

Abstract

Distraktionsosteogenese kan gradvist avancere maksillens position

Formålet med denne litteraturgennemgang er at danne en oversigt over foreliggende videnskabelig litteratur inden for emnet anvendelse af distraktionsosteogenese til ændring af maksillens position.

Materialer og metoder – I artiklen gennemgås behandlingssekvens og typer af distraktionsudstyr. Gennemgangen omfatter emnerne: 1) stabilitet og recidiv, 2) peroperativ og postoperativ morbiditet samt gener, 3) ændringer af blødtvæv under distraktion, 4) ændringer af velopharynx og taleevne samt 5) psykosociale effekter af behandlingen.

Resultater – De eksisterende artikler har samlet set generelle metodologiske begrænsninger, hvorfor evidensniveauet i den nuværende videnskabelige litteratur er begrænset. Et enkelt studie viser en postoperativ mere stabil position af maksillen efter distraktionsosteogenese (DO). For de to typer af behandlinger er morbiditetsraten ens, mens morbiditetstyperne varierer. Der opnås gunstige og stabile ændringer af blødtvævs position efter DO. Der er ikke evidens for, at der opstår velofaryngeal insufficiens eller hypernasalitet efter DO. Den psykosociale påvirkning er mere omfattende under DO end under et konventionelt behandlingsforløb.

Konklusion – Den eksisterende litteratur er af begrænset evidensmæssig værdi, men det kan konkluderes, at der ved anvendelse af DO opnås stabile blødt- og hårdtvævs-ændringer, og at velopharynx' lukkeevne ikke påvirkes signifikant sammenlignet med Le Fort I avancering. Der er i distraktionsperioden negativ psykosocial påvirkning af DO-patienterne.

Emneord:
Osteogenesis;
distraktion;
maxilla;
cleft palate;
cleft lip

Avancering af maksillen ved brug af osseodistraktion

Kristian Andersen, tandlæge, Tand-, Mund- og Kæbekirurgisk Afdeling, Århus Sygehus

Martin Svenstrup, tandlæge, privat praksis

Sven Erik Nørholt, lektor, forskningsovertandlæge, ph.d., Tand-, Mund- og Kæbekirurgisk Afdeling, Århus Sygehus

Thomas Klit Pedersen, lektor, specialtandlæge, ph.d., Tand-, Mund- og Kæbekirurgisk Afdeling/Afdeling for Ortodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet.

Begrebet distraktionsosteogenese (DO) er sammensat af det latinske *trahere*, at trække og *dis*, bort. *Osteo* er ligeledes latin og betyder knogle, mens *genese* er græsk og betyder dannelse. Swennen definerer DO som en proces, hvor der dannes ny knogle i en spalte mellem to knoglesegmenter som et resultat af anvendelsen af en graderet trækstyrke over knoglespalten (1). DO blev beskrevet første gang i litteraturen i 1905 af italieneren Codivilla, der anvendte teknikken til forlængelse af femur. Udviklingen af den moderne DO tilskrives den russiske ortopædkirurg G. Ilizarovs forlængelse af rørknogler i 1950'erne (2). De første humane behandlinger i ansigtskraniet blev foretaget på patienter med unilaterale mandibulære hypoplasier. McCarthy et al. (1992) og Molina et al. (1995) publicerede artikler, der beskrev succesfuld behandling af patienter med hemifacial mikrosomi med DO (3,4). I 1997 blev anvendelsen af DO til behandling af maksillære hypoplasier for første gang beskrevet af Polley og Figueroa (5).

DO anvendes til kirurgisk assisteret transversal ekspansion af maksil og mandibel, behandling af udviklingsdefekter, behandling af defekter i mandibula, rekonstruktioner efter tumorresektion, segmental vertikal forøgelse af alveolarkammen samt behandling af svær apnø (6).

