

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



**DOTTORATO DI RICERCA IN**

**MEDICINA CLINICA E SPERIMENTALE**

*CURRICULUM IN SCIENZE ODONTOSTOMATOLOGICHE*

**XXXI Ciclo**

*(Anni 2015-2018)*

**Coordinatore: Prof. Francesco Beguinot**

**TESI DI DOTTORATO**

**TITOLO**

*Effetti del Trattamento Ortodontico sull'Infiammazione  
dei Tessuti Parodontali: Revisione Sistemica della  
Letteratura*

TUTOR/RELATORE

**Chiar.mo**

Prof. Sandro Rengo

Handwritten signature of Prof. Sandro Rengo.

CANDIDATO

**Dott. Carmine Verrusio**



## Sommario

Introduzione .....	4
Materiali e metodi .....	7
Focused question .....	7
Strategia di ricerca .....	8
Criteri di inclusione .....	9
Criteri di esclusione .....	9
Raccolta e analisi dei dati .....	10
Variabili cliniche misurate .....	11
Risultati .....	12
Valutazione metodologica della qualità .....	12
Caratteristiche degli studi .....	12
Caratteristiche dei pazienti .....	14
Variazioni del BOP, PD, CAL, PI e GI.....	14
Discussione .....	17
Conclusioni .....	20
Bibliografia .....	21
Figure .....	26
Tabelle .....	27
Ringraziamenti .....	31

## INTRODUZIONE

La placca dentale è un complesso batterico altamente organizzato, strutturato in un biofilm, ed è stato dimostrato essere il principale fattore eziologico nello sviluppo dei disturbi e delle patologie parodontali.<sup>1,2</sup> L'accumulo nel tempo del biofilm batterico sulla superficie degli elementi dentari e sui tessuti molli del cavo orale induce un processo infiammatorio a carico del tessuto gengivale e, nei soggetti suscettibili, un'alterazione nell'equilibrio tra batteri aerobi e anaerobi che può causare l'insorgenza di un processo a carico dei tessuti parodontali profondi.<sup>3,4</sup>

Il principale fattore causale nell'accumulo di placca batterica dentale, con conseguente risposta infiammatoria, sembrerebbe essere la presenza di superfici ritentive, come ad esempio gli attacchi ortodontici (brackets) fissati sullo smalto dell'elemento dentario, in grado di consentire ai diversi ceppi batterici di costruire l'impalcatura necessaria per costituire il biofilm.<sup>5,6</sup>

Il posizionamento delle bande e dei brackets ortodontici può compromettere le corrette manovre d'igiene orale, favorendo quindi l'accumulo e l'accrescimento della placca batterica e generando un processo infiammatorio gengivale.<sup>6-12</sup> I tessuti molli parodontali infiammati sono caratterizzati dalla presenza di micro ulcerazioni al livello del tessuto epiteliale nel solco gengivale che, durante la penetrazione della sonda parodontale al sondaggio, genera il sanguinamento. Ainamo e Bay<sup>13</sup> hanno ideato l'indice di sanguinamento al sondaggio, un indice

dicotomico, fortemente considerato come un segno relativamente oggettivo di infiammazione gengivale.<sup>14</sup>

Studi microbiologici presenti in letteratura sulla composizione della placca dentale sottogengivale nei pazienti con brackets ortodontici fissi hanno rilevato cambiamenti significativi, suggerendo che questo trattamento terapeutico può favorire la crescita dei ceppi batterici parodontali patogeni.<sup>15-17</sup> Recentemente, nel panorama dell'ortodonzia clinica, si è cercata un'alternativa terapeutica valida per sostituire l'utilizzo di apparecchiature fisse ed ingombranti; si sono infatti sviluppate proposte come gli allineatori rimovibili o l'ortodonzia linguale.<sup>18-19</sup>

L'apparecchiature ortodontiche rimovibili consentono al paziente di eseguire una corretta igiene orale e riducono il rischio di complicanze dentali e parodontali, dal momento che vi è l'assenza di ostruzioni ed impedimenti come brackets, bande o fili ed archi.<sup>20-24</sup> Miethke e Brauner<sup>25</sup> hanno dimostrato che l'uso di allineatori rimovibili favorisce un netto miglioramento per la condizione clinica parodontale del soggetto, in termini di assenza del biofilm batterico tipicamente presente nei pazienti sottoposti a terapia ortodontica con attacchi fissi.

La principale ragione di scelta del trattamento ortodontico linguale è il minor impatto nell'estetica del paziente; tuttavia, questo tipo di apparecchiatura può danneggiare e peggiorare la qualità dell'igiene orale domiciliare, questo perché

risulterà difficile per il paziente rimuovere perfettamente la placca batterica dalla superficie linguale del dente <sup>26,27</sup> .

Studi e ricerche di natura microbiologica sono stati realizzati in letteratura, ma nessuno di essi ha riportato il confronto e le differenze tra attacchi ortodontici fissi applicati sulla superficie vestibolare degli elementi dentari e quelli applicati alla superficie linguale. <sup>28-30</sup>

Conseguentemente a quanto accennato fin ora, l'obiettivo di questa revisione sistematica della letteratura è stata la valutazione del grado di infiammazione generato da tre differenti tecniche ortodontiche: terapia ortodontica fissa tradizionale (superficie vestibolare), terapia ortodontica fissa linguale, allineatori rimovibili.

