

ABSTRACT

BAGGRUND - Ortodontisk kirurgi udgør den primære behandling af voksne patienter med asymmetrisk vækst i ansigtsskelettet, og den virtuelle kirurgiske planlægning har gennem det seneste årti revolutioneret planlægningen med bedre visualisering og har medført en større kirurgisk nøjagtighed i behandlingen.

I artiklen præsenteres en patient med vækstbettinget kæbeanomali i form af en hemimandibulær hyperplasi, og den diagnostiske udredning samt aspekterne i den virtuelle planlægning og kirurgiske behandling diskuteres.

PATIENTTILFÆLDE - 30-årig mand henvist fra egen tandlæge til Kæbekirurgisk afdeling, Sydvestjysk Sygehus Esbjerg, for ortodontisk-kirurgisk behandling. Klinisk og radiologisk undersøgelse viste hemimandibulær hyperplasi med asymmetri af underkæben og forøget højdevækst af højre side af ramus og corpus. Der blev foretaget virtuel kirurgisk planlægning. Den kirurgiske behandling inkluderede en kombineret maksil- og mandibel-osteotomi med hageplastik samt osteoplastik på basis af underkæben. Etårs kontrol viste et klinisk og radiologisk tilfredsstillende resultat med god harmoni og symmetri af ansigtet.

KONKLUSION - Virtuel kirurgisk planlægning udgør et afgørende element i den ortodontiske kirurgiske behandling af asymmetriske patienter og giver en unik mulighed for planlægning til symmetriske forhold. Herved opnås et bedre og mere forudsigeligt resultat i forhold til 2d-planlægning.

EMNEORD Orthognathic surgery | facial asymmetry | diagnostic imaging | computer-aided surgery | planning techniques



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
KRISTOFFER SCHWARTZ
kristoffer.schwartz@rsyd.dk

Virtuel planlægning ved ortodontisk-kirurgisk behandling af asymmetrier

KRISTOFFER SCHWARTZ, over tandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, Kæbekirurgisk Afdeling, Sydvestjysk Sygehus Esbjerg, Syddansk Universitetshospital

MICHAEL BOELSTOFT HOLTE, udviklingschef, lektor, civilingeniør, ph.d., 3D laboratoriet, Kæbekirurgisk Afdeling, Sydvestjysk Sygehus Esbjerg, Syddansk Universitetshospital

JANNE INGERSLEV, uddannelsesansvarlig over tandlæge, specialtandlæge i tand-, mund- og kæbekirurgi, Kæbekirurgisk Afdeling, Sydvestjysk Sygehus Esbjerg, Syddansk Universitetshospital

► Accepteret til publikation den 10. marts 2021

Tandlægebladet 2021;125:756-62

U DVIKLINGEN AF DET KRANIOFACIALE SKELET sker som følge af en kompleks proces, der involverer vækst ved knoglemodellering og interaktion mellem skeletkomponenter med det mål at opretholde en funktionel og strukturel balance gennem væksten (1). I forbindelse med væksten af ansigtsskelettet kan der opstå ubalance mellem forskellige knoglestrukturer, som derved fører til asymmetrisk vækst af ansigtet (1).

Ortodontisk kirurgi udgør den primære behandling af voksne patienter med asymmetrisk vækst af ansigtsskelettet (2). Behandlingen af asymmetrier er kompleks og kræver omhyggelig planlægning (2). Selvom de kirurgiske teknikker i den ortodontiske kirurgi gennem de seneste 50 år har gennemgået en stor udvikling, har de tidligere tilgængelige værktøjer til ortodontisk-kirurgisk behandlingsplanlægning, 2d- cefalometri og modelkirurgi kun gennemgået få ændringer siden 1960'erne (3).

