

ABSTRACT

Patienter med ekstreme vækstafvigelser kan kun korrigeres ved brug af kombineret ortodontisk-kirurgisk behandling. Behandlingen omfatter konventionelt en ortodontisk forbehandling med dekomensation og nivellering, der muliggør relevante skeletale flytninger af overkæbe og eller underkæbe via forskellige typer af osteotomier på kæbeskelettet. Dette efterfølges af en postkirurgisk ortodontisk fase for etablering af en stabil og funktionel okklusion. Formålet med denne oversigt er at beskrive behandlingsprincipperne ved kombineret ortodontisk-kirurgisk behandling generelt samt at præsentere "surgery first"-princippet. Desuden beskrives behandling af asymmetrier. Behandlingsmetoden beskrives og illustreres med to patienteksempler behandlet efter henholdsvis et konventionelt ortodontisk-kirurgisk behandlingsprincip og den anden efter et "surgery first"-behandlingsprincip.

Ortodontisk-kirurgisk behandling anvendes til at korrigere vækstforstyrrelser i både underkæben og overkæben. Behandlingen baseres på omfattende behandlingsplanlægning af såvel den ortodontiske som den kirurgiske del af behandlingen. Behandlingen omfatter oftest korrektion svarende til begge kæber med flytninger i alle tre planer. I overkæben udføres oftest Le Fort I-osteotomi, mens osteotomier i underkæben oftest omfatter corpus mandibulae (bilateral sagittal split osteotomi og hageplastik). Ortodontisk-kirurgisk behandling udføres oftest efter afsluttet vækst. Ortodontisk-kirurgisk behandling efter "surgery first"-princippet kan anvendes hos udvalgte patientgrupper.

EMNEORD Dentofacial deformities | orthognathic surgery



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:
THOMAS KOFOD
thomas.steengaard@regionh.dk

Ortodontisk-kirurgisk behandling af vækstbetingede kæbeanomalier

THOMAS KOFOD, ledende overtandlæge, specialtandlæge i kæbekirurgi, ph.d., Afdeling for Kæbekirurgi, Rigshospitalet, Københavns Universitetshospital

LOUISE BARNECHOW, specialtandlæge i ortodonti, Afdeling for Kæbekirurgi, Rigshospitalet, Københavns Universitetshospital

► Accepteret til publikation den 17. august 2021

Tandlægebladet 2021;125:xxx-xxx

ORTODONTISK-KIRURGISK BEHANDLING udføres på patienter med vækstbetingede kæbeanomalier. Hvert år gennemgår ca. 1.000 patienter i Danmark en ortodontisk-kirurgisk behandling (Fig. 1). Diagnostisering og behandlingsplanlægning af patienter med en vækstbetinget afvigelse starter med en gennemgang af de forskellige henholdsvis ortodontiske og kirurgiske mulig-

heder, der kan løse de subjektive og objektive problemstillinger for patienten. Den primære beslutning, der skal træffes under vækst, er, om afvigelsen kræver kirurgisk intervention, eller om der gennem vækstmodifikation og ortodontisk tilpasning af tænderne alene kan opnås et tilfredsstillende resultat. Målet for en ortodontisk eller en ortodontisk-kirurgisk behandling skal være en stabil og funktionel okklusion under hensyntagen til et harmonisk ansigtsfysiognomi og – hvis relevant – en forbedring af de øvre luftveje.

Som udgangspunkt foretages den ortodontisk-kirurgiske behandling efter vækstens afslutning. Behandlingsplanlægning kræver et tæt samarbejde mellem behandlende ortodontist og kirurg. Patienterne identificeres ofte i børne- og ungdomstandplejen i samarbejde med de kæbekirurgiske afdelinger, ellers henvises de ved udskrivelse. Mange voksne patienter henvises fra privat specialtandlæge i enten ortodonti eller tand-, mund- og kæbekirurgi eller fra egen tandlæge. Behandling af vækstbetingede kæbeanomalier udføres på regionsfunktionsniveau på samtlige af landets kæbekirurgiske afdelinger. Særlige tilfælde af vækstbetingede kæbeanomalier med behov for ortodontisk-kirurgisk behandling, hvor kæbeanomalien er del af et syndrom eller anden medfødt misdannelse, udføres på henholdsvis Aar-

Ortognatisk kirurgi 2012-2018

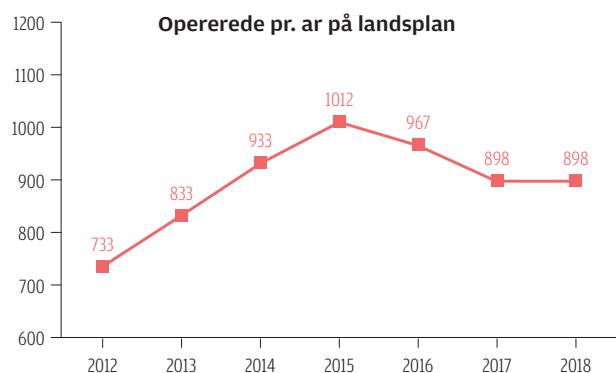


Fig. 1. Ortognatisk kirurgi. Antal opererede patienter opgjort årligt ifølge Landspatientregistret 2012-2018.

Fig. 1. Number of orthognathic surgical patients annually according to the Danish National Patient Register 2012-2018.

hus Universitetshospital og Rigshospitalet som højt specialiseret funktion jf. Sundhedsstyrelsens specialevejledning for Tand-, mund- og kæbekirurgi (1). Tilsvarende metoder anvendes til højt specialiseret kæbekirurgisk korrektion af vækstbetingede kæbeanomalier i forbindelse med behandling af patienter med læbe-gane-spalte og juvenil idiopatisk arthritis (JIA).

DET TYPISKE ORTODONTISK-KIRURGISKE BEHANDLINGSFORLØB

En ortodontisk-kirurgisk behandling strækker sig typisk over 2-3 år, afhængigt af afvigelser på tænder og kæber samt patientkooperation. På alle patienter, som gennemgår et ortodontisk-kirurgisk forløb, forudsættes det, at der foreligger grundig diagnostik og en behandlingsplanlægning, som er udført i tæt samarbejde mellem den behandlende ortodontist og kæbekirurg. Diagnostik og behandlingsplan foretages på baggrund af en grundig klinisk undersøgelse af de ekstra- og intraorale forhold med optagelse af kliniske fotos, modeller samt en radiologisk undersøgelse med panorama, profil og frontalrøntgen eller Cone Beam Computer Tomografi (CBCT). ▶

Ortodontisk forbehandling (dekompensation)



Fig. 2. A. Før opstart af ortodontisk behandling. Der ses kompenseret retroklinerede underkæbeincisiver på en patient med mandibulært overbid. **B.** Efter ortodontisk forbehandling, hvor underkæbeincisiverne er rettet op (dekompensation).

