

Proefschriften 25 jaar na dato 26. Sutuuroppervlakken van de bovenkaak

Bij kinderen met een afwijkende grootte of positie van de bovenkaak wordt vaak orthodontische apparatuur gebruikt om de groei ter plaatse van de suturen orthopedisch te beïnvloeden. In het in 1985 verschenen proefschrift 'The postnatal development of the human maxillary sutural surfaces' werden de oriëntatie en de macroscopische morfologie van de sutuuroppervlakken van de bovenkaak in schedels van kinderen beschreven. Er werden geen premaxillomaxillaire en pterygomaxillaire suturen aangetroffen. De suturen waren hoofdzakelijk in een sagittaal vlak georiënteerd. Sommige sutuuroppervlakken werden met de vorderende leeftijd ruwer, terwijl de oppervlakken van het merendeel van de suturen glad bleven. De onderzoeksresultaten gaven aan dat adviezen voor het bepalen van de krachtrichting ten opzichte van de suturen bij het beïnvloeden van de groei van de bovenkaak moesten worden herzien. Uit later gepubliceerde systematische literatuuronderzoeken blijkt dat het vooralsnog niet vaststaat hoe stabiel kaakorthopedische effecten van orthodontische behandelingen op lange termijn zijn.

Remmelink HJ. Proefschriften 25 jaar na dato 26. Sutuuroppervlakken van de bovenkaak

Ned Tijdschr Tandheelkd 2011; 118: 334-339

doi: 10.5177/ntvt.2011.06.10292

Inleiding

Bij de orthodontische behandeling van kinderen met een discrepantie tussen de onder- en bovenkaak wordt er vaak naar gestreefd de kaakrelatie door groei-beïnvloeding te verbeteren. Deze behandeling wordt kaakorthopedische therapie genoemd. Voor het beïnvloeden van de groei van de bovenkaak in sagittale richting wordt vaak extraorale tractie toegepast. In achterwaartse richting kan extraorale tractie variëren van cervicale tractie tot occipitaal gerichte tractie. Met een gelaatsmasker kan extraorale tractie in een voorwaartse richting worden verkregen. Daarnaast is het mogelijk de groei van de bovenkaak in de breedte te stimuleren met intraorale apparaten die transversale krachten bewerkstelligen waardoor de suturen worden geopend (sutuuroppervlakken). Het orthopedische effect treedt voornamelijk ter plaatse van de suturen op, omdat daar de groei van de bovenkaak voor een groot deel plaatsvindt.

Onderzoek naar de effecten van kaakorthopedische therapie is op diverse manieren verricht. In de eerste plaats zijn er talloze klinische onderzoeken met röntgencefalometrie uitgevoerd. De conclusies van deze onderzoeken naar het kaakorthopedische aandeel van orthodontische correcties van malocclusies lopen echter sterk uiteen. Hierbij speelt een rol dat onderzoekers rekening moeten houden met een groot aantal variabelen en beperkingen, zoals het soort apparatuur en het ontwerp ervan, type, grootte en

Wat weten we?

Bij de behandeling van orthodontische afwijkingen met een afwijkende kaakrelatie wordt vaak getracht om de groei van de bovenkaak ter plaatse van de suturen te beïnvloeden. De oriëntatie van de suturen wordt hierbij vaak gebruikt als uitgangspunt voor het bepalen van de krachtrichting.

Wat is nieuw?

Suturen van de bovenkaak zijn niet naar voren en omhoog, maar voornamelijk in een sagittaal vlak georiënteerd. De richting van krachten die de groei van de bovenkaak moeten beïnvloeden is anders ten opzichte van de suturen dan voor dit proefschrift werd gedacht. Latere onderzoeken maken duidelijk dat weinig bekend is over de stabiliteit van kaakorthopedische effecten op lange termijn.

