb der Kraniotomieebene und mit gestreckten Armen, um weit genug nach vorne reichen zu können).

Einige der neurochirurgischen Ikonen bevorzugen, im Stehen mit flexiblem Armboard zu operieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist jedoch die Zeit, die man in einer bestimmten Position verbringt. Die stehende Position mit flexiblem Armboard ermöglicht besonders schnelle Positionswechsel des Operateurs in Bezug zum Patienten und damit das volle Ausnutzen unterschiedlicher Sichtwinkel. Dies setzt jedoch wiederum einen häufigeren Einbeinstand voraus, wenn Fußpedale bedient werden. Bei intensivem und parallelem Nutzen von mehr als einer Fußsteuerung kann dies im Vergleich zum Sitzen anstrengend sein (z. B. bipolare Koagulation, Fräse, Mikroskopsteuerung, Ultraschallaspirator).



■ **Abb. 2.5** Höhergestellte Armlehnen bei Operation am Kleinhirnbrückenwinkel mit extremerer Position des nach vorne gerichteten Mikroskopskopfes

2.3.6 Zisternen

Die entscheidende Fähigkeit zur Eröffnung retraktorloser Präparationskorridore besteht darin, die Zisternen schnell und gewebeschonend zur Liquordrainage zu öffnen. Dies setzt voraus, dass man die nächstgelegene Zisterne kurz nach der Kraniotomie auch erreichen kann. Wesentlich hierfür ist die Kombination unterschiedlicher Manöver, die in ihrer Summe zu mehr liquorgefülltem Subarachnoidalraum und einem kleineren Hirn führen. Die adäquate Lagerung des Patienten und präzise Positionierung der Kraniotomie sind hierzu wichtige Elemente, die es in Kombination mit einem eingefallenen Hirn ermöglichen, tief entlang der Basis bis zu den Zisternen zu gelangen, ohne übermäßigen Hirngewebedruck einsetzen zu müssen.

2.3.7 Fräsen auf der Schädelinnenseite

Häufig ist bereits vor der Duraeröffnung ein zusätzlicher Raumgewinn möglich, indem im Bereich der Schädelbasis und auf der Kalotteninnenseite Knochenvorsprünge durch Fräsung auf der Seite der Tabula interna reduziert werden. Einige Millimeter Reduktion am Knocheninnenrand können bereits den Mikroskopblick in die Tiefe verbessern und einen direkten Weg zur basalen Zisterne freigeben, ohne dass ein Hirnappen dauerhaft weggehalten werden muss.

2.3.8 Anästhesiologische Maßnahmen

Eine auf das Neurokranium ausgerichtete Anästhesie, die den Hirndruck möglichst gering hält, ist die Grundvoraussetzung, um ein möglichst relaxiertes Hirn zu erreichen, welches sich nicht bereits merklich gegen die Dura presst. Dies setzt bereits mit der Patientenkopflagerung über Herzniveau ein und wird wesentlich durch die Osmotherapie mit Mannitol unterstützt. Unsere Präferenz ist dabei die rasche Infusion von Mannitol. Diese wird beim sterilen Abdecken des Patienten begonnen, um den maximalen Effekt nach der Kraniotomie zu erreichen. Neben vielen anderen Faktoren scheinen die folgenden anästhesiologischen Kompetenzen besonders wichtig für einen guten Verlauf derartiger Eingriffe:

Bewusstsein für:

- die Art des Eingriffs
- die behandelte Pathologie
- den aktuellen Zustand des Gehirns
- mögliche bedrohliche Komplikationen und daraus resultierende Sofortmaßnahmen

Wichtige Maßnahmen:

- medikamenten- und narkoseinduzierte Hirnerschlaffung

- Steigerung der zerebralen Ischämietoleranz für geplante temporäre Ausclippung arterieller Hauptäste

Im Hinblick auf Medikamente:

- Mannitol für die Dehydrierung von Hirngewebe (1 g/kg Körpergewicht; meist ca. 1 Flasche, z. B. 250 ml 20 % mit 50 g Mannitol)
- Dexamethasongabe
- Routine in der schnellen Herbeiführung der hyperoxygenierten Trapanalnarkose für das temporäre Clipping unter minimalem O₂-Verbrauch des Gehirns
- Routine in der ICG-Anwendung (Indocyaningrün)
- sofortige Möglichkeit zur systemischen Adenosinverabreichung für einen induzierten Herzstillstand in der Notfallsituation

2.3.9 Instrumenteneinsatz

- **Es gibt keine magischen Instrumente, entscheidend ist die Art und Weise, wie sie eingesetzt werden.**

Für das retraktorlose Operieren werden die gleichen Mikroinstrumente eingesetzt wie sonst auch. Effiziente Mikrochirurgen benutzen zudem meist einen reduzierten Instrumentensatz, mit dem sie aber sehr viel durchführen. Sie möchten ungern für jedes Manöver auf ein anderes Instrument zurückgreifen müssen. Einige spezielle Instrumente wie Clipzangen wurden speziell für Schlüssellocheingriffe konstruiert und mit langen schmalen Schäften versehen, welche die Sicht nicht beeinträchtigen. Aktuell sind illuminierte Instrumentenspitzen eine Neuigkeit, die sicherlich hilfreich ist.

- **Eines der ganz wesentlichen und unterschätzten mikroneurochirurgischen Instrumente ist der Sauger. Er ist weit mehr als ein Sauginstrument, und sein volles Potenzial als dynamischer Makro- und Mikroretraktor, Dissektor und Gewebeaspirator gilt es zu entdecken.**

Er kommt in sehr vielen Formen, Längen, Durchmessern, Spitzenkonfigurationen und Fenestrierungsvarianten zur Sogregulierung vor. Insbesondere ist es notwendig, die Saugkraft mithilfe des Daumens zuverlässig und stufenlos regulieren zu können. Wir bevorzugen die tropfenförmige Fenestrierung des Fukushima-Saugers, da hierdurch eine sehr genaue Kontrolle der Sogwirkung durch Positionierung des Daumenendgliedes möglich ist. Wir sind insgesamt überzeugt davon, dass der Nutzen sehr spezieller Instrumente überschätzt wird und jeder Mikrochirurg individuell herausfinden muss, welche Instrumente für ihn am besten geeignet sind. Meist wird sich der individuelle Basissatz an Instrumenten dann auf einige wenige reduzieren, die der Chirurg immer wieder für die meisten seiner

Operationen einsetzt. Der wirkliche Schlüssel ist es, diese Instrumente gewöhnt zu sein und sie immer wieder und für unterschiedlichste Manöver einzusetzen.

Konsequenterweise bestehen unsere eigenen Basissiebe aus einem relativ reduziert erscheinenden Instrumentensatz. Wir öffnen lieber weitere kleine „Spezialsiebe“, falls zusätzliche, aber selten benötigte Instrumente notwendig werden (z. B. besonders lange Instrumente, Fischhakenmesser, Tellermesser, Mikroküretten etc.). Im Gegensatz hierzu hilft es dem Operationsfluss sehr, wenn sehr häufig benötigte Instrumente wie bipolare Koagulationsspitzen gleich mehrfach vorhanden sind. Damit können unnötige Wartezeiten beim Reinigen der Instrumentenspitzen vermieden werden (z. B. bipolare Koagulationsspitzen). Insbesondere wenn retraktorlos gearbeitet wird und eine Hand aktiv Gewebe hält, ist es sehr anstrengend, mit offener Hand auf die Rückgabe eines zu reinigenden Instruments zu warten.

Nur sehr wenige Operateure sind im eigentlichen Sinn beidhändig, meist ist weiterhin eine Hand dominant (z. B. diejenige, die am besten schneidet). Dennoch ist es für das retraktorlose Operieren nützlich, wenn der Operateur nicht darauf angewiesen ist, eine Mikroschere oder entsprechende Messerspitzen exklusiv mit einer bestimmten Hand zu bedienen. Der Operationsfluss ist besser aufrechtzuerhalten, wenn die Struktur, die retrahiert, gehalten oder durchtrennt werden soll, in dem Moment so behandelt wird, indem klar wird, dass dies erforderlich ist, ohne dass erst ein Handwechsel oder eine anderweitige Zeitverzögerung stattfindet.

- **Effiziente Chirurgen vermeiden häufige Vor- und Zurückbewegungen der Hände ohne entsprechende Operationsschritte.**

Diese entsprechen einem innerlichen Zögern vor Ausführung eines als notwendig erachteten Präparationsschrittes. Manchmal ist dies auch notwendig, um eine bessere Ausgangsposition oder Instrumentenwahl zu erreichen – meist jedoch nicht. Ein Beispiel hierfür ist die Realisation des Operateurs, dass eine Arachnoideabrücke, die gerade kurzfristig aufgespannt wurde, zu durchtrennen ist. Anstatt dieses Manöver sofort durchzuführen, wird nochmals nachgelassen, wieder aufgespannt, wieder geschaut und mehrmals bestätigt, dass die Struktur zu durchtrennen ist, bevor schließlich das Manöver ausgeführt wird. Es ist ebenso nachvollziehbar, dass die am besten geeignete Hand zur Durchführung des Schneidemanövers häufiger von einer bestimmten Seite kommt – meist von derjenigen, welche das Gewebe gerade nicht aufspannt. Insofern ist ein „bimanueller“ Instrumenteneinsatz sehr nützlich. Er kann erlernt werden, ohne dass echte Ambidexterität vorliegen muss.

