

## ABSTRACT

Maksillær hypoplasi skyldes manglende vækstudvikling i maksillen og kendetegnes ved en konkav ansigtsprofil, transversale okklusionsafvigelse, anteriort åbent bid, trangstilling, kompromitteret nasal respiration og klasse III-malokklusion.

Vækstforstyrrelser i maksillen og transversale okklusionsafvigelse kan ofte kompenseres og korrigeres ved vækstadapterende behandling, hvis rettidig interceptiv behandling iværksættes. Imidlertid nødvendiggør ekstrem maksillær hypoplasi oftest ortodontisk-kirurgisk behandling involverende kirurgisk assisteret ganeekspansion med sprængning af den midtpalatinale sutur og/eller sektioneret Le Fort I-osteotomi. Manglende korrektiv behandling af vækstforstyrrelser i den dentoalveolære og basale kæberelation ved maksillær hypoplasi kan medføre tygge- og bidfunktionelle gener, malokklusion, tvangsføring af mandiblen, trangstilling, psykosociale problemer og uhensigtsmæssigt slid af tænderne. Tidlig diagnostik og iværksættelse af relevant interceptiv behandling er derfor vigtigt ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion for at opnå et tilfredsstillende behandlingsresultat med færrest mulige invasive procedurer og ubehag for patienten. I nærværende oversigtsartikel redegøres for dentoalveolære og basale karakteristika ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion samt behandlingsmuligheder.

**EMNEORD** Jaw abnormalities | malocclusion | orthodontics | orthognathic surgery | palatal expansion technique



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:  
**THOMAS STARCH-JENSEN**  
thomas.jensen@rn.dk

## Ortodontisk eller kirurgisk assisteret ganeekspansion ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion

**THOMAS STARCH-JENSEN**, klinisk professor, overtandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, postgraduat klinisk lektor, ph.d., Kæbekirurgisk Afdeling, Aalborg Universitetshospital og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

**CRISTINA ROCHA EXPOSTO**, specialtandlæge i ortodonti, M.Sc., ph.d.-studerende, Sektion for Orofacial Smerte og Kæbefunktion, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Aarhus Universitet

**TUE LINDBERG BLÆHR**, overtandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, ph.d.-studerende, Kæbekirurgisk Afdeling, Aalborg Universitetshospital og Klinisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet

**MORTEN GODTFREDSSEN LAURSEN**, specialtandlæge i ortodonti, Sektion for Ortodonti, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Aarhus Universitet og Specialtandlægerne Aarhus Tandregulering

► Accepteret til publikation den 9. februar 2021

Tandlægebladet 2021;125:xxx-xxx

# M

**MAKSILLÆR HYPOPLASI** kendetegnes ved en konkav ansigtsprofil, smal ganehvælving, anteriort åbent bid, uni- eller bilateralt krydsbid/saksbid, trangstilling, kompromitteret nasal respiration og udvikling af klasse III-malokklusion (1-3). Maksillær hypoplasi og transversale okklusionsafvigelse er relativt hyppigt forekommende hos

kaukasier, men ses oftere hos asiater (4,5). Manglende korrektiv behandling af vækstforstyrrelser i den dentoalveolære og basale kæberelation ved maksillær hypoplasi kan medføre malokklusion, tvangsføring af mandiblen, asymmetrisk vækst, trangstilling med pladsmangel til frembrud af tænder, tygge- og bidfunktionelle problemer, psykosociale gener og uhensigtsmæssigt slid af tænderne (1-3). Diminutive okklusionsafvigelse inklusive uni- eller bilateralt krydsbid/saksbid er almindeligvis ikke be-

handlingskrævende, hvorimod tvangsførte krydsbid/saksbid, anteriort åbent bid med væsentligt reduceret okklusionsareal samt mandibulært overbid med omvendt skæretandsføring inklusive bidlåsning og/eller tvangsføring ofte giver anledning til korrektiv behandling for at mindske risikoen for udvikling af asymmetrisk vækst og kæbeledsdisfunktion.

Behandling af maksillær hypoplasi og transversale okklusionsafvigelser involverer henholdsvis vækstadapterende og korrektiv ortodonti, sektioneret Le Fort I-osteotomi, ortodontisk eller kirurgisk assisteret ganeekspansion samt fremføring af maksillen ved hjælp af osseodistraktion (1-3). Valg af relevant behandlingsmodalitet og -strategi determineres af diagnositidspunktet samt den sagittale, vertikale og transversale okklusionsafvigelse inklusive manglende skeletal vækstudvikling. Imidlertid er vækstadapterende behandling og ortodontisk-kirurgisk behandling af maksillær hypoplasi og transversale okklusionsafvigelser forbundet med væsentlig risiko for recidiv (6-9), hvorfor behandlingen nødvendigvis må adaptteres patientens alder, vækststadiet, Kooperation, tidspunktet for lukning af den midtpalatinale sutur, okklusionsafvigelsen og sværhedsgraden af maksillens manglende udvikling. I nærværende oversigtsartikel redegøres for dentoalveolære og basale karakteristika samt behandlingsstrategi ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion.

### UDVIKLING AF MAKSILLÆR HYPOPLASI OG KLASSE III-MALOKKLUSION

Udvikling af maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion er ofte arveligt betinget eller relateret til en funktionel okklusal obstruktion samt manglende udvikling af maksillen som følge af kraniofacial misdannelse, syndrom eller tidligere kirurgisk korrektion af læbe-næse-gane-spalte (10-13). Kendskab til maksillens normale vækst og udvikling er afgørende for tidlig diagnostik og iværksættelse af rettidig vækstadapterende behandling, således ortodontisk-kirurgisk korrektion eventuelt kan undgås eller reduceres i omfang og kompleksitet.

Maksillens vækstudvikling foregår efter fødslen ved intramembranøs ossifikation, hvor maksillen vokser fremad og nedad ved vækst i henholdsvis den anteriore del af kraniebasis og suturel vækst. Transversal breddeudvikling af maksillen foregår ved suturel vækst i sutura palatina mediana og bukkal knogleapposition (14). Maksillens breddeudvikling indtræder relativt tidligt og aftager før begyndelsen af vækstspurten. Ved pubertetens afslutning er maksillens fremad- og nedadrettede vækst minimal, mens væksten af mandiblen fortsætter til de sene teenageår og længst hos mænd (15). Vækstadapterende behandling af maksillen iværksættes derfor normalvis allerede i 5-6-årsalderen og senest ved begyndelsen af vækstspurten.

### SKELETALE OG DENTALE KARAKTERISTIKA VED MAKSILLÆR HYPOPLASI

#### Skeletale (basale) afvigelser

En smal overkæbetandbue og ganehvelving kombineret med enkelt- eller dobbeltsidigt krydsbid og mandibulært overbid kendetegner en underudviklet maksil. Maksillens reducerede transversale dimension kan medføre sagittal eller transversal

tvangsføring af mandiblen og vertikale afvigelser i form af anteriort åbent bid eller dybt bid. Prominensen af hagen ses mere accentueret ved et dybt bid som følge af en anterior rotation af mandiblen, mens en posterior rotation vil åbne biddet anterior og reducere hagens prominens (16). Basale sagittale og transversale afvigelser kan således maskeres, kompenseres eller forværres af den vertikale afvigelse. Ansigtsasymmetrier i det sagittale, transversale og vertikale plan forekommer hyppigt ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion (17). Skeletale asymmetriske afvigelser bør således identificeres tidligt i behandlingsforløbet og inkorporeres i tidlig intervention, korrektiv ortodonti og ortodontisk-kirurgisk behandling.