Til gengæld har virtuel kirurgisk planlægning gennem det seneste årti revolutioneret den ortodontiske kirurgi og medført en større kirurgisk nøjagtighed i behandlingen af patienter med asymmetrisk vækst (4). Vækstbetingede kæbeanomalier med asymmetrisk vækst omfatter oftest maxillo-mandibulære asymmetrier, hvor den mandibulære asymmetri er den primære og kan inddeles i tre typer (5). Hemimandi-

bulær hyperplasi (HH) udviser en unilateral tredimensionel volumenforøgelse af underkæben fra kondylen til symfyse, uden at der udvikles en deviation af hagen til den kontralaterale side. Der ses hældning af okklusalplanet kaudalt på den afficerede side med kompensatorisk forøget højdevækst af processus alveolaris med kompensatorisk hældning af underkæbeincisiverne mod den afficerede side. Ved hemimandibulær elongering (HE) udvikles der deviation af hagen til den kontralaterale side og malokklusion i form af krydsbid på den kontralaterale side. I modsætning til HH opstår der ved HE ikke volumenforøgelse af den afficerede side af underkæben og ingen hældning af okklusalplanet. En kombination af de to typer ses ofte, hvor hagen devierer til den kontralaterale side, samtidig med en volumenforøgelse af underkæben på den afficerede side (5).

I artiklen præsenteres et patienttilfælde, som på baggrund af en vækstbetinget kæbeanomali med asymmetrisk vækst af HH-typen har gennemgået et ortodontisk-kirurgisk behandlingsforløb. Den diagnostiske udredning og virtuelle behandlingsplanlægning diskuteres.

PATIENTTILFÆLDE

30-årig mand henvist fra egen tandlæge til Kæbekirurgisk afdeling, Sydvestjysk Sygehus Esbjerg, for ortodontisk-kirurgisk visitation på baggrund af vækstbetinget kæbeanomali med udtalt asymmetrisk vækst. Patienten var i 15-årsalderen udredt og diagnosticeret med asymmetrisk vækst af underkæben på Kæbekirurgisk afdeling, Sydvestjysk Sygehus Esbjerg, og blev i 18-årsalderen tilbudt ortodontisk-kirurgisk behandling, som han på daværende tidspunkt ikke ønskede. Patienten var nu som 30-årig psykosocialt generet af sin asymmetri på underkæben og tyggefunktionelt begrænset af manglende tandkontakter i højre side.

Klinisk undersøgelse

Ekstraoralt

Klinisk undersøgelse af patienten viste udtalt asymmetri af underkæben med forøget højdevækst af højre side af ramus og corpus af underkæben. Hagen fremstod midtstillet i ansigtet, men med en udtalt hældning kaudalt på højre side. Ingen midtlinjedeviation af 1 + 1, men der var kaudal hældning af okklusalplanet på højre side af overkæben og underkæben. Der sås øget fylde svarende til venstre gonionområde og skævhed omkring læberne, hvor højre mundvig kantede kaudalt (Fig. 1). I profil var der upåfaldende sagittale relationer mellem over- og underkæbe. Ingen ledlyde eller palpationsømhed af kæbled eller tyggemusklér samt symmetrisk gabebevne på 49 mm.

Intraoralt

Patienten havde et pænt og velholdt tandsæt med god mundhygiejne. Patienten fremstod med et horisontalt overbid på 3 mm og sagittalt neutral okklusion i begge sider. Der sås et vertikalt overbid på 4 mm med jævnt fordelte kontaktpunkter, men kompensatorisk overeruption af præmolarer og molarer i højre side samt normal transversel okklusion. Midtlinjen af 1-1 stod 2,5 mm til højre for 1 + 1 og med tydelig kompensatorisk hældning mod højre (Fig. 1).

Kliniske fotos

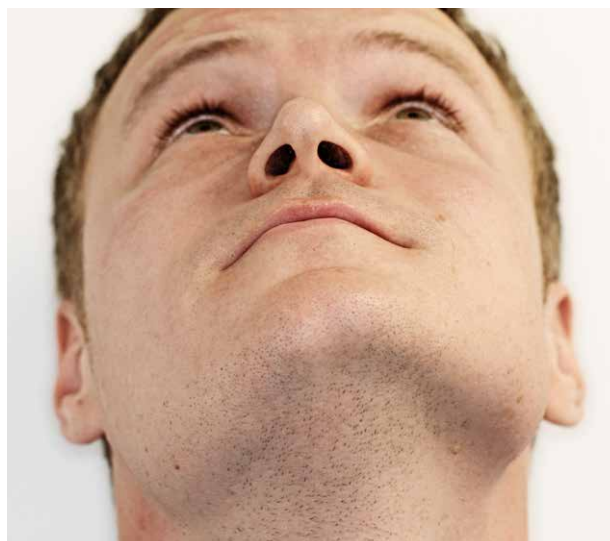


Fig. 1. Kliniske fotos af ansigtet og okklusion ved ortodontisk-kirurgisk visitation, som viser udtalt asymmetrisk vækst af underkæben.

