

Bepaling en registratie van de maxillomandibulaire relatie bij de vervaardiging van kronen en bruggen

Voor de vervaardiging van kronen en bruggen in een correct functionerend occlusiesysteem wordt in de regel uitgegaan van de maximale occlusie. Bepaling en registratie van de centrale relatie is alleen nodig als de aangrenzende gebitselementen onvoldoende steun of referentie bieden om de gebitsmodellen stabiel in maximale occlusie op elkaar te plaatsen of als de bestaande occlusie planmatig wordt gewijzigd. De maxillomandibulaire relatie kan analoog en digitaal worden bepaald en geregistreerd. En aan de hand daarvan kunnen de gebitsmodellen van de maxilla en de mandibula worden gemonteerd in een (virtuele) occludator of articulator. Bij gebrek aan eenduidigheid van het occlusievlak kan worden overwogen eerst een positieregistratie met behulp van een gezichtsboog uit te voeren. In de regel neemt de nauwkeurigheid van de bepaling en de registratie van de maxillomandibulaire relatie niet toe naarmate complexere methoden worden gehanteerd.

Wiersema EJ, Kreulen CM, Baat C de, Witter DJ, Creugers NHJ. Bepaling en registratie van de maxillomandibulaire relatie bij de vervaardiging van kronen en bruggen

Ned Tijdschr Tandheelkd 2013; 120: 623-630

doi: 10.5177/ntvt.2013.11.13203

Inleiding

Voor het vervaardigen van kronen en bruggen zijn gebitsmodellen nodig van de geprepareerde en aangrenzende gebitselementen en van hun antagonisten. Deze gebitsmodellen worden overeenkomstig de situatie in de mond in een apparaat gemonteerd waarop de kronen of de bruggen in de juiste occlusie kunnen worden vervaardigd. De meest basale uitvoering van een dergelijk apparaat, de occludator, simuleert door middel van een scharnier de open- en sluitbeweging van de mandibula in de temporomandibulaire gewrichten. Met een articulator kunnen naast de open- en sluitbeweging ook de anterieure en laterale bewegingen van de mandibula worden nagebootst (Witter et al, 2013a). Voor een optimale vormgeving van een kroon of een brug is het van belang dat de gebitsmodellen in een juiste relatie ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de temporomandibulaire gewrichten (de 'scharnieren') in een articulator worden gemonteerd (Koyano et al, 2012). Voorafgaand aan de registratie van de maxillomandibulaire relatie wordt bepaald in welke maxillomandibulaire relatie de kronen of de bruggen zullen worden vervaardigd. In een goed functionerend occlusiesysteem worden occlusieveranderende behandelingen vermeden. Bij een juiste verticale dimensie, de occlusale verticale dimensie, en bij correcte neuromusculaire proprioceptie wordt in de regel uitgegaan van de maximale occlusie (Türp et al, 2008; Pokorny et al, 2008). In geval van een stabiele maximale occlusie is daarom een klinische bepaling van de maxillo-



Afb. 1. Registratiemedium van harde was met perforaties ter plaatse van de occlusale contacten; de wasregistratie is ter plaatse van de occlusale contacten doorgeknipt.

mandibulaire relatie niet nodig. Op basis van klinische ervaring zijn er 2 situaties waarbij dit wel nodig is omdat behoefte bestaat aan additionele informatie over de relatie tussen de gebitsmodellen van de maxilla en de mandibula. De eerste situatie doet zich voor als de aangrenzende of antagonistische gebitselementen onvoldoende steun of referentie bieden om de gebitsmodellen stabiel of betrouwbaar in maximale occlusie op elkaar te plaatsen. De tweede situatie is aan de orde als de bestaande occlusie planmatig wordt gewijzigd.

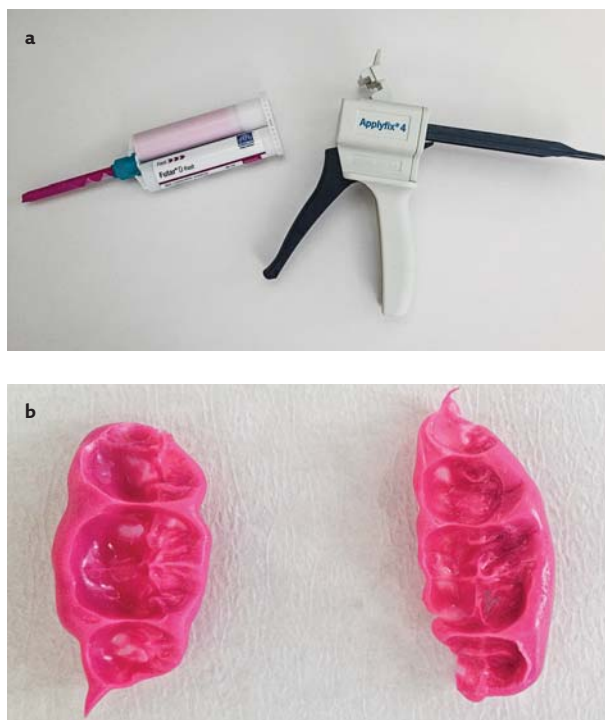
In dit artikel worden de diverse methoden en materialen behandeld waarmee in het kader van de vervaardiging van kronen en bruggen de maxillomandibulaire relatie analoog en digitaal kan worden bepaald en geregistreerd.

Bepalen en registreren van de maxillomandibulaire relatie

De maxillomandibulaire relatie kan in de mond worden bepaald en geregistreerd met een registratiemedium. Registratiemediën zijn plastisch als ze in de mond worden aangebracht. Na het aanbrengen van het medium kan de patiënt, al dan niet onder geleiding, de mond sluiten waardoor impressies van de gebitselementen van de maxilla en de mandibula in het medium ontstaan. Vervolgens wordt deze registratie in het tandtechnisch laboratorium tussen de 2 gebitsmodellen geplaatst ter stabilisatie tijdens de montage van de gebitsmodellen in een occludator of een articulator. Bij een articulator wordt meestal gekozen voor een standaardpositie van de gebitsmodellen ten opzichte van het articulatorgewricht en standaardinstellingen van dit gewricht. Soms kan het geïndiceerd zijn de positie van de gebitsmodellen en de instellingen van het articulatorgewricht te individualiseren.