#### Dentoalveolære afvigelser og kompensation

Trangstilling med pladsmangel til frembrud af tænder, højlabiale hjørnetænder samt palatinalt displacerede præmolærer og molærer er karakteristisk for maksillær hypoplasi. Imidlertid forekommer der ofte en dentoalveolær kompensation, som maskerer den underliggende skeletale afvigelse (18). Incisiverne hos patienter med maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion er således ofte kompensatorisk proklinerede i overkæben og retroklinerede i underkæben, mens præmolærerne og molærerne kan kipe kompensatorisk bukkalt i overkæben og lingvalt i underkæben. Ligeledes kan der forekomme dentoalveolær forværring af den underliggende skeletale afvigelse, hvor ovenstående kompensationer optræder i modsat retning.

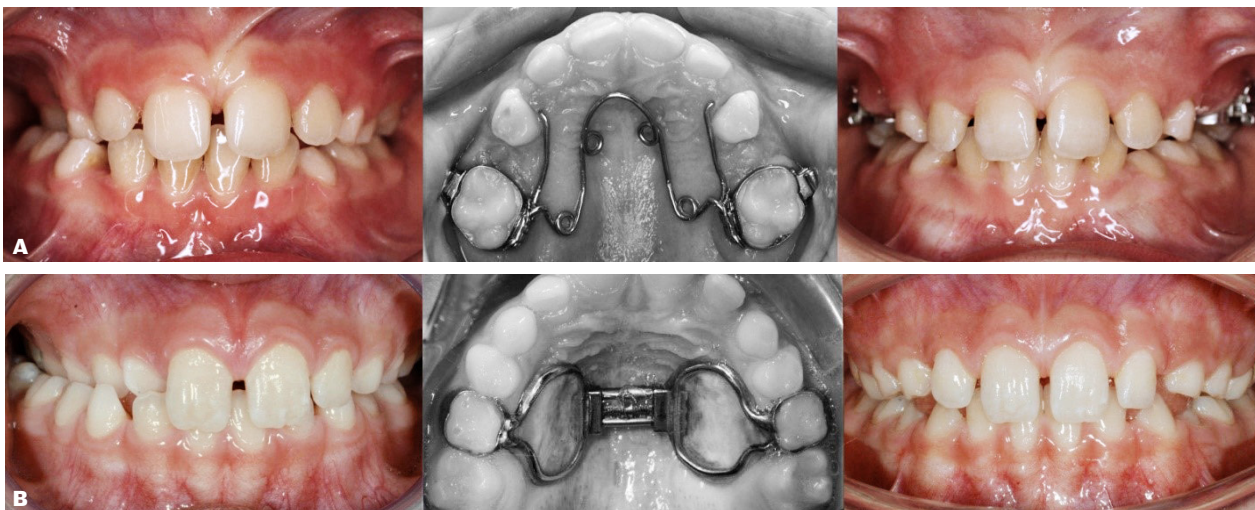
#### Klinisk relevans af skeletale og dentale karakteristika

I forbindelse med diagnostikken og behandlingsplanen er det afgørende at skelne mellem skeletale og dentoalveolære afvigelser, herunder om der foreligger en sagittal og transversal tvangsføring af mandiblen, idet disse parametre påvirker behandlingsmodalitet og varighed. Omvendt skæretandsføring i kombination med anterior tvangsføring af mandiblen i relation til en dentoalveolær afvigelse på fortænderne behandles eksempelvis med en simpel og kortvarig interceptiv ortodontisk behandling (19). Derimod vil mandibulært overbid relateret til en skeletal afvigelse oftere nødvendiggøre ortodontisk-kirurgisk behandling, såfremt der ikke er mulighed for tilstrækkelig vækstadaptation eller ortodontisk dentoalveolær kompensation. Tilsvarende kræver et mindre og entydigt uni- eller bilateralt krydsbid uden tvangsføring ikke nødvendigvis behandling, hvorimod et unilateralt krydsbid med tvangsføring af mandiblen nødvendiggør tidlig interceptiv behandling for at mindske risikoen for asymmetrisk vækst og udvikling af kæberne (20).

#### ORTODONTISK BEHANDLING

Sundhedsstyrelsens vejledning for ortodontisk behandling er overvejende baseret på funktionelle problemstillinger, mens psykosociale aspekter vægtes mindre (21). Imidlertid er det vigtigt, at indikation for behandling og valg af behandlingsmodalitet ikke udelukkende fokuserer på objektive kriterier, men ligeledes tager hensyn til patientønsker, livskvalitet i forbindelse med behandling, modenhed, alder og vækst. Veldefinerede behandlingsmål kan afhjælpe langvarige behandlingsforløb hos især patienter med klasse III-malokklusion, hvor der iværk-

## Apparatur til maksillær ekspansion



**Fig. 1. A.** Behandling af tvangsført krydsbid i blandingstandsættet med langsom ekspansion (SME) ved hjælp af Quad Helix. **B.** Behandling af tvangsført krydsbid i blandingstandsættet med hurtig ekspansion (RME) ved hjælp af Hyrax på 05+05. I begge tilfælde ophæves tvangsføringen, og mandiblen indstiller sig i midtlinjen med normaliserede betingelser for videre vækst og udvikling.

**Fig. 1. A.** Treatment of forced cross-bite in the mixed dentition by slow maxillary expansion (SME) with Quad Helix. **B.** Treatment of forced cross-bite in the mixed dentition by rapid maxillary expansion (RME) with Hyrax bonded to upper right and left deciduous molars. In both patients, the functional mandibular shift is eliminated, and the lower midline deviation corrected.

sættes en tidlig intervention. Hvis behandlingseffekten udebliver eller er utilstrækkelig, må strategien revurderes tidligt i behandlingsforløbet og anden behandlingsmodalitet overvejes, herunder ortodontisk-kirurgisk behandling, når patienten er udvokset. Mild grad af maksillær hypoplasi uden tegn på tiltagende afvigelse mellem kæberne behandles ortodontisk med kompensatoriske tandflytninger. Tandekstraktion i mandiblen vil ofte være nødvendig i forbindelse med kompensatorisk ortodontisk behandling som følge af maksillens reducerede transversale og sagittale dimension.

### VÆKSTADAPTERENDE BEHANDLING

Vækstadapterende behandlinger af maksillær hypoplasi iværksættes inden afslutning af vækstspurten og gerne i 5-8-årsalderen med det formål at korrigere den skeletale afvigelse, skabe plads til frembrud af permanente tænder samt bedre den orofaciale funktionsnedsættelse og kæbernes fremadrettede vækst-udvikling. Imidlertid findes der ingen konsensus om, hvornår der er indikation for tidlig behandling (22), men følgende behandlingsmodaliteter er generelt accepterede:

1. Maksillær hypoplasi med krydsbid, pladsmangel og tvangsføring af underkæben behandles med tidlig intercektiv ekspansionsbehandling af maksillen, gerne i 5-6-årsalderen. Behandling er forudsigelig, simpel og kortvarig med stor effekt og god prognose (Fig. 1A, B) (23,24).
2. Klasse III-malokklusion med omvendt skæretandsføring, krydsbid, pladsmangel og tvangsføring behandles med tidlig intercektiv RME (rapid maxillary expansion) og face-mask, gerne i 6-8-årsalderen. Behandlingen er forudsigelig og sim-

pel, hvor 75 % opnår et tilfredsstillende behandlingsresultat (Fig. 2A-D) (25). Endvidere reduceres behovet signifikant for senere ortodontisk-kirurgisk behandling ved face-mask protraktion (26).

