



H. van Beek

Proefschriften 25 jaar na dato 1

Mesiale migratie van gebitselementen door oclusale krachten

Samenvatting

Trefwoorden:

- Orthodontie
- Oclusie
- Migratie

Uit een orthodontiepraktijk te Goes.

Datum van acceptatie:

12 november 2003.

Adres:

Dr. H. van Beek

Zandstraat 11

4328 LM Burgh-Haamstede

hvanbeek@zeelandnet.nl

Ruim 25 jaar geleden kwam het proefschrift 'Functional occlusion and mesial drift, an experimental study of tooth migration in monkeys' uit. Recentelijk is de latere literatuur bestudeerd om te toetsen of de resultaten van het proefschrift de tand des tijds hebben doorstaan. De conclusies van het proefschrift werden bevestigd. Oclusie speelt een belangrijke rol bij mesiale migratie van gebitselementen. Voor de veronderstelling dat contractie van het transeptale vezelsysteem in het parodontium een oorzaak is, kon geen direct bewijs worden gevonden. Mesiale migratie is niet slechts een compensatiemechanisme voor het verlies van tandmateriaal, maar kan afhankelijk van de asrichtingen en de oclusale vormen van de gebitselementen een gedrongen stand elders in de tandboog veroorzaken. Dit gegeven dient bij orthodontische en restauratieve behandelingen in alle overwegingen te worden betrokken.

BEEK H VAN. Proefschriften 25 jaar na dato 1. Mesiale migratie van gebitselementen door oclusale krachten. Ned Tijdschr Tandheelkd 2004; 111: 48-51.

Inleiding

Tussen 1967 en 1982 publiceerden Engelse onderzoekers een serie artikelen over experimenten bij volwassen apen die tot doel hadden klaarheid te brengen in de hiërarchie van oorzaken van mesiale migratie van gebitselementen (Moss en Picton, 1967; Moss en Picton, 1970; Moss en Picton, 1973). Mesiale migratie is een belangrijk mechanisme voor het behoud van contactpunten, voor de integriteit van de tandboog en bij verlies van tandmateriaal door proximale slijtage, extracties of anderszins. Maar mesiale migratie kan ook leiden tot een gedrongen stand, vooral in het onderfront. In de experimenten met de apen sloten de onderzoekers door het aanbrengen van een soort koepel over een tandboogsegment onder andere de masserende werking van de wang als oorzaak uit (Moss en Picton, 1970). Toen bleven nog twee hoofdoorzaken mogelijk: oclusale krachten en contractie van het transeptale vezelsysteem in het parodontium.

Tijdens de groei treden complexe en lastig meetbare compensatoire tandverplaatsingen op. Daarom was het belangrijk de experimenten te beperken tot volwassen dieren. Extracties dienden te worden vermeden omdat littekencontractie van de gingiva ook tandverplaatsing veroorzaakt. In een poging om de stimulerende werking van oclusale krachten op proximale migratie aan te tonen, slepen de onderzoekers beiderzijds in de zijdelingse delen de interdentaal contacten vrij, terwijl zij aan één zijde ook de oclusie wegnamen door extracties in één kwadrant (Moss en Picton, 1967). Zij vonden echter precies het tegenovergestelde: een niet te verklaren remmende invloed van oclusie op het sluiten van de diastemen. Redelijkerwijs werd geoordeeld dat aan de zijde waar geëxtraheerd was, de eruptierichting niet verantwoordelijk kon zijn voor het sluiten van de diastemen. Hiermee viel voor hen de horizontale kauwkrachtcomponent als oorzaak af. Dus bleef contractie van het transeptale vezelsysteem in

het parodontium als oorzaak over, waarop men zich in latere experimenten ging richten.

