



Distractieosteogenese: het principe, de geschiedenis en de achtergronden

Distractieosteogenese is een behandeling waarbij nieuw bot wordt gevormd in de ruimte die ontstaat door het langzaam uit elkaar drijven van geosteotomeerde botsegmenten. Deze behandeling, die is ontwikkeld binnen de orthopedie, wordt ook veelvuldig in het hoofd-halsgebied toegepast. Na een aanvankelijke hype waarbij distractieosteogenese voor een keur aan afwijkingen van het orofaciale skelet werd gebruikt, begint het meer en meer duidelijk te worden voor welke aandoeningen in het hoofd-halsgebied distractieosteogenese bij uitstek geschikt is óf als goed alternatief voor een 'klassieke' chirurgische behandeling moet worden gezien. In dit themanummer wordt de toepassing van distractieosteogenese binnen de orthopedie en de pre-implantaire chirurgie besproken en wordt nader ingegaan op de mogelijkheden van distractieosteogenese met betrekking tot de correctie van afwijkingen van de mandibula, de maxilla en het craniofaciale skelet. Daarnaast wordt stilgestaan bij behandelingen die met distractieosteogenese zouden kunnen worden gecombineerd om de consolidatieperiode te bekorten, zoals de toepassing van weefseltechnologie en groeifactoren.

Vissink A, Baat C de. Distractieosteogenese: het principe, de geschiedenis en de achtergronden
Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 291-295.

Inleiding

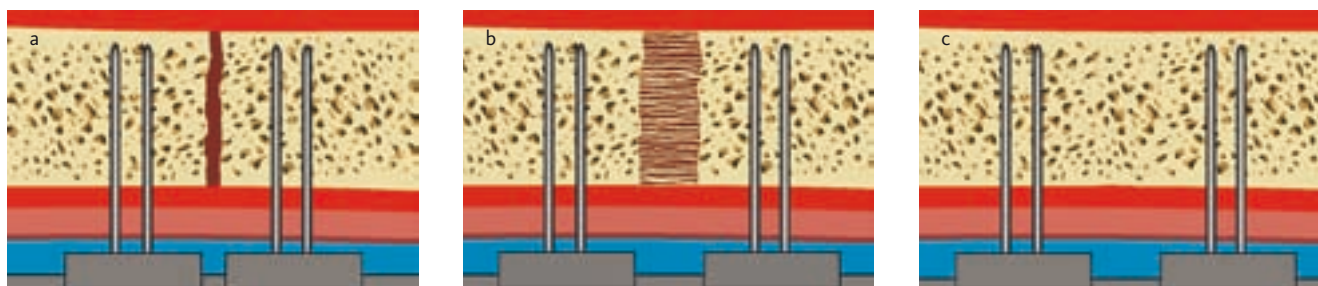
Distractieosteogenese, ook vaak botdistractie of callusdistractie genoemd, is een behandeling waarbij nieuw bot wordt gevormd in de ruimte die ontstaat tussen 2 geosteotomeerde botsegmenten, tijdens het doelbewust en gecontroleerd geleidelijk uit elkaar drijven van deze botsegmenten. Hierbij probeert het lichaam door het aanzetten van botaanmaak de ruimte tussen de botsegmenten te overbruggen. Feitelijk wordt hierbij gebruikgemaakt van het natuurlijke fenomeen van de callusvorming. Callusvorming is een fysiologisch verschijnsel dat optreedt bij genezing van botfracturen, vooral bij fracturen waarbij de botdelen niet optimaal (kunnen) worden gereponeerd. Dit is dus aan de orde bij fracturen met een ruimte tussen de fractuurdelen. Callusvorming wordt vooral gezien bij fracturen van de extremiteiten en is veel minder prominent aanwezig in het orofaciale skelet. Fracturen van het aangezichtskelet kunnen immers in principe zodanig worden gereponeerd en gefixeerd dat er over een maximaal traject een volledige anatomische repositie is en dat er macroscopisch geen ruimte tussen de botsegmenten resteert. In dergelijke gevallen treedt intramembraneuze ossificatie op tussen de fractuurdelen en behoeft het lichaam niet eerst door middel van callusvorming de ruimte tussen de botsegmenten te overbruggen.

