

De versnelde orthodontische behandeling

Een orthodontische behandeling kent doorgaans een lang behandeltraject, hetgeen voor patiënten vaak een belemmerende factor is. Om dit probleem te verhelpen zijn chirurgische technieken ontwikkeld ter ondersteuning en bespoediging van de orthodontische behandeling. Er werden 2 systematische literatuuronderzoeken van klinische en dierexperimentele onderzoeken gedaan om een betrouwbare conclusie te trekken over de effectiviteit van de verschillende chirurgische technieken. In totaal werden 18 klinische en 22 dierexperimentele onderzoeken geanalyseerd. In beide literatuuronderzoeken werd gekeken of de technieken in versnelde tandverplaatsing resulteerden en welke complicaties er mogelijk optraden. Daarnaast werd onderzocht welk biologisch mechanisme er mogelijk ten grondslag ligt aan de versnelde tandverplaatsing. In beide literatuuronderzoeken resulteerde de gecombineerde orthodontisch-chirurgische behandeling in tijdelijke versnelde tandverplaatsing met minimale complicaties. Er werd een toename van de catabolische en anabolische activiteiten waargenomen. Echter, op basis van de kwaliteit van de huidige literatuur moet worden geconcludeerd dat er nog onvoldoende informatie is voor algemene conclusies en er meer gestandaardiseerd prospectief onderzoek nodig is om een betrouwbare uitspraak te doen over de optimale behandelingstechniek.

Liem AML, Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. De versnelde orthodontische behandeling

Ned Tijdschr Tandheelkd 2015; 122: 627-635

doi: 10.5177/ntvt.2015.11.15151

Inleiding

Orthodontische behandelingen bij adolescenten en volwassenen worden tegenwoordig steeds vaker uitgevoerd. De duur van die behandeling is voor veel patiënten vaak een belemmerende factor en zo ontstond de vraag naar een korte behandeltime (Dibart et al, 2009; Hernández-Alfaro en Guijaro-Martínez, 2012). Chirurgische technieken zoals corticotomie en distractieosteogenese zijn ontwikkeld ter ondersteuning van de orthodontische behandeling en om de behandeltime te reduceren. In de literatuur zijn diverse indicaties beschreven voor deze chirurgische technieken in combinatie met orthodontie, bijvoorbeeld: non-extractiebehandeling bij ruimtegebrek, verkorten van de behandeltime, extrusie van ankylotische gebitselementen, intrusie of extrusie van molaren voor het sluiten van een open beet, versnelde cuspidatretractie en bij geïmpacteerd cuspidaten (Liou en Huang, 1998; Fischer, 2007; Vercelotti en Podesta, 2007; Akay et al, 2009; Wilcko et al, 2009; Bertossi et al, 2011).

De verschillende technieken worden beschreven als veelbelovend en succesvol in de praktijk. Hun wetenschappelijke onderbouwing is echter voornamelijk gebaseerd op casusbeschrijvingen en klinische onderzoeken met kleine

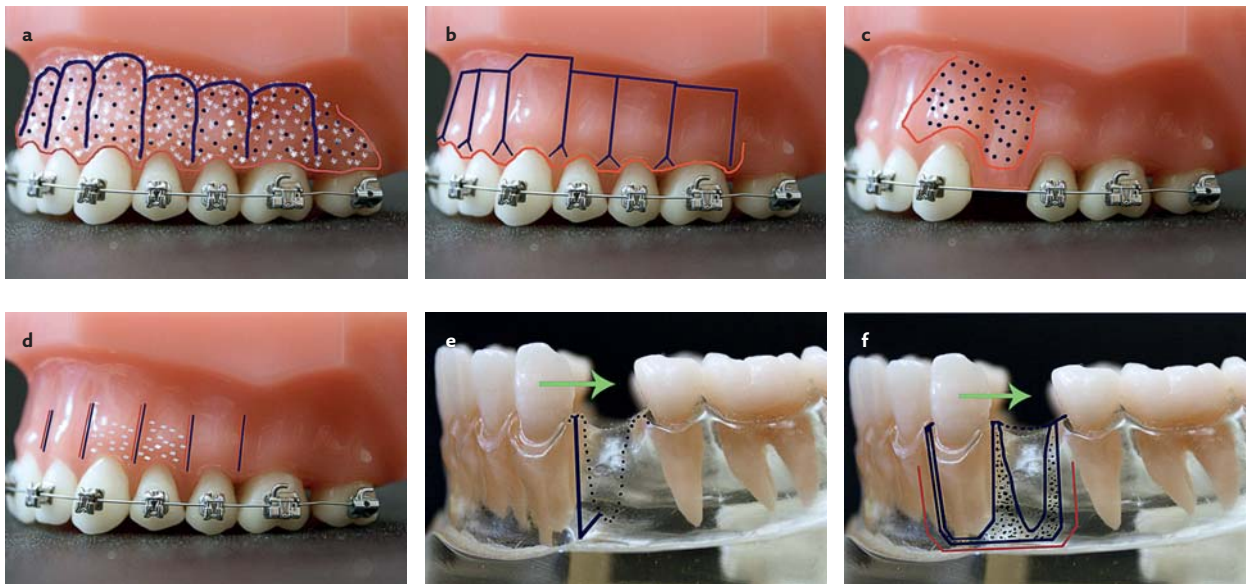
onderzoeksgroepen. Een kritische analyse en vergelijking van deze data zal mogelijk leiden tot meer valide resultaten. Daarom werden 2 systematische literatuuronderzoeken van klinische en dierexperimentele onderzoeken gedaan om een betrouwbare conclusie te trekken over de effectiviteit van de verschillende chirurgische technieken. In dit artikel worden na een korte beschrijving van de verschillende chirurgische technieken, de resultaten van deze 2 systematische literatuuronderzoeken samengevat (Hoogeveen et al, 2014; Liem et al, 2015). In deze onderzoeken is getracht de volgende vragen te beantwoorden:

1. Leiden corticotomie- en distractietechnieken tot versnelde tandverplaatsing in vergelijking met een conventionele orthodontische behandeling?
2. Welk biologisch mechanisme ligt hieraan ten grondslag en welke mogelijke complicaties treden er op?

