

# Ortopædiske behandlingsprincipper i ortodontien

## En oversigt

**Harry Fjellvang**

Der er gennem årene sket en stor udvikling inden for de ortodontiske funktionelle apparaturtyper og deres anvendelsesområde. Det har givet os bedre muligheder for ved ortodontisk behandling at gribe ind ved uheldig udvikling af kæbernes indbyrdes relationer, og for at afhjælpe følgerne af en sådan udvikling. Funktionelt apparatur findes i utallige udformninger og varianter baseret på overvejelser vedr. deres påståede virkningsmekanisme eller effekt. I artiklen gennemgås principperne for kæbeortopædisk behandling af sagittale og vertikale okklusionsafvigelser, og der gives en historisk gennemgang af de herskende opfattelser af virkningsmekanismen for de forskellige apparaturtyper. Effekten på kæber, tænder og tænder diskuteres, og der redegøres for forankringsmæssige overvejelser i forbindelse med den detaljerede udformning af de enkelte apparaturer, alt afhængig af diagnose og vækstmønster.

I medicinen betegner ortopædi den del af faget der beskæftiger sig med medfødte eller erhvervede legemlige fejl, især i bevægelsesorganerne. Behandlinger foregår vha. støttemidler, operation eller oplæring. Inden for odontologien betegner ortopædi eller kæbeortopædi behandling af afvigelser i kæbernes indbyrdes position eller størrelse hos patienter i vækst. Når der foreligger en sådan afvigelse, ses ofte, navnlig ved store afvigelser, samtidig en malokklusion, og den ideelle løsning består i at korrigere denne ved at påvirke kæbernes vækst således at det skelettale problem, og dermed også ofte malokklusionen, forsvinder efterhånden som barnet vokser. Kan kæbeortopædisk behandling ikke gennemføres, er behandlingsalternativerne enten at tilpasse tændernes stilling til kæbernes afvigende stilling vha. tandforskydning, dvs. en dentoalveolær kompensation, så patienten får en god okklusion på trods af en fortsat skelettal afvigelse, eller kirurgisk-ortodontisk behandling med reposition af kæberne.

De kæbeortopædiske behandlingstyper afhænger naturligvis af kæbernes indbyrdes stilling, dvs. kæberelationerne. Man skelner mellem afvigelser i den sagittale, vertikale og transversale kæberelation. Denne opdeling er dog især foretaget af oversigtsmæssige grunde. Eksempelvis influerer ansigtets vertikale udvikling på den sagittale udvikling således at nedadrotation af underkæben samtidig svinger hagen bagud i ansigtet og dermed forøger den sagittale kæberelation, mens opadrotation af underkæben har den modsatte effekt. Endvidere influerer ansigtets sagittale udvikling på den transversale kæberelation således at forøgelse af den sagittale kæberelation forøger den transversale kæberelation og dermed disponerer for saksbid, mens en formindskelse af den sagittale kæberelation har den modsatte effekt.

Afvigelser i kæberelationerne er naturlige variationer i ansigtudviklingen, og normalt skal tænder og alveolarprocesser kunne kompensere for dette ved at ændre hældning under eruptionsprocessen. Ved større afvigelser i kæberelationerne kan en effektiv kompensation dog forårsage at der udvikles trangstilling. Opretholdelse af okklusionen sker således i en vis forstand på bekostning af pladsforholdene. Ved de ekstreme afvigelser i kæberelationerne kan tilstrækkelig kompensation dog ikke opnås, hvorfor der næsten altid ses alvorlige tandstillingsfejl. Desuden medfører ekstrem afvigelse i kæberelationerne ofte at patienten får gener af udseendet, fx som følge af en stærkt vigende eller en kraftigt protruderende hage. I det følgende gives en oversigt over principperne for behandling af afvigelser i den sagittale og vertikale kæberelation.

### **Behandling af horisontalt overbid**

Hos patienter med stor sagittal kæberelation, dvs. hvor un-

derkæbens basis ligger langt bag overkæbens basis, ses ofte ekstremt overbid med distal molarokklusion. Her er mulighederne for ortodontisk korrektion af afvigelsen gode hvis der gribes ind på et tidligt tidspunkt og med et apparatur der kan udnytte ansigtets vækst.

Ansigtets normale vækstmønster er karakteriseret ved en fremad- og nedadvækst af såvel over- som underkæben. Underkæbens fremadvækst er noget større end overkæbens. Barnets konvekse profil ændres til den voksnes lige profil pga. denne større vækst af underkæben. Ved behandling af patienter med overbid forårsaget af stor sagittal kæberelation – et såkaldt skelettalt betinget overbid – ønsker man at øge underkæbens fremadvækst og mindske overkæbens fremadvækst for herved at opnå en optimal relation mellem kæbebaserne. Gruppen af apparaturer til at forøge eller fremkalde en sådan kæbeforskydning kaldes funktionelt kæbeortopædisk apparatur, idet apparaturernes virkning baserer sig på at påvirke kæbevæksten gennem en udnyttelse af ansigts- og kæbemuskulernes funktion.

#### *Virkningsmekanismer og konstruktion af funktionelle apparaturer*

Der har i tidens løb været stor uenighed om udformningen og virkningsmekanismen ved disse apparaturer. I princippet indebærer de alle at apparaturet tvinger eller styrer underkæben til at fungere i en fremskudt position. Underkæbens nye position vil så efter en periode stabiliseres i takt med tilvæksten i kæbeledet. Der findes en omfattende teoretisk og eksperimentel litteratur om hvorvidt og i hvilket omfang funktionelle apparaturer kan påvirke kæbernes vækst. Interesserede henvises til oversigtsarbejder af *Aelbers & Dermaut* og *Dermaut & Aelbers* (1, 2). I det følgende skal refereres til hovedlinjerne i den løbende diskussion.