Fig. 1. Clinical photos of the face and occlusion showing pronounced asymmetrical growth of the lower jaw.

Præoperativ røntgen

CRANEX D



Fig. 2. Panoramaoptagelse og CBCT viste forøget vertikal højdevækst af højre side af ramus og corpus i underkæben samt skeletal hældning af både over- og underkæbe kaudalt mod højre.

Fig. 2. Panoramic x-ray and CBCT showed increased vertical growth of the right side of the ramus and corpus of the lower jaw and pronounced skeletal canting of both jaws caudally on the right side.

Radiologisk undersøgelse

Panoramaoptagelse og Cone Beam Computer Tomografi (CBCT) bekræftede de kliniske fund med udtalt asymmetri af underkæben med forøget vertikal højdevækst af højre side af ramus og corpus, skeletal hældning af både over- og underkæbens okklusalplan kaudalt mod højre samt udtalt hældning af basis af underkæben kaudalt mod højre (Fig. 2). Morfologisk sås højre kæbeled med en betydelig volumenforøgelse i forhold til venstre side, men uden tegn på neoplastiske forandringer på højre side eller degenerative forandringer på venstre side.

Diagnostisk udredning

Den kliniske og radiologiske undersøgelse viste en ekstrem vækstbetinget kæbeanomali med asymmetrisk vækst, som kunne klassificeres som en hemimandibulær hyperplasi (HH).

Knogleskintigrafi i form af en single foton emissions computer tomografi (SPECT), viste symmetrisk aktivitet omkring begge kæbeled. På baggrund af ovenstående blev patienten tilbudt korrektion af sin skeletale asymmetri ved ortodontisk-kirurgisk behandling. Ortodontisk forbehandling blev igangsat, hvor der blev foretaget dekompenisering af den vertikale vækst af processus alveolaris på højre side ved intrusion af præmolarer og molarer samt nivellering af over- og underkæbetandbuen. Efter et års ortodontisk forbehandling var patienten klargjort til kirurgisk korrektion af den skeletale asymmetri.

Virtuel behandlingsplanlægning og kirurgisk behandling

Prækirurgisk undersøgelse af patienten blev foretaget tre uger forud for operationen. CBCT-optagelse til virtuel behandlingsplanlægning blev taget i et tilpasset voksbid med kæbeledene

