

Verwendung der bilddatengestützten Navigation zur intraoperativen Repositionskontrolle bei isolierten Jochbeinfrakturen

Carsten Westendorff¹, Jürgen Hoffmann¹, Ulrich Seifert² und Siegmund Reinert¹

¹Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie,
Universitätsklinikum Tübingen, 72076 Tübingen

²BrainLAB AG, Heimstetten

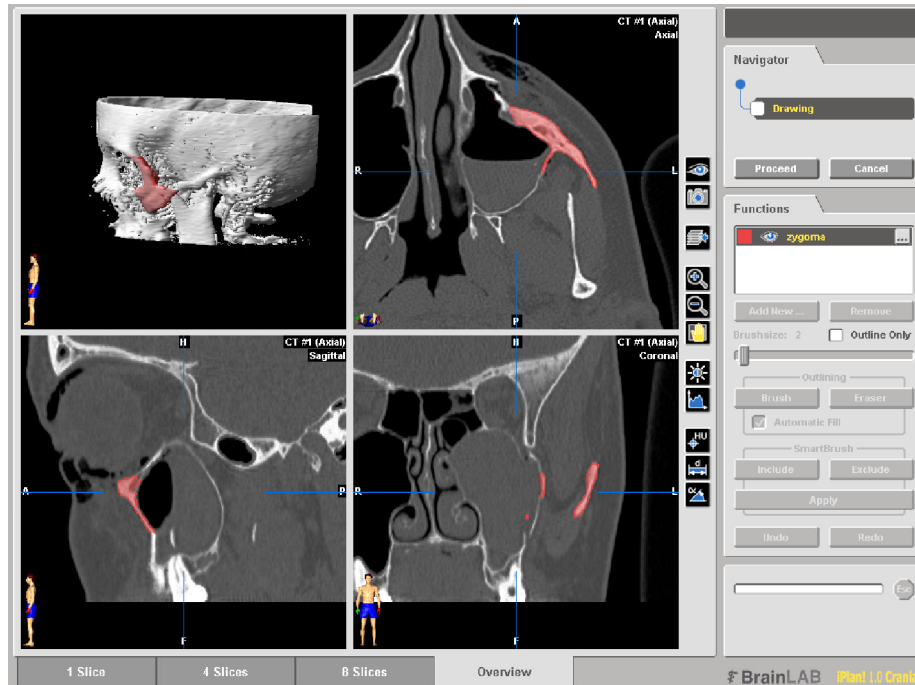
Email: carsten.westendorff@med.uni-tuebingen.de

Zusammenfassung. Laterale Mittelgesichtsfrakturen gehören zu den häufigsten Verletzungsformen des Gesichtsschädels. Bei der Reposition von stark dislozierten Jochbeinfrakturen ist die dreidimensionale Orientierung meist nur durch extra- und intraorale operative Zugänge zu beurteilen. Fehlstellungen von nicht korrekt reponierten Fraktursegmenten verursachen Diplopie, Augenmotilitätsstörungen oder Gesichtssymmetrien. Bei 10 Patienten mit isolierten Jochbeinfrakturen wurde eine virtuelle Jochbeinreposition präoperativ auf CT-Datenbasis rechnergestützt geplant und durch Gebrauch eines optischen Navigationssystems auf den intraoperativen Situs übertragen. Die präoperative Schichtbildung erfolgte mit einem hochauflösenden 16-Zeilen Computertomografie-Scanner (Somatom Sensation 16). Präoperativ wurde der dislozierte Jochbeinkörper im CT-Datensatz halbautomatisch segmentiert und auf der Basis einer neuartigen Prototyp-Software virtuell und anatomisch korrekt reponiert. Bei sämtlichen Patienten konnte der Jochbeinkörper halbautomatisch mit geringem Zeitaufwand segmentiert und virtuell reponiert werden. Intraoperativ konnte die Stellung des Jochbeinkörpers verifiziert werden. Mit der Integration der virtuellen Planungen in die bilddatengestützte Navigation war in allen Fällen eine optimierte Beurteilung der Reposition und dreidimensionalen Stellung der Fragmente möglich.

1 Einleitung

Isolierte Jochbeinfrakturen gehören zu den häufigsten Verletzungen im Bereich des Kopfes [1]. Bei der Reposition von dislozierten Jochbeinfrakturen ist die dreidimensionale anatomisch korrekte Orientierung des Jochbeinkörpers meist nur durch mehrere extra- und intraorale operative Zugänge zu beurteilen. Fehlstellungen der Fraktursegmente werden zumeist erst in der postoperativen Röntgenuntersuchung erkannt. Nicht erkannte Fehlstellungen, die mit einer klinischen Symptomatik, wie Diplopie, Augenmotilitätsstörungen und Gesichtssymmetrien verbunden sein können, führen zu der Notwendigkeit aufwändiger und operativ extrem schwieriger Sekundäreingriffe [1,2].