Fig. 2. A. Before starting orthodontic treatment. Here, compensated retroclined lower incisors in a patient with mandibular overbite. **B.** After orthodontic pretreatment, where the lower incisors are corrected (dekompensation).

Overordnet er der to behandlingsregimer ved et ortodontisk-kirurgisk forløb.

- A. Konventionel ortodontisk kirurgisk-behandling
- B. "Surgery first" (operation først)

A. Den konventionelle ortodontisk-kirurgiske behandling indledes med ortodontisk forbehandling, hvor tandbuerne placeres korrekt i hver deres kæbe forud for kirurgien (2). Den prækirurgiske ortodontiske behandling sigter mod at ophæve den dentoalveolære kompensation (dekompensation), der typisk er sket gennem vækst, udvikling og funktion (Fig. 2). Ved ophævelse af de dentoalveolære kompensationsmekanismer og opretning af tandstillingen afsløres den egentlige basale afvigelse, og det er således muligt at foretage de optimale kirurgiske flytninger og dermed korrigerer den skeletale afvigelse bedst muligt funktionelt og æstetisk samt med fokus på optimering af luftvejene (3).

Derudover kan den prækirurgiske ortodontiske behandling have til formål at skabe plads intradikulært til kirurgiske delinger og etablere den korrekte antero-posteriore samt vertikale position af incisiverne i overkæben og underkæben (4). De prækirurgiske ortodontiske behandlinger indebærer bl.a. ekstraktioner, distalisering, mesialisering, intrusion og ekstrusion, kipninger, rodopretninger og torqueringer afhængigt af de dentoalveolære kompensationer og mål med den prækirurgiske ortodontiske behandling. Denne del af behandlingen tager ca. 1-2 år alt efter omfanget og målet for tandflytningerne, og herefter er patienten klar til det kæbekirurgiske indgreb og dermed korrektion af de skeletale afvigelser.

Frem til den prækirurgiske undersøgelse har patienten passive buer, således at der ikke sker tandforskydninger fra den prækirurgiske undersøgelse og til selve operationen. Prækirurgisk undersøgelse foretages kort tid før den planlagte operation. Her laves omhyggelig klinisk undersøgelse med fotos, registrering af okklusionen og prækirurgiske referencemål af ansigtet i naturlig hovedholdning (5). Dette suppleres med CBCT-optagelse til virtuel kirurgisk planlægning.

Modeller bruges til at placere den okklusion, som ønskes reproduceret under operationen. Arbejdes der med digitale scanninger, foretages dette virtuelt ved hjælp af dertil relevante softwareprogrammer.

Scannede fysiske modeller eller virtuelle modeller placeret i den ønskede okklusion er udgangspunkt for operationsplanlægningen (Fig. 3). Der kan udarbejdes klassisk 2d-planlægning, som efterfølges af 3d virtuel behandlingsplanlægning i relevante softwareprogrammer. De nødvendige flytninger planlægges på baggrund af patientens subjektive og objektive behov samt de kliniske og radiologiske fund med det formål at sikre en funktionel og stabil okklusion, harmonisk ansigtsfysiognomi samt optimering af luftvejene. Dette afgør, om der er behov for operation på en eller begge kæber, og om der er behov for supplerende korrektion svarende til hagen etc. Behandlingsplanlægningen udføres på baggrund af en segmenteret CBCT-scanning samt scannede modeller i okklusion med henblik på digital fremstilling af wafere til overførsel af operationsplan til patienten intraoperativt. Den virtuelle behandlingsplanlægning kan tilsvarende anvendes til fremstilling af patientspecifikke guides og implantater (osteosyntese). I det virtuelle planlægningsmiljø kan alle dele af operationen planlægges, og behandlingsplanen optimeres. Der fremstilles wafere til brug ved operationen og/eller guides og patientspecifikke implantater (osteosynteseplader). Operationen gennemføres i generel anæstesi og typisk med 1-2 dages indlæggelse postoperativt. Patienterne følges ugentligt af ortodontist/kirurg i 2-4 uger eller indtil fjernelse af eventuel slutwafer. Fire uger efter operationen fortsættes den ortodontiske behandling med stabilisering og finjustering af okklusionen, hvilket indebærer bueskift og brug af intermaksillære elastikker, som patienten selv skifter. I de første par måneder efter operationen følges den ortodontiske behandling tæt, da der her ses accelererede og hurtigere tandflytninger pga. det/ de kirurgiske indgreb – "rapid accelerated phenomenon" (6). Efter endt aktiv behandling, der som regel varer 6-12 måneder efter operationen, indsættes retention. Retentionen består af både fast og aftageligt retentionsapparat.

Okklusions-setup



Fig. 3. Eksempel på okklusions-setup på gipsmodeller placeret i de ønskede neutrale relationer i alle tre planer. Den gule voks illustrerer en midtlinjedeling af maksillen. Det røde tal er målet for breddeøgningen.

Fig. 3. Plaster models with the occlusion set in the desired neutral relations in all three planes. The yellow wax illustrates a midline split. The red number is the measure of the expansion.

B. "Surgery first" er en behandlingsmulighed inden for den ortodontisk-kirurgiske behandling, hvor den prækirurgiske ortodonti undlades, og korrektionen af den skeletale afvigelse foretages indledningsvis. Den aktive ortodontiske behandling udføres udelukkende efter den kirurgiske behandling. Fordele ved "surgery first" er bl.a., at behandlingstiden afkortes på grund af udnyttelse af "rapid accelerated phenomenon" (6). I forbindelse med at den skeletale afvigelse harmoniseres først, ophæves også uhensigtsmæssige muskulære funktioner og andre dysfunktioner, som kan forhindre og/eller forlænge den ortodontiske prækirurgiske behandling (7). Det kan være til stor tilfredsstillelse for patienten, at den skeletale afvigelse varetages først, hvad der ligeledes kan medføre en bedre kooperation (8). Den ortodontiske behandling er accelereret, og patienten ses typisk til behandling hver 14. dag i den postoperative periode (9). "Surgery first" kan også ofte være indiceret hos patienter med obstruktiv søvnapnø, da effekten af kirurgien opnås fra starten. Langt fra alle patienter er kandidater til "surgery first"-behandling. Indikationer og kontraindikationer er angivet i Tabel 1.

