



Digitalisering in de orthodontiepraktijk

J.G.J.H. Schols

Orthodontisten gebruiken een aantal diagnostische hulpmiddelen bij de behandlungsplanning en -evaluatie. Standaard zijn gebitsmodellen, het orthopantomogram, de laterale en voor-achterwaartse röntgenschedelopname met cefalometrische analyse en veelal ook gelaats- en intraorale dia's. Inmiddels zijn voor al deze hulpmiddelen digitale alternatieven beschikbaar. Daarnaast is op het gebied van praktijkmanagement en voorlichting veel software ontwikkeld. In de nabije toekomst lijkt de 'paperless office' realiteit te worden. In dit artikel worden de ontwikkelingen tot op heden op een rij gezet.

SCHOLS JGJH. Digitalisering in de orthodontiepraktijk. Ned Tijdschr Tandheelkd 2003; 110: 25-30.

Inleiding

In de jaren zeventig van de vorige eeuw deed de computer zijn intrede in de tandheelkundige en later ook in de orthodontische praktijk. Hij verving in eerste instantie de typemachine als een betere en meer efficiënte tekstverwerker. Omdat ook de afdrukmogelijkheden verbeteren, konden documenten zoals verwijsbrieven, behandlungsverslagen en declaraties netjes verzorgd geproduceerd worden. Deze werden per patiënt individueel vervaardigd. Toen de geheugencapaciteit van de computer wat groter werd en softwarepakketten voor het voeren van administratie toepasbaar gemaakt werden voor de medische praktijk, werd de kostbare investering die de aanschaf van een computer en printer met zich meebracht, voor meer praktijken interessant. Patiëntenbestanden en verrichtingenlijsten konden worden ingevoerd en regelmatig terugkerende gelijksoortige documenten konden als macro's worden bewaard en aan de betreffende patiënten worden gekoppeld. Tijdsbesparing was de belangrijkste winst, vooropgesteld dat de apparatuur naar behoren werkte, want de communicatie via het toetsbord verliep via een nieuwe (computer)taal die veelal via 'trial and error' werd aangeleerd en nogal eens tot teleurstellingen leidde.

De computer bleef voornamelijk een administratief hulpmiddel, maar met de komst van venster- en muisgestuurde programma's met toevoeging van kleur (een ontwikkeling die vooral dankzij de grafische industrie mogelijk werd) ontstonden ook ideeën voor andere toepassingsmogelijkheden in de orthodontie. De razend-snelle ontwikkeling van de computer sindsdien, zoals snelheid van gegevensverwerking, geheugencapaciteit, communicatie via netwerken en natuurlijk het internet, hoeft hier niet beschreven te worden. Tekstverwerking werd 'desktop publishing' en vereiste dat vooral beeld en soms ook geluid in een document konden worden opgenomen. De industrie zag grote kansen en leverde vervolgens de apparatuur die dat mogelijk maakte: "Electronic transfer saves time, eliminates duplication of effort, reduces errors, and leads to all the other high-tech marvels we can use in the dental office" (Emmott, 2002).

De technologische spil van de orthodontische praktijk bij toepassing van digitale technieken is de patiëntenadministratie, die ondergebracht is in een softwareprogramma voor praktijkmanagement. Alle aan de patiëntenbehandeling gerelateerde software, evenals de digitale beeldverwerking en het gebruik en bewerken van digitale beelden, is hieraan direct gekoppeld. Om dit effectief te kunnen gebruiken is een computernetwerk noodzakelijk, want patiëntgegevens moeten op meerdere plaatsen in de praktijk toegankelijk en uitwisselbaar zijn. Bovendien is het netwerk de link tussen het administratieve en het klinische deel van de praktijk.

Toepassingen in de orthodontische praktijk

Digitale röntgenologie

Evenals in de algemene tandheelkundige praktijk heeft digitale röntgenologie in de orthodontie inmiddels een vaste plaats verworven. Door het grote formaat van de foto's moest echter aangepaste beeldverwervingsapparatuur ontwikkeld worden. Daarbij worden twee systemen onderscheiden.

