

# 2 CONFRONTO TRA APPARECCHI EDGEWISE E ALLINEATORI TRASPARENTI

## IN QUESTO CAPITOLO

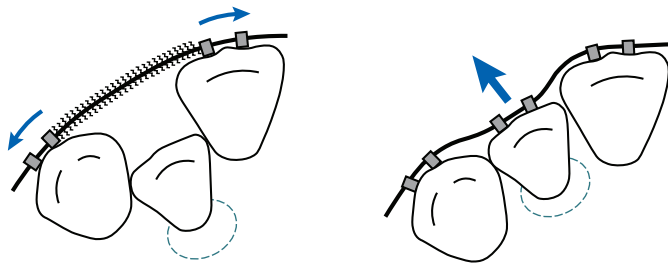
*Forza, ingaggio e ancoraggio* 8

*Estrusione, intrusione, torque  
e inclinazione delle radici* 12

*Meccaniche di trattamento* 14

**TABELLA 2-1** Modelli di forza, ingaggio e ancoraggio in apparecchi fissi rispetto ad allineatori trasparenti

	APPARECCHI FISSI	ALLINEATORI TRASPARENTI
Forza	I denti vengono "tirati"	I denti vengono "spinti"
Ingaggio	Arco nel bracket: più spesso è il filo, migliore è l'ingaggio	Plastica attorno ai denti: più plastica avvolge i denti, migliore è l'ingaggio
Ancoraggio	Ancoraggio reciproco: terza legge di Newton	I segmenti di ancoraggio devono essere predeterminati

**Fig. 2-1** Quando l'arco ritorna alla sua forma originale, tira il dente eretto linguisticamente verso l'arcata dentale.

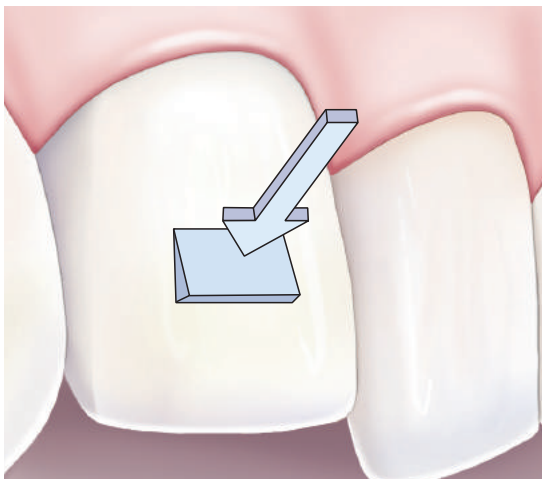
Il trattamento con allineatori trasparenti è una tecnica ortodontica. Pertanto, i principi ortodontici di applicazione della forza, ingaggio, ancoraggio e biomeccanica devono essere applicati anche alla tecnica degli allineatori trasparenti. Tuttavia, questi ultimi muovono i denti in modo diverso rispetto agli apparecchi fissi. Pertanto, è essenziale una chiara comprensione delle similitudini e delle differenze tra apparecchi fissi e allineatori trasparenti quando occorre decidere se trattare un caso con l'una o l'altra tecnica. Gli allineatori trasparenti sono in grado di trattare alcune malocclusioni in modo più efficiente rispetto agli apparecchi fissi, in quanto offrono un migliore controllo verticale e una gestione superiore dei problemi di ancoraggio. Conoscere i punti di forza e di debolezza degli allineatori trasparenti aiuterà il clinico nella scelta del miglior apparecchio ortodontico per affrontare una specifica malocclusione.

## FORZA, INGAGGIO E ANCORAGGIO

La tabella 2-1 confronta la forza, l'ingaggio e l'ancoraggio degli apparecchi fissi e degli allineatori trasparenti.

### Forza

Una differenza fondamentale tra il modo con cui il sistema di bracket e fili e gli allineatori muovono i denti è data dal fatto che gli apparecchi fissi *tirano* i denti mentre gli allineatori trasparenti li *spingono*. La figura 2-1 mostra come quando un arco viene ingaggiato in un dente eretto linguisticamente, l'elasticità dell'arco ne provoca il ritorno alla forma originale. Quando l'arco ritorna alla sua forma originale, tira il dente eretto linguisticamente verso l'arcata dentale. La forza applicata al dente dipende dalla flessibilità del filo e dal grado di deflessione che subisce per ingaggiare il dente. In maniera simile, per la chiusura dello spazio con apparecchi fissi, si applica una catenella elastica che ingaggia i denti attraverso lo spa-



**Fig. 2-2** Gli allineatori trasparenti spingono contro la superficie piana di un attachment per spostare i denti.

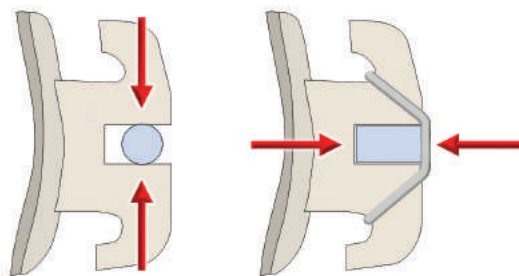
zio e quando la catenella elastica si contrae e ritorna nella sua forma originale, tira i denti uno verso l'altro e lo spazio si chiude.