#### *Aktivatorer konstrueret inden for hvileafstanden*

To hovedretninger har været fremherskende mhp. forklaring af virkningsmekanismen. *Andresen & Häupl* (3) gjorde rede for virkningsmekanismen for Andresen aktivatoren, som *Andresen* (4-6) allerede i lang tid havde anvendt i formodning om en gunstig indflydelse af en forbedret funktion på kæbernes form, størrelse og position. Aktivatoren var beregnet til at fungere inden for underkæbens hvileafstand. Konstruktionsbiddets højde oversteg derfor sjældent 2-3 mm. Man hævdede at aktivatoren bevirkede at aktivitetsniveauet for underkæbens protraktorer forøgedes, mens retraktorerne afslappedes. Aktivatoren der ikke var retineret, men lå løst i mundhulen, kom således ved intermitterende sammenbid i kontakt med det omgivende væv. Man mente at det ændrede aktivitetsmønster medførte en forandring af de skelettale strukturer efterhånden som de tilpassedes de nye funktionelle

belastninger. Dette betegnes af *Graber & Neuman* (7) som den myodynamiske effekt. At de funktionelle apparaturer virkede bedst når de konstrueredes til at fungere inden for eller tæt på underkæbens hvileafstand er andre forfattere enige i (8-12). Aktivatoren baseret på den myodynamiske effekt blev i øvrigt udviklet i talrige varianter (13-17). Da aktivatoren imidlertid var beregnet til overvejende brug om natten, hvor musklernes aktivitet normalt er stærkt nedsat, samtidig med at det viste sig at aktivatoren undertiden ikke havde den ønskede effekt, blev det nødvendigt at anvende aktivatoren også om dagen eller en stor del af denne. Denne fremgangsmåde støttedes gennem undersøgelse af *Ahlgren* (18), som fandt at kun ved dagbrug kunne der konstateres en stimulation af mandiblens protraktorer og hæmning af retraktorerne. Dette skete i forbindelse med et øget antal synkebevægelser om dagen hvor de fleste patienter desuden havde en forøget muskeltonus. Om natten derimod kunne ingen funktionel stimulation registreres. Fig. 1A viser en Andresen aktivator. Den er dog modificeret, idet facialslyngen er udformet til at gå højt op i sulcus for vha. et proprioceptivt input at holde aktivatoren i korrekt position. Bemærk at der ikke er retentionselementer. Den viste stræber vil lokalt påvirke molaren i distal retning. Bemærk endvidere udslibningsfurerne i siden til påvirkning af underkæbemolarernes eruptionsretning.

#### *Aktivatorer konstrueret uden for hvileafstanden*

Andre forfattere (19-21) hævdede at aktivatorens virkning ikke skyldtes musklernes funktion, men var forårsaget af en reflektorisk forøgelse af musklernes tonus i kombination med den kraftudvikling der opstår ved strækning af en ustimuleret muskel. Denne effekt skyldes viskoelastiske egenskaber i selve musklen, dens fascier og ligamenter. Det var den kombinerede kraft som indvirkede på de tandbærende strukturer. Denne af *Graber & Neumann* kaldte myotoniske effekt kunne yderligere forøges ved at immobilisere aktivatoren. Dette opnåedes af *Herren* (20) vha. klammer på overkæbens side-tænder og forlængelse af sideflangernes akryl. Til yderligere forstærkning af denne effekt anvendte han det maksimale frembid patienten kunne tolerere, ofte helt op til 10 mm. Den viskoelastiske effekt udnyttedes yderligere af *Woodside* og medarbejdere (22, 23) gennem en udformning af aktivatoren hvor man forsynede den med et konstruktionsbid betydeligt højere end hvileafstanden. Forfatterne anbefaler konstruktionsbid med en højde på op til 15 mm. Det forøgede konstruktionsbid bevirkede endvidere at apparaturet lettere blev fastholdt i munden om natten. Virkningsmekanismen ansås for helt forskellig fra den myodynamiske effekt, idet man mente at mandiblens retraktorer øger deres aktivitetsniveau i

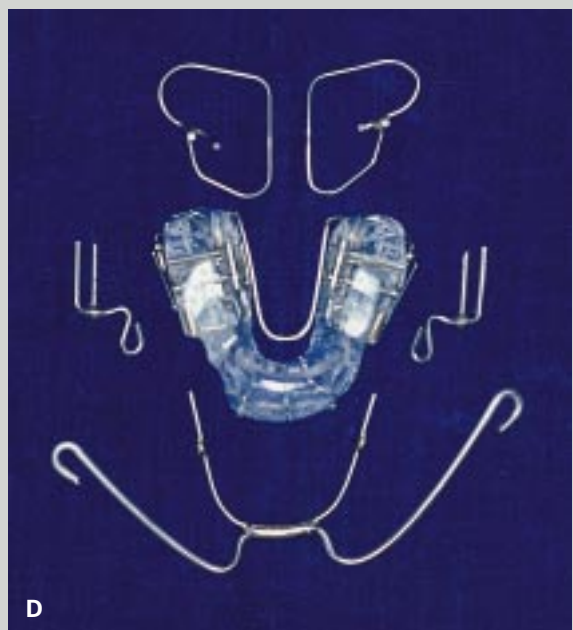
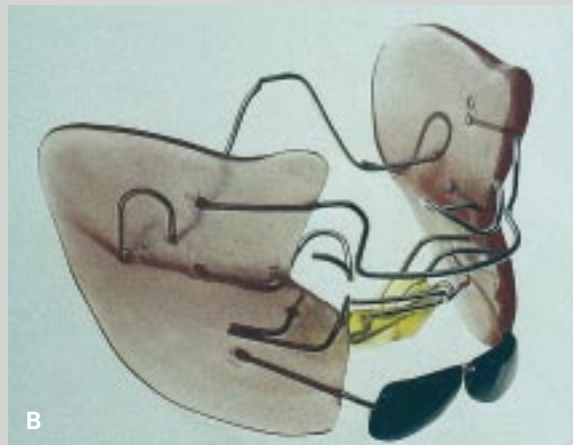