Voor het zogenaamde directe systeem met behulp van CCD-sensoren (CCD staat voor charge coupled device) of de veel minder toegepaste CMOS-sensoren (complementary metaloxide semiconductor with active pixel sensors) moesten geheel nieuwe opnameapparaten ontwikkeld worden (afb. 1). Op de plaats van de filmcassette komt een sensor die bij het maken van een panoramaopname zoals gebruikelijk om de tandboog van de patiënt roteert en voor röntgenschedelopnamen het hoofd van de patiënt in horizontale of verticale richting scant. Net als fotografische film bevat ook de sensor een groot aantal beeldelementen ('pixels'), die gevoelig zijn voor röntgenstraling. Bij de sensoren zijn deze pixels echter veel regelmatigiger gerangschikt dan bij film, waarbij bovendien geldt dat hoe kleiner de pixels zijn, hoe beter de detailweergave (ruimtelijke resolutie). De huidige sensoren bevatten ongeveer 300 pixels per mm². Hoe meer intensiteiten de pixels kunnen weergeven des te natuurlijker het uiteindelijke beeld (grijswaardenresolutie). De huidige sensoren

Samenvatting

Trefwoorden:

- Orthodontie
- Digitale beeldbewerking
- Computertoepassingen

Uit een orthodontische praktijk in Waalwijk.

Datum van acceptatie: 3 oktober 2002.

Adres:

Dr. J.G.J.H. Schols
Vredesplein 20
5142 RA Waalwijk
j.schols@wxs.nl

Afb. 1. Sirona-röntgen-apparaat met CCD-techniek voor tomografie en schedelopnamen.



kunnen ongeveer 256 verschillende grijswaarden onderscheiden.

Voor het zogenaamde indirecte systeem met behulp van 'photostimulable phosphor plates', zijn geen aanpassingen aan de opnameapparatuur nodig. De beeldplaat met de juiste afmeting wordt in de normale filmcassette gelegd. Dit kan bij daglicht. De opnameprocedure is hetzelfde als bij conventionele opnametechnieken. Versterkingsschermen zijn niet nodig. Voor de digitalisering van het beeld dient de belichte beeldplaat echter te worden uitgelezen in een speciale laser-scanner die het gebruikelijke ontwikkelingsproces van de foto vervangt.

De beeldplaat wordt hiertoe ingevoerd en uitgelezen in een drum die gedurende het scanningproces met hoge snelheid ronddraait. Het gedigitaliseerde beeld wordt vervolgens opgeslagen en is zichtbaar op het beeldscherm. De beeldplaat is daarna weer beschikbaar voor een volgende opname en kan vele malen hergebruikt worden. De scanners gebruiken een gefocuste laserdiode van 10-15 mW. De ruimtelijke resolutie wordt voor deze apparatuur niet in pixels maar in lijnpaaren gedefinieerd ('line pairs'). Hoe groter het aantal lijnpaaren per mm hoe meer details. De huidige lasers schrijven 3-6 lijnpaaren/mm bij 300 dpi. Er kunnen ongeveer 256 verschillende grijswaarden worden onderscheiden.

Zowel de sensortechniek als de beeldplaten bij de indirecte techniek zijn veel gevoeliger voor röntgenstraling dan de conventionele röntgenfilm. Hierdoor is de stralingsbelasting voor de patiënt aanzienlijk gereduceerd. Als vergeleken wordt met de snelste conventionele film/versterkingsfolie-combinaties die momenteel op de markt verkrijgbaar zijn, is de stralingsdosis 20 tot 50% minder (Van der Stelt, 2000).

Een groot voordeel van een digitaal opgeslagen beeld is dat het bewerkt kan worden. Zaken als contrast, helderheid en scherpte zijn aan te passen zonder het origineel opgeslagen beeld kwijt te raken. Kleine opnamefouten kunnen daarmee hersteld worden zonder de patiënt te belasten met de straling van een nieuwe röntgenopname. Verder kunnen onderdelen van de

foto vergroot worden voor betere detailweergave en zijn digitale bewerkingstechnieken voor beeld, die ook worden toegepast in grafische programma's zoals reliëfweergave of kleuromslag, mogelijk. Het doel van deze bewerkingsopties is de diagnostische waarde van de röntgenopnamen te vergroten. Uiteraard dient opgemerkt te worden dat het uitgangspunt een zo goed mogelijke originele opname moet blijven, omdat iedere manipulatie kan leiden tot artefacten die een correcte diagnose juist kunnen vertroebelen.

