

# Benförlängning med distraktionsteknik – en ny käkkirurgisk metod

**Per Gunnar Nord**

■ ■ ■ Kallusdistraktion, eller distraktionsosteogenes som metoden även kallas, är en ny kirurgisk behandlingsmetod som gör det möjligt att genom benförlängning skapa nytt ben. Metoden användes ursprungligen inom den ortopediska kirurgin för att förlänga långa rörben men har visat sig vara användbar vid förlängning av mandibeln och även andra ben i ansiktsskelettet. Med kallusdistraktion är det nu möjligt att behandla grava käkanomalier där det tidigare varit svårt att uppnå ett bra behandlingsresultat. Man kan även behandla bedefekter i käkarna genom att med kallusdistraktion skapa nytt ben och därigenom undvika bentransplantation.

I denna artikel beskrivs den biologiska bakgrunden till distraktionstekniken och de basala principer som måste följas för att ett lyckat resultat ska kunna uppnås. Käkkirurgiska kliniken, Universitetssjukhuset, Linköping, har sedan tre år tillbaka använt kallusdistraktion i svårlösta behandlingssituationer. Behandlingen av tre patienter med grava käkanomalier illustrerar metoden.

*Nyckelord:* kallusdistraktion, distraktionsosteogenes, maxill, mandibel

## **Författare**

Per Gunnar Nord är övertandläkare vid käkkirurgiska kliniken, Universitetssjukhuset, Linköping.

Inom käkkirurgin har det under åren kommit nya behandlingsmetoder som radikalt förändrat behandlingspanoramata eller möjliggjort behandlingar som tidigare ej varit genomförbara. Utvecklingen inom den ortognatiska kirurgin har medfört att de flesta käkanomalier kan korrigeras kirurgiskt. Användandet av miniplattor i titan har förenklats och förbättrat fixeringen vid behandling av käkfrakturer och käkanomalier. Möjligheten att sätta in titanimplantat i tandlösa käkar har inneburit att protesretentionsförbättrande operationer numera är sällsynta. Nu har det kommit en ny kirurgisk behandlingsmetod – kallusdistraction – som innebär unika möjligheter att genom benförlängning behandla grava käkanomalier eller skapa nytt ben utan att behöva transplantera ben [1, 2].

### Vad är kallusdistraction?

Vid en käkfraktur, eller efter en osteotomi med såg eller mejsel, sker det en kallusbildning i den uppkomna bentspaltan. Om man med en speciell apparatur med drag långsamt separerar segmenten från varandra (distraction) sker en sträckning i kallus vilket stimulerar till bennybildning (osteogenes) i den successivt vidgade diastasen [3]. Metoden kallas därför också distractionsosteogenes (fig 1 a–c). Ett annat viktigt faktum är att denna sträckning även påverkar omgivande mjukvävnader så att en adaptiv tillväxt, så kallad distractionshistogenes, sker i omgivande periost, fascia, muskler, kärl, nerver, ligament och hud [4–6]. En stor fördel med distractionsbehandling är att recidivtendensen vid käkbensförlängning med kallusdistraction är mycket mindre jämfört med motsvarande förlängning i ett steg.

### Historik

Inom ortopedin har man sedan 1800-talet med olika metoder försökt att förlänga de långa rörbenen, men försöken upphörde på grund av stora problem med utebliven läkning och infektioner. Det var först sedan den ryske ortopederna Ilizarov 1990 [7, 8] publicerade sina basala principer för distractionsosteogenes som metoden blev accepterad inom ortopedin för förlängning av långa rörben. McCarthy var år 1992 [1] den förste att redovisa mandibelförlängning med kallusdistraction på patienter med grava käkhypplasier där man tillämpade Ilizarovs principer. Efter detta har det publicerats ett flertal beskrivningar av kallusdistraction i olika delar av ansiktsskelettet, och även djurexperimentella studier har rapporterats [9, 10].