Maximale occlusie	De occlusie waarbij tussen de gebitselementen van de maxilla en de mandibula het maximale aantal occlusale contacten aanwezig is.
Centrale relatie	De relatie van de mandibula ten opzichte van de schedel waarvan het Frankforter vlak horizontaal verloopt, waarbij beiderzijds het caput mandibulae zich in de ongedwongen, meest dorsale stand in de fossa articularis bevindt.
Centrale occlusie	Het contact tussen de gebitselementen van de maxilla en de mandibula dat ontstaat als de mandibula zich in de centrale relatie bevindt.
Frankforter vlak	Het vlak dat wordt bepaald door het centrale deel van beiderzijds de meatus acusticus externus (uitwendige gehoorgang) en het laagste punt van de linker orbita.
Hoek van Bennett	De horizontaal geprojecteerde hoek tussen het traject dat het caput mandibulae beschrijft aan de niet-werkende zijde en een sagittaal vlak.

Tabel 1. Enkele definities (Witter et al, 2013a).



Afb. 2. Mengpistool en patroon spuitbaar registratiemEDIUM (a); partiële registraties van een spuitbaar registratiemEDIUM (b).

Als de afdrucken voor te vervaardigen vaste prothetische constructies digitaal zijn gemaakt, wordt de maxillomandibulaire relatie ook digitaal bepaald en geregistreerd. In bepaalde situaties is voor digitale registratie van de maxillomandibulaire relatie eveneens een registratiemedium nodig.

Analoge methode

Materialen en methoden

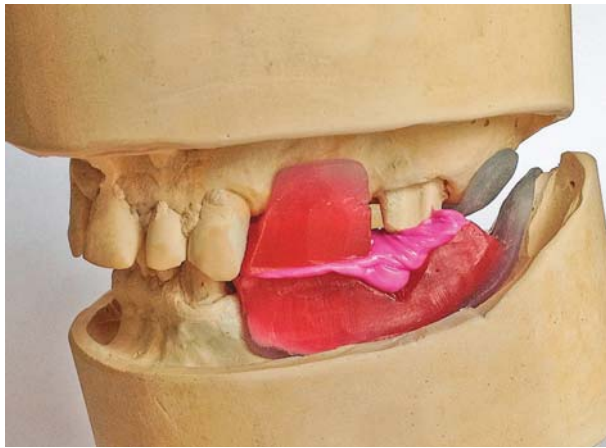
Geschikte registratiemedia hebben de volgende eigenschappen: geringe weerstand in de plastische consistentie, dimensioneel stabiel na uitharding, nauwkeurige weergave van de occlusale vlakken en een snelle verandering van de consistentie door bijvoorbeeld een temperatuurverandering of een polymerisatiereactie.

Vanwege de eenvoudige verwerking is was een veelgebruikt registratiemedium. De wasplaat heeft een dikte van enkele millimeters en wordt in de vorm van de tandboog

geknipt. Daarna wordt de wasplaat plastisch gemaakt door verhoging van de temperatuur, waarna hij tussen de gebitselementen van de maxilla en de mandibula wordt geplaatst en de mond in de juiste maxillomandibulaire relatie wordt gesloten. Na afkoeling van de wasregistratie kan deze worden uitgenomen en gecontroleerd. Ter plaatste van de occlusale contacten zijn perforaties in de wasregistratie zichtbaar (afb.1). Na desinfectie kan de wasregistratie worden gebruikt om de gebitsmodellen in de juiste relatie op elkaar te zetten. Om vervormingen van de wasregistratie tijdens het op elkaar zetten van de gebitsmodellen te voorkomen, is een harde soort was nodig, bijvoorbeeld Beauty Pink Wax®. De thermoplasticiteit van was kan bij temperatuurwisselingen tijdens transport en opslag vervorming van de wasregistratie veroorzaken. Dit heeft soms gevolgen voor de juiste positionering van de gebitsmodellen, maar ook met alternatieve materialen zijn kleine afwijkingen in de positionering niet uitgesloten (Müller et al, 1990; Vergos en Tripodakis, 2003).

Alternatieven voor was zijn spuitbare registratiemedia van polyether (Ramitec®) of additivesilicone (Futar D®) (afb. 2). De weerstand van deze media bij het sluiten van de mond is gering, de polymerisatietijd ligt tussen 1 en 5 minuten en de nauwkeurigheid en de dimensionale stabiliteit zijn goed (Ghazal et al, 2008; Tejo et al, 2012). De spuitbare registratiemedia zijn na uitharding beter dan was bestand tegen vervormingen die kunnen optreden bij montage van de gebitsmodellen in een articulator (Ghazal en Kern, 2010).

Gebitsmodellen van een occlusiesysteem met weinig of ongunstig verdeelde occlusiedragende gebitselementen zijn soms moeilijk op elkaar te plaatsen vanwege het te geringe aantal betrouwbare steunpunten. Het oppervlak van het registratiemedium is dan onvoldoende groot om stabiliteit te verlenen. Als blijkt dat een wasregistratie onvoldoende stabiliteit geeft, kan een door de mucosa gedragen registratieplaat van kunststof of schellak met waswallen ter plaatse van de edentate delen worden vervaardigd. Tijdens de bepaling van de maxillomandibulaire relatie met de registratieplaat in de mond worden op deze wijze ook impressies van niet occlusiedragende gebitselementen in de verwarmde was verkregen. Deze zorgen samen met de registratie van de occluderende gebitselementen voor een



Afb. 3. Registratieplaten op de gebitsmodellen van zowel de maxilla als de mandibula die zijn vervaardigd vanwege het ontbreken van voldoende occlusale contacten. De maxillomandibulaire relatie is geregistreerd met een spuitbaar registratiemedium.

stabielere registratie van de maxillomandibulaire relatie (afb. 3).