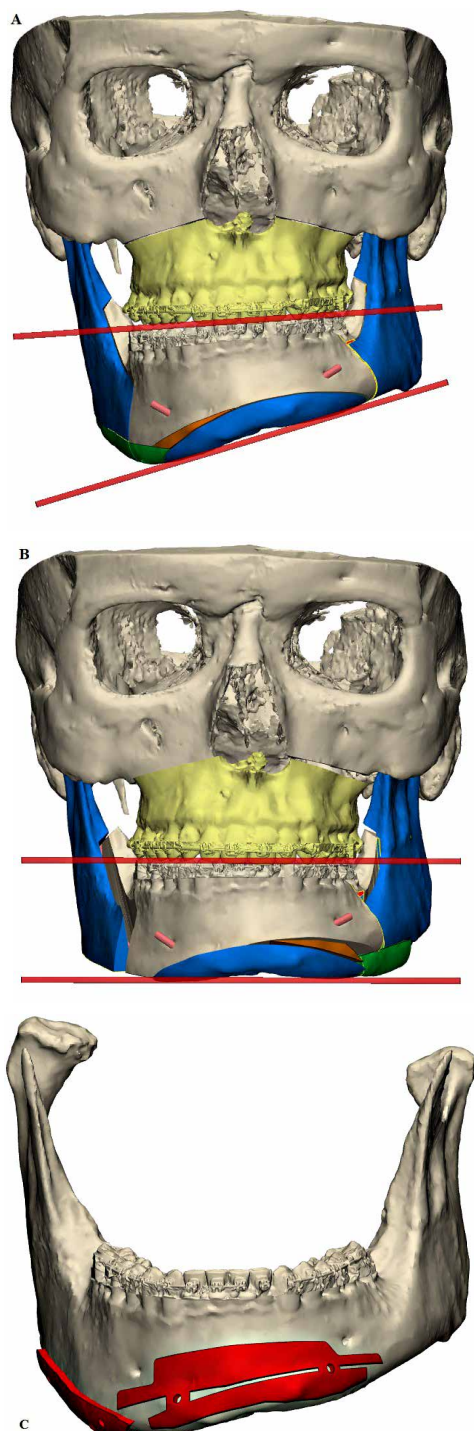


Fig. 3. Virtuel kirurgisk planlægning af patienten, som viser mere udtalt hældning af basis i forhold til okklusalplanet. Design af osteotomiguide til hageplastikken og reduktionsosteoplastikken af underkæben på højre side.

Fig. 3. Virtual surgical planning of the patient, showing more pronounced canting of the base of the mandible compared to the occlusal plane. Design of osteotomy guide for the genioplasty and reduction osteoplasty on the right side of the lower jaw.

Orientering

Orientering af CBCT-volumen (x, y- og z akse) i naturlig hovedholdning i henhold til de kliniske mål og fotos



Kontrol af orientering i forhold til de kliniske mål

Opmåling af deviation på 1+1 og hagens deviation fra den midsagittale linje i mm

Opmåling af hældning i en frontal horisontal linje til 3+3 7+7, 3-3 og 7-7 i mm

Opmåling af afstanden til gonion fra den midsagittale linje i mm på både højre og venstre side

Opmåling af okklusalplanet i overkæben (defineret som en linje mellem incisalkanten på 1+ og den mesiofaciale kusp på 7+) til en lodret vertikal linje vinkelret på vandret horisontal linje i grader



Kontrol af den planlagte okklusion

De tandbærende dele af over- og underkæben placeres i den planlagte okklusion



Virtuelle kæbeflytninger

Frontalt

Korrektion af 1+1, så punktet mellem 1+1 kommer til at stå i ansigtets midtlinje, som er i overensstemmelse med den midsagittale linje

Korrektion af evt. hældning på 3+3 7+7, 3-3 og 7-7, hvor det er vigtigt at holde øje med, hvorledes flytningerne påvirker hagens midtlinje og basis

Sagittalt

1+1 flyttes vertikalt ved impaktering eller sænkning af hele maksil- og mandibelkomplekset

Flytning af hele maksil- og mandibelkomplekset sagittalt.

Korrektion af okklusalplanet. Okklusalplanet er med til at definere hagens projektion, incisiv-pogonion-relasjonen, overkæbeincisivhældning og størrelsen af projektionen af de paranasale områder

Aksialt

Z-aksekorrektion. Se på volumet aksialt nedefra og roter med og mod uret omkring 1+1. Der skal korrigeres, således at gonionområderne er symmetriske, efter de kondylbærende segmenter er korrigerede, så de står i kontakt med den tandbærende del af underkæben. Samtidig tilstræbes symmetri på osteotomiveauet i overkæben



Kontrol af de virtuelle kæbeflytninger

Skeletale korrektioner og flytninger kontrolleres og sammenholdes med de kliniske mål og fotos