Hos mellem 25 % og 60 % af læbe-kæbe-gane-spalte-patienterne (LKG-patienterne) er der indikation for ortognatkirurgisk behandling af maksillær hypoplasi med formålet at øge livskvaliteten ved at skabe en forbedret funktion og vejrtrækning samt et mere harmonisk udseende (7). Siden 1970'erne har man behandlet patienter med maksillær hypoplasi med Le Fort I osteotomi og efterfølgende avancering ofte med anvendelse af et knogletransplantat. Ved større sagittale diskrepanser er flytningen af maksillen sket i kombination med et set-back af mandiblen. Flere

Rigid external device (RED)

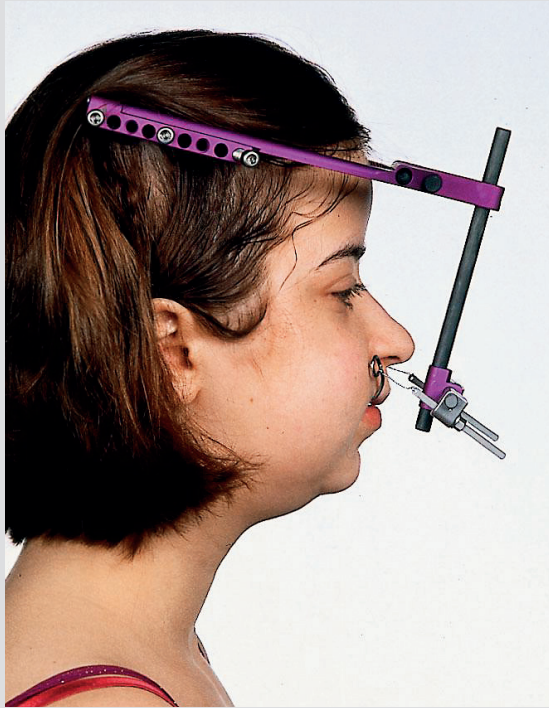


Fig. 1. Eksternt, kranielt forankret apparatur, Rigid external device (RED).

Fig. 1. External, cranially fixed device, Rigid external device (RED).

forhold vanskeliggør traditionel ortognatkirurgisk behandling af LKG-patienten; store mængder af fibrøst arvæv i området pga. tidligere operationer, stor recidivtendens, dårlig knoglekvalitet og -kvantitet samt reduceret blodtilførsel til området (8). Som følge af dette udgør LKG-patienter ca. 90 % af den gruppe af patienter, der får foretaget maksildistraktion (1).

Formålet med denne litteraturnemgang er at give et overblik over typer af distraktionsapparatur samt behandlingsforløbet, som det foretages på Tand-, Mund-, og Kæbekirurgisk Afdeling, Århus Sygehus. En litteraturnemgang giver en oversigt over foreliggende litteratur på områderne: 1) stabilitet og recidiv, 2) peroperativ og postoperativ morbiditet og gener, 3) ændringer af blødtvæv under distraktion, 4) ændringer af velopharynx og taleevne, 5) psykosociale effekter. Endelig diskuteres fordele og ulemper ved traditionel behandling i forhold til de forskellige typer af distraktionsosteogenese.

Distraktionsapparatur

Det nødvendige træk over knoglespalten dannes af et distraktionsapparatur, der fungerer som en ekspansionsskrue, der forskyder

Planlægning med 3D model

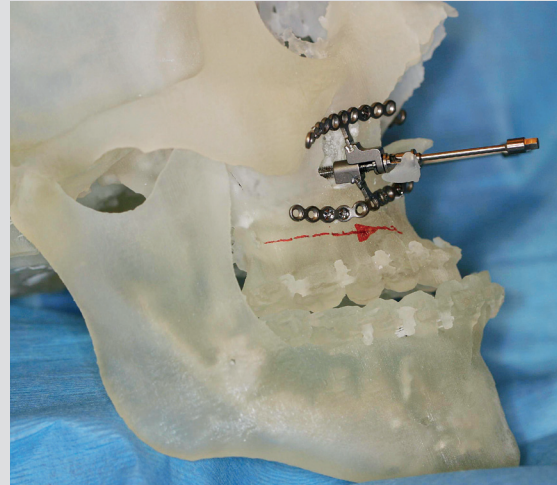


Fig. 2. Internt apparatur præoperativt tilpasset og monteret på 3D-model. Rød pil angiver planlagt vektor for forskydning af maksillen.

Fig. 2. Internal distractor adjusted preoperatively and mounted on a 3D-model. Red arrow indicates the planned vector for movement of the maxilla.

knoglesegmenterne væk fra hinanden. Apparatet aktiveres manuelt af patienten selv eller af en hjælper efter en forudbestemt rytme og rate. Der eksisterer vidt forskellige typer af udstyr, der overordnet kan opdeles efter følgende tre parametre, som det ses i Faktaboks 1. Relation til hudoverfladen (dele af apparaturet er ekstraoralt, eller alt er intraoralt/submukøst), forankrende væv (tænder, knogle eller hybrid af disse) samt antal mulige vektorretninger (univektoriel eller multivektoriel).

