

## ABSTRACT

Tandregulering med gennemsigtige skinner har haft en eksponentiel vækst de sidste år. Skinnerne kaldes alignere og har revolutioneret især voksenortodontien de seneste 10-20 år. Tidligere var ortodonti et vanskeligt speciale at give sig i kast med uden officiel videreuddannelse i ortodonti, men med denne nye teknik på markedet er muligheden for praktiserende tandlæger blevet forøget. De fleste patienter kan lettere acceptere at blive behandlet med gennemsigtige plastikskinner end fast apparatur på tændernes forside. Øget tilgængelighed af teknikken og kraftige reklamefremstød kombineret med en øget efterspørgsel samt forskning og udvikling i feltet har gjort alignerne til en kommerciel succes, og markedet udvikler sig markant i disse år. Vi vil i denne artikel diskutere fordele og ulemper ved teknikken, belyse problemområder, informere om effektiviteten af alignere til specifikke tandflytninger samt illustrere effekten med to patienttilfælde. Artiklen er tænkt som en overordnet introduktion til den nuværende evidens omkring behandling med alignere, hvorefter den interesserede kliniker kan fordybe sig yderligere efterfølgende.

**EMNEORD** Orthodontics | adults | malocclusion | therapy  
| orthodontic appliances, removable



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:  
**KASPER DAHL KRISTENSEN**  
kdkj@dent.au.dk

## Tandregulering med alignere

**KASPER DAHL KRISTENSEN**, afdelingstandlæge, ph.d., specialtandlæge i ortodonti, Institut for Odontologi og Oral Sundhed, Sektion for Ortodonti, Aarhus Universitet, og privat praksis, Oris Dental, Stavanger, Norge

**THOR HENRIKSON**, docent, specialtandlæge i ortodonti, Malmö Universitet, og privat praksis, Henrikson Tandreglering, Malmö, Sverige

► Accepteret til publikation den 27. januar 2022

Tandlægebladet 2022;126:718-29

**T** **ANDREGULERING MED** gennemsigtige plastikskinner blev kommercielt tilgængeligt i 1997 med Invisalign® fra Align Technology (1). Det at flytte tænder med elastiske materialer går længere tilbage med bl.a. brugen af positioners fra Kessling i 1944, men Invisalign® gjorde tilbuddet bredt tilgængeligt, da de brugte tynde næsten gennemsigtige skinner, som gradvist forflytter tænder efter en forud-

bestemt plan. Siden introduktionen af CAD/CAM- teknologi er planlægningen af behandlinger blevet revolutioneret (2). Princippet i ortodontisk behandling med alignere er, at efter patientens tænder er digitaliseret med en scanning eller silikoneaftryk, laves et behandlingsmål (eller ClinCheck® når det er fra Invisalign®), hvor tændernes stilling går fra tandstillingsfejl til korrigeret okklusion specificeret af den behandlende tandlæge gennem små trin med bevægelser mellem 0,15-0,25 mm eller 1-2 graders rotation pr. skinne. Skinnerne bruges så typisk i 7-14 dage, hvor der skiftes til den næste. Ofte vil resultatet efter første runde med de planlagte alignere ikke give et klinisk tilfredsstillende resultat, så der må bestilles flere alignere (= et refinement) (3). Dette må både patient og behandler være indstillet på. Mange forbinder ortodonti med alignere som korte behandlinger, men det er med vores erfaring ganske få patienttilfælde, som tager under seks måneder. Behandlingstiden for større behandlinger med korrektion af sagittale, transverselle og vertikale afvigelser minder meget om behandling med fast apparatur (4). Der er dog studier, som finder, at behandlingstiden med alignere er kortere end med fast apparatur (5,6).

Siden lanceringen har Align Technology ændret måden, firmaer, som tilbyder produkter og services til tandlægebranchen,

opererer på. De er gået ind og har målrettet en stor del af deres reklamebudget direkte mod patienterne, så de selv begyndte at opsøge behandlere for at få Invisalign® eller usynlig tandregulering (7). Efterspørgslen fra patienterne går kun en vej: op!

For patienterne er der da også mange indlysende fordele: mere komfortable end fast apparatur, de er mindre synlige end bukkalt fast apparatur, og de er aftagelige (3,8). Der er ikke mange, som ønsker at gå igennem en ortodontisk behandling, men der er mange, som har lyst til resultatet. Alignere fjerner noget af modstanden fra patienterne, da de er mere æstetiske end fast apparatur, og det gør, at flere vælger at gøre noget ved sin malokklusion eller at få forbedret sin smileæstetik. Anekdotisk kan det nævnes, at vi ofte til konsultationer med nye voksne patienter får at vide, at de gerne vil have korrigeret det ene eller andet, men at det er uaktuelt med ”togsletter”. En anden stor fordel med alignere er, at de er aftagelige, og derfor kan de tages ud ved sociale sammenkomster (dog ikke for længe ad gangen) samt ved måltider, så der ikke er nogen restriktioner på, hvad der kan spises, når man er i behandling.

I de senere år er alignersystemerne blevet meget avancerede. I USA har tandlægemarkedet været mere kundecentreret gennem længere tid, hvorfor adaptationen af alignere i specialtandlæger har været større og mere omfattende. Her er der nu specialtandlæger, der mener, at de kan behandle alle malokklusioner uanset vanskelighed med alignere til samme standard, som de kunne med fast apparatur (9). Mange ortodontister i USA tilbyder derfor ikke længere fast apparatur, men bare alignere (10). De fleste ortodontister ser dog alignere som endnu et værktøj og ser fordele og ulemper med både alignere og fast apparatur afhængigt af den malokklusion, der skal behandles, og den givne patient. Fast apparatur og alignere kan også kombineres for at opnå en synergetisk effekt og bruge ”det bedste fra begge verdener”. Der er bestemt nogle typer af patienter, hvor det er forfatterens opfattelse, at fast apparatur har sine fordele, og der er nogle, hvor alignere har fordele, hvilket omtales nedenfor.

