

Der chirurgische Workflow bei Hirntumoren – statistisch aufwendig und klinisch relevant?

Dr. Dirk Lindner¹, Sebastian Blecha¹, Dr. Thomas Neumuth², Prof. Jürgen Meixensberger^{1,2}

¹ Klinik für Neurochirurgie, Universität Leipzig;

² ICCAS Innovation Center Computer Assisted Surgery Leipzig

contact person: dirk.lindner@medizin.uni-leipzig.de

Abstract :

Neurochirurgische Operationen sind vielfach technisch komplex und aufwändig. Der Neurochirurg kann möglicherweise die Vielzahl an Informationen nicht optimal ausnutzen, Frustration und suboptimale Nutzung der Assistenzsysteme sind die Folge. Anhand der Resektion von Hirntumoren wurde die Aussagekraft von Workflowanalysen klinisch geprüft. Ein Editor wurde programmiert und 60 Patienten intraoperativ mit Hirntumoren begleitet. In allen Fällen war die Aufnahme stabil. Interessant war beispielsweise der geringe zeitliche Aufwand zum Einrichten der Navigation, die Nutzung des Ultraschalls, die genaue zeitliche Beschreibung der OP Folge wie auch die Aktivität des Assistenten in weniger als der Hälfte der OP. Weitere Workflowstudien sollten das Zusammenspiel der Assistenzsysteme und mögliche technische Konflikte genauer untersuchen.

Schlüsselworte: chirurgischer Workflow, Hirntumoren, intraoperativ

1 Problem

Der Ablauf einer erfolgreichen Operation wird durch den personellen und technischen Einfluss vieler Faktoren geprägt. Ziel sind optimierte Operationsverläufe für den Patienten und den Behandler. Standards müssen hinterfragt, neue Methoden geprüft und Fehler suffizient abgestellt werden. In der Neurochirurgie sind technische Assistenzsysteme wie das Mikroskop, die Neuronavigation, das intraoperative Monitoring und die Bildgebung nicht mehr wegzudenken. Aber muss im OP Saal für jeder Operation alles vorgehalten werden, ist jeder Aufwand gerechtfertigt? Diese Fragen sind subjektiv nicht zu beantworten, die Datenlage ist dünn. Mit der Workflowanalytik sind statistische Analysen in detailliertester Form möglich. Nach sehr positiven Erfahrungen mit der Analyse von spinalen Eingriffen war das Ziel dieser Studie, einen Workfloweditor für die Beschreibung einer Hirntumor-Operation zu erstellen und klinisch zu prüfen. Die Ergebnisse werden hier vorgestellt.

2 Methoden

In Anlehnung an die Workflowanalyse bei spinalen Prozessen wurden zunächst 10 Patienten intraoperativ durch Mitarbeiter von ICCAS (Innovationszentrum für Computer assistierte Chirurgie Leipzig) begleitet und im Anschluss mit den Neurochirurgen besprochen. Darauf basierend wurde ein Workfloweditor erstellt und die nötigen Instrumente und Assistenzsysteme gemeinsam mit den OP-Schwestern eingefügt. Die Software ermöglicht es, alle Tätigkeiten der zu registrierenden Personen parallel und dabei getrennt nach den einzelnen Extremitäten zu erfassen (siehe Bild 1). Für die

Datenerfassung wurde ein Laptop Sony Vaio mit einem Intel Pentium III Prozessor mit 1,73 GHz und 512 MByte RAM Arbeitsspeicher eingesetzt. Ein Medizinstudent wurde jeweils mit dem Laptop vertraut gemacht. Jeder Student nahm 3 Operationen zum Erlernen der Funktionen des Editors ohne Auswertung auf. Insgesamt 3 Medizinstudenten im letzten Ausbildungsjahr begleiteten die Studie, so dass 9 Operationen nicht ausgewertet wurden. In die Auswertung gingen zwischen 2007 und 2008 insgesamt 60 Patienten ein. Die Aufnahme begann mit dem Hereinfahren des Patienten und Anästhesisten in den OP-Saal und endete mit dem Herausfahren des Patienten.

Die OP wurde in 5 Phasen unterteilt:

1. Anästhesiologische Vorbereitung im OP-Saal
2. Neurochirurgische Vorbereitung
3. Kraniotomie (nochmals in drei Unterphasen unterteilt)
4. Tumorpräparation und –Entfernung
5. Blutstillung und Wundverschluss einschließlich Knochendeckelfixierung, Auslagerung

Folgende Parameter wurden besonders bei der Workflowanalyse untersucht:

- Operationserfolg (im Bezug auf die in- bzw. komplette Tumorresektion)
- Technische Unterstützung der Operation (mit oder ohne Neuronavigation)
- Referenzierungszeit der Neuronavigation (präoperativ)
- Operateur
- Operationsdauer (Schnitt-Naht-Zeit)
- Gesamteinsatzzeit und Anwendung des Ultraschalls, CUSA
- Gesamteinsatzzeit und Positionsänderungshäufigkeit des Operationsmikroskops
- Tumorresektionszeit
- Dauer der einzelnen Phasen und die Gesamtzeit der Blutstillung bis zum Abschluss der Hautnaht
- Dauer der Assistententätigkeit