Design og 3d-print af operationsskinner

Postoperativ røntgenkontrol

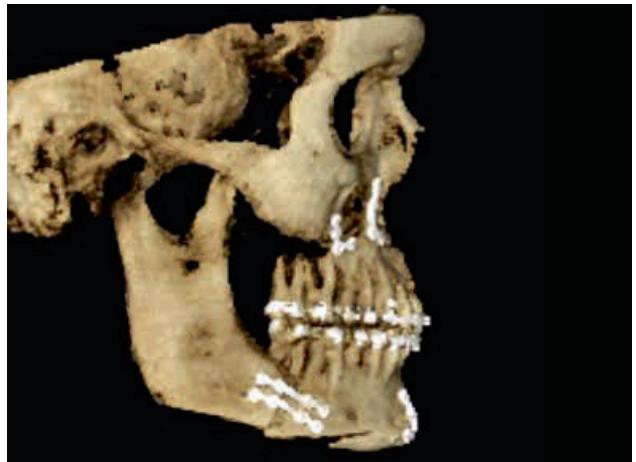
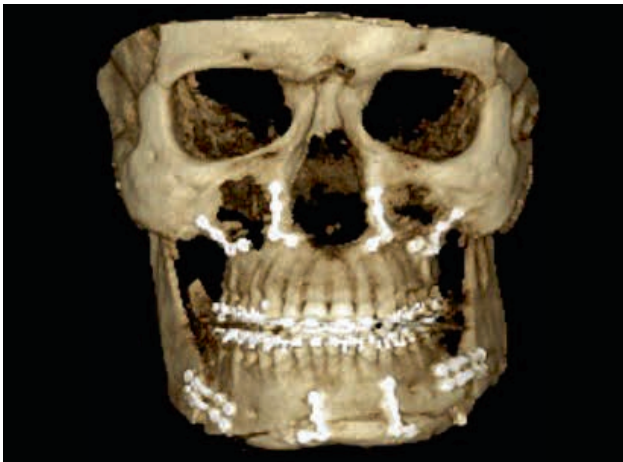
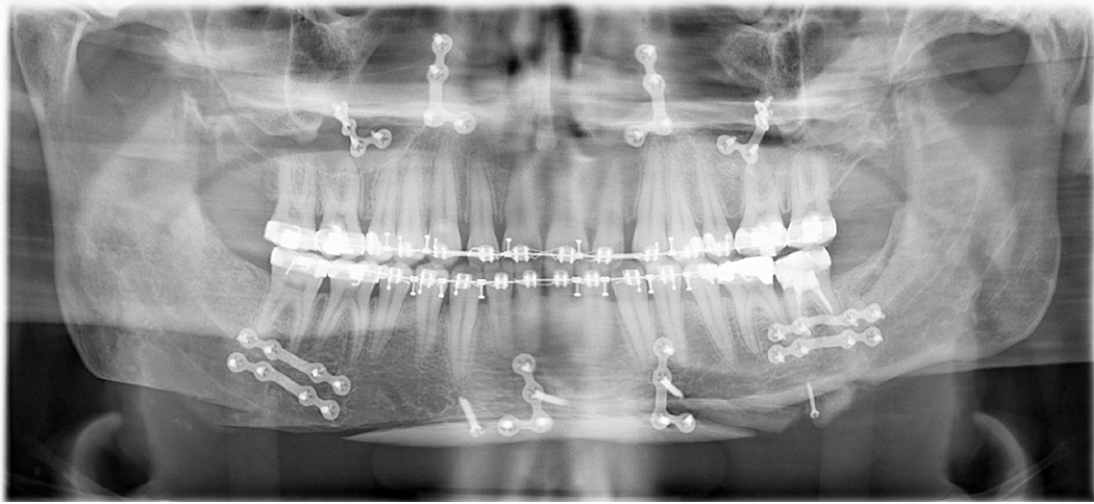


Fig. 4. Postoperativ panoramaoptagelse og CBCT viste tilfredsstillende skeletal symmetri i overensstemmelse med den virtuelle behandlingsplan.
Fig. 4. Postoperative panoramic x-ray and CBCT showed satisfactory skeletal symmetry in accordance with the virtual treatment plan.