Een ander voordeel van digitale röntgen is dat er geen donkere kamer, filmchemicaliën en afvalverwerking meer nodig zijn. Samengevat mag men stellen dat het een efficiënte en snelle wijze van beeldverwerking is met goede beeldkwaliteit en -bewerkingsopties met bovendien een verminderde stralingsbelasting voor de patiënt.

Cefalometrie

De cefalometrische analyse is gekoppeld aan de vervaardiging van een röntgenschedelprofielopname. Omdat er al een aantal jaren verschillende analyseprogramma's op de markt zijn die veelal gebaseerd zijn op digitale opslag van ingescande conventionele röntgenfoto's, is er keuze uit vele bestaande softwarepakketten. Deze voorzien allemaal in de meest gebruikte voorgeprogrammeerde cefalometrische analyses. De uiteindelijke keuze wordt daarbij vaak voor een niet onaanzienlijk deel bepaald door compatibiliteit met het praktijkmanagementsoftwareprogramma of andere aan de patiëntbehandeling gerelateerde software. Een grote tekortkoming van al deze commercieel verkrijgbare cefalometrische programma's is dat er standaardreferentiewaarden worden gebruikt. Deze waarden worden aangehouden bij de vergelijking van de gemeten hoeken, lijnconstructies of afstanden in de betreffende analyse en de mate van afwijking bij de betreffende patiënt ten opzichte van de normaalwaarde. Veelal zijn deze referentiewaarden echter niet van toepassing op de Nederlandse bevolking en vaak ook niet gerelateerd aan de leeftijd van de patiënt. Aan de afdeling Orthodontie van het Universitair Medisch Centrum St. Radboud in Nijmegen is een aanpassing van deze software ontwikkeld, die deze problemen ondervangt en de uitkomsten van de analyses betrouwbaar maakt voor de Nederlandse patiëntenpopulatie.

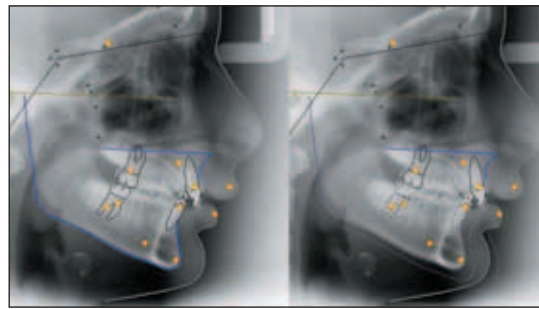
De laatste ontwikkelingen in de software voor cefalometrische analyses zijn in het bijzonder gericht op superpositie, 'merging' en op 'morphing'-technieken. Met superpositie wordt de procedure bedoeld waarbij twee tracings van röntgenschedelopnamen of andere afbeeldingen over elkaar gelegd worden met als doel het evalueren van veranderingen door groei en/of de behandeling. Daarbij wordt geregistreerd op structuren die relatief onveranderlijk zijn over de tijdsperiode tussen het maken van de beide tracings of afbeeldingen. 'Merging' is de superpositie van een tracing van een röntgenschedelprofielopname op de afbeelding van een gewone foto en profiel. Bij het zogenaamde

'morphing' worden onderdelen of uitsneden van boven- of onderkaak met de overliggende weke delen in de oorspronkelijke afbeelding verplaatst om het effect van de beoogde behandeling op de gelaatsvorm visueel weer te geven. Door horizontale of verticale translaties en kantelingen of door rotatie om bepaalde cefalometrische punten probeert men op deze wijze het effect van de gelaatsorthopedische therapie en de uitwerking van gebitsaanpassingen op het gezicht te simuleren (afb. 2). De software moet dan uiteraard beschikken over de juiste inputgegevens uit wetenschappelijk onderzoek over de reële verplaatsingsmogelijkheden en veranderingen door de gekozen behandeling. Deze gegevens blijken echter nog niet in voldoende mate voor alle situaties beschikbaar. Er is dan een concreet risico dat onrealistische verwachtingen worden gewekt, omdat beloofde en getoonde resultaatvoorspellingen niet waargemaakt kunnen worden.