Patienttilfælde 1: Konventionel ortodontisk-kirurgisk behandling

Ortodontisk-kirurgisk patient med en basal sagittal og vertikal afvigelse samt asymmetri svarende til såvel overkæbe som underkæbe. Patienten har dybt bid med påbidning af den palatinale gingiva og læbefang (Fig. 4 A-L). Ortodontisk forbehandling: 16 måneder. Virtuelt planlagt korrektion omfattende sektioneret Le Fort I-osteotomi (BSSO) og hageplastik med anvendelse af patientspecifikke guides og implantater (osteosyntese). Postkirurgisk ortodonti: syv måneder. Patientens samlede behandlingstid: 23 måneder.

Patienttilfælde 2: "Surgery first"

En ortodontisk-kirurgisk patient med basal afvigelse sagittalt, vertikalt og transverselt. Patienten har derudover tanddannelsesfejl i form af amelogenesis imperfecta (hypoplastisk type), derfor fremstår tænderne gulligt misfarvede (Fig. 5 A-H). Grundet patientens amelogenesis imperfecta ønskes den ortodontiske behandling at være så kort som muligt. Kirurgisk foretages virtuelt planlagt korrektion omfattende sektioneret Le Fort I-osteotomi, BSSO med anvendelse af patientspecifikke guides og implantater. Patientens samlede behandlingstid: syv måneder.

KIRURGISKE METODER I FORBINDELSE MED ORTODONTISK KIRURGI

Ved ortodontisk-kirurgisk korrektion af vækstafvigelser i overkæben anvendes der oftest en Le Fort I-osteotomi. Ved behov for transversel ekspansion, ændring af Spee og/eller torqueringer foretages interdental(e) deling(er). Ved udtalt retrognati svarende til kindben foretages osteotomi med fremføring og breddeøgning svarende til disse. Denne behandling udføres via intraoral adgang og som supplement til osteotomier i Le Fort I-niveau.

For underkæbens vedkommende foretages hyppigst BSSO svarende til ramus og corpus mandibulae. Desuden foretages ►

Klinisk relevans

Ortodontisk kirurgi har i Danmark siden 1980'erne været anvendt rutinemæssigt til korrektion af ekstreme vækstbetingede kæbeanomalier. Behandlingen anvendes oftest til patienter med vækstbetingede afvigelser på kæbeskelettet efter afsluttet vækst. Tilsvarende teknikker kan tillige anvendes ved korrektion af fx posttraumatisk malokklusion eller i forbindelse med præprotetisk kirurgi. Patienterne har ofte udover de skeletale afvigelser tillige forskellige tandstillingsfejl og malokklusion.

Hvert år gennemgår ca. 1.000 patienter i Danmark en ortodontisk-kirurgisk behandling. Der er derfor stor sandsynlighed for, at tandlæger og tandplejere støder på denne patientgruppe i deres daglige virke. Kendskab til behandlingsprincipper samt diagnostik og behandling er derfor væsentligt for alle tandplejere, tandlæger og specialtandlæger i børne- og ungdomstandplejen, regionstandplejen og den private tandpleje.

"Surgery first" - indikationer og kontraindikationer

Indikationer for Surgery First

- Ingen til let trangstilling
- Ingen til let Spee-kurve
- Normal til let proklinerede/retroklinerede incisiver
- Mindre transversal diskrepans
- Kl II-patienter
- Kl III-patienter
- Anteriort åbne bid (hvor der kan opnås sufficient anterior og posterior okklusion)

Kontraindikation for Surgery First

- Udtalt trangstilling
- Stor transversal diskrepans (der fx nødvendiggør SARME)
- Udtalt asymmetri
- Kl II-, III-patienter
- TMJ-patienter

Tabel 1. Liste over indikationer og kontraindikationer for "surgery first", som udgør en del af overvejelserne, når der skal udføres "surgery first".

Table 1. List of indications and contraindications for "Surgery first", which are part of the considerations when performing "surgery first".