De in de Engelse artikelen beschreven niet verklaarbare remmende invloed van oclusie op proximale migratie vormde de aanleiding tot het Nederlandse promotieonderzoek en het proefschrift (Van Beek, 1978). Belangrijke bijkomende factor was dat zich de mogelijkheid voordeed maximaal gebruik te maken van apen als proefdieren die toch al werden gebruikt voor experimenten van meer essentiële aard. Bij de experimenten werden de dieren niet opgeofferd, althans niet ter wille van dit onderzoek. Ongemak voor de dieren werd zoveel mogelijk vermeden. Het proefschrift bevatte in hoofdzaak de beschrijving van twee experimenten. Hierin werd getracht de rol van oclusie en eventueel de mesiale kauwkrachtcomponent bij de mesiale migratie van gebitselementen aan te tonen. Een hoofdstuk over oclusale röntgenopnamen, histologie, oppervlaktmicroscopie van de sockets en laminografie met een zelf ontworpen laminograaf om de asrichting van de molaren ten opzichte van elkaar te meten, completeerde het geheel. In het eerste experiment werd onderzocht of de scherpe interdigitatie van de knobbels van de gebitselementen de voor de hand liggende remmende factor voor mesiale migratie zou kunnen zijn. In het tweede experiment werd het migratiepatroon bestudeerd omdat verschillende op de molaren inwerkende krachten verschillende migratiepatronen zouden kunnen opleveren.

Experiment 1

De essentie van het eerste experiment was dat het in Engeland uitgevoerde onderzoek werd herhaald, maar nu ook met aanpassing van de interdigitatie (Van Beek en Fidler, 1977). Beiderzijds werden aan de mesiale en distale zijde van de eerste molaren proximale ruimten geslepen om migratie mogelijk te maken. Boven-

dien werd de mogelijk remmende invloed van de interdigtitatie opgeheven door de gebitselementen occlusaal selectief te beslijpen. Aan één kant werd daarna de occlusie geheel weggenomen, niet door onnodig drastische extracties, maar slechts door het occlusaal beslijpen van de eerste molaren (afb. 1).

Uit metingen met bougiesondes en op occlusale röntgenfoto's bleek dat significant meer mesiale migratie optrad aan de zijde waar alleen de interdigtitatie door occlusaal beslijpen was opgeheven dan aan de zijde waar ook de occlusie was weggenomen. Zonder de interdigtitatie als remmende factor was de occlusie blijkbaar een duidelijk versnellende factor voor mesiale migratie. Een mogelijke verklaring is de mesiale kauwkrachtcomponent. De kiezen in de boven- en onderkaak hebben immers een mesiale angulatie. Dit is vooral het geval bij de tweede molaren die ook sneller naar mesiaal migreren.