Verskillende technieken voor versnelde orthodontie

De corticotomietechniek bestaat uit het aanbrengen van ondiepe perforaties of snedes in het corticale alveolaire bot, waarbij het trabeculaire bot intact wordt gelaten. De theorie achter deze techniek is dat door de chirurgische beschadiging van het corticale bot het zogenaamde 'regional acceleratory phenomenon' (RAP effect) optreedt (Frost, 1989). Dit effect houdt een cascade van verschillende reacties in die leiden tot een verhoogde botturnover en afname in botdichtheid ter plaatse van de corticotomie. Men beweert de behandeltime hiermee aanzienlijk te kunnen reduceren met minimale risico's op complicaties (Köle, 1959). Deze techniek wordt ook toegepast in combinatie met botaugmentatie met botsubstituten om zo het botvolume te vergroten en daarmee dehiscenties en/of fenestraties te voorkomen en/of te behandelen (Wilcko et al, 2001; Wilcko et al, 2009). Door de noodzaak van een volledige mucoperiostale flap, werd door patiënten deze procedure te invasief ervaren. Recent zijn minimaal invasieve technieken geïntroduceerd, waarbij een mucoperiostale flap niet noodzakelijk is, maar waarbij de mucosa wordt ondertunneld (Suya, 1991; Roblee et al, 2009).

Een andere categorie technieken is gebaseerd op het distractieosteogenesepincipe. Hierbij wordt nieuw bot gevormd tussen twee botsegmenten, die met behulp van een schroef geleidelijk uiteen worden gedreven (Ilizarov, 1988). Bij de zogenoemde parodontaal ligament (PDL)-distractie en bij dentoalveolaire distractietechnieken wordt de botweerstand chirurgisch gereduceerd om zo versnelde hoektand retractie te bewerkstelligen na extractie van een premolaar. Afbeeldingen 1 en 2 geven een overzicht van de verschillende corticotomie- en distractietechnieken bij mens en dier.



Afb. 1. Een overzicht van de verschillende chirurgische technieken die bij mensen zijn uitgevoerd (© Elsevier).

- a.** Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) of Wilckodontics: mucoperiostale flap (rode lijn) met corticale snedes (blauwe lijnen) en perforaties (blauwe stippen) rondom de radices van de gebitselementen, gevolgd door botaugmentatie (witte stippen).
- b.** Monocorticale piezosurgery: mucoperiostale flap (rode lijn) met y-vormige corticale snedes (blauwe lijnen) rondom de radices van de gebitselementen, waarbij het interdentale alveolaire bot wordt behouden.
- c.** Monocorticale perforation: mucoperiostale flap of incisie (rode lijn) met corticale perforaties (blauwe stippen) in het gebied van de gewenste tandverplaatsing.
- d.** Piezoscision: verticale incisies door de gingiva (rode lijnen) in combinatie met verticale corticale snedes (blauwe lijnen), waarbij beperkte botaugmentatie (witte stippen) mogelijk is door subperiostaal tunnels en injectie van een bottransplantaat.
- e.** Parodontaal ligament distractietechniek: eerste premolaren worden geëxtraheerd en interseptaal bot distaal van de cuspidaten wordt ondermijnd door 3 chirurgische snedes (blauwe lijnen). De chirurgische snedes worden door de extractiealveole heen aan de buccale en linguale zijde geplaatst en worden met elkaar verbonden door een snede over de alveolebodem. De weerstand voor distale tandverplaatsing wordt op deze manier gereduceerd. Een intraorale distractor wordt vervolgens op de cuspidaten en molaren bevestigd en dagelijks wordt 0,5-1 millimeter gedistraheerd.
- f.** Dentoalveolaire distractietechniek: de eerste premolaren worden geëxtraheerd en een mucoperiostale flap (rode lijnen) wordt uitgevoerd. Ter plaatse van de extractiealveole wordt het buccale corticale bot verwijderd. Corticale snedes (blauwe lijnen) worden aan de buccale zijde rondom de radices van de cuspidaten geplaatst, aan de mesiale zijde van de cuspidaten worden deze snedes uitgebreid tot de linguale of palatinale cortex. Een intraorale distractor wordt vervolgens op de cuspidaten en molaren bevestigd en dagelijks wordt 0,5-1 millimeter gedistraheerd.