In de orthopedie wordt distractieosteogenese al sinds meerdere decennia toegepast voor het verlengen van ledematen. Vooral de Russische chirurg Ilizarov heeft in de jaren '50 van de vorige eeuw aan de wieg van deze behandeling

gestaan en zijn naam wordt daarmee dan ook vaak verbonden (Ilizarov, 1989a; Ilizarov, 1989b; Ilizarov, 1990). Sinds het begin van de jaren '90 van de twintigste eeuw wordt distractieosteogenese ook toegepast in de craniofaciale chirurgie en de kaakchirurgie. De eerste publicatie dateert uit 1992. Bij 4 jonge patiënten werd aangetoond dat het mogelijk is de mandibula door middel van botdistractie te verlengen (McCarthy et al, 1992). Sindsdien heeft de behandeling ook in het hoofd-halsgebied een grote vlucht genomen en is het indicatiegebied aanzienlijk uitgebreid (Jansma en Becking, 2000; Breuning en Van Strijen, 2003; Breuning en Van Strijen, 2004; Kalk et al, 2004; Mommaerts en Vannet, 2004; Tuinzing, 2005; Van der Wal, 2005; Grauwen et al, 2006). In dit inleidende artikel zal kort worden stilgestaan bij het principe, de geschiedenis en de achtergronden van distractieosteogenese. In de overige bijdragen in dit themanummer zal dieper worden ingegaan op de diverse gebieden waar distractieosteogenese wordt toegepast met nadruk op de indicatie, de (relatieve) contra-indicaties en de te verwachten effecten.

Principe

Distractieosteogenese kan worden gedefinieerd als de vorming van nieuw bot in een groter wordende ruimte tussen 2 botsegmenten; deze ruimte wordt veroorzaakt door het gradueel uiteendrijven van de botsegmenten (afb. 1). Het gecontroleerde, geleidelijke uiteendrijven van botsegmenten is mogelijk dankzij de aanwezigheid van een zogenaamde fixateur die de fractuurdelen 'fixeert' en die tevens kan



Afb. 1. Het principe van distractieosteogenese (Jansma et al, 2000).

- In het midden van het botdeel is een zaagsnede (osteotomie) aangebracht. Ter weerszijden daarvan zijn pinnen in het bot geplaatst die zijn verbonden met een verlengbare distractor.
- Ten gevolge van het gradueel uitedrijven van de pinnen van de distractor wordt de afstand tussen de botsegmenten vergroot. Hiertussen vormt zich nieuw bot.
- Als het bot over de gewenste afstand is verlengd, blijft de distractor aanwezig om consolidatie van het nieuwe bot mogelijk te maken. Uiteindelijk ontstaat een volledig normale botstructuur. De distractor kan dan worden verwijderd.

worden verlengd. In de kaakchirurgie wordt deze fixateur meestal aangeduid als distractieapparaat of als distractor. Onder ideale omstandigheden treedt hierbij intramembraneuze botvorming op, dus zonder voorafgaande kraakbeenvorming. Hierbij zijn dan 5 gebieden te herkennen: aan weerszijden van de ruimte de botsegmenten, met direct daaronder beiderzijds een mineralisatiezone. Deze mineralisatiezone wordt gescheiden door een fibreuse interzone (afb. 2). Ook de fibreuse interzone ossificeert uiteindelijk (Raghoobar et al, 2002). Naast de vorming van nieuw bot bewerkstelligt de distractie ook een toename in volume van de bedekkende weke delen, zoals het slijmvlies, de spieren, de ligamenten, het periost, de bloedvaten en de zenuwen. Dit wordt distractiehistogenese genoemd. Het bijkomende fenomeen van distractiehistogenese kan belangrijk zijn bij de keuze van een chirurgische behandeling om botvolume te vergroten. Bij een botaugmentatie kan het immers, vooral als een groot botvolume moet worden aangebracht, moeilijk zijn het slijmvlies dat het nieuw aangebrachte bot moet bedekken, goed te sluiten door een relatief gebrek aan weke delen.