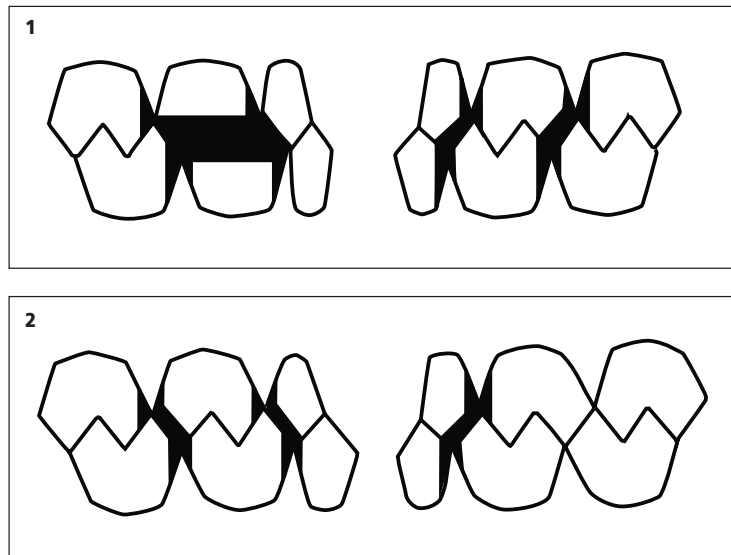
Experiment 2

In het tweede experiment werd de verandering in het migratiepatroon bestudeerd als de tweede molaren contact hadden of kregen met de trager migrerende eerste molaren. Als de tweede molaren door occlusie zouden migreren, zouden zij de eerste molaren kunnen voortduwen. Indien echter contractie van het transseptale vezelsysteem het voornaamste mechanisme zou zijn, zou dit stoppen bij approximaal contact tussen de eerste en tweede molaar (afb. 2). Daartoe werden aan de ene zijde ruimten geslepen mesiaal van de eerste en de tweede molaar en aan de andere zijde alleen mesiaal van de eerste molaar. Theoretisch zou in het eerste geval de eerste molaar geremd kunnen zijn door bevrijding van de opgeslagen contractie-energie in het transseptale vezelsysteem tussen de eerste en tweede molaar.

Uit dit experiment bleek dat bij approximaal contact tussen de eerste en tweede molaar het diasteem mesiaal van de eerste molaar sneller sloot (Van Beek, 1979). Histologisch onderzoek toonde bovendien aan dat de migratierichting van de eerste molaar in het eerste geval, dus met ruimten zowel mesiaal als distaal van de eerste molaar, naar mesiaal gericht was. Daarmee was een overwegende rol van een contraherend transseptaal vezelsysteem weerlegd. De tweede molaren die sneller migreren en een meer mesiale angulatie hebben, duwen blijkbaar de eerste molaren voort.

Conclusie van het proefschrift

De basisconclusie mocht luiden dat occlusale krachten en de interdigtitatie van de molaren grotendeels de mesiale migratie bepalen. Extrapolatie naar de klinische situatie is hachelijk, maar mogelijk is mesiale migratie mede een oorzaak voor gedrongen stand en dus meer dan slechts een compensatiemechanisme voor verlies van tandmateriaal. Het proefschrift kreeg kritiek, onder andere vanwege het geringe aantal



Afb. 1. Schematische weergave van het creëren van de diastemen en de aanpassing van de interdigtitatie, aan de rechter zijde met wegnemen van de occlusie.

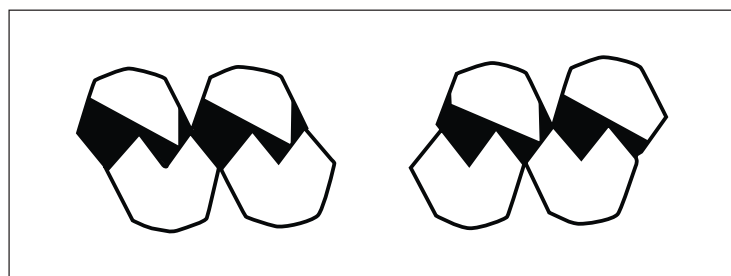
Afb. 2. Schematische weergave van het creëren van de diastemen, éénzijdig of beiderzijds van de eerste molaren.

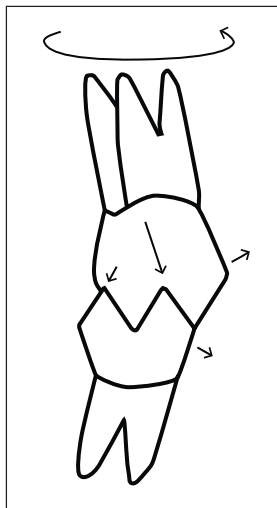
proefdieren waarbij de experimenten waren uitgevoerd (Boersma, 1979), maar werd door de *American Association of Orthodontists* onderscheiden met een 'award of special merit'.

Later onderzoek

De eerder genoemde Engelse onderzoekers waren niet overtuigd door de resultaten van de Nederlandse experimenten en toetsten deze in een vervolgonderzoek. In een experiment werden aan één zijde de knobbels vlak geslepen en inderdaad bleek dit wegnemen van de interdigtitatie de migratie te bevorderen (Moss en Picton, 1980). Verder was er een experiment met drie apen waarbij door middel van beslijpen links en rechts verschil werd aangebracht in de morfologie van de occlusale vlakken (Moss en Picton, 1980). Dit werd gedaan om de horizontale component van de kauwkrachten links en rechts verschillend te maken, overigens zonder veel aan de interdigtitatie te veranderen. Door occlusaal schuin af te slijpen in de premolaar-molaarstreek waarbij aan de ene zijde mesio- en aan de andere zijde disto-occlusaal contact bleef, kon het effect van eccentriche belasting worden bestudeerd (afb. 3). Weer werd een statistisch significant verschil gevonden. Ondanks de mogelijk storende interdigtitatie ble-

