

Anwendung inverser Fehlervektoren (iFV) zur Erhöhung der Präzision der prächirurgischen EEG-Quellenlokalisierung (Electrical Source Imaging)

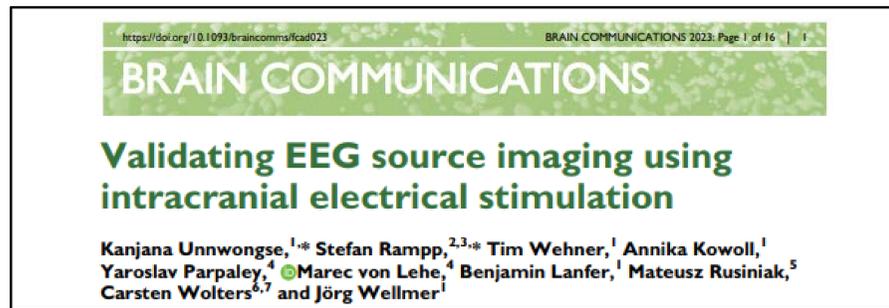
Theophilo Krüger L., Unnwongse K., Wehner T., Parpaley Y., Hölterschinken M., Erdbrügger T., Wolters C., Rampp S., Wellmer J

Ruhr-Epileptologie, Klinik für Neurologie, UK Knappschaftskrankenhaus Bochum (UKB), Ruhr-Universität Bochum; Klinik für Neurochirurgie UKB; Klinik für Neurochirurgie UK Erlangen; IBB, UK Münster



RUHR EPILEPTOLOGIE

Fragestellung: *Electrical Source Imaging* (ESI) hilft bei der prächirurgischen Lokalisierung von Spikes und Anfallsmustern. Die oft verwendete Lokalisation des zeitlich frühesten elektro-physiologischen Korrelats manuell oder automatisch sortierter und gemittelter Spikes oder Anfallsmuster über Dipol- oder verteilte Quellenmodelle ist aber vermutlich nicht so präzise, wie gewünscht. Anhand eines artificial-spike-Modells (ESI von über Tiefenelektroden applizierten Elektrostimulationen) konnten wir zeigen, dass Lokalisationsfehler von > 1cm die Regel sind.



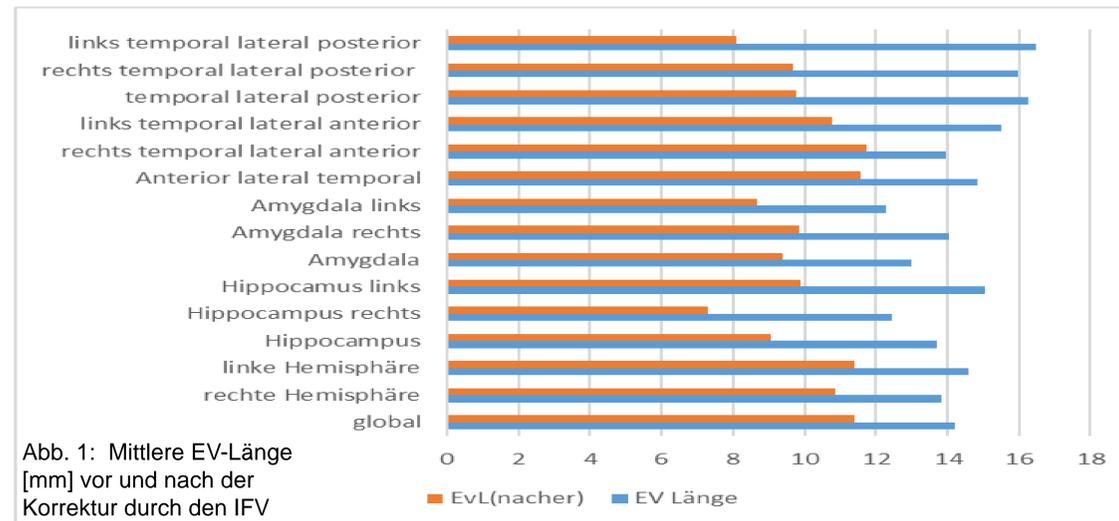
Wir ermittelten jetzt,

- **ob Lokalisationsfehler**, die trotz optimierter ESI Parameter verbleiben, **durch Hirnregion-spezifische Fehlerkorrektur-Vektoren kompensiert werden können.**

Methoden: Im Rahmen der o.g. Arbeit erhielten 7 Patienten bei ihrer invasiven prächirurgischen Epilepsiediagnostik über Tiefenelektroden eine single-pulse Elektrostimulation (99-110 biphasische Stimuli, 2 ms Pulsbreite, 1mA). Die Korrelate dieser Stimuli wurden im simultan abgeleiteten 37-Kanal-Oberflächen-EEG aufgezeichnet und dienten einer ESI mit einer großen Bandbreite an Skalp-Schädel-Konduktivitäten (0.0413 bis 0.001 S/m). Die hieraus berechneten Dipole wurden per euklidischer Distanz mit dem bekannten Ort der Stimulation verglichen,...