## MATERIALI E METODI

La presenta revisione sistematica della letteratura è stata realizzata secondo le raccomandazioni espresse da Needleman et al <sup>31</sup> ed i principi del sistema PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis), in accordo con i seguenti paramentri:

- Popolazione: pazienti non-parodontopatici (pazienti con segni clinici di parodontite prima dell'inizio del trattamento ortodontico)
- Tipo di terapia: trattamento ortodontico
- Gruppo controllo: popolazione al baseline o con trattamento ortodontico non tradizionale
- Risultato osservato: cambiamento dell'indice di sanguinamento al sondaggio (BOP)

### Focused Question

La domanda su cui si focalizza il presente studio è stata formulata in accordo con il principio del sistema PICO (Population Intervention Control Outcome): “Nei pazienti non-parodontopatici sottoposti a terapia ortodontica, qual è il grado di variazione dell'indice di BOP tra il baseline (prima della terapia ortodontica) ed il follow-up (dipendentemente dallo studio, durante l'ortodonzia, alla fine della terapia ortodontica o dopo aver rimosso gli attacchi ortodontici) e si incontrano differenze rispetto ai diversi dispositivi ortodontici?”.

## Strategia di Ricerca

La ricerca bibliografica è stata condotta attraverso i database elettronici fino al mese di luglio 2016. La ricerca ha visto interessati Cochrane Oral Health Group specialist trials, Medline e Embase.

La strategia ha previsto la combinazione di termini MeSh (Medical Subject Headings) e parole di testo libere: “trattamento ortodontico” [testo libero] o “apparecchi ortodontici” [MeSH] o “infiammazione e ortodonzia” [testo libero] o “orto-paro” [testo libero] o “terapia ortodontica su pazienti non-parodontopatici” [testo libero] o “infiammazione parodontale e trattamento ortodontico” [testo libero] o “danno parodontale da terapia ortodontica” [testo libero] o “salute parodontale con ortodonzia fissa” [testo libero] o “BOP nel trattamento ortodontico” [testo libero] o “variabili microbiologiche parodontali” [testo libero] o “profondità di sondaggio tasca e trattamento ortodontico” [testo libero] o “stato parodontale” [testo libero] o “riassorbimento cervicale della radice” [testo libero] o “perdita di attacco clinico e terapia ortodontica” [testo libero].

La ricerca manuale ha incluso: Journal of Clinical Periodontology, Journal of Periodontology, Journal of Periodontal Research, International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry, Clinical Oral Investigations pubblicati nei precedenti 10 anni (fino al 2006).

## Criteri di Inclusione

I lavori scientifici sono stati inclusi basandoci su i seguenti criteri:

- Lingua Inglese
- Studi Clinici Randomizzati (RCT)
- Studi Clinici Controllati (CCT)
- Studi che hanno riportato il BOP (sanguinamento al sondaggio)

## Criteri di Esclusione

I lavori scientifici sono stati esclusi basandoci sui seguenti criteri:

- Studi basati su questionari o interviste
- Studi radiografici
- Studi con soli dati istologici
- Studi privi della variabile principale (BOP)
- Pazienti parodontali
- Studi che riportano terapia muco-gengivale o rigenerazioni ossee associate a terapia ortodontica

## Raccolta e Analisi dei Dati

I titoli dei vari articoli identificati dalla ricerca sono stati analizzati in maniera completamente indipendente da due revisori (CV e AB). Gli abstracts degli studi di possibile rilevanza sono stati ottenuti e analizzati in maniera indipendente dai due revisori. Quando uno studio rispetta i criteri di inclusione o i dati ottenibili dall'abstract sono insufficienti a capire se rispetta i criteri di inclusione, si procede ad ottenere il testo completo.

I testi selezionati sono stati analizzati indipendentemente dai due revisori per confermare o meno il rispetto dei criteri di inclusione. L'intesa tra i due esaminatori è stata analizzata con il coefficiente kappa. Qualunque discrepanza tra i due revisori è stata risolta attraverso un confronto diretto. I dati sono stati estratti ed analizzati in maniera indipendente tra di loro; in caso di dubbi e domanda relative ai dati, i revisori hanno contattato direttamente gli autori del testo.

## Variabili Cliniche Misurate

La principale variabile clinica misurata (vero risultato finale) è:

- Variazione del Sanguinamento al Sondaggio (BOP)

Le variabili cliniche secondarie che sono state misurate (risultato finale secondario) sono:

- Variazione della Profondità di Sondaggio (PD)
- Variazione del Livello di Attacco Clinico (CAL)
- Variazione dell'Indice Gengivale (GI)
- Variazione dell'Indice di Placca (PI)

## RISULTATI

Da un risultato iniziale di 6,066 titoli e 39 abstracts, un totale di 10 articoli<sup>5,8,10,13,19,20,33-36</sup> è stato selezionato ed incluso per la presente revisione (Fig 1). Tra gli articoli inclusi, solo 5 di essi riportano numericamente il BOP, mentre gli altri cinque provvedono a descrivere soltanto la variazione dei livelli del BOP.

### Valutazione Metodologica della Qualità

Rispettando i criteri del RCTs e CCTs, la valutazione della qualità è stata eseguita mediante lo strumento di collaborazione di Cochrane per la stima del rischio di bias ([www.handbook.cochrane.org](http://www.handbook.cochrane.org)).

### Caratteristiche degli Studi

I dati descrittivi relativi ai 10 studi inclusi sono riportati nella Tabella 1. Otto studi sono studi clinici randomizzati controllati (RCTs/CCTs)<sup>5,8,10,12,19,33-35</sup>, due studi sono invece split mouth (SM)<sup>18,32</sup>. In tutti i lavori scientifici è stata realizzata una randomizzazione semplice, tranne in quattro di essi<sup>8,12,32,33</sup>. Solo tre studi<sup>5,18,19</sup> riportano una procedura di mascheramento, ma non spiegano se sia a singolo o doppio cieco; in quattro studi<sup>8,12,32,33</sup> la procedura di mascheramento non è stata realizzata, mentre in tre studi questi dati non sono disponibili<sup>10,34,35</sup>.