Digitale fotografie

Naast röntgenfoto's worden in de meeste orthodontische praktijken ook mondfoto's gemaakt bij de behandelingsplanning. Indien men daarbij voor de gelaatsanalyse ook de superpositie, merging- en morphing-technieken wil toepassen, zijn extraorale profiel- en en face-foto's nodig.

Uit recente onderzoeksgegevens is gebleken dat er in 2001 mondiaal zo'n negen miljoen digitale camera's zijn verkocht. Dat is een enorm aantal voor een technologie die nog geen tien jaar oud is. Iedereen, van persfotografen tot consumenten, maakt de overstap naar digitaal, dankzij de dalende prijzen, verbeterde tech-

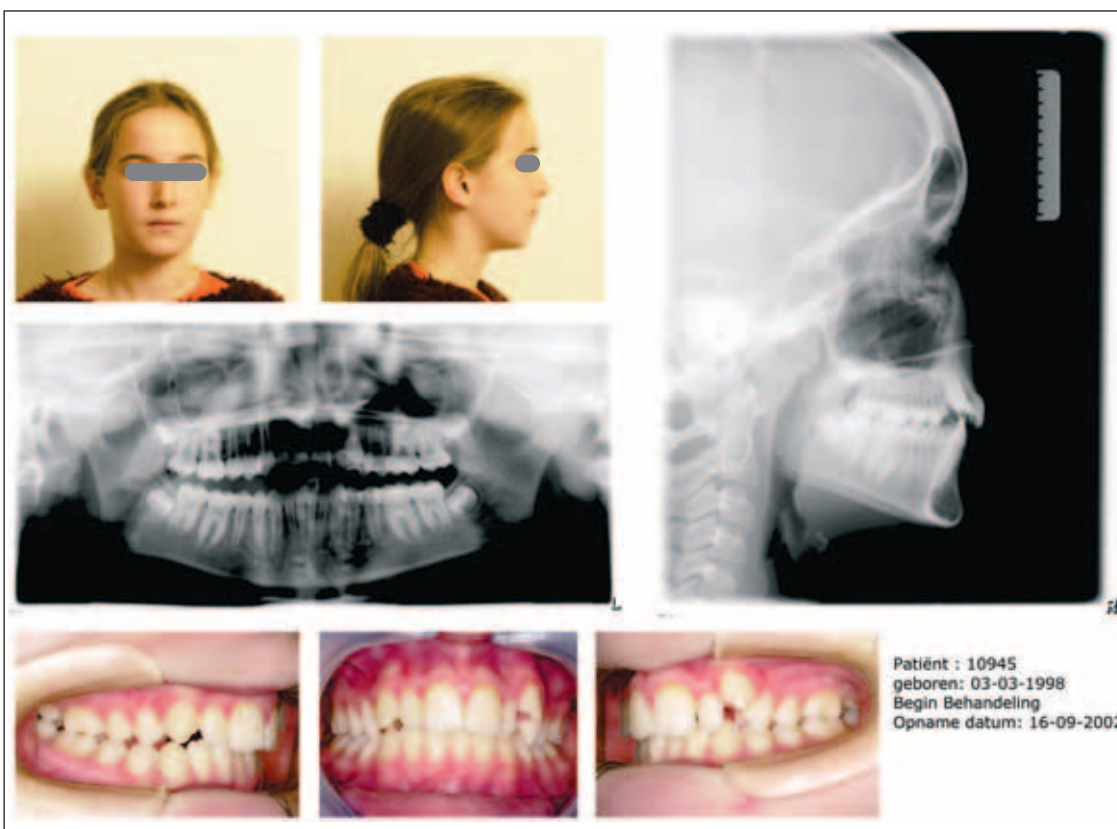


Afb. 2. Digitale bewerking van röntgenfoto's en gelaatsfoto's. Virtuele sagittale en verticale verplaatsing van de onderkaak in de tracing ter bepaling van de vereiste groeimodificatie door de gelaatsorthopedische therapie.

nologie en de alomtegenwoordigheid van de computer. Er zijn op dit moment meer dan 260 toestellen van 27 verschillende merken op de markt. De ontwikkeling van digitale fotocamera's is te vergelijken met die van de personal computer. Zoals processorfabrikanten elkaar proberen bij te houden in de gigahertzrace, beconcurreren ontwikkelaars van digitale camera's elkaar met megapixels.