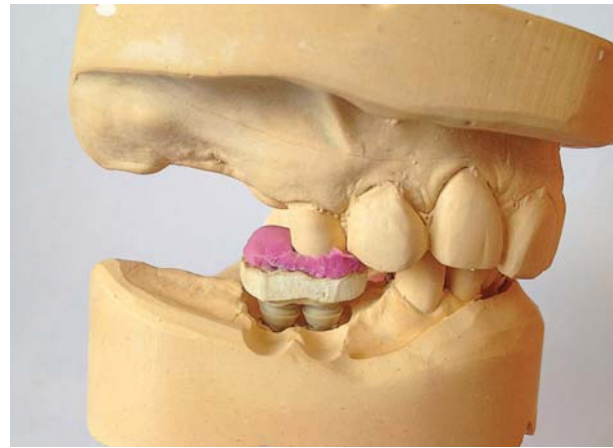
Als een verkorte tandboog wordt aangevuld met implantaatgedragen kronen of bruggen kan voor de registratie van de maxillomandibulaire relatie een stabiele implantaatgedragen basisstructuur of een gipsslot worden gebruikt als steun voor het registratiemedium (afb. 4).

Volledige of partiële gebitsmodellen

Een volledig gebitsmodel van de kaak waarin de kroon of de brug wordt vervaardigd, geeft maximale informatie over de omgevende anatomische structuren. Indien een volledig gebitsmodel is gemaakt, wordt van de antagonistische kaak eveneens een volledig gebitsmodel gemaakt. Volledige gebitsmodellen met een goede interdigtitie dan wel met een stabiele occlusie op ten minste 3 verspreid liggende locaties, hebben geen registratiemedium nodig. Het nadeel van het gebruik van een registratiemedium in deze situaties is dat dit de controle van de geregistreerde relatie eerder bemoeilijkt dan dat het extra zekerheid biedt. In het algemeen geldt dat hoe minder registratiemedium wordt gebruikt, des te nauwkeuriger de registratie is.

Correcte montage van volledige gebitsmodellen in een articulator biedt de mogelijkheid een kroon of een brug in de correcte occlusie vorm te geven waardoor correcties achteraf nauwelijks nodig zijn. De bewegingen die gebits-elementen ten opzichte van elkaar maken, worden bepaald door de vorm van de occlusale vlakken en de anatomie van de temporomandibulaire gewrichten. In een articulator zijn verschillende gewrichtsvariabelen aangebracht zoals de helling van de condylusbaan en de hoek van Bennett (tab. 1). In een middelwaarden-articulator liggen deze 2 variabelen vast en zijn ze gebaseerd op gemiddeld voorkomende waarden. De helling van de condylusbaan maakt een hoek van ongeveer 40 graden met het Frankforter vlak en de hoek van Bennett is gemiddeld 15 graden (Kalk et al, 2001; Starcke, 2002).

In geval van een geprepareerd solitair gebitselement in een stabiel occlusiesysteem kan als alternatief voor de af-



Afb. 4. Een gipsslot, geschroefd op analogen van implantaten in een gebitsmodel, als drager voor een spuitbaar registratiemedium.

druk van een volledige tandboog een partiële afdruk worden genomen (Wiersema et al, 2013). De weergave van de antagonistische gebitselementen kan worden verkregen via een registratiemedium. In het registratiemedium wordt gelijktijdig de maxillomandibulaire relatie vastgelegd. Met partiële gebitsmodellen kunnen geen articulatiebewegingen worden uitgevoerd en een kroon of een brug die op deze wijze is vervaardigd, kan disharmonie van de occlusie veroorzaken die bij het plaatsen ervan moet worden gecorrigeerd (afb. 5) (Pokorny et al, 2008).

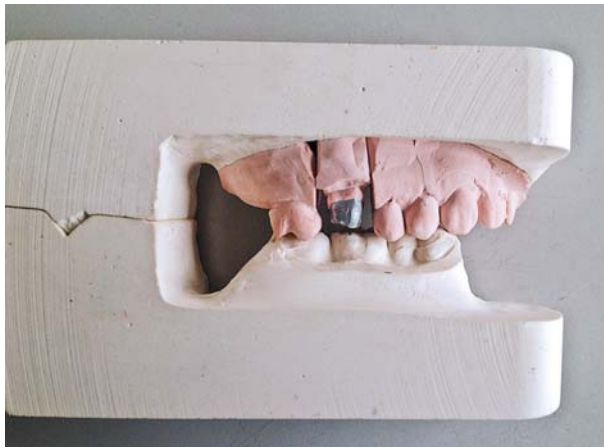
Individueel incisaal plateau

Als articulatiebepalende gebitselementen worden geprepareerd ten behoeve van kronen en/of bruggen verdwijnt alle informatie over de bestaande articulatie. Indien het bestaande articulatiepatroon behouden moet blijven, kan deze met een individueel incisaal plateau worden vastgelegd (Witter et al, 2013a). Voor de vervaardiging van een incisaal plateau zijn in een articulator gemonteerde gebitsmodellen nodig van de bestaande situatie zodat daarmee onder de incisaalpen van de articulator een bewegingspatroon van zelfpolymeriserende kunststof kan worden gemaakt. Op geleiding van de incisaalpin door het incisaal plateau kunnen de kronen en de bruggen vervolgens worden ontworpen. Het incisaal plateau beschermt de geleidende gipselementen van de gipsmodellen bovendien tegen slijtage tijdens articulatiebewegingen van de articulator.