Un solo studio tra quelli inclusi nella presente revisione è stato sviluppato in una struttura privata <sup>10</sup>, mentre tutti gli altri sono stati condotti in strutture pubbliche universitarie. Sono stati testati differenti tipi di interventi: in due lavori, il gruppo test è stato sottoposto a terapia ortodontica mediante attacchi fissi tradizionali, mentre il gruppo controllo non ha ricevuto nessuna terapia <sup>5,10</sup>; in tre studi, il gruppo test ha montato le bande sui primi molari superiori prima di ricevere gli attacchi ortodontici fissi, mentre nel gruppo controllo la procedura ha previsto il montaggio solo dei brackets <sup>8,12,32</sup>; un singolo studio ha analizzato la differenza tra il trattamento ortodontico linguale ed il trattamento ortodontico tradizionale <sup>18</sup>; due lavori scientifici hanno testato la differenza tra gli allineatori rimovibili e il trattamento ortodontico mediante attacchi fissi tradizionali <sup>19,33</sup>; un solo studio ha visto l'analisi della differenza tra il trattamento ortodontico mediante brackets tradizionali e la terapia ortodontica realizzata con auto-legature (self-ligating brackets) <sup>34</sup>; un solo studio presenta due diversi gruppi test, uno in cui i pazienti sono stati sottoposti a terapia ortodontica mediante allineatori rimovibili e l'altro in cui il trattamento è stato realizzato mediante ortodonzia fissa tradizionale, mentre il gruppo controllo non ha ricevuto nessun tipo di terapia <sup>35</sup>.

Il periodo di follow-up risulta essere differente per gli studi inclusi: 5 settimane per uno studio <sup>34</sup>, 1 mese per uno studio <sup>18</sup>, 3 mesi in due studi <sup>10,35</sup>, 1 anno in quattro studi <sup>8,19,32,33</sup>, 2 anni per uno studio <sup>12</sup>. Solo un lavoro non ha riportato i dati relativi al periodo di follow-up <sup>5</sup>.

## Caratteristiche dei Pazienti

Tutti gli studi inclusi nella revisione hanno riportato un totale di 421 pazienti (145 soggetti di sesso maschile e 226 soggetti di sesso femminile) con un'età compresa tra i 10 e i 44 anni (per un unico studio questo dato non risulta disponibile <sup>19</sup>). Per le abitudini di fumo, due studi non hanno riportato questo dato <sup>10,34</sup>; in tutti gli altri studi la popolazione è composta da soli soggetti non fumatori (Tabella 2).

## Variazioni del BOP, PD, CAL, PI e GI

I parametri clinici parodontali registrati nei 10 studi inclusi nella presente revisione sono riportati nella Tabella 3.

La Tabella 4 illustra le misurazioni parodontali al baseline e al follow-up degli articoli inclusi: BOP, PD, CAL, PI e GI. Cinque articoli hanno registrato i livelli di BOP al baseline e al follow-up <sup>5,8,10,19,34</sup>; per i restanti cinque studi questi valori non sono stati riportati.

Per i valori del PD, sei studi hanno riportato la sua variazione <sup>5,8,10,18,19,35</sup>; un solo articolo non ha registrato questo dato <sup>34</sup>; per gli altri studi questa informazione non era disponibile.

Le variazioni del CAL sono state registrate solo in due lavori <sup>5,10</sup>; sei studi non hanno registrato questi valori <sup>13,18,19,33-35</sup>; per due articoli questo dato non era disponibile <sup>8,32</sup>.

Tre studi riportano le variazioni del PI <sup>10,19,34</sup>, due lavori quelle del GI <sup>10,34</sup>.

I dieci lavori inclusi hanno riportato anche altri dati: analisi microbiologica <sup>10,12</sup>, indice di placca visibile (VPI) e indice di sanguinamento gengivale (GBI) <sup>5</sup>, fluido crevicolare gengivale (GCF) <sup>12,32</sup>, parametri immunologici e microbiologici <sup>8,18</sup>, full-mouth plaque score (FMPS) e full-mouth bleeding score (FMBS) <sup>19</sup>.

Gomes et al <sup>5</sup> e Naranjo et al <sup>10</sup> hanno testato l'ortodonzia fissa tradizionale nel gruppo test, mentre il gruppo controllo non ha ricevuto nessuna terapia. Gli autori riportano un aumento dei parametri clinici parodontali (PI, GI e BOP) dopo l'inizio del trattamento ortodontico. Naranjo et al <sup>10</sup>, dopo 3 mesi dal posizionamento dei brackets, hanno riscontrato un importante incremento in termini di numero e di frequenza delle specie di *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Prevotella nigrescens* e *Fusobacterium*.

Van Gastel et al <sup>8,32</sup> e Ghijselings et al <sup>12</sup> hanno confrontato l'utilizzo di bande ortodontiche nel gruppo test con l'utilizzo di brackets ortodontici nel gruppo controllo. Nei tre studi, gli autori mostrano una differenza significativa in termini di aumento del BOP tra i due gruppi; il numero di siti con BOP positivo era due volte più alto nel gruppo con le bande rispetto al gruppo trattato con i brackets. Nessuna differenza significativa è stata osservata tra i due gruppi per quanto concerne al PD; la tendenza risulta essere la stessa sia per i siti trattati con le bande ortodontiche, che per i siti trattati con i brackets ortodontici <sup>8,12,32</sup>.

Sfondrini et al <sup>18</sup> analizzano la differenza tra l'ortodonzia linguale e l'ortodonzia fissa tradizionale; i risultati dello studio non hanno riportato nessuna differenza significativa tra i due gruppi per quanto concerne ai valori di BOP, PD e parametri microbiologici per i siti vestibolari e linguali.