Før iværksættelse af vækstadapterende behandling er det vigtigt at fastlægge lokalisationen af den skeletale afvigelse, idet væksten i maksillen og mandiblen er forskellig, hvilket influerer på valg af behandlingsmodalitet og prognose. Hvis afvigelsen hovedsageligt relateres til mandibulær prognati og i mindre grad maksillær hypoplasi, vil der oftere være behov for ortodontisk-kirurgisk behandling, idet væksten i maksillen afsluttes før mandiblen. Tilsvarende kan tidlig behandling af krydsbid og klasse III-malokklusion kompliceres af anterior åbning af biddet som følge af transversal ekspansion og protraktion af maksillen. Patienter med maksillær hypoplasi kombineret med anteriort åbent bid og posterior vækstrotation af mandiblen har oftest behov for ortodontisk-kirurgisk behandling, hvorfor tidlig vækstadapterende behandling på denne patientkategori kan forlænge behandlingsforløbet unødigt.

Korrektion af maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion involverer en eller flere af følgende behandlingsprincipper, hvilket afhænger af patientens skeletale modenhed samt sværhedsgraden af den skeletale afvigelse:

1. Vækstadaption/-stimulering. Behandling af skeletale afvigelser under vækst.
2. Ortodontisk camouflage/kompensation ved mindre skeletale afvigelser.
3. Ortodontisk-kirurgisk behandling efter afsluttet vækst.

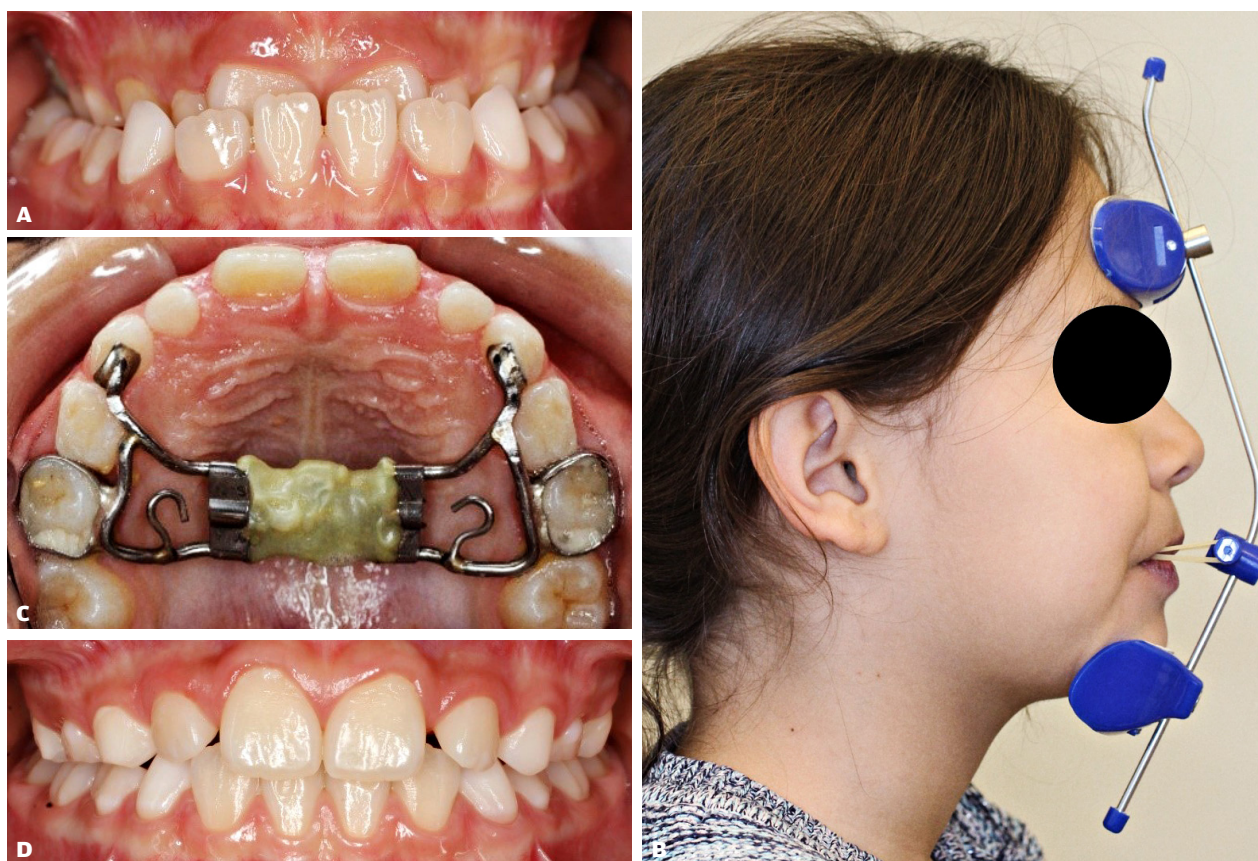


Face-mask-behandling og skeletalt forankrede kroge (bone anchors) kombineret med elastiktræk anvendes ved vækstadapterende behandling af maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion. Behandlingen fremmer differentieret vækst af maksillen i forhold til mandiblen ved at trække maksillen fremad. Samtidig opnås en posterior rotation af mandiblen og reduceret prominens af hagen. Face-mask-behandling anbefales iværksat inden otteårsalderen og senest i 10-årsalderen for at opnå et optimalt behandlingsresultat (27). Face-mask kan anvendes uden skeletal forankring, hvor elastikkerne forbindes til den tandforankrede Hyrax (Fig. 2B) (28). Face-mask i kombination med skeletal forankring (mini-plader eller mini-implantater) medfører et mere direkte fremadrettet træk på knoglen, uden at tænderne flyttes, hvilket kan forekomme ved en tandforankret Hyrax. Skeletal forankring i maksillen placeres i den anteriore del af ganen eller ved crista infrazygomatica (29,30). Ligeledes kan der indsættes skeletal forank-

## klinisk relevans

Maksillær hypoplasi kendetegnes ved manglende vækstudvikling i maksillen, transversale okklusionsafvigelser og tendens til udvikling af klasse III-malokklusion. Vækstforstyrrelser i maksillen og transversale okklusionsafvigelser kan i mange tilfælde kompenseres og korrigeres ved vækstadapterende behandling, hvis rettidig interseptiv behandling iværksættes. Imidlertid nødvendiggør ekstrem maksillær hypoplasi ofte ortodontisk-kirurgisk behandling involverende kirurgisk assisteret ganeekspansion med sprængning af den midtpalatinal sutur og/eller sektioneret Le Fort I-osteotomi. Tidlig diagnostik og iværksættelse af relevant behandling er derfor vigtigt ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion for at opnå et tilfredsstillende behandlingsresultat med færrest mulige invasive procedurer og gener for patienten.