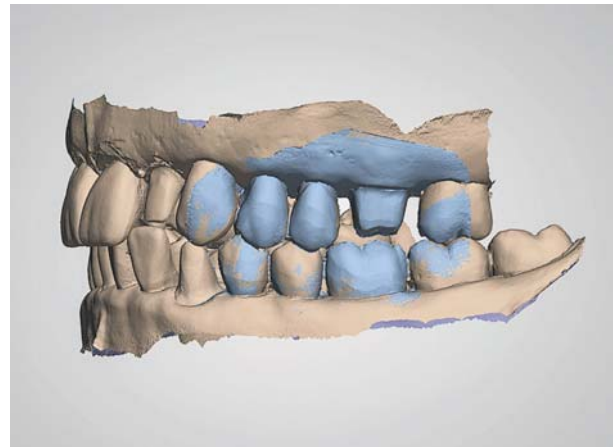
Omgekeerd kan, als het nodig is de bestaande occlusie en articulatie te wijzigen of te optimaliseren, op de gebitsmodellen van de bestaande situatie in een articulator een proefopstelling worden gemaakt. Het verdient de voorkeur een nieuwe occlusie en articulatie eerst in de mond te testen met interimconstructies (Witter et al, 2013b). Op basis van de nieuwe occlusie en articulatie kan via een incisaal plateau de geteste occlusie en articulatie voor de te vervaardigen kronen of bruggen worden gedupliceerd (Pokorny et al, 2008).

Individueel instelbare articulator

In (gedeeltelijk) instelbare articulators zijn de helling van de condylusbaan en de hoek van Bennett zodanig instel-



Afb. 5. Partieële gebitsmodellen verkregen uit partieële afdrucken met een lokale wasregistratie.



Afb. 6. Schermafbeelding van een digitale reconstructie van de maxillo-mandibulaire relatie. De virtuele gebitsmodellen worden ten opzichte van elkaar geïntegreerd op basis van de (blauwe) relatiescan.

baar dat de bestaande natuurlijke situatie realistisch kan worden gesimuleerd. Met intraoraal geregistreerde anterieure en laterale (grens)posities van de mandibula kunnen deze gewrichtsvariabelen in de articulator worden ingesteld (Witter et al, 2013a). De maximaal anterieure positie van de mandibula zorgt volgens het fenomeen van Christensen voor disclusie in het (pre)molaargebied. Bij het registreren van de maxillomandibulaire relatie wordt deze ruimte opgevuld met een registratiemedium. Dit registratiemedium wordt vervolgens tussen de in de articulator gemonteerde gebitsmodellen geplaatst waarna de helling van de condylusbaan zo wordt gekozen dat de gebitsmodellen in de maximaal anterieure positie van de mandibula goed op het registratiemedium passen. Met bepaling van de maximaal linkse en rechtse posities van de mandibula is beiderzijds de hoek van Bennett op vergelijkbare wijze te individualiseren. De articulatie in de mond is op deze manier geïndividualiseerd te simuleren in de articulator.

Het gebruik van in een articulator gemonteerde volledige gebitsmodellen benadert de werkelijkheid redelijk goed, maar kan discrepanties bevatten omdat de starheid van de articulator niet overeenkomt met de flexibiliteit van het orofaciale systeem. Diverse onderzoeken hebben aangetoond dat de betrouwbaarheid van het individualiseren van een articulator mede afhankelijk is van diverse andere niet-registreerbare en dus niet-instelbare anatomische variabelen (Gross et al, 1990). Volledig instelbare articulatoren dragen in vergelijking met middelwaarden-articulatoren dan ook nauwelijks bij aan een verbetering van de klinische resultaten en leiden slechts op beperkte schaal tot vermindering van noodzakelijke correcties na het plaatsen van kronen en bruggen (Carlsson, 2009; Koyano et al, 2012).

Digitale methode

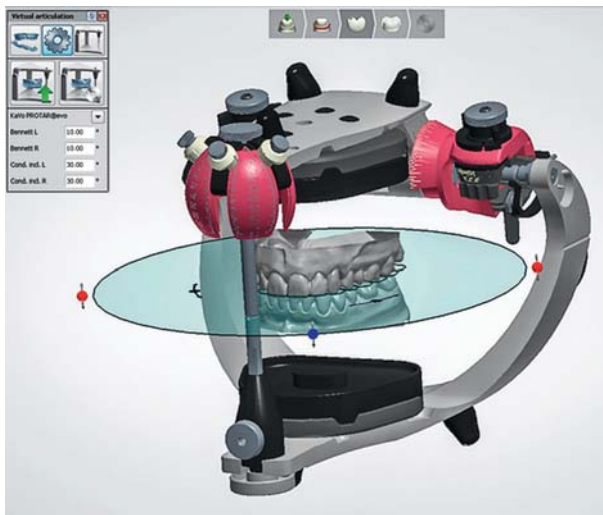
Digitale gebitsmodellen, verkregen met een mondscanner, worden in een virtuele ruimte op elkaar gezet op basis van een zogenoemde relatiescan (Wiersema et al, 2013). Een relatiescan wordt verkregen door in het occlusiesysteem de buccale vlakken van de zijdelingse delen van de maxilla en de mandibula in de juiste relatie te scannen. Daarbij worden referentiepunten van 3 afzonderlijke scans over elkaar

geprojecteerd (afb. 6). De digitale occlusale contacten worden softwarematig weergegeven en ter controle vergeleken met de occlusale contacten in de mond. Een van de grote voordelen van de digitale bepaling van de maxillomandibulaire relatie is dat geen registratiemedium nodig is. Een bijkomend voordeel is dat in de software voor het ontwerpen van kronen en bruggen de occlusie en de articulatie kunnen worden geoptimaliseerd op basis van de occlusale contacten en de aanwezige slijtfacetten. De nauwkeurigheid van de digitale methode is vergelijkbaar met die van de analoge methode (Iwaki et al, 2013).

