

Bei der Auswahl eines geeigneten 3-D-Planungssystems kann die Wahl zur Qual werden. Nachfolgend werden die gängigen Systeme zur computergestützten dreidimensionalen Planung von dentalen Implantaten dargestellt und relevante Details sowie Besonderheiten der einzelnen Pakete herausgestellt.

RoboDent-System

Position in Echtzeit erfasst

Bei diesem System erfasst ein Kamerasystem in Echtzeit über optische Marker die Relativposition von Winkelstück und Patientenkiefer (Abb. 5.1). Diese wird am Bildschirm visualisiert und ermöglicht dem Behandler die Führung des Instruments und die Implantation gemäß der Planung (Schermeier et al. 2002b).



Abb. 5.1
RoboDent.

Die Implantatauswahl erfolgt aus einer Datenbank, wozu die Originalfräsdaten eingespielt werden, und die Planungssoftware enthält die exakten Größen der verwendeten Implantate.

Bei der Planung sowie der eigentlichen Operation ist das automatisch berechnete 3-D-Modell des Patientenkiefers am Monitor des Navigationssystems in Echtzeit durch einen speziellen Steuerball intuitiv beweglich. Somit lässt sich beispielsweise der Wandel der Inklinationsschneise in der Oberkiefer-Prämolarenregion exakt darstellen.

Bewegliches
3-D-Modell

Ein optischer Sensor vermisst intraoperativ hochpräzise die Lage von Patient und Winkelstück. Das Verfahren basiert auf Infrarotlicht, das an kleinen, leichten und ergonomisch angebrachten Reflektorkörpern am Winkelstück und am Patient gespiegelt wird (Abb. 5.2). Ähnlich der Wirkungsweise des menschlichen Auges werden diese Reflexionsprismen von zwei Infrarotkameras beobachtet und die räumliche Lage durch Stereovision exakt bestimmt. Da sich keine zusätzlichen Kabel am Patienten oder Instrument befinden, wird die intraoperative Handhabung wesentlich erleichtert.

Optischer
Sensor

Lagebestimmung durch
Stereovision

Die Abweichung zwischen Instrument und geplanter Achse wird intraoperativ mit einer Genauigkeit im Zehntel-Millimeter-Bereich angezeigt und bei Bedarf dokumentiert.



Abb. 5.2
Navigierte Implantation mit
Tracker am Winkelstück.

- Um das Instrument an die geplante Zielachse zu führen, wird die Behandlungssituation an einem Hauptmonitor sowie einem schwenkbaren Minidisplay dargestellt. Dieses lässt sich direkt neben dem Patientenmund anordnen, so dass die Situation durch die geringe Änderung des Bildwinkels erfasst wird. Der operative Eingriff kann ohne Störungen, zum Beispiel durch Akkomodation des Auges oder Kopfbewegungen, durchgeführt werden.
- Störungsfreier Eingriff möglich**
- Während der eigentlichen Operation ist keinerlei Systembedienung erforderlich. Das Navigationssystem erkennt automatisch die Länge des eingespannten Bohrers und identifiziert das aktuell zu bohrende Implantat. Auch die Zuordnung zu den medizinischen Bilddaten und die für eine hohe Präzision erforderliche Kalibrierung des Systems – die Registrierung – erfolgen völlig automatisch.
- Keine Systembedienung erforderlich**
- Bei der Röntgenaufnahme trägt der Patient eine individuelle Aufbiss-schiene, die auch den Zahnbefund im Gegenkiefer wiedergibt. Die digitalen Röntgendaten werden vom Radiologen im DICOM-3-Format auf einer CD-Rom gespeichert und in das Navigationssystem eingelesen (Abb. 5.3). Mit der Planungssoftware kann die exakte Position des zu setzenden Implantats unter Berücksichtigung des Gegenkiefers und der vorhandenen Bezahnung festgelegt werden. Auf der Basis dieser Planung errechnet das Navigationssystem ein dreidimensionales Modell des Patientenkiefers und zeichnet automatisch in dieses Modell die Achsen der zu setzenden Implantate ein; damit ist die präoperative Planung abgeschlossen, und die eigentliche Operation kann beginnen.
- Planungssoftware**



Abb. 5.3
3-D-generierter Datensatz mittels RoboDent.

Bei der Operation trägt der Patient erneut die individuelle Aufbisschiene, an der jetzt zusätzlich reflektierende Prismen befestigt sind. Das Navigationssystem zeigt dem Operateur über intuitiv zu erfassende Farbmarkierungen die korrekte Lage seines Winkelstücks im Bezug auf das zu setzende Implantat an; dabei wechselt die Farbmarkierung von Rot über Blau nach Grün.

Lageanzeige
über Farb-
markierungen

Die Tiefe des Bohrers im Knochen kann der Operateur an einem Rollbalken am rechten Bildschirmrand verfolgen. Sobald die exakte Tiefe des zu bohrenden Implantatstollens erreicht ist, ertönt zusätzlich ein akustisches Signal. Zur postoperativen Kontrolle wird eine Panoramasaufnahme (PSA) oder eine axiale Röntgenaufnahme nach Halbwinkeltechnik angefertigt.

Anzeige
der exakten
Bohrtiefe