Een digitale camera werkt in grote lijnen zoals een klassieke filmcamera, alleen is de film vervangen door een beeldsensor. Bijna alle camera's bevatten een CCD-sensor, die vergelijkbaar is met de al eerder genoemde röntgensensor.

De grootte en de dichtheid van de pixels van de sensoren zijn cruciaal. Hoe meer pixels of beeldpunten er op een sensor zitten, hoe hoger de resolutie van de digitale foto's en hoe groter de afdrukken die van die foto's gemaakt kunnen worden. De eerste generatie digitale fotoestellen had een resolutie van 320 bij 240 pixels. Dit gaf een wat korrelig effect dat erger werd naarmate de foto groter werd afgedrukt. Inmiddels zijn resoluties van 1.280 bij 1.024 redelijk standaard. De betere toestellen halen 2.560 bij 1.920 beeldpunten. Deze sensoren produceren prachtige beelden, maar zijn duur



Afb. 3. Voorbeeld van een A4 met alle foto's van één behandelingsfase.

en moeten ondersteund worden door degelijke componenten en chipsets. Daardoor is de kwaliteit van een camera een optelsom van het geheel der delen zoals de beeldsensor, belichtingscontrole en lenskwaliteit. Camera's met de hoogste resoluties bevatten veel functies die professionele gebruikers belangrijk vinden, zoals handmatige instellingen voor de belichting. High-end-camera's maken het bijvoorbeeld mogelijk om een equivalente ISO-waarde in te stellen (een maat voor de hoeveelheid licht die de camera nodig heeft om een goed belichte opname te maken). Een eenvoudigere camera biedt meestal slechts één ISO-waarde. Ook andere instellingen, zoals diafragmawaarden en sluitertijd, zijn belangrijk voor professionele fotografen: ze bieden de mogelijkheid om de scherptediepte en de hoeveelheid licht te regelen.

Deze opties zijn in de orthodontische praktijk niet altijd even zinvol. Handmatige instellingen en uitgebreide menuopties kunnen verwarrend werken. Indien de doelstelling in een praktijk is dat op snelle en efficiënte wijze door hulpmiddelen een gestandaardiseerde serie intra- en extraorale foto's van een patiënt gemaakt moeten kunnen worden, kan het prettiger zijn een zelfstandige camera te gebruiken, die alles zelf regelt behalve het richten en op de knop drukken. Beelden zijn dan via het display, waarmee nagenoeg iedere camera is uitgerust, meteen beschikbaar, te beoordelen en eventueel over te maken. De kwaliteit van de foto's is geschikt om af te drukken op kleinbeeld formaat of als onderdeel van een compilatie, waarbij alle foto's van één behandelingsfase tezamen worden geprint op één A4-formulier (afb. 3).

Wanneer de kwaliteit van de beelden geschikt moet zijn voor afdrukken op grote formaten of voor toepassingen in publicaties en (computer)presentaties of bij de genoemde superpositie- en morphingtechniek, is de keuze voor een meer professionele high-end-camera meer voor de hand liggend.

Gebitsmodellen

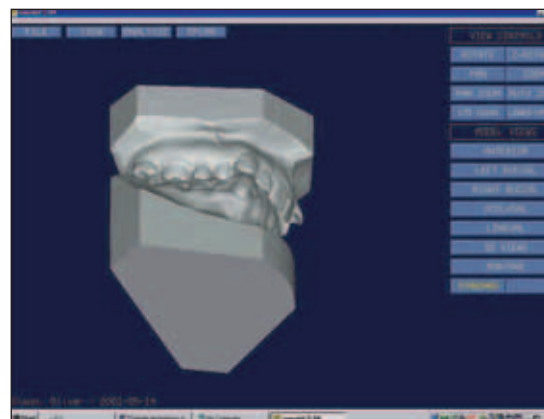
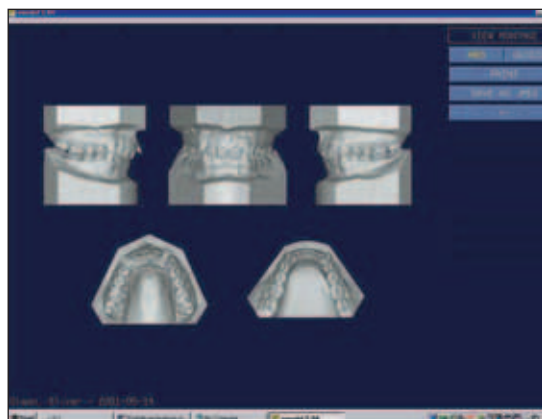
De grote waarde van gebitsmodellen als diagnostisch hulpmiddel bij het maken of evalueren van een behandelingsplan wordt vooral bepaald door het driedimensionale aspect ervan. Men heeft de actuele gebitssituatie van de patiënt in de hand en kan deze vanuit alle