Al contrario, gli allineatori trasparenti muovono i denti esercitando una forza di spinta. Quando un allineatore viene inserito sui denti, le differenze tra le posizioni dei denti intraoralmente e le posizioni dei denti nell'allineatore sono minori. L'allineatore si deforma sui denti e l'elasticità del materiale dell'allineatore spinge i denti in posizione. Gli attachment ottimizzati forniscono una superficie attiva e piatta contro la quale l'allineatore può spingere per effettuare movimenti del dente come estrusione o rotazione (Fig. 2-2).

### Ingaggio

Gli apparecchi fissi ingaggiano i denti attraverso un arco legato nello slot del bracket. Più spesso e rigido è l'arco, migliore è l'ingaggio. La sequenza degli archi inizia con archi tondi e flessibili con un ampio raggio di lavoro ed elevata elasticità e prosegue gradualmente verso archi rigidi, rettangolari, in acciaio inossidabile. In un arco che si avvicina alla dimensione dello slot del bracket, il tip, il torque e l'in-and-out incorporati nello slot o nella base del bracket saranno espressi in modo più completo (Fig. 2-3).

Gli allineatori trasparenti ingaggiano i denti avvolgendoli. Maggiore è la superficie di alline-



**Fig. 2-3** L'arco iniziale rotondo e flessibile impegna il dente per spostarlo in posizione. Un arco rettangolare a pieno spessore impegna completamente lo slot del bracket in modo che il torque e il tip integrati nello slot si esprimano clinicamente. (Ristampato da Burstone CJ, Choy KC. The Biomechanical Foundation of Clinical Orthodontics. Chicago: Quintessence, 2015.)

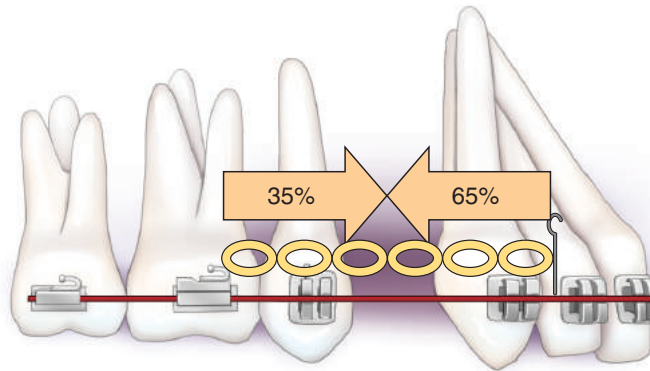
atore avvolta attorno a un dente, migliore è l'ingaggio. Nei denti con lunghe corone cliniche e una maggiore area di superficie, c'è un migliore ingaggio e quindi una migliore espressione del movimento (Fig. 2-4a). Viceversa, nei denti con corone cliniche corte e meno area di superficie, l'ingaggio e l'espressione del movimento dentale sono minori (Fig. 2-4b). Un modo per aumentare l'ingaggio dell'allineatore sui denti di morfologia piccola, ad esempio gli incisivi laterali a forma conoide, è quello di posizionare un attachment sul dente. Ciò aumenta la superficie del dente e quindi aumenta l'ingaggio dell'allineatore e favorisce l'espressione clinica del movimento dentale. Similmente, nei casi in cui è prevista la distalizzazione sequenziale, è fondamentale registrare la superficie distale del dente più posteriore in arcata, in modo che l'allineatore possa impegnare completamente tale dente per distalizzarlo.

### Ancoraggio

Negli apparecchi fissi edgewise, il modello di ancoraggio più comune è quello dell'ancoraggio reciproco, basato sulla terza legge di Newton: per ogni azione, c'è una reazione uguale e contraria (Fig. 2-5). Un segmento di denti agirà come unità di ancoraggio per un altro segmento di denti. Ad esempio, nella chiusura dello spazio di estrazione del primo



**Fig. 2-4** Corone cliniche lunghe (a) offrono una superficie di spinta migliore per gli allineatori trasparenti, mentre le corone cliniche corte (b) offrono una superficie di spinta minore.