Bij verlenging van een ledemaat of van een kaak, wordt gesproken van monofocale distractieosteogenese (afb. 3a). Een andere toepassing is het gebruik van een zogenaamde bottransportschijf ('transport disc') die door een botdefect

heen wordt bewogen om dit defect op te vullen. In dat geval spreekt men van bifocale distractieosteogenese (afb. 3b). Als 2 schijven naar elkaar toe worden bewogen, spreekt men van trifocale distractieosteogenese (afb. 3c).

Bij distractieosteogenese in de craniofaciale chirurgie en de kaakchirurgie wordt een osteotomie aangebracht of een corticotomie uitgevoerd die door voorzichtig mobiliseren wordt uitgebreid tot een osteotomie. Over deze osteotomie wordt een distractor aangebracht om de botdelen te fixeren en tevens de graduele distractie mogelijk te maken (Jansma et al, 2008; Raghoobar et al, 2008; Wolvius et al, 2008). Na een 'latentieperiode' van 3 tot 5 dagen, waarin nog geen uitedrijvende krachten worden uitgeoefend, wordt begonnen met de actieve distractie. Hiertoe wordt de distractor doorgaans 2 keer per dag 0,5 millimeter uitgedraaid (dit noemt men ritme), zodat in totaal dagelijks gewoonlijk 1 millimeter wordt gedistraheerd (dit is de ratio). Als de distractie over de gewenste afstand is uitgevoerd, blijft de distractor 4 tot 8 weken passief aanwezig om consolidatie van het nieuw gevormde bot mogelijk te maken. Men spreekt dan ook van de consolidatiefase. Hierna kan de distractor worden verwijderd (Jansma et al, 2000; Schortinghuis et al, 2005). De in tabel 1 aangegeven tijdstippen en snelheden, die tot op heden nog steeds geldig zijn voor algemene toepassing van distractieosteogenese in de kaakchirurgie, zijn gebaseerd op onderzoek en ervaringen uit de orthopedie met de verlenging van ledematen. In de overige bijdragen van dit themanummer zal worden aangegeven wanneer hiervan wordt afgeweken.

Tabel 1. Omschrijving van een aantal gebruikte termen en principes bij distractieosteogenese (Jansma et al, 2000).

Term	Omschrijving
Latentietijd	Osteotomie – start distractie (1-7 dagen)
Ratio (Engels: 'rate')	Aantal mm/etmaal (0,33-3 mm/etmaal)
Ritme (Engels: 'rhythm')	Frequentie (1-4/dag)
Consolidatietijd	Einde distractie – verwijdering distractor (3-12 weken)
Vector	Richting van distractie
Fixateur/distractor	Uni-, bi-, multidirectioneel extra-, intraoraal