Systematisch literatuuronderzoek

De klinische onderzoeken

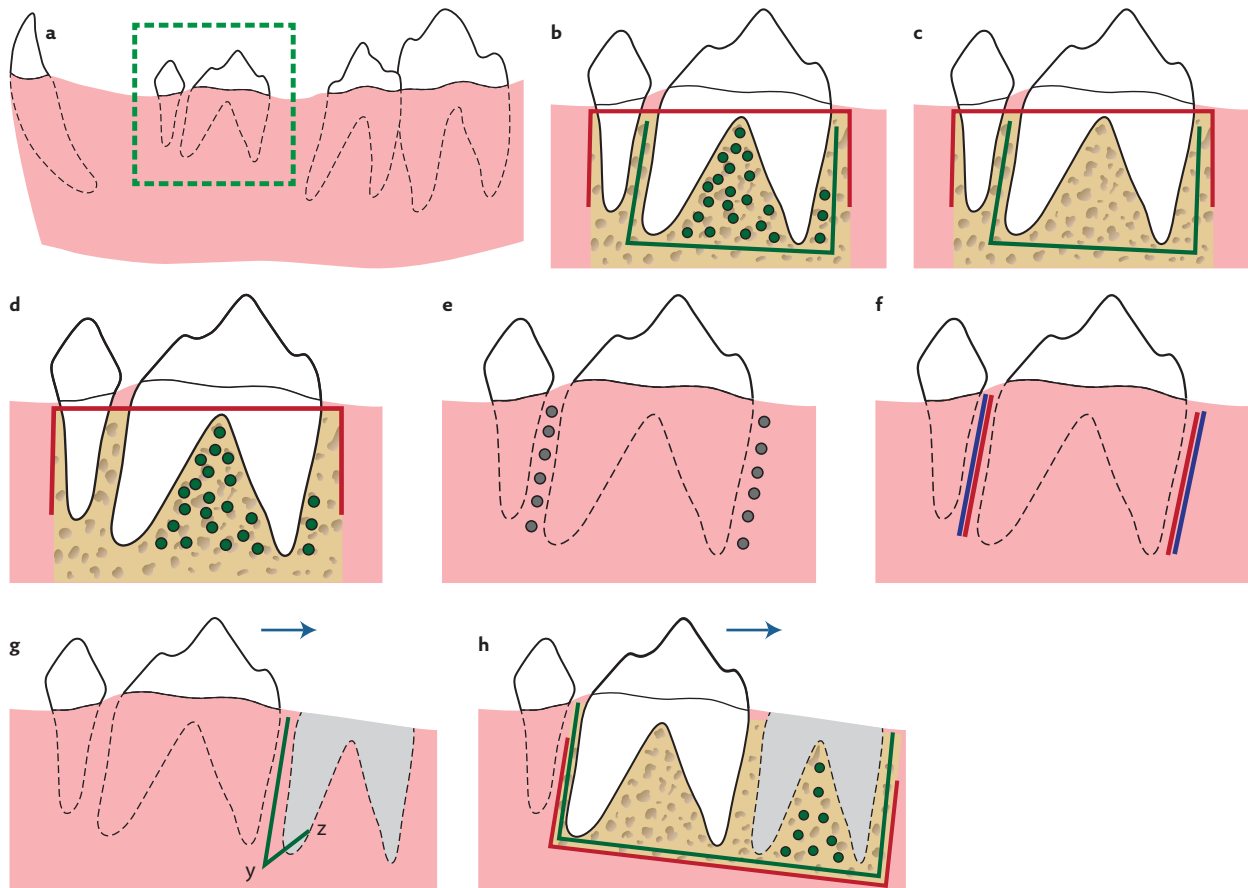
In 2014 is een systematisch literatuuronderzoek gepubliceerd met een overzicht van alle klinische onderzoeken op het gebied van deze chirurgische corticotomie- en distractieosteogenesetechnieken (Hoogeveen et al, 2014). In totaal hebben de onderzoekers via PubMed, Embase en de Cochrane Library tot april 2013 497 artikelen gevonden. Na screening op relevantie bleven uiteindelijk 18 artikelen over. Deze artikelen waren van gemiddelde tot lage kwaliteit omdat een groot deel van de onderzoeken casusbeschrijvingen zonder controlegroepen betrof. In alle onderzoeken was een bepaald risico op bias aanwezig.

In het algemeen werd in al deze onderzoeken voorafgaand aan de chirurgische behandeling orthodontische apparatuur geplaatst. De apparatuur werd direct of kort na de chirurgische behandeling geactiveerd met korte tijdsintervallen (elke 2 weken bij een corticotomie en dagelijks bij distractieosteogenese) om optimaal gebruik te maken van de tijdelijk (3-4 maanden) verhoogde botturnover. Deze onderzoeken rapporteerden allemaal tijdelijk versnelde tandverplaatsing na chirurgie (tab. 1). Een corticotomie-

onderzoek toonde aan dat na 3 maanden dit versnelde effect niet meer zichtbaar was (Aboul-Ela et al, 2011). Reductie in de behandelduur variërend van 30-70% werd gerapporteerd in de corticotomie-onderzoeken (Fisher, 2007; Shoreiba et al, 2012). Met de distractietechnieken werd de behandeltijd eveneens gereduceerd. Bij de dentoalveolaire distractietechniek was dit 6 tot 9 maanden en bij de PDL-distractietechniek bedroeg de reductie in behandeltijd 3 tot 4 maanden (Sayin et al, 2004; Gunan et al, 2005). Alle onderzoeken rapporteerden versnelde tandverplaatsing en reductie in de behandeltijd na chirurgie, echter in het merendeel van deze onderzoeken ontbrak een controlegroep. Valide conclusies zijn hierdoor niet goed mogelijk.

Op het gebied van complicaties werden in de onderzochte literatuur geen klinische tekenen van vitaliteitverlies van gebitselementen gemeld. Bij de meeste onderzoeken was echter onduidelijk welke meetmethodes waren gebruikt om dit vast te stellen. Op basis hiervan is het bewijs betreffende de vitaliteit van gebitselementen na chirurgie derhalve niet overtuigend.

In een deel van de onderzoeken was de parodontale gezondheid na corticotomie of distractie beoordeeld. Ondanks de toepassing van verschillende vormen van



Afb. 2. Een overzicht van de verschillende chirurgische technieken uitgevoerd bij honden (gebaseerd op afbeelding in Liem et al, 2015).

a. Anatomie van de onderkaak: weergave van de cuspidaat, eerste, tweede en vierde premolaar, eerste molaar en een extractiediaasteem ter plaatse van de derde premolaar. Het groene kader is uitvergroot en gebruikt in figuur B tot H om de verschillende technieken te illustreren.

b. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) of Wilckodontics: mucoperiostale flap (rode lijn) met corticale snedes en perforaties (groene lijnen en stippen) rondom de radix van het te verplaatsen gebitselement.

c. Monocorticale piezosurgery: mucoperiostale flap (rode lijn) met corticale snedes (groene lijnen) rondom de radix van het te verplaatsen gebitselement.

d. Monocorticale perforation: mucoperiostale flap of incisie (rode lijn) met corticale perforaties (groene stippen) in het gebied van de gewenste tandverplaatsing.

e. Piezopuncture: corticale puncties (grijze stippen) door de gingiva heen in het corticale bot.

f. Piezosision: verticale incisies door de gingiva (rode lijnen) in combinatie met verticale corticale snedes (blauwe lijnen).

g. Parodontaal ligament distractietechniek: derde premolaar (grijs gearceerd gebied) wordt geëxtraheerd en interseptaal bot distaal van de tweede premolaar wordt ondermijnd door 3 chirurgische snedes (groene lijnen). De chirurgische snedes worden door de extractiealveole heen aan de buccale en linguale zijde (y-lijn) geplaatst en worden met elkaar verbonden door een snede over de alveolebodem (z-lijn). De weerstand voor distale tandverplaatsing wordt op deze manier gereduceerd. Een intraorale distractor wordt vervolgens bevestigd.

h. Dentoalveolaire distractietechniek: de derde premolaar (grijs gearceerd gebied) wordt geëxtraheerd en een mucoperiostale flap (rode lijnen) wordt uitgevoerd. Ter plaatse van de extractiealveole wordt het buccale corticale bot (groene stippen) verwijderd. Corticale snedes (groene lijnen) worden aan de buccale zijde rondom de radices van de tweede premolaar geplaatst, aan de mesiale zijde van de tweede premolaar worden deze snedes uitgebreid tot de linguale cortex. Een intraorale distractor wordt vervolgens bevestigd.

chirurgie werden er geen schadelijke effecten, zoals toegenomen pocketdiepte, recessies, aanhechtingsverlies of bloeding na sonderen, waargenomen. Deze onderzoeken zijn echter van gemiddelde en/of lage kwaliteit, waardoor er maar beperkt bewijs beschikbaar is voor de vaststelling dat de chirurgische technieken daadwerkelijk veilig zijn voor het parodontium.

