

ABSTRACT

Obstruktiv søvnapnø (OSA) er en af de hyppigste søvnrelaterede respirationsforstyrrelser og kan medføre dagtræthed og søvnanfald, som kan påvirke hverdagsaktiviteter og trafikikkerhed. Standardbehandlingen af voksne med OSA er Continuous Positive Airway Pressure (CPAP), men på rette indikation kan mild til moderat OSA behandles med en aftagelig mandibelfremførende tandbøjle (MAD). MAD er en aktiv bøjle, som er den samme type bøjle, der kan anvendes til ortodontisk behandling af børn og voksne. Den ønskede virkning, som MAD har i ortodontisk øjemed, vil ofte være en bivirkning, når MAD anvendes til voksne patienter med OSA. Formålet med nærværende artikel er at beskrive de okklusale og funktionelle bivirkninger efter MAD-behandling hos voksne OSA-patienter. Artiklen er baseret på tidligere publiceret faglitteratur omhandlende MAD-behandling af voksne OSA-patienter. Korttidsbivirkninger efter MAD kan være ubehag i tænder og tandkød, ømhed i kæbeled og tyggemusklér, forbigående kæbeledslyde, mundtørhed eller øget spytksekretion. Langtidsbivirkninger kan være formindsket horisontalt og vertikalt overbid, bagudrotation af mandiblen, forøget ansigtshøjde, udvikling af mesial molarokklusion og reduktion i antallet af tandkontakter. MAD bør kun fremstilles på baggrund af forudgående søvnundersøgelse og grundig diagnostik af de dento-kranio-faciale forhold efterfulgt af fagkyndig fremstilling og kontrol af MAD for derved at mindske bivirkninger og opnå optimal effekt.

EMNEORD

Adverse effects | dental occlusion | temporomandibular joint disorders | mandibular advancement device | sleep apnoea, obstructive

Korrespondanceansvarlig sidsteforfatter:

LISELOTTE SONNESEN

alson@sund.ku.dk

Okklusale og funktionelle bivirkninger ved mandibelfremførende tandbøjler hos voksne patienter med obstruktiv søvnapnø



CAMILLA HANSEN, tandlæge, ph.d.-studerende, Afdeling for Ortodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

MERETE BAKKE, professor, dr. et lic.odont., Afdeling for Klinisk Oral Fysiologi, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

LISELOTTE SONNESEN, professor MSO, specialtandlæge i ortodonti, dr.odont., ph.d., Afdeling for Ortodonti, Odontologisk Søvniklinik, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

► Accepteret til publikation den 29. april 2020

Tandlægebladet 2020;124:xxx-xxx

Obstruktiv søvnapnø (OSA) er en af de hyppigste søvnrelaterede respirationsforstyrrelser. Prævalensen er størst hos mænd over 60 år, hvor forekomsten er 30-60 % (1). I et studie fra 1993 fandt man en forekomst af OSA hos 30-60-årige mænd på 4 % og 2 % hos kvinder i samme aldersgruppe (1). I et studie fra 2011 fandt man dog en højere prævalens af mild og moderat OSA hos 30-65-årige mænd og kvinder på henholdsvis ca. 16 % og 8 % (2). OSA er en multifaktoriel sygdom med risikofaktorer som alder, køn og body-mass-index (BMI). Derudover menes type 2-diabetes, kardio-vaskulære sygdomme og specifikke typer af kranio-facial morfologi, hovedholdning og fusion af en eller flere halshvirvler at kunne have betydning for eventuel udvikling af OSA eller følger heraf (3-7). Symptomer på OSA hos voksne er om natten højlydt snorken, pauser i vejrtrækningen (overhørt af pårørende) samt træthed i løbet af dagtimerne og søvnanfald, som kan påvirke både hverdagsaktiviteter og trafikikkerhed (3,4,8,9).

De periodiske vejrtrækningsstop under søvn ved OSA skyldes sammenfald af de øvre luftveje. Derved opstår der perioder med helt (apnø) eller delvist (hypopnø) respirationsstop. Ved pause i vejrtrækningen på ≥ 10 sekunder falder iltniveauet i blodet så meget, at det kan medføre en ubevidst opvågning (arousal). Dette bevirker en aktivering af det autonome nervesystem og musklerne i hoved, hals og krop, således at svælget åbnes, og udånding kan ske, typisk sammen med en kraftig snorkelyd (3,9,10).