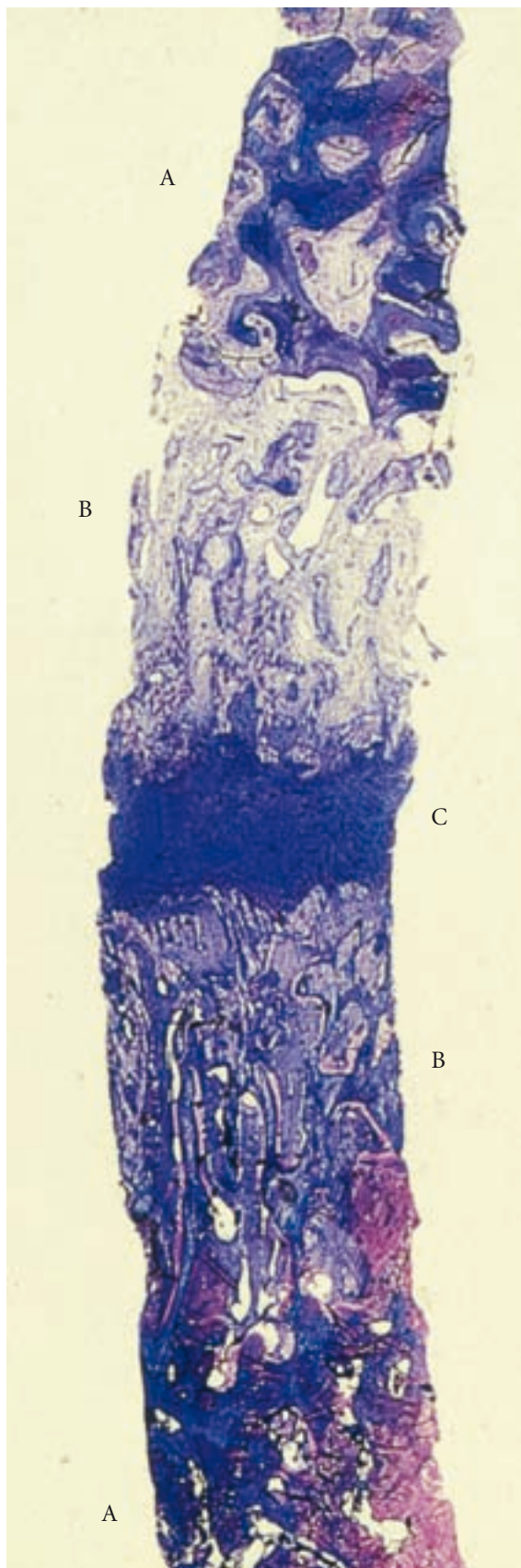
Geschiedenis

Verlenging van ledematen door middel van distractieosteogenese wordt al sinds het begin van de twintigste eeuw toegepast (Yen, 1997). Codivilla (1905) gebruikte een oblique (schuine) osteotomie en een extern fixatiesysteem met behulp van pinnen om een onderbeen te verlengen. Dit basisprincipe veranderde in de volgende driekwart eeuw nauwelijks. Bovendien werd deze methode van distractieosteogenese aanvankelijk weinig toegepast vanwege de in

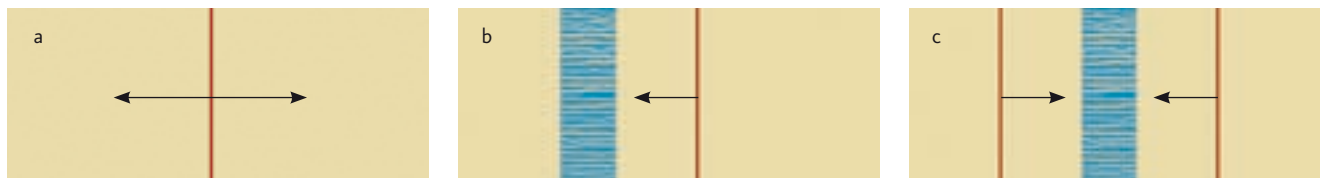
die tijd moeilijk te voorkomen en/of te behandelen complicaties als infecties, slechte doorbloeding van het distractiegebied en inadequate fixatie.