Rigid external device (RED) er eksternt forankret via en kranielt forbundet bue og multivektoriel (Fig. 1). Internt, knogleforankret apparatur med én mulig vektorretning er også en mulighed, hvor aktiveringsarmen penetrerer slimhinden i **sulcus** alveolobuccalis superior, mens den resterende del af apparaturet er submukøst placeret (Fig. 2).

Den intraorale, submukosale placering af distraktorerne kan foretages på forskellig vis, da de forankrende miniplader kan formgives efter den eksisterende knogle. Der er ofte bedst knoglekvalitet og forankringsmulighed på forfladen af os zygomaticus og paranasalt (9), men den optimale placering kan fordelagtigt undersøges med en præoperativ Cone Beam- eller CT-scanning, ud fra hvilke en 3D-model kan konstrueres (Fig. 2). Modellen bruges til at planlægge osteotomilinjer samt tilpasning af distraktionsapparaturet præoperativt, hvorved operationstiden kan reduceres, og placeringen af distraktionsapparaturet bliver optimal (10). For at optimere præcision ved overførsel af den



Typer af distraktionsapparat

Relation til hudoverfladen	
Ekstern	Kranielle skruer forankrer ekstraoral del
Intern	Alt distraktionsapparat er placeret oralt eller submukøst
Forankrede væv	
Tænder	Apparaturet er forankret til tænder
Knogle	Apparaturet er forankret til knogle
Hybrid	Apparaturet er forankret til tænder og knogle
Antal mulige vektorretninger	
Univektoriel	Knogle kan forskydes i én retning
Multivektoriel	Knogle kan forskydes i flere retninger

Faktaboks 1. Typer af distraktionsapparat. **Fact box 1.** Different types of distracters.

DO-behandlingsforløb

Fase	Behandling	Varighed
1	Prækirurgisk ortodonti	12-18 mdr.
2	Kirurgisk indgreb	3 timer
3	Latensfasen	4-7 dage
4	Distraktionsfasen	1-3 uger
5	Konsolideringsfasen	12 uger
6	Distraktionsapparatet fjernes	1 timer
7	Afsluttende ortodonti	6 mdr.

Faktaboks 2. Faser og varighed heraf i et DO-behandlingsforløb.
Fact box 2: Phases and their duration during a DO treatment course.

planlagte vektor og dermed retningen af apparaturet kan der anvendes forskellige teknikker (11).

Behandlingssekvens for internt apparatur

På Tand-, Mund- og Kæbekirurgisk Afdeling, Århus Sygehus, anvendes nu som standard internt apparatur, hvorfor følgende gennemgang vil tage udgangspunkt i dette. På histologisk niveau er forløbet ens, uanset om der anvendes internt eller eksternt apparatur. Følgende sekvens af behandlingsforløbet er generel, men de enkelte faser kan have varierende varighed. DO foregår i et tæt samarbejde mellem det kæbekirurgiske og ortodontiske speciale. Under den prækirurgiske ortodonti ophæves eventuelle dentoalveolære kompensationer, der er opstået som følge af de afvigende kæberelationer. For LKG-patienten vil det i sagittalplanet typisk være opretning af retroklinerede underkæbeincisiver og proklinerede overkæbeincisiver. I det transversale plan er ekspansion nødvendig under væksten. Under den kirurgiske fase udføres i generel anæstesi en fuldstændig Le Fort I osteotomi, og distraktionsapparatet fikseres i den præoperativt planlagte position med osteosynteseskruer. I den efterfølgende latensfase aktiveres distraktorerne ikke, men stabiliserer det løse segment af maksillen,

mens der dannes umoden knogle, kallus, i spalten mellem knoglesegmenterne. Denne periode varer typisk 4-7 dage efter operationen; går der kortere tid, er der risiko for pseudoartrose, går der for lang tid inden aktivering, er der risiko for knoglemodning og konsolidering, hvorved yderligere knogleforlængelse ikke er mulig.