Zu Beachten ist:

- entlang der Schädelbasis Knochen anstatt Hirn „bewegen“

- alternierender Einsatz einer „Saugerhand“ zum Bewegen und Halten von Parenchym ersetzt einen fixierten Retraktor
- Saugerspitzenretraktion als Mikroretraktion
- Saugerschaftretraktion als Makroretraktion
- Schaft von Mikroschere und bipolarer Pinzette zum temporären Halten und Weghalten von Weichgewebe auf ihrer Seite des Dissektionstrichters einsetzbar
- Miniretraktion mit den Instrumentenspitzen
- fein dosierter Einsatz des Daumens zur Regulierung des Saugersogs über der schlüssellochförmigen Saugerfenestrierung

2.4 Vorteile einer retraktorlosen Dissektionstechnik

Wir sehen folgende Vorteile in den geschilderten Präparationsprinzipien:

- intensivere Beschäftigung mit der geeigneten Zugangsplanung, Lagerung und dem Trajekt
- freies Operationsfeld
- Konzentration auf manuelle Manöver und Zugangstaktik
- erzwungene Notwendigkeit, ein Mundstück und Fußpedal zu nutzen, und damit Freiheit der Hände, Reduktion unnötiger Manöver der Hände in und aus dem Situs heraus
- keine Notwendigkeit, Zoom, Fokus und Mikroskopkopf mit den Händen einzustellen
- durch Kombination dieser Maßnahmen deutlich verbesserter Operationsfluss durch Vermeidung redundanter Bewegungen und Readjustierungen
- gestrafftes („streamlined“), effizientes und effektives mikrochirurgisches Vorgehen
- weniger Kollateralschäden

2.5 Lernen und Übergang

Retraktorlose Neurochirurgie und verbesserter operativer „flow“ gehen Hand in Hand mit den Prinzipien der „**safe and simple surgery**“, wie sie von Hernesniemi et al. (2005) und der Helsinki-Gruppe beschrieben wurde. Der Novize sollte die technischen Elemente und basalen Prinzipien durch Assistieren eines Experten erlernen, der bereit ist, auf diese Prinzipien auch explizit hinzuweisen. Die Übernahme der entsprechenden Techniken geschieht allmählich von einfacherer zu komplexer Pathologie. Um keinen Kompromiss eingehen zu müssen, bedeutet dies auch, Retraktoren angebaut zu haben, damit diese bei Notwendigkeit sofort eingesetzt werden können. Oberflächlich liegende Pathologie, die nicht von Hirnparenchym bedeckt wird, ist einfacher

angebar. Eine gute Patientenlagerung gewährleistet auch, die Schwerkraft zu nutzen. Weniger Instrumente werden automatisch intensiver und für unterschiedliche Zwecke genutzt.

Ein komplett sauberes Operationsfeld mit Beschränkung der Anbauten und Instrumente, geringer Einsatz von Hirnwatte (eine in Richtung der aktuellen Trajektorie ist meist genug) und weniger von allem, was potenziell die Sicht und Übersicht sowie die Manövrierbarkeit im Situs einschränkt, sind essenziell. Dies gilt ganz besonders für die Präparation von Gefäßmalformationen und den Einsatz von Clips. Ein Watteknäuel im butdurchtränkten Situs raubt jegliche Übersicht für eine gezielte Clipapplikation. Es ist zudem meist einfacher, Gewebe zu schonen, das man sieht.

➤ **Arbeitet man mit hoher Vergrößerung in tiefliegenden Gebieten, besteht immer die Gefahr, das Gewebe außerhalb des Fokus unbeabsichtigt zu schädigen.**

Hier ist insbesondere zu vermeiden, mit dem Instrumentenschiff Druck- oder anderweitige Parenchymschäden zu erzeugen oder Gefäße in benachbarten oder oberflächlicher gelegenen Arealen zu verletzen. Präzises und unblutiges Eröffnen von arachnoidealen Hüllen, Überdachungen und Sulki ist wesentlich, um Korridore zur Pathologie zu eröffnen. Die „**water dissection technique**“ ist eine hervorragende und einfache Methode, um Fissuren und Räume um Gefäße sauber und gewebeschonend zu eröffnen (Nagy et al. 2006).

Vorsicht vor

- Einsatz einer komplett retraktorlosen Vorgehensweise, wenn die eigenen technischen Voraussetzungen noch ungenügend sind,
- falschem Ehrgeiz in einer Situation, wo ein Retraktor definitiv die OP-Sicherheit erhöht und im Sinne des Patientenhirns die bessere Alternative darstellt,
- Dissektionskorridoren, die keinen ausreichenden Überblick und unzureichende Manövrierbarkeit geben; „ausreichend“ ist hier sehr relativ und hängt mit der vorhandenen Erfahrung zusammen,
- Kompromissen, um arbeiten zu können.

2.5.1 Initial schwierigere Gefäßpathologie für das retraktorlose Verfahren

Folgende Aneurysmen sind während eines Transitionsprozesses hin zu einem retraktorlosen Verfahren schwieriger zu beherrschen und bedürfen während einer solchen Phase häufiger eines Retraktoreinsatzes:

- **MCA-Aneurysmen:** In Abhängigkeit von der Konfiguration der sylvischen Fissur und ihrer Eröffnung,

dem Hirnödem oder der vorhandenen Atrophie kann es vor allem anfänglich schwer zu umgehen sein, temporär einen fixierten Retraktor einzusetzen, um zu vermeiden, dass die mobilisierte temporale oder frontale „Parenchymwand“ wieder in den Präparationskorridor zurückfällt.

- **ACoMA-Aneurysmen:** Sie sind über eine fokussierte Kraniotomie schwierig angebar für jemanden, der nicht bereits intensiv mit der retraktorlosen Methode vertraut ist.

2.6 Zugangsbeispiele für retraktorlose Korridore

Die folgenden Abbildungen zeigen häufig genutzte neurovaskuläre Zugänge. In den Fallbeispielen der nachfolgenden Kapitel finden sich Abbildungsreihen für die sich hierdurch ergebenden retraktorlosen Präparationskorridore.

2.6.1 Anteriore Zirkulation

Lateraler supraorbitaler Zugang

Dies ist der von uns bevorzugte Zugang für Pathologien der vorderen Zirkulation (■ Abb. 2.6). Sein Vorteil liegt in der geringen Morbidität und sehr zügigen Anlage im Vergleich zu einer klassischen pterionalen Kraniotomie. Seine Anlage ist mit einer durchgehenden Kraniotomie ohne Absetzen möglich. Der Galea-Muskel-Lappen wird in einem gehoben. Dies ist schonend und vermeidet jegliche Muskelatrophie. Die Kraniotomie wird eben zur Frontobasis gelegt, und die Dura wird über dieselbe gestielt, um schon einen subfrontalen Korridor zu öffnen, bevor überhaupt Liquor aus der Optikuszisterne abgelassen wurde. Eine Spatelretraktion ist hierfür nicht notwendig. Die Fälle zu den Aneurysmen der vorderen Zirkulation geben Präparationsbeispiele (► Kap. 5–11, 14–16, Video unter www.springermedizin.de/vzb-Zerebrale_Aneurysmen).

Einteiliger kranioorbitaler Zugang

Selten gebraucht, aber ein Zugangsmodul, welches es erlaubt, zusätzlichen Präparationskorridor und einen steilen Trajektwinkel zu gewinnen (■ Abb. 2.7). Dieser Zugang lässt sich problemlos über denselben Weichgewebezugang wie bei einem lateralen supraorbitalen Zugang anlegen, ohne dass eine morbiditätssträchtigere M.-temporalis-Dissektion notwendig ist. Er ist insbesondere geeignet, ein extremeres Trajekt von möglichst forntobasal nach dienzephal oder in Richtung des Processus clinoideus posterior oder darunter einzunehmen (z. B. in Richtung der A. basilaris

oder bei Prozessen des Sinus cavernosus oder der mittleren Schädelgrube unterhalb der Sellaebene). Der Zugang kann problemlos zu einem wirklichen orbitozygomatischen Zugang erweitert werden, ohne dass hierfür eine aufwendigere Weichgewebepräparation notwendig ist (z. B. „Mini-OZ“ nach Spetzler). Für das tatsächliche langstreckige Entfernen des Processus zygomaticus sehen wir jedoch kaum noch einen Anlass.