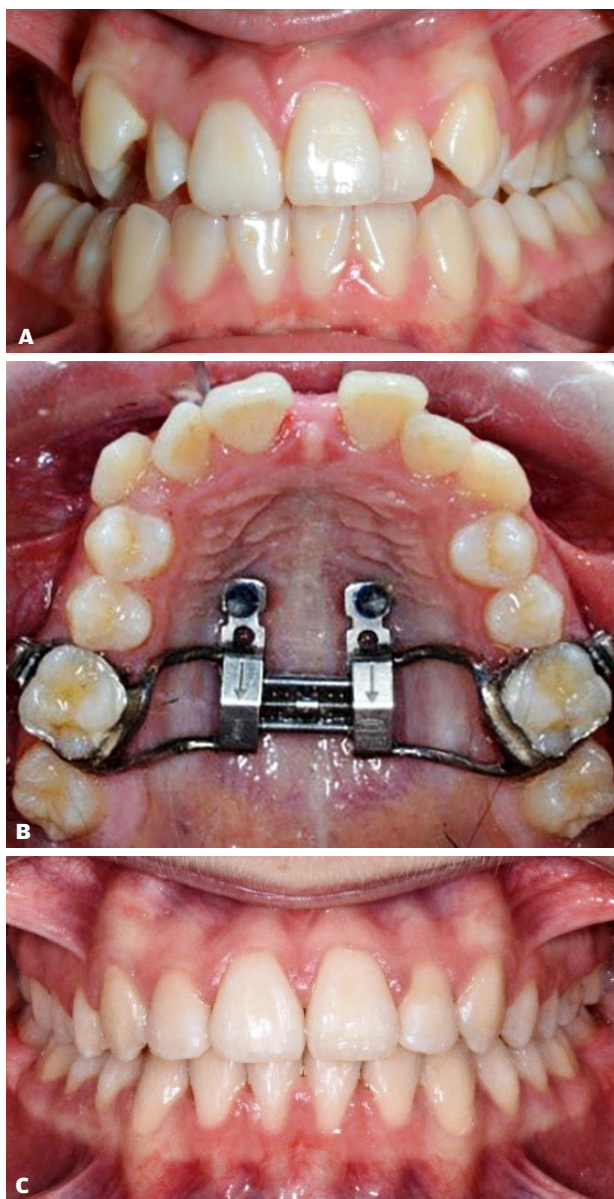
### Face-mask-behandling af 8-årig pige



**Fig. 2. A.** Anterior og bilateralt krydsbid som følge af maksillær hypoplasi. **B, C.** Protraktion af maksillen med face-mask mod Hyrax, hvor ekspansionskruen på dette tidspunkt er låst efter endt transversal ekspansion. **D.** Resultat 1 år efter interseptiv behandling.

**Fig. 2. A.** Anterior and bilateral cross-bite due to maxillary hypoplasia. **B, C.** Protraction of the maxilla with face mask against Hyrax, where the expansion screw is locked at this point after the transverse expansion has ended. **D.** Result 1 year after interceptive treatment.

## Maksillær ekspansion udført med hybrid-Hyrax



**Fig. 3. A.** Bilateralt krydsbid i den permanente dentition, hvor der ikke ønskes yderligere kompensatorisk bukkal kipning af overkæbemolarerne. **B.** Der er indsat hybrid-Hyrax forankret til 6+6 og til ganeknoglen med 2 mini-implantater, ét mini-implantat på hver side af den midtpalatinale sutur for at opnå udelukkende skeletal ekspansion alene. **C.** Resultat efter hurtig ekspansion (RME) og fast apparatur.

**Fig. 3. A.** Bilateral cross-bite in the permanent dentition, where no further compensatory buccal movement of the upper dentition is desired. **B.** Hybrid Hyrax is banded to the upper first molars and anchored with 2 mini-implants on each side of the mid-palatal suture. **C.** Result after rapid maxillary expansion (RME) and treatment with fixed appliances.

ring i den forreste del af mandiblen, hvorved der kan etableres elastiktræk (klasse III) uden anvendelse af face-mask (30-32). Ved brug af skeletal forankring i mandiblen iværksættes be-

handlingen omkring 11-årsalderen, således forankringen ikke interfererer med eruptionen af hjørnetænderne.

Protraktion af maksillen kombineres oftest med en transversal ekspansion ved hjælp af Hyrax, hvis fremføringen af maksillen ikke alene kan eliminere den transversale diskrepans (33,34). Ved mere udtalte transversale afvigelser kan anvendes gentagne transversale ekspansioner og konstriktioner af maksillen (Alt-Ramec) for at opnå øget mobilitet af maksillen ved face-mask-behandling, som både er tand- og knogleforankret. Behandlingen blev oprindeligt introduceret til behandling af patienter med ganespalte og resulterede i en bedre protraktion af maksillen (35,36).

Alder, modenhed og Kooperation er afgørende for valg af behandlingsmodalitet ved transversal ekspansion af maksillen inklusive ekspansionshastighed, kraftniveau, apparaturdesign og retention. Nedenfor angives forskellige behandlingsmodaliteter til transversal ekspansion af maksillen ved hjælp af vækstadapterende behandling:

- SME (slow maxillary expansion) (Fig. 1A).
- RME (rapid maxillary expansion):

I. Tandforankret (Fig. 1B).

II. Knogleforankret ved hjælp af midlertidige implantater.

III. Kombination af ovenstående, hybridapparat (Fig. 3A-C).

Maksillær ekspansion defineres som ”langsom”, når aktive-ringshyppigheden og kraften er reduceret. SME anvendes primært i mælkætandsættet og det tidlige blandingstandsæt, hvor den midtpalatinale sutur skal udvides med små kræfter. SME udføres normalt med faste bøjler som quad-helix, der leverer en relativt lav kraft, eller Hyrax-apparat, hvor den midtsagittale ekspansionskrue aktiveres ved færre aktiveringer om ugen. SME kan ligeledes udføres med en aftagelig ekspansionsplade. Imidlertid er denne behandling mindre effektiv med længere behandlingstid og lavere succesrate sammenlignet med quad-helix-behandling (37,38). Fast eller aftageligt SME-apparat aktiveres almindeligvis med 0,5 mm om ugen, hvorimod RME aktiveres dagligt med 0,5-1 mm. Kombinationen af skeletal og dental effekt ved SME og RME synes at være forholdsvis sammenlignelig indtil 8-9-årsalderen (39). Herefter antages RME at have større skeletal effekt, idet RME sigter mod hurtig åbning af den midtpalatinale sutur, når denne begynder at interdigitere over midtlinjen. I det sene blandingstandsæt og indtil patienten nærmer sig voksenalderen, er der behov for større kraft til at åbne den midtpalatinale sutur. Store kræfter kan opnås med RME-apparat med 2-4 aktiveringer/dag over 2-3 uger, og der opstår et markant mediant diastema, som tegn på suturens åbning. Når den aktive breddeøgning er opnået, låses ekspansionskrue og apparaturet forbliver i munden i 3-4 måneder for at afvente konsolidering af ekspansionen med knogledannelse mellem de to ganehalvdele. Det mediale diastema vil normalt lukke spontant i denne periode, da incisiverne samles som følge af træk fra de transseptale parodontale fibre. Ved afslutning af konsolideringen kan RME-apparatet fortsat bevares som retention eller erstattes med en retentionsplade eller andet apparatur, hvis behandlingen skal fortsætte i forbindelse med korrektion af andre afvigelser.



En nyere og tentativ mere effektiv måde for optimering af den skeletale ekspansion med reduceret risiko for overekspansion af tænderne i knoglen udnytter muligheden for at forankre apparaturet direkte på den smalle maksil via mini-implantater på begge sider af ganens midtlinje (Fig. 3B). Metoden er kendt som miniscrew-assisteret rapid palatal ekspansion (MARPE) (40), dog foreligger der på nuværende tidspunkt endnu ikke veldokumenterede selektionskriterier for denne behandling.

Retention og løbende opfølgning på behandlingsresultatet anses for vigtigt i alle aldre for at fastholde korrektionen og motivation for brug af retentionsapparat. Tidligt behandlede patienter følges gennem hele vækstperioden for om nødvendigt at kunne gribe ind igen på det mest gunstige tidspunkt.

Maksillær hypoplasi og skeletal klasse III-malokklusion kan persistere indtil voksenalderen, hvis tidlig intervention ikke har været mulig eller utilstrækkelig i forhold til den underliggende afvigelse og vækst. I disse tilfælde vil en kombineret ortodontisk-kirurgisk behandling sædvanligvis være mest hensigtsmæssig.

#### KIRURGISK BEHANDLING

Kombineret ortodontisk-kirurgisk behandling af maksillær hypoplasi og transversale okklusionsafvigelser inkluderer almindeligvis sektioneret Le Fort I-osteotomi eller kirurgisk assisteret ganeekspansion, også kaldet SARME eller SARPE (Surgically Assisted Rapid Maxillary/Palatinal Expansion) (1-3). Valg af behandlingsstrategi og kirurgisk procedure determineres af den dentoalveolære og basale vækstforstyrrelse, sværhedsgraden af den transversale okklusionsafvigelse, tandbuen form, tændernes trangstilling, ønske om tandbevarende behandling samt patientkooperation.