Under selve distraktionsfasen aktiveres distraktorerne manuelt af patient/hjælper med en forlænger. Dette sker rytmisk to til fire gange dagligt og resulterer i en samlet forskydning på 1 mm pr. dag. Histologisk ses i distraktionsfasen en modificeret heling med en forøgelse og forlængelse af kallusregeneratet, kaldet kallostase. Når den planlagte position af segmentet er opnået, stoppes aktiveringer. Herefter følger konsolideringsfasen, der strækker sig over 8-12 uger, hvor distraktionsapparatet fungerer som stabilisering. På histologisk niveau foregår der i denne periode en omdannelse af den dannede kallus til moden knogle. Idet kallus er eftergivelig, kan der foretages mindre justeringer af maksillens position med elastiktræk, det såkaldte floating bone-princip. Dyreforsøg viser, at den nydannede modne knogle i distraktionsområdet er af samme kvalitet som den oprindelige knogle (12). Blødtvævet forbliver vedhæftet på knoglesegmentet og udsættes for samme træk som knoglen, hvilket resulterer

i distraktionshistogenese, der er et stimuleret vævs-turnover i blødtvævet, der udvides i trækrets retning (6). Som et resultat af det gradvise træk ses altså en simultan nydannelse af knogle- og blødtvæv. Distraktionsapparatet fjernes ved en operation i generel anæstesi, hvorefter den endelige ortodontiske behandling foretages, og der kompenseres for eventuel vektorunøjagtighed, mindre åbne bid samt asymmetrier.

Litteraturgennemgang

Formålet med dette afsnit er ud fra en gennemgang af foreliggende videnskabelig litteratur at diskutere fordele og ulemper ved traditionel behandling i forhold til intern og ekstern forankret DO. Væsentlige dele af litteraturen tager udgangspunkt i behandlingen af LKG-patienter, da dette som tidligere omtalt er den største gruppe af patienter, der modtager behandlingen.

Stabilitet og recidiv

Der er tidligere rapporteret et recidiv på 10 % ved behandling af maksillær hypoplasi med traditionel Le Fort I osteotomi (13). Ved behandling af LKG-patienter rapporteredes et forøget recidiv, hvor 40-60 % af patienterne oplevede et recidiv på 20-25 % (14,15). Årsagen til denne betydelige recidivtendens blev tilskrevet flere forhold; en betydelig mængde fibrøst arvæv, stram overlæbe, utilstrækkelig mobilisering af maksillen samt tynde og skrøbelige knoglestrukturer på anteriore flade af maksillen og os zygomaticus (9). På grund af det store recidiv advokeredes for overkorrektion, hvilket medfører en betydelig risiko for en ufordelagtig placering af maksillen og dermed større ortodontisk korrektion postoperativt. I det eneste eksisterende prospektive randomiserede kontrollerede forsøg sammenlignedes recidivtendensen ved traditionel ortognatkirurgisk korrektion og DO. Ved DO blev der opnået en signifikant bedre stabilitet både i det horisontale og det vertikale plan opgjort ved et 12-måneders follow-up, og DO gav i denne undersøgelse et mere forudsigeligt og æstetisk resultat end kontrolgruppen (16).

Peroperativ og postoperativ morbiditet og gener

I en meta-analyse blev der angivet en non-signifikant forskel på morbiditetsraten ved traditionel behandling (4,2 %) og ved DO (5,4 %) (17). Forskellige typer af peroperativ og umiddelbart postoperativ morbiditet gør sig dog gældende ved de to behandlingsmetoder. Ved den traditionelle ortognatkirurgiske behandling er autogen knogletransplantation ofte nødvendig med risiko for infektion, resorption og afstødning af transplantatet. Hertil kommer komplikationer relateret til donorstedet (7). Relateret til ekstern DO nævnes skæmmende ar, infektion, dentoalveolær kompensation, intrakraniell penetration af skruer samt traumatiske falduheld (18). Relateret til intern DO kan der opstå infektion af slimhinden, løsning af apparaturet, fraktur af apparatur samt for tidlig lukning af distraktionsspalten eller dannelse af pseudoartrose (17). Der er ingen litteratur, der kvantitativt sammenligner morbiditeten ved intern og ekstern DO. Den