Sylvische Fissur

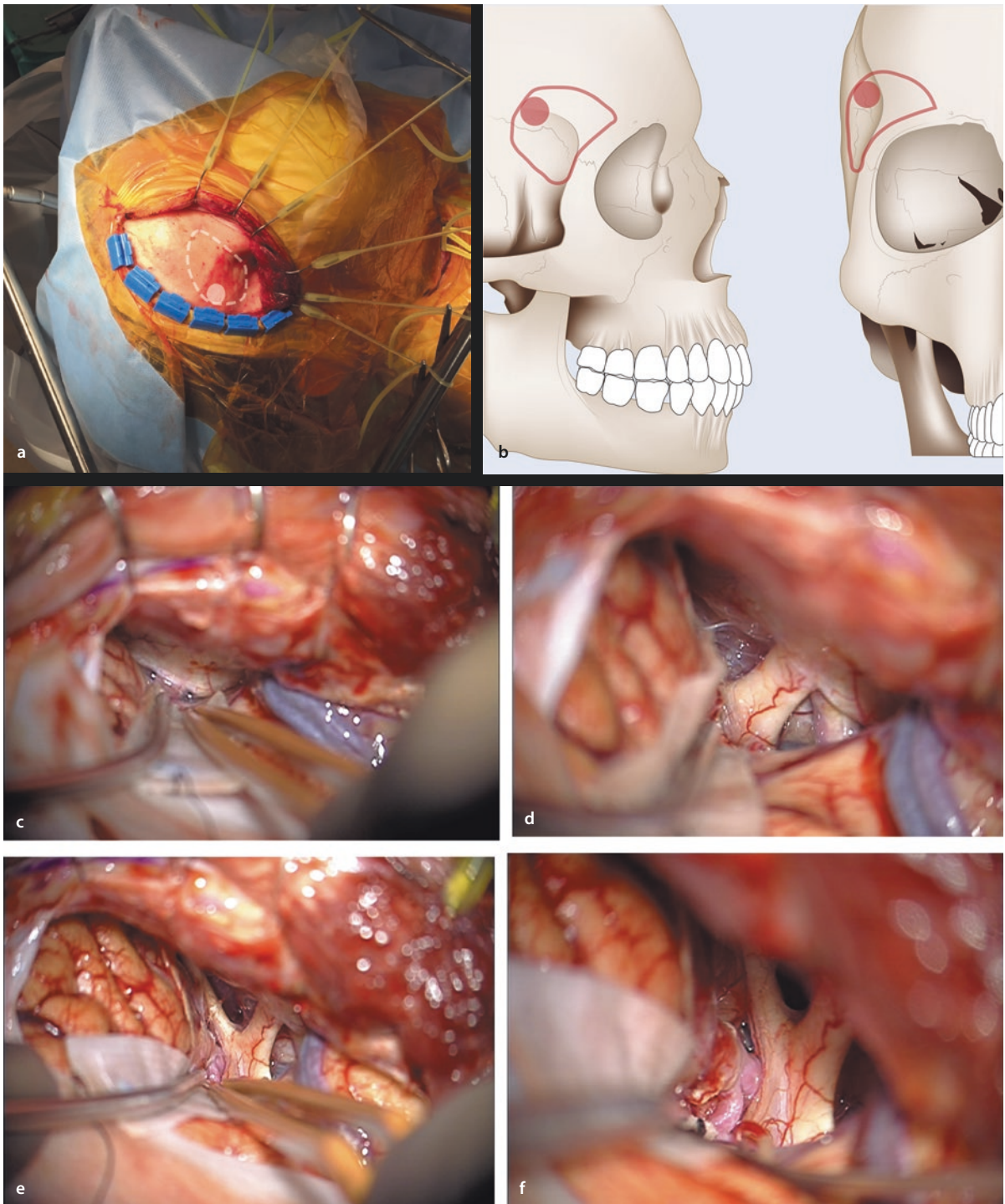
Die sylvische Fissur zügig und gewebeschonend zu eröffnen ist eines der ganz wesentlichen Dissektionsmodule (Dashti et al. 2007a, b, c). Dies kann ebenso über einen lateralen supraorbitalen Zugang erreicht werden (■ Abb. 2.8). Sie liegt dann allerdings initial lateraler am Kraniotomierand als bei einer klassischen pterionalen Kraniotomie. Durch Ablassen von zisternalem Liquor rückt die Fissur dann medialwärts. Es ist hierbei sehr wichtig, eine gute Orientierung zu haben, um die Präparationstrajektorie nicht zu tangential zu wählen und „in der Fissur verloren zu gehen“. Hierfür muss immer auch die Position des Patientenkopfes in Bezug zum Boden berücksichtigt werden. Die Eröffnung unter Zuhilfenahme der Wasserdissektion nach Toth ist sehr effektiv (► Kap. 15 und 16).

Interhemisphärischer Zugang

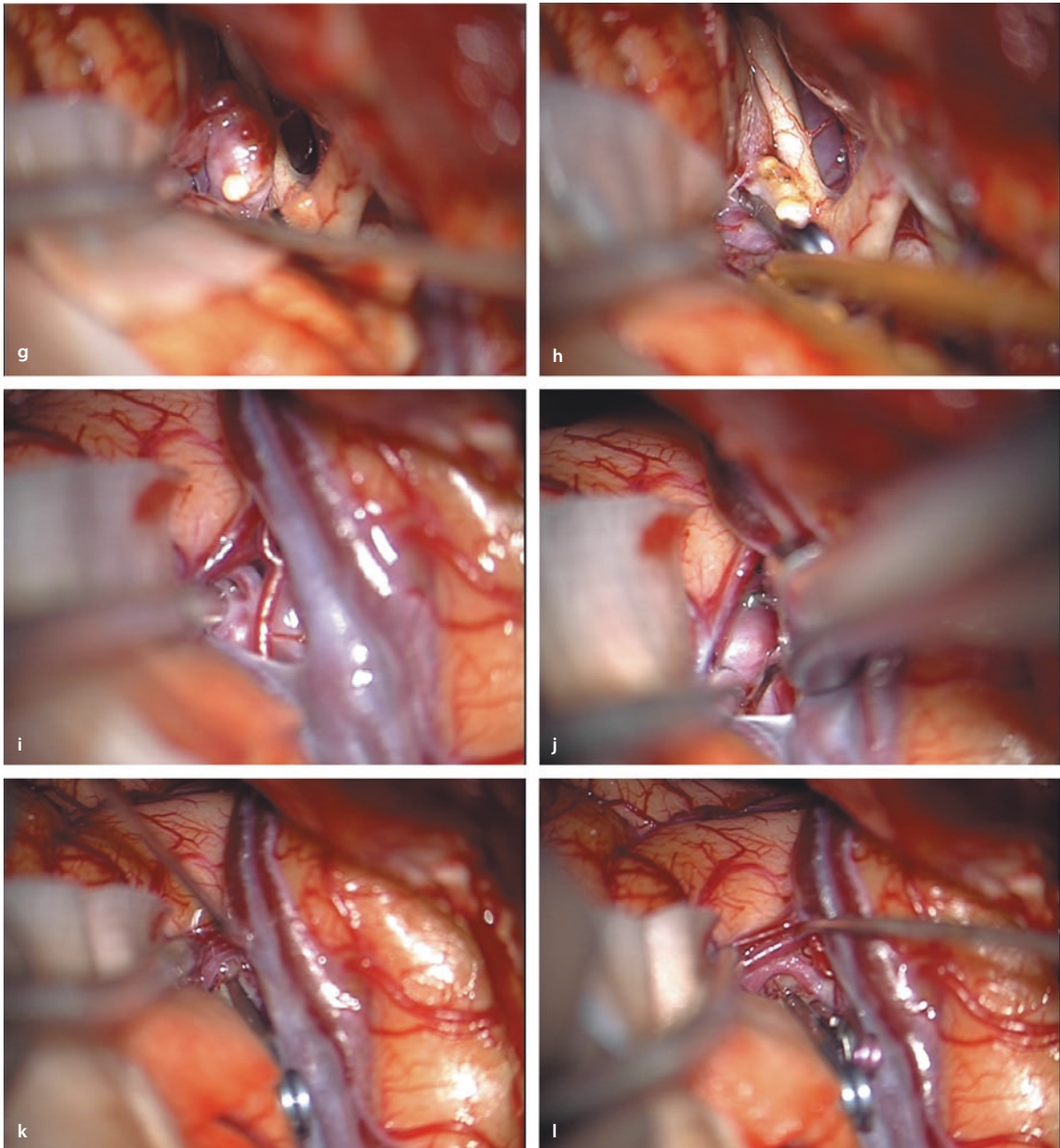
ACA-Aneurysmen werden klassischerweise interhemisphärisch versorgt. Ein Präparationskorridor kann in Neutralposition (■ Abb. 2.9) oder um 90° gedrehter Position (■ Abb. 2.10) geschaffen werden. Es besteht aus unserer Sicht keine Notwendigkeit einer vorherigen Lumbar-drainage. Die Fallbeispiele des thalamischen Kavernoms (► Kap. 26) und des fusiformen A.-cerebri-anterior-Aneurysmas (► Kap. 12) verdeutlichen sehr gut, wie aus vorheriger Trajektplanung, dem Einsatz der Neuronavigation und einer Patientenlagerung unter Nutzung der „Schwerkraftretraktion“ ein minimalinvasiver, gewebeschonender interhemisphärischer Zugang geplant wird. Dieser bietet jederzeit einen ausreichend großen Korridor zur Entfernung einer Gefäßmissbildung aus tief eloquenter Lage, ohne dass Kompromisse eingegangen werden müssen.