Siden Invisalign® blev introduceret, er mange andre firmaer også begyndt at tilbyde lignende produkter. Spark® fra Ormco, ClearCorrect® fra Straumann, Clarity Alignere® fra 3M, Dentiline® fra Dentinor og ClearSmile alignere® fra IAS og mange, mange flere er kommet til i løbet af årene – og der kommer nye til hele tiden. Der findes nu flere forskellige softwares, hvor behandlere selv kan planlægge deres behandlinger, 3-d-printmodeller og presse alignere på deres egen klinik. Softwaren kan købes fra fx 3Shape (Clear Aligner Studio®), SureSmile® fra Dentsply Sirona, Archform® eller uLabs®. Dette er en mulighed, som det vurderes, at flere og flere tandlæger og ortodontister vil benytte sig af, efterhånden som softwaren og 3-d-printerne bliver enklere at bruge og prisen sænkes.

### ANSVAR FOR ALIGNERBEHANDLING

Det virker måske indlysende, men det bør her pointeres, at en alignerbehandling er en ortodontisk behandling. Det gælder for diagnostik og behandlingsplanlægningen samt selve tandforflytningen og retentionsperioden efter behandlingen.

Derfor er det også de ortodontiske standarder, som lægges til grund for diagnostik, behandlingsmålsætning, behandlingsplanlægning samt evalueringen af resultatet af en alignerbehandling. Alignerbehandling i Skandinavien udføres i høj grad i privat praksis af tandlæger. Specialtandlæger i ortodonti bruger også alignere, men indtrykket er, at det er tandlæger, som udfører de fleste behandlinger i Skandinavien. Dette virker logisk, da kurser i høj grad er blevet markedsført til tandlæger, og indikationsområdet for alignerbehandling tidligere var de tandstillingsfejl, som er blevet behandlet af tandlæger som mindre rotationer, trangstillinger, diastemata osv. Desuden arbejder de fleste ortodontister i Danmark i kommunalt regi med komplicerede patienttilfælde, og der er derfor mange ortodontister, som behandler børne-/ungepatienter, og som derfor ikke endnu bruger alignere.

Trods den store udbredelse hos både tandlæger og efterhånden også ortodontister (internationalt) er der dog ikke meget forskning, som viser, at der på generel basis opnås lige så gode resultater med alignere som med fast apparatur. Faktisk viser et systematisk review med en metaanalyse fra 2019, hvor man har samlet og sammenlignet resultaterne fra den tilgængelige publicerede litteratur, at behandling med fast apparatur i gennemsnit giver et bedre resultat end alignere (4). Kritikere vil sige, at disse studier er af ældre dato, at behandlerne, som brugte alignere, ikke var vant til denne behandlingsmetode, og at der i studierne ikke blev overkorrigeret for specifikke tandbevægelser. Den viden, som de mest erfarne ortodontister med stor alignererfaring sidder med, er grundlagt på en specialistuddannelse, hvor biologien bag tandforflytning, vurdering af gingivale biotyper, vurdering af skeletale forhold, vækst, klinisk diagnostik, bidforhold, opstilling af behandlingsmål og biomekaniske principper for tandforflytning er blevet optimeret med årelang træning i det værktøj, som alignere er. Når ortodontister begynder at behandle med alignere, er det for os også et nyt værktøj, som skal læres, og det må accepteres, at det tager tid, koster energi, samt at der er en læringskurve, før behandling effektivt og tilfredsstillende kan udføres på de mere komplicerede patienttilfælde med alignere (11). For tandlæger i almenpraksis bliver læringskurven endnu længere og stejlere, da man må gå ud fra et mindre basalt generelt ortodontisk vidensniveau inden for diagnostik, biomekanik, behandlingsplanlægning og opstilling af behandlingsmål. At vælge de rette patienttilfælde er derfor endnu vigtigere, for at behandlingen skal blive en succes for både behandler og ikke mindst patienten.

Ortodontisk behandling er ikke forbeholdt specialister i ortodonti. Traditionelt har ortodonti været mere kompliceret at begynde med for tandlæger, da påsætning af brackets, valg af buer osv. for mange tandlæger er kompliceret, og derfor er der ikke mange tandlæger, som har tilbudt deres patienter dette. Med CAD/CAM-teknologi er både brug af fast apparatur og alignere blevet enklere tilgængeligt for tandlæger. Der kan nu bestilles opsætninger klar til indirekte påsætning med brackets og buer fra flere forskellige leverandører; alignermarkedet har set stejle vækstkurver. Det virker nu enklere at gå til, da producenten illustrerer et forventet resultat, som så kan ▶

modificeres af behandleren. Mange behandlere ser derfor producentens forslag som en behandlingsplan, der kan godkendes med en accept af tandbevægelserne, som foreslås; dette på trods af at alle producenter understreger, at al diagnostik og behandlingsresultat er tandlægens eget ansvar. Vi som behandlere må derfor kunne afgøre, om vi med vores kompetencer kan udføre den behandling, som vælges i samråd med patienten. Dette gælder ortodonti som al anden tandbehandling. Disse forhold er blandt andet også forklaret i øvrige artikler i dette tema i Tandlægebladet.