KLINISK RELEVANS

For patienten kan det være et både funktionelt og æstetisk problem at have ekstrem underudvikling af maksillen i et eller flere planer. I behandlingen bruges oftest den konventionelle ortognatkirurgiske avancering af overkæben, hvor forskydning og fiksering af maksillen foretages i én procedure. Derimod er distraktionsosteogenese (DO), der mere sjældent anvendes, en behandling, hvor maksillen gradvist avanceres til en forud planlagt position. Litteraturgennemgangen viser, at det er muligt at opnå stabile blødt- og hårdtvævsændringer, når tandlægen bruger DO, og at velopharynx' lukkeevne ikke påvirkes signifikant sammenlignet med Le Fort I avancering. Dog viser gennemgangen også, at den negative, psykosociale påvirkning af patienten er mere omfattende under DO end under det konventionelle behandlingsforløb.

sekundære operation for fjernelse af den knogleforankrede del af apparaturet indebærer tillige risici og gener. Postoperative gener er pga. distraktionsapparatets langvarige tilstedeværelse langt mere omfattende ved DO end ved den traditionelle behandling, der er overstået, når operationen er forbi, men ingen studier sammenligner dette kvantitativt.

Ændringer af blødtvæv under distraktion

Den nedsatte recidivtendens kan tilskrives førnævnte distraktionshistogenese, der medfører en simultan udvidelse af blødt- og hårdtvæv. Forøgelsen af blødtvævs volumenet synes at medføre en mere harmonisk blødtvævsprofil med en øget nasal projektion, et mere harmonisk udseende af paranasalt blødtvæv, en normalisering af den nasolabiale vinkel og en mere fyldig og prominente overlæbe. Der er tendens til opretning af den præoperativt konkave profil. Der er en høj korrelation mellem ændret position af hårdtvæv og ændret position af blødtvæv, ensbetydende med at blødtvævet i det opererede område ikke udspændes pga. træk (19). Forudsigelige, gunstige ændringer af ansigtets blødtvæv kan således forventes efter DO (22).

Ændringer af velopharynx og taleevne

Ved ortognatkirurgisk anterior bevægelse af maksillen øges tværsnittet og rumfanget af nasopharynx og oropharynx. Der argumenteredes for, at velopharynx' evne til at lukke åbningen mellem disse to dele af svælget påvirkes negativt, hvorved velofaryngeal inkompetence og hypernasalitet kan opstå (20,21). En meta-analyse konkluderede, at forskningen er mangelfuld på området, og at der ikke kunne dokumenteres nogen sammenhæng mellem graden af avancering og opståen af velofaryngeal insufficiens (22). Et senere randomiseret kontrolleret pilotstudie konkluderede, at der ingen signifikant forskel var på hverken



velopharynx' evne til at lukke eller påvirkning af nasaliteten ved traditionel ortognatkirurgisk behandling og DO (23). Guyette et al. (2001) anbefalede præoperativ information og rådgivning af patienter omkring mulige ændringer af talen (24). Det kan ikke ud fra den eksisterende litteratur konkluderes, at anterior bevægelse af maksillen generelt medfører velofaryngeal inkompetence eller ændret nasal resonans, men det gør den i nogle tilfælde. Ligeledes kan det ikke konkluderes, at der er forskel på DO og konventionel behandling med hensyn til påvirkning af velopharynx.

Psykosociale effekter

Den psykosociale påvirkning af patienten under DO er forskellig fra påvirkningen under den traditionelle behandling. Patienter behandlet med ekstern DO blev mere deprimerede og socialt hæmmede og undvigende gennem behandlingen end patienter, der gennemgik et konventionelt behandlingsforløb. Af årsager hertil blev nævnt den lange periode, hvor patienten bar apparaturet, samt at der ikke umiddelbart var et synligt resultat af operationen (25). I en undersøgelse af patienttilfredsheden under ekstern DO rapporteredes i perioden, hvor apparaturet var monteret, en væsentlig forværring af tilfredsheden med funktion og udseende (18). En enkelt undersøgelse af patienttilfredshed med funktion og udseende i en gruppe af LKG-patienter under intern distraktion viser signifikant reduktion af patienttilfredshed af parametre vedrørende udseende og funktion i perioden, hvor de interne distraktorer var monteret sammenlignet med præoperativt (26).

Der er ikke lavet undersøgelser af forskellen på psykosocial påvirkning af patienten ved anvendelse af henholdsvis interne og eksterne distraktorer.