**Fig. 2-5** Il concetto di ancoraggio reciproco nella chiusura dello spazio di estrazione con apparecchi fissi.

premolare, i denti posteriori agiscono da segmento di ancoraggio per i denti anteriori. Allo stesso tempo, i denti anteriori agiscono da segmento di ancoraggio per i denti posteriori. Poiché l'area della superficie delle radici del segmento posteriore è maggiore di quella del segmento anteriore, quest'ultimo si retrae più di quanto il segmento posteriore si sposti in avanti. Il movimento in avanti del segmento posteriore è chiamato in ortodonzia perdita di ancoraggio. Tale perdita viene spesso presa in considerazione dal clinico durante la pianificazione del trattamento dei casi di estrazione, per garantirsi che l'occlusione finale si concluda in una relazione cuspide-fossa.

Nel trattamento con allineatori trasparenti, i segmenti di ancoraggio possono essere pre-determinati e possono cambiare nelle diverse fasi del trattamento. A questo proposito, gli allineatori trasparenti offrono un ottimo controllo dell'ancoraggio poiché i denti di ancoraggio possono essere resi immobili in diverse fasi del trattamento. Ad esempio, nella stadiazione di una distalizzazione sequenziale in arcata mascellare, solo i secondi molari vengono

distalizzati nelle fasi iniziali del trattamento. I denti rimanenti nell'arcata, dal primo molare al primo molare, non si muovono nelle fasi iniziali e fungono da segmento di ancoraggio per spingere i secondi molari distalmente per la correzione anteroposteriore (Fig. 2-6).

Nel protocollo di estrazione del primo premolare G6 (Align Technology), per avere il massimo ancoraggio, solo i canini e i denti posteriori si muovono nelle fasi iniziali del trattamento. Gli incisivi non si muovono e agiscono come segmento di ancoraggio anteriore per distalizzare il canino nel sito di estrazione, per la chiusura dello spazio. Ad un certo stadio del trattamento, il secondo premolare e i molari smettono di muoversi e diventano il segmento di ancoraggio posteriore mentre i canini e gli incisivi vengono retratti per completare la chiusura del sito di estrazione (Fig. 2-7). I modelli di ancoraggio sono discussi più dettagliatamente nel capitolo 13.

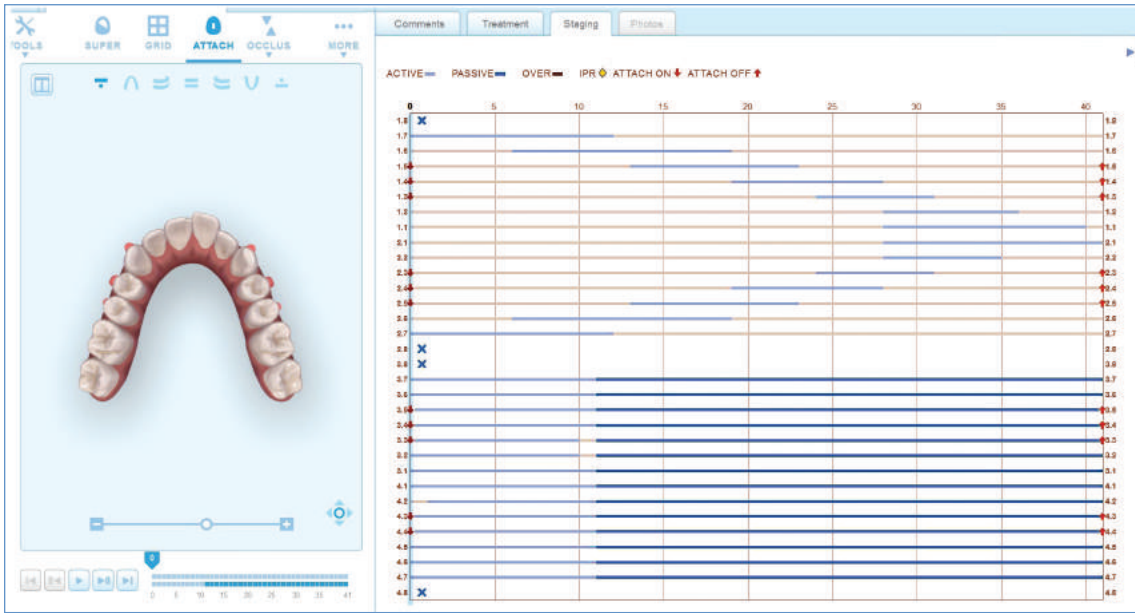


Fig. 2-6 Schema di stadiazione per la distalizzazione sequenziale dei molari mascellari. Dallo stadio 1 allo stadio 12, si muovono solo i secondi molari mascellari. I restanti denti mascellari, dal primo molare al primo molare, agiscono come segmento di ancoraggio.