In de geïncludeerde onderzoeken werden geen tekenen van wortelresorptie gevonden. In enkele onderzoeken werd zelfs minder wortelresorptie gevonden in de corticotomie-groep vergeleken met de controlegroep. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat door eliminatie van de corticale weerstand en door toegenomen botremodellering vermin-

derde compressie en necrose in het parodontale ligament aanwezig was en hierdoor minder wortelresorptie. Ook hiervoor geldt dat er onvoldoende valide bewijs is om te concluderen dat de chirurgische technieken geen wortelresorptie veroorzaken.

De experimentele onderzoeken

In 2014 is een vergelijkbaar systematisch literatuuronderzoek uitgevoerd, waarbij de resultaten uit dierexperimenteel onderzoek zijn vergeleken (Liem et al, 2015). In totaal vonden de onderzoekers via PubMed en Embase tot januari 2014 137 artikelen, die gescreend werden op relevantie. Dit resulteerde uiteindelijk in de analyse van 22 artikelen.

Onderzoeken	Techniek*	Aantal mensen	Gebitselementen	Tandverplaatsing	Observatieperiode
Mowafy en Zaher, 2012	PDL-distractie	30	Cuspidaat	5,9 mm in 37 dagen	?
	Orthodontie	30	Cuspidaat	4,7 mm in 195 dagen	?
Kisnisci en Iseri, 2011	Dentoalveolaire distractie	73	Cuspidaat	5 mm 10 dagen	6 maanden
Kharkar et al, 2010	Dentoalveolaire distractie	6	Cuspidaat superior	5 mm in 12,5 dagen	12 maanden
	PDL-distractie	6	Cuspidaat superior		
Kumar et al, 2009	PDL-distractie	8	Cuspidaat superior	5 mm in 19,5 dagen	6 maanden
Sukurica et al, 2007	Dentoalveolaire distractie	8	Cuspidaat superior, cuspidaat inferior	5,2 mm in 20 dagen	6 maanden
Gürkan et al, 2005	Dentoalveolaire distractie	18	Cuspidaat superior	5,4 mm in 14 dagen	12 maanden
Işeri et al, 2005	Dentoalveolaire distractie	10	Cuspidaat superior	5 mm 10 dagen	?
Sayin et al, 2004	PDL-distractie	18	Cuspidaat superior, cuspidaat inferior	5 mm in 10. dagen	?
			Cuspidaat superior, cuspidaat inferior		
Kisnisci et al, 2002	Dentoalveolaire distractie	11	Cuspidaat superior, cuspidaat inferior	5,8 mm in 21 dagen	4-11 maanden
Liou en Huang, 1998	Dentoalveolaire distractie	15	Cuspidaat superior, cuspidaat inferior	6,5 mm in 21 dagen	3 maanden
Shoreiba et al, 2012	Piezocision	10	Centrale incisief inferior t/m cuspidaat inferior	Gemiddelde behandeltdtijd 17,5 weken	6 maanden
	Orthodontie		Gemiddelde behandeltdtijd 49 weken		
Hernández-Alfaro en Guijarro-Martínez, 2012	Piezocision	10	Volledige boven- en onderkaak	-	12 maanden
Aboul-Ela et al, 2011	Monocortical perforation	10	Cuspidaat superior	5,7 mm in 120 dagen	?
	Orthodontie			3,4 mm in 120 dagen	
Bertossi et al, 2011	Monocorticale piezosurgery	9	Diverse	4,5 mm extrusie in 18-25 dagen	?
Akay et al, 2009	Monocorticale piezosurgery	13	Cuspidaat superior	3-3,5 mm intrusie in 84-105 dagen	?
Fischer, 2007	Monocortical perforation	13	Cuspidaat superior	10-14 mm in 266-378 dagen	12 maanden
Gantes et al, 1990	Monocorticale piezosurgery	10	Volledige boven- en onderkaak	Gemiddelde behandeltdtijd 14,8 maanden	?
	Orthodontie			Gemiddelde behandeltdtijd 28,3 maanden	

*= soort techniek correspondeert met het overzicht uit afbeelding 1.

Tabel 1. Tandverplaatsing in klinische onderzoeken.

Deze artikelen bestonden uit 14 onderzoeken bij honden, 7 bij ratten en 1 onderzoek bij katten. Van de onderzoeken werden er 5 als hoge kwaliteitsonderzoeken beoordeeld, het merendeel was van gemiddelde kwaliteit door gebreken in de onderzoeksmethodologie. In alle onderzoeken was een bepaald risico op bias aanwezig.

In het algemeen vertoonden de dierexperimentele onderzoeken vergelijkbare resultaten als de klinische onderzoeken. Versnelde tandverplaatsing na chirurgie werd in alle onderzoeken gerapporteerd (tab. 2). De piek van versnelde tandverplaatsing trad altijd kort na de chirurgische interventie op, variërend van 2 tot 3 weken na de operatie (Iino et al, 2007; Teixeira et al, 2010). Dit suggereert dat er mogelijk een tijdelijk versneld effect optreedt na chirurgie. Het lijkt daarom van belang de orthodontische apparatuur direct te belasten om een maximaal effect te verkrijgen. Een

tweede corticotomiebehandeling na 4 weken resulteerde in versnelde tandverplaatsing voor een langere periode met echter een klein verschil ten opzichte van een enkelvoudige chirurgische behandeling (Sanjideh et al, 2010).