Konventionelt ortodontisk-kirurgisk patientforløb



Fig. 4 fortsættes på næste side

Konventionelt ortodontisk-kirurgisk patientforløb

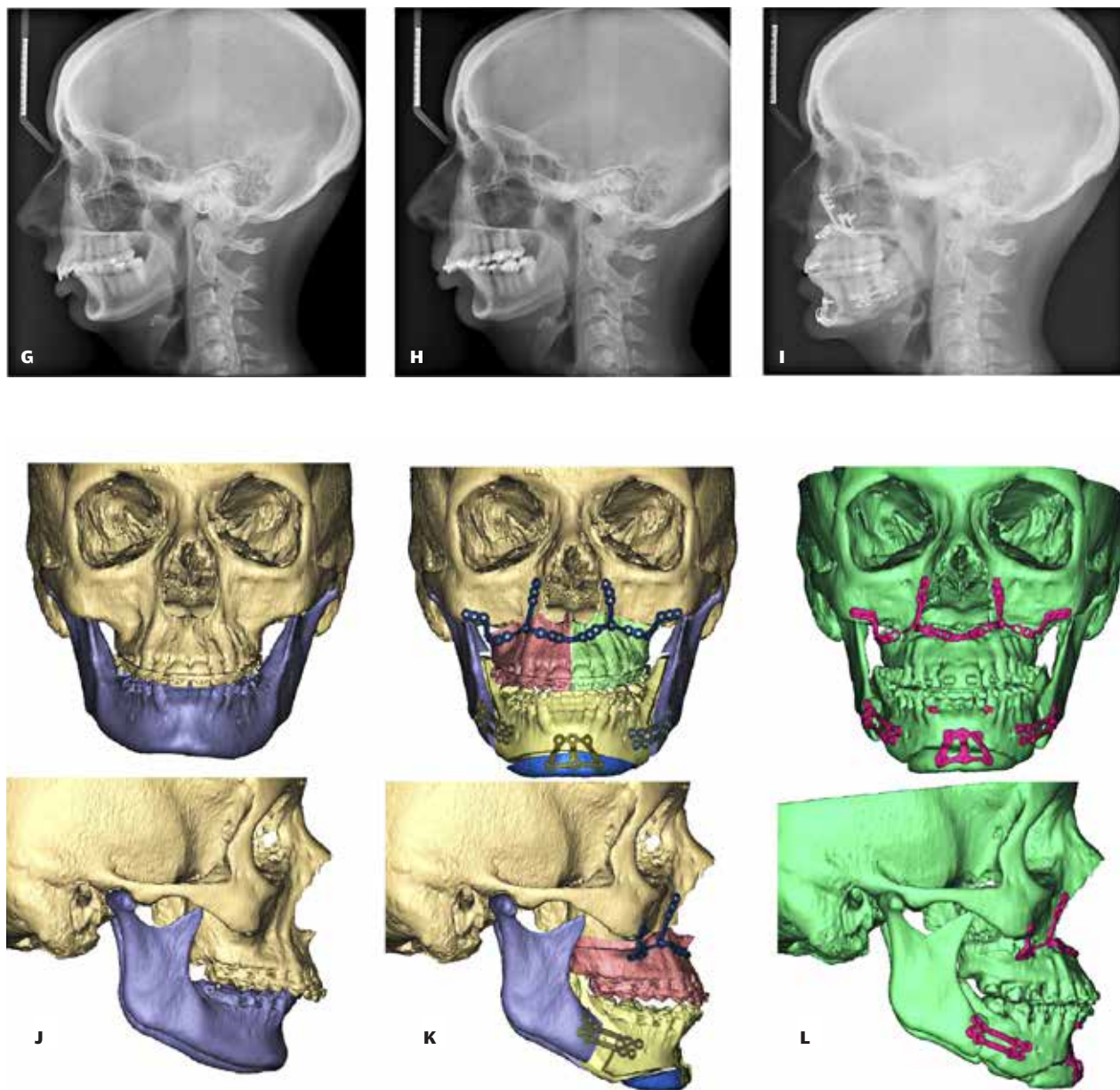


Fig. 4. A. Patient med vertikal og sagittal basal afvigelse, ekstraoralt før opstart af den ortodontiske forbehandling. **B.** Patienten ekstraoralt efter den ortodontiske forbehandling og før det kirurgiske indgreb. **C.** Patienten ekstraoralt efter seponering af det faste apparatur. **D.** Patienten intraoralt før opstart af den ortodontiske forbehandling. **E.** Patienten intraoralt efter den ortodontiske forbehandling og før det kirurgiske indgreb. Det dybe bid er bevaret i den ortodontiske forbehandling. **F.** Patienten efter seponering af det faste apparatur. **G.** Profilrøntgen før opstart af den ortodontiske forbehandling. **H.** Profilrøntgen efter den ortodontiske forbehandling og før det kirurgiske indgreb. **I.** Profilrøntgen efter seponering af det faste apparatur. **J.** Segmenteret CBCT af ansigtskraniet før behandlingsopstart. **K.** Segmenteret CBCT med simulering af de kirurgiske flytninger og planlagte patientspecifikke implantater. **L.** Segmenteret CBCT af resultat efter kirurgi og ortodonti tre måneder postoperativt.

Fig. 4. A. A patient with a basal sagittal and vertical discrepancy, before starting the orthodontic pretreatment. **B.** The patient after the orthodontic pretreatment and before the surgical procedure. **C.** The patient after discontinuation of the fixed apparatus. **D.** The patient intraorally before starting the orthodontic pretreatment. **E.** The patient intraorally after the orthodontic pretreatment and before the surgical procedure. The deep bite is preserved in the orthodontic pretreatment. **F.** The patient after discontinuation of the fixed apparatus. **G.** Profile X-ray before starting the orthodontic pretreatment. **H.** Profile X-ray after the orthodontic pretreatment and before the surgical procedure. **I.** The profile X-ray after discontinuation of the fixed apparatus. **J.** Segmented CBCT of the facial skull before starting treatment. **K.** Segmented CBCT with simulation of the surgical movements and planned patient-specific implants. **L.** Segmented CBCT of result after surgery and orthodontics 3 months postoperatively.