Abbate et al <sup>19</sup> e Karkhanechi et al <sup>33</sup> hanno testato la differenza tra allineatori rimovibili nel gruppo test e attacchi fissi tradizionali nel gruppo controllo. I risultati per entrambi i lavori riportano un minor accumulo di placca nei pazienti trattati con allineatori rimovibili a 6 e 12 mesi rispetto ai pazienti del gruppo controllo; i livelli inferiori di placca sono stati accompagnati da una diminuzione del BOP e del GI per il gruppo degli allineatori.

Nalcaci et al <sup>34</sup> analizzano nel gruppo test l'utilizzo dei brackets mediante auto-legature (SLBs), mentre nel gruppo controllo l'utilizzo di brackets tradizionali (CBs). Gli autori riferiscono differenze significative tra i due gruppi per BOP, GI e PI.

L'unico studio che ha incluso due gruppi test è quello di Levrini et al <sup>35</sup>. Un gruppo è stato sottoposto a terapia ortodontica mediante allineatori rimovibili, l'altro è stato sottoposto al trattamento ortodontico tradizionale; di contro, i pazienti del gruppo controllo non hanno ricevuto nessun trattamento ortodontico. I risultati dimostrano un incremento significativo per il BOP e il PI nei pazienti trattati con ortodonzia fissa tradizionale; per i valori del PD non vi è stata riscontrata una differenza significativa.

## DISCUSSIONE

Lo scopo di questa revisione sistematica della letteratura è stata la valutazione del grado di infiammazione del tessuto gengivale durante differenti trattamenti ortodontici. I risultati mostrati dagli studi inclusi affermano un significativo aumento nei valori dei parametri parodontali durante e successivamente al trattamento ortodontico, indicando come tale terapia influenzi l'accumulo di placca e lo sviluppo di una flora patogena sub gengivale, con un maggior grado di infiammazione e di BOP positivi.

L'elevato rischio di un processo infiammatorio in questi pazienti è da riportare ad una maggiore difficoltà di mantenere una corretta igiene orale. Gomes et al <sup>5</sup> e Naranjo et al <sup>10</sup> indicano come fattore causale di tale infiammazione gengivale l'accumulo di placca in questi pazienti. L'ortodonzia fissa tradizionale incide maggiormente sull'espressione di tale processo infiammatorio, in quanto l'uso di brackets e di bande, cementati sugli elementi dentari, rende difficoltose le manovre quotidiane di igiene domiciliare.

Nalcaci et al <sup>34</sup> riporta come l'aumento dei valori dei parametri parodontali durante il trattamento ortodontico è probabilmente una conseguenza dell'effetto placca ritentivo della superficie dei brackets tradizionali, i quali impediscono il mantenimento di una corretta igiene orale.

Nella presente revisione sistemica, un solo studio tra quelli inclusi valuta l'effetto dei brackets posizionati lingualmente. Nonostante i dati limitati, non si

sono riscontrati differenze significative in termini di alterazione dei valori dei parametri parodontali rispetto agli attacchi ortodontici posizionati vestibolarmente; da questo si può dedurre che l'effetto sul grado di infiammazione gengivale è praticamente sovrapponibile. Può essere quindi affermato che l'ortodonzia linguale, priva degli attacchi ortodontici, può ridurre l'espressione del processo infiammatorio dei tessuti parodontali: la presenza solamente del filo ortodontico fisso agli elementi dentari, liberando la superficie dai brackets, potrebbe quindi semplificare le manovre igieniche. In letteratura scientifica attualmente non vi sono dati certi sull'effetto che questa tecnica potrebbe avere sui tessuti parodontali.

La terapia ortodontica realizzata mediante l'uso di allineatori rimovibili ha dimostrato di essere la procedura con i migliori risultati in termini di grado infiammatorio dei tessuti parodontali: la possibilità per il paziente di rimuovere l'apparecchio ortodontico permette l'igiene completa della superficie del dente, riducendo al minimo il rischio di valori positivi di BOP. Levrini et al <sup>35</sup> riportano la differenza tra allineatori rimovibili e ortodonzia fissa tradizionale: i pazienti trattati con attacchi fissi risultano essere più suscettibili all'infiammazione gengivale, che eventualmente può poi evolvere in disturbi parodontali.

Dopo il completamento della terapia ortodontica, molte delle condizioni infiammatorie sono reversibili nel momento in cui il paziente è in grado di poter pulire accuratamente tutta la superficie dell'elemento dentario, una volta che gli

attacchi sono stati rimossi. Terapie ortodontiche con una lunga durata possono prolungare la condizione infiammatoria dei tessuti parodontali ed essere causa di danni non più reversibili una volta rimosse le apparecchiature terapeutiche; tuttavia, questi dati necessitano di essere confermati da studi scientifici a lungo termine.

La presente revisione sistematica presenta alcune principali limitazioni, dovute alla qualità dei lavori scientifici presenti in letteratura sul tema della relazione tra infiammazione dei tessuti parodontali e terapia ortodontica. Solo alcuni studi si servono degli indici clinici parodontali per valutare il processo infiammatorio dei tessuti, e i dati riguardanti la variazione dei suddetti parametri tra il baseline e l'osservazione al follow-up risultano essere scarsi. In particolare, nessun manoscritto riporta la variazione del BOP tra il baseline e la fine della terapia. Inoltre, ci sono importanti differenze tra i periodi di follow-up per gli articoli selezionati.

Tuttavia, dall'analisi dei lavori scientifici inclusi nella presenta revisione della letteratura, possiamo affermare che i pazienti sottoposti a terapia ortodontica mostrano un incremento dei parametri parodontali, in particolare del BOP, GI e PI; i valori più alti di infiammazione gengivale sono associati alla terapia ortodontica fissa tradizionale.