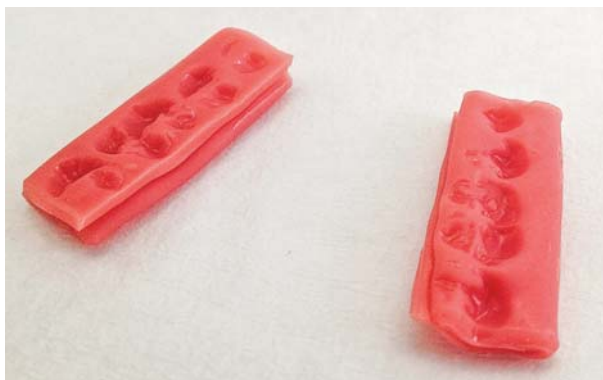
Voor de digitale methode in niet-stabiele occlusiesystemen gelden dezelfde principes als voor de analoge methode. De in de desbetreffende paragraaf beschreven methoden voor het stabiliseren van de occlusie kunnen ook bij de digitale methode worden toegepast tijdens het scannen. In een sterk gereduceerd occlusiesysteem is de digitale methode evenals de analoge methode minder eenvoudig. Bij de analoge methode wordt dat veroorzaakt door een gebrek aan occlusale stabiliteit. In een digitale omgeving geldt dat niet omdat de gebitsmodellen niet bewegen doordat er geen sprake is van zwaartekracht. Echter, het gebrek aan herkenbare structuren is een probleem voor de software. Omdat in dat geval relatief weinig referentiepunten kunnen worden gescand, is het combineren van de scans van de maxilla, de mandibula en de maxillomandibulaire relatie problematisch. Een mogelijkheid om dit probleem te omzeilen, is het plaatsen en scannen van een registratieplaat met waswal zodat additionele referentiepunten ontstaan.

Sommige softwarepakketten zijn uitgerust met een virtuele articulator (afb. 7) (Maruyama et al, 2006). Op basis van de anatomie van de gebitselementen en de standaardinstellingen van de gewrichtsvariabelen van de virtuele articulator kan de articulatie worden gesimuleerd, vergelijkbaar met die in een middelwaarden-articulator.

Een individueel incisaal plateau dat de bestaande articulatie van analoge gebitsmodellen in een articulator waarborgt, kan bij de digitale methode op een andere manier worden toegepast. Door het occlusiesysteem voorafgaand



Afb. 7. Schermafbeelding van een instelbare virtuele articulator waarin gebitsmodellen worden gepositioneerd.



Afb. 8. Twee partiële wasregistraties, met impressies van de gebitselementen, die zijn gebruikt voor de registratie van de centrale relatie in een verhoogde verticale dimensie.

aan een behandeling met kronen en bruggen te scannen, ontstaan digitale gebitsmodellen die vergelijkbaar zijn met analoge gebitsmodellen in occlusie. Vervolgens kan het articulatietraject van het gebitselement in het oorspronkelijke digitale gebitsmodel softwarematig worden gekopieerd naar het digitale gebitsmodel van het geprepareerde gebitselement. De nieuwe articulatie wordt op die manier identiek aan de articulatie van het oorspronkelijke gebitselement.

Voor het individueel instellen van de virtuele articulator kunnen de (grens)posities van de mandibula met digitale apparatuur worden geregistreerd. Een voorbeeld daarvan is Arcus-digma®, waarbij een aan de mandibula bevestigde sensor de uitgevoerde bewegingen doorgeeft aan een frame dat op het hoofd is bevestigd. Deze digitale bewegingen worden omgezet naar de in te stellen gewrichtsvariabelen van de virtuele articulator (Olthoff et al, 2000; Bisler et al, 2002; Mehl, 2012).

Wijzigen bestaande occlusie met de analoge methode

In principe worden wijzigingen in de bestaande occlusie van een gezond occlusiesysteem vermeden. Theorieën die dit wel bepleiten worden niet bekrachtigd door resultaten van wetenschappelijk onderzoek (Pokorny et al, 2008;

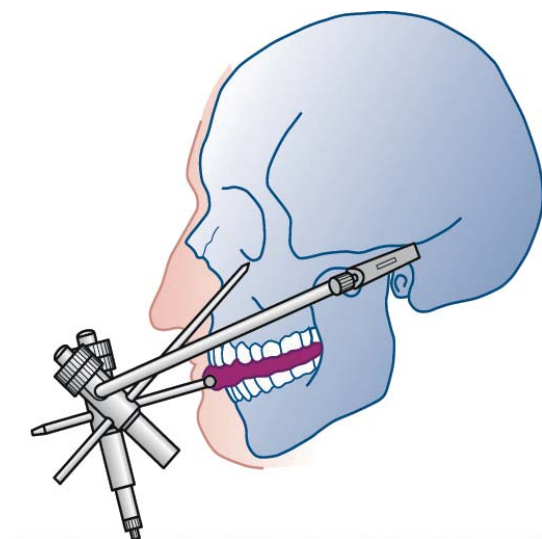
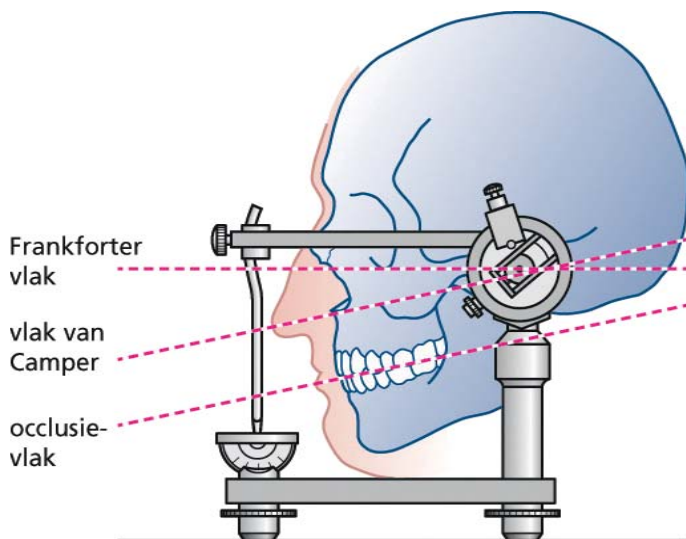
Witter et al, 2013a). Indien een bestaande occlusie toch wordt gewijzigd, is de interdigitering van de gebitselementen in de maxilla en de mandibula niet meer bepalend voor de maxillomandibulaire relatie. De maximale occlusie is dan onbruikbaar waardoor men moet terugvallen op de centrale relatie. Dat is immers een relatie van de mandibula ten opzichte van de maxilla die onafhankelijk is van de gebitselementen en die wordt bepaald door de temporomandibulaire gewrichten.