centralt placeret i fossa og tænderne i okklusion. Kliniske fotos og prækirurgiske referencemål af ansigtet blev lavet med patienten stående i naturlig hovedholdning (6). 3d-overfladescanning (Trios[®]) af patientens tandmodeller og den endelige planlagte okklusion blev sammen med den segmenterede CBCT-scanning lagt sammen i et 3d-billedbehandlingsprogram (Materilise Mimics[®]) og derefter overført til det virtuelle behandlingsplanlægningsprogram (Dolphin Imaging[®]) (7). Det segmenterede CBCT-volumen blev ud fra de kliniske registreringer og ekstraorale fotos virtuelt orienteret korrekt i alle tre planer (x, y- og z-aksen) i Dolphin Imaging[®], hvorefter de virtuelle kæbeflytninger kunne planlægges (Fig. 3A). Den virtuelle behandlingsplan resulterede i en kombineret maksil- og mandibeloosteotomi med en mindre sagittal avancering af begge kæber og opretning af okklusalplanets hældning, hvilket var utilstrækkeligt til korrektion af asymmetrien ved basis af underkæben og hagen. Derfor var det nødvendigt med en ha-

geplastik til opretning af asymmetrien på hagen samt en reduktionsosteoplastik af basis og corpusdelen af underkæben på højre side og knogleopbygning af basisdelen af underkæben på venstre side (Fig. 3B). Fra den virtuelle behandlingsplan i Dolphin Imaging[®] blev der i Computer Aided Design programmet (Materilise 3-matic[®]) lavet en operationsskinne til placering af underkæbens position peroperativt og en osteotomi-guideskinne til hageosteotomien og reduktionsosteoplastikken på underkæben (Fig. 3C). Både operationsskinnen og osteotomi-guideskinnerne blev printet (Formlabs[®]) på 3d-laboratoriet på Kæbekirurgisk afdeling en uge forud for operationen. Den kirurgiske behandling forløb planmæssigt med et ukompliceret postoperativt forløb, og patienten blev udskrevet til ambulant kontrolforløb efter to dages indlæggelse. Panoramaoptagelse på førstedagen postoperativt og CBCT-scanning to uger efter operationen viste tilfredsstillende forhold og god skeletal symmetri i overensstemmelse med den virtuelle be-

Kliniske fotos

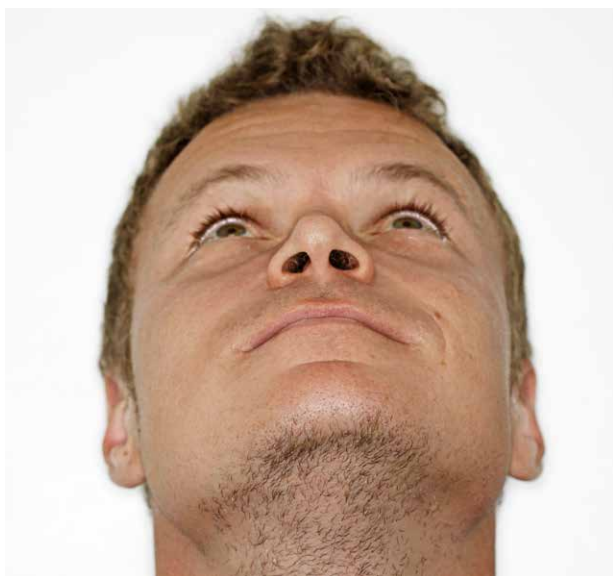


Fig. 5. Etårskontrol viste et tilfredsstillende resultat med en god okklusion samt tilfredsstillende harmoni og symmetri af ansigtet.

Fig. 5. 1-year follow-up showed a satisfactory result with a good occlusion, as well as satisfying harmony and symmetry of the face.

klinisk relevans

Ved vækstbetinget kæbeanomali kan der være asymmetri i alle tre planer, og behandlingen varetages af specialtandlæger i ortodonti og kæbekirurgi. Virtuel behandlingsplanlægning er et unikt redskab i den ortodontiske kirurgiske behandling af patienter med asymmetrisk kæbevækst og giver i forhold til konventionel 2d-planlægning et betydeligt bedre og mere forudsigeligt behandlingsresultat. Kendskab til udredningen og behandlingen af patienter med asymmetrisk kæbevækst er væsentligt for alle tandlæger og specialtandlæger i børne- og ungdomstandplejen, regionstandplejen og den private tandpleje.

handlingsplan (Fig. 4). Etårskontrol viste et klinisk og radiologisk tilfredsstillende resultat med subjektiv og objektiv tilfredsstillende harmoni og symmetri af ansigtet (Fig. 5). Patienten følges til ambulant kontrol i minimum fem år efter den kirurgiske behandling.