Subtemporaler Zugang

Subtemporal platzierte Retraktoren können deutliche Druckschäden verursachen, auch wenn von extradural vorgegangen wird. Besonders gefürchtet ist die unerkannte Kompression der Labbé-Vene. Schlüssel für die subtemporale Präparation ist das vorherige Ablassen von Liquor über eine Lumbar-drainage (30–60 ml). Dies ist der einzige Zugang, bei dem wir routinemäßig Gebrauch von der



■ **Abb. 2.6a–l** Lateraler supraorbitaler Zugang (LSO) zur retraktorlosen Versorgung zweier Aneurysmen (ACoMA und MCA). **a** Exposition nach 7 cm langem Hautschnitt und Präparation eines kombinierten Haut-Muskel-Lappens mit Eröffnungsbohrloch unterhalb der Linea temporalis superior (weiß-transparente Fläche) und kleiner Kraniotomie, die in einem Durchgang auf die Frontobasis geschnitten wird (gestrichelte Linie). Die Kraniotomieausdehnung wird in Abhängigkeit von der Aneurysmalage nach medial oder lateral angepasst. **b** LSO schematisch in Projektion auf den Schädel. **c–h** Versorgung des ACoMA-Aneurysmas. **c** Subfrontales direktes Zugehen auf den N. opticus und Eröffnen seiner Zisterne. **d** Identifikation der ICA und weiterer Raumgewinn bei eröffneter Optico-Carotis-Zisterne. **e** Subfrontales Lösen ermöglicht die Entwicklung der ipsi- und kontralateralen A1 und des ACoMA-Aneurysmakomplexes. **f** Der Aneurysmahals wird erkennbar. **g** Nach Sichern der ipsi- und kontralateralen A1 und A2 sowie der Heubner-Arterie kann das Aneurysma weiter auspräpariert werden. **h** Das Aneurysma ist geclippt, der Dom entfernt. Nun wird das MCA-Aneurysma versorgt. **i–l** Versorgung des MCA-Aneurysmas. **i** Fokussierte Eröffnung der sylvischen Fissur, Identifikation der M2-Äste, des Aneurysmahalses und der proximalen M2, **j** Vorbereitung zum Setzen des Pilotclips, **k** Clip sitzt, Identifikation eines Halsrestes, **l** Setzen eines zweiten Miniclips



■ Abb. 2.6a–l Fortsetzung

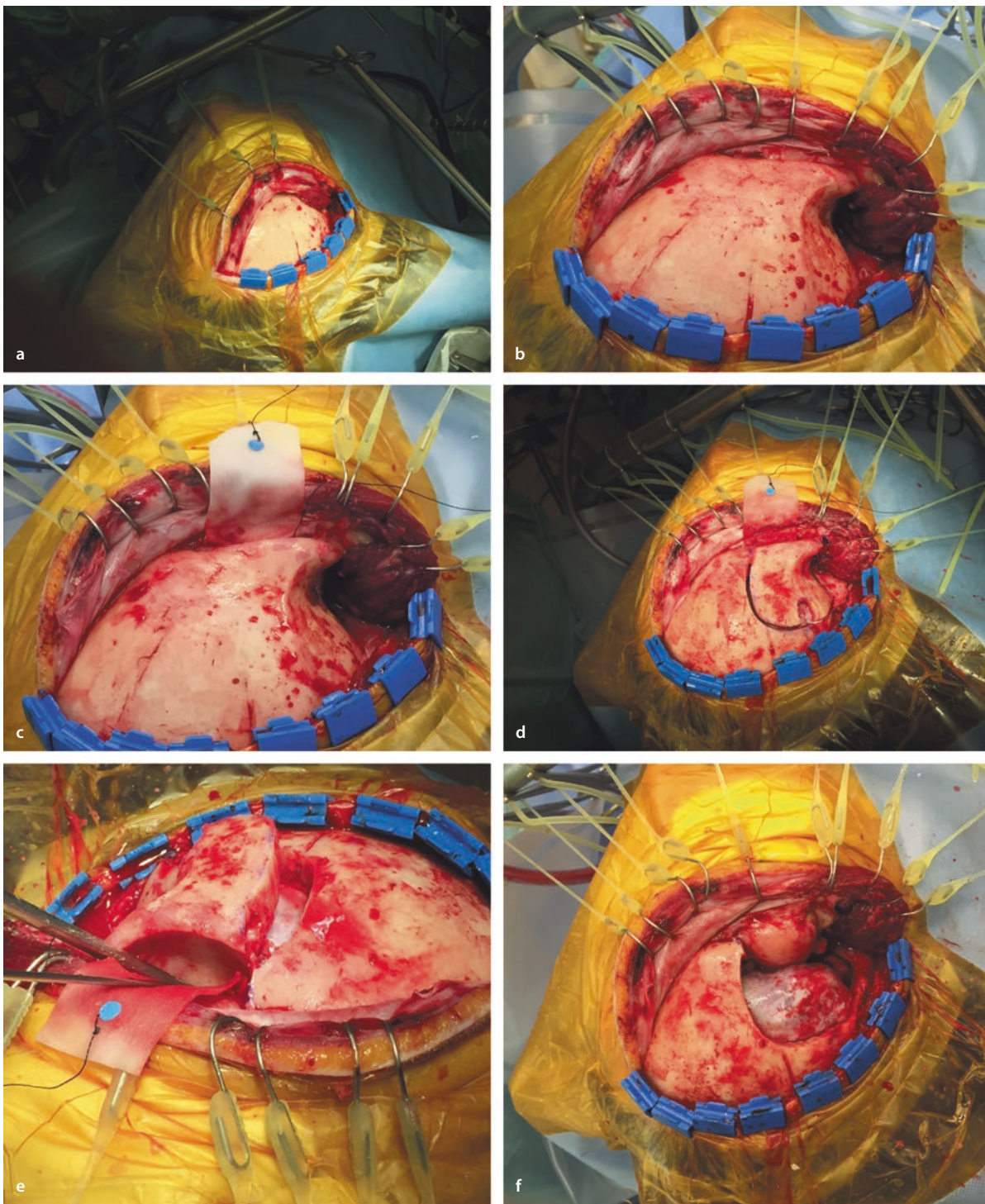
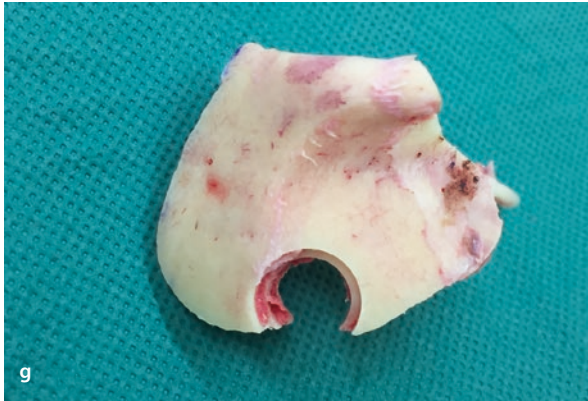
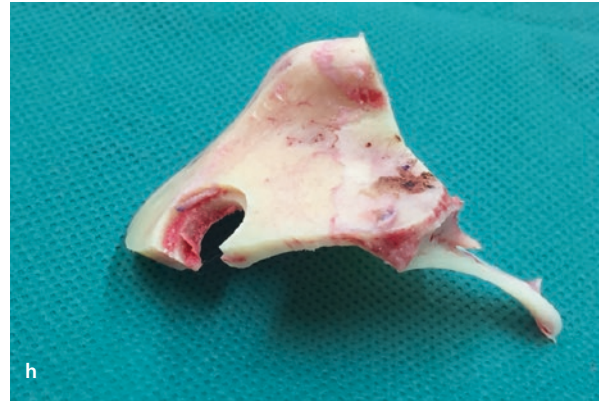
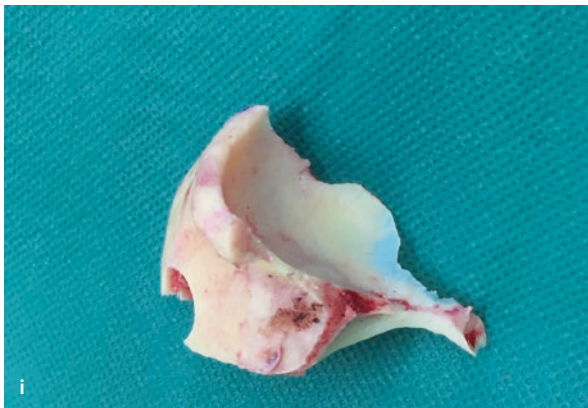
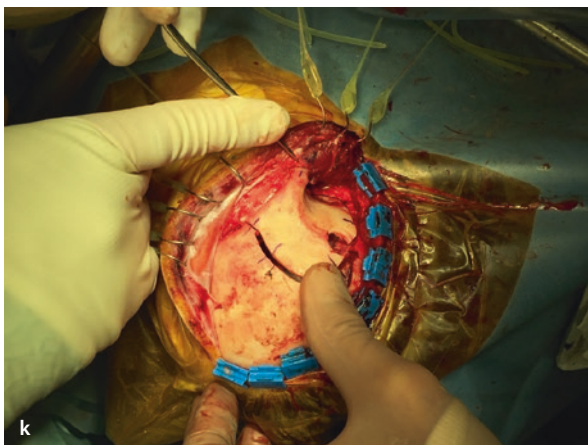
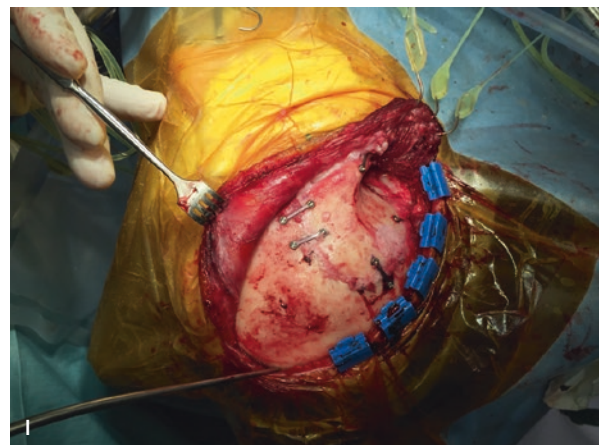
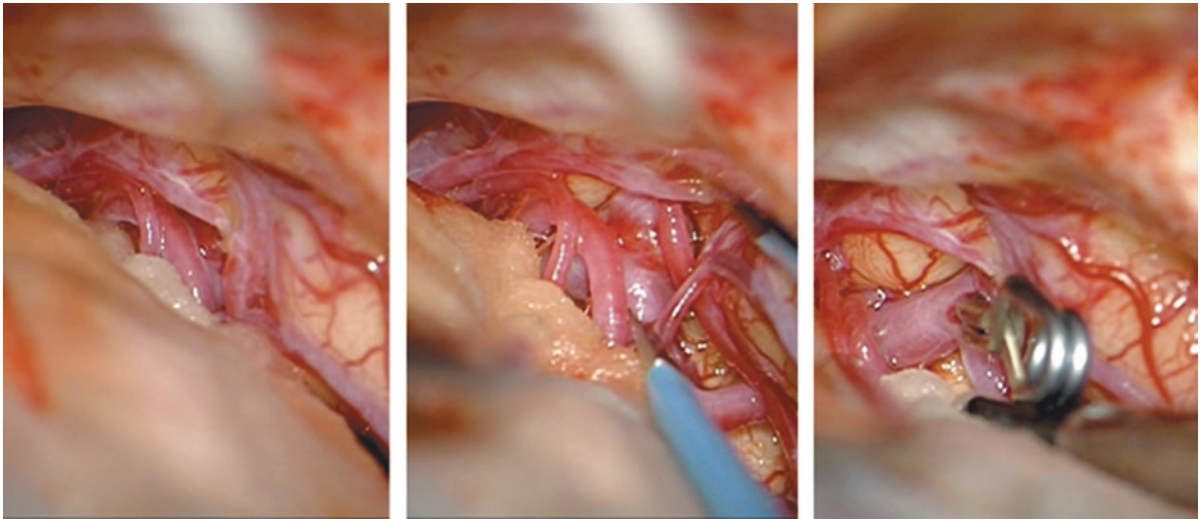