Et ortodontisk-kirurgisk behandlingsforløb af maksillær hypoplasi og transversale okklusionsafvigelser indebærer ortodontisk forbehandling med dekomensation og forberedelse til Le Fort I-osteotomi og eventuel mandibeloosteotomi (ca. 1-1½ år). Postoperativ ortodonti involverer finjustering af okklusionen (ca. ½-1 år) og retention. Ovenstående behandlingsforløb kan eventuelt være forudgået af SARME, såfremt der foreligger behov for større transversal udvidelse af maksillen. Behandlingsvarigheden forlænges med ca. ½-1 år ved behov for SARME.

Sektioneret Le Fort I-osteotomi er en sikker, forudsigelig og velbeskrevet kirurgisk procedure til behandling af maksillær hypoplasi, som giver mulighed for at korrigere sagittale, vertikale og transversale okklusionsafvigelser samt skeletale kæbedeformiteter samtidigt, idet maksillen under operationen er løsnet og kan flyttes i alle tre dimensioner. Imidlertid klassificeres transversal udvidelse af maksillen ved hjælp af sektioneret Le Fort I-osteotomi som den mest ustabile ortodontisk-kirurgiske behandling og anbefales udelukkende til transversale udvidelser af maksillen på maksimalt 5-7 mm (6-9). I de patienttilfælde, hvor der ses udtalt trangstilling af tænderne, vil der almindeligvis være behov for forudgående tandekstraktion og ortodontisk nivellering af tandbuerne, før der kan foretages sektioneret Le Fort I-osteotomi. Den kirurgiske procedure ved sektioneret Le Fort I-osteotomi er tidligere velbeskrevet i dette tema.

Kirurgisk assisteret ganeekspansion er ligeledes en sikker, forudsigelig og velbeskrevet kirurgisk procedure til transversal udvidelse af maksillen ved hjælp af osseodistraktion med sprængning af den midtpalatinale sutur og lateralisering af knoglesegmenterne i forbindelse med aktivering af distraktionsapparatet (1-3). Kirurgisk assisteret ganeekspansion giver udelukkende mulighed for transversal udvidelse af maksillen, idet maksillen ikke er løsnet under operationen og således ikke kan mobiliseres i hverken sagittal eller vertikal retning. Kirurgisk assisteret ganeekspansion kan afstedkomme en væsentlig større transversal udvidelse af maksillen end ved sektioneret Le Fort I-osteotomi og anbefales derfor i de patienttilfælde, hvor der er behov for en udvidelse på mere end 5-7 mm (6-9). Kirurgisk assisteret ganeekspansion og udvidelse af tandbuen skaber plads til tænder i trangstilling, og tandekstraktion kan derfor oftere undgås. Imidlertid er kirurgisk assisteret ganeekspansion forbundet med væsentlig forlængelse af behandlingstiden, ubehag og talegener, øgede behandlingsudgifter og behov for patientkooperation ved aktivering af distraktionsapparatet. Kirurgisk assisteret ganeekspansion har således fordele og begrænsninger sammenlignet med sektioneret Le Fort I-osteotomi i forbindelse med behandling af skeletale og dentoalveolære okklusionsafvigelser.

Transversal udvidelse af maksillen ved kirurgisk assisteret ganeekspansion foretages ved hjælp af enten et tandforankret distraktionsapparat, som cementeres på præmolarerne og/eller molarerne i overkæben umiddelbart før operationen (Fig. 4), eller et knogleforankret distraktionsapparat, der intraoperativt fikseres til knoglen i ganen (Fig. 5). Knogleforankret distraktionsapparat giver teoretisk en bedre mulighed for skeletal udvidelse af maksillen, idet kraftoverførslen appliceres direkte på ▶

#### Tandforankret distraktionsapparat

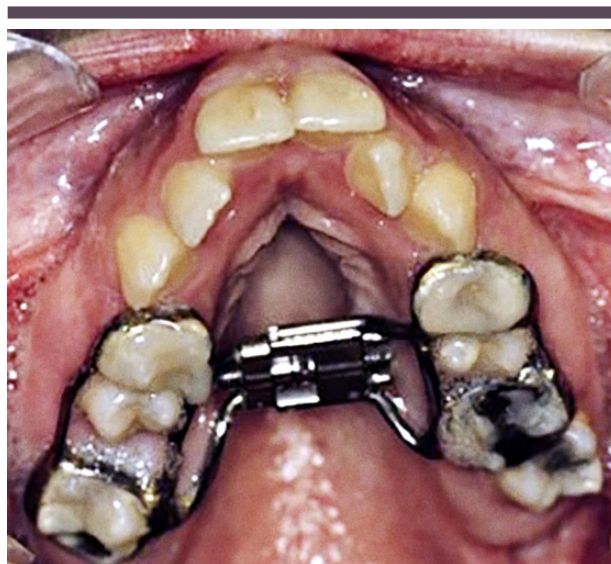
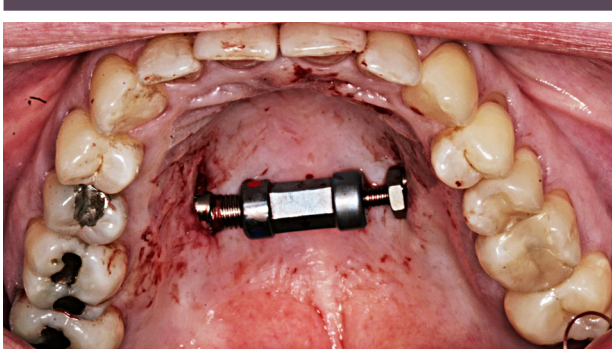


Fig. 4. Tandforankret distraktionsapparat cementeret på præmolarerne og molarerne.

Fig. 4. A tooth-borne distraction appliance cemented to the premolar and molar.

## Knogleforankret distraktionsapparat



**Fig. 5.** Intraoperativ fiksering af knogleforankret distraktionsapparat i ganen.  
**Fig. 5.** Intraoperative application of the bone-borne distraction appliance in the palate.

knoglen, hvorimod et tandforankret distraktionsapparat overfører kraften til knoglesegmenterne via tænderne. Anvendelsen af tandforankret eller knogleforankret distraktionsapparat i forbindelse med kirurgisk assisteret ganeekspansion har været belyst og diskuteret i flere systematiske oversigtsartikler (41-44). Fordelene ved et tandforankret distraktionsapparat involverer generelt kortere operationstid, færre økonomiske udgifter, kan nemt aktiveres af patienten og kan fjernes uden supplerende kirurgi. Imidlertid er et tandforankret distraktionsapparat forbundet med risiko for kipning af tænder, rodresorptioner, talegener, ekstrusion af forankringstænderne, kompression af periodontalligamenterne, bukkal knogleresorption og kipning af processus alveolaris i forbindelse med aktivering af distraktionsapparatet (45-51). Fordelene ved anvendelsen af et knogleforankret distraktionsapparat involverer applicering af kraftoverførslen direkte på knoglen og forventelig en bedre skeletal udvidelse og stabilitet, færre talegener og minimal belastning af tænder, parodontium og processus alveolaris i forbindelse med aktivering af distraktionsapparatet (52). Imidlertid er anvendelsen af et knogleforankret distraktionsapparat forbundet med længere operationstid, og den optimale placering i ganen kan være vanskelig at opnå af en smal ganehvælving samt hensynet til at undgå beskadigelse af tandrødderne. Endvidere er et knogleforankret distraktionsapparat væsentlig dyrere sammenlignet med et tandforankret distraktionsapparat og skal efterfølgende fjernes i lokalanalgesi. Teoretisk advokeres for en mere pålidelig skeletal udvidelse af maksillen ved anvendelsen af et knogleforankret distraktionsapparat (53). Systematiske oversigtsartikler har imidlertid vist modstridende resultater ved sammenligning af den skeletale og dentoalveolære udvidelse af maksillen samt hyppigheden af komplikationer ved anvendelsen af henholdsvis et tand- og knogleforankret distraktionsapparat (41,43,44). Konklusioner i oversigtsartiklerne er dog baseret på få randomiserede kontrollerede undersøgelser med diskutabel metodologisk kvalitet (41). Anvendelse af et knogleforankret distraktionsapparat kan således ikke foretrækkes frem for et tandforankret distraktionsapparat på baggrund af den nuværende litteratur. Valg af distraktionsapparat anbefales derimod at være patient-

specifikt og relateret til den skeletale og dentoalveolære okklusionsafvigelse, som ønskes korrigeret.