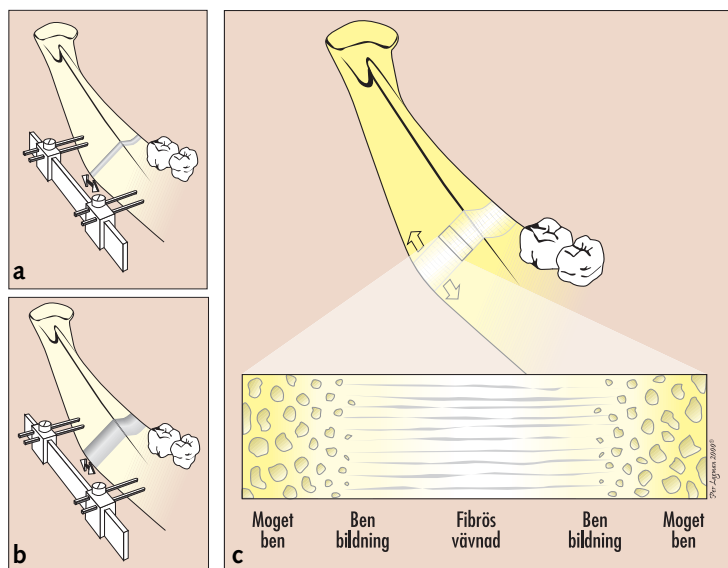
### Basala principer

Det finns vissa grundläggande principer som måste följas för att kallusdistraction i mandibel och skall-

ben ska lyckas. Skada på periostet i anslutning till osteotomiområdet måste undvikas och osteotomin ska vara skonsam mot benvävnaden. Det är viktigt med en *latensperiod* på 4–7 dagar innan distractionen påbörjas för att osteogenesen ska komma igång i osteotomiområdet [11, 12]. Distraction av bensegmenten åstadkoms med speciell apparatur och sker med 1 mm per dag eller 0,5 mm två gånger per dag. Långsammare distraction kan resultera i prematur benläkning. Snabbare distraction kan ge pseudartros. Efter avslutad distraction följer en *konsolideringsperiod*, som i mandibel och skallben är 7–8 veckor, varvid distractionsapparaturen används som fixation.

### Användningsområden

Det har visat sig att kallusdistraction är en metod med många användningsområden. Det är till exempel möjligt att göra mandibelförlängning på små barn med kongenitala missbildningar och andningsproblem. Korrektur av ansiktssymmetri vid hemifacial mikrosomi eller käkledsankylos med distractionsteknik ger bättre effekt även på mjukdelarna jämfört med direktrekonstruktion [2, 13]. Föreligger defekter i käkarna efter skottskador eller tumörkirurgi kan man skapa nytt ben genom att med distraction föra benändarna mot varandra så att de slutligen förenas [14, 15]. Vid behandling av LKG-patienter med maxillär mikrognati kan det vara problematiskt att kirurgiskt flytta fram överkäken på grund av ärrbildningar i gommen efter tidigare operationer. Med kallusdistraction kan man göra stora fram-



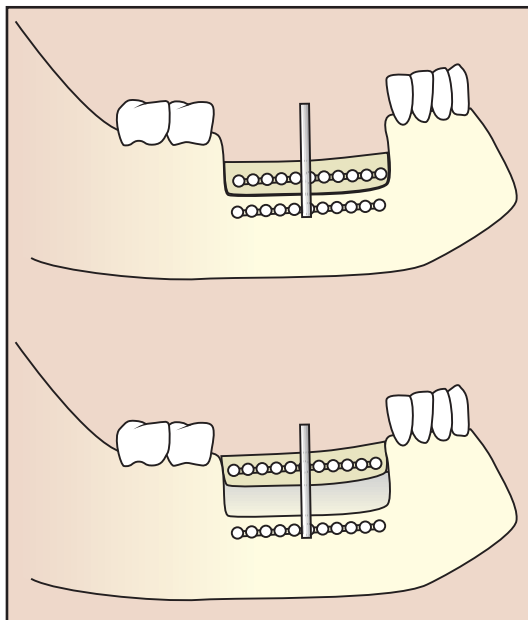
**Figur 1.** Horisontell benförlängning av mandibeln med distractionsteknik. **a)** Efter att osteotomi utförts i angulusområdet appliceras pins på vardera sidan av osteotomin, **b)** önskad förlängning av mandibeln har efterhand erhållits, **c)** området för den nya benvävnaden med fibrös vävnad centralt och pågående benbildning i olika stadier av mognad närmast osteotomiområdet.

flyttningar av maxillan utan att skapa spänningar i mjuka gommen [16, 17]. Metoden är även tillämplig vid förflyttningar av hela mellanansiktet vid kraniofaciala missbildningar [18]. Om det vid implantatbehandling föreligger en defekt i alveolarutskottet kan man med distraktion återställa den marginala bennivån [19].

