

Miriam Luxenhofer

Dr. med.

Bildqualität und Beurteilbarkeit von intraoperativer CT-Diagnostik im Vergleich zum 3D-Röntgen hinsichtlich Reposition und Implantatpositionierung - Eine Kadaverstudie

Fach/Einrichtung: Orthopädie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Paul Alfred Grützner

Die anatomische Rekonstruktion sowie die korrekte Implantatpositionierung ist entscheidend für das klinische Outcome bei Patienten mit komplexen Gelenk- und Wirbelkörperfrakturen. Zur exakten Kontrolle haben sich intraoperative 3D-Verfahren etabliert. Diese basierten bislang auf der konventionellen Bildverstärker-Technik. Hier bestehen Einschränkungen, v.a. aufgrund von Strahlungsartefakten durch einliegende Implantate und der geringen Größe des abbildbaren Volumens. Zur Steigerung der Bildqualität wurden sowohl Lösungen für die intraoperative CT-Diagnostik entwickelt, als auch die 3D-Bildgebung mittels C-Bögen durch Integration der *flat-panel*-Technologie verbessert. Die vorliegende Studie wurde zur Klärung der Frage konzipiert, inwiefern die intraoperative CT-Bildgebung und die Weiterentwicklung der fluoroskopischen Bildgebung durch *flat-panel*-Detektoren die Beurteilbarkeit der Reposition und der Implantatlage verbessern kann und so die bestmögliche Beurteilbarkeit für komplexe artikuläre und spinale Frakturen liefert.

Für den ersten Studienteil wurden am Humanpräparat bei zehn Ellenbogen Frakturmodelle des distalen Humerus geschaffen. Im Anschluss erfolgte die Doppelplatten-Osteosynthese des distalen Humerus über eine Osteotomie des Olecranon mit anschließender Plattenosteosynthese des Olecranon. Es wurden Gelenkstufen, -impressionen und intraartikuläre Schraubenlagen in variierenden Ausprägungen generiert. Im Anschluss folgte die Schnittbildgebung mit einem Bildverstärker-basiertem C-Bogen (*Arcadis Orbic*, Siemens Healthcare GmbH, Deutschland) sowie einem intraoperativen mobilen CT-Scanner (*Airo*, Brainlab AG, Deutschland).

Für den zweiten Studienteil standen zwei komplette Humanpräparate zur Verfügung. Es erfolgte die dorsale Instrumentierung verschiedener Höhen der gesamten Wirbelsäulen, sowie Osteosynthesen des Beckens und der unteren Extremität (Iliosakralgelenk, Acetabulum, proximale Tibia, oberes Sprunggelenk und Calcaneus). Im Anschluss erfolgte die Durchführung von 3D-Scans (*flat-panel*-basierter C-Bogen, *Cios Spin*, Siemens Healthcare

GmbH, Deutschland und Bildverstärker-basierter C-Bogen, *Arcadis Orbic*, Siemens Healthcare GmbH, Deutschland) sowie CT-Scans (mobiles intraoperatives CT *Airo*, Brainlab AG, Deutschland und stationäres CT *Aquilion 32*, Canon Medical Systems, Japan).

Anschließend an die Bildgebung folgte bei beiden Studienteilen die Evaluation der Scans hinsichtlich der subjektiven Beurteilbarkeit sowie Messungen zur maximalen Ausprägung der pathologischen Befunde.

Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied in der subjektiven Beurteilbarkeit zwischen allen Scanmodalitäten beobachtet werden. Die *flat-panel*-basierte 3D-Bildgebung mittels *Cios Spin* schnitt am besten ab, gefolgt von der intraoperativen und stationären CT-Bildgebung (*Airo* und *Aquilion*). Am schlechtesten wurde die Beurteilbarkeit bei den Scans des *Arcadis Orbic* bewertet. Die Messungen zum Schraubenverlauf und den Gelenkstufen zeigten keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den Bildgebungsmodalitäten. Insbesondere bei der Beurteilung der Gelenkfläche hinsichtlich Impressionen bestehen in der 3D-Bildgebung mit einem mobilen bildverstärker-basierten C-Bogen noch diagnostische Lücken, welche sich durch die intraoperative CT-Bildgebung schließen lassen.

Die Analyse der Ergebnisse zeigt eine deutliche Weiterentwicklung der intraoperativen 3D-Bildgebung hinsichtlich Bildqualität und Beurteilbarkeit. Die Scans des neuen *flat-panel*-basierten C-Bogens weisen eine signifikante Verbesserung des Qualitätseindrucks auf, mit einer auch gegenüber der intraoperativen CT-Bildgebung besseren Bewertung der Bildqualität. Dies bringt, bei Übertragung in eine klinische Situation, die Möglichkeit zur sofortigen Kontrolle des Operationsergebnisses und direkten intraoperativen Korrektur mit sich. Dies macht im weiteren Verlauf eine postoperative CT-Kontrolle überflüssig und reduziert die Notwendigkeit von Revisions-Operationen. Hierdurch kann eine Verbesserung des klinischen Outcomes und der Patientensicherheit erreicht werden und es können Kosten für erneute Diagnostik oder Eingriffe vermieden werden.

Zusammenfassend kann die Bildqualität der neuen *flat-panel*-basierten Generation von 3D C-Bögen mit der post- und intraoperativen CT-Bildgebung konkurrieren und bietet dabei erhebliche Vorteile sowohl im intraoperativen Setting als auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Daher wird die neue Generation von tatsächlich mobilen, *flat-panel*-basierten 3D C-Bögen vorerst die Hauptgrundlage der intraoperativen 3D-Bildgebung darstellen.