Afb. 3. Schematische weergave van occlusie-adaptatie. Linksboven zou de occlusie de mesiale migratie bevorderen, rechtsboven de distale migratie.





Afb. 4. Bij een Klasse II-molaarrelatie is de bovenmolaar steeds naar mesiaal geroteerd. De palatinale wortel wordt dan een naar mesiaal gerichte wortel die via de mesiopalatinale knobbel zijn kracht laat gelden op de mesiale fossa van de ondermolaar.

ken de gebitselementen te bewegen in de richting van de belasting. De onderzoekers vonden echter de totale hoeveelheid migratie onvoldoende om dit als bewijs te zien voor de invloed van occlusie. Teruggrijpend op de resultaten van het eerdere experiment waarin relatief veel migratie werd gevonden als er antagonisten waren geëxtraheerd, werd toch geconcludeerd dat de occlusie onbelangrijk is in vergelijking met contractie van het transseptale vezelsysteem. Een conclusie die moeilijk te rijmen valt. Verder vonden de onderzoekers reeds eerder een duidelijke vertraging van de migratie in een experiment waarbij het interdentale gingiva-weefsel was weggeschrapt, een grove ingreep waarover gereede twijfel mag bestaan met betrekking tot het behoud van de normale fysiologie (Moss en Picton, 1973). De inductie van parodontitis die optreedt als de interdentale gingiva tot op het bot wordt verwijderd, zou oedeem kunnen veroorzaken hetgeen de normale tandmigratie verstoort.

Een verdere aanwijzing voor de rol van het transseptale vezelsysteem vond men in de onmiddellijke microverplaatsing, gemeten met transducers, na het slijpen van een diasteem. Zodra het proximale contact was verdwenen, kipten de gebitselementen enigszins naar elkaar toe. Hier moest wel sprake zijn van een soort elastiekwerking (Moss en Picton, 1982). Dat orthodontisch werkende krachten een druk zouden kunnen opbouwen zoals strakke contactpunten bij knarsers, was kennelijk geen optie. Ten tijde van deze experimenten werd overigens de fibroblast en vooral de contractiliteit van de fibroblast (myofibroblast) als voornaamste drijvende kracht voor tanderuptie beschouwd (Ten Cate *et al.*, 1976). Een contraherend transseptaal vezelsysteem met actieve fibroblasten paste volledig in de modetrend. Onderzoek naar contraherend littekenweefsel leverde nog extra onderbouwend materiaal voor de contractietheorie, maar sluitend bewijs is nooit geleverd (Bertolami en Donoff, 1979).

Tot slot moet worden vermeld dat kiezen die niet in occlusie staan, ook migreren, al is het minder (Van Beek en Fidler, 1977). Verder is de reden waarom diastemen in gebitten met kleine gebitselementen niet sluiten, niet goed bekend. Er zijn dus zeker nog onbekende factoren in het spel.

De klinische situatie

Late gedrongen stand in het onderfront komt bij de meeste mensen voor en is een normaal rijpingsverschijnsel. De rol van de derde molaar hierbij werd vroeger overdreven en is inmiddels tot kleine proporties teruggebracht (Harradine *et al.*, 1998).

Vaak wordt gedrongen stand geïnterpreteerd als een recidief van een eerdere orthodontische behandeling, maar dit hoeft helemaal niet zo te zijn. De mate van gedrongen stand die gaat optreden, lijkt niet te voorspellen. Vele factoren spelen daarbij een rol, bijvoorbeeld de morfologie en de breedte van de gebitselementen, de vorm en de functie van de omgevende weke delen, parafunctionaliteiten, late groeiveranderingen in de kaken, tandslijtage of juist het uitblijven ervan en verdieping van de beet. Het is de vraag hoe belangrijk de occlusie in dit opzicht is.