Abb. 2.7a–f Kraniobasaler Zugang: frontotemporale Kraniotomie (LSO) kombiniert mit Orbitaentdachung. **a** Hautschnitt wie für lateralen supraorbitalen Zugang (LSO) mit kombiniertem Galea-Muskel-Lappen (Schnitt ca. 9 cm am Haaransatz); keine separate Faszi- und Muskelpräparation, um N. facialis und M. temporalis zu schonen. **b** Mobilisation des Perikraniums bis über den Orbitalrand und Freilegung des Processus-zygomaticus-Beginns am Os frontale; keine separate Inzision des M. temporalis. **c** Präparation der Periorbita, sodass eine Watte zwischen dieselbe und den knöchernen Orbitatrichter passt. **d** Nach Pilotbohrloch unterhalb der Linea temporalis superior Kraniotomie im Sinne eines LSO mit Aussparung des Frontobasisschnitts. Mit der Stichsäge (dünnes Blatt) wird der mediale und laterale Schnitt am Orbitadach gesetzt. Der laterale Schnitt wird in Abhängigkeit von der benötigten Exposition bis zum Zygoma und/oder Keilbeinflügel gezogen. Dann wird nacheinander ein gebogener kleiner Meißel in die mediale und laterale Sägeblattnut gesetzt und mit kurzem Anschlag jeweils eine knöcherne Fissur entlang des Orbitadachs gesetzt. Nun Heben des kraniobasalen Knochendeckels. **e** Blick auf die Innenseite des Orbitadachs. **f** Situs nach Entfernung des gesamten Deckels. Im nächsten Schritt wird die Orbita nach Duraeröffnung durch das basal gestielte Duraläppchen mit entsprechenden Nähten in den Orbitatrichter gepresst. **g** Aufsicht auf Frontotemporalislappe mit oberem Orbitalrand, **h** von seitlich hinten mit stegartigem Orbitadach, **i** Sicht auf das Orbitadach von „innen“ und lateral außen, **j** von unten innen. **k**, **l** Wiedereinsetzen des Knochendeckels, **k** Einpassen und genaues Ausrichten des Orbitadachs. **l** Refixieren mit Miniplates und Versiegeln der Fräsnut mit autologem Knochenmehl

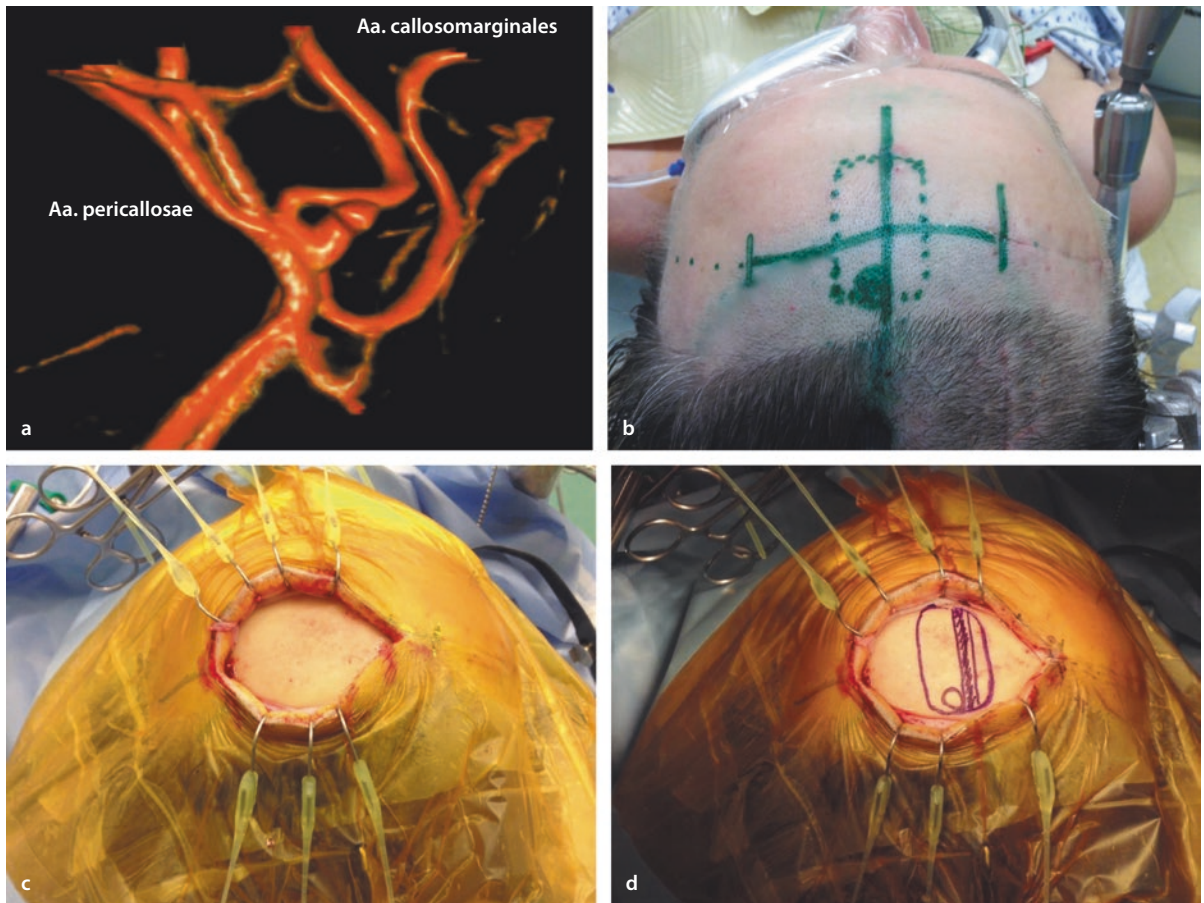
2.6 · Zugangsbeispiele für retraktorlose Korridore