Behandling af respirationsstoppene ved OSA hos voksne patienter kan omfatte mekanisk-fysisk intervention med apparaturer/bøjler/skinner til næse og mund samt ventilationsmaskiner (*Continuous Positive Airway Pressure*, CPAP), korrektiv kirurgi af de øvre luftveje samt tiltag som reduktion af kropsvægt samt konditions- og styrketræning (3,4,9-13). Standardbehandlingen i Danmark af alle former for OSA hos voksne patienter er CPAP, der betragtes som "gold standard". Desværre har mange patienter svært ved at tolerere og acceptere behandlingen med CPAP. Derfor tilbydes som standard i andre lande en aftagelig mandibelfremførende tandbøjle (MAD) som den primære non-CPAP-behandling og førstevalg ved mild til moderat OSA. I det følgende vil behandling med MAD blive beskrevet med hovedvægten lagt på korttids- og langtidsbivirkninger efter MAD-behandling. Ligeledes vil diagnostik, udformning af MAD samt behandlingsprocedurer blive kort beskrevet, da det er essentielt for at opnå størst mulig effekt og færrest bivirkninger.

DIAGNOSTIK FØR MAD-BEHANDLING

OSA udredes af relevante speciallæger, og diagnosen stilles efter udførelse af PolySomnoGraf (PSG) og/eller Partiel PolyGraf (PG), som også benævnes CardioRespiratorisk Monitorering (CRM), hvor antallet af respirationspauser måles pr. time og klassificeres vha. et Apnø-Hypopnø-Index (AHI), der definerer sværhedsgraden af OSA (3,14). I Danmark hører diagnostik og sygdomsudredning af OSA under neurologer, øre-næse-halslæger eller speciallæger i lungemedicin for dels at sikre, at der stilles den korrekte diagnose, dels at andre sygdomme og/eller anomaliteter i luftvejene udelukkes. Men hensyn til AHI er indikationen for MAD-behandling mild ($AHI \geq 5 - < 15$) til moderat OSA ($AHI \geq 15 - < 30$) og svær OSA ($AHI \geq 30$), men kun hvor patienten har svært ved at anvende CPAP (12,15).

Inden en MAD-behandling iværksættes, bør tandsættet være fuldt saneret uden forekomst af caries og parodontal sygdom. Såfremt patienten mangler en eller flere tænder, bør det afklares, om patienten ønsker protetisk erstatning herfor. Hvis dette er tilfældet, bør behandlingen udføres, inden eventuel MAD-behandling igangsættes. Efter anbefaling fra Odontologisk Søvnklinik, Odontologisk Institut, Københavns Universitet (KU) og med afsæt i litteraturen tilrådes det, efter OSA-diagnosen er stillet i speciallægeregi og inden behandling med MAD, at der foretages diagnostik af okklusion, kranio-facial morfologi, BMI, måling af halsomkreds, oro-facial funktion inkl. kæbeled og det øvre svælg (16,17).

Okklusionen undersøges for afvigelser, fordeling og antal tandkontakter og ikke-alderssvarende slid på tænderne. Den kranio-faciale morfologi vurderes med henblik på kæ-

Forkortelsesliste

- OSA** – Obstruktiv søvnapnø
- CPAP** – Continuous Positive Airway Pressure
- MAD** – Mandibelfremførende tandbøjle
- BMI** – Body-Mass-Index
- PSG** – PolySomnoGraf
- PG** – Partiel PolyGraf
- CRM** – CardioRespiratorisk Monitorering
- AHI** – Apnø-Hypopnø-Index
- KU** – Københavns Universitet
- DC/TMD** – Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
- TMD** – Temporomandibulær dysfunktion
- IP** – Intercuspidations Position
- OK** – Overkæbe
- UK** – Underkæbe

FAKTABOKS 1

Forhold forud for MAD-behandling af OSA for at mindske bivirkninger og opnå optimal effekt.

Udredning af OSA i speciallægeregi og henvisning til MAD-behandling.