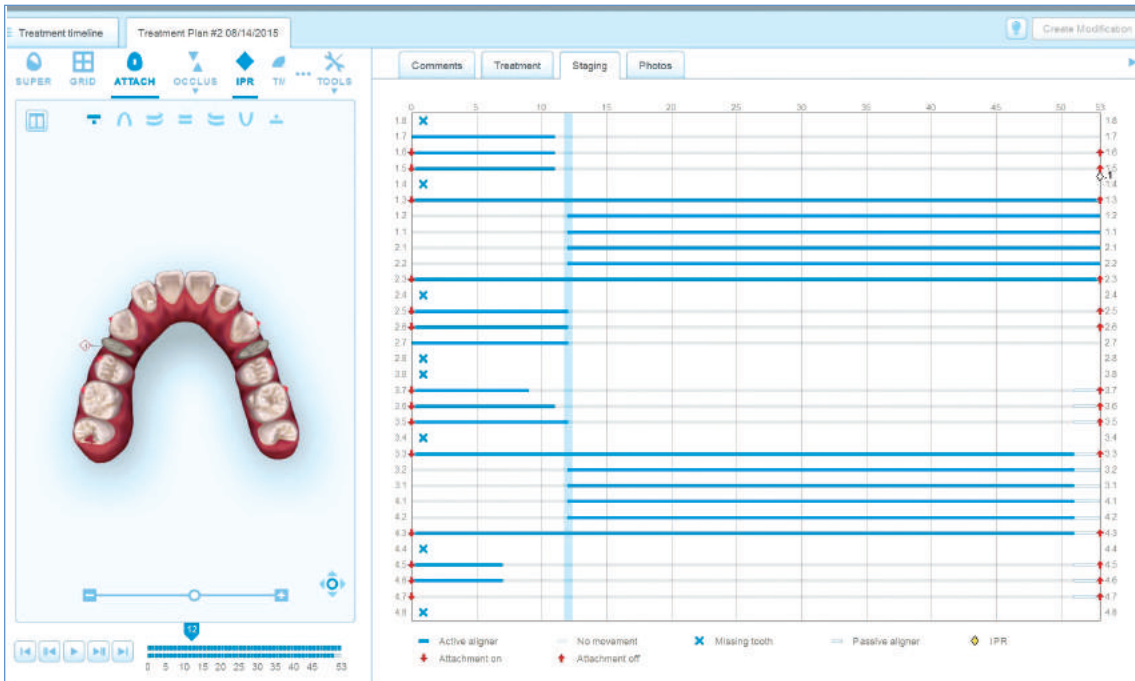
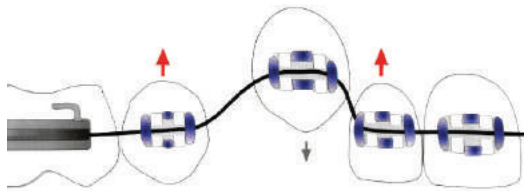


Fig. 2-7 Schema di stadiazione G6 per la chiusura dello spazio di estrazione del primo premolare. Nelle fasi iniziali del trattamento, gli incisivi non si muovono e agiscono come segmento di ancoraggio per spingere il canino distalmente nel sito di estrazione. Dopo la fase 14, i denti posteriori non si muovono più e fungono da segmento di ancoraggio per la retrazione continua del canino e degli incisivi per la chiusura dello spazio di estrazione.

**TABELLA 2-2** Proprietà degli apparecchi fissi e degli allineatori trasparenti in termini di estrusione, intrusione, torque e inclinazione delle radici

	APPARECCHI FISSI	ALLINEATORI TRASPARENTI
Estrusione	Dente singolo	Segmento anteriore
Intrusione	Solo intrusione relativa	Segmenti interi o intrusione selettiva
Torque	Torque radicolare labiale e linguale	Torque radicolo-linguale tramite power-ridge
Inclinazione delle radici	Controllo delle inclinazioni delle radici mediante il posizionamento del bracket e le pieghe sull'arco	Controllo delle inclinazioni delle radici mediante gli attachment ottimizzati e gable bend virtuali



**Fig. 2-8** Con gli apparecchi fissi, la forza estrusiva sul canino produce forze intrusive sui denti adiacenti.



**Fig. 2-9** Estrusione di incisivi mascellari con attachment ottimizzati per estrusione su denti multipli per chiudere un morso aperto anteriore. (Ristampato con il permesso di Align Technology, Inc.)