Diskussion

Ovenstående litteraturgennemgang er en gennemgang af væsentlig litteratur om emnet maksillær distraktion. Det har ikke været muligt at lave en systematisk meta-analyse, da der eksisterer ganske få prospektive randomiserede studier. Væsentlige elementer i DO-behandlingen er konsensusbaserede uden evidens bag, bl.a. optimal alder for behandling, varighed af de forskellige perioder i distraktionsforløbet, samt daglig fremføringsrate og aktiveringsfrekvens (27).

Vigtige kriterier for enhver behandling er, at den er evidensbaseret og har størst mulig effekt med mindst mulige bivirkninger. Ovenstående litteratur viser, om end flere randomiserede kontrollerede studier ønskes, at LKG-patienter behandlet med DO opnår et mere stabilt resultat end patienter behandlet på traditionel vis. På langt sigt opnås ved DO en signifikant større stabilitet af hårdtvævsændringer og mere æstetiske blødtvævsændringer end ved traditionel behandling. Recidivraten reduceres, og antallet af reoperationer og suboptimale resultater kan som følge af dette ligeledes reduceres. Ved DO fjernes apparaturet efter konsolidering, og der efterlades normalt ikke permanent osteosyntesemateriale, hvilket muliggør remodellering af maksillens forflade og

en god adaptering af bløddele i de paranasale områder.

DO er en behandling, der på mange måder afviger væsentligt fra den traditionelle ortognatkirurgiske behandling af LKG-patienter. Forskelle på operationsmetoder og typer af morbiditet er mindre væsentlige end de store forskelle, der er i forbindelse med patientens rekonvalescens ved de to typer af behandlinger. Den traditionelle behandling udgør ét kirurgisk indgreb, mens både intern og ekstern DO påkræver to operationer og en socialt, psykisk og fysisk belastende periode mellem disse to operationer af op til 3-4 måneders varighed. Rekonvalescensen er derfor præget af flere psykiske og sociale gener i perioden, hvor apparaturet sidder passivt, end ved traditionel behandling. Ved den traditionelle behandling er det operative indgreb oftest mere omfattende, og evt. i forbindelse med operation på mandiblen, hvorfor patienternes almentilstand postoperativt oftest er mere påvirket end ved DO.

Anvendelsen af intern DO i stedet for RED tilbyder en mere social aktiv rekonvalescensperiode og mindre søvnbesvær. Ved god planlægning af størrelsen af de interne distraktorer, og navnlig deres aktiveringsarms længde og fylde i omslagsfolden, kan det rapporterede besvær under fødeindtag og mundhygiejne minimeres. Internt apparatur frem for RED vil af ovenstående grunde sandsynligvis tegne fremtiden for maksillær DO. ■

Abstract (English)

Advancement of the maxilla by distraction osteogenesis – a review
Introduction – The aim of this article is to make a review of the existing literature concerning changes of the position of the maxilla by the use of distraction osteogenesis.

Materials and methods – Treatment sequence and different types of distractors are covered in the article. The review covers the subjects: 1) Stability and relapse, 2) peroperative and postoperative morbidity and discomfort, 3) changes of soft tissue during distraction, 4) changes of velopharynx and the ability to speak, and 5) psychosocial consequences of the treatment.

Results – The existing literature has methodological limitations and the level of evidence is low. One study presents a more stable position of the maxilla postoperatively after distraction osteogenesis (DO). The DO and the Le Fort 1 have the same level of morbidity, while the types of morbidity differ. DO results in stable and favourable changes of the soft tissue. There is no evidence for the occurrence of velopharyngeal insufficiency or hypernasality after DO. DO affects the patients psychosocially more than the conventional treatment.

Conclusion – The existing literature has a limited level of evidence. It can be concluded, that DO can result in stable soft and hard tissue changes, and that the velopharyngeal closure is not compromised compared with the Le Fort I advancement. During the period of distraction there is a negative psychosocial impact on the DO patients.