Vicéns et al. og Best et al. har gennemført spørgeskemaundersøgelser, hvor forskelle mellem tandlæger og ortodontister, som alle bruger alignere, blev undersøgt (12,13). Begge studier er amerikanske, og fundene kan sandsynligvis ikke overføres direkte til skandinaviske forhold, men de kan give en idé om forskelle mellem grupperne. Vicéns et al. viste, at de fleste behandlere ikke føler, de forstår, hvordan alignere virker, og ikke føler sig komfortable med at begynde med behandlingsmetoden. Desuden viste de, at jo længere tid der gik fra certificering i alignere, jo færre patienter behandlede de (13). Studiet fra Vicéns et al. er fra 2010, hvilket må siges at være gammelt i ”aligner-sammenhæng”, og studiet af Best et al. fra 2018 viser da også, at antallet af alignerbehandlinger er væsentlig større otte år senere (12). Best et al. finder flere interessante forskelle mellem grupperne. Ortodontister behandler flere patienter med alignere, de har brugt mere tid på videreuddannelse i alignere, de mener, at fast apparatur er bedre løsninger end alignere for flere patienter, end tandlæger, de bruger flere hjælpeværktøjer (elastikker osv.), og de bruger længere tid på behandlingsplanlægning; praktiserende tandlæger ville behandle flere patientkategorier (dybt bid, stor trangstilling og Angle klasse II) end ortodontister ifølge undersøgelsen. I artiklen spekuleres der i, om det er fordi, ortodontisterne generelt behandler mere komplicerede patienter, og at behandlingsmål hos specifikke patienter er forskellig grupperne imellem (12). Spørgsmålet er så, om patienterne ved, om de får en behandling med en kvalitet, der er optimal, eller om nogle vælger kompromiset i behandlingsmålene, da nogle alignerprodukter målrettet tandlæger ikke kan flytte på molarer, så behandleren må lade malokklusion være ubehandlet.

I dag kan tandlæger uden klinisk ortodontisk erfaring blive certificerede brugere af alignere på en dag, og flere systemer kræver end ikke certificering. Derfor er den ortodontiske viden, mange tandlæger sidder med, når de begynder med alignere, den, som de fik på tandlægeskolerne, da de var studerende. Firmaerne bag alignerne vil ofte forklare de positive sider af alignerbehandling, men diagnostikken, behandlingsplanlægningen, biomekanikken, de biologiske grænser for tandflytning, udvælgelsen af patienter og retention, der bliver undervist i, er sparsom. De fleste tandlæger føler sig ikke kvalificerede til at behandle med alignere efter en endagscertificering (13). Bag sig har firmaerne ofte store budgetter til reklamer og salgsmateriale, og tandlæger kan hurtigt blive lokket til at tro, at alignerbehandling bare er: scanning – registrer patient – accepter planen – bond

attachments – færdig. Virkeligheden er sjældent så enkel, og det er en vigtig erkendelse.

### PRÆCISION, FORDELE OG ULEMPER MED ALIGNERE

Siden introduktionen af Invisalign® er indikationerne for behandling med alignere øget kraftigt (1). Der er i dag bred enighed om, at alignerbehandling hos en erfaren kliniker med ganske stor forudsigelighed kan behandle mindre tandstillingsfejl (5), mens der er større usikkerhed om, hvor effektivt og i hvilken grad man med alignere kan opnå et tilsvarende resultat som behandling med fuld fast regulering i mere komplicerede patienttilfælde (4,5,14,15). Alignere har været på markedet i ganske få år; udviklingen af teknologien, materialerne samt vores viden om biomekanikken bag øges hele tiden, men der er stadig ikke meget høj kvalitetsforskning, som har evalueret effektiviteten af alignere med de specifikationer, der bruges i dag. Dette fordi producenterne hele tiden opdateres med nye protokoller, attachments og materialer, og den forskning, som bliver udført og publiceret, vil derfor altid teste en gammel protokol. Desuden er meget af forskningen lavet internt hos producenterne, og de kan styre en del af, hvad der bliver publiceret. Derfor er det vanskeligt at give et 100 % forskningsbaseret svar på, hvilke kliniske problemstillinger som effektivt kan løses med alignere. I tidsskrifter vises imponerende kasuistikstudier, og på sociale medier vises den ene flotte serie frem efter den anden, men disse resultater kan sandsynligvis ikke reproducere af den gennemsnitlige tandlæge eller ortodontist. Der vil være forskel på resultaterne alt efter klinikerens evne til at planlægge behandlingsforløb og naturligvis patientens Kooperation. Det må formodes, at der er en stor publikationsbias i både artikler og på sociale medier. For at opnå et godt resultat er det vigtigt at forstå, at behandleren selv må tage ansvar for de forskellige dele af behandlingen: diagnostik, opstille behandlingsmål, behandlingsplanlægning samt korrigerende og bestemme sekvensen af de ønskede tandflytninger (engelsk: staging).

Der er flere områder, hvor det er muligt, at alignere har fordele i forhold til brug af fast apparatur. I forhold til renhold er dette jo lettere uden fast apparatur, og flere studier har også vist, at der er mindre plak og gingivitis hos patienter med alignere sammenlignet med fast apparatur (16,17). Dog er der også studier, som ikke finder en forskel mellem patienter behandlet med alignere eller fast apparatur (18). En anden fordel med alignere hos patienter med reduceret fæsteniveau er, at med alignere kan specifikke tænder flyttes med reducerede kræfter, idet der tages højde for, at parodontalligamentet har et mindre areal på parodontalt kompromitterede tænder. En vigtig note er her, at dette forhold må formodes at ligge udenfor teknikerens vidensområde, så her må klinikerens specifikt tage hånd om dette. Også i forhold til white-spot-lesions er det muligt, at alignere har en fordel (19). Et retrospektivt studie fandt, at 26 % af patienter med fast apparatur udviklede white-spot-lesions, mens det bare var tilfældet for 1,2 % af aligner-patienter; dog var patienterne med fast apparatur i gennemsnit i behandling et år længere end aligner-patienterne. Som for både plak-retention og udvikling af white-spot-lesions er der også modstridende fund, når det gælder apikal rodrorsorption. Flere studier finder,

at rodresorption er det samme for fast apparatur som for alig-nere (20), men der er også studier, som viser, at med alignere ses færre og mindre resorptioner (21,22).