In de dierexperimentele onderzoeken werd tevens het histologisch beeld onderzocht om inzicht te krijgen in het biologisch mechanisme achter de versnelde tandverplaatsing (tab. 3). In het merendeel van de onderzoeken trad een toename van het aantal osteoclasten en osteoblasten op. Simultaan aan de tandverplaatsing vond de piek van deze catabolische en anabolische activiteiten in een vroeg stadium na de chirurgische interventie plaats. Door middel van botturnoverparameters in de gingivale crevulaire vloeistof en in bloedserum werd geanalyseerd of dit een lokaal of systemisch effect betrof. Toename van deze parameters werd enkel aangetroffen in de gingivale crevulaire vloeistof

Onderzoeken	Techniek*	Aantal dieren	Gebitselementen	Kracht (cN)	Tandverplaatsing	Observatieperiode
Honden						
Teng en Liou, 2014	Monocorticale piezosurgery	6	Centrale incisief superior t/m cuspidaat superior	?	9,6 mm in 3 maanden	3 maanden
	Orthodontie	6			?	4,6 mm in 3 maanden
Kim et al, 2013	Piezopunction	6	Tweede premolaar superior	100	2,3 mm in 42 dagen	6 weken
	Orthodontie	6	Tweede premolaar superior	100	0,5 mm in 42 dagen	
Liu et al, 2011	Dentoalveolaire distractie	9	Centrale incisief superior t/m cuspidaat superior	Distractor	4,6 mm in 12 dagen	6 weken
	Controlegroep	3	Centrale incisief superior t/m cuspidaat superior			
Cohen et al, 2010	Dentoalveolaire distractie	10	Tweede premolaar superior	Distractor	2,9 mm in 15 dagen	6 weken
	PDL-distractie		Tweede premolaar superior	Distractor	1,8 mm in 15 dagen	
Sanjideh et al, 2010	Monocorticale piezosurgery	5	Tweede premolaar superior	200	2,4 mm in 56 dagen	8 weken
	Orthodontie		Tweede premolaar superior	200	1,3 mm in 56 dagen	
Mostafa et al, 2009	Wilckodontics	6	Eerste premolaar superior	400	4,7 mm in 28 dagen	6 weken
	Orthodontie		Eerste premolaar superior	400	2,3 mm in 28 dagen	
Kim et al, 2009	Piezocision	12	Tweede premolaar superior	150	4,6 mm in 56 dagen	8 weken
	Orthodontie		Tweede premolaar superior	150	1,2 mm in 56 dagen	
Lv et al, 2009	PDL-distractie	8	Eerste premolaar inferior	Distractor	5,0 mm in 14 dagen	8 weken
	Orthodontie		Eerste premolaar inferior	100	1,0 mm in 28 dagen	
Ai et al, 2008	PDL-distractie	8	Eerste premolaar inferior	Distractor	3,7 mm in 14 dagen	10 weken
	Orthodontie		Eerste premolaar inferior	100	1,2 mm in 14 dagen	
Han et al, 2008	PDL-distractie	8	Eerste premolaar inferior	100	1,9 mm in 28 dagen	8 weken
	Orthodontie		Eerste premolaar inferior	100	1,0 mm in 28 dagen	
Cho et al, 2007	Monocortical perforation	2	Derde premolaar superior	150	6,4 mm in 56 dagen	6 maanden
	Orthodontie		Derde premolaar superior	150	1,45 mm in 56 dagen	
Iino et al, 2007	Monocorticale piezosurgery	12	Derde premolaar superior	50	2 mm in 28 dagen	8 weken
	Orthodontie		Derde premolaar superior	50	1 mm in 28 dagen	
Ren et al, 2007	PDL-distractie	10	Derde premolaar superior	150	4,3 mm in 28 dagen	8 weken
	Orthodontie		Derde premolaar superior	150	2,0 mm in 28 dagen	
Düker, 1975	Monocorticale piezosurgery	6	Centrale incisief superior	?	4 mm in 8-20 dagen	16 weken
Ratten						
Iglesias-Linares et al, 2012	Wilckodontics	56	Tweede molaar superior	10	0,8 mm in 32 dagen	4,5 weken
	Orthodontie		Tweede molaar superior	10	0,6 mm in 32 dagen	
Iglesias-Linares et al, 2011	Wilckodontics	72	Tweede molaar superior	10	0,7 mm in 32 dagen	4,5 weken
	Orthodontie		Tweede molaar superior	10	0,5 mm in 32 dagen	
Teixeira et al, 2010	Monocorticale perforation	48	Molaar superior	50	0,6 mm in 28 dagen	7 weken
	Orthodontie		Molaar superior	50	0,3 mm in 28 dagen	
Lee et al, 2008	Monocorticale piezosurgery	30	Eerste molaar superior	100	0,3 mm in 21 dagen	8,5 weken
	Orthodontie		Eerste molaar superior	100	0,3 mm in 21 dagen	

*= soort techniek correspondeert met het overzicht uit afbeelding 2.

Tabel 2. Tandverplaatsing in dierenonderzoeken.