Grundig diagnostik af okklusion, oro-facial funktion og kranio-faciale forhold inklusive øvre svælg, uvula og tonsiller.

Fagkyndig fremstilling, tilpasning og kontrol af MAD efter rette indikation og diagnostik.

bernes position og morfologiske afvigelser i halshvirvelsøjlen, idet der hos voksne patienter med OSA ses signifikant flere afvigelser i halshvirvelsøjlen som sammenvoksning af en eller flere øvre halshvirvler, ekstenderet hovedholdning og evt. retrognat underkæbe og høj gane (5,7,18,19). Den kranio-faciale morfologi menes derfor at have betydning for og kan benyttes sammen med andre parametre til at vurdere prognosen for behandling med MAD (19). Derudover undersøges den oro-faciale funktion, herunder afvigelser i kæbeled og tyggemusklér, ved at foretage en standard DC/TMD-undersøgelse (20,21). Gabeevnen skal være normal (> 40 mm) og foregå uden smerter (16). Der bør også foretages en klinisk vurdering af det øvre svælg, uvula og tonsiller ved hjælp af Mallampati scoring og en tonsil-scoring (22,23), gerne suppleret med faryngometri og rhinometri (24,25). ▶

Søvnrapporten og den dento-kranio-faciale diagnostik danner basis for MAD-behandlingen. Kriterierne for denne behandling er endvidere, at der skal være jævnt fordelt okklusal kontakt ved sammenbid på egne tænder før behandling, ideelt set ≥ 20 tilstedeværende tænder med helst 10 i hver kæbe, ingen tegn på aktiv parodontal sygdom samt $< 50\%$ klinisk fæstetab og/eller radiologisk knoglesvind. MAD bør derimod ikke benyttes ved distal molarokklusion med dybt bid og bagudrettede incisiver (Angle klasse II division 2), tydeligt facialt slid af underkæbeincisiverne, maksimal protrusion af underkæben < 6 mm, anteriort åbent bid samt behandlingskrævende TMD (temporomandibulær dysfunktion) eller kraniofaciale anomalier (9,10,14).

UDFORMNING, PROCEDURER OG ANVENDELSE AF MAD-BEHANDLING

MAD er en aktiv bøjle, som også kan anvendes til ortodontisk behandling både af børn i vækst og til unge og voksne, dog med hvert deres ortodontiske formål (26-30). Den individuelle udformning af MAD til patienter med mild til moderat OSA afhænger af den dento-kranio-faciale diagnostik. Hver MAD må derfor udformes specielt til den enkelte patient. De kan udformes både som en hel (mono-bloc) eller todelt (bi-bloc) bøjle afhængigt af forholdene, men på nuværende tidspunkt benyttes næsten udelukkende todelte bøjler af forskellige typer, da en todelt bøjle kan titreres uden omfattende korrektion af bøjlen. Dog er det vist, at en hel og en todelt bøjle er lige effektiv i behandlingen af OSA, og at bivirkningerne er lige store (31). Uanset MAD-udformningen skal bøjlen dække alle tænder (evt. med undtagelse af overkæbeincisiverne), være så lille som muligt, have optimal retention, og fremadføringen af mandiblen må ikke overstige 75% af patientens maksimale protrusion (9,10,14,32). Den dento-kranio-faciale morfologi afgør dog størrelsen af protrusionen af mandiblen ved brug af MAD. Når MAD udleveres, titreres og justeres bøjlen fremad i løbet af den første måned af behandlingen. Herefter må bøjlen kontrolleres regelmæssigt, og den morfologiske okklusion, kranio-facial morfologi og funktion undersøges ved hver kontrol for at undgå bivirkninger (9,10,14). På den Odontologiske Søvnklinik anbefaler vi derfor kontrol efter en måned, seks måneder, et år og to år og derudover efter behov. Hvis der efter en måned ikke er nogen symptomer efter brug af MAD, henvises patienten til en PG/CRM-undersøgelse for at klarlægge, om MAD har medført reduktion i AHI. Såfremt behandlingen har den ønskede effekt, og der ikke er nogen bivirkninger, kontrolleres bøjlen og effekten igen efter seks måneder, et år og to år. Ved toårs kontrol foretages igen en PG/CRM-undersøgelse for at undersøge den objektive effekt, bl.a. AHI.