Getest is bijvoorbeeld de hypothese dat bij orthodontisch behandelde patiënten bij wie een recidief is opgetreden, dikke randlijsten van bovenincisieven via occlusie de stand van het onderfront mede zouden bepalen (Huang en Artun, 2001). Dit kon niet worden aangetoond. Zo er al een effect was, werd dit volledig gemaskeerd door andere factoren.

Andere onderzoekers testten proximale krachten bij occlusaal belasten en brachten dit in relatie met de asrichting, de helling van het occlusale vlak en de positie van de condylaire scharnieras, in theorie de determinanten van de mesiale component van occlusale krachten (Southard *et al.*, 1990a). In een eerder experiment hadden zij reeds gevonden dat occlusale belasting in het distale deel van de tandboog strakkere contactpunten in de gehele tandboog tot gevolg had, behalve als zich ergens een diasteem bevond. Een occlusale belasting van 10 kilogram in de molaarstreek gaf een grote proximale kracht van 2,5 kilogram in de premolaarstreek en 0,5 kilogram in de cuspidaalstreek. Verrassend groot dus. In een volgend onderzoek vonden zij een relatie tussen gedrongen stand in het onderfront en strakke interproximale contacten in de zijdelingse delen (Southard *et al.*, 1989; Southard *et al.*, 1990b). De onderzoekers sloten parodontale factoren niet uit. Na een rustperiode was de staat van compressie van het contactpunt tussen de eerste molaar en de tweede premolaar in de onderkaak 36,7 gram, na kauwen nam dit toe tot 57,2 gram. De compressie in rust zou overigens een gevolg kunnen zijn van eerdere kauwdruk, energie die het parodontium op een of andere wijze kan opslaan. Contractie van het transseptale vezelsysteem is een van de mogelijke oorzaken. Beide mechanismen zouden dus een rol spelen.

Een onderzoek dat inspeelde op de rol van occlusie liet zien hoe een orthodontische behandeling van alleen de bovenkaak met extractie van twee premolaren gedurende de behandeling en erna een forse toename van de gedrongen stand in het onderfront tot gevolg had (Owman *et al.*, 1989). In theorie is een gecreëerde Klasse II-molaarrelatie verantwoordelijk voor een grote voorwaartse kauwkrachtcomponent. Dit komt omdat in deze situatie de bovenmolaren naar

mesiaal geroteerd dienen te zijn om goed te passen op de ondermolaren. De palatinale wortel gaat dan via de grote mesioalatinale knobbel in mesiale richting als een hamer te keer op de molaar in de onderkaak. Bovendien vindt dit gehamer in de mesiale fossa van de ondermolaar plaats, aldus de situatie verergerend (afb. 4). In een later artikel bleek echter dat de gevolgen op langere termijn meevielen, mits de ondertandboog tijdens de behandeling met apparatuur was gestabiliseerd. Er konden geen dramatische effecten worden waargenomen. Het doemscenario voor de resultaten op lange termijn met uitsluitend extractie van twee premolaren in de bovenkaak in plaats van non-extractie of extractie van vier premolaren is daarmee afgezwakt, althans wat betreft de toekomstige gedrongen stand in het onderfront (Schutz-Fransson *et al*, 1998).

Tot slot

Oclusie speelt een belangrijke rol bij mesiale migratie van gebitselementen, terwijl geen direct bewijs is gevonden dat contractie van het transseptale vezelsysteem in het parodontium een oorzaak is. Mesiale migratie van gebitselementen is niet slechts een compensatiemechanisme voor het verlies van tandmateriaal, maar kan afhankelijk van de asrichtingen en de oclusale vormen van de gebitselementen een gedrongen stand veroorzaken. Dit gegeven dient bij orthodontische en restauratieve behandelingen in alle overwegingen te worden betrokken.