Studies	Technieken*	Histologie variabelen	Resultaten
Honden			
Teng en Liou, 2014	Monocorticale piezosurgery, orthodontie	Botresorptie, osteoclasten, osteoblasten	In de corticotomiegroep: toename lokale osteoclast en osteoblast activiteiten, en toename botresorptie
Kim et al, 2013	Piezopunction, orthodontie	Botresorptie, botappositie, hyalinisatie	In de corticotomiegroep: toename botresorptie en appositie, minder hyalinisatie
Liu et al, 2011	Dentoalveolaire distractie, controlegroep	Botremodellering, hyalinisatie	In de DD groep: toename bot remodellering, minder hyalinisatie en ondermijnende resorptie
Mostafa et al, 2009	Wilckodontics, orthodontie	Botresorptie, osteoclasten, collageenafbraak	In de corticotomiegroep: toename botresorptie, aantal osteoclasten en meer collageen afbraak
Kim et al, 2009	Piezocision, orthodontie	Osteoclasten, osteoblasten, botappositie	In de corticotomiegroep: toename aantal osteoclasten en osteoblasten en meer appositie
Lv et al, 2009	PDL-distractie, orthodontie	Osteoclasten, botresorptie, hyalinisatie, botappositie	In de PD groep: toename bot resorptie en appositie en het aantal osteoblasten, minder hyalinisatie
Ai et al, 2008	PDL-distractie, orthodontie	Hyalinisatie, osteoclasten, osteoblasten	In de PD groep: toename aantal osteoclasten, osteoblasten en minder hyalinisatie
Han et al, 2008	PDL-distractie, orthodontie	Osteocalcin	In de PD groep: toename osteocalcin
Cho et al, 2007	Monocortical perforation, orthodontie	Osteoclasten, osteoblasten, fibroblasten	In de corticotomiegroep: toename aantal osteoclasten, osteoblasten en fibroblasten
Iino et al, 2007	Monocorticale piezosurgery, orthodontie	Botresorptie, osteoclasten, hyalinisatie	In de corticotomiegroep: toename botresorptie en aantal osteoclasten, minder hyalinisatie
Ren et al, 2007	PDL-distractie, orthodontie	Botappositie, botresorptie, hyalinisatie	In de PD groep: toename botresorptie en appositie, minder hyalinisatie
Ratten			
Iglesias-Linares et al, 2012	Wilckodontics, orthodontie	Botresorptie, osteoclasten	In de corticotomiegroep: toename botresorptie en aantal osteoclasten
Iglesias-Linares et al, 2011	Wilckodontics, orthodontie	Botresorptie, osteoclasten, rankl	In de corticotomiegroep: toename botresorptie, aantal osteoclasten en rankl
Baloul et al, 2011	Monocortical perforation, orthodontie	Botvolume, botdichtheid, osteoclasten, osteoblasten	In de corticotomiegroep: afname botvolume en botdichtheid in een vroeg stadium, toename osteoclasten en osteoblasten
Teixeira et al, 2010	Monocorticale perforation, orthodontie	Botresorptie, cytokinen, osteoclasten	In de corticotomiegroep: toename botresorptie, aantal osteoclasten en cytokinen
Wang et al, 2009	Wilckodontics, orthodontie	Botresorptie, osteoblasten, osteoclasten, bloedvaten	In de corticotomiegroep: toename botresorptie, aantal osteoclasten, osteoblasten en bloedvaten
Sebaoun et al, 2008	Wilckodontics, controlegroep	Botresorptie, osteoclasten, botappositie	In de corticotomiegroep: toename botresorptie en appositie en aantal osteoblasten
Lee et al, 2008	Monocorticale piezosurgery, orthodontie	Botresorptie	In de corticotomiegroep: toename lokale botresorptie

*= soort techniek correspondeert met het overzicht uit afbeelding 2.

Tabel 3. Histologie uit dierenonderzoeken.

stof, wat duidde op een lokale toename in de botturnover na chirurgie (Teng en Liou, 2014). Vermindering van deze activiteit werd 6 maanden na chirurgie waargenomen. Het aantal osteoclasten en osteoblasten was dan weer naar de beginwaarden gedaald (Cho et al, 2007).

De cellulaire respons binnen het alveolair bot en het parodontale ligament was ook onderzocht. Er werd minder ondermijnende resorptie, meer directe botresorptie en minder hyalinisatie in de chirurgiegroepen waargenomen vergeleken met de controlegroepen (Iino et al, 2007; Lv et al, 2009; Teixeira et al, 2010; Iglesias-Linares et al, 2012).

Enkele onderzoeken rapporteerden ook een verschillende reactie in botvorming tussen beide groepen. Zo werd een toename in botappositie en verhoogde aanwezigheid van lamellair en compact alveolair bot in de corticotomiegroep gezien en juist meer spongieus en minder compact bot in de controlegroep (Lv et al, 2009; Mostafa et al, 2009; Kim et al, 2013). Zeven weken na de chirurgische interventie was de bothomeostase weer teruggekeerd naar de beginwaarden zonder verlies van botvolume en botdichtheid (Baloul et al, 2011).

Het merendeel van de onderzoeken bevatte weinig in-

formatie over het ontstaan van mogelijke complicaties. In een klein aantal onderzoeken bij honden werd geen of minimale wortelresorptie in de chirurgiegroep gerapporteerd (Iino et al, 2007; Lv et al, 2009; Cohen et al, 2010). Milde hyperemie werd geobserveerd bij de PDL-distractietechniek, echter zonder waarneming van pulpanecrose (Ren et al, 2007). Op basis van de huidige onderzoeken is er onvoldoende valide bewijs om te concluderen dat de chirurgische technieken vrij zijn van complicaties.

Discussie

In beide systematische literatuuronderzoeken resulteren een orthodontische behandeling gecombineerd met chirurgie in versnelde tandverplaatsing en reductie van de behandel tijd. De heterogeniteit in klinische indicaties, behandelplannen, krachtsystemen en chirurgische technieken bemoeilijkt de vergelijking van de resultaten. Om die reden is geen uitsluitsel te geven welke techniek het meest optimale effect geeft op het gebied van versnelde tandverplaatsing. De minimaal invasieve technieken lijken dezelfde resultaten te geven als de meer invasieve technieken, maar dan met minimale weefselbeschadiging.

Het mechanisme dat ten grondslag ligt aan de versnelde tandverplaatsing na chirurgie is in het merendeel van de dierexperimentele onderzoeken beschreven. De orthodontische tandverplaatsing is een biologische reactie op externe krachten, die volgens 4 verschillende fasen verloopt (Pilon et al, 1996). In de eerste fase vindt initiële verplaatsing plaats in de socket door compressie van het parodontale ligament. In de tweede fase vindt geen tandverplaatsing plaats, door hyalinisatie (necrose) van het parodontale ligament, dit wordt tijdens deze fase verwijderd. In de derde fase vindt de remodelering van bot plaats en verplaatsing van het gebitselement met toenemende snelheid totdat in fase 4 een constante snelheid wordt bereikt. Tandverplaatsing kan niet plaatsvinden, zolang er gehyaliniseerd weefsel aanwezig is.