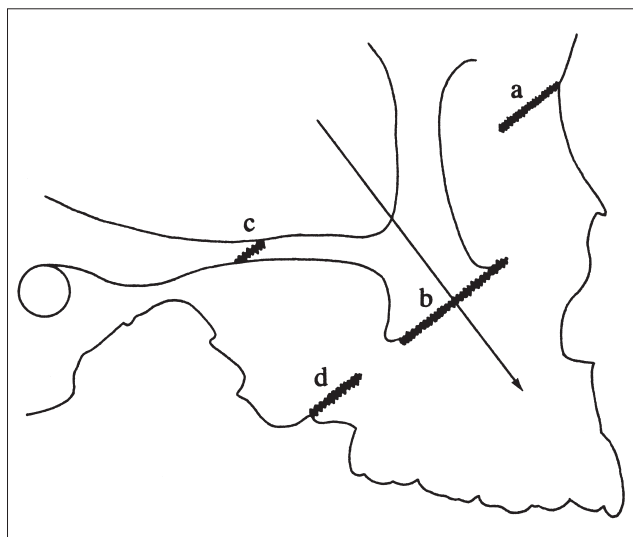
Praktijktoepassing

Met orthodontische apparaten die bedoeld zijn om de groei van de bovenkaak te beïnvloeden kunnen goede behandelresultaten worden bereikt. Het blijft echter de vraag in hoeverre het kaakorthopedische aandeel aan het orthodontische behandelresultaat op lange termijn stabiel blijft.

richting van de krachten, coöperatie en leeftijd van de patiënten en de wijze van retentie van het behandelresultaat. Geschikte controlegroepen ontbreken vaak bij dit soort onderzoek.

De effecten van kaakorthopedische therapie zijn ook onderzocht met experimenten op dieren. De resultaten van deze experimenten zijn echter moeilijk naar de mens te vertalen. Verder zijn er biomechanische onderzoeken met mathematische en foto-elastische modellen van menselijke schedels uitgevoerd. Deze onderzoeken kunnen de kaakorthopedische effecten eveneens niet exact nabootsen.

In een Gronings project is door middel van holografische interferentie bij droge gemacereerde schedels onderzoek gedaan naar de initiële verplaatsingen van de bovenkaak en andere craniofaciale skeletdelen bij extraorale tractie (Kragt, 1981). Met deze onderzoekstechniek konden de verplaatsingen van de botdelen zeer nauwkeurig driedimensionaal worden gemeten. De menselijke schedels waren wat tandleeftijd betreft gemiddeld 10 jaar oud. Het bleek dat de bovenkaak onder invloed van cervicale tractie naar caudaal, dorsaal en iets naar lateraal bewoog. Bij schedels met een kort ondergezicht verplaatste de bovenkaak onder invloed van occipitaal gerichte tractie naar achteren. Daarentegen bewoog de bovenkaak bij schedels met een lang ondergezicht bij occipitaal gerichte tractie naar achteren en omhoog. De onderzoekers concludeerden dat de bovenkaak niet



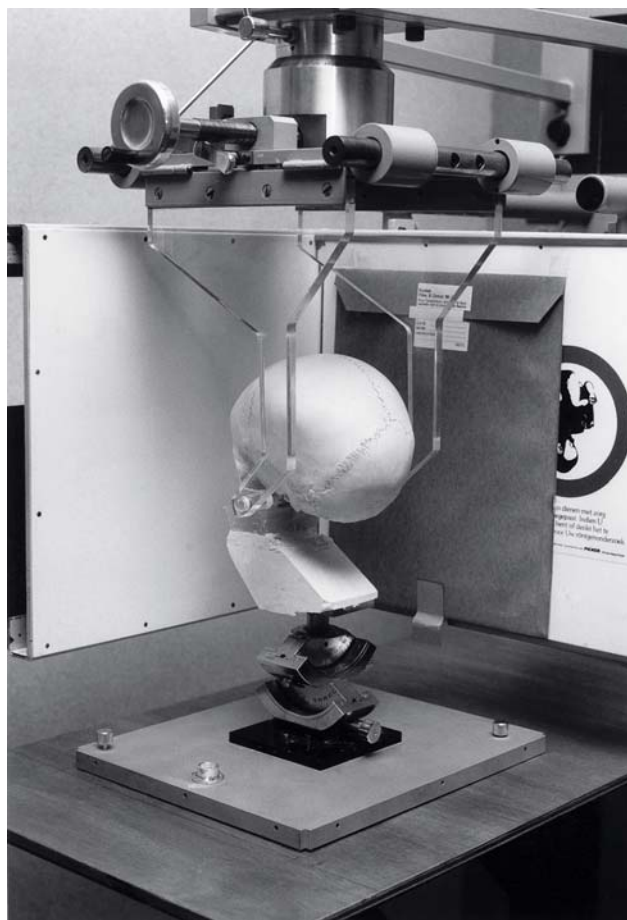
Afb. 1. Groeirichting van het gezicht (pijl) en oriëntatie van frontomaxillaire (a), zygomaticomaxillaire (b), zygomaticotemporale (c) en pterygopalatinale (d) suturen volgens Weinmann en Sicher (Weinmann en Sicher, 1947).