DISKUSSION

Undersøgelse af asymmetrisk vækst af ansigtet kræver en detaljeret og grundig klinisk undersøgelse suppleret med kliniske fotos og røntgen i form af CBCT samt oftest knogleskintigrافي (8,9). Anamnesen bør indeholde information om patientens problemstilling, forventninger til behandling og historik vedrørende eventuelle tidligere infektioner, knogletumorer, traumer eller kraniofaciale misdannelser. Klinisk undersøgelse af ansigtet bør foretages i naturlig hovedholdning, hvor patienten kigger fremad med afslappede læber og tænderne i okklusion. Klinisk vurdering af asymmetrien udføres i alle tre planer (sagittalt, vertikalt, transverselt) og er det vigtigste diagnostiske redskab i forbindelse med vurdering af asymmetrisk vækst (8,9). Vurdering af ansigtsfysiognomi kræver visuel inspektion af ansigtets morfologi samt palpation af blødvæv og hårdtvæv (8,9). Der bør ved den kliniske vurdering udvises særlig opmærksomhed mod midtlinjen af overlæben, deviaton af 1+1, hagens midtlinje, hældning af mundvigene samt symmetrien omkring gonion/angulus og symmetrien ved basis af underkæben (8,9). Klinisk vurdering af okklusalplanetets hældning i både overkæben og underkæben er særdeles vigtigt ved patienter med asymmetrisk kæbevækst, og de kliniske mål estimeres i forhold til en horisontal linje omkring pupillerne ved brug af lineal/tandtråd og blødtvævsmarkeringer i ansigtet (8,9).

Ved patienter med asymmetrisk kæbevækst, hvor årsagen mistænkes at kunne være kondylær hyperplasi, kan man i forbindelse med den diagnostiske udredning få foretaget en knogleskintigrافي (10). Studier har vist, at SPECT har en højere sensitivitet/specificitet (93%/96%) ved kondylære hyperplasier sammenlignet med konventionelle knogleskintigrafier (67%/85%) (11). Udfordringen ved brug af knogleskintigrafier er, at aktiviteten omkring kæbeledet er et øjebliksbillede og påvirkes af knogleremodellering, posttraumatisk heling, kæbeledsinfektion eller benigne tumorer, som derved kan influere på resultatet af undersøgelsen. Derfor kan knogleskintigrafier ikke stå alene som ▶

diagnostisk værktøj og skal bruges som et supplement til den kliniske undersøgelse (10,11). Brugen af segmenterede CBCT-scanninger lagt sammen over tid kan sammen med den kliniske vurdering visuelt hjælpe til med at fastslå, om væksten er aktiv eller afsluttet. Ved patienter med asymmetrisk kæbevækst, som efter afslutningen af den generelle vækst både klinisk og billeddiagnostisk fremstår med fortsat asymmetrisk vækst i kæbeledet, må man derfor overveje at følge patienten i et årligt kontrolforløb, indtil den asymmetriske vækst er afsluttet. Alternativt kan der foretages en høj kondylektomi som kirurgisk intervention for at bremse den fortsatte vækst (8,9). Ortodontisk-kirurgisk behandling af patienter med hemimandibulær hyperplasi vil oftest kræve en kirurgisk behandlingsplan, der omfatter en kombineret maksil- og mandibelosteotomi med genioplastik og en reduktionsosteoplastik svarende til basis af underkæben på den afficerede side (4,12). I de tilfælde, hvor n. alv. inf. ligger inferiort placeret i corpus-delen af underkæben, kan det være nødvendigt at foretage nervelateralisering i et større eller mindre omfang (4,12).

Ved udtalte asymmetrier er den ønskede kirurgiske effekt på blødtvævet ikke altid så ideel som forventet i forhold til de skeletale flytninger, og blødtvævet kan respondere uforudsigeligt på behandlingen (4,12).