## CONCLUSIONI

Con i suoi limiti, i risultati ottenuti dal presente lavoro indicano come l'uso di attacchi ortodontici, particolarmente quelli fissi, può favorire l'aumento del grado di infiammazione dei tessuti parodontali.

I pazienti che ricevono un trattamento ortodontico dovrebbero essere tenuti sotto stretto controllo ed effettuare regolarmente sedute di igiene professionale.

Maggiori evidenze scientifiche potrebbero essere ottenute dalla pubblicazione di ulteriori studi clinici, in cui vengano registrati gli stessi parametri, e che permettano così di realizzare una meta-analisi.

## BIBLIOGRAFIA

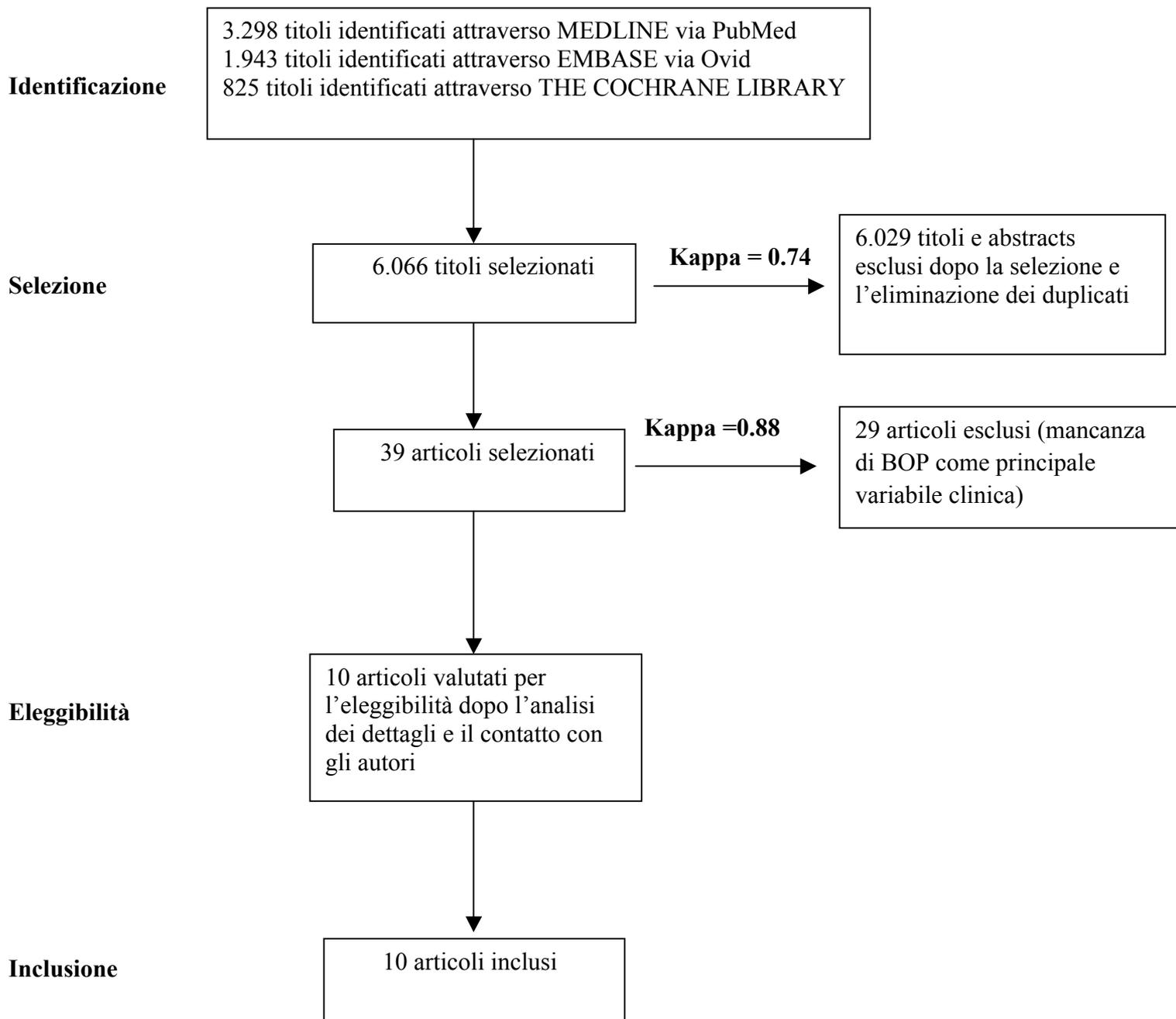
1. Palmer RJ Jr. Composition and development of oral bacterial communities. *Periodontol 2000*. 2014 Feb;64(1):20-39.
2. Loe H. Physiology of the gingival pocket. *Acad Rev Calif Acad Periodontol* 1965;13:6-14.
3. Moore WE, Moore LV. The bacteria of periodontal diseases. *Periodontol 2000* 1994;5:66-77.
4. Socransky SS, Haffajee AD, Smith C, Dibart S. Relation of counts of microbial species to clinical status at the sampled site. *J Clin Periodontol* 1991;18:766-75.
5. Gomes SC, Varela CC, Veiga SL, Rosing CK, Oppermann RV. Periodontal conditions in subjects following orthodontic therapy. A preliminary study. *Eur J Orthod* 2007;29:477–481.
6. Ristic M, Vlahovic Svabic M, Sasic M, Zelic O. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2007;10:187–195.
7. Van Gastel JL, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Influence of bracket design on microbial and periodontal parameters in vivo. *J Clin Periodontol* 2007;34:423-31.
8. Van Gastel J, Teughels W, Quirynen M, Struyf S, Van Damme J, Coucke W, Carels C. Longitudinal changes in gingival crevicular fluid after