invalshoeken bestuderen. Er kunnen metingen op uitgevoerd worden voor de bepaling van de therapie en modellen kunnen verzaagd worden ten behoeve van een diagnostische set-up. Gebitsmodellen nemen echter veel archiefruimte in beslag en zijn kwetsbaar.

Sinds kort is een aantal softwareprogramma's beschikbaar met geheel verschillende uitgangspunten, die een alternatief hiervoor kunnen gaan bieden. Omdat men ervan uitgaat dat het nemen van gebitsafdrukken nodig blijft voor onder andere de vervaardiging van uitneembare orthodontische apparatuur in een tandtechnisch laboratorium, worden bij één van de methoden ook alginaatafdrukken of al beschikbare gipsmodellen naar een commercieel laboratorium gestuurd, dat vervolgens de gemaakte modellen door middel van laser-scanning driedimensionaal fotografeert en archiveert. Met behulp van een bijbehorend computerprogramma kunnen vervolgens de beelden via het internet van het bewuste bedrijf naar de eigen praktijk gedownload worden. Op het beeldscherm kunnen door muisbesturing de gebitsmodellen van alle kanten, afzonderlijk of in occlusie worden bekeken (afb. 4). Tevens kan een aantal standaard modelanalyses, zoals de Moyers- en Bolton-analyse, uitgevoerd worden omdat de beelden op schaal opgeslagen zijn, en kunnen digitale set-ups gemaakt worden om behandelingsdoelen te toetsen. Tot op heden zijn deze toepassingen uitsluitend geschikt voor ondersteuning bij het maken van behandelingsplannen voor patiënten. De vereiste nauwkeurigheid en standaardisering bij gebruik voor wetenschappelijke doeleinden ontbreekt nog. Bij de navolgende internetadressen kunnen demoprogramma's worden gedownload, zodat de lezer zich een beter beeld kan vormen van de voor- en nadelen van deze ontwikkeling (Orthocad, <http://www.orthocad.com>, en E-models <http://www.dentalemodels.com>).

Een andere mogelijkheid is om rechtstreeks aan de behandelingsstoel met behulp van een speciale intra-orale camera driedimensionale beelden van (delen van) de tandbogen op te slaan voor diagnostische doeleinden en uitleg aan patiënten. Door reconstructie van de beelden kan vervolgens door een extern bedrijf ook de malocclusie worden vastgelegd en kunnen virtuele behandelingsplannen worden gemaakt. Deze methode is ontwikkeld om vervolgens via CAD/CAM-technieken de geschikte bracketpositie te bepalen en met behulp van een robot machinaal orthodontische draden te bui-

Afb. 4. Modelonderzoek via het beeldscherm.
a. Standaardoverzicht van frontaal, buccaal en occlusaal.
b. Door muisbesturing kunnen de modellen in alle richtingen bewogen worden.



gen die in reeds geactiveerde toestand bij de betreffende patiënt in de vaste apparaaturslotjes ingebonden kunnen worden (afb. 5). Het procédé is ontwikkeld en op de markt gebracht onder de naam SureSmile (meer informatie op internet: <http://www.suresmile.com>). Deze procedure bouwt voort op een concept uit het midden van de jaren negentig van de vorige eeuw, genaamd B.A.S. (Bending Art System), waarbij op vergelijkbare wijze de driedimensionale positie van reeds op de tanden geplaatste brackets wordt bepaald (Fischer-Brandies *et al*, 1996).

