

John Whyte  
Dr. med.

## **„Der XS-Nagel als Implantat zur Versorgung proximaler Frakturen des Os metatarsale V“**

Geboren am 30.05.1968 in Frankfurt am Main  
Staatsexamen am 30.05.2007 an der Universität Würzburg

Promotionsfach: Chirurgie  
Doktorvater: Prof. Dr. med. W. Friedl

Proximale Frakturen des fünften Metatarsalknochens sind aufgrund der Zugbelastung und der verletzungsbedingt eingeschränkten ossären Blutversorgung bekannt für langwierige Heilungsverläufe und hohe Komplikationsraten (Pseudarthrose, Refraktur), insbesondere bei konservativer Behandlung der Jones- und Stressfrakturen. Verschiedene operative Verfahren wurden entwickelt, wobei die Zuggurtung (für kleinere Fragmente) und die Schraubenosteosynthese in der Literatur am häufigsten beschrieben werden. Probleme der Implantatirritation, -deformation und -insuffizienz begründen jedoch die Suche nach verbesserten operativen Lösungen.

In einer retrospektiven klinischen Studie wurden 77 Fälle proximaler Metatarsale-V-Frakturen mit operativer XS- beziehungsweise XXS-Nagel-Versorgung untersucht (Datenerhebung und Nachbefragung). Als historische Vergleichsgruppe dienten die hausinternen Ergebnisse von 47 Zuggurtungsosteosynthesen sowie die Daten aus 32 klinischen Studien mit Auswertungen von insgesamt 1058 Patienten. Der XS-Nagel ist ein im Bereich zugbelasteter Frakturen erprobtes intramedulläres Implantat, welches den Frakturbereich stabilisiert (durch Gewindedrahtquerverriegelung) und komprimiert (Einsatz einer Madenschraube). Der Untersuchungszeitraum (1999 bis 2006) umfasste die Einführung und technische Optimierung des Verfahrens. An 56 Operationen waren 22 verschiedene Ärzte beteiligt. Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 31 Minuten. Intraoperative technische Probleme der Anfangsphase führten zur Implantatoptimierung (z. B. Verstärkung des Madenschraubenkopfes). Der postoperative stationäre Aufenthalt betrug durchschnittlich 2,9 Tage (einschließlich Entlassungstag). 46% der Patienten erreichten nach Wundheilung eine uneingeschränkte Belastungsfähigkeit. In 32% der Fälle kam der Vorfußentlastungsschuh zur Anwendung, und zwar für durchschnittlich 5,4 Wochen. Ein durchgehender Frakturspalt war postoperativ in der radiologischen Kontrolle nicht mehr nachweisbar. Postoperative Komplikationen (Entzündung, Hämatom) waren bei 8% der Patienten zu verzeichnen, aber problemlos zu behandeln. In 68% der Fälle fand, nach durchschnittlich 8,8 Monaten, eine Metallentfernung statt, die im Mittel 21 Minuten dauerte und zu einer postoperativen Krankenhausverweildauer von 1,8 Tagen (einschließlich Entlassungstag) führte. Die Auswertung der Röntgenbilder belegte eine knöcherne Konsolidierung und achsgerechte Verheilung in allen Fällen. Die Nachbefragung (durchschnittlich 3,5 Jahre nach Operation) bestätigte, dass keine Refrakturen oder

Pseudarthrosebildungen auftraten. Der AOFAS-Mittelfuß-Score stieg von 22 Punkten (präoperativ) auf 96 von 100 möglichen Punkten nach Behandlungsabschluss an. Das beste Ergebnis der Belastbarkeit wurde nach durchschnittlich 48 Tagen erreicht. Mit Ausnahme von zwei Patienten kehrten alle Studienteilnehmer wieder in ihr berufliches Leben (in 71% der Fälle mit regelmäßiger Fußbelastung) und zu uneingeschränkter Belastbarkeit zurück. Unter den persistierenden Symptomen wurden Schwellneigung und Wetterfühligkeit am häufigsten genannt. Die Gesamtzufriedenheit lag bei durchschnittlich 9,4 Punkten (auf einer Skala von 1 bis 10 als bestmögliches Ergebnis). Drahtirritationen wurden von 56% der Patienten angegeben. Bei 10% der Patienten konnte dies durch eine Teilmetallentfernung (bei wandernden Drähten oder rückläufiger Madenschraube) behoben werden, wobei wiederum technische Verbesserungen eingeführt wurden (Einsatz von Gewindedrähten und eines selbstklemmenden Madenschraubengewindes). Bei den übrigen Drahtirritationen bestand eine Korrelation zum Ausmaß des Verriegelungsdrahtüberstandes und bestätigte die Empfehlung, die Verriegelungsdrähte auf einen 2-mm-Überstand zu kürzen.

Im Vergleich zur Zuggurtungsosteosynthese zeichnete sich die XS-Nagel-Implantation durch bessere Werte bezüglich der Operationsdauer, der perkutanen Einbringung (82% versus 0%), der Krankenhausverweildauer (2,9 versus 3,8 Tage) und der postoperativen Belastungseinschränkung (54% versus 100%) aus. Die Rehabilitation erfolgte in der XS-Nagel-Gruppe schneller (48 versus 71 Tage bis zum Erreichen des besten Ergebnisses) und es wurde eine bessere postoperative Frakturkompression erreicht. Als Vorteile der Zuggurtungsosteosynthese waren die Möglichkeit der operativen Fixierung kleiner Frakturfragmente und die meist ambulant durchführbare Metallentfernung zu erkennen. Komplikationen der Pseudarthrosebildung oder Refraktur, die bei konservativer Behandlung oder nach Schraubenentfernung häufig beschrieben werden, traten nicht auf. Im Licht der vorhandenen Literatur zeigte der XS/XXS-Nagel bei den Metatarsale-V-Basisfrakturen günstige Ergebnisse bezüglich der Krankenhausliegedauer, der postoperativen Belastbarkeit, der Heilungsrate und der Patientenzufriedenheit. Die Metallentfernung ist elektiv möglich, jedoch oft mit einem stationären Aufenthalt verbunden. Drahtirritationen stellten sich als häufiges Problem dar, können jedoch durch Einsatz von Verriegelungsdrähten und deren entsprechende Kürzung auf 2 Millimeter Knochenüberstand minimiert werden.

Die vorliegende Studie ist unter allen zur Verfügung stehenden publizierten Arbeiten die umfangreichste Untersuchung bezüglich der operativen Versorgung von Metatarsale-V-Basisfrakturen. Schlussfolgernd stellte sich die XS(XXS)-Nagel-Implantation als effektives und technisch optimiertes Verfahren der Behandlung dieser Frakturen dar, bei dem eine schnelle postoperative Mobilisierung möglich ist und ein langfristig gutes Ergebnis erzielt wird. Die Zuggurtungsosteosynthese erscheint weiterhin als angemessenes Verfahren zur Behandlung kleinerer Frakturfragmente, wobei die Minimierung von Drahtirritationen eine zentrale Aufgabe beim Einsatz beider Methoden darstellt.