Een belangrijke bijdrage aan het opnieuw onder de aandacht brengen en verder ontwikkelen van de distractieosteogenese heeft de Russische orthopedisch chirurg Garvrill A. Ilizarov geleverd. Hij ontwikkelde in 1951 een circulair extern fixatiesysteem dat aan het bot werd bevestigd met behulp van onder spanning staande fixatiedraden (Ilizarov, 1952). Met behulp van dit fixatieapparaat konden botsegmenten in verschillende richtingen worden verplaatst. Tijdens de behandeling van knieafwijkingen met een conventionele behandeling in de vorm van een open osteotomie, distractie met behulp van externe fixatie en het aanbrengen van een bottransplantaat, observeerde Ilizarov in 1956 de vorming van nieuw bot in de distractieruimte. Van essentieel belang hierbij was dat hij dit fenomeen van nieuwvorming van bot onderkende. Feitelijk is dit een observatie die kan worden vergeleken met de observatie door professor P.I. Brånemark, eveneens een orthopedisch chirurg, van de 'vergroeiing' (osseo-integratie) van titanium met bot in 1952. Brånemark ontwikkelde deze methode verder tot de inmiddels alom toegepaste orale implantaten (Brånemark et al, 1969). Op basis van zijn observatie van nieuwvorming van bot ontwikkelde Ilizarov, gebruikmakend van de distractiemethodiek, een methode om gecontroleerd een bot te laten groeien zonder dat het hierbij nodig was de distractieruimte te overbruggen met een bottransplantaat. Hierbij stelde hij op basis van onderzoek een goed voorspelbaar distractieschema op. Dit kwam met andere woorden neer op een betrouwbaar distractieschema met als pijlers het type osteotomie, het type fixatie, de latentietijd, en de snelheid en de frequentie van de distractie (ritme). Bij toepassing van dit schema bleek dat de doorbloeding en de fysiologische belasting van het been konden worden gewaarborgd (Ilizarov, 1990).

Begin jaren '90 van de vorige eeuw werd de distractieosteogenese ook binnen de kaakchirurgie geïntroduceerd (McCarthy et al, 1992). Deze methodiek heeft sindsdien een grote vlucht genomen. Aanvankelijk werd hierbij alleen gebruikgemaakt van extraorale distractors. Nadelen hiervan zijn het optreden van extraorale littekens als gevolg van het uitedrijven van de transbuccale pinnen en de sociale belasting van het gedurende enkele maanden moeten dragen van dergelijke zichtbare apparaten. Hoewel voor extraorale apparaten nog steeds indicaties bestaan, worden binnen de kaakchirurgie inmiddels overwegend intraorale distractors gebruikt. Deze apparaten worden via de mond aangebracht en vaak submucosaal 'begraven'. Alleen de extensie waarmee het apparaat wordt geactiveerd, steekt door het slijmvlies heen in de mond uit. Aanvankelijk waren vanwege de kleinere dimensies voor intraoraal gebruik alleen unidirectionele distractors beschikbaar, terwijl voor extraorale toepassing ook gebruik kon worden gemaakt



Afb. 2. Overzicht van een botbiopt genomen uit het anterieure deel van de mandibula na distractieosteogenese ten behoeve van het plaatsen van implantaten. Vijf zones zijn te onderscheiden: aan beide einden een zone met natief corticaal bot (A), met daaronder de zogenaamde mineralisatiezone (B) en de fibreuze interzone (C) (Raghoobar et al, 2002).



Afb. 3. Schematische weergave van diverse typen distractieosteogenese (Jansma et al, 2000).

- a. Unifocale distractieosteogenese. Beide botsegmenten worden uiteengedreven (pijlen) vanuit de zaagsnede.
- b. Bifocale distractieosteogenese. Het gearceerde botdefect wordt gereconstrueerd door een bottransportschijf gradueel in de richting van de pijl door het defect heen en weer te bewegen.
- c. Trifocale distractieosteogenese. Het gearceerde botdefect wordt gereconstrueerd met behulp van 2 bottransportschijven die naar elkaar toe worden bewogen (pijlen).

van bi- en multidirectionele distractors. Inmiddels zijn ook voor intraorale toepassing bi- en multidirectionele distractors in ontwikkeling en beperkt beschikbaar voor algemene toepassing.

Beschouwingen

Voordelen van distractieosteogenese zijn onder andere dat er geen (morbideiteit van een) donorgebied nodig is, dat zowel het bot als de bedekkende weke delen in volume toenemen en dat de procedure doorgaans minder ingrijpend is dan meer conventionele behandelingen. Verder biedt distractieosteogenese de mogelijkheid correcties uit te voeren bij een groeiend individu en dit is bij een aantal conventionele behandelingen niet het geval.