Noget, som producenter ofte bruger i reklamer målrettet patienter, er, at behandlingen med alignere er usynlig, at de influerer mindre på dagligdagen, end det er tilfældet med fast apparatur (spisning osv.), og at det gør mindre ondt. Der er flere studier, som har evalueret dette samlet under betegnelsen Oral Health-related Quality of Life, og det er oftest rapporteret, at der er mindre smerte forbundet med behandling med alignere end med fast apparatur, at det er enklere at spise og fungere socialt, og at patienter behandlet med alignere generelt er tilfredse med behandlingerne (8,23-27). Dog er det også vist, at bruges der store attachments på incisiver, så bliver behandling med alignere mere synlig (28). Samme studie viser dog også, at patienter langt hyppigst foretrækker et godt resultat fremfor en æstetisk bedre løsning, så attachments på incisiver bør ikke ukritisk fjernes for at gøre apparaturet mindre synligt, hvis det kompromitterer behandlingsresultatet.

En ulempe med alignerne er dog, at patientkooperationen må være optimal. Manglende Kooperation betyder, at behandlinger ikke lykkes. Behandlingsstræthed kan således være en årsag til, at mere komplicerede behandlinger ikke lykkes og derfor bliver endnu længere. Behandles børn, inden det permanente tandsæt er fuldt erupteret, må der tages hensyn til dette. Dette vil ofte kræve flere sekvenser med skinner, end når alle permanente tænder kan påvirkes i første runde. Når børn behandles, må der også tages højde for væksten. Det anbefales generelt, at behandling af personer i vækst udføres af en specialtandlæge.

## FÅR VI, HVAD VI PLANLÆGGER?

Mange tandlæger og ortodontister har med egne øjne set, at resultaterne af en alignerbehandling ofte ikke blev, som planen forudsagde. Dette er naturligvis frustrerende for både behandler og patient. Det er forfatterens opfattelse, at succesfuld behandling med alignere kræver, at man lærer at bruge værktøjet alignere og øver sig i at kunne forudsige, om de planlagte tandbevægelser er realistiske, både hvad angår tandflytningen, men også om tænderne flyttes derhen, som det er planlagt (1,11). Her tænkes der fx på proklination af incisiver med mulige parodontale sequelae. Hos patienter med tynd biotype er risikoen for gingivale retraktioner stor ved proklination og ekspansion (29).

I 2009 publicerede Kravitz et al. en artikel, hvor præcisionen af Invisalign® blev testet (30). Her sammenlignede man den planlagte tandflytning fra ClinCheck® med den faktisk opnåede hos 37 selekterede patienter med en mindre grad af malokklusion (patienttilfældene måtte ikke være for vanskelige). Disse patienter havde fin okklusion posterior og blev behandlet med i gennemsnit 10 alignere i maksillen og 12 i mandiblen. Når man målte på effektiviteten af tandbevægelserne, opnåede man kun 41 % af de planlagte bevægelser. Den mest forudsigelige bevægelse var lingvalt tip (47,1 %), og den mindst effektive var ekstrusion af maksillære centrale incisiver med bare 18,3 %. Konklusionen på studiet var, at man som behandler må blive bedre til at forstå biomekanikken og sekvenseringen af tand-

## Klinisk relevans

**For at give vores patienter de bedst mulige resultater og oplevelse af behandling må behandlere med alignere kende til fordele og begrænsninger ved brugen af denne behandlingsmetode. Generel ortodontisk viden, forståelse af okklusion samt respekt for de biologiske grænser hos den enkelte patient og opstilling af behandlingsmål må være på plads inden indledning af behandling med alignere. Udvælgelsen af patienter er desuden yderst vigtig for at respektere læringskurven og blive fortrolig med teknikken. Simuleringer af behandlingsresultater inden opstart har flere problemer med præcision af flere bevægelsestyper, hvilket der må korrigeres for inden behandlingsstart i mere komplicerede patienttilfælde.**

bevægelserne for at reducere behovet for genbehandling (refinement) (30).