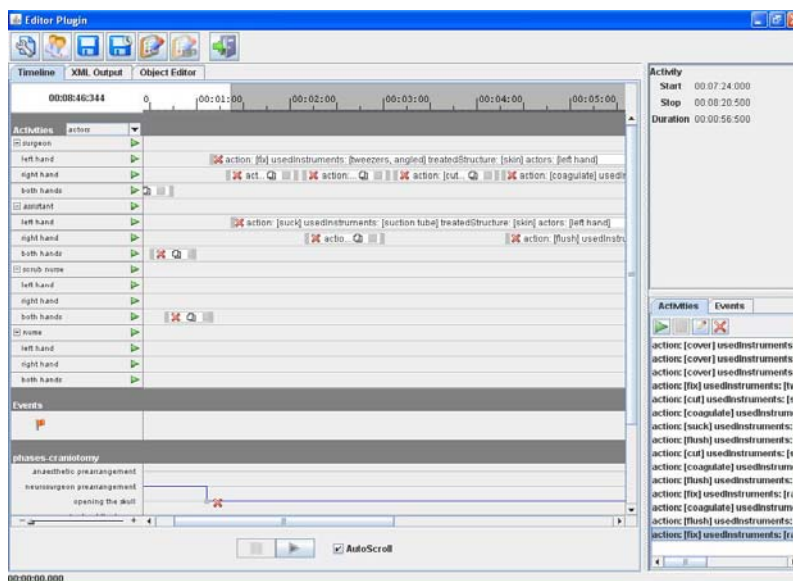


Bild 1: Einteilung nach der Händigkeit und der Person intraoperativ

3 Ergebnisse

Die Workflowaufnahme erfolgte in allen 60 Operationen suffizient, die Kontrolle einzelner Abfolgen entsprach exakt dem normalen OP Protokoll. Bei 26 Patienten (43%) wurde eine Neuronavigation eingesetzt, der Zeitaufwand zur Registrierung und Anzeichnung des optimalen Zugangs lag bei lediglich 10 Minuten. Die mittlere OP Zeit aller Operationen lag bei 3h 8 Minuten. Histologisch wurden 22 Gliome, 10 Metastasen, 15 Meningeome aber auch Lymphome, ein Glomustumor und Akustikusneurinome operiert.

Exemplarisch einige klinische Ergebnisse:

1. Die Zeit vom Schnellschnitt bis zur Information des Pathologen via Telefon lag bei 48 Minuten.
2. Ein OP-Assistent war nur während 48,6% der Operationszeit wirklich aktiv.
3. Die durchschnittliche Zeit für die Tumorentfernung nach Auffinden des Tumors lag bei 1h 3min.
4. Blutstillung und Wundverschluss beanspruchten durchschnittlich 1h 2min.
5. Die Position des OP-Mikroskops wurde durchschnittlich 25 Mal während der Operation gewechselt, die Einsatzzeit lag bei 1h 35 min (mittel).
6. Der Einsatz des 2D-Ultraschall (B-Mode) betrug nur 5 Minuten. Bei 7 von den 22 Patienten mit einem Gliom wurde auf Grund des Ultraschalls die Resektion des Tumors fortgesetzt.

4 Diskussion

Der Workfloweditor ist ein hoch interessantes Instrument für die Analyse verschiedener Schritte während einer Operation. Die gemeinsame Entwicklung durch Informatiker, Neurochirurgen, Medizintechniker und OP-Schwestern in Leipzig hat zu einem suffizienten Tool für die Aufnahme und Wiedergabe aller Details einer Hirntumoroperation geführt. Alle Prozeduren können nach einzelnen OP Abschnitten, Operateuren und Instrumenten getrennt betrachtet und analysiert werden. Die zentrale Rolle des Mikroskops hat sich bestätigt, der Aufwand für Navigation und intraoperativen Ultraschall sind gering. Die kalkulierbaren Zeiten für die Kraniotomie, die Tumorentfernung und den Wundverschluss fließen bereits in die Kommunikation zwischen Neurochirurg und Anästhesisten ein. Die Rolle einer Kamera zur Workflowaufnahme und die Synchronisation verschiedener Datenquellen sind die Herausforderung der zukünftigen Workflowanalysen. Das Zusammenspiel einzelner Instrumente (CUSA, Mikroskop, Navigation, Bipolator) wird weiter untersucht, die physikalischen Parameter des Ultraschalls und anderer intraoperativer Bildgebung sollen automatisch ausgelesen werden. Durch den Einsatz aller Beteiligten ist der Workfloweditor endgültig in der Klinik angekommen.