■ Abb. 2.7a–l Fortsetzung

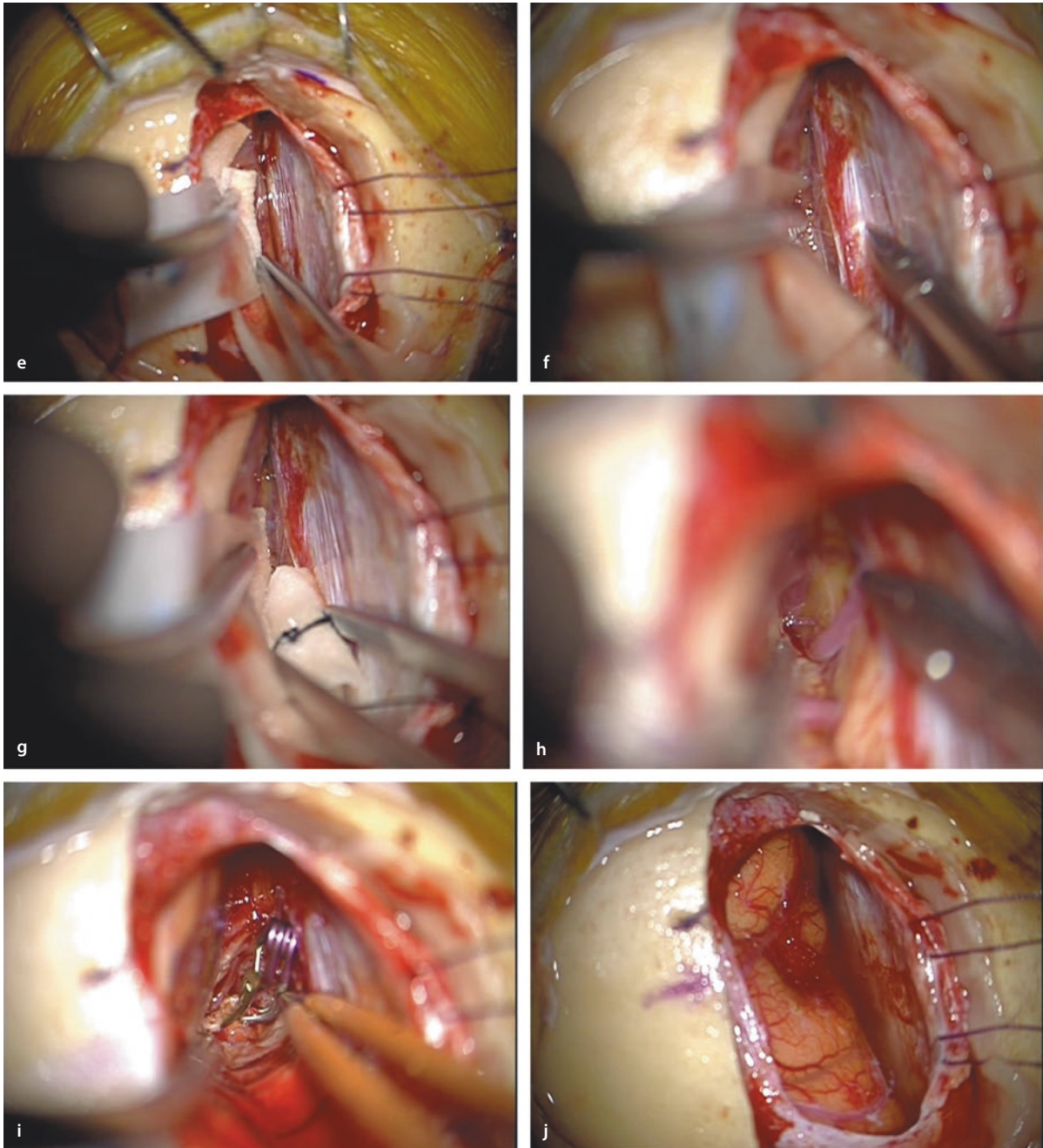


■ **Abb. 2.8** Fokussierte Präparation in der sylvischen Fissur zum Aneurysmaclipping



■ **Abb. 2.9a–j** Interhemisphärischer Zugang in Neutrallagerung des Kopfes (nur minimale Anteversion) zum Clipping eines A3-ACA-Aneurysmas an der Aufteilungsstelle in die A. callosomarginalis und A. pericallosa. Die Patientin hatte vor Kurzem eine Subarachnoidalblutung bei MCA-Aneurysma-Ruptur rechts. **a** 3D-Rekonstruktion der DSA. **b** Waagerechte Hautschnittmarkierung im Bereich des teilrasierten Haaransatzes. Vertikale Markierung der Mittellinie, gepunktete Darstellung der geplanten Minikraniotomie mit angezeichnetem Eröffnungsbohrloch. Nutzung einer Navigationsführung vereinfacht die fokussierte Eröffnung bei ACA-Aneurysmen. **c, d** Kraniotomievorbereitung für den interhemisphärischen Zugang in Neutralstellung des Kopfes bei ACA-Aneurysma. **c** Aufspannen des bis zur Kalotte durchgreifenden Hautschnitts, **d** Anzeichnen des Sinus sagittalis superior (breite gestrichelte Linie) und der länglichen sinusüberschreitenden Kraniotomie mit Eröffnungsbohrloch am Sinus. **e–j** Subduraler interhemisphärischer Präparationskorridor. **e** Durch Lagerung, Osmodiurese und Narkose erreichte Hirnrelaxation. **f** Dies ermöglicht ein schrittweises tiefergehen bis zum Unterrand der Falx. **g** In der Tiefe wird eine gerollte Hirnwatte zur Retraktion eingesetzt. **h** Nach Identifikation der ACA wird diese bis in die Tiefe zur A. pericallosa verfolgt. **i** Situation nach Clippausschaltung des Aneurysmas (gerader Pilotclip) mit zusätzlicher A3-Wandrekonstruktion durch gebogenen Clip. **j** Situs vor Duraverschluss

2.6 · Zugangsbeispiele für retraktorlose Korridore



■ Abb. 2.9a-j Fortsetzung

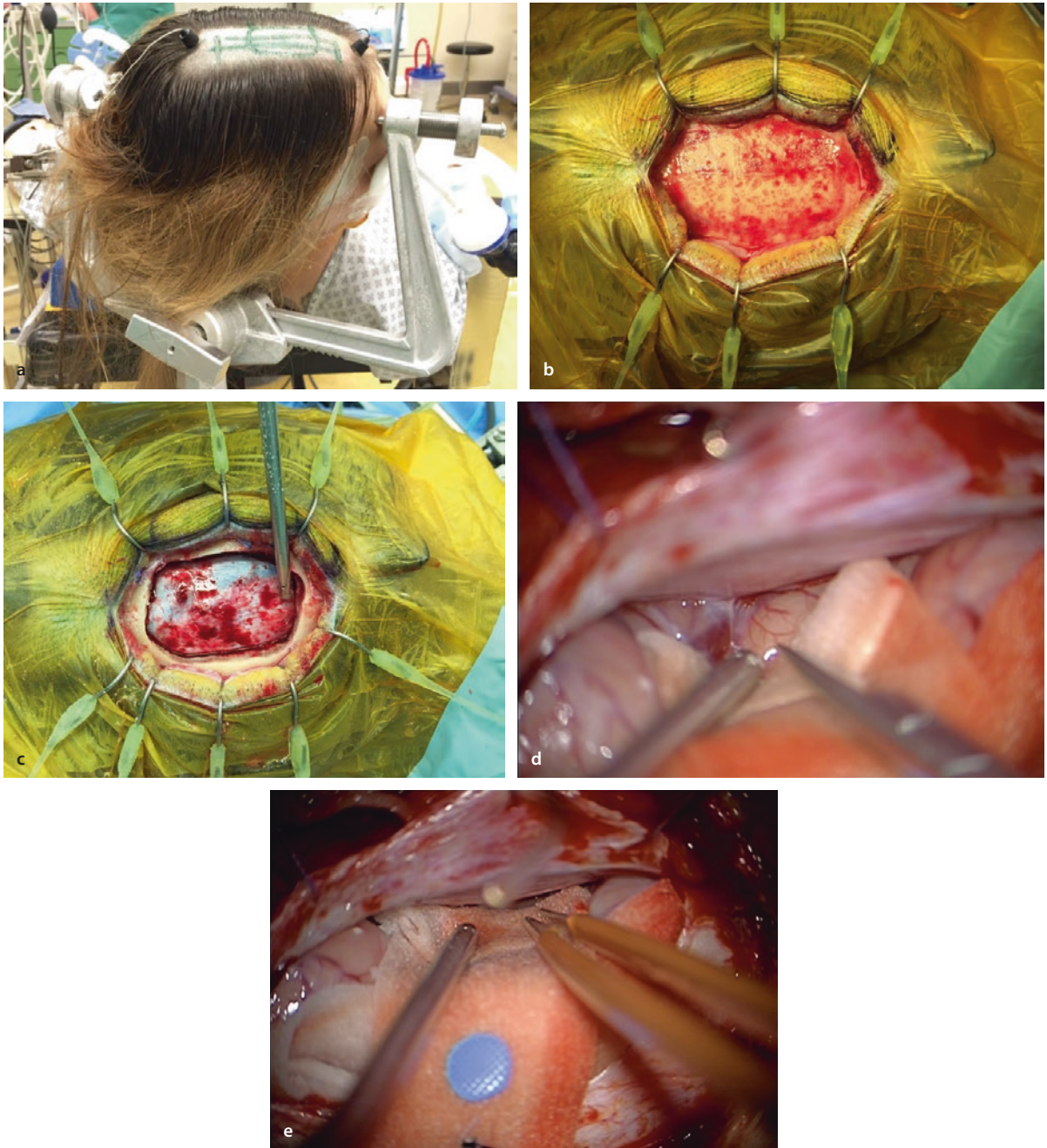


Abb. 2.10a–e Interhemisphärischer Zugang mit 90° gedrehtem Kopf in halbangedrehter Rückenlage (links unterpolsterte Schulter). **a** Patientenlagerung, **b** Freilegung der Kalotte, **c** Situs nach sinusüberschreitender Kraniotomie (Sinus sagittalis superior, blau unter der Dura durchschimmernd). **d, e** Retraktorloses interhemisphärisches Vorgehen von rechts. Durch die Lagerung kann die Hirnhälfte nach dem Lösen von der Falx „wegfallen“. Schrittweise Präparation entlang der Falx nach kaudal (**d**) und weiter bis zu deren unterem Rand (**e**)

Lumbaldrainage machen. Der Raum, der sich ohne Retraktion eröffnet, ist breit und tief genug, um bis zur Felsenbeinspitze zu gelangen (Abb. 2.11; retraktorloser, extraduraler subtemporaler Zugang zur Entfernung eines Kavernoms des Fazialisknies). Hierbei ist es wichtig, möglichst plan auf

die Basis des Felsenbeins zu gelangen. Die Navigation ist hierzu hilfreich. Weiterhin fräsen wir die innere Knochenkannte. Abgebildet ist ein Kavernom des Fazialiskanals, bei welchem der bereits präoperativ ausgefallene N. facialis im Sinne eines „split repair“ teiltransplantiert wurde.