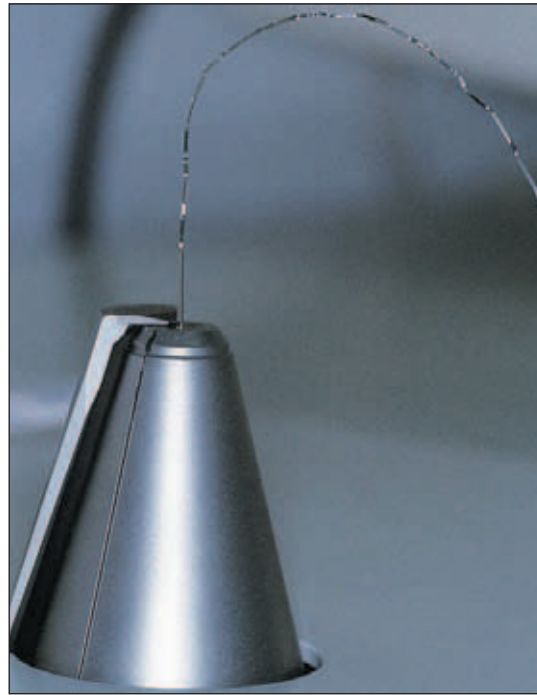
De orthodontist ontwerpt vervolgens de actieve staalbogen via het beeldscherm op een grafische representatie van de tandbogen. De gewenste draadbuigingen en torsie worden daarna stap voor stap machinaal gerealiseerd. Omdat alleen orthodontisch staaldraad kan worden gebogen en het buigen van lussen, die gereactiveerd kunnen worden, met de gebruikte robot onmogelijk is, moet deze procedure voor iedere volgende behandelingsfase en draaddikte herhaald worden. Hoewel uit onderzoek bleek dat het een voldoende nauwkeurige methode was voor klinische toepassing, is de techniek nauwelijks toegepast. De ontwikkeling van de straight wire-bracketsystemen en de nikkeltitanium geheugenmetaallegeringen hebben de bruikbaarheid van deze procedure achterhaald.

Een andere digitale toepassing gebruikt gebitsmodellen ook voor therapeutische doeleinden. Deze transformeert gipsmodellen eveneens in een driedimensionaal digitaal beeld en creëert vervolgens een computeranimatie die stap voor stap de tandverplaatsingen weergeeft gedurende de verschillende behandelingsstadia tot en met het gewenste eindstadium. De steeds veranderende tandboogvormen worden vervolgens via een CAD/CAM-procedure weer naar een tiental sets fysieke kunstharssmodellen teruggebracht. Op elk van deze gebitsmodellen worden dunne dieptrekplaatjes van een helder acrylaat vervaardigd.

De patiënt dient deze plaatjes in opeenvolgende stappen steeds ongeveer twee weken te dragen om de gewenste tandverplaatsingen te bewerkstelligen. Het aantal sets gebitsmodellen en de bijbehorende correctieplaatjes hangt uiteraard af van de mate van malocclusie en het aantal benodigde stadia dat gepland is tot een correctie is uitgevoerd (Wong, 2002). De doelgroep voor een op deze manier uitgevoerde orthodontische behandeling lijkt tot dusver beperkt tot volwassen patiënten met een goede sagittale kaakrelatie en niet al te grote tandstandafwijkingen die gebitsregulatie wensen, maar voor wie het zichtbaar dragen van orthodontische apparatuur onacceptabel is. Het betreft cosmetische correcties waarvoor bovendien diep in de portemonnee moet worden getast (Womack *et al*, 2002). Meer informatie is te vinden op de website <http://www.invisalign.com>.

Informatie en internet

Voorheen waren de verzamelde patiëntenrecords éénmalig en nagenoeg uitsluitend voor gebruik in de



Afb. 5. Een robot buigt orthodontische draden.

eigen praktijk. Digitaal opgeslagen informatie daarentegen kan eenvoudig gedeeld worden met derden, zonder het risico van verlies van de oorspronkelijke opnamen of gegevens. Informatie en correspondentie over de behandeling aan (ouders van) patiënten, verwijzers en andere collegae kan vergezeld gaan van in het document opgenomen foto's. Zo zijn in een aantal praktijkadministratieprogramma's macro's met een briefopmaak beschikbaar waarin automatisch foto's van de betreffende patiënt en behorend bij het betreffende behandelingsstadium zijn opgenomen. Dit geldt eveneens voor brieven aan tandartsen en kaakchirurgen met ingesloten röntgeninformatie.