Eftersom kallusdistraktion är en basal teknik användbar vid all benkirurgi ger den inspiration till idéer om nya tillämpningar. Detta gör att det i litteraturen finns många exempel på behandlade fall men inga långtidsuppföljningar [20, 21]. Vi vet alltså ännu litet om hur tillväxten påverkas efter distraktion i maxilla och mandibel på växande individer. Däremot finns rapporter som tyder på att käklederna ej påverkas negativt vid mandibelförlängning, sannolikt beroende på att omgivande mjukvävnad successivt adapterar sig och därigenom ej orsakar stort tryck på ledområdet [22, 23]. Man har konstaterat att det kan förekomma en initial sensibiliteitsnedsättning i n alveolaris inferior men att den är reversibel, sannolikt beroende på adaptiva förändringar i nerven [4, 21].

#### *Distraktionsapparatur*

För vertikal distraktion i alveolarutskottet finns små apparater som placeras buckalt om eller mitt i alveolarutskottet (fig 2). Vid stora mandibelförlängningar och vid behandling av barn under 2–3 år används extraoral apparatur (fig 3 d). Nackdelen är att man får en ärrbildning som sekundärt måste åtgärdas. För att undvika detta finns det nu intraoral apparatur på marknaden [24]. Nackde-



**Figur 2.** Vertikal distraktion i alveolarutskottet utförs med små apparater för placering buckalt om eller mitt i alveolarutskottet.

len med dessa apparater är att det ej är möjligt att samtidigt göra både förlängning i ramus och corpus mandibulae samt att de ej medger stora förlängningar. Vid maxillära förflyttningar används en extraoral apparatur kopplad till en så kallad haloframe (fig 5 e). En intressant framtida utveckling när det gäller multipla distraktioner i ansiktsskelettet är små inopererade mikromotorer som kan styras med externa impulser via dator [25].

#### **Fallbeskrivningar**

##### *Fall 1*

Somalisk gosse, 22 månader gammal, med postnatal stafylokocksepsis med okomplicerat förlopp. Från 6 månaders ålder tilltagande sömnapnéer med O<sub>2</sub>-saturation under sömn ner mot 50 procent. I status noterades underutvecklad mandibel och en gapförmåga på endast 10 mm. Käkledsankylos misstänktes, sannolikt sekundär till tidigare sepsis, med störning av mandibeln tillväxt som följd (fig 3 a, b). All fortsatt utredning och behandling krävde trakeotomi då intubation var omöjlig.

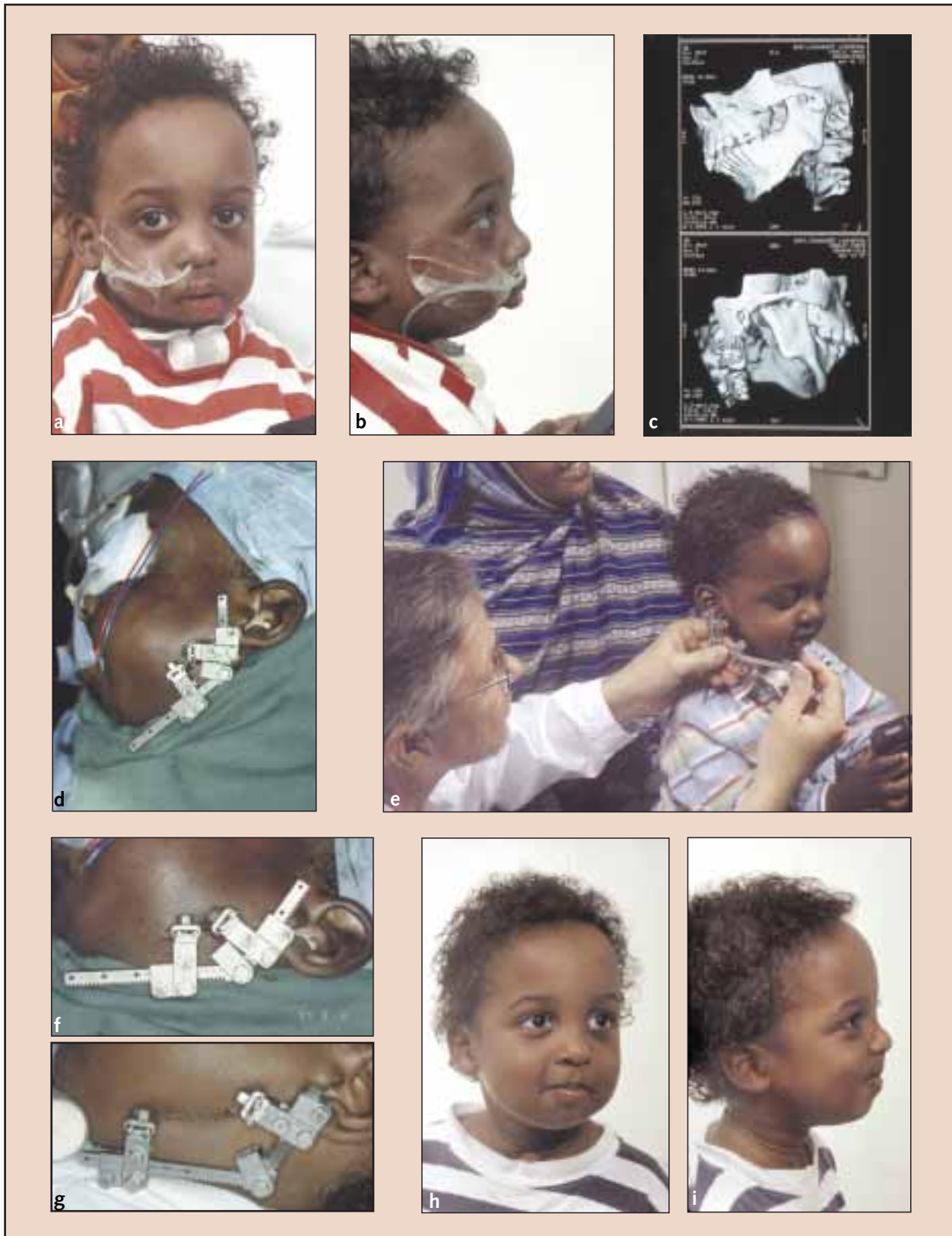
Som ett första steg i behandlingen trakeotomiserades patienten och genomgick i samma seans dattortomografi som visade fibrös ankylos i höger käkled och benign ankylos i vänster käkled (fig 3 c). Via ett snitt över mandibelbasen vid angulus applicerades pins och distraktionsapparatur (Bi-Directional Distractor, Normed Comp, Tyskland). Osteotomi i angulusområdet gjordes bilateralt (fig 3 d). Efter en latensperiod på 4 dagar påbörjades distraktionen med 1 mm per dag, varannan dag horisontellt och varannan dag vertikalt (fig 3 e). På vänster sida fortsatte distraktionen i 27 dagar. På höger sida avbröts distraktionen efter 20 dagar på grund av prematur benläkning. Mått mellan pins var distraktionen 16 mm på höger sida och 26 mm på vänster sida (fig 3 f, g). Apparaturen tjänstgjorde därefter som fixation i 8 veckor varefter den avlägsnades polikliniskt.