Virkningsmekanismen ved MAD er, at underkæben protruderes $50-75\%$ af patientens maksimale protrusion, hvilket ændrer relationerne mellem de anatomiske strukturer i området, således at kollapsen af blødtvævet i svelget undgås (3,9,10,12,14,32,33). MAD er derfor en aktiv bøjle, som ved protrusion af mandiblen tvinger tungebenet fremad og øger afstanden til den hårde ganes bagerste punkt. Da tungeroden hæfter til tungebenet, trækkes tungen fremad, samtidig med at

den nedre anteriore ansigtshøjde øges. Derudover strækkes m. styloglossus, hyoglossus og palatoglossus, således at volumen i svelget øges specielt i lateral retning (33,34).

For at opnå en optimal effekt anbefales det, at bøjlen helst skal bruges hele natten, men mindst fire timer i 70% af nætterne (35). Patienterne er gode til at vænne sig til at anvende MAD (14,15), og behandlingen er effektiv i at reducere AHI hos mange OSA-patienter, men desværre ikke hos alle (9,10,13,16,17).

BIVIRKNINGER VED MAD-BEHANDLING

Da MAD er en aktiv bøjle, der holder mandiblen fremme hele natten, vil der som oftest være bivirkninger i større eller mindre grad i form af korttids- og langtidsbivirkninger (30,34).

Korttidsbivirkninger

Korttidsbivirkninger ved behandling med MAD i løbet af tilvænningsperioden er som regel midlertidige og ikke særlig alvorlige. Typisk kan der være ubehag i tænder og tandkød, ømhed i kæbeled og tyggemuskler, mundtørhed eller øget spyttsekretion og savlen, som ligner de symptomer, der kan opstå ved behandling med bidskinne (9,14-16,34). Derudover ses der ingen sammenhæng mellem MAD-behandling og temporomandibulær dysfunktion (TMD), men blot en øget tendens til kæbeledslyde i form af reciprokke knæk og krepitation i starten af behandlingen, baseret på anamnesticke oplysninger, der reduceredes efterfølgende (10).

Langtidsbivirkninger

Efter længere tids behandling med MAD kan der opstå mere alvorlige og permanente dento-alveolære og kranio-faciale forandringer i form af ændringer i okklusionen, øget ansigtshøjde og bagudrotation af mandiblen (9,10,14,34,36-39).

MAD er som tidligere nævnt en aktiv bøjle og benyttes hos børn med overbid for at stimulere væksten af mandiblen i kæbeledet og anvendes med dette formål 14-16 timer dagligt, hvorimod voksne OSA-patienter kun benytter bøjlen om natten (26). Hos voksne er væksten standst, men der kan alligevel ske en reduktion i det horisontale overbid. Årsagerne til dette er, at MAD typisk medfører retroklinering af overkæbeincisiverne og proklinering af underkæbeincisiverne. Disse bivirkninger opstår, idet MAD er en aktiv bøjle, hvor overkæbeincisiverne udsættes for kraftpåvirkning i posterior retning, og underkæbeincisiverne påvirkes i anterior retning (36,37,39,40). Flere studier har også vist signifikant reduktion af det vertikale overbid, fordi mandiblen tvinges fremad med en bagudrotation, da der ikke tygges sammen i intercuspitationsposition (IP), men på bøjlen. Det er derfor vigtigt, at MAD-behandling ikke foretages på patienter med frontalt åbent bid, da der vil være risiko for, at det forværres, samt manglende effekt af MAD (10,14,15,30,33,38, 40). Derudover ses en tendens til mesial okklusion (Angle klasse III) formodentlig på grund af en vis adaptation i kæbeled og tyggemuskler over tid og en gradvis mesialføring af dentitionen i underkæben og en gradvis distalføring af dentitionen i overkæben (16,41). Endvidere kan der ske reduktion i den okklusale afstøtning med færre kontakt-

FAKTABOKS 2

Mulige bivirkninger efter behandling med MAD.

Da MAD er en aktiv bøjle, vil der ofte forekomme bivirkninger i større eller mindre grad.