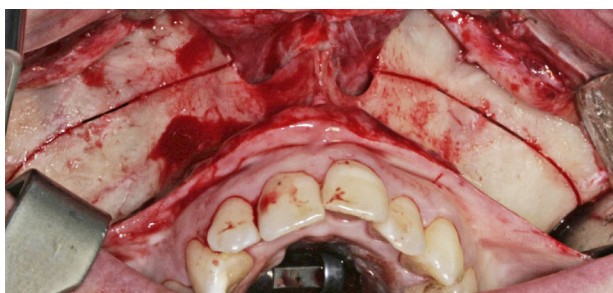
Udformningen og placeringen af distraktionsapparatet samt løsningen af maksillen svarende til den pterygomaksillære sutur har væsentlig indflydelse på det skeletale og dentoalveolære transversale udvidelsesmønster (41,54). Generelt opnås en større dentoalveolær transversal udvidelse af maksillen sammenlignet med den skeletale udvidelse ved anvendelse af både et tand- og knogleforankret distraktionsapparat (41). Ligeledes ses en større dentoalveolær transversal udvidelse fortil i maksillen sammenlignet med præmolar- og molarregionen ved brug af tand- og knogleforankret distraktionsapparat (41). Tandforankret distraktionsapparat kan udformes som en vifte, hvorved den dentoalveolære transversale udvidelse svarende til fortænderne accentueres, hvilket kan være hensigtsmæssig ved udtalt trangstilling i overkæbefronten. Tilsvarende kan et knogleforankret distraktionsapparat placeres dybere i ganehvælvingen og længere posteriort, således der opnås en større dentoalveolær og skeletal udvidelse ved molarerne (41). Intraoperativ løsning af maksillen svarende til den pterygomaksillære sutur reducerer knoglemodstanden i den bagerste del af maksillen og bedrer muligheden for skeletal og dentoalveolær transversal udvidelse svarende til molarerne i forbindelse med aktivering af distraktionsapparatet (54,55). Valg af relevant distraktionsapparat kan med fordel derfor individualiseres og relateres til den skeletale og dentoalveolære okklusionsafvigelse, de anatomiske forudsætninger, tændernes trangstilling samt behovet for patientspecifik placering af distraktionsapparatet.

I de seneste år er der blevet introduceret et distraktionsapparat af hybridtypen, som cementeres på tænderne og samtidig fikseres på knoglen i ganen (56). Præliminære undersøgelser har indikeret, at kirurgisk assisteret ganeekspansion med anvendelse af hybride distraktionsapparater er forbundet med færre gener og komplikationer sammenlignet med tand- og knogleforankret distraktionsapparat (56,57). En randomiseret undersøgelse har vist væsentlig færre komplikationer og mindsket kipning af tænder og processus alveolaris ved anvendelsen af et hybridforankret distraktionsapparat sammenlignet med et tandforankret distraktionsapparat (56). Imidlertid er der behov for flere sammenlignelige randomiserede undersøgelser før anvendelsen af et hybridforankret distraktionsapparat kan anbefales som standardbehandling.

Kirurgisk assisteret ganeekspansion foretages sædvanligvis i general anæstesi, men kan ligeledes foretages i lokalanalgesi (58). Indledningsvis laves osteotomi svarende til Le Fort I-niveau og en vertikal osteotomi mellem de centrale incisiver med det formål at sprænge den midtpalatinale sutur (Fig. 6). I de patienttilfælde, hvor der er behov for væsentlig skeletal og dentoalveolær transversal udvidelse svarende til molarerne, foretages ligeledes løsning af maksillen svarende til den pterygomaksillære sutur. Osteotomierne kompletteres med mejsler, men modsat sektioneret Le Fort I-osteotomi foretages ikke løsning af maksillen, idet kirurgisk assisteret ganeekspansion udelukkende har til formål at sprænge den midtpalatinale sutur og mindske knoglemodstanden mod den efterfølgende transversale lateralisering af knoglesegmenterne i forbindelse med



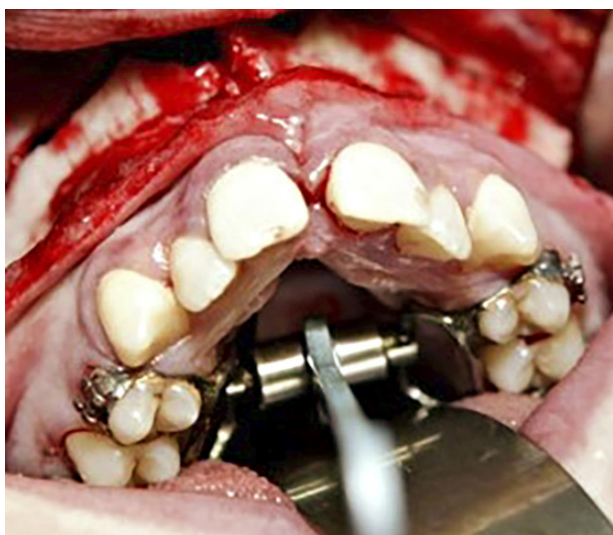
## Osteotomi ved kirurgisk assisteret ganeekspansion



**Fig. 6.** Osteotomi svarende til Le Fort I-niveau og vertikal osteotomi mellem overkæbeincisiverne.

**Fig. 6.** Le Fort I osteotomy and vertical osteotomy between the central incisors.

## Intraoperativ aktivering af distraktionsapparatet



**Fig. 7.** Intraoperativt aktiveres distraktionsapparatet, indtil der opnås et diastema på 1 mm mellem overkæbeincisiverne.

**Fig. 7.** Intraoperative activation of the distraction appliances until a one mm diastema is achieved between the central incisors.

aktivering af distraktionsapparatet. Intraoperativt aktiveres distraktionsapparatet, indtil der opnås et diastema på 1 mm mellem overkæbeincisiverne (Fig. 7). Efter en uge aktiveres distraktionsapparatet manuelt af patienten med 0,5 til 1,0 mm dagligt, indtil den ønskede skeletale og dentoalveolære transverselle udvidelse af maksillen er opnået (Fig. 8A, B). Herefter følger en konsolideringsfase på seks måneder, før ortodontisk nivellering og lukning af diastemaet iværksættes. I konsolideringsfasen holdes distraktionsapparatet passivt, mens der dannes knogle i spalten langs den midtpalatinale sutur.

Kirurgisk assisteret ganeekspansion medfører udelukkende en skeletal og dentoalveolær transversal udvidelse af maksil-

## Transversal udvidelse af maksillen



**A**



**B**

**Fig. 8. A.** Færdig transversal udvidelse af maksillen med tandforankret distraktionsapparat. **B.** Færdig transversal udvidelse af maksillen med knogleforankret distraktionsapparat.

**Fig. 8. A.** Final transverse expansion of the maxilla with a tooth-borne distraction appliance. **B.** Final transverse expansion of the maxilla with a bone-borne distraction appliance.

len, hvorfor der kan være behov for supplerende kirurgi involverende Le Fort I-osteotomi, såfremt der foreligger sagittale og vertikale vækstafvigelser. Kirurgisk assisteret ganeekspansion kan således ikke som udgangspunkt erstatte en sektioneret Le Fort I-osteotomi, men kan anvendes til korrigerende af svær maksillær hypoplasi involverende skeletale og dentoalveolære transversale okklusionsafvigelser før en eventuel Le Fort I-osteotomi eller solitært ved betragtelig trangstilling eller isolerede transversale okklusionsafvigelser.