"Surgery first" - ortodontisk-kirurgisk behandlingsforløb

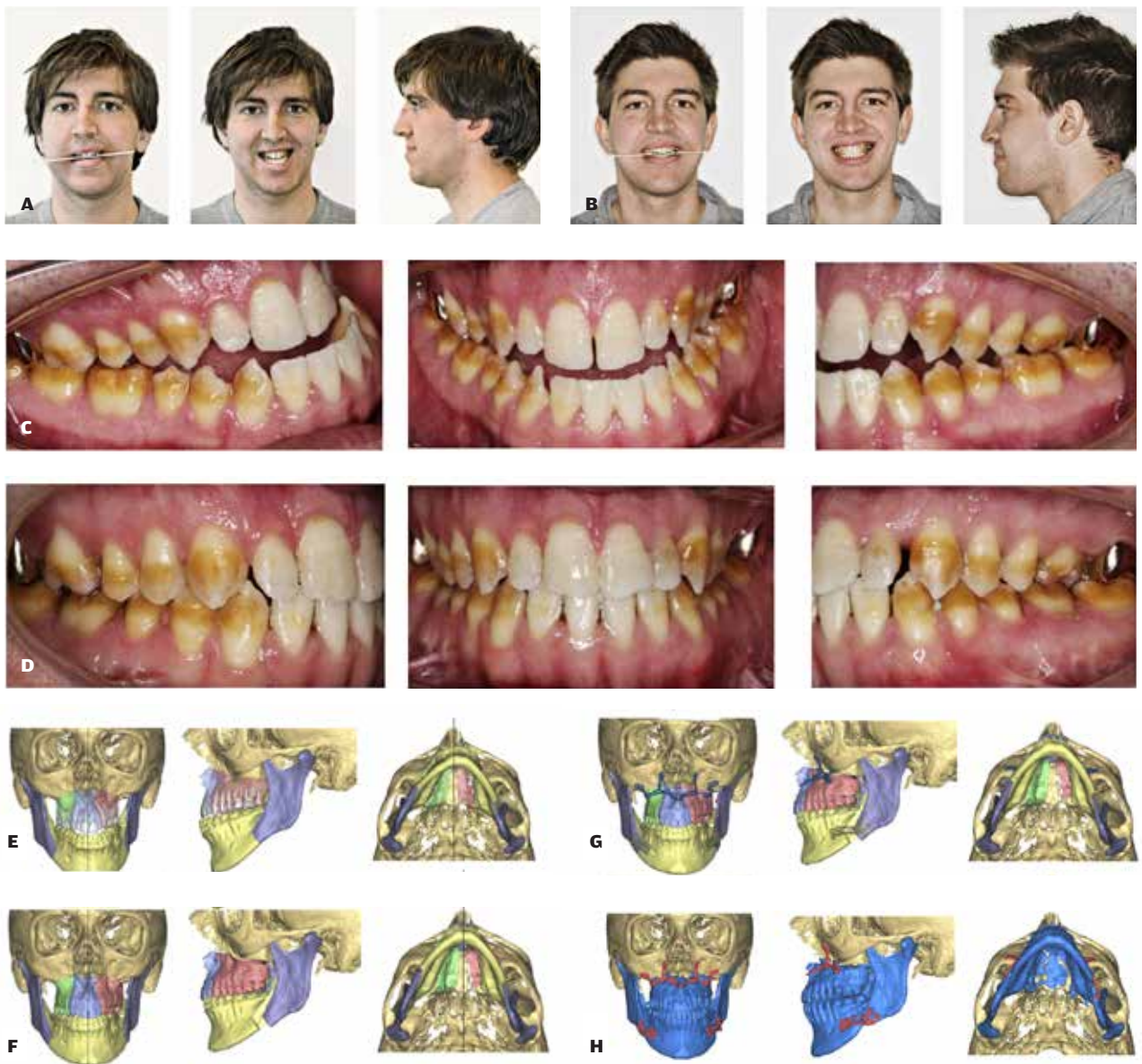


Fig. 5. A. Patient med sagittal, vertikal og transversel basal afvigelse ekstraoralt før opstart af behandling. Patienten bliver opereret som det første, og den ortodontiske behandling foretages udelukkende postkirurgisk. **B.** Patienten ekstraoralt efter seponering af det faste apparatur. **C.** Patienten intraoralt før opstart af behandling. Her bemærkes små lateraler. **D.** Patienten efter seponering af det faste apparatur, hvor der ses neutral okklusion i alle tre planer. Patienten er afsluttet med diastema distalt 2+2 grundet diskrepans i tandstørrelserne (Bolton diskrepans). **E.** Segmenteret CBCT af ansigtskraniet før behandlingsopstart. **F.** Segmenteret CBCT med simulering af de kirurgiske flytninger. **G.** Segmenteret CBCT af planlagte patientspecifikke implantater. **H.** Segmenteret CBCT af resultat efter kirurgi og ortodonti tre mdr. postoperativt.

Fig. 5. A. An orthodontic-surgical patient, with basal discrepancy sagittally, vertically and transversely. Extraoral before treatment. The patient is operated on first and the orthodontic treatment is performed exclusively post-surgically. **B.** Extraoral after discontinuation of the fixed apparatus. **C.** The patient intraorally before treatment. Small laterals are noted. **D.** The patient after discontinuation of the fixed apparatus, where neutral occlusion is seen in all three planes. The patient is finished with diastema distal 2 + 2 due to discrepancy in tooth sizes (Bolton discrepancy). **E.** Segmented CBCT of the facial skull before treatment. **F.** Segmented CBCT with simulation of the surgical movements. **G.** Segmented CBCT of planned patient-specific implants. **H.** Segmented CBCT of result after surgery and orthodontics 3 months postoperatively.

supplerende hageosteotomi for forbedring af læbelukke, korrektion af asymmetrier og til korrektion af vertikale og sagittale afvigelse svarende til symfyse. I tilfælde af udtalt asymmetri kan der tillige anvendes omvendt L-osteotomier. Derudover anvendes sjældent vertikale ramusosteotomier, ligesom der ved korrektion af unilateral asymmetrisk overvækst kan være behov for korrektion svarende til basis af corpus mandibulae (lower border osteotomi) i supplement til øvrige osteotomier (Le Fort I, BSSO, hageplastik).

BEHANDLING AF ASYMMETRIER

Patienter med asymmetrisk vækst udredes tidligt for diagnosticering af, om der er tale om overvækst (unilateral kondylær overvækst) eller reduceret vækst, typisk JIA eller artrose. Hos disse patientgrupper bliver der ofte foretaget yderligere radiologisk udredning med CBCT og knogleskintigrafi (SPECT CT) med differential tælling svarende til kæbeledsregionerne for kvantitativ vurdering af eventuel asymmetrisk øget vækst (10). Ved gentagne positive fund kan der være indikation for at foretage en høj kondylektomi for at reducere den asymmetriske øgede vækst ved hemifacial elongation eller hyperplasi (11,12). Når den asymmetriske øgede vækst er standset, kan en ortodontisk-kirurgisk behandling opstartes.

Hos mange patienter med vækstbetingede kæbeanomalier ses asymmetri som en del af afvigelsen, og rotation af maksil og mandibelkomplekset med opretning af okklusalplan indgår som standard ved planlægningen af patientens behandling. Mild asymmetri kan forholdsvis enkelt korrigeres ved hjælp af standard osteotomier på kæbeskelettet. Ved svær asymmetri, som skyldes unilateral overvækst, er behandlingen mere kompleks og kræver en omhyggelig planlægning og involverer ofte alle de ovenfor nævnte osteotomier (Le Fort I, BSSO/ramusosteotomier, hageplastik samt korrektion af basis).

Ved svær hypoplasi kan vertikal ramusforlængelse med distraktion være relevant og udgør en del af behandlingskoncepterne på patienter med dels JIA og syndrompatienter med

enkelt-sided affektion og asymmetrisk vækstmønster, fx hemifacial mikrosomi (13).

LITTERATURGENNEMGANG

Ved en overordnet gennemgang af eksisterende litteratur viser en søgning på PubMed, at der findes knap 10.000 artikler med søgeordet orthognathic surgery (Fig. 6). Igennem de første mange år var der generelt meget lidt videnskabelig aktivitet, men siden 2008 ses en massiv stigning i mængden af videnskabelig aktivitet. Den øgede videnskabelige aktivitet omhandler særligt følgende emner: stabilitet og recidiv ved ortodontisk-kirurgisk behandling, komplikationer i forbindelse med ortodontisk-kirurgisk behandling, sekvens af behandling (mandibel først versus maksil først), inddragelse af ortodontisk-kirurgiske metoder til behandling af søvnapnø, virtuel kirurgisk planlægning, brug af 3d-print og digitalt workflow, "surgery first", patientspecifikke guides og implantater, komplikationer ved utilstrækkeligt samarbejde og planlægning samt patientinddragelse.

Stabilitet og recidiv ved ortodontisk-kirurgisk behandling

Der er lavet en del studier for at klarlægge, hvilke behandlinger der har den største grad af stabilitet.