## ESTRUSIONE, INTRUSIONE, TORQUE E INCLINAZIONE DELLE RADICI

La tabella 2-2 confronta gli apparecchi fissi e gli allineatori trasparenti in termini di estrusione, intrusione, torque e inclinazione delle radici.

### Estrusione

Con gli apparecchi fissi edgewise, l'estrusione di un singolo dente può essere eseguita in maniera relativamente facile. Tuttavia, poiché tutti i denti nell'arcata sono collegati da un filo, si verificano movimenti reciproci dei denti adiacenti. Ad esempio, nel caso in cui un canino eretto buccalmente richieda l'estrusione, mentre questo dente estrude, gli incisivi laterali e centrali adiacenti e il primo premolare intruderanno (Fig. 2-8). Ciò può creare un "cant" (inclinazione) temporaneo del piano occlusale. Alla fine, man mano che il trattamento avanza verso archi più rigidi, il piano occlusale si li-

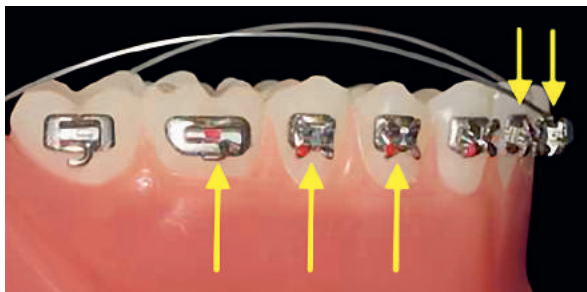
vellerà. Nel caso non si desiderino movimenti reciproci dei denti, è possibile posizionare un arco rigido per stabilizzare il piano occlusale e può essere posizionato un secondo filo flessibile in overlay per estrudere il canino.

L'estrusione di un singolo dente è un movimento moderatamente difficile per gli allineatori trasparenti e dipende dal grado di estrusione richiesta. A volte, sono necessari ausiliari di trattamento come i bottoni e gli elastici per facilitare l'estrusione del dente singolo. Tuttavia, l'estrusione di gruppi di denti, ad esempio quando gli incisivi superiori vengono estrusi per chiudere un morso aperto anteriore, può essere eseguita con successo con gli allineatori trasparenti (Fig. 2-9).

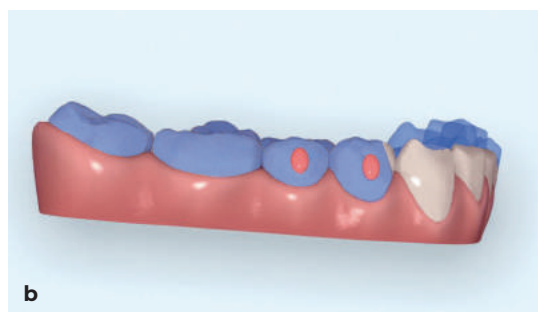
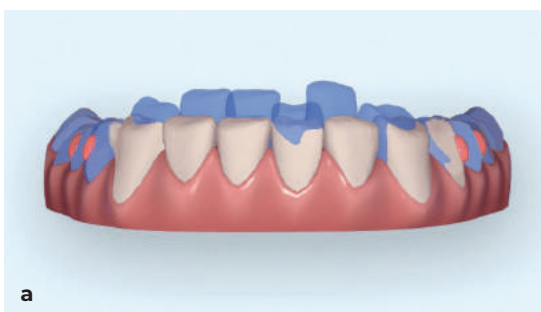
### Intrusione

Negli apparecchi fissi edgewise le arcate dentali sono livellate mediante intrusione relativa con curve inverse nell'arco (Fig. 2-10). Quando

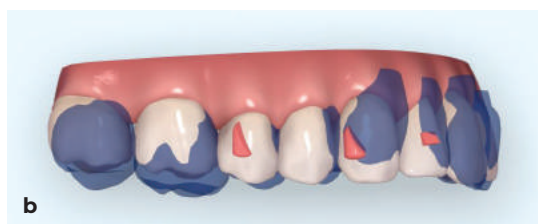
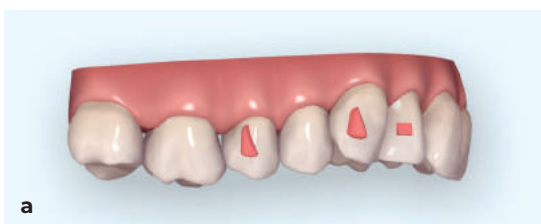




**Fig. 2-10** Intrusione relativa con una curva inversa nell'arco.



**Fig. 2-11** (a,b) Sovrapposizioni nel software che mostrano l'intrusione anteriore per livellare la curva di Spee.



**Fig. 2-12** (a,b) Sovrapposizioni nel software che mostrano l'intrusione posteriore per creare una clearance occlusale.