Siden 2009 er udviklingen gået stærkt, og der er brugt milliarder af dollars på produktudvikling indenfor alignere. I 2020 fulgte Kravitz og kolleger så op med et tilsvarende studie med 38 patienter fra Kravitz' egen praksis (31). Denne gang var patienttilfældene mere komplicerede, og der blev målt på alle tænder i begge kæber for alle typer af bevægelser (tip mesialt, distalt, lingvalt, bukkalt, intrusion, ekstrusion samt rotation). Denne gang blev der også overkorrigeret i ClinCheck® for tandbevægelser, som erfaringsmæssigt giver vanskeligheder med tracking. Kun patienter, som blev vurderet til at have god kooperation, blev inkluderet i studiet. Der blev i gennemsnit brugt 21 alignere i maksillen og 20 i mandiblen. For at måle, om det kliniske resultat var tilfredsstillende, målte man resultatet efter et verificeret indeks: The American Board of Orthodontic (ABO) cast evaluation system. Denne gang opnåede de 50 % af de planlagte tandbevægelser. Dette lyder lavt, men må ses som en betydelig fremgang siden 2009-studiet, da præcisionen er øget på alle tænderne, patienterne var betydeligt vanskeligere, og der var lagt overkorrektion ind i planerne. Dog blev der ikke målt en forbedring i intrusion siden 2009 trods brug af Invisalign® G5 protokol for intrusion og posterior retention (forbedring af behandlinger mod dybe bid). De scorer, som blev registreret efter behandlingen, viste, at 74 % af patienttilfældene ville kunne bestå ABO-kravene efter denne første runde med alignere. Det må formodes, at det tal vil blive endnu højere efter refinement. Konklusionen af studiet var, at Invisalign-systemet er forbedret, men der er stadig nogle typer af bevægelser, Invisalign® har problemer med (31). Der er lavet flere andre studier, som viser tilsvarende resultater (14,32-34). Det blev også understreget, at der blev ændret meget i behandlingsmålene og rækkefølgen, tænderne bevæger sig fra det første forslag i ClinCheck® til det accepterede. For en mindre kvalificeret behandler må man gå ud fra, at det kliniske resultat vil være endnu lavere.

Særligt vertikale problemer såsom dybt bid har vist sig vanskelige at korrigere med alignere. Ny forskning af Blundell ►

## Patienttilfælde 1 før behandling



**Fig. 1.** Der ses trangstilling i begge fronter samt invertering af 2+2.

**Fig. 1.** Case 1. Pretreatment. Anterior crowding is observed in both arches with anterior crossbite on 12, 22.

et al. understreger dette. I dette studie sammenlignede de den foreslåede/forventede effekt af vertikale forbedringer med den faktisk opnåede (35). I gennemsnit opnåede de en effekt på 39 % for hele gruppen af patienter, men desværre viste det sig også, at jo dybere biddet var inden behandling, des mindre korrektion blev opnået i behandlingen, og således vil et dybt bid på 7 mm, som ønskes korrigeret til 2 mm, blot opnå 30 % af det estimerede fra ClinCheck®-softwaren (35). Det tidligere omtalte studie fra Haouili et al. fandt, at for intrusion af incisiver opnås ca. 33 % af det ønskede fra ClinCheck®-softwaren (31).

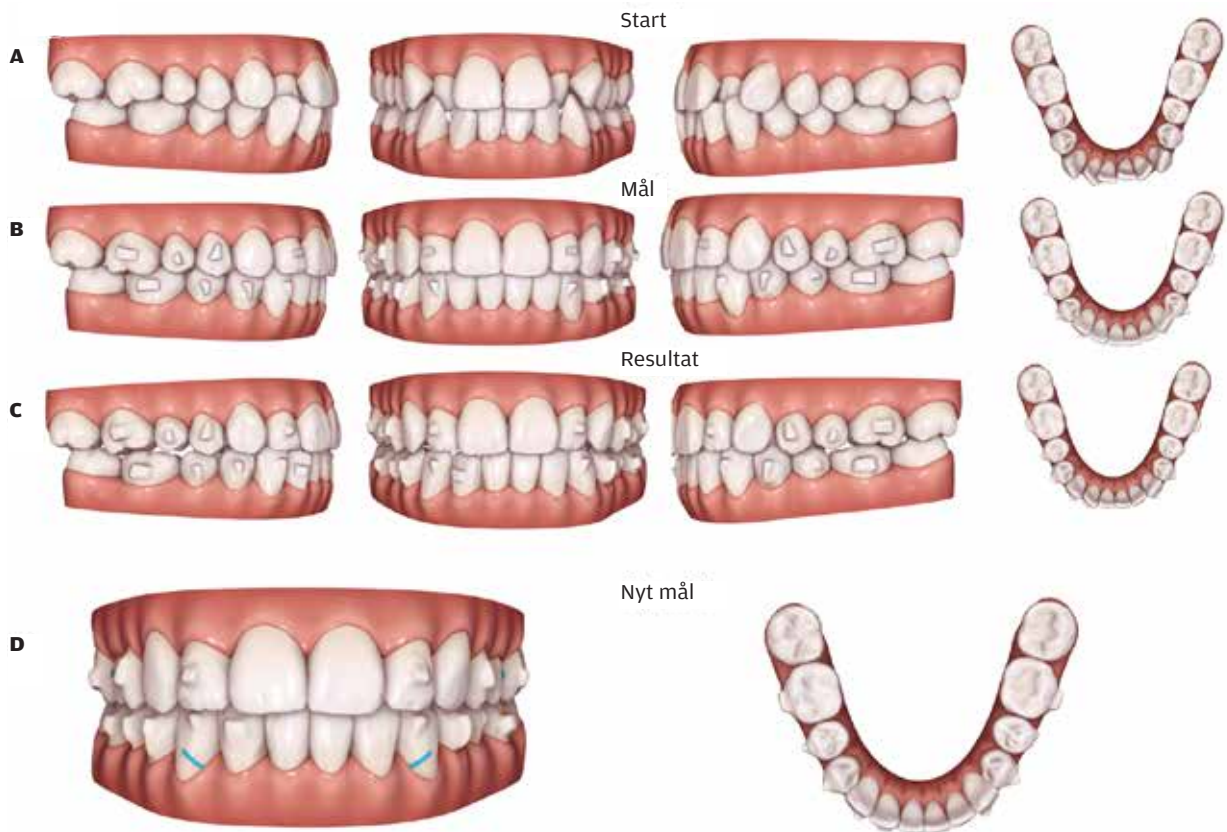
Omvendt, så er vertikale problemer med åbne bid (mindre og moderate) efter forfatterens mening ofte bedre behandlet med alignere end fast apparatur. Der er flere biomekaniske grunde til dette. Alignere har glimrende kontrol af ekstrusion ved nivellering af tandbuerne, og ved nivellering med fast apparatur kan det næsten ikke undgås, at man ekstruderer posteriore tænder en smule. 1 mm ekstrusion posteriort i tandrækken giver 2-3 mm bidåbning anteriort (36), men siden alignerne ikke giver denne initiale ekstrusion, og der samtidig kan intruderes posteriort (oftest bedst bare med én tand ad gangen), så kan biddet lukkes uden nævneværdig ekstrusion i fronten. I et studie fra Harris et al. blev det undersøgt, hvordan korrektion af åbent bid faktisk foregår (37). Her viser de, at det primært er med relativ anterior ekstrusion samt let posterior intrusion en bidlukning foregår. De nævner selv, at en svaghed ved studiet er, at de ikke undersøger, hvor meget intrusion det er muligt at få med alignere, men bare