in dezelfde richting verplaatste als die van de tractie. Als verklaring hiervoor gaven zij aan dat de ruimtelijke oriëntatie van de suturen en de morfologie van de sutuuroppervlakken de grootte en richting van de verplaatsingen van de bovenkaak sterk beïnvloeden. Suturen met oppervlakken die loodrecht op de tractierichting georiënteerd zijn of suturen die veel wederzijds in elkaar grijpende botspicula hebben, bieden vermoedelijk meer weerstand tegen de krachten. Deze veronderstelling vormde de aanleiding om de ruimtelijke oriëntatie van de suturen en de morfologie van de sutuuroppervlakken van de bovenkaak bij de mens in kaart te brengen. Dit onderzoek resulteerde in het proefschrift 'The postnatal development of the human maxillary sutural surfaces' (Rommelink, 1985).

Het proefschrift

Literatuuronderzoek

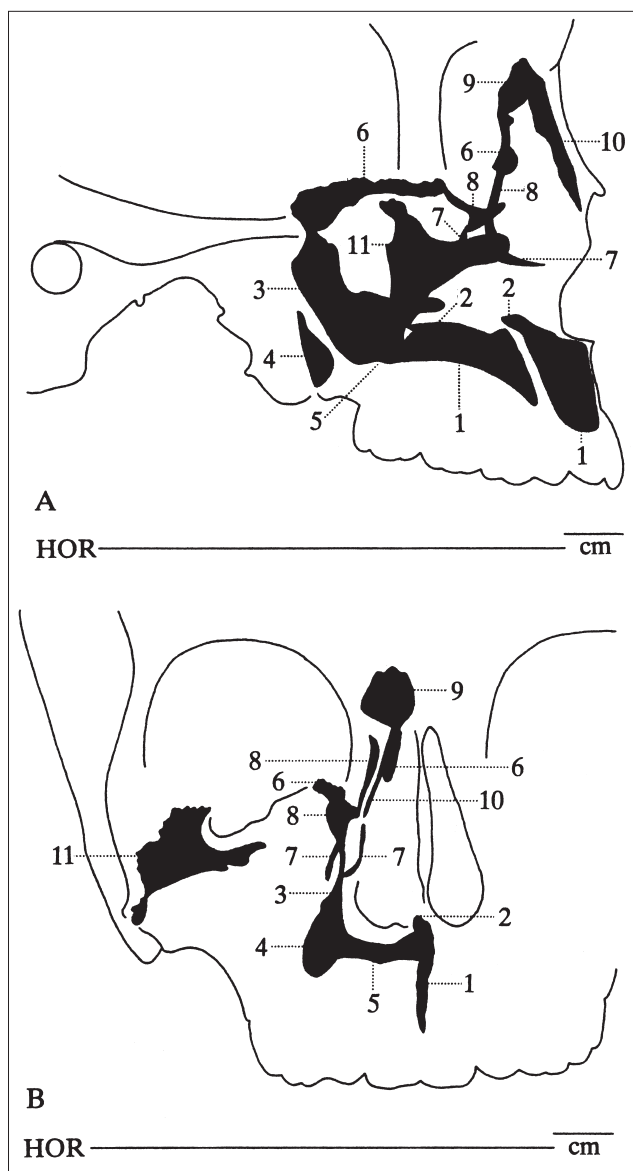
Uit het literatuuronderzoek bleek dat over de oriëntatie van suturen van de bovenkaak bij de mens vrijwel niets bekend was. De gangbare mening was dat de suturen van het aangezichtsskelet bij de mens evenwijdig aan elkaar lopen en naar voren en omhoog georiënteerd zijn (afb. 1). Deze veronderstelling was oorspronkelijk door Weinmann en Sicher in een klassiek tekstboek geïntroduceerd (Weinmann en Sicher, 1947). Volgens de groeitheorie van Sicher wordt de bovenkaak vanwege deze oriëntatie door een autonome groeikracht van de suturen omlaag en naar voren verplaatst (Sicher, 1965). Nadien is in talloze publicaties het advies gegeven bij het bepalen van de richting van extraorale krachten rekening te houden met deze veronderstelde oriëntatie van de aangezichtssuturen (Teuscher, 1978; Haskell en Farman, 1985). Tevens bleek dat alleen naar de morfologie van de intermaxillaire, transversaal palatinale en palatomaxillaire suturen onderzoek was gedaan (Latham, 1971; Melsen en Melsen, 1982).