Se i denti anteriori intrudono, vi è un certo grado di estrusione simultanea dei denti posteriori. In alternativa, per gestire eventuali estrusioni reciproche indesiderate dei segmenti posteriori, possono essere utilizzati archi base di intrusione segmentale, con un'attenta gestione dell'ancoraggio posteriore, attraverso barre transpalatali o archi linguali o trazioni extra-orale alta nell'arcata mascellare.

Nel trattamento con allineatori trasparenti, interi settori di denti possono essere intrusi con successo, come pure può essere programmata l'intrusione selettiva di singoli denti per correggere un cant occlusale o livellare i margini gengivali. Tutto ciò può essere eseguito senza estrusione simultanea dei segmenti posteriori, se desiderato. Di conseguenza gli allineatori trasparenti offrono un

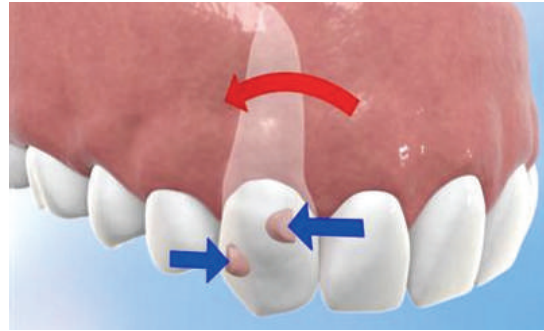
controllo verticale estremamente buono. Nella figura 2-11, è stata programmata l'intrusione anteriore per livellare la curva di Spee nell'arcata mandibolare, con l'obiettivo di correggere un morso profondo. Nella figura 2-12, è stata programmata l'intrusione posteriore per creare una clearance occlusale, dato che i denti posteriori sono sovraerotti.

### Torque

Negli apparecchi edgewise fissi, il torque è incorporato nello slot del bracket. Il grado di torque espresso dipende dalla dimensione dell'arco e dal grado di torque inserito nello slot del bracket. Esistono diverse prescrizioni di torque per i diversi sistemi di bracket. Alcuni clinici prescrivono torque differenti per i singoli



**Fig. 2-13** Aspetto del power ridge per il torque di incisivi mascellari e mandibolari.



**Fig. 2-14** Attachment di controllo della radice ottimizzati per il controllo dell'inclinazione radicolare. (Ristampato con il permesso di Align Technology, Inc.)

pazienti a seconda della malocclusione iniziale. È possibile aggiungere torque effettuando pieghe di 3° ordine nell'arco. Tuttavia, quando è presente una differenza di dimensioni tra il filo e lo slot del bracket, il filo ha un angolo di possibilità di movimento all'interno dello slot, comunemente noto come *play* (gioco). Questo elemento di *play* tra lo slot del bracket e il filo è responsabile del fatto che, in un sistema di apparecchio fisso, il torque effettivamente espresso sarà sempre inferiore alla sua prescrizione.

Gli allineatori trasparenti offrono l'opzione del "power ridge" per il torque linguale della radice (Fig. 2-13). Il torque degli incisivi dell'occlusione finale può essere predeterminato per il singolo paziente a seconda della malocclusione iniziale, dell'occlusione finale desiderata e del supporto delle labbra e dei tessuti molli. Gli allineatori trasparenti sono molto efficienti nella gestione del torque degli incisivi quando non si desidera un torque eccessivo. Un torque eccessivo può non essere desiderabile nei casi con lieve protrusione degli incisivi trattata senza estrazione, con un torque degli incisivi mascellari nei casi di estrazione di incisivi inferiori e dove l'angolo degli incisivi sul piano mandibolare richieda un'attenta gestione. Tuttavia, proprio come con gli apparecchi fissi, esiste un elemento di *play* tra l'allineatore e i denti, che rende il torque effettivo espresso clinicamente inferiore a quello prescritto. Pertanto, nei casi di estrazione in cui si prevede che ci sarà una perdita del torque degli incisivi, è necessario integrare un torque aggiuntivo nell'occlusione finale programmata nel software. La gestione dell'angolo interincisale è discussa nel capitolo 6, mentre la gestione della perdita del torque incisivo nei casi di estrazione è discussa nel capitolo 13.