- placement of fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139:735-44.
9. Alexander SA. Effects of orthodontic attachments on the gingival health of permanent second molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:337-40.
  10. Naranjo AA, Trivino ML, Jaramillo A, Betancourth M, Botero JE. Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:275.
  11. Liu H, Sun J, Dong Y, Lu H, Zhou H, Hansen BF et al. Periodontal health and relative quantity of subgingival *Porphyromonas gingivalis* during orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2011;81:609-15.
  12. Ghijselings E, Coucje W, Verdonck A, Teughels W, Quirynen M, Carels c, Van Gastel J. Long-term changes in microbiology and clinical periodontal variables after completion of fixed orthodontic appliances. *Orthod Craniofac Res* 2014;17:49-59.
  13. Ainamo J & Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 1975 Dec;25(4):229-35.
  14. Newbrun E. Indices to measure gingival bleeding. *J Periodontol* 1996 Jun;67(6):555-61.

15. Petti S, Barbato E, Simonetti D'Arca A. Effect of orthodontic therapy with fixed and removable appliances on oral microbiota: a six-month longitudinal study. *New Microbiol* 1997;20:55–62.
16. Socransky SS, Haffajee AD. The bacterial etiology of destructive periodontal disease. *J Periodontol* 1992;63:322–331.
17. Thomson WM. Orthodontic treatment outcomes in the long term: findings from a longitudinal study of New Zealanders. *Angle Orthod* 2002;72:449-55.
18. Sfondrini MF, Debiaggi M, Zara F, Brerra R, Comelli M, Bianchi M, Pollone SR, Scribante A. Influence of lingual bracket position on microbial and periodontal parameters in vivo. *J Appl Oral Sci* 2012;20(3):357-61.
19. Abbate GM, Caria MP, Montanari P, Mannu C, Orrù G, Caprioglio A, Levrini L. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances. *J Orofac Orthop* 2015;76:1-10.
20. Taylor MG, McGorray SP, Durrett S. Effect of Invisalign aligners on periodontal tissues. *J Dent Res* 2003;82:1483.
21. Turatti G, Womack R, Bracco P. Incisor intrusion with Invisalign treatment of an adult periodontal patient. *J Clin Orthod* 2006;40:171–174.
22. Mampieri G, Giancotti A. Invisalign technique in the treatment of adults with pre-restorative concerns. *Prog Orthod* 2013;14:40.

23. Miethke RR, Vogt S. A comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed orthodontic appliances. *J Orofac Orthop* 2005;66:219–229.
24. Schaefer I, Braumann B. Halitosis, oral health and quality of life during treatment with Invisalign and the effect of a low-dose chlorhexidine solution. *J Orofac Orthop* 2010;71:430–441.
25. Miethke RR, Brauner K. A Comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed lingual appliances. *J Orofac Orthop* 2007;68:223–231.
26. Poon KC, Taverne AA. Lingual orthodontics: a review of its history. *Aust Orthod J*. 1997;15:101-4.
27. Rummel V, Wiechmann D, Sachdeva RCL. Precision finishing in lingual orthodontics. *J Clin Orthod*. 1999;13:101-13.
28. Attack NE, Sandy JR, Addy M. Periodontal and microbiological changes associated with the placement of orthodontic appliances. A review. *J Periodontol*. 1996;67:78-85.
29. Diamanti-Kipiotti A, Gusberti FA, Lang NP. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances. *J Clin Periodontol*. 1987;14:326-33.
30. Huser MC, Baehni PC, Lang R. Effects of orthodontic bands on microbiologic and clinical parameters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;97:213-8.

31. Needleman IG. A guide to systematic reviews. *J Clin Periodontol* 2002;29(Suppl 3):6-9.
32. Van Gastel J, Quirynen M, Teughels W, Coucke W, Carels C. Longitudinal changes in microbiology and clinical periodontal parameters after removal of fixed orthodontic appliances. *Eur J of Orthod* 2011;33:15-21.
33. Karkhanechi M, Chow D, Sipkin J, Sherman D, Boylan R, Norman R, Craig R, Cisneros G. Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy. *Angle Orthod* 2013;83:146-151.
34. Nalcaci R, Ozat Y, Cokakoglu S, Turkkahraman H, Onal S, Kaya S. Effect of brackets on halitosis, periodontal status and microbial colonization. *Angle Orthod* 2014;84:479-485.
35. Levrini L, Mangano A, Montanari P, Margherini S, Caprioglio A, Abbate G. 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.



**Fig 1** Grafico di selezione degli articoli secondo il diagramma di flusso per Revisioni Sistematiche e Meta-Analisi (PRISMA)

**Tab 1** Caratteristiche degli studi inclusi

<b>Autori</b>	<b>Disegno Studio</b>	<b>Randomizzazione</b>	<b>Cieco</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Trattamento</b>	<b>Follow-up (mesi)</b>
<b>Naranjo et al <sup>10</sup></b>	RCT	Semplice	NA	Privato	Ortodonzia Fissa	3
<b>Gomes et al <sup>5</sup></b>	RCT	Semplice	SI	Università	Ortodonzia Fissa	NA
<b>Van Gastel et al <sup>32</sup></b>	smRCT	NO	NO	Università	Ortodonzia Fissa	12
<b>Van Gastel et al <sup>8</sup></b>	CCT	NO	NO	Università	Ortodonzia Fissa	12
<b>Sfondrini et al <sup>18</sup></b>	smRCT	Semplice	SI	Università	Ortodonzia Fissa	1
<b>Karkhanechi et al <sup>33</sup></b>	CCT	NO	NO	Università	Ortodonzia Fissa / Rimovibile	12
<b>Nalcaci et al <sup>34</sup></b>	RCT	Semplice	NA	Università	Ortodonzia Fissa	1,25 (5 weeks)
<b>Ghijssels et al <sup>12</sup></b>	CCT	NO	NO	Università	Ortodonzia Fissa	24
<b>Levrini et al <sup>35</sup></b>	RCT	Semplice	NA	Università	Ortodonzia Fissa / Rimovibile	3
<b>Abbate et al <sup>19</sup></b>	RCT	Semplice	SI	Università	Ortodonzia Fissa / Rimovibile	12