Virtuel behandlingsplanlægning udgør et afgørende element i den ortodontisk-kirurgiske behandling af patienter med asymmetrisk kæbevækst og giver i forhold til konventionel 2d-planlægning et betydeligt bedre og mere forudsigeligt behandlingsresultat (4,12). De virtuelle planlægningsværktøjer skal ikke kun anvendes i forbindelse med den kirurgiske planlægning, men bør også anvendes til diagnostik og planlægning af den ortodontiske forbehandling som indledning til den senere kirurgiske behandlingsplan (4,12). Dog kan virtuel planlægning ikke kompensere for insufficient klinisk undersøgelse, som er afgørende i diagnostikken og behandlingen af asymmetriske patienter (4,12).

Patienten har givet Tandlægebladet tilladelse til at bringe de identificerbare fotos af patienten. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

VIRTUAL PLANNING OF ORTHOGNATHIC SURGERY TREATMENT OF FACIAL ASYMMETRY

BACKGROUND - Orthognathic surgery is the primary treatment option for asymmetrical adult patients. Virtual surgical planning has over the past decade revolutionized planning and treatment of facial asymmetry, as it allows for greater accuracy in treatment of asymmetrical patients, from both surgical and orthodontic perspectives. This article presents a patient with a growth-related dentofacial anomaly in the form of hemimandibular hyperplasia and the diagnostic examination, as well as the aspects of the virtual treatment planning and surgical treatment are discussed.

CASE STUDY - 30-year-old man was referred from his own

dentist for orthognathic surgical treatment. Clinical and radiological examination showed hemimandibular hyperplasia with asymmetry of both the maxilla and the mandible. Virtual surgical planning was performed and the surgical treatment included a combined maxillary and mandible osteotomy with genioplasty and a reduction osteoplasty of the base of the lower jaw. 1-year clinical and radiological control showed a satisfactory result with good harmony and symmetry of the face

CONCLUSION - Virtual surgical planning is a crucial element in orthognathic surgical treatment of asymmetric patients and provides a unique opportunity in planning towards symmetrical conditions, thereby achieving a better and more predictable result compared to 2D planning.

LITTERATUR

1. Peck S, Peck I, Kataja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod* 1991;61:43-8.
2. Yuan P, Mai H, Li J et al. Design, development and clinical validation of computer-aided surgical simulation system for streamlined orthognathic surgical planning. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2017;12:2129-43.
3. Xia J, Wang D, Samman N et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D color facial model generation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:2-10.
4. Cintra O, Grybauskas S, Vogel CJ et al. Digital platform for planning facial asymmetry orthodontic-surgical treatment preparation. *Dental Press J Orthod*. 2018;23:80-93.
5. Obwegeser HL. Condylar Hyperactivity. In: *Mandibular Growth Anomalies*. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag, 2001;139-44.
6. Meiyappan N, Tamizharasi S, Senthilkumar KP et al. Natural head position: An overview. *J Pharm Bioallied Sci* 2015;7:424-27.
7. Holte MB, Thesbjerg K, Thorn JJ. Digital workflow i ortodontisk-kirurgisk behandlingsplanlægning. *Tandlægebladet* 2021;125:746-54.
8. Cheong YW, Lo LJ. Facial asymmetry: etiology, evaluation and management. *Chang Gung Med J* 2011;34:341-51.
9. Thiesen G, Gribel BF, Freitas MPM. Facial asymmetry: a current review. *Dental Press J Orthod* 2015;20:110-25.
10. Chan BH, Leung YY. SPECT bone scintigraphy for the assessment of condylar growth activity in mandibular asymmetry: is it accurate? *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018;47:470-9.
11. Saridin CP, Rajmakers PGHM, Al Shamma S et al. Comparison of different analytical methods used for analyzing SPECT scans of patients with unilateral condylar hyperactivity. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:942-6.
12. Qin Z, Zhang Z, Li X et al. One-Stage treatment for maxillofacial asymmetry with orthognathic and contouring surgery using virtual surgical planning and 3D-printed surgical templates. *JPRAS* 2019;72:97-106.