### Inclinazione delle radici

Negli apparecchi edgewise fissi, il tip è incorporato nello slot del bracket. Se è necessaria un'ulteriore correzione delle inclinazioni delle radici, è possibile effettuare anche delle pieghe di 2° ordine (tip radicolare) nell'arco. Ancora una volta, potrebbe esserci del *play* tra lo slot del bracket e l'arco, che preclude la piena espressione del tip incorporato nello slot.

Nel trattamento con allineatori trasparenti, gli attachment ottimizzati per il controllo radicolare offrono il controllo delle inclinazioni delle radici (Fig. 2-14). Anche gli attachment verticali rettangolari lunghi offriranno il controllo delle inclinazioni radicolari. Nei casi di estrazione di incisivo inferiore o premolare, possono essere richieste delle "gable bend" virtuali per garantire un'attenta gestione delle inclinazioni delle radici mentre gli spazi di estrazione si chiudono.

## MECCANICHE DI TRATTAMENTO

La tabella 2-3 confronta apparecchi fissi e allineatori trasparenti in termini di inclinazione degli incisivi, controllo verticale, correzione della linea mediana e discrepanza delle dimensioni dei denti.

### Inclinazione degli incisivi

Nel trattamento con apparecchi fissi, gli incisivi tendono a proinclinarsi durante l'allineamento. Gli allineatori trasparenti, invece, offrono un eccellente controllo dell'inclinazione incisiva. Il modulo di prescrizione ClinCheck, inoltre, offre l'opzione per indicare che non è richiesta alcu-



**TABELLA 2-3** Proprietà degli apparecchi fissi e degli allineatori trasparenti in relazione a inclinazione degli incisivi, controllo verticale, correzione della linea mediana e discrepanza delle dimensioni dei denti

	APPARECCHI FISSI	ALLINEATORI TRASPARENTI
Inclinazione degli incisivi	Gli incisivi tendono a proinclinarsi durante l'allineamento	Eccellente controllo dell'inclinazione degli incisivi
Controllo verticale	Overbite e overjet diminuiscono con la proinclinazione e l'allineamento degli incisivi	Eccellente controllo verticale in casi con overbite e overjet minimi
Correzione della linea mediana	Dipendente dall'utilizzo degli elastici	Predicibile
Discrepanza delle dimensioni dei denti	Deve essere calcolata o corretta durante il trattamento	Può essere calcolata con precisione utilizzando il software ClinCheck

na proinclinazione. Le posizioni labiolinguali pre- e post-trattamento degli incisivi mascellari e mandibolari possono anche essere monitorate utilizzando lo strumento di sovrapposizione, per garantire che le inclinazioni degli incisivi e le posizioni labiolinguali siano mantenute nell'occlusione post-trattamento.

#### *Controllo verticale*

Nel trattamento con apparecchi fissi, l'overbite e l'overjet tendono a diminuire man mano che gli incisivi proinclinano durante l'allineamento. Ciò può essere favorevole quando la malocclusione iniziale presenta un morso profondo con overjet aumentato. Tuttavia, può essere sfavorevole se la malocclusione iniziale si presenta con overbite e overjet minimi.

Gli allineatori trasparenti offrono un eccellente controllo verticale nei casi con overbite e overjet minimi. La copertura occlusale degli allineatori sui denti e la capacità di programmare la meccanica intrusiva nel piano di trattamento consentono il livellamento e l'allineamento con un eccellente controllo della dimensione verticale.

#### *Correzione della linea mediana*

Gli elastici intraorali anteriori sono comunemente utilizzati con gli apparecchi fissi per la correzione della linea mediana. Tutto dipende però dalla collaborazione del paziente ed è spesso frustrante per il clinico quando la linea

mediana non viene corretta perché gli elastici anteriori sono difficili da applicare. La correzione della linea mediana con allineatori trasparenti è più predicibile, poiché comunemente viene incorporata la riduzione interprossimale dello smalto nel piano di trattamento per correggere le linee mediane dentali. Se le linee mediane sono corrette nell'occlusione finale osservabile nel piano di trattamento del software, è molto probabile che saranno corrette clinicamente.

#### *Discrepanza delle dimensioni dei denti*

Nel trattamento con apparecchio fisso, una discrepanza di Bolton delle dimensioni dei denti anteriori viene solitamente calcolata o corretta a metà del trattamento. In genere, ciò accade quando il clinico ha difficoltà a chiudere gli spazi nell'arcata mascellare o a spostare i canini in una relazione di Classe I stabile. Per risolvere questa discrepanza, è necessario decidere se lasciare spazio attorno agli incisivi laterali relativamente più piccoli o compromettere l'occlusione e lasciare i canini in una lieve relazione di Classe II. Nel trattamento con allineatori trasparenti, il software di pianificazione calcola accuratamente la discrepanza di dimensioni dei denti e la risolverà in base alle preferenze del clinico, lasciando spazio attorno agli incisivi laterali o programmando la riduzione interprossimale nell'arcata opposta. Ciò viene deciso nella fase di pianificazione del trattamento e integrato nell'occlusione finale.