Abb. 1. Semiautomatische Segmentierung des dislozierten linksseitigen Jochbeinkörpers.



Daher erscheint es wünschenswert, einerseits intraoperativ eine Stellungskontrolle des reponierten Jochbeinkörpers durchführen zu können, andererseits die Invasivität bestehender operativer Verfahren zu minimieren.

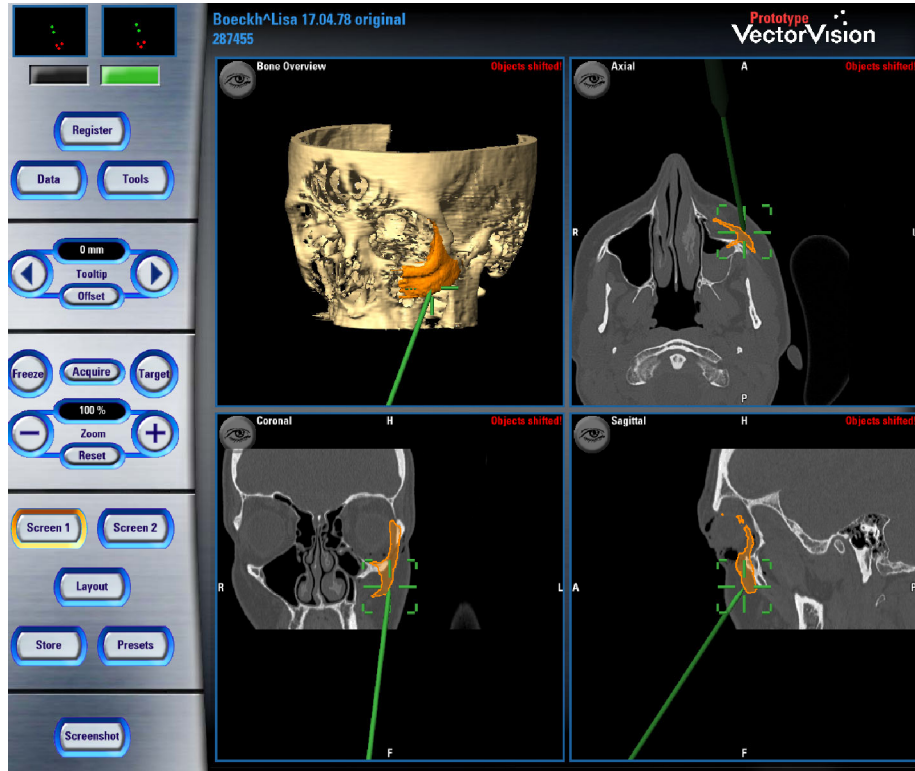
Durch die präoperative Planung einer virtuellen Jochbeinreposition und die intraoperative navigationsgestützte Kontrolle des klinischen Repositionsergebnisses könnte die computergestützte Planung und die CT-Daten-gestützte Navigation ein weniger invasives Vorgehen bei zuverlässiger Beurteilung der Stellung des Jochbeinkörpers ermöglichen.

2 Material und Methoden

Bei 10 Patienten mit isolierten Jochbeinfrakturen wurde die neuartige Technik basierend auf einer virtuellen Repositionsplanung und navigationsgestützten Reposition eingesetzt.

Die präoperative Schichtbildgebung erfolgte mit einem hochauflösenden 16-Zeilen Computertomografie-Scanner (Somatom Sensation 16). Präoperativ wurde der dislozierte Jochbeinkörper im CT-Datensatz halbautomatisch segmentiert (Abb. 1) und auf der Basis einer neuartigen Prototyp-Software virtuell reponiert

Abb. 2. Durch Hakenzug wurde der dislozierte Jochbeinkörper reponiert. Das Repositionsergebnis wurde mithilfe eines Pointers durch Vergleich mit der virtuellen Planung kontrolliert.



(Abb. 2). Die anatomische Stellung des Jochbeins wurde in allen Schichten in sagittaler, koronarer und axialer Ebene, sowie dreidimensional kontrolliert.

Anschließend wurden die Planungsdaten der virtuellen Segmentreposition in das VectorVision Compact Navigationssystem (Fa. BrainLAB, Heimstetten) eingespielt.