Korttidsvirkninger:

- Ubehag i tænder og tandkød
- Ømhed i kæbeled og tyggemuskler
- Mundtørhed eller øget spyttsekretion
- Øget tendens til kæbeleddsyde i form af reciprokke knæk og krepitation i starten af behandlingen, der efterfølgende reduceres

Langtidsvirkninger:

- Formindsket horisontalt og vertikalt overbid
- Bagudrotation af mandiblen
- Forøget ansigtshøjde
- Reduktion i antallet af okklusale kontaktpunkter
- Tendens til mesial molarokklusion

punkter i sideregionen, grundet at overkæbe- og underkæbeincisiverne positioneres mere kant til kant (37,42).

Hos voksne betandede patienter, der anvender MAD for OSA, synes der ikke at være sikre tegn på kliniske eller radiologiske forandringer i kæbeledet eller udvikling af TMD i forbindelse med behandling med MAD (10,12).

KONKLUSIONER

Da MAD er en aktiv bøjle, vil der ofte forekomme bivirkninger i større eller mindre grad. Korttidsvirkninger efter brug af

Klinisk relevans

Obstruktiv søvnapnø (OSA) er en af de hyppigste søvnrelaterede respirationsforstyrrelser hos voksne, og OSA-patienter med mild til moderat OSA kan behandles med en mandibel-fremførende tandbøjle (MAD). Men da MAD er en aktiv bøjle, vil der ofte forekomme bivirkninger. For at undgå alvorlige bivirkninger og opnå optimal effekt af MAD skal der laves en grundig diagnostik af de dento-kranio-faciale forhold efterfulgt af fagkyndig fremstilling og kontrol af MAD. Derfor bør det primært være tandlæger med speciel uddannelse i og erfaring med diagnostik og behandling med bøjler eller tandlæger i samarbejde med sådanne, der har ansvaret for MAD-behandling af OSA sammen med den henvisende speciallæge.

MAD er ofte kortvarige og ikke alvorlige. Det kan være ubehag i tænder og tandkød, ømhed i kæbeled og tyggemuskler, forbigående krepitation eller reciprokke kæbeleddknæk, mundtørhed eller øget spyttsekretion. Langtidsvirkninger ved MAD-behandling kan være ændringer i okklusionen som formindsket horisontalt og vertikalt overbid, bagudrotation af mandiblen, forøget ansigtshøjde, reduktion i antallet af okklusale kontaktpunkter og tendens til mesial molarokklusion. Der synes ikke at være en øget forekomst af forandringer i kæbeledet eller udvikling af TMD efter brug af MAD.

MAD i behandling af OSA bør kun laves på baggrund af en forudgående søvnundersøgelse og grundig diagnostik af de dento-kranio-faciale forhold efterfulgt af fagkyndig fremstilling og kontrol af MAD for derved at mindske bivirkninger og opnå optimal effekt. Derfor bør det primært være tandlæger med speciel uddannelse i og erfaring med diagnostik og behandling med bøjler eller tandlæger i samarbejde med sådanne, der har ansvaret for MAD-behandling af OSA sammen med den henvisende speciallæge.

TAK

Mange tak til fonde og firmaer, der har sponsoreret forskningen i odontologisk søvnmedicin, Odontologisk Institut, Københavns Universitet; Tandlægeforeningen; Det frie forskningsråd; Ingeborg og Leo Dannins Legatet; ResMed, Danmark, og Sleep Group Solutions, USA. ♦ ▶

ABSTRACT (ENGLISH)

SIDE-EFFECTS IN DENTAL OCCLUSION AND ORAL FUNCTION IN ADULT PATIENTS WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNOEA TREATED WITH A MANDIBULAR ADVANCEMENT DEVICE

