

Franz Julian Fuchs

Dr. med.

## **Nutzen der intraoperativen 3D-Bildgebung bei der Versorgung von komplexen Ellenbogen- und Handgelenksfrakturen**

Fach/Einrichtung: Orthopädie/ BG Unfallklinik Ludwigshafen

Doktorvater: Prof. Dr. med. Paul Alfred Grützner

Ziel dieser Studie war es, den Nutzen der intraoperativen 3D-Bildgebung hinsichtlich der Versorgung von komplexen Ellenbogen- und Handgelenksfrakturen zu analysieren und aufzuzeigen, welche Behandlungskonsequenzen sich aus den intraoperativen Befunden ergeben.

Für den Bereich der oberen Extremitäten existieren in diesem Zusammenhang bislang nur wenige kleinere Studien, deren Autoren den Nutzen der dreidimensionalen Bildgebung übereinstimmend als positiv bewerten. Darüber hinaus bestätigten Untersuchungen in anderen anatomischen Regionen ebenso die Vorteile der intraoperativen dreidimensionalen Bildgebung. Die vorliegende Untersuchung sollte nun als erste größere Studie zeigen, dass sich die beschriebenen positiven Effekte der intra-operativen 3D- Bildgebung auch für komplexe Frakturen des Ellenbogen- bzw. Handgelenks bestätigen lassen.

Das Thema ist von besonderer Relevanz, da bei der operativen Versorgung von Frakturen nach wie vor die konventionelle Röntgenaufnahme in zwei Ebenen die gängigste Methode darstellt, um intraoperativ das Repositionsergebnis und die Lage des Osteosynthesematerials zu kontrollieren. Allerdings können hierbei Fehlstellungen der Gelenkflächen oder nicht optimal positioniertes Osteosynthesematerial unentdeckt bleiben. Bei komplexen Frakturen mit Gelenkbeteiligung ist deshalb die Revisionsrate verhältnismäßig hoch, da es relativ häufig zu Stufenbildung in der Gelenkfläche, einer Fehlpositionierung des Osteosynthesematerials oder zu einer sekundären Dislokation kommt. Die genannten Komplikationen werden jedoch oftmals erst im Rahmen einer postoperativen CT-Bildgebung diagnostiziert. Gerade bei Frakturen im Bereich eines Gelenks ist es außerordentlich wichtig, eine anatomische korrekte Reposition sicher-zustellen und Fehllagen des Osteosynthesematerials zu vermeiden,

um ein funktionell gutes Ergebnis zu erzielen und Langzeitkomplikationen, wie Bewegungseinschränkungen, Schmerzen und Arthrose zu vermeiden.

Auch in der BG Unfallklinik Ludwigshafen wurden in der Vergangenheit intraoperative Aufnahmen meist mit einem konventionellen C-Arm-Bogen erstellt. Mit Hilfe der zweidimensionalen Röntgenbilder konnten jedoch nicht immer alle Gelenkabschnitte dargestellt werden. Aus diesem Grunde wurde dort ab dem Jahr 2001 zusätzlich ein 3D-C-Bogen eingesetzt, der ähnlich wie ein CT dreidimensionale Bilder erzeugt und deshalb eine bessere Einschätzung des Gelenks erlaubt. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann ein unzureichendes Repositionsergebnis oder eine Fehllage des Implantats noch intraoperativ korrigiert werden.

Für die retrospektive Untersuchung wurden die prospektiv erstellten Krankenakten von Patienten analysiert, die zwischen 2001 und 2015 in der BG Unfallklinik Ludwigshafen mit einer Fraktur im Bereich des Handgelenks oder des Ellenbogengelenks stationär behandelt wurden und bei denen während der operativen Versorgung ein 3D-Scan durchgeführt wurde. Insgesamt konnten 344 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. 36 Patienten wiesen eine Fraktur im Bereich des Ellenbogens auf und bei 307 Studienteilnehmern war eine Fraktur des distalen Radius diagnostiziert worden.

Hinsichtlich der Frakturen im Bereich des Ellenbogens hatte sich die Hälfte der Patienten eine distale Humerusfraktur zugezogen. Den größten Anteil nahmen hierbei B3 Frakturen mit 19,4%, gefolgt von B2 Frakturen mit 11,1% ein. B1 und C1 Frakturen konnten mit jeweils 8,3% verzeichnet werden. Eine Typ C3 Fraktur kam hingegen nur einmal vor. Insgesamt betrachtet konnten bei 33,6 % der Ellenbogenfrakturen pathologische Befunde mit Hilfe der intraoperativ erstellten 3D-Aufnahmen identifiziert werden, welche im konventionellen Röntgenbild nicht zu erkennen gewesen waren. In 16,6% der genannten Fälle führte der 3D-Scan zu einer intraoperativen Revision, wobei die Hälfte der Patienten aufgrund einer intraartikulären Schraubenlage und die andere Hälfte aufgrund einer Stufenbildung  $\geq 2$  mm revidiert werden musste. Durch den Einsatz des 3D-Scans konnte in sämtlichen Fällen auf eine Olecranonosteotomie verzichtet werden. Dieser Umstand senkt wiederum die Operationszeit, die Komplikationsrate und die Notwendigkeit einer eventuellen Implantatentfernung.

In Bezug auf die analysierten 307 Frakturen des Handgelenks wiesen 87% und somit der größte Teil der Patienten eine distale Radiusfraktur vom Typ C auf. Hier zeigte der 3D-Scan

bei insgesamt 40,7% der Betroffenen einen pathologischen Befund, welcher zuvor im konventionellen Röntgenbild nicht zu erkennen gewesen war. Bei 17,6% dieser Patienten führte der 3D-Scan zu direkten Konsequenzen in Form einer intra-operativen Revision. Diese war bei 8,1 % der Patienten aufgrund einer Stufenbildung des Gelenks von  $\geq 1$  mm bzw. bei 7,5 % der Patienten wegen einer intraartikulären Schraubenlage nötig.

Die Ergebnisse dieser Studie decken sich demnach mit entsprechenden Vergleichszahlen aus der Literatur, welche sich bei intraartikulären Frakturen nach Nutzung der dreidimensionalen Bildgebung zwischen 11% und 40% bewegen. Diesbezüglich scheint die dreidimensionale Bildgebung insbesondere bei Frakturen des distalen Humerus vom Typ B und Typ C und bei Frakturen des distalen Radius vom Typ C hilfreich zu sein.

Zusammenfassend konnte die vorliegende Studie zeigen, dass die intraoperative dreidimensionale Bildgebung im Vergleich zur konventionellen intraoperativen 2D-Bildgebung einen wesentlichen Nutzen für die Behandlung von komplexen Ellenbogen- und Handgelenksfrakturen mit sich bringt. Die intraoperative dreidimensionale Bildgebung versorgt den Operateur mit zusätzlichen Informationen, die er mit einer ausschließlich zweidimensionalen Bildgebung nicht erhalten hätte. Sowohl Repositionsergebnis als auch die Lage des Osteosynthesematerials lassen sich mit der dreidimensionalen Bildgebung besser einschätzen, als dies mit der konventionellen Röntgenmethode möglich ist. Somit kann der Einsatz der intraoperativen 3D-Bildgebung die Notwendigkeit einer Revisionsoperation bei der Versorgung von komplexen Ellenbogen- und Handgelenksfrakturen verringern. Ob die intraoperative dreidimensionale Bildgebung darüber hinaus auch einen positiven Effekt auf das klinische und funktionale Ergebnis ausübt, muss hingegen noch in weiterführenden Studien überprüft werden, da hierzu keine Daten erhoben wurden.