Afb. 2. Oriëntatieapparaat in röntgencefalostaat.

Materiaal en methoden

Voor het onderzoek werden 180 sutuuroppervlakken van de bovenkaak van 9 droge gemacereerde menselijke schedels bestudeerd, in tandleeftijd variërend van 1 tot 10 jaar. Met behulp van een speciaal ontworpen cefalostaat werden op gestandaardiseerde wijze laterale en frontale röntgenopnamen van de schedels gemaakt (afb. 2). Vervolgens werden de schedels door bevroering in water gedissarticuleerd. De gesepareerde bovenkaken werden in hun oorspronkelijke positie in de cefalostaat teruggeplaatst. De contour van een sutuuroppervlak werd behandeld met bariumpap zodat deze op laterale en frontale röntgenopnamen van een bovenkaak zichtbaar was. Na deze procedure werd de bariumpap met een tandheelkundige waterspray verwijderd, teneinde overlap met de contouren van andere sutuuroppervlakken op de röntgenopnamen te voorkomen. Vervolgens werd een volgende sutuuroppervlak op dezelfde wijze behandeld. Op deze wijze konden de contouren van alle sutuuroppervlakken van de bovenkaken op afbeeldingen van tracings van de schedels zichtbaar worden gemaakt. De verhouding tot het Frankfurter vlak en het mediane vlak kon zo ook worden aangegeven. Een foutenanalyse, waarvoor bij 2 bovenkaken de procedure opnieuw werd uitgevoerd, leverde geen grote afwijkingen op. De verschillen tussen de originele en de herhalings-tracings bedroegen niet meer dan 2 mm. In een tweede gedeelte van het onderzoek werden de gedissarticu-



Afb. 3. Laterale (a) en frontale (b) contouren van intermaxillaire (1), vomeromaxillaire (2), palatomaxillaire sutureoppervlakken (3), piramidale gedeelte van palatomaxillaire sutureoppervlakken (4), transversaal palatinale (5), ethmoidomaxillaire (6), lacrimoconchale (7), lacrimomaxillaire (8), frontomaxillaire (9), nasomaxillaire (10) en zygomaxillaire (11) sutureoppervlakken in een schedel met de tandleeftijd van 9 jaar.

leerde bovenkaken georiënteerd op het Frankfurter vlak en het mediane vlak in zelfpolymeriserende kunstharz ingebed. De macroscopische morfologie van de sutureoppervlakken werd op gestandaardiseerde wijze gefotografeerd met behulp van een Leitz Aristophot apparaat. Op deze foto's werd de mate van ruwheid van de sutureoppervlakken bestudeerd.

Resultaten

In de onderzochte schedels bevonden zich intermaxillaire, vomeromaxillaire, palatomaxillaire, transversaal palatinale, ethmoidomaxillaire, lacrimoconchale, lacrimomaxillaire, frontomaxillaire, nasomaxillaire en zygomaxillaire sutureoppervlakken. Premaxillomaxillaire suturen werden

niet aangetroffen. Wel bevond zich in dit gebied een fissuur, die echter niet volledig doorliep. Bij geen van de bovenkaken kon de premaxilla worden losgemaakt. Verder werd een nauwe relatie tussen de processus pterygoideus van het os sphenoidale en de bovenkaak aangetroffen, maar kon er geen pterygomaxillaire suture worden aangetoond. In alle bovenkaken waren het os sphenoidale en de maxilla door de fissura pterygopalatina en het os palatinum van elkaar gescheiden.

Het bleek dat de intermaxillaire, vomeromaxillaire, palatomaxillaire, ethmoidomaxillaire, lacrimoconchale, lacrimomaxillaire en nasomaxillaire sutureoppervlakken van alle bovenkaken voornamelijk in een sagittaal vlak waren georiënteerd (afb. 3). Het piramidale gedeelte van het palatomaxillaire sutureoppervlak was in een frontaal vlak georiënteerd. De transversaal palatinale en frontomaxillaire sutureoppervlakken waren naar voren en omhoog georiënteerd. De zygomaxillaire sutureoppervlakken waren naar voren, mediaan en omhoog georiënteerd.