Fig. 1. A: Andresen aktivator med konstruktionsbid inden for frivejsemellemrummet. B: Fränkel apparatur til korrektion af skelettalt betinget horisontalt overbid, en såkaldt FR2. C: Teuscher aktivator (modificeret). D: Bass apparatur. E: Herbst apparatur. De to tandbuer er forbundet med et teleskopsystem der bestemmer underkæbens position. Øget forankring kan opnås ved at påsætte fast apparatur på incisiverne for at modvirke kipning af disse.

Fig. 1. A: Andresen activator with construction bite within the freeway space. B: Fränkel appliance for correction of a skeletal horizontal overjet, a so-called FR2. C: Modified Teuscher activator. D: Bass appliance. E: Herbst appliance. The two dental arches are linked by a telescopic system that determines the position of the mandible. Increased anchorage can be obtained by a fixed appliance on the incisors to counteract their tilting.

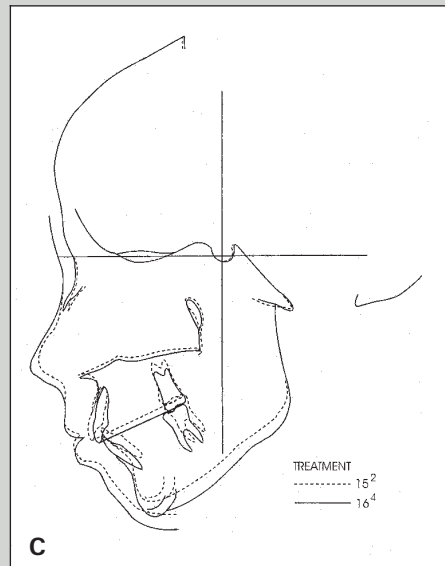


Fig. 2. A: Patient med tidligere distal okklusion og horisontalt overbid behandlet til perfekt okklusion. B: Profiloptagelse efter behandling. Bemærk den vigende hage. C: Vækst- og behandlingsanalyse viser ekstrusion af molarerne og nedad-bagudklipping af incisiverne.

Fig. 2. A: Patient with distal occlusion and horizontal overjet treated to obtain perfect occlusion. B: Note the receding chin after treatment (left). C: Growth and treatment analysis show extrusion of the molars and downwards-backwards tilting of the incisors.

forsøg på at føre denne bagud, mens mandiblens protractorer afslappes pga. inhibitorisk effekt fra proprioceptorerne. Denne opfattelse fremføres ligeledes af andre forfattere (24-27).

#### Effekten af apparaturerne

Ofte har de funktionelle apparaturer en udmærket effekt, men undertiden virker de ikke tilfredsstillende. Årsagerne hertil kan være mange, fx ugunstigt vækstmønster med forøgelse af den sagittale kæberelation, ringe vækstintensitet, dårlig pasform, manglende Kooperation osv. En anden væsentlig årsag, der ofte undervurderes eller overses, men som allerede tidligt blev påpeget af Björk (28, 29), er at når apparaturet fører underkæben frem, påvirkes også tandbuerne. Dette medfører i underkæben fremadforskydning, og i overkæben bagudforskydning af tandbuerne i forhold til kæbebaserne, og denne forskydning sker ofte så hurtigt at man slet ikke får udnyttet muligheden for en fremadvækst af underkæben. I visse tilfælde kan man endda risikere at forværre patientens profil, fx fordi underkæben roteres bagud pga. uønsket ekstrusion af molarer, eller fordi overkæbeincisiver-

ne bagudkippes og ekstruderes, hvorved man risikerer øget gingivaekspansion. Fig. 2 viser en patient der er behandlet til en perfekt okklusion. Ansigtsofoto af patienten viser at hagen stadig er vigende efter behandlingen. Vækst og behandlingsanalysen viser at molarerne er ekstruderede og overkæbeincisiverne kippede nedadbagud. Begge dele vanskeliggør den ønskede fremadvækst af underkæben.

#### Forankringsproblematik ved funktionelt apparatur

Fränkel (11), der ligeledes var klar over at for hurtige tandforskydninger kunne forhindre en harmonisk ansigtsudvikling, konstruerede et apparatur med den mindst mulige kontakt på tænder og tandbærende væv (Fig. 1B). Principielt er der tale om mundskjolde i vestibulum oris og en akryldel i underkæbens incisivregion, lingualt for processus alveolaris, forbundet med hinanden vha. ståltråd. Underkæbens akryldel aktiveres ikke mere end højst 2 mm ad gangen for at apparaturet stadig kan føles komfortabelt for patienten. Fremføringen kan reaktiveres. Oprindeligt blev konstruktionsbidet taget i kant-til-kant-stilling, men da det viste sig at der allige-

## Ortopædiske behandlingsprincipper

vel kunne opstå apparaturforårsagede tandforskydninger, blev det senere af *Falck & Fränkel* (30) modificeret til gradvis fremføring af underkæben for herved at undgå disse. På trods af meget gode resultater med apparaturet har det ikke fået den store udbredelse blandt ortodontister da apparaturet kræver brug hele døgnet, og ofte meget lange behandlingstider.

