

ORBIT – mehr Durchblick im OP

In Deutschland werden jährlich rund 1,2 Millionen komplexe chirurgische Operationen durchgeführt. Um das Komplikationsrisiko zu verringern und Folgeeingriffe zu vermeiden, kontrollieren die Ärzte schon während des Eingriffs das Operationsergebnis mit Hilfe von Röntgendiagnostik. Zweidimensionale Röntgenbildaufnahmen sind oftmals nicht ausreichend, um Operationssituationen genau bewerten zu können. Die dreidimensionale Bildgebung dagegen liefert eine exakte räumliche Abbildung vom Körperinneren eines Patienten. Damit hat sie sich als unverzichtbares Hilfsmittel für Chirurgen etabliert. Ihr Nachteil: Chirurgische Eingriffe müssen für die 3-D-Aufnahmen komplett unterbrochen werden. ORBIT, eine Neuentwicklung von Fraunhofer IPK und Charité, lässt den Chirurgen freien Zugang zum Patienten und kann so besser in den Operationsablauf integriert werden.

► Beispiel Wirbelsäulenimplantate

Dank der 3-D-Bildgebung können Mediziner z. B. die Reposition von Knochenbrüchen an Gelenken exakt beurteilen oder Implantate millimetergenau ausrichten, ohne kritische anatomische Strukturen zu beschädigen. Ein Beispiel hierfür ist die Überprüfung der korrekten Lage von Implantaten in der Wirbelsäule relativ zu den sensiblen Nervenbahnen des Rückenmarks. Um Frakturen, Tumore, Entzündungen oder Instabilitäten der Wirbelsäule zu behandeln, werden benachbarte Wirbelkörper mit Hilfe von Pedikelschrauben dauerhaft fixiert. Der Spinalkanal der Wirbelsäule und

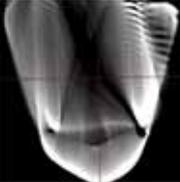
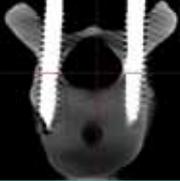
das darin verlaufende Rückenmark dürfen dabei nicht verletzt werden. Aufgrund der fehlenden Tiefeninformation ist mit zweidimensionalen Röntgenbildern eine Fehlplatzierung der Implantatschrauben und eine dadurch entstehende Verletzung des Nervenkanals nicht erkennbar. Nur die 3-D-Bildgebung kann hier die exakte Überprüfung der Implantatlage gewährleisten. Um notwendige Korrekturen bereits während der Operation durchzuführen und patientenbelastende und kostenintensive Folgeeingriffe zu vermeiden, muss die 3-D-Bildgebung intraoperativ zum Einsatz kommen.

► Konventionelle 3-D-Systeme

Bei konventionellen 3-D-Röntgensystemen, wie 3-D-C-Bögen oder intraoperativ einsetzbaren Computertomographen, rotieren Röntgenquelle und Röntgendetektor in einer starren Anordnung kreisförmig um den Patienten, um einzelne Projektionsbilder aufzunehmen und daraus 3-D-Bilddaten zu rekonstruieren. Diese kreisförmige Bewegung um den Patienten ermöglicht zwar eine hohe Rekonstruktionsqualität, umschließt aber den Patienten vollständig und versperrt somit den Zugang für den Chirurgen. Der chirurgische Arbeitsablauf wird dadurch erheblich beeinträchtigt. Operationen müssen in der Regel mehrere Minuten unterbrochen werden, um das System an den OP-Tisch zu fahren und am Patienten auszurichten. Deshalb wird die intraoperative 3-D-Röntgenbildgebung derzeit noch nicht routinemäßig eingesetzt.

► Inside ORBIT

Um die intraoperative 3-D-Röntgenbildgebung zu vereinfachen, den freien Patientenzugang zu gewährleisten und die Aufnahmedauer zu verkürzen, entwickelt das Fraunhofer IPK in Kooperation mit der Charité – Universitätsmedizin Berlin und der Ziehm Imaging GmbH den offenen 3-D-Röntgenscanner »ORBIT«.