Uit het macroscopische onderzoek bleek dat de intermaxillaire sutureoppervlakken, het piramidale gedeelte van de palatomaxillaire sutureoppervlakken en de frontomaxillaire en zygomaxillaire sutureoppervlakken met de leeftijd in ruwer werden. De oppervlakken van de andere suturen bleven glad.

Discussie

Volgens diverse auteurs zou de premaxillomaxillaire suture bij patiënten zonder schisis kunnen worden gebruikt om de premaxilla orthopedisch te protruderen (Ahlin et al, 1984; Haskell en Farman, 1985). Er werd zelfs gesuggereerd dat groei ter plaatse van deze suture een belangrijke bijdrage levert aan de sagittale lengtetoeename van de bovenkaak (Ahlin et al, 1984). Uit het promotieonderzoek bleek echter dat de premaxillomaxillaire suture grotendeels was geossificeerd. Deze bevinding sloot aan bij die van andere auteurs, die eveneens twijfels hadden geuit over het bestaan van een doorlopende premaxillomaxillaire suture bij kinderen (Wood, 1969). Gezien de resultaten van het promotieonderzoek is het onwaarschijnlijk dat de premaxilla ter plaatse van de premaxillomaxillaire suture orthopedisch geprotudeerd kan worden. Ook is het niet aannemelijk dat de premaxillomaxillaire suture een rol speelt bij de sagittale lengtegroei van de bovenkaak. De bovenkaak groeit namelijk door appositie en resorptie van bot aan de botoppervlakken en vindt niet op interstitiële wijze plaats.

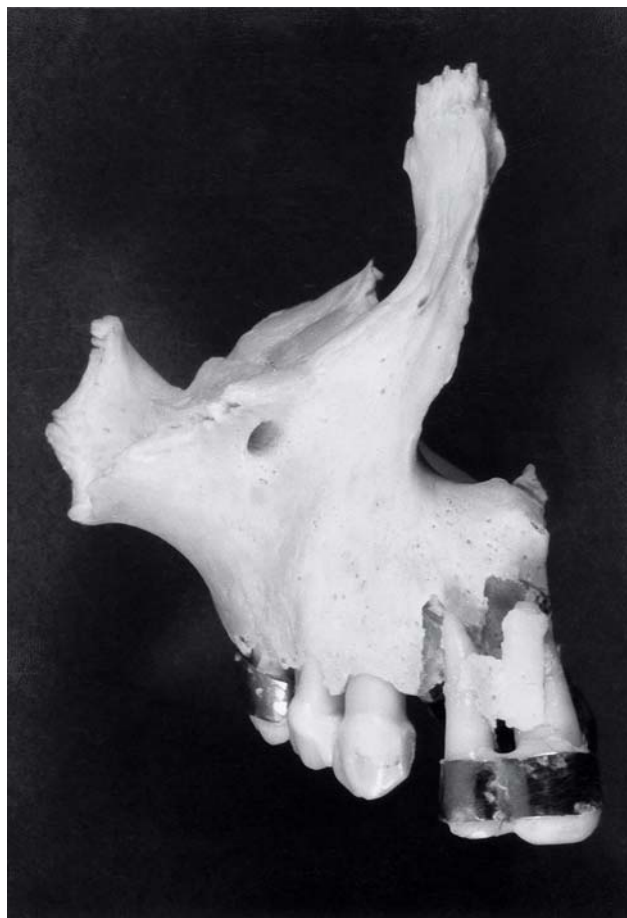
In verschillende publicaties stond dat zich tussen de processus pterygoideus van het os sphenoidale en het tuber maxillae een pterygomaxillaire suture bevond (Weinmann en Sicher, 1947; Sicher, 1965). Volgens de literatuur zou vooral deze suture bij sutureexpansie veel weerstand bieden (Glassman et al, 1984). In het promotieonderzoek kon het bestaan van een pterygomaxillaire suture echter niet worden aangetoond. Deze bevinding stemde overeen met eerder onderzoek (Melsen en Melsen, 1982). Daarom lijkt het erop dat de in elkaar grijpende botspicula van het piramidale gedeelte van de palatomaxillaire suture in dit gebied voor deze weerstand zorgen.