In een aantal dierexperimentele onderzoeken werd meer directe botresorptie en minder aanwezigheid van hyalinisatie waargenomen na chirurgie. Deze resultaten suggereren dat chirurgie, door het reduceren van de corticale weerstand, mogelijk zorgt voor een verkorte hyalinisatiefase (fase 2) en een vervroegde remodelering van bot. Dit is mogelijk het mechanisme dat ten grondslag ligt aan de versnelde tandverplaatsing.

De wetenschappelijke onderbouwing voor de klinische toepassing van deze chirurgische technieken toont gebreken door de kwaliteit van de klinische onderzoeken. Het merendeel van hen varieert van gemiddelde tot matige kwaliteit, resulterend in een verhoogd risico op bias. Gebreken in de methodologie en de overwegend kleine onderzoeksgroepen hebben bijgedragen aan de beperkte betrouwbaarheid van de resultaten. Casusbeschrijvingen suggereren verminderde kans op relapse na chirurgie door de verhoogde remodelering van bot of door de combinatie van chirurgie met botaugmentatie (Köle, 1959; Wilcko et al, 2009; Hernández-Alfaro en Guijaro-Martinez, 2012).

Echter, in geen van de geïncludeerde onderzoeken uit de 2 systematische literatuuronderzoeken werd de langetermijnstabiliteit naar behoren wetenschappelijk onderzocht.

Er is weinig onderzoek gedaan naar de impact van de chirurgische behandeling op patiënten. In een aantal onderzoeken rapporteerden patiënten mild ongemak na de operatie, vooral in de eerste postoperatieve week (Gantes et al, 1990; Cassetta et al, 2012). Minimaal invasieve technieken zijn ontwikkeld om het ongemak voor de patiënt en hun perceptie van de behandeling te verbeteren. Echter, geen enkel onderzoek heeft deze aspecten vergeleken met de conventionele technieken. De klinische en dierexperimentele onderzoeken hebben aangetoond dat chirurgie duidelijk voor tijdelijke versnelde tandverplaatsing zorgt. Het blijft nog onduidelijk welke invloed dit heeft op de totale behandel tijd. Het is hierdoor moeilijk om te bepalen of de mogelijke reductie in behandel tijd opweegt tegen de extra kosten en ongemakken van de chirurgische behandeling. In de toekomst is meer prospectief onderzoek nodig met grotere onderzoeksgroepen, waarbij de verschillende chirurgische technieken vergeleken worden op het gebied van efficiëntie, complicaties, perceptie van de patiënt en langetermijnstabiliteit.

Conclusie en toekomstperspectief

In dit artikel is een overzicht gegeven van de huidige literatuur over chirurgische technieken voor versnelde tandverplaatsing en is getracht antwoord te geven op de volgende vragen: leiden chirurgische technieken daadwerkelijk tot versnelde tandverplaatsing, welk biologisch mechanisme ligt hieraan ten grondslag en welke complicaties treden er mogelijk op? De orthodontische behandeling ondersteund door de corticotomie- of distractietechnieken wordt gekenmerkt door een tijdelijke fase van versnelde tandverplaatsing. Het biologische mechanisme wat hieraan mogelijk ten grondslag ligt, is een lokale toename in de catabolische en anabolische activiteiten, wat leidt tot een vervroegde remodelering van bot. Complicaties, zoals vitaliteitverlies van gebitselementen, parodontale problemen of ernstige wortelresorptie zijn niet aangetroffen bij de onderzochte chirurgische technieken. Echter, de wetenschappelijke onderbouwing voor deze bevindingen is minimaal door tekortkomingen in de onderzoeksmethodologie en de kleine onderzoeksgroepen. De heterogeniteit tussen de verschillende onderzoeken leidt ertoe dat vergelijking van de resultaten niet geheel mogelijk is, waardoor er nog onduidelijkheden zijn de meest optimale chirurgische techniek. De minimaal invasieve technieken lijken voorsnog vergelijkbare resultaten te geven qua versnelde tandverplaatsing. Prospectief onderzoek met de juiste methodologie en grote onderzoeksgroepen is nodig om de verschillende vormen van chirurgie wetenschappelijk te kunnen vergelijken op het gebied van efficiëntie, veiligheid en stabiliteit en vervolgens valide conclusies te kunnen trekken over de werkelijke effectiviteit van deze technieken.