Uønskede tandforskydninger ved aktivatorbehandling kan formindskes ved forskellige fjedre på overkæbens incisiver (torquefjedre, Fig. 1 C,D og 3 A-C) og ved akryl-overdækninger af både over- og underkæbeincisiver. Desuden kan man kombinere de funktionelle apparaturer med en såkaldt ekstraoral forankring, indtil man har udnyttet underkæbens vækspotentiale. Sådanne kombinationsapparaturer udvikledes af *Pfeiffer & Grobety* (31-33), *Teuscher* (34), *Stöckli & Teuscher* (35), *Bass* (36-38) m.fl. Fig. 1 C viser en *Teuscher* aktivator i modificeret udgave. Aktivatoren er konstrueret til at fungere inden for frivejsmelletrummet. Ved store horisontale overbid konstrueres frembidet i flere tempi. Bemærk den karakteristiske udformning af torquefjedrene på overkæbens incisiver.

Det af *Bass* udviklede kombinationsapparat består af en

skinne forsynet med en forskydelig underdel til trinvis fremadføring af underkæben. Der benyttes en meget ringe bidåbning, så apparaturet virker inden for frivejsmelletrummet. På Fig. 1 D ses et *Bass* apparatur adskilt. Skinnen er delt og sammenholdt af kraftig ståltråd der tillader transversal ekspansion for at undgå krydsbid når underkæben vokser frem. Ansigtbuen er beregnet til påhæftelse af *highpull headgear*. Der anvendes kræfter på mellem 1000 og 2000 g i hver side for at hæmme maksillens vækst og kontrollere overkæbedentitionens vertikale eruption. Den delte linguale barre udløser en afværgerefleks der holder underkæben i en protruderet position. I takt med underkæbens fremadvækst kan lingualbarrerne aktiveres fremad i 2 mm trin vha. et springlås-system, og således opretholde et forøget aktivitetsniveau for underkæbens protractorer. Et bukkalt skjold i hver side a.m. *Fränkel* stimulerer overkæbedentitionens transversale udvikling ved at hindre kindernes tryk på tandbuen. Undertiden monteres også et skjold labialt i underkæbens incisivregion for at mindske underlæbens tryk på incisiverne.

Apparaturet er forsynet med anteriore torquefjedre der forhindrer bagudkipning af overkæbens incisiver samt en »træningsvulst«. Patienten instrueres i at bide sammen foran

