

Simon Schröder  
Dr. med.

Prädiktion und Qualitätsverbesserung in der Hüftendoprothetik durch digitale Planung bezüglich des Prothesentyps, der Prothesengröße, der Beinlänge, des Offsets und des Pfannenneigungswinkels

Promotionsfach: Orthopädie  
Doktorvater: Prof. Dr. med. Joachim Pfeil

Der totale Hüftgelenkersatz im Zuge einer Coxarthrose stellt heute eine der häufigsten Operationen weltweit dar. Im Laufe der Jahre unterlagen die Implantate einem enormen Fortschritt in Sachen Prothesenmaterial, Prothesenform und Verankerungstechnik. Eine daraus resultierende Vielzahl an zur Verfügung stehenden Implantaten sowie das erklärte Ziel nach genauer Wiederherstellung der Geometrie des Patienten machten eine präoperative Planung fortan unabdingbar.

Die Betrachtung präoperativer Röntgenbilder ermöglicht eine Einschätzung der Knochenbeschaffenheit und –qualität des Patienten, woraufhin das geeignete Prothesenmodell und die Prothesengröße genauer abgeschätzt werden kann. Desweiteren können bestehende Beinlängen- oder Offsetdifferenzen bereits in der Planung berücksichtigt werden. Diese vormals analoge Prozedur wird heutzutage zunehmend mit Hilfe digitaler CAD-Programme durchgeführt. Digitale Planungen erbringen nachweislich eine Zeit- und Kostenersparnis, verhindern aufwendiges archivieren und sind jederzeit abrufbar.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde nun die Umsetzbarkeit der digitalen Planung in der Hüftendoprothetik näher untersucht. Es galt der Frage nachzugehen, wie exakt eine digitale Planung zur Bestimmung des Prothesentyps, der Prothesengröße, der Beinlängenänderung, des Offsets, des frontalen Pfannenneigungswinkels und des Prothesenpositionswinkels vorgenommen und operativ umgesetzt werden kann.

Hierfür wurden die präoperativen und postoperativen Röntgenbilder von 303 Patienten anhand eines reproduzierbaren Doppelkoordinatensystems vermessen und die gewonnenen präoperativen, geplanten und postoperativen Daten ausgewertet und miteinander verglichen. Es wurde eine fehlerhafte Skalierung der präoperativen Bilder, die auf eine inexakte Lage der Skalierungskugel zurückging, beobachtet. Daraus folgende inkorrekte Abstandsvermessungen konnten jedoch individuell ausgeglichen werden.

Mittels digitaler Planung konnte in beinahe allen Fällen das geeignete Prothesenmodell präoperativ bestimmt werden. Auch die verwendete Prothesengröße konnte in vielen Fällen gut abgeschätzt werden. Besonders die zementiert zu implantierenden Prothesenschäfte konnten hierbei im Vergleich zu den unzementierten Schäften deutlich besser geplant werden. Dennoch wurde die Tendenz sichtbar, dass präoperativ zu große Größen eingeplant werden. Dies wird zum einen auf Summationseffekte und fehlende Achseneinsicht aufgrund der zweidimensionalen Röntgenbilder zurückgeführt, zusätzlich können aber auch fehlerhafte

Skalierungen mitverantwortlich gemacht werden. Es konnte nämlich aufgezeigt werden, dass die Prothesengrößen am genauesten bei exakter Skalierung geplant wurden.

Bezüglich der Beinlänge wurden regelmäßig Beinverlängerungen eingeplant, um bestehende Beinlängendifferenzen anzugleichen. Während der operativen Umsetzung kam es verglichen zur Planung in mehr als der Hälfte der Fälle jedoch zu einer zusätzlichen Verlängerung um mehr als 5 mm. Zu dieser Verlängerung führte besonders der Einbau des Prothesenschaftes, unabhängig des Prothesentyps. Als mögliche Ursachen wurden hierbei ein zu frühzeitiges Verklemmen der Geradschaftprothesen sowie ein Aufrichten der Kurzschaftprothesen beobachtet.

Das Offset unterlag im Durchschnitt einer Verkürzung. Insbesondere der femoroacetabuläre Anteil, der durch Implantation der Schäfte beeinflusst wird, wich postoperativ relativ stark von der Planung ab. Die besten Ergebnisse bei der Offsetwiederherstellung erzielten modulare Prothesen, für die spezielle CCD-Winkel-Varianten verfügbar sind.

Der frontale Pfannenneigungswinkel musste aufgrund der präoperativen Anatomie der Arthrosepatienten häufig steil geplant werden. Letztlich konnte die Hüftpfanne jedoch regelmäßig flacher eingebaut werden, so dass postoperativ viele der Pfannen in einem angestrebten Bereich lagen. Hierdurch können Luxationsgefahr und Abnutzung des Prothesenmaterials reduziert werden.

Am Prothesenpositionswinkel wurde ein regelmäßiges Aufrichten der Kurzschaftprothesen im Vergleich zur Planung deutlich. Diese Valgisierung der Kurzschäfte scheint mitverantwortlich für die Beinverlängerungen und die Offsetverkürzungen.

Trotz der zum Teil regelhaften Abweichungen zwischen Planung und postoperativem Ergebnis stellt die digitale Planung eine sehr wichtige Methode dar, um präoperativ Aufschluss über die Anatomie des Patienten zu erlangen. So kann mithilfe einer standardisierten Planung in weiten Teilen die Prothese und ihre Größe bestimmt und besondere Gegebenheiten des Patienten berücksichtigt werden. Mögliche Abweichungen in der Geometrie des Patienten sollten zukünftig mehr in die Planung einbezogen werden. Schäfte mit verschiedenen Varianten könnten hierbei Abhilfe schaffen, wie dies bereits bei der Offsetwiederherstellung nachgewiesen wurde. Zusätzlich sollte zur Qualitätssteigerung das digitale Röntgen weiter standardisiert werden, um mögliche Skalierungsfehler zu reduzieren.