Efter ytterligare 1 vecka kunde patienten dekanteras med bibehållen fri andningsväg under sömn (fig 3 h, i). Vid 5 års ålder planeras exstirpation av ankyloser och rekonstruktion av käklederna med kostokondralt transplantat.

##### *Fall 2*

Nittonårig man med uttalad mandibulär retrognati av oklar genes och med normal käkledsfunktion (fig 4 a, b). Besvärande andningshinder under sömn, även om tonsillektomi gett viss förbättring. Operativ framflyttning av mandibeln med sagittala ramusosteotomier bedömdes ej ge optimalt resultat och dessutom vara förknippad med stor recidivrisk.

Två intraorala osteotomier i angulusområdet gjordes bilateralt (fig 4 c) varefter pins skruvades i



**Figur 3.** Somalisk gosse, 22 månader gammal, med underutvecklad mandibel, fibrös ankylos i höger käkled och benign ankylos i vänster käkled, gapförmåga 10 mm. Patienten behandlades med distractionsteknik efter osteotomi i angulusområdet bilateralt. Ansvarig öronläkare har varit dr Lena Harder, öron-, näs- och halskliniken, Universitetssjukhuset, Linköping. Se i övrigt beskrivningen i texten av fall 1.

transbuckalt och anslöts till den extraorala distraktionsapparaturen (Bi-Directional Distractor, Normed Comp, Tyskland) (fig 4 d). Efter 5 dagars latensperiod påbörjades distraktionen, 1 mm vertikalt och 1 mm horisontellt, i de dubbla osteotomierna bilateralt. Efter 9 dagar genomfördes endast vertikal distraktion 1 mm per dag under 7 dagar för att ge extra ramusförlängning (fig 4 e, f). Därefter fixation under 8 veckor varefter apparaturen avlägsnades (fig 4 g, h).

Röntgen 6 månader postoperativt visar fullständig benbildning i osteotomiområdena (fig 4 i, j). Hakplastik och sårrevision gjordes efter 6 månader (fig 4 k, l). Postoperativ ortodonti pågår. Efter osteotomierna förelåg sensibiliseringsnedsättning i n mentalis bilateralt, men 6 månader postoperativt hade känslan normaliserats.