2.6.2 Posteriore Zirkulation

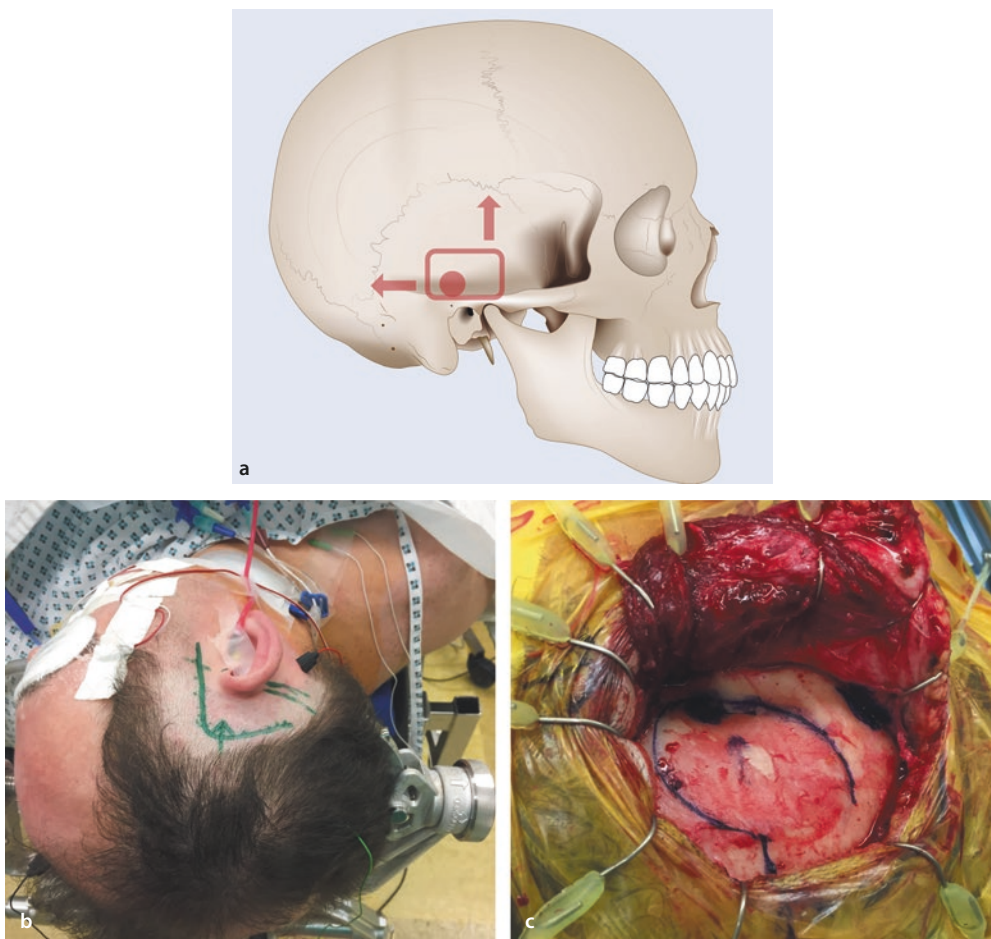
Retrosigmoidaler subokzipitaler Zugang

Für subokzipitale, retrosigmoidale Zugänge bevorzugen wir die Rückenlagerung mit gedrehtem Kopf (■ Abb. 2.12). Nachdem die Cisterna magna eröffnet wurde, ergibt sich durch das zurücksinkende Kleinhirn ausreichend Platz. Auch ohne Retraktion kann problemlos das Felsenbein gefräst werden. Allerdings sind hierbei Retraktorvalven als Frässhutz zu empfehlen. Bei größerer Pathologie wird der OP-Tisch in Abhängigkeit von der Präparationstrajektorie

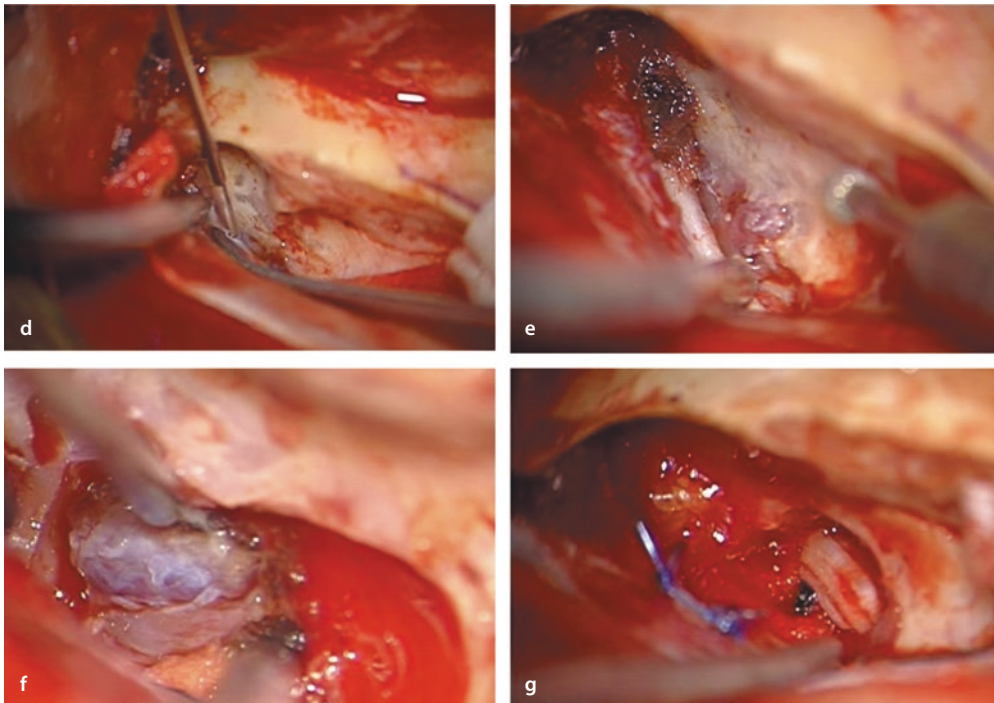
angepasst. Wird in Richtung Hirnstamm/Kleinhirn vorgegangen, verschaffen ein Absenken des Tischkopfteils und Drehen um die Patientenlängsachse auf den Operateur zu die nötige Sicht. Entsprechend wird bei Trajekt in Richtung des Tentoriums das Kopfteil angehoben.

2.7 Zusammenfassung

Retraktorlose Neurochirurgie zwingt den Operateur dazu, vollen Nutzen aus allen bekannten mikrochirurgischen Methoden zu ziehen und diese sehr genau umzusetzen.



■ **Abb. 2.11a–g** Subtemporaler Zugang. **a** Schematische Lage am Schädel. Durch Navigationsführung lässt sich die Zugangsgröße und Form der Kraniotomie sehr individuell anpassen (Pfeile). Zudem kann der Zugang genau auf Höhe der Felsenbeinbasis geschnitten werden. Wir bevorzugen es zur zusätzlichen Kontrolle, das Eröffnungsbohrloch (bzw. die Eröffnungsfräse; roter Kreis) auf den Boden der Schädelbasis zu setzen. **b** Lagerung für subtemporalen Zugang und Markierung des Hautschnittes. Die Temporalschuppe liegt plan zur Bodenebene. Ein Hakenförmiger Schnitt reicht aus, um bis auf die Felsenbeinebene zu gelangen. Der Verlauf des Sinus transversus ist mit der Doppelkontur markiert. Der tatsächlich genutzte Schnitt ist am vertikalen Schenkel kürzer als angezeichnet. **c** Nach Hautschnitt vor Anlage der Kraniotomie. **d–g** Retraktorloser, extraduraler subtemporaler Zugang zur Entfernung eines Kavernoms des Fazialisknies nach vorherigem Ablassen von 30 ml Liquor über eine Lumbaldrainage. **d** Freilegen des Felsenbeins. **e** Fräsen des Felsenbeins mit durchschimmerndem Kavernom. **f** Freigelegtes livides intraneurales Kavernom, weiteres Auffräsen des Fazialisknies. **g** Zustand nach autologer Transplantation des N. facialis mit N. suralis



■ Abb. 2.11a–g Fortsetzung

Gleichzeitig erfordert die Präparationsweise ein Umdenken im Hinblick auf größere Effizienz der einzelnen Handlungsfolgen und Bewegungen. Die Operationsweise wird durch Vermeidung unnötiger Bewegungen sehr fokussiert und zielgerichtet. Jede Bewegung sollte die Dissektion einen Schritt weiter voranbringen. Die Hände des Operateurs bleiben im Situs, und häufige Bewegungen in den Situs hinein und wieder heraus werden vermieden.

Hieraus resultiert ein sehr zielgerichteter effektiver und gewebeschonender Operationsstil. Grobe Manöver werden strikt vermieden. Dennoch macht eine retraktorlose Methode nur dann Sinn für den Einzelnen, wenn sie im Vergleich zum fixierten Retraktor gewebeschonender ist. Im Prinzip beruht die Methode darauf, strikt jeden Raum zu nutzen, der sich bietet und schaffen lässt, indem benachbarte Zisternen eröffnet werden, das Hirn einsinkt, die Schwerkraft genutzt und Knochen reduziert wird. Die Anwendung dieser Prinzipien erhöht definitiv das Bewusstsein für die Gewebekontrolle und vermeidet jegliche Überladung des Makro- und Mikrositus.