	Bewegungsbahn der Röntgenquelle	Axiale Schicht des rekonstruierten Volumens	Coronale Schicht des rekonstruierten Volumens
Konventionelle Bildaufnahme eines C-Bogens (Rotationswinkel: 180°)			
Bildaufnahme ORBIT (Öffnungswinkel: 120°)			

Wirbelsäulenchirurgie: Bildaufnahmequalität von ORBIT und konventionellen C-Bögen im Vergleich



3-D-C-Bogensystem im Einsatz bei der Charité –
Universitätsmedizin Berlin



Systementwurf des offenen 3-D-Röntgenscanners ORBIT

Das Projekt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, gewann bereits die Innovationspreise Medizintechnik 2007 und 2010 des BMBF.

ORBIT basiert auf einem neuen konischen Bildaufnahme-konzept, das die Forscher ausgehend von mathematischen Optimierungen der Projektionsrichtungen hinsichtlich der erreichbaren 3-D-Bildqualität entwickelt haben. Dabei bewegt sich die Röntgenquelle nicht um den Patienten herum, sondern ausschließlich kreisförmig oberhalb des Patienten. Das gesamte ORBIT-System besteht aus drei Modulen: einem mobilen Gelenkarm mit steuerbarer Röntgenquelle, einem digitalen Flachbilddetektor, der direkt in den OP-Tisch integriert oder fest auf diesem positioniert ist, und einer mobilen Bildbetrachtungseinheit.

Mit einem Labormuster wurde die Machbarkeit des neuen Bildaufnahme-konzeptes nachgewiesen und die erreichbare Bildqualität experimentell für eine Anwendung in der Wirbelsäulenchirurgie untersucht. Dabei schnitt ORBIT eindeutig besser ab, als herkömmliche C-Bögen. Da diese seitlich zum Patienten ausgerichtet sind, befinden sich die metallenen Pedikelschrauben der Wirbelkörper in der Rotationsebene der C-Bögen. Dies führt zu bildstörenden Metallartefakten in der 3-D-Rekonstruktion, wodurch deren Verwertbarkeit erheblich beeinträchtigt ist. Bei der von Fraunhofer IPK und

Charité entwickelten orbitalen Bildaufnahme oberhalb des Patienten bewegen sich Röntgenquelle und Detektor nicht mehr ausschließlich in einer einzigen Ebene. Dadurch wird die Bildqualität bei dieser klinischen Anwendung wesentlich verbessert.

Innerhalb der nächsten drei Jahre wird mit Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Röntgenlabor des Fraunhofer IPK ein erstes ORBIT-Funktionsmuster aufgebaut und anschließend in einem Experimental-OP in der Charité technisch und klinisch evaluiert. Das neue System soll dann den chirurgischen Arbeitsablauf nur noch minimal beeinflussen und routinemäßig im OP angewendet werden. ■

ORBIT – More Insight for Surgeons

In Germany some 1.2 million complex surgical operations are carried out each year. To reduce the risk of complications and avoid follow-up interventions, physicians use x-ray diagnostics to monitor the outcome of the operation during surgery. Only this means that there is a break in the operation. In conventional 3-D x-ray imaging, x-ray source and image detector are rotating circular around the patient to reconstruct the scanned volume. Using this technique, the volume is reconstructed accurately, but the patient is fully enclosed and the access for the surgeon is limited.

Fraunhofer IPK has developed an open x-ray scanner for image-guided interventional surgery. ORBIT features a compact, modular system design for mobile use with significantly better control of the position of instruments, implants and bone fracture fragments during the operation. Most importantly, ORBIT provides free access to the patient, thus allowing surgical teams to continue with their work. Funded by the Federal Ministry of Education and Research and in cooperation with Ziehm Imaging GmbH and the Charité Berlin, Fraunhofer-scientists currently work on a first ORBIT prototype.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Fabian Stopp
Telefon +49 30 39006-150
fabian.stopp@ipk.fraunhofer.de