Literatuur

- BEEK H VAN, FIDLER VJ. An experimental study of the effect of functional occlusion on mesial tooth migration in macaque monkeys. *Archs Oral Biol* 1977; 22: 269-271.
- BEEK H VAN. Functional occlusion and mesial drift. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, 1978. Academisch proefschrift.
- BEEK H VAN. The transfer of mesial drift potential along the dental arch in *Macaca irus*: an experimental study of tooth migration rate related to the horizontal vectors of occlusal forces. *Eur J Orthod* 1979; 1: 125-129.
- BERTOLAMI C, DONOFF RB. The effect of full-thickness skin grafts on the actomyosin content of contracting wounds. *J Oral Surg* 1979; 37: 471-476.
- BOERSMA H. Boekbespreking. Beek H van. Functional occlusion and mesial drift. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1979; 86: 17.
- CATE AR TEN, DEPORTER DA, FREEMAN E. The role of fibroblasts in the remodeling of periodontal ligament during physiologic tooth movement. *Am J Orthod* 1976; 69: 155-168.
- HARRADINE NW, PEARSON MH, TOTH B. The effect of extraction of third molars on late lower incisor crowding: a randomized controlled trial. *Br J Orthod* 1998; 25: 117-122.
- HUANG L, ARTUN J. Is the postretention relapse of maxillary and mandibular incisor alignment related? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120: 9-19.
- MOSS JP, PICTON DCA. Experimental mesial drift in adult monkeys (*Macaca irus*). *Archs Oral Biol* 1967; 12: 1313-1320.
- MOSS JP, PICTON DCA. Mesial drift of teeth in adult monkeys (*Macaca irus*) when forces of the cheeks and tongue had been eliminated. *Archs Oral Biol* 1970; 15: 979-986.
- MOSS JP, PICTON DCA. The part played by the transseptal fibre system in experimental approximal drift of the cheek teeth of monkeys. *Archs Oral Biol* 1973; 18: 669-680.
- MOSS JP, PICTON DCA. The effect on approximal drift of altering the horizontal component of biting force in adult monkeys. *Archs Oral Biol* 1980; 25: 45-48.
- MOSS JP, PICTON DCA. Short-term changes in the mesiodistal position of teeth following removal of approximal contacts in the monkey *Macaca fascicularis*. *Archs Oral Biol* 1982; 27: 273-278.
- OWMAN G, BJERKLIN K, KUROL J. Mandibular incisor stability after orthodontic treatment in the upper arch. *Eur J Orthod* 1989; 11: 341-350.
- SCHUTZ-FRANSSON U, BJERKLIN K, KUROL J. Mandibular incisor stability after bimaxillary orthodontic treatment with premolar extraction in the upper arch. *J Orofac Orthop* 1998; 59: 47-58.
- SOUTHARD TE, BEHRENTS RG, TOLLEY EA. The anterior component of occlusal force. Part 1. Measurement and distribution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 96: 493-500.
- SOUTHARD TE, SOUTHARD KA, STILES RN. Factors influencing the anterior component of occlusal force. *J Biomech* 1990a; 23: 1199-1207.
- SOUTHARD TE, BEHRENTS RG, TOLLEY EA. The anterior component of occlusal force. Part 2. Relationship with dental malalignment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990b; 97: 41-44.

Dissertations 25 years after date 1. Mesial drift of teeth by occlusal forces

More than 25 years ago the thesis 'Functional occlusion and mesial drift, an experimental study of tooth migration in monkeys' was presented. A literature review was carried out to assess whether the results have withstood the test of time. It was confirmed that occlusion plays an important role in mesial drift, whilst no direct evidence for transseptal fibre contraction as a causal factor has been put forward. Mesial drift is not merely a compensatory mechanism for loss of tooth substance, but may cause crowding, depending on axial inclination and occlusal morphology. This phenomenon has implications for orthodontic and restorative treatments.

Summary

Key words:

- Orthodontics
- Occlusion
- Drift