### Fall 3

Tjugoförårig man med LKG-spalta och maxillär mikrognati (fig 5 a, b). Det bedömdes ej lämpligt att flytta fram överkäken med LeFort I-osteotomi med hänsyn till det beräknade behovet av en stor förflyttning och förekomsten av ärrig gomslimhinna efter tidigare gomplastik. Risk förelåg för öppen nasalering och recidiv postoperativt.

Behandlingen inleddes med applicering av dentalt förankrade stabila bågar som bockades ut runt överläppen (fig 5 c, d). Efter sedvanlig LeFort I-osteotomi applicerades haloframe (RED System, KLS-Martin, Tyskland) (fig 5 e). Efter 5 dagars latensperiod påbörjades distraktionen av maxillan 0,5 mm morgon och kväll tills önskad ocklusion var uppnådd efter 28 dagar (fig 5 f). Total framflyttning av maxillan mätt på profilröntgen var då 18 mm (fig 5 g, h).

Efter en fixationsperiod på 22 dagar med befintlig haloframe kunde denna avlägsnas och ersättas med så kallad Delaire-mask dygnet runt under 4 veckor. Efter detta insattes sedvanlig ortodontisk apparatur med intermaxillära klass III-drag och Delaire-mask nattetid. Sex månader postoperativt konstateras stabilt behandlingsresultat utan recidivtendens (fig 5 i-l). Den preoperativa asymmetrin i maxillan kvarstod efter operation varför det, efter planerad delning i medellinjen, kommer att genomföras vänstersidig transversell vidgning av maxillan med distraktionsteknik.

## Diskussion

Inom käkkirurgin var kallusdistraktion primärt avsedd att användas vid mandibelförlängning och de första rapporterna beskrev behandling av barn med grav mandibulär hypoplasi och andningsproblem. Att kirurgiskt behandla små barn med mandibulär framflyttning och bentrans-

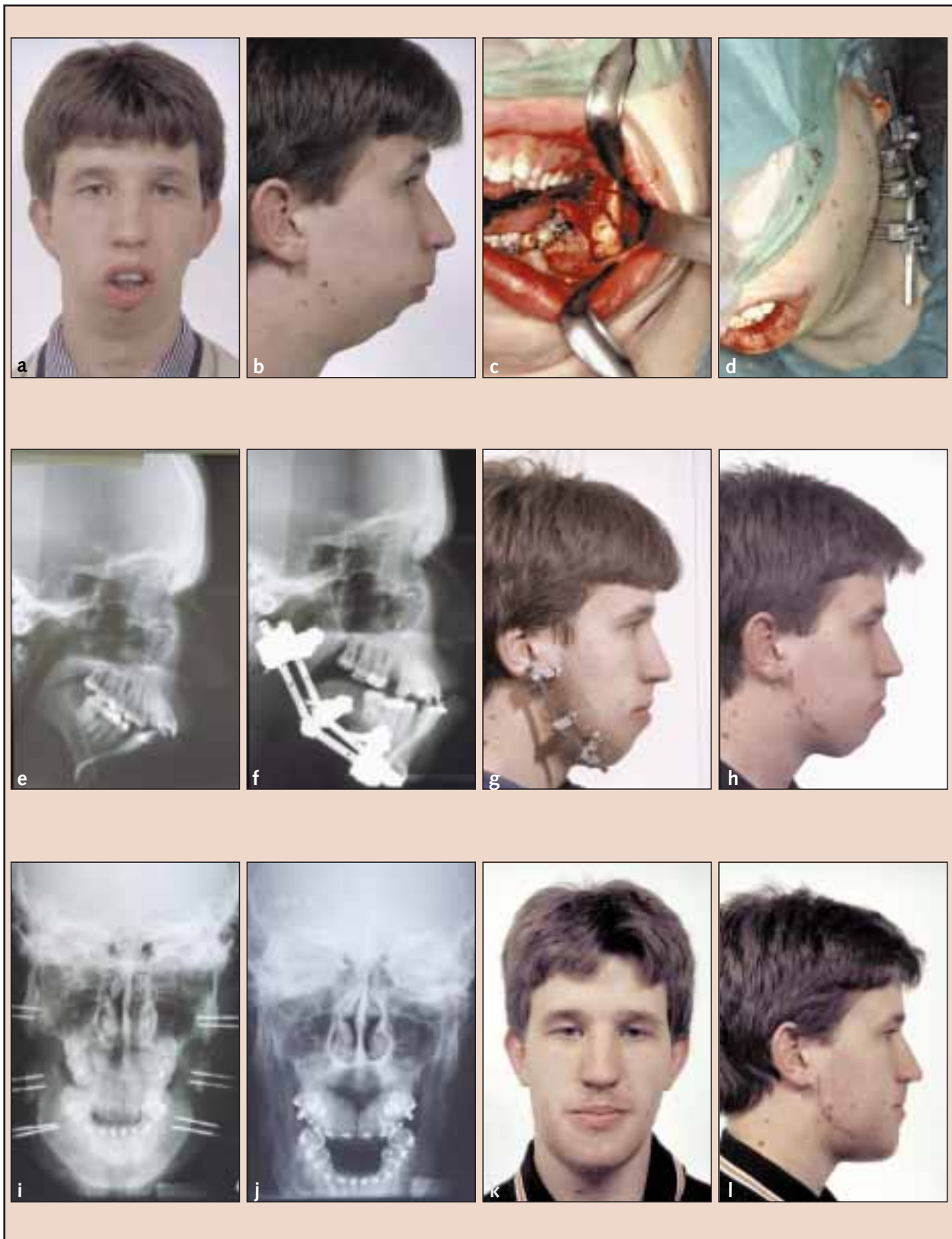
plantat anses vara ett för stort ingrepp med hänsyn till patientens ringa ålder. Tidigare har man i sådana situationer tvingats välja en långvarig traekotomibehandling i avvaktan på att patienten vid cirka fem års ålder blir operabel, en situation som är psykiskt belastande för både barn och föräldrar. Vi fann därför distraktionsbehandling vara väl lämpad för vår patient fall 1, och den kunde genomföras utan större problem för patienten trots den relativt stora distraktionsapparaturen.

