

Igor Nova
Dr. sc. hum.

COMPUTER-ASSISTED ELECTROMAGNETIC NAVIGATION FOR ORTHOGNATHIC SURGERY

Fach/Einrichtung: Medizinische Biometrie und Informatik
Doktorvater: Prof. Dr. –Ing. Hartmut Dickhaus

Kieferfehlstellungen gehören weltweit zu den häufigsten skelettalen Dysfunktionen und können zu Kau- Atem- und Sprechproblemen sowie Schmerzen und beeinträchtigtem Selbstbewusstsein führen.

Schwerwiegende Fehlstellungen erfordern eine operative Korrektur eines oder sogar beider Kiefer durch etablierte chirurgische Verfahren: Lefort I für Osteotomien des Oberkiefers und sagittale Spaltung der aufsteigenden Äste des Unterkiefers.

Der derzeit etablierte Behandlungsablauf ist zeit- und kostenintensiv. Er besteht aus einer kephalometrischen Analyse, Modelloperationen im Artikulator und einer intermaxillären Splintherstellung zur intraoperativen Übertragung der Korrekturparameter.

Einzelne Schritte können jedoch durch subjektive Entscheidungen des Chirurgen und technische Einschränkungen beeinflusst werden, was zu Abweichungen vom erwarteten chirurgischen Ergebnis führen kann. Obwohl bereits verschiedene Ansätze erprobt wurden, um das chirurgische Ergebnis zu verbessern, konnte keine zufriedenstellende Lösung für alle genannten Probleme des bisherigen Vorgehens gefunden werden.

Das in dieser Arbeit vorgestellte Navigationssystem verfolgt einen grundlegend neuen Ansatz für orthognathe Operationen. Er beinhaltet einen Paradigmenwechsel von der traditionellen Methode hin zu einer vollständig bildlosen und splintlosen Methodik. Das System basiert auf elektromagnetischer Trackingtechnologie, um Knochenstrukturen präzise und in Echtzeit verfolgen und navigieren zu können. Miniaturisierte elektromagnetische Sensoren ermöglichen die Lokalisation im menschlichen Körper ohne, dass eine durchgängige Sichtlinie erforderlich wäre. Das System ist in der Lage die Oberkieferposition nach der Lefort I Osteotomie entsprechend den präoperativ geplanten Korrekturparametern zu navigieren und die präoperative Position der Kondylensegmente nach der Osteotomie des Unterkiefers wieder herzustellen.

Die Machbarkeit des elektromagnetischen Trackings im Operationssaal wurde bewertet und mit Messungen in einer Umgebung ohne elektromagnetische Feldverzerrungen verglichen. Diese Analysen ermöglichten die Genauigkeit und Anwendbarkeit der Technologie für das angestrebte Vorhaben zu ermitteln. Weitere Untersuchungen wurden durchgeführt, um das kephalometrische Koordinatensystem zu evaluieren, um die chirurgischen Korrekturparameter exakt auf den Patienten zu übertragen und um die Zuverlässigkeit des Ansatzes zur Messung der Knochenverschiebungen im elektromagnetischen Feld zu untersuchen. Die mit dem entwickelten System durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass das System funktionsfähig, praxistauglich und einfach in ein chirurgisches Szenario zu integrieren ist. Die intuitive Benutzeroberfläche ermöglicht dem Chirurgen, eine navigierte Osteotomie schnell und ohne intermaxilläre Splints bzw. ohne medizinische Bildgebung durchzuführen.

Diese Arbeit soll einen Beitrag zu Entwicklung neuer Technologien im medizinischen Bereich, insbesondere in der orthognathen Chirurgie leisten und zur Etablierung der elektromagnetischen Trackingtechnologie als einer nützlichen und praktischen Methode im Operationssaal verhelfen.