hvor meget intrusion og ekstrusion der blev opnået i en serie med åbne bid med variabel ætiologi. Derfor kan det argumenteres, at en bidlukning med posterior intrusion sandsynligvis vil være større end det observerede, hvis den korrekte biomekanik anvendes i planlægningen (37).

Når vi som behandlere vurderer ClinChecks® opsætning, må vi altså altid være omhyggelige og forbedre disse efter både biologiske hensyn samt biomekaniske overvejelser. Man skal ikke se ClinChecks® eller tilsvarende planlægningsværktøjer som faktiske tandbevægelser. De skal i stedet anses som en repræsentation af de forandringer, som sker i udformningen af alignerne for hvert trin. Ved enhver alignerbehandling må man regne med, at et refinement er en del af behandlingen; jo længere og mere kompliceret behandlingen er, jo større er sandsynligheden for, at der må bestilles nye alignere for at få detaljerne på plads.

For at forbedre sandsynligheden for at der opnås de planlagte tandbevægelser, må man ofte bruge andre ”værktøjer” (engelsk: auxiliaries) som fx elastikker, bidhævning, bonding af enkelte brackets eller buttons. Også brug af powerarms og miniskruer kan benyttes for at overkomme de biomekaniske problemer, alignere har med nogle typer af tandbevægelser (38-40). Ved afslutning af behandlinger kan der også være problemer med at få tænderne til at stabiliseres i okklusion, og her kan bl.a. elastikker, klipning i alignerne eller produktion af små rotationsknapper (dimples) i alignerne komme på tale. For at komme helt i mål bør tandlæger derfor kunne dette.

## Patienttilfælde 1. Oversigt over digitale behandlingsmål



**Fig. 2. A.** Ved behandlingsstart. **B.** Behandlingsmål ved opstart. Der er indlagt transversel ekspansion samt interproximal beslibning (IPR) i underkæbens front. **C.** Behandlingsresultat efter de planlagte 46 alignere i begge kæber. Der ses to næsten nivellerede tandbuer, men der mangler efterbehandling samt stabilisering af okklusionen. **D.** Nyt behandlingsmål med 26 alignere med proklination på 2+, let overkorrektion af rotation på 2- samt brug af kl. III-elastikker om natten for at få biddet til at passe.

**Fig. 2.** Case 1. Overview of the digital treatment-goal. **A.** At treatment-start. **B.** Treatment-goal after treatment. Transversal expansion and interproximal reduction (IPR) applied in the lower front. **C.** Treatment result after the planned 46 aligners in both arches. The levelling was almost there, but the bite needed more detailing and finishing. **D.** New treatment goal after 26 aligners with proclination of 12, 22, slight overcorrection of rotation on 42 and the use of night-time cl. III-elastics to settle the bite.

### PATIENTEKSEMPLER

#### Patienttilfælde 1

Kvinde, 45 år gammel. Patienten præsenterer let skeletal klasse III-okklusion samt inverteringer og trangstilling i begge fronter (Fig. 1). Efter fremlæggelse af behandlingsmuligheder vælges behandling med alignere (Invisalign®) uden ekstraktioner. Planen omfattede transversel ekspansion i begge kæber, interproximal reduktion (IPR) i underkæbens front. Fig. 2 viser en oversigt over start (A), behandlingsmål (B) samt behandlingsresultat efter de planlagte 46 alignere (C). Fig. 2D viser en oversigt over det nye behandlingsmål. Bemærk her, at rotation af 2-er overkorrigeret. I den 2. serie med alignere blev målet at øge overbiddet både sagittalt og vertikalt. Fortsætte nivelleringen med derotation i især underkæbefronten samt proklination af 2+2. For at korrigere biddet skulle der bruges klasse III-elastikker om natten. Den endelige behandling blev på 72 alignere,

og behandlingen varede i totalt 17 måneder (Fig. 3). Retention med påsatte Penta One retainers 3+3 samt 3-3. Vakuumformet skinne (Essix) til natbrug i overkæben hver nat de første to år.

#### Patienttilfælde 2

Kvinde, 29 år gammel. Åbent bid med kontakter på bare 7+7, +7 har vertikal rodfraktur og må ekstraheres samt recession på 1 (Fig. 4). Behandlingsplanen lød på at intrudere de posteriore tænder i begge kæber en ad gangen for at tillade autorotation af mandiblen og derved lukke biddet. Det blev skrevet specifikt i instruktionen i ClinCheck®, at intrusionen skulle være én tand ad gangen, så de andre tænder samt okklusionen fungerede som forankring. Rektangulære attachments (4 x 1 mm) blev sat på bukkalt på molarer og præmolarer for forankring, og der blev lagt ekstra bukkal rodtorque ind for at reducere bukkal tipping. ▶

For at korrigere torquen på 1- blev der brugt et værktøj i Clin-Check® kaldet en power-ridge. Efter ekstraktion af +7 skulle +8 mesialiseres. Her blev der overkorrigeret kraftigt i forhold til det ønskede kliniske resultat med hensyn til mesialt rodtip for at reducere det mesial-tip, som oftest ses ved lukning af mellemrum.