Methoden (Forts.): ... woraus sich **pro Stimulationsort ein Fehlervektor (FV)** ergab. Wir berechneten jetzt für jeden Stimulationsort einen bzgl. Distanz und Richtung **inverser Fehlervektor (iFV)** und überprüften, ob die Anwendung über mehrere Patienten gemittelter regionaler iFV bei individuellen Patienten zu einer Präzisierung der ESI beiträgt. Als Maß für die Präzision der ESI ohne und mit iFV-Anwendung wurden die FV-Länge und sich aus den FV ergebende Fehlervolumina verglichen.

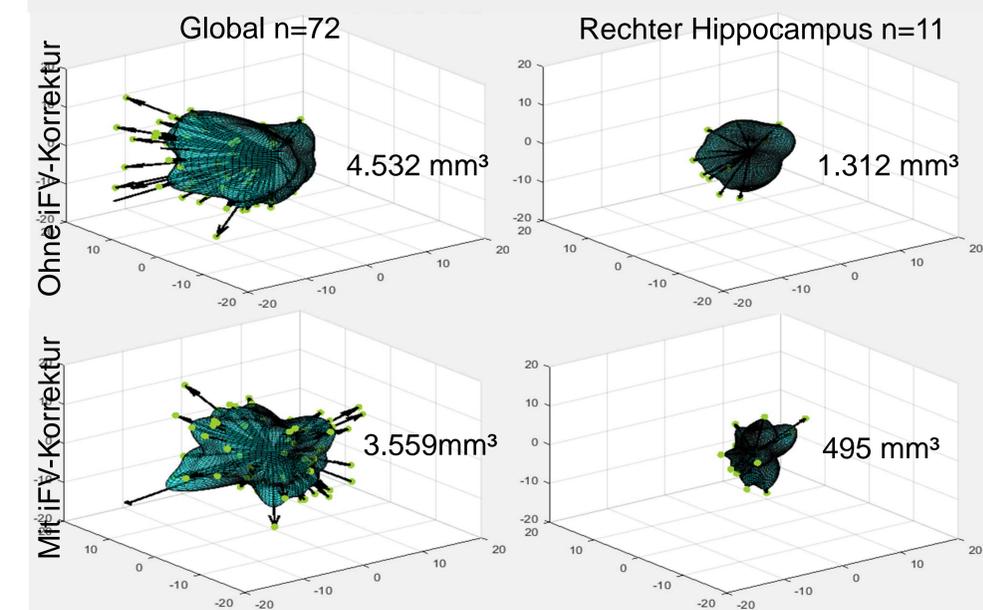
Ergebnisse: Abbildung 1 zeigt den Vergleich der Euklidischen Distanz zwischen Stimulationsort und per ESI berechneter Lage der Quelle ohne und mit Anwendung Hirnregionen-spezifischer iFV. Abbildung 2 zeigt die berechneten Fehlervolumina.



Für 72 Stimulationsorte wurden basierend auf der als optimal identifizierten Schädel Konduktivität von 0,0206 FV von 2,4 bis 33,1 mm Länge (MW:14,2±5,7) identifiziert. Unter Berücksichtigung der EV-Richtungen ergaben sich bezogen auf verschiedene Hirnregionen (links und rechts amygdalär, hippokampal, anterior- und posterior-temporal lateral) vor Anwendung der iFV Fehlervolumina von 1.312 bis 4.532 mm³ (Abbildung 2). Nach der Anwendung regionaler iFV reduzierten sich ...

Ergebnisse (Forts.): ...die Fehlervolumina in allen untersuchten Regionen auf 495 bis 3.559 mm³. Von den 72 untersuchten individuellen Stimulationsorten verbesserte sich das ESI-Ergebnis in 56 Fällen, in 16 Fällen war der individuelle Lokalisationsfehler nach Anwendung des global gemittelten IFV allerdings 0,04 bis 7,2 mm größer als ohne iFV.

Abb. 2: Fehlervolumina [mm³] vor und nach der Korrektur durch den iFV, 2 Beispielregionen



Schlussfolgerungen: Die Verwendung Regionen spezifischer iFV scheint das Potential zu haben, methodeninhärente residuelle Fehler der ESI zu kompensieren und die Präzision der Methode in der prächirurgischen Diagnostik zu erhöhen. Der Verbesserung der ESI-Präzision auf Gruppenebene und bei 78% der Einzelmessungen steht aber eine Ergebnisverschlechterung bei 22% der Einzelergebnisse gegenüber. Weitere Studien mit mehr Patienten und Stimulationen in anderen Hirnregionen sind erforderlich, um die klinische Wertigkeit der iFV-Applikation final einschätzen zu können.