Bij temporomandibulaire disfunctie is de vervaardiging van kronen en bruggen in principe ongewenst, ook al omdat onduidelijkheid bestaat over het te kiezen occlusieconcept. In de literatuur is niet aangetoond dat het uitgangspunt centrale relatie of centrale occlusie tot betere klinische resultaten leidt dan het uitgangspunt maximale occlusie. Het omgekeerde is evenmin het geval (Lobbezoo et al, 2012; Koyano et al, 2012).

Centrale relatie

De centrale relatie kan met verschillende methoden worden bepaald. Een goed reproduceerbare methode is de bimanuele manipulatie van de mandibula die kan worden gecombineerd met een kunststof wig in het front. Deze wig ('jig') wordt op de gebitselementen van de maxilla of de mandibula geplaatst en zorgt voor disclusie in de zijdelingse delen. De mandibula wordt beiderzijds extraoraal met de vingers submandibulair en de duimen op de kin in de centrale relatie geleid. Een andere veelgebruikte en reproduceerbare methode is de kinpuntgeleiding waarbij met de duim op het onderfront en de wijsvinger onder de kin de sluitingbeweging van de mandibula wordt geleid. De intraorale pijlpuntregistratie is in een dentaal occlusiesysteem minder geschikt en minder goed reproduceerbaar (Keshvad en Winstanley, 2003).

In extreem gereduceerde occlusiesystemen of in geval van een edentate antagonistische kaak wordt de centrale relatie vastgelegd met beetplaten met waswallen. Dit gebeurt in het geval van een gereduceerd occlusiesysteem in een verhoogde verticale dimensie. In occlusiesystemen met voldoende en goed verdeelde antagonistische paren gebitselementen wordt de centrale relatie bepaald met een dubbelgevouwen op maat gesneden volledige wasplaat of met 2 partiële wasplaten tussen de gebitselementen van de maxilla en de mandibula (afb. 8). In een verhoogde verticale dimensie wordt beiderzijds een aantal lichte impressies van de occlusale vlakken en van minimaal 1 fronsielement gemaakt. De patiënt mag niet doorbijten om afglijden van de mandibula vanuit de centrale occlusie naar de maximale occlusie te voorkomen. Het is aan te bevelen minimaal 3 registraties te maken. Bij het monteren van de gebitsmodellen in een articulator kan de juistheid van de 3 registraties worden gecontroleerd door de gebitsmodellen te monteren op gipsbases waarvan ze eenvoudig kunnen worden afgenomen en waarop ze weer eenvoudig kunnen worden teruggeplaatst ('split-cast') (Utz et al, 2002). Als 2 van de 3 registraties resulteren in gebitsmodellen die precies passen op de gipsbases mag worden aangenomen dat



Afb. 9. Schematische voorstelling van de ruimtelijke relatie tussen enerzijds het Frankforter vlak, het vlak van Camper en het occlusievlak en anderzijds de bovenarm en de rotatie-as van een articulator.

Afb. 10. Schematische voorstelling van de beetvork van een gezichtsboog die tegen de occlusale vlakken van de gebitselementen van de maxilla is geplaatst met als referentiepunten het laagste punt van de onderrand van de linker orbita en de arbitrair bepaalde scharnier-as van de mandibula.

de centrale relatie correct is geregistreerd. Omdat de centrale relatie in verhoogde dimensie wordt geregistreerd, wordt de incisiefpen van de articulator voorafgaand aan het monteren van het gebitsmodel van de mandibula met een aantal millimeters veresteld om te compenseren voor de dikte van de wasregistratie. Na montage van de gebitsmodellen in de articulator en het wegnemen van de wasregistratie wordt de incisiefpen in de positie gezet waarbij de gebitsmodellen occlusaal contact hebben en de incisiefpen contact heeft met zijn plateau. Als het goed is, moet dit nagenoeg de nulpositie van de incisiefpen zijn.

Positieregistratie

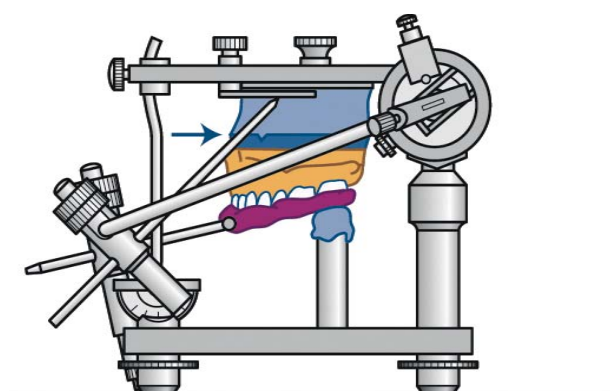
Bij de registratie van de maxillomandibulaire relatie blijft doorgaans de positie van de mandibula ten opzichte van schedel buiten beschouwing. In principe kan een middelwaarden-positie van de mandibula ten opzichte van de schedel worden aangehouden. Het meest gehanteerde uit-

gangspunt bij het monteren van gebitsmodellen in een articulator is dat het gebitsmodel van de maxilla met het occlusievlak evenwijdig aan het vlak van Camper op een oriëntatietafel wordt geplaatst. In sommige articulatoren loopt de bovenarm van de articulator evenwijdig aan dit vlak, in andere is de bovenarm een equivalent van het Frankforter vlak. In het laatste geval staat de oriëntatietafel in een hoek van 12 graden ten opzichte van de bovenarm van de articulator (Dentatus®) (afb. 9).