Der andere große Nutzen liegt darin, dass nur dann sinnvoll retraktorlos gearbeitet werden kann, wenn die Mundstückführung des Mikroskops mühelos und „subkortikal“ gelingt. Die Hände sind frei für andere Aufgaben. Grundvoraussetzung ist ein absolut aufgeräumtes Operationsfeld. Die zur retraktorlosen Neurochirurgie notwendigen Voraussetzungen sind die eigentlichen Maßnahmen, die zu einer sehr effektiven und gewebeschonenden Präparationsweise führen. Die anzuwendenden Prinzipien indes sind bereits lange bekannt und werden nur miteinander kombiniert. Die immanenten Notwendigkeiten für die retraktorlose Neurochirurgie bahnen den Weg für eine effektive und dabei unblutige, effiziente, sehr gewebeschonende Dissektionstechnik.

➤ **Die retraktorlose Vorgehensweise erfordert eine sehr sichere, fokussierte und gewebeschonende Technik, die zwangsläufig in einen verbesserten Operationsfluss mündet.**

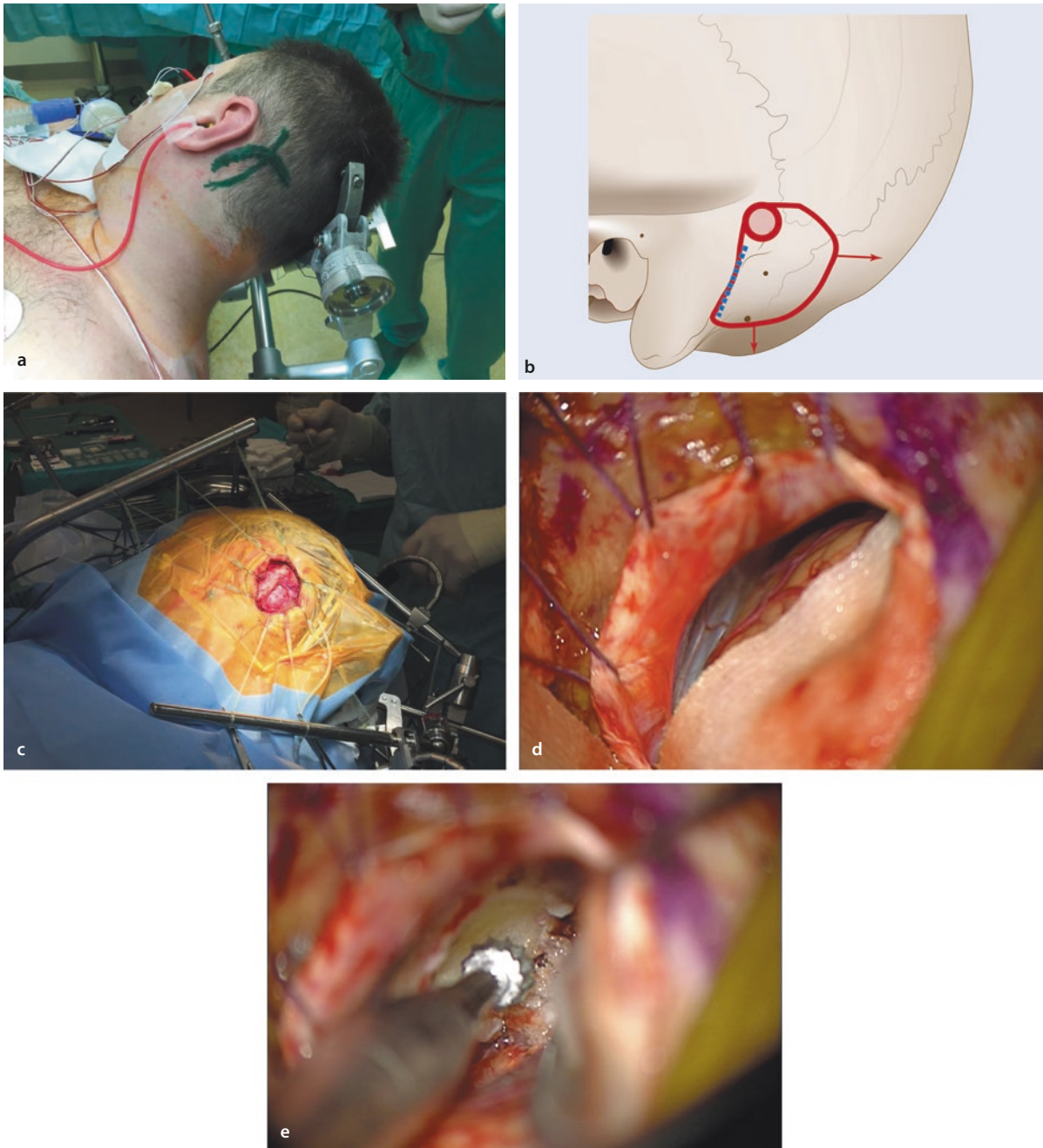


Abb. 2.12a–e Subokzipitale retrosigmoidale Minikraniotomie mit navigationsgeführtem Eröffnungsbohrloch am Sinus-transversus-sigmoideus-Winkel. **a** Lagerung mit Kopf über Herzniveau, 60–70° auf die Seite gedreht, C-förmiger retroaurikulärer Hautschnitt, Sinus transversus und sigmoideus perpendicular zum Hautschnitt markiert. **b** Kraniotomieschema. Navigiertes Bohrloch im Sinuswinkel (roter Kreis), dann individuelle nicht geschlossene Minikraniotomie, Knochen gerade mit der Fräse entlang der blauen unterbrochenen Linie ausdünnen und vorsichtiges Heraushebeln des Deckelchens entlang der Fräsnut (ausgedünnte knöcherne Sigmoideuslinie). In Abhängigkeit von der Pathologie wird die Kraniotomie nach medial oder kaudal erweitert (Pfeile) oder weiter verkleinert bis kurz über Bohrlochgröße (z. B. Trigeminusneuralgie). **c** Situs nach Deckelentnahme. **d** Nach Duraeröffnung: durch Ablassen von Liquor Zurücksinken des Kleinhirns. **e** Korridor zum Fräsen des Felsenbeins

Literatur

- Andrews RJ, Muto RP (1992) Retraction brain ischaemia: cerebral blood flow, evoked potentials, hypotension and hyperventilation in a new animal model. *Neurol Res* 14 (1): 12–18
- Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Rinne J, Lehecka M, Shen H, et al. (2007a) Microneurosurgical management of distal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 67 (6): 553–563. <http://doi.org/10.1016/j.surneu.2007.03.023>
- Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Rinne J, Porras M, Lehecka M, et al. (2007b) Microneurosurgical management of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Surg Neurol* 67 (5): 441–456. <http://doi.org/10.1016/j.surneu.2006.11.056>
- Dashti R, Rinne J, Hernesniemi J, Niemela M, Kivipelto L, Lehecka M, et al. (2007c) Microneurosurgical management of proximal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 67 (1): 6–14. <http://doi.org/10.1016/j.surneu.2006.08.027>
- Hernesniemi J, Ishii K, Niemela M, Smrcka M, Kivipelto L, Fujiki M, Shen H (2005) Lateral supraorbital approach as an alternative to the classical pterional approach. *Acta Neurochirurgica (Supplement)* 94: 17–21
- Kivisaari RP, Salonen O, Ohman J (2000) Basal brain injury in aneurysm surgery. *Neurosurg* 46 (5): 1070–4, discussion 1074–6
- Kivisaari RP, Salonen O, Servo A, Autti T, Hernesniemi J, Ohman J (2001) MR imaging after aneurysmal subarachnoid hemorrhage and surgery: a long-term follow-up study. *Am J Neuroradiol* 22 (6): 1143–1148
- Molyneux A (2002) International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *Lancet* 360 (9342): 1267–1274. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11314-6](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11314-6)
- Nagy L, Ishii K, Karatas A, Shen H, Vajda J, Niemelä M, et al (2006) Water dissection technique of Toth for opening neurosurgical cleavage planes. *Surg Neurol* 65 (1): 38–41, discussion 41. <http://doi.org/10.1016/j.surneu.2005.08.025>
- Sanai N, Spetzler RF (2010) Defining excellence in vascular neurosurgery. *Clin Neurosurg* 57: 23–27
- Spetzler RF, Sanai N (2012) The quiet revolution: retractorless surgery for complex vascular and skull base lesions. *J Neurosurg* 116 (2): 291–300. <http://doi.org/10.3171/2011.8.JNS101896>
- Spetzler RF, McDougall CG, Albuquerque FC, Zabramski JM, Hills NK, Partovi S, et al (2013) The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 3-year results. *J Neurosurg* 119 (1): 146–157. <http://doi.org/10.3171/2013.3.JNS12683>

Zerebrale Aneurysmen und Gefäßmalformationen
Behandlungsgrundlagen und neurochirurgische
Therapie in Fallbeispielen

Kretschmer, Th. (Hrsg.)

2017, XVI, 418 S. 300 Abb., 226 Abb. in Farbe. Book +
eBook., Hardcover

ISBN: 978-3-662-50477-2