Litteratur

- Swennen G, Schliephake H, Dempf R, Schierle H, Malevez C. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature. Part 1: clinical studies. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001; 30: 89-103
- Ilizarov GA, Soybelman IN. Some clinical experimental data concerning lengthening of lower extremities. *Exp Khir Arrestar* 1969; 114: 27.
- McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 1992; 89: 1-8.
- Molina F, Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: a farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 825-40.
- Pereira MA, Luiz de Freitas PH, da Rosa TF, Xavier CB. Understanding distraction osteogenesis on the maxillofacial complex: a literature review. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 2518-23.
- Petersen PE, Kjølner M, Christensen LB, Krustup U. Changing dentate status of adults, use of dental health services, and achievement of national dental health goals in Denmark by the year 2000. *J Public Health Dent* 2004; 64: 127-35.
- Rachmiel A. Treatment of maxillary cleft palate: distraction osteogenesis versus orthognathic surgery – part one: maxillary distraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 753-7.
- Baek SH, Lee JK, Lee JH, Kim MJ, Kim JR. Comparison of treatment outcome and stability between distraction osteogenesis and Le Fort I osteotomy in cleft patients with maxillary hypoplasia. *J Craniofac Surg* 2007; 18: 1209-15.
- Cheung LK, Zhang Q, Wong MC, Wong LL. Stability consideration for internal maxillary distractors. *J Craniomaxillofac Surg* 2003; 31: 142-8.
- Chow LK, Cheung LK. The Usefulness of stereomodels in maxillofacial surgical management. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 2260-8.
- Iida S, Kogo M, Aikawa T, Masuda T, Yoshimura N, Adachi S. Maxillary Distraction osteogenesis using the intraoral distractors and the full-covered tooth-supported maxillary splint. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 813-7.
- Cheung LK, Zhang Q. Radiologic characterization of new bone generated from distraction after maxillary bone transport. *Oral Surg Pral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96: 234-42.
- Hoffman GR, Brennan PA. The skeletal stability of one-piece Le Fort I osteotomy to advance the maxilla; Part 1. Stability resulting from non-bone grafted rigid fixation. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2004; 42: 221-5.
- Posnick JC, Dagens AP. Skeletal stability and relapse patterns after Le Fort I maxillary osteotomy fixed with miniplates: the unilateral cleft lip and palate deformity. *Plast Reconstr Surg* 1994; 94: 924-32.
- Hirano A, Suzuki H. Factors related to relapse after Le Fort I maxillary advancement osteotomy in patients with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 2001; 38: 1-10.
- Cheung LK, Chua HD, Hägg MB. Cleft maxillary distraction versus orthognathic surgery: clinical morbidities and surgical relapse. *Plast Reconstr Surg* 2006; 118: 996-1008.
- Cheung LK, Chua HD. A meta-analysis of cleft maxillary osteotomy and distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35: 14-24.
- Eggermont B, Jansma J, Bierman MW, Stegenga B. Patient satisfaction related to rigid external distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36: 896-9.
- Wen-Ching Ko E, Figueroa AA, Polley JW. Soft tissue profile changes after maxillary advancement with distraction osteogenesis by use of a rigid external distraction device: a 1-year follow-up. *J Oral Maxillofac Surg* 2000; 58: 959-69.
- Watzke I, Turvey TA, Warren DW, Dalston R. Alterations in velopharyngeal function after maxillary advancement in cleft palate patients. *J Maxillofac Surg* 1990; 48: 685-9.
- Kummer AW, Strife JL, Grau WH, Craghead NA, Lee L. The effects of Le Fort I osteotomy with maxillary movement on articulation, resonance, and velopharyngeal function. *Cleft Palate J* 1989; 26: 199-200.
- Chanchareonsook N, Samman N, Whitehill TL. The effect of cranio-maxillofacial osteotomies and distraction osteogenesis on speech and velopharyngeal status: a critical review. *Cleft Palate Craniofac J* 2006; 43: 477-87.
- Chanchareonsook N, Whitehill TL, Samman N. Speech outcome and velopharyngeal function in cleft palate: comparison of Le Fort I maxillary osteotomy and distraction osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J* 2007; 44: 23-32.
- Guyette TW, Polley JW, Figueroa A, Smith BE. Changes in speech following maxillary distraction osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J* 2001; 38: 199-205.
- Cheung LK, Loh JS, Ho SM. The early psychological adjustment of cleft patients after maxillary distraction osteogenesis and conventional orthognathic surgery: a preliminary study. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64: 1743-50.
- Andersen K, Nørholt SE, Pedersen TK. "A retrospective study of Cleft-lip-palate patients' satisfaction after treatment with maxillary distraction or traditional advancement of the maxilla after Le Fort I osteotomy". *Cleft Palate Craniofac J*. In press.
- Pereira MA, Luiz de Freitas PH, da Rosa TF, Xavier CB. Understanding distraction osteogenesis on the maxillofacial complex: a literature review. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 2518-23.