Bij een gebrek aan eenduidigheid van het occlusievlak, bijvoorbeeld door overeruptie van gebitselementen, is het gebitsmodel van de maxilla niet correct te positioneren op de oriëntatietafel en kan worden overwogen een registratie van de positie van de mandibula ten opzichte van de schedel uit te voeren met behulp van een gezichtsboog ('facebow'). Dit wordt kortweg een positieregistratie genoemd.

Een gezichtsboog bestaat uit een beetvork die met een registratiemedium tegen de gebitselementen van de maxilla wordt geplaatst en een extraoraal frame dat met de beetvork wordt verbonden en op het aangezicht op bepaalde markeringspunten wordt gepositioneerd. Deze markeringspunten zijn bij gebruik van een Dentatus® articulator de linker orbita en de arbitrair bepaalde scharnieras van de mandibula (afb. 10). De gezichtsboog is te koppelen aan de gebruikte articulator waardoor de positie van het gebitsmodel van de maxilla ten opzichte van de rotatie-as en de bovenarm van de articulator wordt vastgelegd (afb. 11).

Als bij de wijziging van een bestaande occlusie ook de verticale dimensie wordt gewijzigd, kan volgens sommigen een positieregistratie gewenst zijn (Witter et al, 2013a). Door anderen wordt echter de toegevoegde waarde hiervan in twijfel getrokken (Ellis et al, 1992; Walker et al, 2008). Bij de vervaardiging van bijvoorbeeld een stabilisatieopbeetplaat leidde het gebruik van een gezichtsboog niet tot



Afb. 11. Schematische voorstelling van de montage van het gebitsmodel van de maxilla in een articulator. Met behulp van de ingestelde gezichtsboog (beetvork en referentiepunten) wordt het gebitsmodel op een gipsbasis (zie pijl) gemonteerd in een articulator.

betere occlusale contacten (Shodadai et al, 2001). Het klinisch nut van een positieregistratie bij de vervaardiging van prothetische constructies is niet aangetoond (Carlsson 2009; Koyano et al, 2012; Farias-Neto et al, 2013).

Wijzigen bestaande occlusie met de digitale methode

Het wijzigen van een bestaande occlusie met de digitale methode van bepaling van de maxillomandibulaire relatie wijkt niet wezenlijk af van de methode waarbij de bestaande occlusie wordt gehandhaafd. Wel is het bij de relatie-scan van belang dat de positie van de mandibula gedurende de scan exact gelijk blijft. Een kleine verschuiving van de mandibula ten opzichte van de maxilla geeft voor de software problemen bij het combineren van de 3 scans. Gedurende de registratie is de positie van de mandibula niet stabiel omdat de centrale relatie in verhoogde dimensie en dus zonder afsteuning van de gebitselementen plaatsvindt. Door het plaatsen en scannen van een wasregistratie of een registratieplaat met waswal kan de vereiste stabiliteit worden bereikt. Vervolgens wordt de verhoogde verticale dimensie in de virtuele articulator softwarematig gecorrigeerd. Een positieregistratie met een gezichtsboog kan worden toegepast om de positie van de digitale gebitsmodellen ten opzichte van de virtuele rotatie-as van de mandibula te bepalen. Deze positieregistratie wordt vooralsnog met de analoge methode gedaan. Het analoge gebitsmodel van de maxilla wordt in een articulator gemonteerd, waarna het met de gipsbasis wordt gescand. In de software wordt het type articulator geselecteerd waarna de stand van het gebitsmodel in de virtuele articulator wordt overgenomen. Naar verwachting kan deze analoge stap bij de verdere ontwikkeling van de digitale methode in de toekomst worden overgeslagen (Solaberrieta et al, 2013).

Slotbeschouwingen

Bij de registratie van de maxillomandibulaire relatie kunnen onnauwkeurigheden leiden tot een onjuiste simulering van de relatie. Een onjuiste registratie kan het resultaat zijn van een door spierkracht veroorzaakte vervorming van de mandibula tijdens het openen en sluiten van de mond (Korioth en Hannam 1994; Jiang en Ai, 2002). Andere oorzaken zijn een onjuiste manipulatie in richting en kracht van de mandibula, materiaalkundige beperkingen van de registratiemedia, het onnodig gebruik van bepaalde hulpmiddelen en een niet te reproduceren positie van de maxilla ten opzichte van de schedel en van de mandibula ten opzichte van de maxilla.

Het monteren van gebitsmodellen op basis van een positieregistratie in een volledig individueel ingestelde articulator leidt niet tot betere klinische resultaten dan bij gebruik van een oriëntatietafel en een middelwaarden-articulator.

In de regel neemt de nauwkeurigheid van de bepaling en registratie van de maxillomandibulaire relatie niet toe naarmate complexere methoden worden gehanteerd. De eenvoud van methode, inzicht in beperkingen van materi-

alen en controleerbaarheid van de posities van de mandibula gedurende het registratieproces bepalen het succes van de registratie van de maxillomandibulaire relatie.