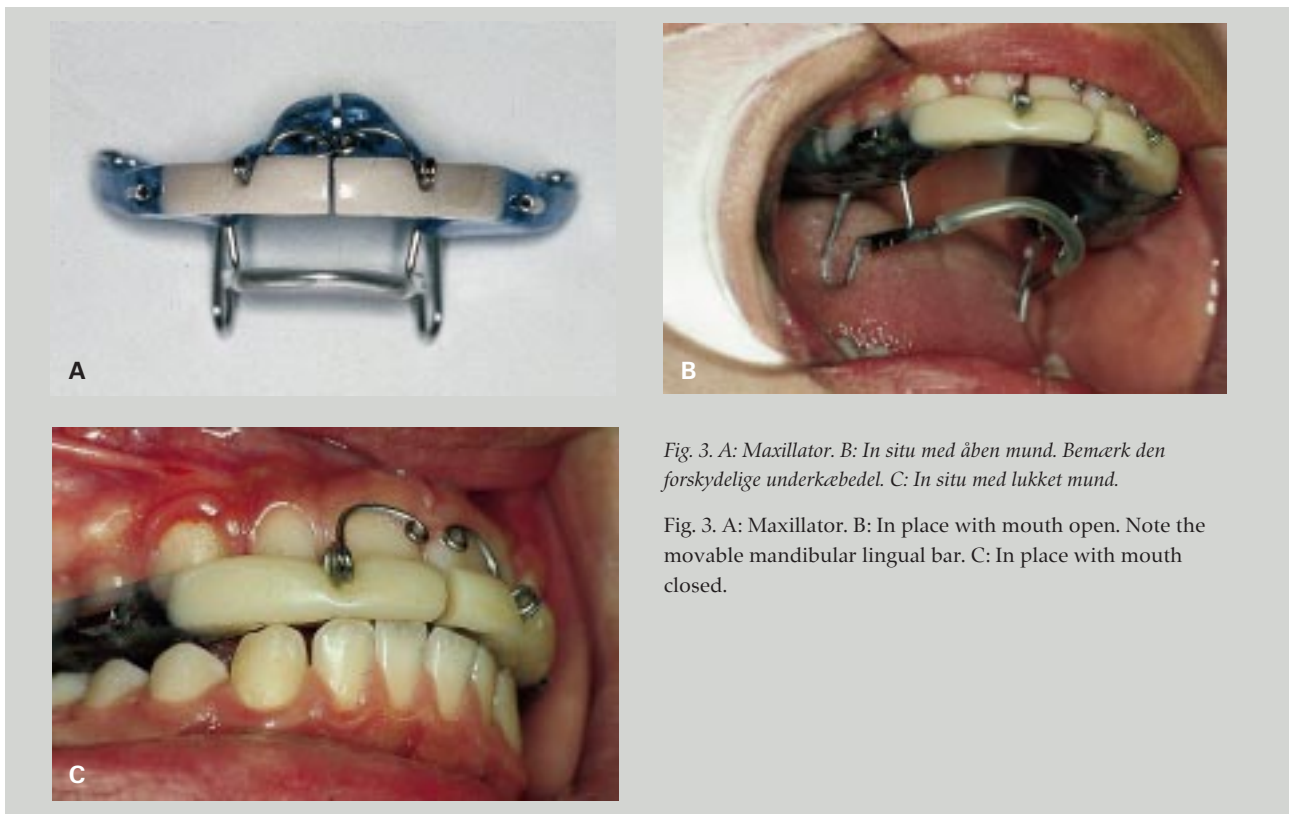


Fig. 3. A: Maxillator. B: In situ med åben mund. Bemærk den forskydelige underkæbedel. C: In situ med lukket mund.

Fig. 3. A: Maxillator. B: In place with mouth open. Note the movable mandibular lingual bar. C: In place with mouth closed.

denne. Herved føres underkæben ca. 3 mm frem i forhold til normal interkuspitation, således at styrken i mandiblens protractorer gradvist opbygges. Dette kræver normalt 2-3 ugers brug af skinne alene. Herefter kan sideskjolde, ansigtsbue og linguale barrier monteres.

En variant af dette apparatur, maxillatoren, udviklet af Rank, har den forskydelige underdel helt i stål, og der er ingen apparaturdele i vestibulum. Maxillatoren (Fig. 3A-C) er modificeret i forhold til Bass apparaturet ved principielt at være opbygget som en refleksfrigørende bidskinne, forsynet med skrue til transversal ekspansion således at overkæben kan ekspanderes i takt med underkæbens fremadvækst. Skinnen indslibes eller der pålægges acryl efter behov i takt med underkæbens fremvækst. Antallet af permanente tænder bestemmer størrelsen af den ekstraorale kraft; der anvendes ca. 50 g per tand per side. Underdelen er i modsætning til Bass apparaturet i ét stykke og bagtil forsynet med *loops*, der forhindrer bagudføring af underkæben og dermed parafunktion, der ville kunne medføre uhensigtsmæssige tandforskydninger. Fig. 4 viser en patient med et ekstremt horisontalt maksillært overbid behandlet med en maxillator. Bemærk den forbedrede ansigtsprofil efter normalisering af okklusionen. Vækst- og behandlingsanalysen viser at underkæbens vækstretning er ændret i mere sagittal retning under behandlingen. Læg endvidere mærke til at uønsket ekstrusion af overkæbemolarerne og bagudkipning af overkæbeincisiverne er undgået, idet overkæbemolarernes eruption er reduceret pga. det ekstraorale træk, og overkæbeincisivernes hældning er uændret pga. torquefjederen. Desuden er der med dette aftagelige apparatur opnået en intrusion af overkæbeincisiverne.

#### *Fastcementeret funktionelt apparatur*

Pancherz (39), Wieslander (40) og Paulsen *et al.* (41) har ved behandling af skelettalt betinget horisontalt overbid vha. Herbst apparaturet (Fig. 1 E) foruden dentoalveolære påvirkninger kunnet påvise øget mandibulær vækst. Herbst apparaturet (42), der er eneste fastcementerede funktionelle apparatur, holder mandiblen permanent fremme, men tillader en vis sideforskydning og vertikalbevægelse. Dette kan være en af årsagerne til de ofte meget korte behandlingstider der kan opnås med dette apparatur, der ofte også anvendes hos patienter med kooperationsproblemer.

#### **Behandling af mandibulært overbid**

Ved den negative sagittale kæberelation ser vi ofte mandibulært overbid med mesial molarokklusion. Her må der træffes valg mellem konventionel ortodontisk behandling og kirurgisk-ortodontisk behandling. Ved konventionel ortodontisk

behandling går behandlingsprincippet ud på at hjælpe naturen ved at kompensere for kæbernes afvigende indbyrdes position. Dvs. man tilstræber at opretholde en incisal overlappning ved fremadkipning af overkæbens inciser og bagudkipning af incisiverne i underkæben, fx med et aftageligt apparatur i overkæben, eller en aktivator med fjedre til facialkipning af overkæbeincisiverne og retraktionsfacialslynge til påvirkning af underkæbeincisiverne. Endvidere kan der i den tidlige barnealder forsøges stimulation af overkæbens fremadvækst, fx med plader i overkæbe og underkæbe med kl. III elastiktræk, eller fremadrettet ekstraoralt træk ved hjælp af en såkaldt *facial mask*.

En hæmning af underkæbens fremadvækst ser ikke ud til at være mulig, men man kan ændre væksten i mere nedadgående retning med en hagekappe eller med en aktivator hvor konstruktionsbiddet er taget med mandiblen i retruderet kontaktposition. Herved overføres kræfter til tænder og tandbuer der kipper overkæbens tænder fremad og underkæbens tænder bagud. Der foretages ofte udslibning i akrylen der tillader overkæbens molarer at eruptere og vandre mesialt, mens underkæbens molarer holdes på plads. Vækststimulation af overkæben er ikke påvist ved denne apparaturtype. Derfor foretages behandling af mandibulært overbid ofte med den mere enkelt udformede plade med retraktorslynge. Ofte vil ansigtsskelettet efter behandling dog stadig være domineret af en prognat underkæbe. Hvis patienten anser dette for et væsentligt problem, er en kirurgisk-ortodontisk behandling derfor ofte en bedre løsning.