Daarnaast is het aannemelijk dat de frontomaxillaire en zygomaticomaxillaire suturen door hun oriëntatie en interdigiterende botspicula bij sutuurexpansie veel weerstand zullen bieden. In het proefschrift wordt gewezen op de mogelijkheid om de weerstand van deze suturen tijdens sutuurexpansie door middel van een buccale corticotomie op te heffen, een procedure die tegenwoordig veelvuldig wordt toegepast bij chirurgisch ondersteunde expansie van de maxilla. Volgens Weinmann en Sicher waren de aangezichts-suturen naar voren en omhoog georiënteerd (Weinmann en Sicher, 1947). Hierop baseerde Sicher zijn destijds bekende groeitheorie dat de bovenkaak door een autonome groei-kracht van de suturen naar voren en omlaag wordt verplaatst (Sicher, 1965). Deze veronderstelde oriëntatie van de suturen kwam echter niet overeen met de onderzoeksresultaten, die de groeitheorie van Sicher dus niet ondersteunden. Het ligt dan ook meer voor de hand dat de groei van de suturen door andere factoren wordt beïnvloed, zoals modernere groeitheorieën aangeven. De door Weinmann en Sicher veronderstelde oriëntatie van de suturen werd in de orthodontie vaak gebruikt als uitgangspunt om de richting van extraorale tractie te bepalen (Weinmann en Sicher, 1947; Teuscher, 1978).

Het proefschrift toonde aan dat de kaakorthopedische krachten een andere richting ten opzichte van sutuuroppervlakken hebben dan men voorheen dacht. Op grond van de in het onderzoek gevonden oriëntatie van de sutuuroppervlakken lijken de frontomaxillaire, zygomaticomaxillaire, piramidale deel van de palatomaxillaire en transversaal palatinale suturen de meeste weerstand te geven bij occipitaal gerichte tractie. Bij cervicale extraorale tractie bieden de frontomaxillaire en het piramidale deel van de palatomaxillaire sutuur waarschijnlijk de grootste weerstand. Bij anteriore tractie is vooral veel weerstand te verwachten van de interdigiterende botspicula van de frontomaxillaire sutuur. Gedurende de groei zullen de intermaxillaire suturen, het piramidale gedeelte van de palatomaxillaire suturen en de frontomaxillaire en zygomaticomaxillaire suturen vermoedelijk meer weerstand gaan bieden tegen orthopedische krachtapplicatie doordat de oppervlakken van deze suturen met de leeftijd ruwer worden.

Later onderzoek

In een vervolg op het promotieonderzoek werd nagegaan of de grotendeels geossificeerde premaxillomaxillaire sutuur met behulp van een gecementeerd expansieapparaat kaakorthopedisch sagittaal kon worden geëxpandeerd (Remmelink, 1989). Opnieuw werden 9 droge gemacereerde menselijke bovenkaken gebruikt met een tandleeftijd variërend van 1 tot 10 jaar. Het bleek dat de premaxillomaxillaire sutuur alleen bij de jongste bovenkaak kon worden geopend. Bij een 2,5 jaar oude bovenkaak trad dislocatie op van het tuber maxillae. Bij de andere bovenkaken fractureerde de labiale cortex ter plaatse van de bovenincisieven (afb. 4). De resultaten van dit onderzoek bevestigen de conclusie van het proefschrift dat het erg onwaarschijnlijk is dat de premaxillomaxillaire sutuur door sagittale orthopedische expansie van de bovenkaak kan worden geopend.



Afb. 4. Fractuur van de labiale cortex na sagittale orthopedische expansie van de bovenkaak.

De Clerck evalueerde in een promotieonderzoek met behulp van laserspikkelinterferometrie de waarde van droge gemacereerde schedels als model om initiële verplaatsingen van de bovenkaak na het aanbrengen van orthopedische krachten te simuleren (De Clerck, 1987). Hij gebruikte een ongemacereerde schedel en zowel droge als met water bevochtigde gemacereerde schedels van jonge en volwassen honden. Ook onderzocht hij *in vivo* verplaatsingen van de bovenkaak bij een hond onder algehele anesthesie. Zijn onderzoek toonde aan dat de initiële verplaatsingen van de bovenkaak *post mortem* in ongemacereerde schedels goed overeenkwamen met de verplaatsingen *in vivo*. De verplaatsingen van de bovenkaak na maceratie van de schedel weken echter sterk af van die *in vivo*. Ook waren de leeftijd en vochtigheidsgraad van de schedels van invloed op de uitwerking van orthopedische krachten. Zijn belangrijkste conclusie was dat gemacereerde schedels niet als model kunnen worden gebruikt om initiële effecten van orthopedische krachten op de bovenkaak te simuleren. Desondanks zijn er nadien nog diverse artikelen gepubliceerd waarin de initiële verplaatsingen van de bovenkaak bij droge gemacereerde schedels zijn onderzocht.