När det gäller mandibelförlängning på vuxna patienter kan man i de flesta fall åstadkomma detta med konventionell anomalikirurgi som ger ett förutsägbart resultat och kort behandlingstid. Vanligen använder vi oss av sagittal ramusosteotomi men det finns anatomiska begränsningar för hur stor förflyttning som kan göras. Profilanalys av vår patient fall 2 visade att den önskade mandibelförlängningen skulle vida överskrida det anatomiskt möjliga för sagittal ramusosteotomi varför vi valde distraktionsbehandling. Genom att göra två osteotomier bilateralt kunde distraktionshastigheten per sida fördubblas vilket gav en snabbare behandling men orsakade intermittent övergående smärta. Som framgår av de postoperativa bilderna ger den extraorala apparaturen en viss ärrbildning. De sista bilderna är tagna strax efter sårrevisionen varför ett bättre slutresultat kan förväntas. Alternativet, intraoral distraktionsapparat, har fördelen att inte ge några synliga ärr, men de som för närvarande finns på marknaden tillåter ej så stor förlängning som behövdes i detta fall.

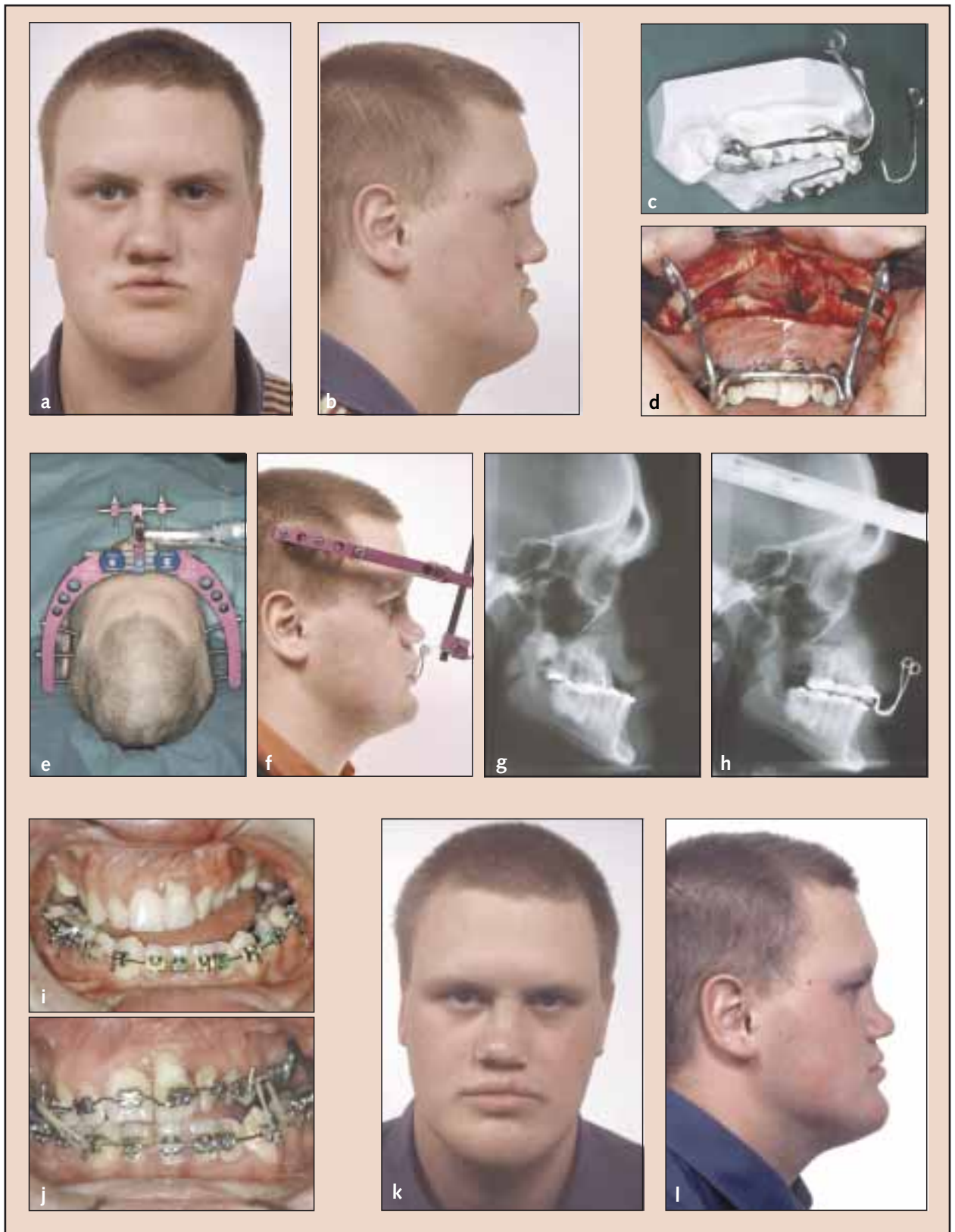
Stora framflyttningar av maxillan på patienter med opererad gomspalta medför ofta recidiv och problem med ökad nasalering vid tal. Detta förväntade vi även vid den stora planerade framflyttningen på vår patient fall 3, där det även kunde uppstå operationstekniska problem på grund av ärrbildningar efter tidigare gomoperation. Distraktionsteknik användes därför för att möjliggöra successiv framflyttning av maxillan och därigenom undvika problemen. Även i detta fall har metoden uppfyllt våra förväntningar.

Vi använder för närvarande kallusdistraktion för att behandla ett par patienter med defekter i käkarna efter trauma och infektion. Metoden kan även användas för att skapa större alveolarutskott vid behandlingar med implantat. Det intressanta med kallusdistraktion är inte att den ersätter gamla behandlingsmetoder utan att den ger kirurgen en metod som i bästa mening tycks kunna "göra det omöjliga möjligt".