#### **Behandling af åbent bid**

Når den vertikale kæberelation er stærkt forøget, finder vi ofte det basalt betingede åbne bid. Dette kan være forårsaget af vækstforstyrrelser med nedsat vækst i kondylen, eller det kan skyldes, som påvist af Solow og medarbejdere (43, 44), funktionelle faktorer i form af ekstremt stor kranio-cervical vinkel forårsaget af nasofaryngeal luftvejsobstruktion. Her ses ligeledes ofte forøgelse af molarernes eruption. Mange sådanne patienter har en kort ramus mandibulae og stor forskel i anterior og posterior ansigtshøjde. Behandlingsprincippet går ud på at påvirke den videre vækst således at underkæben vil rotere anteriort. Dette kan gøres ved at fastholde maksillens vertikale position og hindre eruption af molarerne. Hertil kan benyttes et vertikalt ekstraoralt træk (*high pull*), eller evt. som påvist af Woodside (45) et funktionelt apparatur med bidvolde i molarregionen, som vil hindre overkæbens og underkæbens molarer i at eruptere. Hvis det er ønskeligt, tillades fortændernes eruption ved bortslibning af akryl. De laterale bidvolde, hvis højde skal være større end hviletilstanden, har til formål at hæmme alveolarprocessens

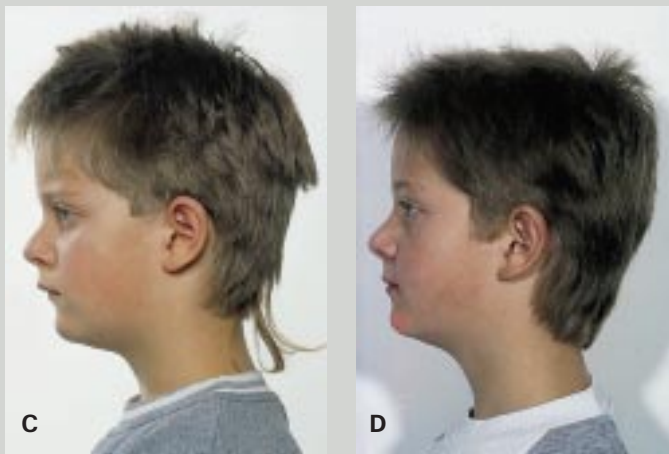
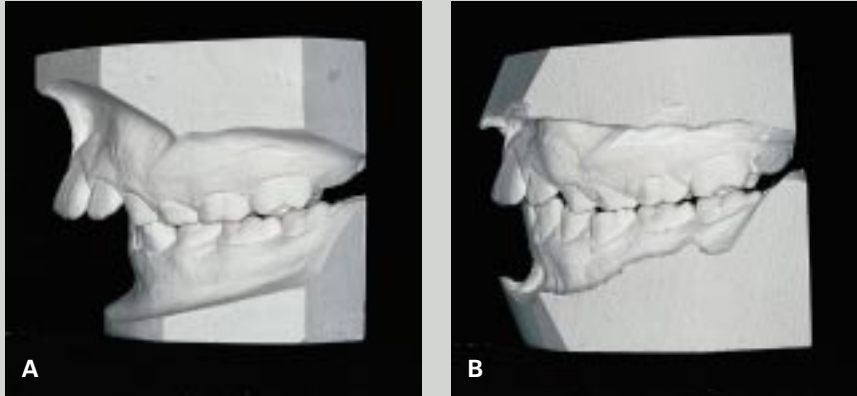
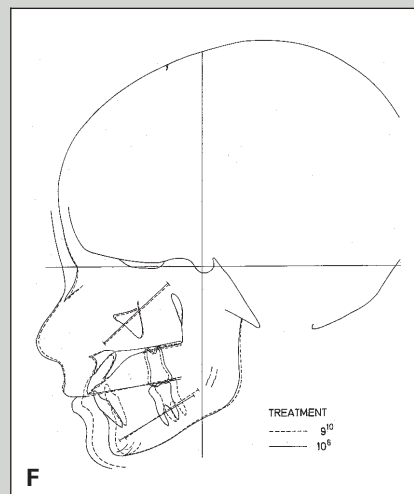
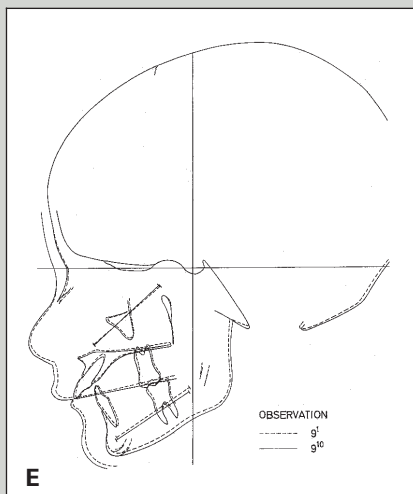


Fig. 4. Skelettalt betinget ekstremt horisontalt overbid i blandings-tandsættet før (A) og efter (B) behandling med maxillator. På ansigtsfoto før (C) og efter (D) behandling bemærkes den forbedrede profil. Vækstanalysen (E) viser at underkæben i observationsperioden voksede nedad og fremad. Behandlingsanalysen (F) viser at underkæben i behandlingsperioden voksede overvejende fremad. Bemærk den ringe vertikale eruption af overkæbemolarene og intrusionen af overkæbeincisiverne.