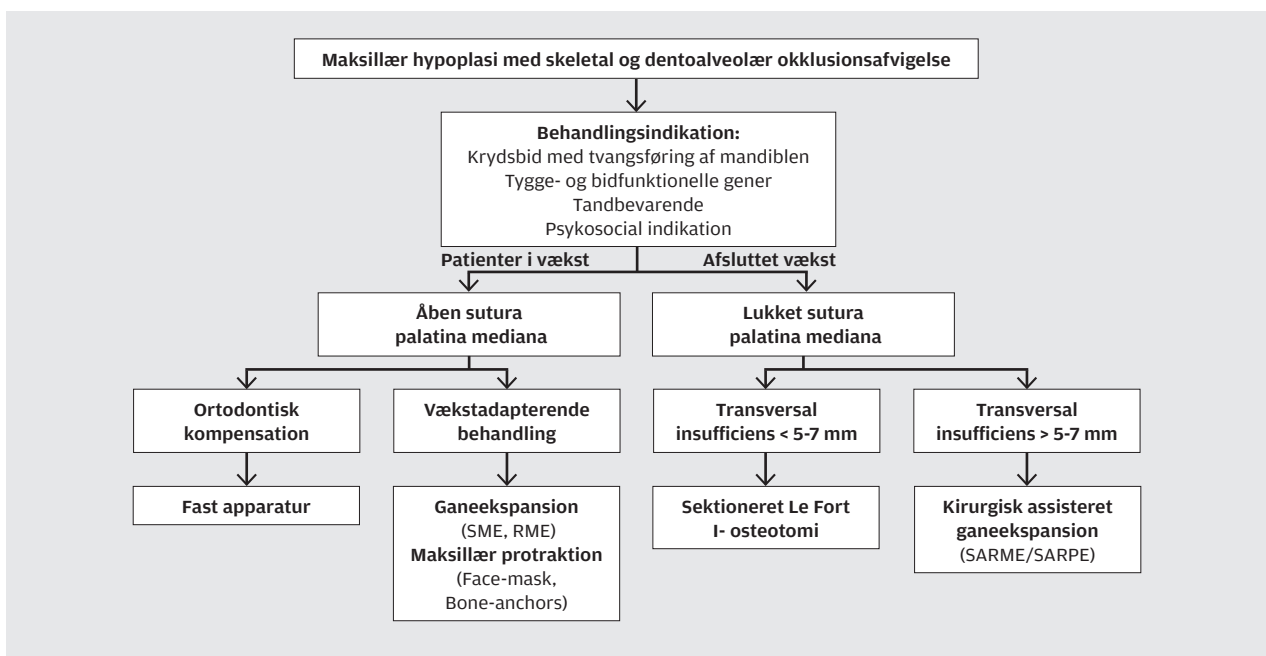
Avancering af maksillen ved hjælp af osseodistraktion kan være nødvendigt ved ekstrem maksillær hypoplasi eventuelt i kombination med læbe-kæbe-gane-spalte eller andre kraniofaciale syndromer (3,59). Den kirurgiske teknik, indikation og behandlingsresultatet ved avancering af maksillen ved hjælp af Le Fort I-osteotomi og osseodistraktion er tidligere velbeskrevet i Tandlægebladet (3,59).

## SAMMENDRAG, KONKLUSIONER OG FORSLAG TIL BEHANDLINGSSTRATEGI

Maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion karakteriseres ved dentoalveolære og skeletale karakteristika, som er afgørende for behandlingstidspunktet og -strategien. Vækstfor- ▶



## Behandlingsstrategi ved maksillær hypoplasi og transversale okklusionsafvigelse



**Fig. 9.** En oversigt over tidspunktet og behandlingsmetoder af maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion. Det skal understreges, at der er tale om retningslinjer, som altid må vurderes og ses i relation til patients individuelle behov og muligheder.

**Fig. 9.** An overview of timing and treatment methods for maxillary hypoplasia and class III-malocclusion. It should be emphasized that these guidelines must always be assessed and seen in relation to the patient's individual needs and possibilities.

styrrelser i maksillen og transversale okklusionsafvigelser kan i mange tilfælde kompenseres og korrigeres ved vækstadapterende behandling, hvis rettidig interseptiv behandling initieres. Imidlertid nødvendiggør ekstrem maksillær hypoplasi ofte en ortodontisk-kirurgisk behandling, som først iværksættes efter afsluttet vækst. Tidlig diagnostik af den dentoalveolære

og skeletale afvigelse er således vigtig ved maksillær hypoplasi og klasse III-malokklusion med henblik på iværksættelse af relevant behandling under hensyntagen til patientens alder, vækst og Kooperation. Følgende behandlingsstrategi er derfor vejledende og må individualiseres patientens dentoalveolære og skeletale afvigelse samt ønsker om behandling (Fig. 9). ♦

## ABSTRACT (ENGLISH)

### TREATMENT OF MAXILLARY HYPOPLASIA AND CLASS-III MALOCCLUSION INVOLVING ORTHODONTIC OR SURGICALLY ASSISTED RAPID MAXILLARY EXPANSION

Maxillary hypoplasia is a growth-related dentofacial deformity characterized by concave facial profile, transverse maxillary deficiency, anterior open bite, crowding, compromised nasal respiration and class III-malocclusion. Maxillary growth disturbances and transverse maxillary deficiencies can often be compensated and corrected by growth modification if timely interceptive treatment is initiated. However, severe maxillary hypoplasia often requires orthognathic surgery involving surgically assisted maxillary expansion with midpalatal osteotomy

and/or segmented Le Fort I osteotomy. Absence of corrective treatment of growth deficiencies in the dentoalveolar and basal jaw relationship in maxillary hypoplasia can lead to chewing and functional disorders, malocclusion, functional mandibular shift, crowding, psychosocial problems and abrasion of teeth. Early diagnosis and initiation of relevant interceptive treatment are therefore important in maxillary hypoplasia and class-III malocclusion to achieve a satisfactory treatment outcome with the fewest possible invasive procedures and discomfort for the patient. In this review article, dentoalveolar and basal characteristics of maxillary hypoplasia and class III-malocclusion are discussed, as well as treatment options.