Der er bl.a. lavet et større oversigtsarbejde over systematiske gennemgange for at skabe en hierarkisk stabilitetsskala for ortodontisk kirurgi ved hjælp af det højeste niveau af videnskabelig evidens. Det er baseret på systematiske søgninger, som er udført i PubMed, Embase og Cochrane Library databaser. Femten undersøgelser blev inkluderet i den endelige undersøgelse, hvoraf otte var systematiske reviews, og syv var meta-analyser. Baseret på disse inkluderede undersøgelser blev den hierarkiske stabilitetspyramide ved ortodontisk kirurgi etableret. Særligt to kirurgiske procedurer betragtes som meget ustabile: (1) Maksillær ekspansion med semirigid intern fiksering (osteosyntese med miniplader) evalueret på tandniveau i den bageste region (2). Rotation af over- og underkæbens okklusalplan med uret, fikseret stift med bikortikale skruer (14). ▶

Publicerede artikler (PubMed) - ortognatisk kirurgi

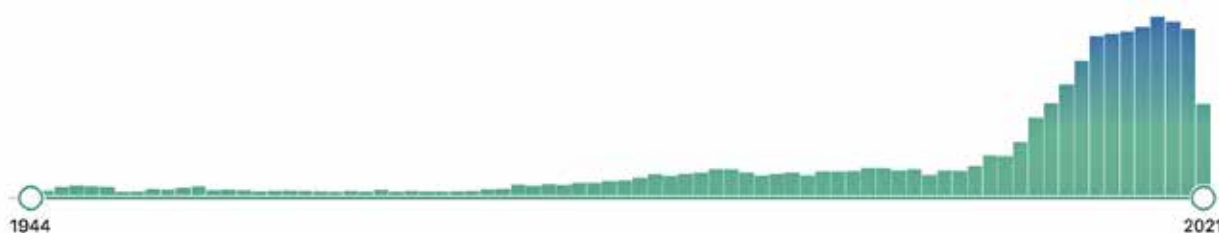


Fig. 6. Årlige publikationer inden for ortodontisk-kirurgisk behandling.
Fig. 6. Annual publications within orthognathic surgery.

Kirurgiske komplikationer i forbindelse med ortodontisk kirurgisk behandling

Generelt er kvaliteten af data vedrørende kirurgiske komplikationer utilstrækkelige i mange af såvel de kliniske randomiserede undersøgelser som de systematiske reviews lavet på baggrund heraf (15). Der er således meget varierende beskrivelser af omfanget af mulige komplikationer, men særligt blødning, uhensigtsmæssigt frakturforløb ved spaltning af underkæben ("bad split") og neurosensorisk påvirkning svarende til n. mandibularis i forbindelse med BSSO er beskrevet. Det diskuteres, om rækken af komplikationer bedst beskrives som bivirkninger (16). Generelt inddeles komplikationerne i præ-, intra- og postoperative, og der har været mest fokus på de intra- og postoperative komplikationer (17).

Den hyppigst beskrevne komplikation er uden tvivl neurosensorisk påvirkning ved BSSO. Der er publiceret studier med forskellige enten objektive eller subjektive registreringsmetodikker til evaluering af den sensoriske påvirkning. Således er der fx i 2017 publiceret et studie, hvor den neurosensoriske undersøgelse er forsøgt objektiviseret, og hvor den sensoriske påvirkning gendvindes hos alle patienter (18). I et andet nyligt publiceret studie selvrapporerede 15 % af patienterne neurosensorisk påvirkning svarende til n. alv. inf. tre år efter kirurgisk behandling. Højere alder, intraoperativ manipulation af nerven og store fremføringer var forbundet med forøget risiko for langvarig nedsat eller varig neurosensorisk påvirkning (19).

Der er generelt enighed om vigtigheden af, at patienterne sikres tilstrækkelig information om mulige komplikationer inden opstart af behandling. Det kan uproblematisk konkluderes, at der er behov for øget fokus på komplikationer samt inddragelse af patienttilfredshed i fremtidig forskning.

Sekvens af behandling: flytning af overkæbe eller underkæbe først

Traditionelt har langt de fleste kirurger opereret overkæben før underkæben, støttet af en række intraoperative mål. Ortodontisk kirurgi er startet, før den stive osteosyntese blev opfundet, og man var derfor afhængig af ståltrådsosteosyntese og stiv intermaksillær fiksatoren. Derfor er man traditionelt fortsat med at operere overkæben først. Siden begyndelsen af 00'erne har der været en omfattende diskussion af sekvensen, og en række studier er designet til at vise, hvorvidt der var øget præcision ved at flytte underkæben før overkæben. Begrundelsen for den øgede præcision er, at man bl.a. kunne kompensere for eventuelle fejl ved den prækirurgiske undersøgelse i bidregistreringen og derved caput-fossa-relationen. Sådanne fejl kan medføre en forkert placering af kæberne, hvis overkæben opereres først, mens problemstillingen undgås, hvis underkæben opereres først. Der har været stærke fortalere for de to forskellige behandlingssekvenser, som begge kan anvendes med hver deres indikationer. Ved anvendelse af standard osteosynteseplader til fiksatoren af de osteotomerede segmenter behandler mange kirurger underkæben før overkæben. Ved anvendelse af patientspecifikke implantater (osteosyntese) er diskussionen igen vendt om, da overkæben skal opereres først for at sikre muligheden for den optimerede præcision ved guidede kirurgi (20).

Respiration som indikation og ortodontisk kirurgi til behandling af søvnapnø

Vigtigheden af respiration og muligheden for at øge volumenet af de øvre luftveje hos patienter med basale skeletale afvigelser har fyldt en del i den videnskabelige aktivitet. Særligt brugen af ortodontisk kirurgi (maksil-mandibel-fremføring) til behandling af søvnapnø er dokumenteret videnskabeligt i såvel kliniske studier som meta-analyser (21-23).

Surgery First

Behandling efter "surgery first"-princippet er blevet valideret i en række kliniske studier. Generelt viser studierne væsentlig reduktion i den samlede behandlingstid, samt at stabiliteten ved behandlingerne såvel kirurgisk som ortodontisk er lig den tilsvarende stabilitet, man opnår ved konventionel ortodontisk-kirurgisk behandling. Studierne viser samtidig, at behandlingsprincippet stiller krav om behandlingsteams med omfattende erfaring med konventionel ortodontisk-kirurgisk behandling (24-27).

Virtuel kirurgisk planlægning, 3d-print og virtuelt workflow

Brugen af virtuel kirurgisk planlægning har revolutioneret den maksillo-faciale kirurgi og anvendes omfattende inden for den ortodontiske kirurgi, hvor studier generelt dokumenterer forbedret diagnostik, kommunikation og behandlingsplanlægning (28-33).

