

6. Zusammenfassung

Die operative Behandlung pathologischer Prozesse in der Umgebung des Sulcus centralis stellt den Neurochirurgen aufgrund der funktionellen Bedeutung der Zentralregion vor eine besondere Herausforderung.

Eine radikale Resektion von Tumoren korreliert mit einer erhöhten Lebenserwartung. Dies ist jedoch, insbesondere in eloquenten Kortexarealen, mit einer erhöhten Operationsmorbidity verbunden. Deshalb fällt der Identifikation kortikaler Funktionsareale eine entscheidende Bedeutung zu.

Verschiedene Techniken zur Darstellung der patientenspezifischen funktionellen und morphologischen Topographie haben es in den letzten Jahren ermöglicht, präoperativ und nicht-invasiv bzw. intraoperativ den Sulcus centralis mit den angrenzenden Gyri zu identifizieren. Hierzu zählen u.a. die Techniken der MRT/CT, der fMRT, der PET, die Ableitung somatosensibel evozierter Potenziale, die transkranielle oder direkte kortikale Stimulation des Motorkortexes, die Neuronavigation, die intraoperative MRT, die intraoperative Sonographie sowie eine Kombination bzw. Integration dieser Methoden.

Durch eine cerebrale Raumforderung können anatomische Landmarken jedoch verschoben werden, so dass eine ausreichende anatomische Ortung mittels konventioneller Bildgebung präoperativ nicht immer möglich ist. In diesem Fall bietet sich, laut herrschender Auffassung in der medizinischen wissenschaftlichen Literatur, der Einsatz weiterer präoperativer Untersuchungsverfahren an. Hierbei handelt es sich in erster Linie um die funktionelle Kernspintomographie (fMRT), mit der funktionelle Hirnareale mit hoher räumlicher Auflösung abgebildet werden können.

Ziel dieser Studie ist es gewesen, die räumliche Auflösung der fMRT anhand des motorischen Kortexes mit der IOM-Ortung zu korrelieren. Dazu wurden die fMRT- und IOM-Daten zur Auswertung in ein Navigationsgerät übertragen und auf ihre kombinierte Anwendbarkeit hin getestet. Des Weiteren wurde eine Validierung der in der medizinischen wissenschaftlichen Literatur vertretenen These vorgenommen. Hier wird der Einsatz der funktionellen Kernspintomographie zur präoperativen Ortung relevanter kortikaler Funktionsareale, bei Nachweis einer Raumforderungen im Bereich der Zentralregion, zumeist positiv bewertet.

In Bezug auf die Lokalisation von anatomischen Strukturen mit funktioneller Relevanz hat sich die funktionelle Kernspintomographie im Rahmen dieser Studie jedoch nicht als präzise genug erwiesen, da eine signifikante Abweichung der aquirierten Daten, im Vergleich zu den Daten des IOM, nachgewiesen werden konnte. Nach statistischer Auswertung der registrierten Daten mittels der Abstandsberechnung nach Euklid wurde deutlich, dass der Punkteabstand im Raum zwischen den Daten der MCS und denen der fMRT eine Kumulation der Datenabweichungen zwischen 10 und 20 mm, bei einem registrierten Wert größer 20 mm, aufwies. Insgesamt wurden Werte zwischen 6,8 und 27,5 mm aufgezeichnet. Somit konnte gezeigt werden, dass eine intraoperative Lagebestimmung der Zentralregion zur sicheren Tumorresektion unverzichtbar ist, da sich bei Ungenauigkeiten von einem Zentimeter und mehr mit großer Wahrscheinlichkeit die Vermutung äußern läßt, dass diese Inkongruenz eine erhebliche Einschränkung des intraoperativen Sicherheitsstandards zur Folge haben wird.

Zur Etablierung eines intraoperativen Sicherheitsstandards bietet sich das neurophysiologische Monitoring an, welches auch im Rahmen dieser Studie zur Anwendung gekommen ist. Mit Hilfe des MKS-Mapping kann intraoperativ eine kontinuierliche Kontrolle der kortikalen Funktion durchgeführt werden. Die Daten der SEP-Phasenumkehr, des MKS-Mappings- und Monitorings können zur Analyse aufgezeichnet und gespeichert sowie in Bezug auf Veränderungen der Amplitude, Latenz und Potenzialbreite ausgewertet werden. Durch eine direkte Übertragung der IOM-Daten in das Navigationsgerät kann der Operateur Veränderungen im Verlauf der Aufzeichnungen erkennen und somit umgehend in den Operationsverlauf eingreifen, um das Auftreten postoperativer neurologischer Defizite zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Anhand unserer Ergebnisse läßt sich die Aussage treffen, dass es mit Hilfe dieser intraoperativen Sicherheitsmaßnahme bei der großen Mehrheit der Patienten (im Rahmen dieser Studie 84% der Patienten) zu keiner Verschlechterung des präoperativ bestandenen neurologischen Status kommt.

Ein Einfluss auf die im Rahmen dieser Studie ermittelten Ergebnisse durch technische Ungenauigkeiten, zeitliche Beziehungen oder Zusammenhänge zwischen der Tumorgröße bzw. der Lage des Tumors unter Kortexniveau konnte durch die Implementierung statistischer Auswertungen ausgeschlossen werden.

Die mittels dieser Studie präsentierte Dateninkongruenz lässt sich somit nach Widerlegung möglicher Einflussfaktoren dadurch erklären, dass die Bilddaten der fMRT präoperativ gewonnen werden und dementsprechend keine intraoperative Verlaufskontrolle der erhobenen fMRT-Datensätze erfolgt.

Die fMRT sollte folglich als Untersuchungsmethode zur Gewährleistung eines ausreichenden Sicherheitsstandards kritisch betrachtet werden. Zumal die hier präsentierten Daten zeigen, dass dieses Verfahren noch nicht ausgereift ist und der Unterstützung weiterer Untersuchungsmethoden bedarf. Es fehlen praktikable Stimulationssysteme, standardisierte Untersuchungsprotokolle und für medizinische Anwendungen zugelassene Auswertungsprogramme. Derzeit kann die fMRT somit noch nicht als klinisch etabliertes diagnostisches Verfahren angesehen werden, da diese Methode in hohem Maße von den Erfahrungen und dem Wissen des Arztes abhängig und folglich die Untersuchungsqualität starken Schwankungen unterlegen ist.

Die fMRT kann zu wissenschaftlichen Zwecken eingesetzt werden, sollte jedoch nicht als alleinige Untersuchungsmethode zur Ortung eloquenter Hirnareale in unmittelbarer Nachbarschaft zu Tumoren angewendet werden.