Fig. 4. Skeletal extreme horizontal overjet in the mixed dentition (A) treated with a so-called »maxillator« (B). On the facial photographs before (C) and after (D) treatment note the improved profile. The growth analysis (E) shows that the mandible grew downwards and forwards during the observation period. The treatment analysis (F) shows that the mandible grew mainly forwards during the treatment period. Note only slight vertical eruption of the upper molars and the intrusion of the upper incisors.



højdeudvikling. Denne kan også hæmmes ved at indlejre frastødende magneter i det funktionelle apparatur som vist af andre forfattere (46-48).

Retention efter behandling af basalt betinget åbent bid er vanskelig da det ugunstige vækstmønster ofte vender tilbage når apparaturet og dermed den vertikale kontrol forsvinder. Dette kan skyldes at årsagen til den forøgede vertikale kæberelation ikke er elimineret. Retentionsproblemerne indebærer endvidere at patienten ved evt. efterfølgende behandling med fast apparatur skal forsynes med en bidskinne til kontrol af den vertikale udvikling, da fast apparatur ikke i tilstrækkeligt omfang er i stand til at hæmme eruptionen af molarer.

### Behandling af dybt bid

Ved formindsket vertikal kæberelation ses ofte dybt bid. Den reducerede anteriore ansigtshøjde er ofte ledsaget af protruderende læber hvis position ville have været normal hvis den anteriore ansigtshøjde havde været normal. Behandlingsprincippet går her ud på at forøge den anteriore ansigtshøjde ved at forøge eruptionen i siderne og dermed påvirke mandiblen til at rotere posteriort.

Den øgede eruption kan tilvejebringes med ekstraoralt nakketræk på overkæbens molarer eller med funktionelt apparatur. Ved den inducerede posteriore rotation af underkæben skal man dog være opmærksom på at der ikke må skabes en vigende hage. Sammenlign med Fig. 2, der tydeligt viser en vigende hage på trods af en okklusionsmæssigt vellykket behandling.

Eftersom mange af patienterne foruden det dybe bid har en distal okklusion, og denne lettere korrigeres hvis molareruptionen sker i underkæben frem for i overkæben, er funktionelt apparatur at foretrække. Dette kan nemlig udformes således at en mesial eruption af underkæbens molarer kan opnås, samtidig med at overkæbemolarernes eruption hæmmes.

### English summary

*Principles of orthopedic treatment in orthodontics. A survey*

An account is given of the principles governing the orthodontic treatment of malocclusions caused by deviations in sagittal and vertical jaw relations. The prevailing views of the working mechanism of various functional appliances are presented in an historical perspective. Skeletal and dentoalveolar effects in relation to diagnosis and growth pattern of the various appliances are discussed, as well as anchorage problems as they affect the detailed design of the individual appliances.

### Litteratur

1. Aelbers CMF, Dermaut L R. Orthopedics in orthodontics: Part I. Fiction or reality – a review of the literature. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996; 110: 513-9.
2. Dermaut LR, Aelbers CMF. Orthopedics in orthodontics: Part II. Fiction or reality – a review of the literature. Am J Orthod Dentofac Orthop 1996; 110: 667-71.
3. Andresen V, Häupl K. Funktionskieferorthopädie. Die Grundlagen des »Norwegischen Systems«. 2. Ausg. Leipzig: H. Meusser; 1939.
4. Andresen V. Beitrag zur Retention. Z Zahnärztl Orthop 1910; 3: 121.
5. Andresen V. Bio-mekanisk ortodonti. Et ortodontisk system for privatpraksis og skoletannklinikker. Nor Tannlegefor Tid 1931; 41: 131-8, 442-8.
6. Andresen V. Biomekanisk ortodonti. Et ortodontisk system for privatpraksis og skoletannklinikker. Nor Tannlegefor Tid 1932; 42: 215-40.
7. Graber TM, Neuman B. Concepts of functional jaw orthopedics. In: Graber TM, Neumann B, editors. Removable orthodontic appliances. Philadelphia: Saunders; 1984. p. 85-101.
8. Grude R. Myofunctional therapy. A review of various cases some years after their treatment by the Norwegian system had been completed. Nor Tannlegefor Tid 1952; 62:1-7.
9. Eschler J. Die muskuläre Wirkungsweise des Andresen-Häupl'schen Apparates. Z Stomatol 1952; 49:79-105.
10. Eschler J. Elektrophysiologische und pathologische Untersuchungen des Kausystems, IV. Mitteilung: Elektromyographische Untersuchungen über die Virksamkeit muskeltonussteigernder Medikamente bei Anwendung des Andresen-Häupl Apparates. Dtsch Zahnärztl Z 1955; 10: 1421.
11. Fränkel R. Biomechanical aspects of the form/function relationship in craniofacial morphogenesis; a clinician's approach. In: McNamara JA, Ribbens KA, Howe RP, editors. Clinical alteration of the growing face. Monograph 14. Craniofacial growth series. Ann Arbor: University of Michigan; 1983.
12. Fränkel R. Reiss W. Zur Problematik der Unterkieferentwicklung bei Distalbissfällen. Fortschr Kieferorthop 1970; 31: 345-55.
13. Bimler HP. Die elastischen Gebissformer. Zahnärztl Welt 1949; 19: 499-503.
14. Karwetzky R. Der U-Bügelaktivator nach Karwetzky. Quintessenz 1970; 21: 1-5.
15. Klammt G. Erfahrung mit dem offenen Aktivator. Fortschr Kieferorthop 1960; 21: 124-9.
16. Balters W. Kraftwirkung oder formgestaltende Reizsetzung? Zahnärztl Welt 1952; 20: 437-41.
17. Balters W. Reflexmechanismus und Funktionsablauf. Fortschr Kieferorthop 1955; 16: 325-7.
18. Ahlgren J. Early and late electromyographic response to treatment with activators. Am J Orthod 1978; 74: 88-93.
19. Selmer-Olsen R. En kritisk betraktning over »Det norske system«. Nor Tannlegefor Tid 1932; 47: 85-91, 134-42, 176-85.
20. Herren P. The activators mode of action. Am J Orthod 1959; 45: 512-27.