Alle behandlingsmål blev opfyldt gennem tre serier med alig-nere og en behandlingstid på 20 måneder (Fig. 5 og 6). Bidluk-ningen blev opnået uden ekstrusion af incisiver og autorotation af mandiblen. +8 blev mesialiseret med fin rodparallelitet (Fig. 7). Retentionen blev gennemført med påsatte retainers 3+3 og 3-3 samt en vakuumformet retainer (Essix) til overkæben til natbrug.

## Patienttilfælde 1 før og efter



**Fig. 3.** Endeligt behandlingsresultat efter 17 måneders behandling og påsætning af permanente retainere. I tillæg blev der også brugt en Essix om natten som retention.  
**Fig. 3.** Case 1. Overview before and after. Treatment result after 17 months of treatment and bonding of fixed retainers. In addition, to improve retention a nighttime Essix was also applied.

## Patienttilfælde 2. Før behandling



**Fig. 4.** Her ses åbent bid med okklusionskontakter bare på 7+7/7-7. Desuden retraction på 1-, +7 har vertikal rodfraktur og må ekstraheres.

**Fig. 4.** Case 2. Pretreatment. We observe an open bite with occlusal contacts only on 17, 27 and 37, 47. In addition, a gingival retraction on 41 and 27 has a vertical root-fracture and must be extracted.



## Patienttilfælde 2. Efter behandling



**Fig. 5.** Biddet er lukket sammen ved hjælp af selektiv posterior intrusion og uden anterior ekstrusion. Tand +7 er ekstraheret og +8 mesialiseret. Der ses også en forbedring af gingiva på 1- efter roden blev torqueret ind på plads. Fast retention 3+3 og 3-3. Desuden bruges en Essix som retention i overkæben.

**Fig. 5.** Case 2. After treatment. Bite-closure achieved by selective posterior intrusion and without anterior extrusion. Tooth 27 was extracted and 28 mesialized. The gingival retraction was improved after correcting the torque. Fixed retention 13-23 and 33-43 and in attrition a nighttime Essix was used in the upper jaw as retention.

## Patienttilfælde 2 sammenligning før og efter



**Fig. 6.** Behandlingsmålene opnået med behandlingstid på 20 måneder.

**Fig. 6.** Case 2. Comparison of pre- and posttreatment. Treatment objectives achieved after 20 months of active treatment.

## Patienttilfælde 2. Panoramarøntgen

---

**A**



**B**



**Fig. 7.** Panoramarøntgen før (A) og efter (B) behandling. Fornuftig rodparallelitet ses efter mesialisering af +8.

**Fig. 7.** Case 2. Panoramic x-ray before (A) and after (B) treatment. Acceptable root-parallelism of 28 after mesialization.

---

## ABSTRACT (ENGLISH)

### ORTHODONTIC TREATMENT WITH ALIGNERS

Orthodontic treatment with transparent aligners has had an exponential growth the last years. The aligners have revolutionized especially the adult orthodontic treatment during the last 10-20 years. Previously, orthodontics was a difficult specialty to embark on without a formal postgraduate orthodontic training, but this new technique has made orthodontic treatments available to general dentists. Patients have a lower threshold for accepting treatment using transparent aligners compared to buccal brackets. Increased availability

of the technique and wide-spread commercialization combined with increased research and development have made the aligners a commercial success, and the market is developing significantly now. We aim in this article to discuss the pros and cons of the technique, address problem-areas, inform readers about the effectiveness of aligners for specific dental movements and illustrate this with two cases examples. The article is meant as an overall introduction of the current scientific evidence of aligner-treatment, preparing the interested clinician for subsequent further investigation.