Patientspecifikke implantater (osteosyntese)

Studier over anvendelsen af patientspecifikke implantater dokumenterer forøget præcision af de kirurgiske flytninger. Behandlingerne er baseret på virtuel planlagt kirurgi, hvor der udover virtuelt fremstillede wafer tillige fremstilles guides og implantater (osteosyntese) til at sikre placeringen af de osteotomerede segmenter (34-35).

Komplikationer ved utilstrækkeligt samarbejde og planlægning

En række nyere artikler repeterer nødvendigheden og vigtigheden af tæt samarbejde imellem kirurg og ortodontist. Således er patienthåndtering såvel før som efter ortodontisk kirurgi kritisk for at sikre resultater af høj kvalitet og forudsigelighed. Kirurger og ortodontister skal i fællesskab have tilstrækkelig viden og evner til at sikre patienterne de bedste resultater, herunder at maksimere og retinere en funktionel og stabil okklusion efter endt behandling (36).

Komplikationer i ortodontisk kirurgi er ofte et resultat af utilstrækkelig præoperativ planlægning og kommunikation mellem kirurg og ortodontist. Ugunstige resultater kan ofte undgås, når de overordnede behandlingsmål sammen med en detaljeret kirurgisk og ortodontisk plan er lavet og aftalt mellem ortodontisten, kirurgen og patienten inden opstart af behandlingen. Kontinuerlig evaluering af patientens Kooperation under hele behandlingen samt god kommunikation mellem kirurg og ortodontist er en forudsætning for at forhindre hyppige fejl, såsom utilstrækkelig tandkompensation, uhensigtsmæssigt valg af apparatur eller håndtering af apparaturet, men kan også være uhensigtsmæssig brug af elastiktræk (37).

Endelig diskuteres vigtigheden af den ortodontiske forbehandling ved konventionel ortodontisk- kirurgisk behandling som værende afgørende for succes af de kirurgiske flytninger. Diagnosticering og korrektion af eksisterende tandkompensationer afslører den basale afvigelse og muliggør derigennem fuld korrektion af afvigelserne. Korrekt planlægning samt overvågning og kommunikation mellem kirurg og ortodontist er afgørende for at undgå potentielle faldgruber i den samlede ortodontisk-kirurgiske behandling (38).

Patientinddragelse

Som en naturlig del af udviklingen stilles der øgede krav til forbedret evaluering af behandlinger såvel klinisk som radiologisk, men der er samtidig et massivt og relevant øget fokus på patientinddragelse i behandlingen og særligt brugen af ”patientrapporterede outcomes” inden for kliniske studier. Dette vil forventeligt afspejles i fremtidige studier inden for ortodontisk kirurgi (39-40).

KONKLUSION

Ortodontisk kirurgi er generelt yderst velfungerende til korrektion af vækstbetingede kæbeanomalier og tilhørende ma-

lokklusion. Behandlingen har effektivt og forudsigeligt god effekt på funktion, æstetik og luftveje. Således er betydningen for patienterne væsentligt større end blot øgning af tandkontakter og forbedret tygge- og afbidningsfunktion. Særligt muligheden for at løse respiratoriske problemer med bl.a. dårlig nasalt luftskifte og ultimativt obstruktiv søvnapnø samt forbedret tunge- og læbefunktion bidrager væsentligt til patienternes gevinst. Og sidst, men ikke mindst er den psykosociale effekt afgørende for mange patienter. Generelt er ortodontisk-kirurgisk behandling forbundet med få komplikationer og stor grad af stabilitet, uafhængigt af om behandlingerne udføres med konventionel præ- og postkirurgisk ortodontisk behandling eller behandling efter ”surgery first”-princippet. Virtuel kirurgisk planlægning muliggør forbedret og mere præcis planlægning, og brug af patientspecifikke implantater (osteosyntese) vil forventeligt øge præcisionen af de kirurgiske behandlinger yderligere. Kvaliteten øges samtidigt med, at det er muligt at reducere komplikationer. Det er fortsat afgørende med præcise planer for nødvendige tandforskydninger samt omhyggelig diagnosticering af afvigelserne for at sikre forudsigelige, stabile og tilfredsstillende behandlingsresultater. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

SURGICAL – ORTHODONTIC TREATMENT OF DENTOFACIAL DEFORMITIES

Orthognathic surgery is the primary treatment modality for patients with severe dentofacial deformities. The treatment conventionally comprises an orthodontic pre-treatment with decompensation and leveling of the dental arches that allows relevant skeletal movements in all 3 planes of the upper and/or lower jaw via different types of osteotomies on the facial skeleton. This is followed by a post-surgical orthodontic phase for the establishment of a stable and functional occlusion. The purpose of this paper is to describe the conventional treatment principles of orthognathic surgery and to present the “surgery first” principle. Moreover, it is to describe the treatment of asymmetries with assessment of benefits and risks for the various procedures and techniques in terms of stability/relapse.

The treatment method is described and illustrated with two patient examples, treated by respectively conventional orthognathic surgery and by the “surgery first” principle. Orthognathic surgery is used to correct dentofacial deformities in both the lower and the upper jaw. The treatment is based on extensive treatment planning of both the orthodontic and the surgical movements and should therefore always be performed in a close interdisciplinary interaction between the orthodontist and the surgeon. The treatment normally includes surgical correction of both jaws with movements in all three planes. In the upper jaw, Le Fort I osteotomy is most often performed, while osteotomies in the lower jaw most often include the corpus mandibulae (bilateral sagittal split osteotomies (BSSO) and genioplasty). Orthognathic surgery is usually performed after completion of growth. Orthognathic surgery according to the “surgery first” principle can be used in selected patient groups.