Für die Patientenregistrierung wurden ein dentalfixiertes Schienenreferenzmarkersystem und die Oberflächen-Laserscan-Technologie verwendet. Nach der Referenzierung erfolgte die operative Reposition des Jochbeinkörpers in üblicher Weise. Das klinische Repositionsergebnis wurde intraoperativ mit der virtuellen Repositionsplanung durch Abtasten der Knochenoberfläche mithilfe eines Pointers verglichen (Abb. 2). Bei Bedarf wurde der Jochbeinkörper erneut reponiert.

Postoperativ erfolgte eine konventionelle radiologische Untersuchung zur Kontrolle des Repositionsergebnisses.

3 Ergebnisse

Bei sämtlichen Patienten konnte der Jochbeinkörper halbautomatisch mit einem Zeitaufwand von etwa 30 Minuten segmentiert und virtuell reponiert werden. Das Ergebnis der virtuellen Reposition konnte in sämtlichen CT-Schichten in axialer, koronarer und sagittaler Projektion, sowie in der dreidimensionalen Rekonstruktion des Bilddatensatzes überprüft werden. Mit Hilfe der erweiterten Planungsmöglichkeiten der Prototyp-Softwareplattform konnte intraoperativ die Stellung des Jochbeinkörpers durch Pointerabtastung der Knochenoberfläche und Vergleich des anatomischen mit dem virtuellen Repositionsergebnis schnell und einfach verifiziert werden. Mit der Integration der virtuellen Planungen in die bilddatengestützte Navigation war in allen Fällen eine optimierte Beurteilung der Reposition und dreidimensionalen Stellung der Fragmente möglich.

4 Diskussion

Die intraoperative Kontrolle der Jochbeinstellung erfolgt bislang auf der Grundlage unsicherer, invasiver oder strahlenexponierender und technisch aufwändiger Verfahren. So stellt die operative intra- und extraorale Exploration ein zumeist inadäquat invasives Verfahren dar, während C-Bögen und die intraoperative Computertomografie strahlenexponierend wirken und eine aufwändige technische Ausstattung erfordern [2-4]. Videoendoskopische Verfahren haben sich bislang zur Kontrolle des Repositionsergebnisses nicht durchsetzen können [5,6]. Die Anwendung der Sonografie ist auf die Beurteilung der Jochbogenstellung beschränkt und erlaubt keine genauen Aussagen zur Kontrolle der Jochbeinstellung [7-9].

Durch die navigationsgestützte Reposition sind eine intraoperative dreidimensionale Visualisierung des Jochbeinfragmentes und eine interaktive Korrektur der Segmentstellungen möglich. Dieser Technik wird eine zunehmende Bedeutung, insbesondere bei minimal invasiven Ansätzen, zukommen. Durch den Vergleich des virtuellen mit dem realen Repositionsergebnis könnte die Navigationstechnologie zudem eine postoperative radiologische Repositionskontrolle ersetzen.

Literaturverzeichnis

1. Zingg M, Laedrach K, Chen J, Chowdhury K, Vuillemin T, Sutter F, et al. Classification and treatment of zygomatic fractures: a review of 1,025 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1992;50(8):778–790.
2. Lynham AJ, Monsour FN, Chapman P. Management of orbitozygomatic fractures. *ANZ J Surg* 2002;72(5):364–366.
3. Hoffmann J, Dammann F, Troitzsch D, Krimmel M, Gülicher D, Reinert S. Intraoperative computer tomography control within the scope of maxillofacial traumatology using a mobile scanner. *Biomed Tech (Berl)* 2002;47(6):155–158.
4. Stanley RB. Use of intraoperative computed tomography during repair of orbitozygomatic fractures. *Arch Facial Plast Surg* 1999;1(1):19–24.

5. Forrest CR. Application of endoscope-assisted minimal-access techniques in orbitozygomatic complex, orbital floor, and frontal sinus fractures. *J Craniomaxillofac Trauma* 1999;5(4):7-12.
6. Krimmel M, Cornelius CP, Reinert S. Endoscopically assisted zygomatic fracture reduction and osteosynthesis revisited. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31(5):485-488.
7. Akizuki H, Yoshida H, Michi K. Ultrasonographic evaluation during reduction of zygomatic arch fractures. *J Craniomaxillofac Surg* 1990;18(6):263-266.
8. Friedrich RE, Heiland M, Bartel-Friedrich S. Potentials of ultrasound in the diagnosis of midfacial fractures. *Clin Oral Investig* 2003;7(4):226-229.
9. McCann PJ, Brocklebank LM, Ayoub AF. Assessment of zygomatico-orbital complex fractures using ultrasonography. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000;38(5):525-529.