## LITTERATUR

1. Starch-Jensen T, Blæhr TL. Transverse expansion and stability after segmental Le Fort I osteotomy versus surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res* 2016;7:e1-13.
2. Marchetti C, Pironi M, Bianchi A et al. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: transverse stability over a 2-year period. *J Craniomaxillofac Surg* 2009;37:74-8.
3. Nørholt SE, Pedersen TK. Tidlig behandling af vækstafvigelser i maksillen – interceptive behandlingsmuligheder med kombination af ortopædi og kirurgi. *Tandlægebladet* 2018;122:402-9.
4. Tausche E, Luck O, Harzer W. Prevalence of malocclusions in the early mixed dentition and orthodontic treatment need. *Eur J Orthod* 2004;26:237-44.
5. Hardy D, Cubas Y, Orellana M. Prevalence of angle Class III malocclusion: a systemic review and meta-analysis. *Open J Epidemiol* 2012;2:75-82.
6. Phillips C, Medland WH, Fields Jr HW et al. Stability of surgical maxillary expansion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1992;7:139-46.
7. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1996;11:191-204.
8. Bailey L, Cevidanes LH, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:273-7.
9. Kim H, Cha KS. Evaluation of the stability of maxillary expansion using cone-beam computed tomography after segmental Le Fort I osteotomy in adult patients with skeletal Class III malocclusion. *Korean J Orthod* 2018;48:63-70.
10. Litton SF, Ackermann LV, Isaacson RJ et al. A genetic study of Class 3 malocclusion. *Am J Orthod* 1970;58:565-77.
11. Wolff G, Wienker TF, Sander H. On the genetics of mandibular prognathism: analysis of large European noble families. *J Med Genet* 1993;30:112-6.
12. Letra A, de Almeida ALPF, Kaizer R et al. Intraoral features of Apert's syndrome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:e38-41.
13. Botticelli S, Küseler A, Mølsted K et al. Palatal morphology in unilateral cleft lip and palate patients: Association with infant cleft dimensions and timing of hard palate repair. *Orthod Craniofac Res* 2019;22:270-80.
14. Enlow DH, Bang S. Growth and remodeling of the human maxilla. *Am J Orthod* 1965;51:446-64.
15. Bacetti T, Franchi L, McNamara Jr. JA Growth in untreated class III subjects. *Seminars in Orthodontics* 2007;13:130-42.
16. Staudt CB, Kiliaridis S. Different skeletal types underlying Class III malocclusion in a random population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:715-21.
17. Severt TR, Proffit WR. The prevalence of facial asymmetry in the dentofacial deformities population at the University of North Carolina. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1997;12:171-6.
18. Solow B. The dentoalveolar compensatory mechanism: background and clinical implications. *Br J Orthod* 1980;7:145-61.
19. Ngan P, Hu AM, Fields Jr. HW. Treatment of Class III problems begins with differential diagnosis of anterior crossbites. *Pediatr Dent* 1997;19:386-95.
20. Nerder PH, Bakke M, Solow B. The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. *Eur J Orthod* 1999;21:155-66.
21. SUNDHEDSSTYRELSEN. Regler for Ortodontivisitation og Ortodontiindikationer. 2004. Er der en internetadresse?
22. Watkinson S, Harrison JE, Furness S et al. Orthodontic treatment for prominent lower front teeth (Class III malocclusion) in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;30:CD003451.
23. Petré S, Bjerklin K, Bondemark L. Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:73-81.
24. McNamara Jr. JA, Bacetti T, Franchi L et al. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod* 2003;73:344-53.
25. Toffol LD, Pavoni C, Bacetti T et al. Orthopedic treatment outcomes in Class III malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod* 2008;78:561-73.
26. Mandall N, Cousley R, DiBiase A et al. Early class III protraction facemask treatment reduces the need for orthognathic surgery: a multi-centre, two-arm parallel randomized, controlled trial. *J Orthod* 2016;43:164-75.
27. Franchi L, Bacetti T, McNamara Jr. JA. Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:555-68.
28. Sar C, Arman-Özçirpici A, Uçkan S et al. Comparative evaluation of maxillary protraction with or without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:636-49.
29. Cha BK, Choi DS, Ngan P et al., Maxillary protraction with miniplates providing skeletal anchorage in a growing Class III patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:99-112.
30. Nguyen T, Cevidanes L, Cornelis MA et al. Three-dimensional assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:790-8.
31. Cevidanes L, Bacetti T, Franchi L et al. Comparison of two protocols for maxillary protraction: bone anchors versus face mask with rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2010;80:799-806.
32. De Clerck H, Cevidanes L, Bacetti T. Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:577-81.
33. Vaughn GA, Mason B, Moon HB et al. The effects of maxillary protraction therapy with or without rapid palatal expansion: a prospective, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:299-309.
34. Foersch M, Jacobs C, Wriedt S et al. Effectiveness of maxillary protraction using facemask with or without maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2015;19:1181-92.
35. Liou EJW, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42:121-7.
36. Masucci C, Franchi L, Giuntini V et al. Short-term effects of a modified Alt-RAMEC protocol for early treatment of Class III malocclusion: a controlled study. *Orthod Craniofac Res* 2014;17:259-69.
37. Petré S, Bondemark L. Correction of unilateral posterior crossbite in the mixed dentition: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:790.e7-13.
38. Agostino P, Ugolini A, Signori A et al. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;8:CD000979
39. Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR et al. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:331-9.
40. Brunetto DP, Sant'Anna EF, Machado AW et al. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J Orthod* 2017;22:110-25.
41. Blæhr TL, Mommaerts MY, Kjellerup AD et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion with bone-borne versus tooth-borne distraction appliances—a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:492-501.
42. Khosravi M, Ugolini A, Miresmaeili A et al. Tooth-borne versus bone-borne rapid maxillary expansion for transverse maxillary deficiency: A systematic review. *Int Orthod* 2019;17:425-36.
43. Verstraaten J, Kuijpers-Jagtman AM, Mommaerts MY et al. A systematic review of the effects of bone-borne surgical assisted rapid maxillary expansion. *J Cranio-maxillofac Surg* 2010;38:166-74.
44. Hamed-Sangsari A, Chinipardaz Z, Carrasco L. Following surgically assisted rapid palatal expansion, do tooth-borne or bone-borne appliances provide more skeletal expansion and dental expansion? *J Oral Maxillofac Surg* 2017;75:2211-22.
45. Koudstaal MJ, Wolvius EB, Schulten AJ et al. Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion; a prospective randomized patient trial. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:308-15.



46. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:290-302.
47. Jensen T, Johannesen LH, Rodrigo-Domingo M. Periodontal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME). *Oral Maxillofac Surg* 2015;19:381-6.
48. Verquin M, Daems L, Politis C. Short-term complications after surgically assisted rapid palatal expansion: a retrospective cohort study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017;46:303-8.
49. Pereira MD, Koga AF, Prado GPR et al. Complications from surgically assisted rapid maxillary expansion with HAAS and HYRAX expanders. *J Craniofac Surg* 2018;29:275-8.
50. Carvalho PHA, Moura LB, Trento GS et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a systematic review of complications. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020;49:325-32.
51. Smeets M, Da Costa Senior O, Eman S et al. A retrospective analysis of the complication rate after SARPE in 111 cases, and its relationship to patient age at surgery. *J Craniofac Surg* 2020;48:467-71.
52. Landes CA, Laudemann K, Schübel F et al. Comparison of tooth- and bone-borne devices in surgically assisted rapid maxillary expansion by three-dimensional computed tomography monitoring: transverse dental and skeletal maxillary expansion, segmental inclination, dental tipping, and vestibular bone resorption. *J Craniofac Surg* 2009;20:1132-41.
53. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1999;37:268-72.
54. Hamed Sangsari A, Sadr-Eshk-evari P, Al-Dam A et al. Surgically assisted rapid palatomaxillary expansion with or without pterygomaxillary disjunction: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 2016;74:338-48.
55. Kilic E, Kilic B, Kurt G et al. Effects of surgically assisted rapid palatal expansion with and without pterygomaxillary disjunction on dental and skeletal structures: a retrospective review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;115:167-74.
56. Kayalar E, Schauseil M, Hellak A et al. Nasal soft- and hard-tissue changes following tooth-borne and hybrid surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *J Cranio-maxillofac Surg* 2019;47:1190-7.
57. Baranto H, Weiner CK, Burt IA et al. Satisfactory outcomes after orthognathic surgery with surgically assisted rapid maxillary expansion using a hybrid device. *J Oral Sci* 2020;62:107-11.
58. Laino L, Troiano G, Dioguardi M et al. Patient discomfort during and after surgically assisted rapid maxillary expansion under local anaesthesia. *J Craniofac Surg* 2016;27:772-5.
59. Andersen K, Svenstrup M, Nørholt SE et al. Avancering af maksillen ved brug af osseodistraktion. *Tandlægebladet* 2010;114:550-5.

*Patienten, som er afbildet på Fig. 2B, har givet tilladelse til, at billedet publiceres i denne artikel i Tandlægebladet.*