Vanwege de nog steeds beperkte ervaringen in de kaakchirurgie en de craniofaciale chirurgie zijn helaas nog onvoldoende langetermijnresultaten bekend, zodat de invloed op de groei en bijvoorbeeld de benodigde hoeveelheid overcorrectie nog nader moeten worden onderzocht. Ook andere vraagstukken, zoals de precieze effecten op zenuwweefsel en op kaakgewrichten, moeten nog nader worden bestudeerd. Ook zijn nog geen vergelijkende onderzoeken beschikbaar waarin bijvoorbeeld een conventionele chirurgische behandeling wordt vergeleken met distractieosteogenese. Er bestaat dus duidelijk behoefte aan gerandomiseerde klinische onderzoeken die beogen wetenschappelijk gefundeerde richtlijnen op te stellen die aangeven welke behandeling het meest geschikt is voor een bepaald type aandoening (Schreuder et al, 2007).

Doelstelling themanummer

Dit themanummer over distractieosteogenese beoogt een overzicht van de huidige stand van zaken te geven met betrekking tot de toepassing van distractieosteogenese in het skelet. Aandacht zal worden geschonken aan de toepassingen binnen de orthopedie (De Baat et al, 2008), de pre-implantaire chirurgie (Raghoobar en Vissink, 2008), de behandeling van afwijkingen van orofaciale afwijkingen (Jansma en Becking, 2008) en de craniofaciale chirurgie (Wolvius et al, 2008). Daarnaast wordt ook stilgestaan bij behandelingen die kunnen worden gecombineerd met distractieosteogenese, zoals de toepassing van botsubstituten en groeifactoren (Jansen, 2008).

Literatuur

- > Baat P de, Baat C de, Bessems JHJM. Distractieosteogenese in de orthopedie. Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 291-295.
- > Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg 1969; 3: 81-100.
- > Breuning KH, Strijen PJ van. Distractie tijdens een orthodontische behandeling. Ned Tijdschr Tandheelkd 2003; 110: 50-54.
- > Breuning KH, Strijen PJ van. Klasse II-malocclusie. Duur en kosten van een gecombineerd orthodontische en chirurgische behandeling. Ned Tijdschr Tandheelkd 2004; 111: 261-265.
- > Codivilla A. On the means of lengthening in lowerlimbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. Am J Orthop Surg 1905; 2: 353.
- > Grauwen SR, Jovanovic A, Amir L, Becking AG. Verticale distractieosteogenese van de extreem geresorbeerde edentate onderkaak. Een retrospectieve beschrijving van 16 patiënten. Ned Tijdschr Tandheelkd 2006; 113: 308-312.
- > Ilizarov GA. A method of uniting bones in fractures and an apparatus to implement this method. USSR Authorship Certificate 98471, file 1952.
- > Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. Clin Orthop Relat Res 1989a; 238: 249-281.
- > Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. Clin Orthop Relat Res 1989b; 239: 263-285.
- > Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. Clin Orthop Rel Res 1990; 250: 8-26.
- > Jansma J, Schoen PJ, Bierman MWJ, Stegenga B. Operatieve kaakorthopedie. In: Stegenga B, Vissink A, Bont LGM de (red). Mondziekten en kaakchirurgie. Assen: Van Gorcum, 2000.
- > Jansma J, Becking AG. Distractieosteogenese in de kaakchirurgie. Ned Tijdschr Tandheelkd 2000; 107: 190-197.
- > Jansma J, Becking AG. Distractieosteogenese en orofaciale afwijkingen. Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 324-330.
- > Kalk WWI, Lange J de, Jansma J, Raghoobar GM, Bierman MWJ. Distractieosteogenese in de bovenkaak bij schisispatiënten. Het overwegen waard. Ned Tijdschr Tandheelkd 2004; 111: 496-500.
- > McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. Plast Reconstr Surg 1992; 89: 1-8.
- > Mommaerts MY, Vannet B vande. Hoogtandjes 5. Bimaxillaire transversale distractieosteogenese. Ned Tijdschr Tandheelkd 2004; 111: 40-44.