Obstructive sleep apnoea (OSA) is one of the most common sleep-related breathing disorders and may cause daytime sleepiness and tiredness which can affect everyday activities and traffic safety. Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) is the standard treatment of adult patients with OSA but on the right indication a removable mandibular advancement device (MAD) can be used in treatment of mild to moderate OSA. MAD is an active, functional appliance, similar to the appliance used in orthodontic treatment of children and adults. The successful effect of MAD in orthodontic treatment is often seen as side effects in MAD-treatment of adult patients with OSA. The aim of the present article is to describe occlusal and functional side effects after MAD treatment of adult

patients with OSA. The literature review of the present article is based on previous published scientific articles including MAD treatment in adult patients with OSA. Short-term side effects after MAD may appear as discomfort in teeth and gingiva, tenderness in the temporomandibular joint and masticatory muscles, temporarily joint sounds, dryness of the mouth or excessive salivation. Long-term side effects may appear as reduced overjet and overbite, posterior rotation of the mandible, increased anterior face height, Angle Class III malocclusion and reduction in number of occlusal contacts of the teeth. Before MAD-treatment a sleep test and detailed diagnostics of the dento-craniofacial area is essential. The actual treatment, control and follow-up should be performed by specially trained dentists in order to reduce side effects and obtain optimal effect of treatment.

LITTERATUR

- Young T, Palta M, Dempsey J et al. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993;328:1230-5.
- Hrubos-Strøm H, Randby A, Namtvedt SK et al. A Norwegian population-based study on the risk and prevalence of obstructive sleep apnea. The Akershus Sleep Apnea Project (ASAP). *J Sleep Res* 2011;20(1 Pt 2):162-70.
- Greenstone M, Hack M. Obstructive sleep apnoea. *BMJ* 2014;348:g3745.
- Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet* 2014;383:736-47.
- Sonnesen L. Cervical Vertebral Column Morphology Associated with head posture and craniofacial morphology. *Seminars in Orthodontics* 2012;18:118-25.
- Sonnesen L, Jensen KE, Petersen AR et al. Cervical vertebral column morphology in patients with obstructive sleep apnoea assessed using lateral cephalograms and cone beam CT. A comparative study. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42:20130060.
- Sonnesen L, Petri N, Kjaer I et al. Cervical column morphology in adult patients with obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 2008;30:521-6.
- Epstein LJ, Kristo D, Strolle PJ et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med* 2009;5:263-76.
- Knappe SW, Sonnesen L, Bakke M. Tandskinner til behandling af voksne patienter med obstruktiv søvnapnø. *Aktuel Nordisk Odontologi* 2019;44:109-18.
- Knappe SW, Bakke M, Svanholt P et al. Long-term side effects on the temporomandibular joints and oro-facial function in patients with obstructive sleep apnoea treated with a mandibular advancement device. *J Oral Rehabil* 2017;44:354-62.
- Cuccia AM, Campisi G, Cannavale R et al. Obesity and craniofacial variables in subjects with obstructive sleep apnea syndrome: comparisons of cephalometric values. *Head Face Med* 2007;3:41.
- Balachandran JS, Patel SR. In the Clinic. Obstructive Sleep Apnea. *Ann Intern Med* 2014;161:ITC1-15.
- Sharples LD, Clutterbuck-James AL, Glover MJ et al. Meta-analysis of randomised controlled trials of oral mandibular advancement devices and continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea-hypopnoea. *Sleep Med Rev* 2016;27:108-24.
- Knappe SW, Sonnesen L. Mandibular positioning techniques to improve sleep quality in patients with obstructive sleep apnea: current perspectives. *Nat Sci Sleep* 2018;10:65-72.
- Marklund M, Verbraecken J, Randerath W. Non-CPAP therapies in obstructive sleep apnoea: mandibular advancement device therapy. *Eur Respir J* 2012;39:1241-7.
- Hammond RJ, Gotsopoulos H, Shen G et al. A follow-up study of dental and skeletal changes associated with mandibular advancement splint use in obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:806-14.
- Ramar K, Dort LC, Katz SG et al. Clinical practice guideline for the treatment of obstructive sleep apnea and snoring with oral appliance therapy: an update for 2015. *J Clin Sleep Med* 2015;11:773-827.
- Johal A, Conaghan C. Maxillary morphology in obstructive sleep apnea: a cephalometric and model study. *Angle Orthod* 2004;74:648-56.
- Svanholt P, Petri N, Wildschiodtz G et al. Influence of craniofacial and upper spine morphology on mandibular advancement device treatment outcome in patients with obstructive sleep apnoea: a pilot study. *Eur J Orthod* 2015;37:391-7.
- Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E et al. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC-TMD) for clinical and research applications recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *J Oral Facial Pain Headache* 2014;28:6-27.
- List T, Ekberg E, Ernberg M et al. Ny diagnostik för de vanligaste temporomandibulära dysfunktionerna för användning i allmäntandvården. *Tandlägebladet* 2015;119:268-77.
- Nuckton TJ, Glidden DV, Browner WS et al. Physical examination: Mallampati score as an independent predictor of obstructive sleep apnea. *Sleep* 2006;29:903-8.
- Kumar HVM, Schroeder JW, Gang Z et al. Mallampati score and pediatric obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2014;10:985-90.
- Li HY, Engleman H, Hsu CY et al. Acoustic reflection for nasal airway measurement in patients with obstructive. *Sleep* 2005;28:1554-9.
- Kamal I. Acoustic pharyngometry patterns of snoring and obstructive sleep apnea patients. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:58-66.
- DiBiase AT, Cobourne MT, Lee RT. The use of functional appliances in