*NA* non disponibile, *RCT* studio clinico randomizzato, *mRCT* studio clinico multicentrico randomizzato, *smRCT* studio clinico randomizzato split mouth, *CCT* studio clinico controllato.

**Tab 2** Caratteristiche dei pazienti

<b>Autori</b>	<b>Numero di pazienti</b>	<b>Sesso (M/F)</b>	<b>Età media (anni)</b>	<b>Range di età (yanni)</b>	<b>Fumo</b>	<b>Altre informazioni</b>
<b>Naranjo et al <sup>10</sup></b>	60	$\frac{12}{18}$ (T) $\frac{13}{17}$ (C)	$\frac{18.7 \pm 5.6}{19.3 \pm 6.2}$	NA	NA	No problemi sistemici
<b>Gomes et al <sup>5</sup></b>	54	$\frac{9}{16}$ (T) $\frac{14}{15}$ (C)	$\frac{23 \pm 2.04}{23.99 \pm 2.46}$	NA	NO	No problemi sistemici
<b>Van Gastel et al <sup>32</sup></b>	24	$\frac{6}{8}$ (T) $\frac{4}{6}$ (C)	$\frac{14.6}{14.7}$	NA	NO	No problemi sistemici
<b>Van Gastel et al <sup>8</sup></b>	24	$\frac{6}{8}$ (T) $\frac{4}{6}$ (C)	14.6±1.1	NA	NO	No estrazioni ortodontiche
<b>Sfondrini et al <sup>18</sup></b>	20	$\frac{3}{10}$ (T) $\frac{3}{4}$ (C)	$\frac{23.3 \pm 2.5}{24.2 \pm 2.5}$	20-32	NO	Indice di sanguinamento <0.3
<b>Karkhanechi et al <sup>33</sup></b>	42	$\frac{8}{12}$ (T) $\frac{6}{16}$ (C)	$\frac{28 \pm 6.86}{34 \pm 7.18}$	18-44	NO	Indice di sanguinamento <0.3
<b>Nalcaci et al <sup>34</sup></b>	46	$\frac{12}{11}$ (T) $\frac{10}{13}$ (C)	$\frac{14.48 \pm 1.27}{13.30 \pm 1.61}$	NA	NA	NO
<b>Ghijsselings et al <sup>12</sup></b>	24	$\frac{6}{8}$ (T) $\frac{4}{6}$ (C)	14.6±1.1	NA	NO	No problemi sistemici
<b>Levrini et al <sup>35</sup></b>	77	$\frac{5}{27}$ [R](T) $\frac{18}{17}$ [F](T) $\frac{2}{8}$ (C)	24.3	16-30	NO	No problemi sistemici
<b>Abbate et al <sup>19</sup></b>	50	NA	NA	10-18	NO	No estrazioni ortodontiche

NA non disponibile, (T) Gruppo Test, (C) Gruppo Controllo, [R] Allineatori Rimovibili, [F] Attacchi Ortodontici Fissi.

**Tab 3** Indici parodontali registrati

Authors	PD	CAL	PI	GI	Other records
<b>Naranjo et al</b> <sup>10</sup>	SI	SI	SI	SI	Analisi Microbiologiche
<b>Gomes et al</b> <sup>5</sup>	SI	SI	NO	NO	VPI - GBI
<b>Van Gastel et al</b> <sup>32</sup>	SI	NO	NO	NO	Fluido gengivale crevicolare (GCF)
<b>Van Gastel et al</b> <sup>8</sup>	SI	NO	NO	NO	Parametri Microbiologici ed Immunologici
<b>Sfondrini et al</b> <sup>18</sup>	SI	NO	NO	NO	Parametri Microbiologici
<b>Karkhanechi et al</b> <sup>33</sup>	SI	NO	SI	SI	NO
<b>Nalcaci et al</b> <sup>34</sup>	NO	NO	SI	SI	NO
<b>Ghijssels et al</b> <sup>12</sup>	SI	NO	NO	NO	Fluido gengivale crevicolare (GCF)
<b>Levrini et al</b> <sup>35</sup>	SI	NO	SI	NO	Analisi molecolare
<b>Abbate et al</b> <sup>19</sup>	SI	NO	SI	NO	FMPS, FMBS