- > Nienhuijs MEL, Meijer GJ, Merkx MAW, Walboomers XF, Jansen JA. Botsubstituten, groeifactoren en distractieosteogenese. Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 297-304.
- > Raghoebar GM, Liem RSB, Vissink A. Vertical distraction of the severely resorbed edentulous mandible: a clinical, histological and electron microscopic study of 10 treated cases. Clin Oral Implants Res 2002; 13: 558-565.
- > Raghoebar GM, Vissink A. Toepassing van distractieosteogenese in de pre-implantaire chirurgie. Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 315-321.
- > Schreuder WH, Jansma J, Bierman MWJ, Vissink A. Distraction osteogenesis versus bilateral sagittal split osteotomy for advancement of the retrognathic mandible: a review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg 2007; 36: 103-110.
- > Tuinzing DB. Proefschriften 25 jaar na dato 6. Kaakosteotomieën. Ned Tijdschr Tandheelkd 2005; 112: 287-292.
- > Yen SLK. Distraction osteogenesis: application to dentofacial orthopedics. Sem Orthodont 1997; 3: 275-283.
- > Wal KGH van der. Proefschriften 25 jaar na dato 7. Ankylose van het kaakgewricht. Ned Tijdschr Tandheelkd 2005; 112: 380-384.
- > Wolvius EB, Adrichem LNA van, Ongkosuwito EM, Wal KGH van der. Distractieosteogenese bij patiënten met craniofaciale anomalieën. Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 332-338.

Summary

Distraction osteogenesis: principles, history and background

Distraction osteogenesis is a treatment in which new bone is created in the space which comes to exist between bone fragments that have slowly been driven apart by osteogenesis. This treatment, originally developed in orthopaedic surgery, is also commonly used for correcting deformities in the head and neck. After an initial hype, during which time distraction osteogenesis was used to correct deformities in the maxillofacial skeleton, it is beginning to become clearer for which conditions in the head and neck region distraction osteogenesis is most effective or can be seen as a good alternative for 'classical' surgical treatment. In this special issue, the application of distraction osteogenesis in orthopaedics, pre-prosthetic reconstructive surgery, orthodontics and cleft-surgery are discussed and the mandible, the maxilla and the cranio-facial skeleton are also considered. In addition, the possibility that the consolidation period can be reduced in the case of some treatments, such as bone substitutes and growth factors, by combining them with distraction osteogenesis is also addressed.

Bron

A. Vissink¹, C. de Baat²

Uit ¹de afdeling Kaakchirurgie van het Universitair Medisch Centrum Groningen en ²de afdeling Orale Functieleer van het Universitair Medisch Centrum St Radboud te Nijmegen

Datum van acceptatie: 26 februari 2008

Adres: prof. dr. A. Vissink, UMC Groningen, postbus 30.001,

9700 RB Groningen

a.vissink@kchir.umcg.nl

Dankwoord

De redactie bedankt de gastredacteur prof. dr. A. Vissink voor de totstandkoming en uitwerking van dit themanummer over distractieosteogenese. Daarnaast gaat veel dank uit naar de auteurs die een bijdrage aan dit themanummer hebben geleverd. In alfabetische volgorde zijn dit: dr. L.N.A. van Adrichem, prof. dr. C. de Baat, P. de Baat, dr. A.G. Becking,

J.H.J.M. Bessems, prof. dr. J.A. Jansen, dr. J. Jansma, dr. G.J. Meijer, prof. dr. M.A.W. Merkx, M.E.L. Nienhuijs, E.M. Ongkosuwito, prof. dr. G.M. Raghoebar, prof. dr. A. Vissink, prof. dr. K.G.H. van der Wal, dr. X.F. Walboomers, dr. E.B. Wolvius.