- contemporary orthodontic practice. *Br Dent J* 2015;218:123-8.
27. Petri N, Svanholt P, Solow B et al. Mandibular advancement appliance for obstructive sleep apnoea: Results of a randomised placebo controlled trial using parallel group design. *J Sleep Res* 2008;17:221-9.
 28. Solow B, Andersen B, Jensen B. *Kompendium i aftageligt apparatur*. 4th ed. København: Odontologisk Boghandels Forlag, 1983;42-50.
 29. DS G. *Orthodontics at a glance*. 1st ed. Oxford: Blackwell Munksgaard, 2008;12-3, 50-3, 60-1, 86-7.
 30. Marklund M, Franklin K, Persson M. Orthodontic side-effects of mandibular advancement devices during treatment of snoring and sleep apnoea. *Eur J Orthod* 2001;23:135-44.
 31. Isacsson G, Nohlert E, Fransson AMC et al. Use of bibloc and monobloc oral appliances in obstructive sleep apnoea: a multicentre, randomized, blinded, parallel-group equivalence trial. *Eur J Orthod* 2019;41:80-8.
 32. Aarab G, Lobbezoo F, Hamburger HL et al. Effects of an oral appliance with different mandibular protrusion positions at a constant vertical dimension on obstructive sleep apnea. *Clin Oral Investig* 2010;14:339-45.
 33. Chan ASL, Sutherland K, Schwab RJ et al. The effect of mandibular advancement on upper airway structure in obstructive sleep apnoea. *Thorax* 2010;65:726-32.
 34. Sutherland K, Cistulli P. Mandibular advancement splints for the treatment of sleep apnea syndrome. *Swiss Med Wkly* 2011;141:w13276.
 35. Vanderveken OM, Dieltjens M, Wouters K et al. Objective measurement of compliance during oral appliance therapy for sleep-disordered breathing. *Thorax* 2013;68:91-6.
 36. Illing H, Morris DO, Lee RT. A prospective evaluation of bass, bionator and twin block appliances. Part 1 – the hard tissue. *Eur J Orthod* 1998;20:501-16.
 37. Doff MHJ, Finnema KJ, Hoekema A et al. Long-term oral appliance therapy in obstructive sleep apnea syndrome: a controlled study on dental side effects. *Clin Oral Investig* 2013;17:475-82.
 38. Martins OFM, Chaves Junior CMC, Rossi RRP et al. Side effects of mandibular advancement splints for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: a systematic review. *Dental Press J Orthod* 2018;23:45-54.
 39. Fransson AMC, Benavente-Lundahl C, Isacsson G. A prospective 10-year cephalometric follow-up study of patients with obstructive sleep apnea and snoring who used a mandibular protruding device. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;157:91-7.
 40. Venema JAMU, Doff MHJ, Joffe-Sokolova DS et al. Dental side effects of long-term obstructive sleep apnea therapy: a 10-year follow-up study. *Clinical Oral Investig* 2019: in press.
 41. Voudouris J, Kuftinec M. Improved clinical use of twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: Growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:247-66.
 42. Pliska BT, Nam H, Chen H et al. Obstructive sleep apnea and mandibular advancement splints: occlusal effects and progression of changes associated with a decade of treatment. *J Clin Sleep Med* 2014;10:1285-91.