## LITTERATUR

- Chan E, Darendeliler MA. The Invisalign® appliance today: A thinking person's orthodontic appliance. *Seminars Orthod* 2017;23:12-64.
- Wheeler TT. Orthodontic clear aligner treatment. *Seminars Orthod* 2017;23:83-9.
- Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J* 2017;62 (Supp 1):58-62.
- Papageorgiou SN, Koletsi D, Iliadi A, Peltomaki T, Eliades T. Treatment outcome with orthodontic aligners and fixed appliances: a systematic review with meta-analyses. *Eur J Orthod* 2020;42:331-43.
- Borda AF, Garfinkle JS, Covell DA et al. Outcome assessment of orthodontic clear aligner vs fixed appliance treatment in a teenage population with mild malocclusions. *Angle Orthod* 2020;90:485-90.
- Dianiskova S, Rongo R, Buono R et al. Treatment of mild Class II malocclusion in growing patients with clear aligners versus fixed multibracket therapy: A retrospective study. *Orthod Craniofac Res* 2021. [Online ahead of print].
- d'Apuzzo F, Perillo L, Carrico CK et al. Clear aligner treatment: different perspectives between orthodontists and general dentists. *Prog Orthod* 2019; 11;20:10. [Online only].
- AlSeraidi M, Hansa I, Dhaval F et al. The effect of vestibular, lingual, and aligner appliances on the quality of life of adult patients during the initial stages of orthodontic treatment. *Prog Orthod* 2021;22:3. [Online only].
- Keim RG. New possibilities for aligners. *J Clin Orthod* 2018;52:195.
- Keim RG, Vogels Iii DS, Vogels PB. 2020 JCO Study of orthodontic diagnosis and treatment procedures part 1: Results and trends. *J Clin Orthod* 2020;54:581-610.
- Bowman SJ. Improving the predictability of clear aligners. *Seminars Orthod* 2017;23:65-75.
- Best AD, Shroff B, Carrico CK et al. Treatment management between orthodontists and general practitioners performing clear aligner therapy. *Angle Orthod* 2017;87:432-9.
- Vicéns J, Russo A. Comparative use of Invisalign by orthodontists and general practitioners. *Angle Orthod* 2010;80:425-34.
- Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF et al. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2020;23:133-42.
- Aman C, Azevedo B, Bednar E et al. Apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners: A retrospective study using cone-beam computed tomography. *Amer J Orthod Dentofac Orthop* 2018;153:842-51.
- Jiang Q, Li J, Mei L et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 2018;149:712-20.e12.
- Levrini L, Mangano A, Montanari P et al. Periodontal health status in patients treated with the Invisalign® system and fixed orthodontic appliances: A 3 months clinical and microbiological evaluation. *Eur J Dent* 2015;9:404-10.
- Wang Q, Ma J-B, Wang B et al. Alterations of the oral microbiome in patients treated with the Invisalign system or with fixed appliances. *Amer J Orthod Dentofac Orthop* 2019;156:633-40.
- Buschang PH, Chastain D, Keylor CL et al. Incidence of white spot lesions among patients treated with clear aligners and traditional braces. *Angle Orthod* 2019;89:359-64.
- Iglesias-Linares A, Sonnenberg B, Solano B et al. Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. *Angle Orthod* 2017;87:3-10.
- Li Y, Deng S, Mei L et al. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Prog Orthod* 2020;21:1. [Online only].
- Yi J, Xiao J, Li Y et al. External apical root resorption in non-extraction cases after clear aligner therapy or fixed orthodontic treatment. *J Dent Sci* 2018;13:48-53.
- Flores-Mir C, Brandelli J, Pacheco-Pereira C. Patient satisfaction and quality of life status after 2 treatment modalities: Invisalign and conventional fixed appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2018;154:639-44.
- Gao M, Yan X, Zhao R, et al. Comparison of pain perception, anxiety, and impacts on oral health-related quality of life between patients receiving clear aligners and fixed appliances during the initial stage of orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2021;43:353-9.
- Livas C, Delli K, Pandis N. "My Invisalign experience": content, metrics and comment sentiment analysis of the most popular patient testimonials on YouTube. *Prog Orthod* 2018;19:3. [Online only].
- Pithon MM, Baião FCS, Sant Anna L et al. Assessment of the effectiveness of invisible aligners compared with conventional appliance in aesthetic and functional orthodontic treatment: A systematic review. *J Investig Clin Dent* 2019;10:e12455.
- Pacheco-Pereira C, Brandelli J, Flores-Mir C. Patient satisfaction and quality of life changes after Invisalign treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2018;153:834-41.
- Thai JK, Araujo E, McCray J et al. Esthetic perception of clear aligner therapy attachments using eye-tracking technology. *Amer J Orthod Dentofac Orthop* 2020;158:400-9.
- Renkema AM, Fudalej PS, Renkema AA et al. Gingival labial recessions in orthodontically treated and untreated individuals: a case – control study. *J Clin Periodontol* 2013;40:631-7.

30. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E et al. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;135:27-35.
31. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR et al. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Amer J Orthod Dentofac Orthop* 2020;158:420-5.
32. Charalampakis O, Iliadi A, Ueno H et al. Accuracy of clear aligners: A retrospective study of patients who needed refinement. *Amer J Orthod Dentofac Orthop* 2018;154:47-54.
33. Chisari JR, McGorray SP, Nair M et al. Variables affecting orthodontic tooth movement with clear aligners. *Amer J Orthod Dentofac Orthop* 2014;145(4, Supp):S82-91.
34. Grünheid T, Loh C, Larson BE. How accurate is Invisalign in non-extraction cases? Are predicted tooth positions achieved? *Angle Orthod* 2017;87:809-15.
35. Blundell HLD, Weir TD, Kerr BD et al. Predictability of overbite control with the Invisalign appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2021;160:725-31
36. Kuhn RJ. Control of anterior vertical dimension and proper selection of extraoral anchorage. *Angle Orthod* 1968;38:340-9.
37. Harris K, Ojima K, Dan C et al. Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Prog Orthod* 2020;24:23. [Online only].
38. Bowman SJ, Celenza F, Sparaga J et al. Creative adjuncts for clear aligners, part 1: Class II treatment. *J Clin Orthod* 2015;49:83-94.
39. Bowman SJ, Celenza F, Sparaga J et al. Creative adjuncts for clear aligners, part 3: Extraction and interdisciplinary treatment. *J Clin Orthod* 2015;49:249-62.
40. Bowman SJ, Celenza F, Sparaga J et al. Creative adjuncts for clear aligners, part 2: Intrusion, rotation, and extrusion. *J Clin Orthod* 2015;49:162-72.

# Zirkonzahn®

SCAN KODEN



## INTELLIGENT SOLUTIONS

TILFÆLDE MED AFVIGENDE IMPLANTATER: TRE LØSNINGER MED ÆSTETISKE RESTAURERINGER, OGSÅ FOR TANDLØSE PATIENTER



DOUBLE SCREW METAL



BARTPLATTE



TITANIJATKEET K80 ASC

Zirkonzahn Worldwide – T +39 0474 066 680 – info@zirkonzahn.com – www.zirkonzahn.com