## CONCLUSIONE

Le differenze nei meccanismi di spostamento dei denti tra apparecchi fissi edgewise e allineatori trasparenti discusse in questo capitolo dovrebbero far comprendere al clinico come applicare i principi dell'ortodonzia alla tecnica con allineatori trasparenti. Nel decidere quale apparecchio ortodontico è più adatto per risolvere una malocclusione, il clinico deve essere consapevole che la scelta non è tra un apparecchio estetico e un apparecchio non estetico. La scelta non è tra due materiali diversi, plastica contro metallo. È la scelta del meccanismo d'azione con cui spostare i denti.

Tradizionalmente, gli ortodontisti sono abituati ad essere reattivi. Viene effettuata una attivazione sull'apparecchio e, in base alla risposta del paziente al trattamento e al conseguente movimento dentale, all'appuntamento successivo si decide nuovamente il trattamento e l'arco viene attivato di conseguenza. Ogni decisione di trattamento viene presa in modo reattivo, in base alla risposta all'attivazione dell'apparecchio ortodontico effettuata in precedenza.

La tecnica con allineatori trasparenti richiede un approccio più proattivo e disciplinato. Prima che un singolo dente venga spostato, la correzione della malocclusione viene visualizzata attraverso una serie di movimenti realizzati dal software e l'occlusione finale viene programmata nel risultato del trattamento. Ciò richiede un cambio di paradigma nel processo logico, dall'essere un ortodontista reattivo all'essere un ortodontista proattivo.

## BIBLIOGRAFIA

- Abbate GM, Caria MP, Montanari P, et al. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances. *J Orofac Orthop* 2015;76:240–250.
- Archambault A, Lacoursiere R, Badawi H, Major PW, Carey J, Flores-Mir C. Torque expression in stainless steel orthodontic brackets. A systematic review. *Angle Orthod* 2010;80:201–210.
- Baccetti T, Franchi L, Camporesi M, Defraia E. Orthodontic forces released by low-friction versus conventional systems during alignment of apically or buccally malposed teeth. *Eur J Orthod* 2011;33:50–54.
- Baldwin DK, King G, Ramsay DS, Huang G, Bollen AM. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 3: Premolar extraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:837–845.
- Buschang PH, Shaw SC, Ross M, Crosby D, Campbell PM. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthod* 2014;84:391–396.
- Cai Y, He B, Yang X, Yao J. Optimization of configuration of attachment in tooth translation with transparent tooth correction by appropriate moment-to-force ratios: Biomechanical analysis. *Biomed Mater Eng* 2015;26(suppl 1):S507–S517.
- Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:292–298.
- Gomez JP, Peña FM, Martínez V, Giraldo DC, Cardona CI. Initial force systems during bodily tooth movement with plastic aligners and composite attachments: A three-dimensional finite element analysis. *Angle Orthod* 2015;85:454–460.
- Isaacson RJ, Lindauer SJ, Davidovitch M. On tooth movement. *Angle Orthod* 1993;63:305–309.
- Kassas W, Al-Jewair T, Preston CB, Tabbaa S. Assessment of Invisalign treatment outcomes using the ABO Model Grading System. *J World Fed Orthod* 2013;2:e61–e64.
- Kusy RP, Whitley JQ. Resistance to sliding of orthodontic appliances in the dry and wet states: Influence of archwire alloy, interbracket distance, and bracket engagement. *J Biomed Mater Res* 2000;52:797–811.
- Leverini L, Mangano A, Montanari P, Margherini S, Caprioglio A, Abbate GM. 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;9:404–410.
- Li W, Wang S, Zhang Y. The effectiveness of the Invisalign appliance in extraction cases using the ABO model grading system: A multicenter randomized controlled trial. *Int J Clin Exp Med* 2015;8:8276–8282.
- Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:276–277.
- Shalish M, Cooper-Kazaz R, Ivgi I, et al. Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: A comparison between labial, lingual, and Invisalign. *Eur J Orthod* 2012;314:724–730.
- Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Forces and moments generated by removable thermo-plastic aligners: Incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:728–736 [erratum 2014;146:411].
- Soncini M, Pietrabissa R. Quantitative approach for the prediction of tooth movement during orthodontic treatment. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2002;5:361–368.