LITTERATUR

- SUNDHEDSSTYRELSEN. Specialevejledning for Tand-, mund- og kæbekirurgi. (Set 2021 august). Tilgængelig fra: URL: <https://www.sst.dk/-/media/Viden/Specialplaner/Specialplan-for-tand-,mund-og-k%C3%A6bekirurgi-p%C3%A5-sygehus/Specialvejledning-for-Tand-mund-og-k%C3%A6bekirurgi-22062020.ashx?la=da&hash=5D5FE252D5EF912E54C85FB4467ED2682DC0DB65>
- Worms FW, Isaacson RJ, Speidel TM. Surgical orthodontic treatment planning: profile analysis and mandibular surgery. *Angle Orthod* 1976;46:1-25.
- Grubb J, Evans C. Orthodontic management of dentofacial skeletal deformities. *Clin Plast Surg* 2007;34:403-15.
- Proffit WR, Fields Jr. HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4th ed. St Louis: Mosby, Elsevier Health Sciences, 2007.
- Meiyappan N, Tamizharasi S, Senthilkumar KP et al. Natural head position: An overview. *J Pharm Bioallied Sci* 2015;7:424-7.
- Liou EJW, Chen PH, Wang YC et al. Surgery-first accelerated orthognathic surgery: postoperative rapid orthodontic tooth movement. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:781-5.
- Behrman SJ, Behrman DA. Oral surgeons' considerations in surgical orthodontic treatment. *Dent Clin North Am* 1988;32:481-507.
- Baek SH, Ahn HW, Kwon YH et al. Surgery-first approach in skeletal class III malocclusions treated with 2-jaw surgery: evaluation of surgical movement and postoperative orthodontic treatment. *J Craniofac Surg* 2010;21:332-8.
- Liou EJW, Chen PH, Wang YC et al. Surgery-first accelerated orthognathic surgery: orthodontic guidelines and setup for model surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:771-80.
- Saridin CP, Rajmakers PGHM, Tunizing DB et al. Bone scintigraphy as a diagnostic method in unilateral hyperactivity of the mandibular condyles: a review and meta-analysis of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:11-7.
- Wolford LM, Morales-Ryan CA, García-Morales P et al. Surgical management of mandibular condylar hyperplasia type 1. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 2009;22:321-9.
- Wolford LM, Movahed R, Dhameja A et al. Low condylectomy and orthognathic surgery to treat mandibular condylar osteochondroma: a retrospective review of 37 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72:1704-28.
- Kofod T, Nørholt SE, Pedersen TK et al. Unilateral mandibular ramus elongation by intraoral distraction osteogenesis. *J Craniofac Surg* 2005;16:247-54.
- Haas Junior OL, Guijarro-Martínez R, de Sousa Gil AP et al. Hierarchy of surgical stability in orthognathic surgery: overview of systematic reviews. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2019;48:1415-33.
- Barone S, Morice A, Picard A et al. Surgery-first orthognathic approach vs conventional orthognathic approach: A systematic review of systematic reviews. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 2021;122:162-72.
- Jędrzejewski M, Smektala T, Sporniak-Tutak K et al. Preoperative, intraoperative, and postoperative complications in orthognathic surgery: a systematic review. *Clin Oral Investig* 2015;19:969-77.
- Thiem DGE, Schneider D, Hammel M et al. Complications or rather side effects? Quantification of patient satisfaction and complications after orthognathic surgery—a retrospective, cross-sectional long-term analysis. *Clin Oral Investig* 2021;25:3315-27.
- Antony PG, Sebastian A, Varghese KG et al. Neurosensory evaluation of inferior alveolar nerve after bilateral sagittal split ramus osteotomy of mandible. *J Oral Biol Craniofac Res* 2017;7:81-8.
- da Costa Senior O, Gemels B, Van der Cruyssen F et al. Long-term neurosensory disturbances after modified sagittal split osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2020;58:986-91.
- Naran S, Steinbacher DM, Taylor JA. Current concepts in orthognathic surgery. *Plast Reconstr Surg* 2018;141:925-36.
- Knudsen TB, Laulund AS, Ingerslev J et al. Improved apnea-hypopnea index and lowest oxygen saturation after maxillomandibular advancement with or without counterclockwise rotation in patients with obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73:719-26.
- Boyd SB, Walters AS, Waite P et al. Long-term effectiveness and safety of maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2015;11:699-708.
- Zaghi S, Holty JEC, Certal V et al. Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: A meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2016;142:58-66.
- Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. On a definition of the appropriate timing for surgical intervention in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43:846-55.
- Choi JW, Lee JY, Yang SJ et al. The reliability of a surgery-first orthognathic approach without presurgical orthodontic treatment for skeletal class III dentofacial deformity. *Ann Plast Surg* 2015;74:333-41.
- Choi JW. Comparison of long-term outcomes between surgery-first and traditional orthognathic approach for dentofacial deformities. *Plast Reconstr Surg* 2015;136 (Supp 9).
- Jeong WS, Choi JW, Kim DY et al. Can a surgery-first orthognathic approach reduce the total treatment time? *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017;46:473-82.
- Farrell BB, Franco PB, Tucker MR. Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2014;26:459-73.
- Steinbacher DM. Three-dimensional analysis and surgical planning in craniomaxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73 (Supp 12):S40-56.
- Zhang N, Liu S, Hu Z et al. Accuracy of virtual surgical planning in two-jaw orthognathic surgery: comparison of planned and actual results. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2016;122:143-51.
- Iorio ML, Masden D, Blake CA et al. Presurgical planning and time efficiency in orthognathic surgery: the use of computer-assisted surgical simulation. *Plast Reconstr Surg* 2011;128:179-81.
- Mazzoni S, Bianchi A, Schiariti G et al. Computer-aided design and computer-aided manufacturing cutting guides and customized titanium plates are useful in upper maxilla waferless repositioning. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73:701-7.
- Suomalainen A, Stoor P, Mesimäki K et al. Rapid prototyping modeling in oral and maxillofacial surgery: A two-year retrospective study. *J Clin Exp Dent* 2015;7:605-12.
- Suojanen J, Leikola J, Stoor P. The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: A series of 32 maxillary osteotomy patients. *J Craniomaxillofac Surg* 2016;44:1913-6.
- Rückschloß T, Ristow O, Müller M et al. Accuracy of patient-specific implants and additive-manufactured surgical splints in orthognathic surgery – A three-dimensional retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg* 2019;47:847-53.
- Wolford LM. Comprehensive post orthognathic surgery orthodontics: complications, misconceptions, and management. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2020;32:135-51.
- Klein KP, Kaban LB, Masoud MI. Orthognathic surgery and orthodontics: inadequate planning leading to complications or unfavorable results. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2020;32:71-82.
- Larson BE. Orthodontic preparation for orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2014;26:441-58.
- Schwitzer JA, Albino FP, Mathis RK et al. Assessing patient-reported outcomes following orthognathic surgery and osseous genioplasty. *J Craniofac Surg* 2015;26:2293-8.
- Mazzaferro DM, Wes AM, Naran S et al. Orthognathic surgery has a significant effect on perceived personality traits and emotional expressions. *Plast Reconstr Surg* 2017;140:971-81.