Literatuur

- * Bisler A, Bockholt U, Kordafß B, Suchan M, Voss G. The virtual articulator. *Int J Comput Dent* 2002; 5: 101-106.
- * Carlsson GE. Critical review of some dogmas in prosthodontics. *J Prosthodont Res* 2009; 53: 3-10.
- * Ellis E 3rd, Tharanon W, Gambrell K. Accuracy of face-bow transfer: effect on surgical prediction and postsurgical result. *J Oral Maxillofac Surg* 1992; 50: 562-567.
- * Farias-Neto A, Dias AHM, de Miranda BFS, de Oliveira AR. Face-bow transfer in prosthodontics: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil* 2013; 40: 686-692.
- * Ghazal M, Ludwig K, Habil RN, Kern M. Evaluation of vertical accuracy of interocclusal recording materials. *Quintessence Int* 2008; 39: 727-732.
- * Ghazal M, Kern M. Influence of loading forces on the vertical accuracy of interocclusal records. *Quintessence Int* 2010; 41: e31-e35.
- * Gross M, Nencovsky C, Friedlander LD. Comparative study of condylar settings of three semiadjustable articulators. *Int J Prosthodont* 1990; 3: 135-141.
- * Iwaki Y, Wakabayashi N, Igarashi Y. Dimensional accuracy of optical bite registration in single and multiple unit restorations. *Oper Dent* 2013; 38: 309-315.
- * Jiang T, Ai M. In vivo mandibular elastic deformation during clenching on pivots. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 201-208.
- * Kalk W, Waas MAJ van, Os JH van, Postema N. De volledige gebitsprothese in woord en beeld. Uitgangspunten voor diagnostiek en behandeling van de edentate patiënt. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 2001.
- * Keshvad A, Winstanley RB. Comparison of the replicability of routinely used centric relation registration techniques. *J Prosthodont* 2003; 12: 90-101.
- * Korioth TW, Hannam AG. Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. *J Dent Res* 1994; 73: 56-66.
- * Koyano K, Tsukiyama Y, Kuwatsuru R. Rehabilitation of occlusion - science or art? *J Oral Rehabil* 2012; 39: 513-521.
- * Lobbezoo F, Ahlberg J, Manfredini D, Winocur E. Are bruxism and the bite causally related? *J Oral Rehabil* 2012; 39: 489-501.
- * Maruyama T, Nakamura Y, Hayashi T, Kato K. Computer-aided determination of occlusal contact points for dental 3-D CAD. *Med Biol Eng Comput* 2006; 44: 445-450.
- * Mehl A. A new concept for the integration of dynamic occlusion in the digital construction process. *Int J Comput Dent* 2012; 15: 109-123.
- * Müller J, Götz G, Hörz W, Kraft E. An experimental study on the influence of the derived casts on the accuracy of different recording materials. Part II: Polyether, acrylic resin, and corrected wax wafer. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 389-395.
- * Olthoff LWJ, Zel JM van der, Ruiter WJ de, Vlaar ST, Bosman F. Computer modeling of occlusal surfaces of posterior teeth with the CICERO CAD/CAM system. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 154-162.
- * Pokorny PH, Wiens JP, Litvak H. Occlusion for fixed prosthodontics: a historical perspective of the gnathological influence. *J Prosthet Dent* 2008; 99: 299-313.
- * Shodadai SP, Türp JC, Gerdts T, Strub JR. Is there a benefit of using an

arbitrary facebow for the fabrication of a stabilization appliance?

Int J Prosthodont 2001; 14: 517-522.

- * Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Etxaniz O. Direct transfer of the position of digitized casts to a virtual articulator. J Prosthet Dent 2013; 109: 411-414.
- * Starcke EN. The history of articulators: a critical history of articulators based on geometric theories of mandibular movement: part I. J Prosthodont 2002; 11: 134-146.
- * Tejo SK, Kumar AG, Kattimani VS, Desai PD, Nalla S, Chaitanya K. A comparative evaluation of dimensional stability of three types of interocclusal recording materials - an *in-vitro* multi-centre study. Head Face Med 2012; 8: 27.
- * Türp JC, Greene CS, Strub JR. Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. J Oral Rehabil 2008; 35: 446-453.
- * Utz KH, Müller F, Lücknerath W, Fuss E, Koeck B. Accuracy of check-bite registration and centric condylar position. J Oral Rehabil 2002; 29: 458-466.
- * Vergos VK, Tripodakis AP. Evaluation of vertical accuracy of interocclusal records. Int J Prosthodont 2003; 16: 365-368.
- * Walker F, Ayoub AF, Moos KF, Barbenel J. Face bow and articulator for planning orthognathic surgery: 1 face bow. Br J Oral Maxillofac Surg 2008; 46: 567-572.
- * Wiersema EJ, Kreulen CM, Creugers NHJ. De conventionele en de digitale afdrukmethode voor kronen en bruggen. Ned Tijdschr Tandheelkd 2013; 120: 401-410.
- * Witter DJ, Gerritsen AE, Spijker A van 't, Creugers NHJ. Kronen en bruggen in relatie tot het oclusiesysteem. Ned Tijdschr Tandheelkd 2013a; 120: 68-80.
- * Witter DJ, Mettes TG, Baat C de, Hoefnagel RA, Creugers NHJ. De voorbereidende behandeling voor een behandeling met kronen en bruggen. Ned Tijdschr Tandheelkd 2013b; 120: 258-268.

Summary

Determining and recording maxillomandibular relationships for the fabrication of single-unit and multi-unit fixed dental prostheses

In a correctly functioning occlusal system, the design of the occlusal parts of single-unit and multi-unit fixed dental prostheses is generally determined by the maximum intercuspation. Determining and recording the maxillomandibular relationships is only required in case the adjacent teeth do not offer adequate support or reference to put the maxillary and mandibular cast in maximum intercuspation or in case the existing occlusion needs a well-structured alteration. The maxillomandibular relationships can be determined and registered analogously and digitally and on that basis the maxillary and mandibular casts can be mounted in a (virtual) occludator or articulator. In the absence of a distinct occlusal plane, one may consider first carrying out a facebow recording and transfer. Usually, the accuracy of determining and recording the maxillomandibular relationships does not increase when using more complicated methods.

Bron

E.J. Wiersema, C.M. Kreulen, C. de Baat, D.J. Witter, N.H.J. Creugers

Uit de vakgroep Orale Functieer van het Universitair Medisch Centrum St Radboud in Nijmegen

Datum van acceptatie: 17 september 2013

Adres: E.J. Wiersema, UMC St Radboud, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen
ej.wiersema@dent.umcn.nl