Detta är förmodligen bara början på en intressant framtida utveckling.



**Figur 4.** Nittonårig man med uttalad mandibulär retrognati av oklar genes och med normal käkledsfunktion. Behandlades med dubbla osteotomier bilateralt och distraktionsteknik. För den ortodontiska behandlingen ansvarar övertandläkare Peter Syk, Västervik. Se i övrigt beskrivningen i texten av fall 2.



**Figur 5.** Tjugoårig man med LKG-spalta och maxillär mikrognati. Behandlades med LeFort I-osteotomi kombinerad med distractionsteknik. För den ortodontiska behandlingen ansvarar över tandläkare, docent Gunnar Paulin, Universitetssjukhuset, Linköping. Se i övrigt beskrivningen i texten av fall 3.

## English summary

### Jaw bone elongation with distraction technique – a new surgical procedure

Per Gunnar Nord

*Tandläkartidningen 2000; 92 (11): 36–43*

Callus distraction, or distraction osteogenesis, as the method also is called, is a new surgical technique which makes it possible to create new bone by bone elongation. The method was originally used in orthopaedic surgery to extend long bones but has subsequently proved useful for extending the mandible as well as other bones in the facial skeleton. By callus distraction, it is now possible to treat severe jaw anomalies which previously were difficult to treat with good results. It is also possible to treat bone defects in the jaws by distraction osteogenesis, thereby avoiding bone transplantation. This article describes the biological background to the method and the basic principles that must be followed for successful results. The Department of Oral and Maxillofacial Surgery at Linköping University Hospital has used callus distraction in difficult cases for the last three years. The treatment of three patients with severe jaw anomalies illustrates the method.