In 1996 werd een systematisch literatuuroverzicht gepubliceerd waarin de klinische effectiviteit werd geëvalueerd van alle orthodontische apparaten die bedoeld zijn om

de kaakgroei te beïnvloeden (Aelbers en Dermaut, 1996; Dermaut en Aelbers, 1996). Uit dit literatuuroverzicht bleek dat alleen van het Herbstscharnier was aangetoond dat er een relevant orthopedisch effect mee kon worden verkregen, namelijk een extra lengtetoeename van de onderkaak. Andere orthodontische apparaten waren voornamelijk op dentoalveolair niveau effectief. Een later gepubliceerd systematisch literatuuroverzicht over de effectiviteit van het gelaatsmasker toonde aan dat behandeling met dit extraorale apparaat, al dan niet in combinatie met expansie van de bovenkaak, leidt tot een lichte verbetering van de sagittale relatie tussen de onder- en bovenkaak (Kim et al, 1999).

In al deze literatuuroverzichten werden naast de skeletale effecten ook grote dentoalveolaire reacties geconstateerd. Bovendien is de effectiviteit op lange termijn niet onderzocht in de klinische onderzoeken waarop de literatuuroverzichten zijn gebaseerd. Het is dus niet bekend in welke mate de kaakorthopedische effecten blijvend zijn.

In een Cochrane systematisch literatuuroverzicht bleek dat het geringe skeletale effect dat bij kinderen in de leeftijd van 7 tot 9 jaar met headgear of functionele apparatuur was verkregen na een vervolghandeling met vaste apparatuur niet meer kon worden aangetoond (Harrison et al, 2007). Volgens een ander systematisch literatuuroverzicht bedroeg de grootte van het skeletale effect van sutuurexpansie bij kinderen op lange termijn slechts een kwart van de totale dentale expansie tijdens de behandeling (Lagravere et al, 2005). Ook de langetermijneffecten van chirurgisch ondersteunde expansie van de maxilla met behulp van een direct in het kaakbot bevestigd expansieapparaat zijn volgens een onlangs gepubliceerd systematisch literatuuroverzicht niet bekend (Verstraaten et al, 2010).

Sinds enige tijd bestaat de mogelijkheid om de vorm en positie van de craniofaciale skeletdelen van patiënten driedimensionaal te onderzoeken met behulp van cone beam-computertomografie (cone beam-CT). Een recent klinisch onderzoek met behulp van deze techniek toonde aan dat tijdens sutuurexpansie de zygomaticomaxillaire, zygomaticotemporale, nasomaxillaire, frontonasale, zygomaticofrontale, frontomaxillaire en internasale suturen significant worden geopend (Leonardi et al, 2011).

In andere onderzoeken met cone beam-CT droegen jeugdige patiënten met een Angle Klasse III-malocclusie intermaxillaire elastiekjes, die aan botankers werden bevestigd (De Clerck et al, 2010). Tijdens deze behandeling trad een evidente verbetering van de kaakrelatie op, voornamelijk doordat de bovenkaak naar voren werd verplaatst. Er werden hierbij vrijwel geen dentoalveolaire effecten geconstateerd. Ook in deze recente onderzoeken zijn de resultaten op lange termijn nog niet nagegaan.

Slotbeschouwing

Suturen spelen een belangrijke rol bij de groei van de bovenkaak. Deze groei kan met orthodontische apparatuur worden beïnvloed. Er is vooralsnog echter weinig bekend over de mate waarin orthopedische effecten van orthodontische apparaten, die bedoeld zijn om de groei van de bovenkaak te

Onderzoek en wetenschap

beïnvloeden, op lange termijn blijvend zijn. Wel wordt in de literatuur herhaaldelijk benadrukt dat deze apparaten bij de orthodontische behandeling van malocclusies bijzonder effectief zijn. Meer onderzoek naar de kaakorthopedische effecten van orthodontische behandelingen op lange termijn wordt aanbevolen.