21. Harvold EP. Distalokklusjon, Behandlingsmetodik. Tandlægebladet 1946; 50: 146-55.
22. Woodside DG. Some effects of activator treatment on the mandible and the midface. Trans Eur Orthod Soc 1973; 443-7.
23. Woodside DG, Altuna G, Harvold EP, Herbert M, Metaxas A. Primate experiments in malocclusion and bone induction. Am J Orthod 1983; 83: 460-8.
24. Thompson JR. The rest position of the mandible and its significance to dental science. J Am Dent Assoc 1946; 33: 151-80.
25. Witt E. Investigations into orthodontic forces of different appliances. Trans Eur Orthod Soc 1966; 391-408.
26. Witt E, Komposch G. Intermaxilläre Kraftwirkung bimaxillärer Geräte. Fortschr Kieferorthop 1971; 32: 345.
27. Witt E, Meyer U. Indications for and working action of bimaxillary appliances. Trans Eur Orthod Soc 1972; 321-8.
28. Björk A. The principle of the Andresen method of orthodontic treatment, a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. Am J Orthod 1951; 37: 3-23.
29. Björk A. Principperne i Andresens metode ved ortodontisk behandling, en diskussion baseret på cephalometriske røntgenanalyser af behandlede tilfælde. Dens Sapiens 1953.
30. Falck F, Fränkel R. Clinical relevance of step-by-step mandibular advancement in the treatment of mandibular retrusion using the Fränkel appliance. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989; 96: 333-41.
31. Pfeiffer J-P, Grobény D. Simultaneous use of cervical appliance and activator: An orthopedic approach to fixed appliance therapy. Am J Orthod 1972; 61: 353-73.
32. Pfeiffer J-P, Grobény D. The class II malocclusion: Differential diagnosis and clinical application of activators, extraoral traction, and fixed appliances. Am J Orthod 1975; 68: 499-543.
33. Pfeiffer J-P, Grobény D. A philosophy of combined orthopedic-orthodontic treatment. Am J Orthod 1982; 81: 185-201.
34. Teuscher U. A growth-related concept for skeletal class II treatment. Am J Orthod 1978; 74: 258-75.
35. Stöckli PW, Teuscher U. Combined activator headgear orthopedics. In: Graber T M, editor. Current orthodontic concepts and techniques. Philadelphia: Saunders; 1985. p. 405-83.
36. Bass NM. Dento-facial orthopaedics in the correction of class II malocclusion. Br J Orthod 1982; 9: 3-31.
37. Bass NM. Bass orthopedic appliance system: Part I. Design and construction. J Clin Orthod 1987; 21: 254-65.
38. Bass NM. Bass orthopedic appliance system: Part II. Diagnosis and appliance prescription. J Clin Orthod 1987; 21: 312-20.
39. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to class II correction in activator treatment. Am J Orthod 1984; 85: 125-34.
40. Wieslander L. Intensive treatment of severe class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Am J Orthod Dentofac Orthop 1984; 86: 1-13.
41. Paulsen HU, Karle A, Bakke M, Herskind A. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in a case of Herbst treatment in late puberty. Eur J Orthod 1995; 17: 165-75.
42. Herbst E. Dreissigjährige Erfahrungen mit dem Retentions-Sharnier. Zahnärztl Rundschau 1934; 38: 1514-24.
43. Solow B. Upper airway obstruction and facial development. In: The biological mechanisms of tooth movement and craniofacial adaptation. Davidovitch Z, editor. Columbus, Ohio: The Ohio State University College of Dentistry; 1992. p. 571-9.
44. Solow B, Siersbæk-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. Am J Orthod 1984; 86: 214-23.
45. Woodside DG, Linder-Aronson S. Progressive increase in lower anterior face height and the use of posterior occlusal bite block in its management. In: Graber LW, editor. Orthodontics – State of the art, essence of the science. St. Louis: Mosby; 1986. p. 200-21.
46. Dellinger EL. A clinical assessment of the Active Vertical Corrector – A nonsurgical alternative for skeletal open bite treatment. Am J Orthod 1986; 89: 428-36.
47. Kaira V, Burstone CJ, Nanda R. Effects of a fixed magnetic appliance on the dentofacial complex. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989; 95: 467-78.
48. Woods MG, Nanda R. Intrusion of posterior teeth with magnets. Angle Orthodont 1988; 136-50.

### Forfatter

Harry Fjellvang, afdelingstandlæge, specialtandlæge i ortodonti, ph.d.

Afdeling for Ortodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet, og privatklinikken Hausergården, Hauser Plads 20, 1127 København K