*Key words:* callus distraction, distraction osteogenesis, maxilla, mandible

## Referenser

- 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 remodelling by distraction: a farewell to major osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 825–40.
- Karp NS, McCarthy JG, Schreiber JS, Sissons HA, Thorne CH. Membranous bone lengthening: a serial histological study. *Ann Plast Surg* 1992; 29: 2–7.
- Block MS, Daire J, Stover J, Matthews M. Changes in the inferior alveolar nerve following mandibular lengthening in the dog using distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 1993; 51: 652–60.
- Fisher E, Staffenberg DA, McCarthy JG, Miller DC, Zeng J. Histopathologic and biochemical changes in the muscles affected by distraction osteogenesis of the mandible. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99: 366–71.
- Makarov MR, Harper RP, Cope JB, Samuchukov ML. Evaluation of inferior alveolar nerve function during distraction osteogenesis in the dog. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56 (12): 1417–23.
- Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 250: 8–26.
- Aronson J. Experimental and clinical experience with distraction osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J* 1994; 31: 473–82.
- Klein C. Midfacial callus distraction in a patient with Crouzon syndrome. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1998; 2: 52–7.
- Karaharju-Suvanto T, Peltonen J, Kahri A, Karaharju EO. Distraction osteogenesis of the mandible. An experimental study on sheep. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1992; 21 (2): 118–21.
- Stewart KJ, Lvoff GO, White SA, Bonar SF, Walsh WR, Smart RC, Poole MD. Mandibular distraction osteogenesis: a comparison of distraction rates in rabbit model. *J Cranio Maxillofac Surg* 1998; 26 (1): 43–9.
- Tavakoli K, Walsh WR, Bonar F, Smart R, Wulf S, Poole MD. The role of latency in mandibular osteodistraction. *J Cranio Maxillofac Surg* 1998; 26 (4): 209–19.
- Klein C, Howaldt HP. Lengthening of the hypoplastic mandible by gradual distraction in childhood: a preliminary report. *J Cranio Maxillofac Surg* 1995; 23: 68–74.
- Block M, Otten J, McLaurin D, Zoldos J. Bifocal distraction osteogenesis for mandibular defect healing: case reports. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 1365–70.
- Sawaki Y, Hagino H, Yamamoto H, Ueda M. Trifocal distraction osteogenesis for segmental mandibular defect: a technical innovation. *J Cranio Maxillofac Surg* 1997; 25: 310–5.
- Figueroa AA, Polley JW. Management of severe cleft maxillary deficiency with distraction osteogenesis procedure and results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115 (1): 1–12.
- Ko EW, Figueroa AA, Guyette TW, Polley JW, Law WR. Velopharyngeal changes after maxillary advancement in cleft patients with distraction osteogenesis using a rigid external distraction device: a 1-year cephalometric follow-up. *J Craniofac Surg* 1999; 10 (4): 312–20.
- Chin M, Toth B. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 45–53.
- Hidding J, Lazar F, Zoller JE. Initial outcome of vertical distraction osteogenesis of the atrophic alveolar ridge. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999; 3: 79–83.
- Carls F, Sailer H. Seven years clinical experience with mandibular distraction in children. *J Cranio Maxillofac Surg* 1998; 26: 197–208.
- van Strijen PJ, Perdijk F, Becking A, Breuning K. Distraction osteogenesis for mandibular advancement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000; 29: 81–5.
- McCormick SU, McCarthy JG, Grayson BH, Staffenberg D, McCormick SA. Effect of mandibular distraction on the temporomandibular joint: part 1, canine study. *J Craniofac Surg* 1995; 6 (5): 358–63.
- Karaharju-Suvanto T, Peltonen J, Laitinen O, Kahri A. The effect of gradual distraction of the mandible on the sheep temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996; 25: 152–6.
- Diner P, Kollar E, Martinez H, Vazquez M. Intraoral distraction for mandibular lengthening: a technical innovation. *J Cranio Maxillofac Surg* 1996; 24: 92–5.
- Schmelzeisen R, Neumann G, von der Fecht R. Distraction osteogenesis in the mandible with a motor-driven plate: a preliminary animal study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1996; 34 (5): 375–8.

*Illustratör Per Lagman, Media Center, Universitetssjukhuset, Linköping har svarat för illustrationer och bildmontage.*

*Adress:* Per Gunnar Nord, Käkkirurgiska kliniken, Universitetssjukhuset, 581 85 Linköping.