**Table 4** Variazione dei parametri clinici

Studi	Gruppi	Trattamento	BOP baseline (%)	BOP durante terapia (%)	BOP follow-up (%)	Variazioni PD	Variazioni CAL	Variazioni PI	Variazioni GI	Note	
<b>Naranjo et al 10</b>	Test	Fissa Vestibolare	11.6 ± 14.6	19.4 ± 21.9	NA	0.1 ± 0.4	0.4 ± 0.6	2.2 ± 6	0.2 ± 5	BOP al baseline e a 3 mesi dopo posizionati i brackets	
	Controllo	No	4.4 ± 8.6	No	NA	No	No	No	No		
<b>Gomes et al 5</b>	Test	Fissa Vestibolare	NA	NA	0.83 ± 6.45	1st mol	1.33 ± 0.19	1st mol	0.58 ± 0.25	NA	NA
						2nd mol	1.34 ± 0.14	2nd mol	0.51 ± 0.19		
						premolar	1.24 ± 0.13	premolar	0.54 ± 0.21		
						canino	1.19 ± 0.12	canino	0.48 ± 0.17		
	Controllo	No	0.83 ± 3.43	NA	NA	1st mol	1.40 ± 0.24	1st mol	0.58 ± 0.26	NA	NA
						2nd mol	1.39 ± 0.25	2nd mol	0.53 ± 0.23		
						premolar	1.29 ± 0.21	premolar	0.52 ± 0.20		
						canino	1.22 ± 0.17	canino	0.49 ± 0.20		
<b>Van Gastel et al 32</b>	Test	Fissa Vestibolare	NA	NA	NA	NA	NA	No	NA	Controllo: parametri parodontali sono registrati prima dei brackets. Test, 18 settimane dopo le bande. Gruppi valutati prima del completamento terapeutico e 3 mesi dopo	
	Controllo	Fissa Vestibolare	NA	NA	NA	NA	NA	No	NA		
<b>Van Gastel et al 8</b>	Test	Fissa Vestibolare	0.27 ± 0.44	1.69 ± 0.48	NA	1.16 ± 0.55	NA	No	No	Controllo: parametri parodontali registrati prima dei brackets. Test, 18 settimane dopo le bande. Gruppi valutati 12 mesi dopo l'inizio della terapia	
	Controllo	Fissa Vestibolare	0.29 ± 0.36	1.15 ± 0.51	NA	0.95 ± 0.46	NA	No	No		
<b>Sfondrini et al 19</b>	Test	Fissa Linguale	NA	NA	NA	0.21 ± 0.49	No	No	No		
	Controllo	Fissa Vestibolare	NA	NA	NA	0.14 ± 0.53	No	No	No		
<b>Karkhanechi et al 33</b>	Test	Rimovibile	NA	NA	NA	NA	No	NA	NA	Gli indici sono registrati al baseline, a 6 e 12 mesi dopo inizio terapia	
	Controllo	Fissa Vestibolare	NA	NA	NA	NA	No	NA	NA		
<b>Nalcaci et al 34</b>	Test	Fissa Vestibolare	0.08 ± 0.007	0.13 ± 0.02	NA	No	No	0.20 ± 0.06	0.17 ± 0.07	Test: brackets auto-leganti; Controllo: brackets tradizionali. Indici registrati al baseline, 1 settimana and 5 settimane.	
	Control	Fixed buccal	0.06 ± 0.006	0.21 ± 0.04	NA	No	No	0.54 ± 0.09	0.64 ± 0.10		
<b>Ghijssels et al 13</b>	Test	Fixed buccal w/bands	NA	NA	NA	NA	No	No	No	Indici registrati al baseline, dopo rimozione brackets e 2 anni dopo completamento terapia	
	Control	Fixed buccal w/brackets	NA	NA	NA	NA	No	No	No		
<b>Levrini et al 35</b>	Test 1	Fixed buccal	NA	NA	NA	0.88	No	NA	No	Indici registrati al baseline, 1 e 3 mesi dopo inizio terapia	
	Test 2	Aligner	NA	NA	NA	0.58	No	NA	No		
	Control	No	NA	NA	NA	0.45	No	NA	No		
<b>Abbate et al 20</b>	Test incisor	Removable	18	0	NA	0.36	No	0.55	No	Indici registrati al baseline e 3-6-12 mesi dopo inizio terapia	
	Test molar	Removable	9	9	NA	0.09	No	0.55	No		
	Control incisor	Fixed buccal	0	64	NA	1.12	No	1.60	No		
	Control molar	Fixed buccal	0	84	NA	1.20	No	1.60	No		

## RINGRAZIAMENTI

Questo è sicuramente il capitolo più importante, quello che chiude ufficialmente questa mia lunga ed entusiasmante esperienza!

Sono stati 3 anni impegnativi, durante i quali ho appreso tanto da un punto di vista professionale, clinico e di ricerca scientifica, ma sono stati anche 3 anni in cui ho conosciuto tantissime persone, ho avuto la possibilità di viaggiare e scoprire nuove realtà universitarie. Per questo motivo i miei ringraziamenti vanno a tutte le persone che mi sono state vicine, mi hanno aiutato, guidato e sostenuto durante questo mio percorso accademico.

Primo tra tutti il Professore Sergio Matarasso, professore e maestro di vita, senza la cui guida e i suggerimenti non avrei mai intrapreso questo dottorato di ricerca.

Ringrazio il Professore Sandro Rengo, mio Tutor di dottorato, ed il Professore Michele Nicolò, per il loro costante supporto nelle attività di reparto ed il loro aiuto nel mio progetto di ricerca.

Proseguo ringraziando fortemente il Professore Jorge Gamonal, Decano dell'Università di Santiago del Cile, ed il Dottor Alejandro Riquelme, per avermi permesso di svolgere parte delle mie attività di ricerca presso la loro struttura universitaria. Ringrazio calorosamente inoltre tutti i miei colleghi e nuovi amici cileni, che mi hanno accompagnato e aiutato durante i mesi trascorsi a Santiago del Cile.

Un ringraziamento particolare va ai miei colleghi di reparto, nonché amici, i Dottori Vincenzo Iorio Siciliano e Andrea Blasi per l'aiuto e il supporto ricevuto che mi ha consentito di portare a termine questo percorso con la stesura finale della tesi.

Vorrei infine dedicare il ringraziamento più importante alle persone a me più care: la mia famiglia e la mia fidanzata Ilaria, a loro dedico tutto il mio lavoro.

GRAZIE.