Literatuur

- * Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: 252-259.
- * Ai H, Xu QF, Lu HF, Mai ZH, An AQ, Liu GP. Rapid tooth movement through distraction osteogenesis of the periodontal ligament in dogs. *J Chin Med* 2008; 121: 455-462.
- * Akay MC, Aras A, Gunbay T, Akyalcin S, Koyuncue BO. Enhanced effect of combined treatment with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 563-569.
- * Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: S83-101.
- * Bertossi D, Vercellotti T, Podesta A, Nocini PF. Orthodontic microsurgery for rapid dental repositioning in dental malpositions. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 747-753.
- * Cassetta M, Di Carlo S, Giansanti M, Poma V, Pompa G, Barbato E. The impact of osteotomy technique for corticotomy-assisted orthodontic treatment (CAOT) on oral health-related quality of life. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2012; 16: 1735-1740.
- * Cho KW, Cho SW, Oh CO, Ryu YK, Ohshima H, Jung HS. The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Dis* 2007; 13: 314-319.
- * Cohen G, Campbell PM, Rossouw PE, Buschang PH. Effects of increased surgical trauma on rates of tooth movement and apical root resorption in foxhound dogs. *Orthod Craniofac Res* 2010; 13: 179-190.
- * Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent* 2009; 30: 342-344.
- * Düker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg*. 1975;3(2):81-4.
- * Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines. *Angle Orthod* 2007; 77: 417-420.
- * Frost HM. The regional accelerated phenomenon. *Orthop Clin N Am* 1981; 12: 725-726.
- * Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *J Periodontol* 1990; 61: 234-238.
- * Gürkan CA, Işeri H, Kişnişci R. Alterations in gingival dimensions following rapid canine retraction using dentoalveolar distraction osteogenesis. *Eur J Orthod* 2005; 27: 324-332.
- * Han XL, Meng Y, Kang N, Lv T, Bai D. Expression of osteocalcin during surgically assisted rapid orthodontic tooth movement in beagle dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 2467-2475.
- * Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. *J Periodontol* 2012; 83:574-580.
- * Hoogveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145: S51-64.
- * Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Moreno-Fernandez AM, Mendoza-Mendoza A, Solano-Reina E. Corticotomy-assisted orthodontic enhancement by bone morphogenetic protein-2 administration. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: e124-132.
- * Iglesias-Linares A, Moreno-Fernandez AM, Yañez-Vico R, Mendoza-Mendoza A, Gonzalez-Moles M, Solano-Reina E. The use of gene therapy vs. corticotomy surgery in accelerating orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 2011; 14: 138-148.
- * Iino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 448.e1-8.
- * Işeri H, Kişnişci R, Bzizi N, Tüz H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127: 533-541.
- * Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 1988; 48: 1-11.
- * Kharkar VR, Kotrashetti SM. Transport dentoalveolar distraction osteogenesis-assisted rapid orthodontic canine retraction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 687-693.
- * Kharkar VR, Kotrashetti SM, Kulkarni P. Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010; 39: 1074-1079.
- * Kim SJ, Moon SU, Kang SG, Park YG. Effects of low-level laser therapy after Corticision on tooth movement and paradental remodeling. *Lasers Surg Med* 2009; 41: 524-533.
- * Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 23-31.
- * Kisinisci RS, Işeri H, Tuz HH, Altug AT. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60: 389-394.
- * Kisinisci RS, Işeri H. Dentoalveolar transport osteodistraction and canine distalization. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 763-770.
- * Kumar PS, Saxena R, Patil S, Keluskar KM, Nagaraj K, Kotrashetti SM. Clinical investigation of periodontal ligament distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *Aust Orthod J* 2009; 25: 147-152.
- * Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1959; 12: 515-529.
- * Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita DD, Moon HB, Ferguson DJ, Yen S. Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *J Dent Res* 2008; 87: 861-867.
- * Liem AML, Hoogveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated experimental movement of teeth: systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2015; 53: 491-506.
- * Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114: 372-382.
- * Liu C, Cao Y, Liu C, Zhang J, Xu P. Rapid maxillary anterior teeth retraction en masse by bone compression: a canine model. *PLoS One* 2011; 6: e26398.
- * Lv T, Kang N, Wang C, Han X, Chen Y, Bai D. Biologic response of rapid tooth movement with periodontal ligament distraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 401-411.
- * Mostafa YA, Mohamed Salah Fayed M, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: S70-S77.
- * Mowafy MI, Zaher AR. Anchorage loss during canine retraction using intermittent versus continuous force distractions; a split mouth

- randomized clinical trial. *Prog Orthod* 2012; 13: 117-125.
- * Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 16-23.
 - * Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 160.e1-10.
 - * Roblee RD, Bolding SL, Landers JM. Surgically facilitated orthodontic therapy: a new tool for optimal interdisciplinary results. *Compend Contin Educ Dent* 2009; 30: 264-275.
 - * Sanjideh PA, Rossouw PE, Campbell PM, Opperman LA, Buschang PH. Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *Eur J Orthod* 2010; 32: 106-113.
 - * Sayin S, Bengi AO, Gürton AU, Ortakoğlu K. Rapid canine distalization using distraction of the periodontal ligament. A preliminary clinical validation of the original technique. *Angle Orthod* 2004; 74: 304-315.
 - * Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J Periodontol* 2008; 79: 1679-1688.
 - * Shoreibah EA, Salama AE, Attia MS, Abu-Seida SM. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. *J Int Acad Periodontol* 2012; 14: 97-104.
 - * Sukurica Y, Karaman A, Gurel HG, Dolanmaz D. Rapid canine distalization through segmental alveolar distraction osteogenesis. *Angle Orthod* 2007; 77: 226-236.
 - * Suyu H. Corticotomy in orthodontics. In: Hosl E, Baldauf A (eds). *Mechanical and biological basics in orthodontic therapy*. Heidelberg: Huthig Buch Verlag, 1991.
 - * Teixeira CC, Khoo E, Tran J, et al. Cytokine expression and accelerated tooth movement. *J Dent Res* 2010; 89: 1135-1141.
 - * Teng GYY, Liou EJW. Interdental osteotomies induce regional acceleratory phenomenon and accelerate orthodontic tooth movement. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72: 19-29.
 - * Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27: 325-331.
 - * Wang L, Lee W, Lei DL, Liu YP, Yamashita DD, Yen SL. Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histology and immunostaining. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 770.e1-11.
 - * Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001; 21: 9-19.
 - * Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 2149-2159.

Summary

Accelerated orthodontic treatment

An orthodontic treatment usually involves a long process which often represents an obstacle for patients. To overcome this problem, surgical techniques have been developed to support and accelerate the orthodontic treatment. Two systematic reviews of the literature on clinical research and animal experiments were carried out in order to draw reliable conclusions about the effectiveness of the various surgical techniques. A total of 18

clinical studies and 22 animal experimental studies were analysed. In both reviews of the literature, a study was made of whether the surgical techniques resulted in an accelerated rate of tooth movement and which complications may be observed. In addition, which biological mechanisms take place during surgically facilitated orthodontics was investigated. Both reviews reported accelerated tooth movement with minimal complications after surgical procedures in comparison to conventional orthodontics. An increase in catabolic and anabolic activities was observed. It has to be concluded that based on the quality of the current literature there is still insufficient information for general conclusions and that more standardised prospective research is necessary for a reliable conclusion about the optimal method of treatment.

Bron

A.M.L. Liem¹, E.J. Hoogeveen¹, J. Jansma², Y. Ren¹

Uit 'de afdeling Orthodontie en 'de afdeling Mondziekten, Kaakchirurgie en Bijzondere Tandheelkunde van de Rijksuniversiteit Groningen/het UMC Groningen

Datum van acceptatie: 16 juli 2015

Adres: mw. prof. dr. Y. Ren, RUG, Hanzeplein 1, 9713 GZ Groningen
y.ren@umcg.nl

Verantwoording

Afbeeldingen 1a t/m f zijn bewerkingen van originele afbeeldingen uit het artikel Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145(4): S51-64. Met toestemming van uitgever Elsevier overgenomen.

Afbeeldingen 2a t/m g zijn gebaseerd op originele afbeeldingen in het artikel Liem AML, Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated experimental movement of teeth: systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2015; 53: 491-506.