Copyright by Quintessence Not for Publication

Der virtuelle Artikulator in der Aligner-Kieferorthopädie

WERNER SCHUPP, JULIA HAUBRICH, JULIA STEINMAIER (GEB. FUNKE)

Einleitung

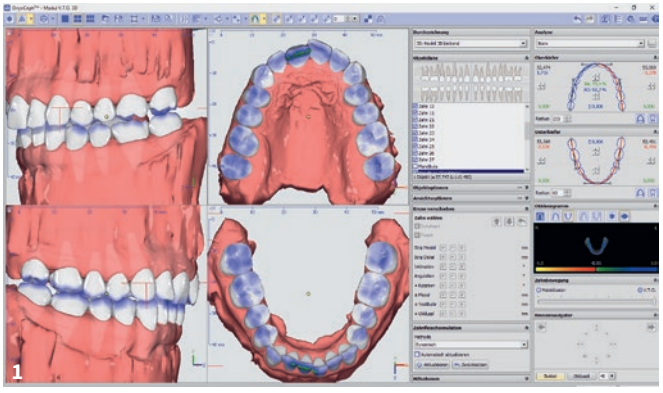
Die digitale Bewegungsanalyse spielt eine immer größere Rolle in der kieferorthopädischen Diagnostik und Therapie. In der Aligner-Kieferorthopädie war die Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer in der virtuellen Behandlungsplanung bisher ausschließlich auf die zentrale Okklusion (CO) beschränkt. Hierbei wurde die Unterkieferposition durch eine „Best-Fit"-Anpassung festgelegt, was jedoch nicht der realen Öffnungs- und Schließbewegung des Kiefers entspricht. Dadurch konnte es zu Abweichungen zwischen der geplanten und der tatsächlichen Okklusion am Ende der Behandlung kommen.

Reale Bewegungserfassung und virtueller Artikulator

Durch die digitale Erfassung der individuellen Kieferbewegungen lassen sich nun Zahnbewegungen in der virtuellen Behandlungsplanung (VTS) anpassen. Dies ermöglicht eine präzisere Korrektur der Okklusion, indem der Unterkiefer in einer physiologischen Kondylenposition zugeordnet wird. Die Erfassung erfolgt durch eine Kombination aus intraoralen Scans und digitaler Gelenkregistrierung mittels Digital Motion Decoder (DMD). Anschließend wird die Bewegung in die virtuelle Simulationssoftware OnyxCeph V.T.O.3D (Fa. Dentaurum, Ispringen, Deutschland) übertragen, um eine patientenspezifische Artikulation zu ermöglichen.

Okklusale Veränderungen durch verschiedene Rotationszentren

Die Okklusion variiert je nach Lage der Rotationsachse des Unterkiefers. Wird die Unterkieferbewegung nur nach einem starren „Best-Fit"-Verfahren angepasst, kann es zu nicht physiologischen Kondylenverlagerungen kommen. Dies kann eine Verschiebung der Kondylen nach posterior in die bilaminäre Zone verursachen, was langfristig zu craniomandibulären Dysfunktionen (CMD) führen kann.



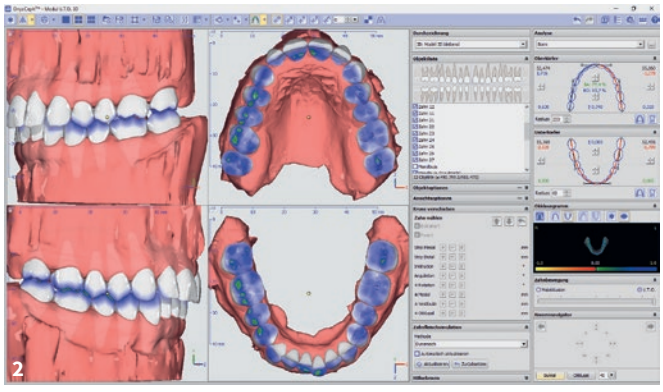
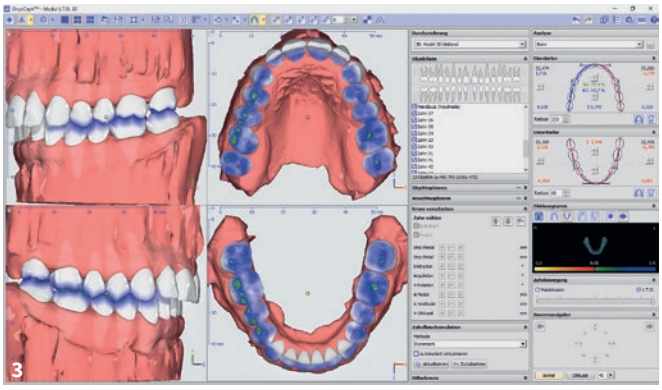


Abb. 1. Ausgangssituation: Die Okklusionskontakte in CR liegen am rechten zentralen Schneidezahn im Oberkiefer(OK)/linken zentralen Schneidezahn im Unterkiefer (UK) und an den rechten zentralen und lateralen Schneidezähnen im UK. **Abb. 2** Erster Korrekturschritt im VTS: Der rechte zentrale Schneidezahn im OKr wurde nach vorne geneigt und anschließend wurde der UK um die individuelle Achse des Patienten gedreht, bis die nächsten ersten Kontaktpunkte erreicht waren. Diese liegen an den rechten ersten und zweiten Molaren, den ersten und zweiten Prämolaren und dem mittleren Schneidezahn im OK, dem linken mittleren Schneidezahn im OK/linken mittleren Schneidezahn im UK und den rechten ersten und zweiten Molaren sowie den ersten und zweiten Prämolaren im UK.