In de eigen praktijk kunnen bij de bespreking van het behandelingsplan of het verloop van de therapie de gemaakte records overzichtelijk via het beeldscherm aan ouders en/of patiënt gepresenteerd worden. Aan de hand van tracings of superpositie en morphing kunnen de doelstellingen en verwachte resultaten worden toegelicht.

Het internet is de grootste en meest gebruikte informatiebron van deze tijd. Sites over orthodontie en aanverwante onderwerpen worden veel geraadpleegd om meer te weten te komen over de verschillende aspecten van een eventuele behandeling.

Een groeiend aantal tandartsen en orthodontisten heeft inmiddels een eigen website met alle specifieke informatie over de eigen praktijk en 'links' naar relevante webpagina's. Bovendien is de e-mail een snelle en doeltreffende wijze om op ieder gewenst tijdstip contact met een praktijk te zoeken voor vragen en informatie. Het is handig en gemakkelijk voor de patiënt en zeker ook voor de tandarts en orthodontist. Niet alleen uit het oogpunt van public relations, maar ook omdat het de mogelijkheid geeft buiten de drukke praktijken, op een geschikt moment, de zorgvrager c.q. cliënt goedvoorbereide informatie te verschaffen met overzichtelijk opgeslagen digitale gegevens bij de hand.

Beheer

Het digitaal verzamelen van beeldmateriaal van een goede kwaliteit betekent grote bestanden en per patiënt gedurende de behandeling enige tientallen MB opslagcapaciteit. Als de opgeslagen gegevens bovendien over een langere periode snel toegankelijk moeten blijven, is een goede archivering binnen het computernetwerk noodzakelijk. Het praktijkadministratiesysteem is daarbij van groot belang. Hoewel bij alle genoemde beeldverwervings- en verwerkingsprogramma's eigen softwareprogramma's aangeboden worden, hebben de ontwikkelaars ervan ingezien dat implementatie in bestaande praktijkmanagementsystemen noodzakelijk is. Daarom worden steeds vaker modules ter beschikking gesteld om deze integratie mogelijk te maken. Hierdoor kunnen door de medewerkers in een praktijk via een bekende beeldschermopmaak met vertrouwde functies de records verzameld worden. Bovendien kan nodeloos toevoegen van patiëntgegevens en dubbele opslag van data worden vermeden. Als op die manier de orthodontist op de verschillende werkplekken in een praktijk de beschikking heeft over een beeldscherm met administratieve gegevens en alle

digitaal opgeslagen records van een patiënt, dan is de logische volgende stap een elektronische patiëntenkaart. Hierop kan het klinische intra- en extraorale onderzoek, de diagnose en het behandelingsplan worden ingegeven en kan het journaal van de actieve therapie worden bijgehouden. Met het administratieve deel van de praktijk kunnen op die manier gemakkelijk gegevens uitgewisseld worden over te declareren verrichtingen en het plannen in het afsprakenboek van het praktijkmanagementsysteem. Een aantal praktijken in Nederland is op die manier al dichtbij het 'paperless office'.

Literatuur

- EMMOTT L. First things first. Dental products report 2002; 40-46.
- FISCHER-BRANDIES H, ORTHUBER W, POHLE L, SELLENRIECK D. Biege und Torsionsgenauigkeit des 'bending art system'(BAS). *Forschr Kieferorthop* 1996; 57: 16-23.
- STELT PF VAN DER. Principles of digital imaging. *Dent Clin Nort Am* 2000; 44: 237-248.
- WOMACK WR, AHN JH, AMMARI Z, CASTILLO A. A new approach to correction of crowding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 310-316.
- WONG BH. Invisalign from A to Z. *Am J. Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121: 540-541

Summary

Key words:

- Orthodontics
- Digital imaging
- Computer applications

The digital orthodontic office

Orthodontists use several diagnostic aids for treatment planning and evaluation of treatment results. Most common are plaster casts, panoramic as well as cephalometric x-rays and often also intraoral and facial photographs. Nowadays digital alternatives are available for these diagnostic tools. Also many software programmes have been developed on subjects such as practice management and patient education. In the near future the 'paperless office' appears to become reality. In this article developments up to now are presented.