Literatuur

- * Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, Fiction or reality--a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 513-519.
- * Ahlin JH, White GE, Tsamtsouris A, Saadia M. Maxillofacial orthopedics: a clinical approach for the growing child. Chicago: Quintessence Books, 1984.
- * De Clerck H, Cevidanes L, Baccetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: A controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 577-581.
- * De Clerck H. De waarde van de droge schedel als model voor de studie van initiële botverplaatsingen na krachtapplicatie. Gent: Rijksuniversiteit Gent, 1987. Academisch proefschrift.
- * Dermaut LR, Aelbers CM. Orthopedics in orthodontics: Fiction or reality. A review of the literature-Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 667-671.
- * Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod* 1984; 86: 207-213.
- * Harrison JE, O'Brien KD, Worthington HV. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 3: CD003452.
- * Haskell BS, Farman AG. Exploitation of the residual premaxillary-maxillary suture site in maxillary protraction. An hypothesis. *Angle Orthod* 1985; 55: 108-119.
- * Kim JH, Viana MA, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115: 675-685.
- * Kragt G. Initial dentofacial orthopedic reactions. A holographic study. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, 1981. Academisch proefschrift.
- * Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod* 2005; 75: 1046-1052.
- * Latham RA. The development, structure and growth pattern of the human mid-palatal suture. *J Anat* 1971; 108: 31-41.
- * Leonardi R, Sicurezza E, Cutrera A, Barbato E. Early post-treatment changes of circummaxillary sutures in young patients treated with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2011; 81: 38-43.
- * Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod* 1982; 82: 329-342.
- * Remmelink HJ. Effects of sagittal expansion in noncleft macerated human maxillae. *Eur J Orthod* 1989; 11: 392-396.
- * Remmelink HJ. The postnatal development of the human maxillary sutural surfaces. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, 1985. Academisch proefschrift.
- * Sicher H. Oral anatomy. St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1965.
- * Teuscher U. A growth-related concept for skeletal class II treatment. *Am J Orthod* 1978; 74: 258-275.

- * Verstraeten J, Kuijpers-Jagtman AM, Mommaerts MY, Bergé SJ, Nada RM, Schols JG. A systematic review of the effects of bone-borne surgical assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg* 2010; 38: 166-174.
- * Weinmann JP, Sicher H. Bone and bones. Fundamentals of bone biology. London: H. Kimpton, 1947.
- * Wood NK. Osteogenesis of the human upper jaw: proof of the non-existence of a separate pre-maxillary centre. *Arch Oral Biol* 1969; 14: 1331-1341.

Summary

Dissertations 25 years after date 26. Maxillary sutural surfaces

In the case of growing children with a deviation in the size or position of the upper jaw orthopaedic devices are often used to direct the growth at the level of the sutures. In the PhD thesis 'The postnatal development of the human maxillary sutural surfaces', published in 1985, the orientation and macroscopic morphology of the sutural surfaces of the maxilla in children's skulls were described. The existence of premaxillomaxillary and pterygomaxillary sutures could not be demonstrated. It was observed that the maxillary sutural surfaces were mainly sagittally oriented. Some sutural surfaces became increasingly rough with age, while the majority of the surfaces remained smooth. It was concluded that advice concerning the determination of the direction of orthopaedic forces in relation to the orientation of the sutures needed revision. Subsequent systematic reviews have reported that so far little is known about the long-term stability of orthopaedic effects in orthodontics.

Bron

H.J. Rimmelink

Uit de Orthodontistenpraktijk Almelo

Datum van acceptatie: 24 februari 2011

Adres: dr. H.J. Rimmelink, Orthodontistenpraktijk Almelo, Wierdensestraat 36, 7607 GJ Almelo

rimmelink@orthodontist.nl

Verantwoording

De afbeeldingen zijn met toestemming overgenomen uit: Rimmelink HJ.

Orientation of maxillary sutural surfaces. *Eur J Orthod* 1988; 10: 223-226

(afb. 1-3) en Rimmelink HJ. Effects of sagittal expansion in noncleft

macerated human maxillae. *Eur J Orthod* 1989; 392-396 (afb. 4).