Copyright by Quintessence
Not for Publication



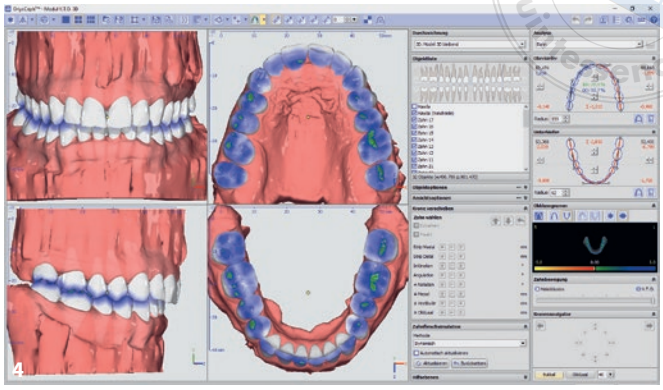


Abb. 3 Zweiter Korrekturschritt im VTS: Der linke mittlere Schneidezahn im UK wurde zurückgeneigt und die Schneidezähne im OK und UK wurden ausgerichtet. Nach der Rotation des UK in der individuellen Achse erscheinen die Okklusionskontakte an den rechten ersten und zweiten Molaren, den ersten und zweiten Prämolaren im OK, dem linken ersten Molar im OK, dem linken ersten Molar im OK/linken zweiten Molar im UK, dem linken ersten Molar im UK und den rechten ersten und zweiten Molaren sowie den ersten und zweiten Prämolaren im UK. **Abb. 4** Endgültige VTS: Die Okklusionskontakte wurden mit einer Rotation der UK in der individuellen Achse des Patienten eingestellt, und die Lücken zwischen den oberen Eckzähnen und den seitlichen Schneidezähnen konnten geschlossen werden. Ein Kontakt blieb am rechten zentralen Schneidezahn im OK bestehen. Infolge der durch die Fehlstellung verursachten Abrasion palatinal an diesem Zahn war dessen Anatomie verändert. Daher wurde im VTS ein Plan erstellt, den Zahn am Ende der kieferorthopädischen Behandlung umzuformen. Die abnormale Form des Zahns sollte korrigiert werden, jedoch ohne seine Position zu verändern.

Technischer Ablauf der digitalen Gelenkregistrierung

1. Scannen der Zahnreihen
2. Digitale Gelenkregistrierung mittels DMD
3. Bestimmung des ersten Okklusionskontakts in physiologischer Kondylenposition
4. Abgleich der DMD-Daten mit den intraoralen Scans in OnyxCeph
5. Simulation der Zahnbewegungen im virtuellen Artikulator
6. Herstellung der Aligner auf Basis der angepassten Simulation

Behandlungsbeispiel

Eine 39-jährige Patientin mit CMD-Symptomen und Abrasionen der Frontzähne wurde mit einer digitalen Gelenkregistrierung behandelt. Zu Beginn zeigte sich eine asymmetrische Okklusion mit fehlender posteriorer Abstützung. Nach der Registrierung der individuellen Gelenkbewegungen wurde die Okklusion in der virtuellen Behandlungsplanung optimiert (Abb. 1 bis 4). Die Behandlung mit Alignern dauerte 16 Wochen und führte zu einer vollständigen Beseitigung der Beschwerden sowie einer harmonisierten Okklusion.

Fazit

Der Einsatz eines virtuellen Artikulators in der digitalen Behandlungsplanung stellt eine entscheidende Verbesserung für die Aligner-Kieferorthopädie dar. Die Integration von realen Kieferbewegungen ermöglicht eine präzisere Vorhersagbarkeit der Okklusion und reduziert das Risiko von Fehlstellungen nach der Behandlung. Dadurch wird die Behandlungseffizienz gesteigert und eine langfristig stabile Okklusion gewährleistet.

Werner Schupp
Dr.
Universität Witten/Herdecke
Abteilung für Kieferorthopädie
Korrespondenzadresse:
Zum Eckernbaum 28
53518 Adenau
E-Mail: schupp@schupp-aligner.de

Julia Haubrich
Dr.
Gemeinschaftspraxis
Zahnspangenwelt

Julia Steinmaier (geb. Funke)
Dr.
Just KFO –
Fachpraxis für Kieferorthopädie

Originalbeitrag erschienen in
Journal of Aligner Orthodontics
2023;7:267–283.