



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO - BICOCCA

FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

Dottorato di Ricerca in Parodontologia Sperimentale

**TRAPIANTI E REIMPIANTI DENTALI:
VALIDE ALTERNATIVE ALL'IMPLANTOLOGIA
NELLE REGIONI MOLARI DI
MANDIBOLA E MAXILLA.**

Coordinatore: Prof. Renato Maria Gaini

Tutor: Prof. Marcello Maddalone

Tesi di Dottorato

Dott.ssa Dassi Alice

Matricola: 710705

Ciclo XXVIII - Anno Accademico 2014-2015

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	4
IL TRAPIANTO DENTALE.....	4
Revisione della Letteratura	4
Definizione e cenni storici	4
Principi biologici.....	7
Indicazioni.....	15
Vantaggi e svantaggi.....	18
Percentuali di successo	19
Cause di fallimento	20
Parte Sperimentale	28
Scopo dello studio.....	28
Materiali e metodi	28
Presentazione casi	38
Risultati.....	45
Discussione	46
IL REIMPIANTO INTENZIONALE.....	48
Revisione della Letteratura	48
Definizione e cenni storici	48
Principi biologici.....	49
Indicazioni.....	49
Vantaggi e svantaggi.....	51
Percentuali di successo	52
Parte Sperimentale	54
Scopo dello studio.....	54

Materiali e metodi	54
Presentazione casi	60
Risultati	67
Discussione	68
Discussione e conclusioni generali	70
Sviluppi futuri	72
Prototipo elemento donatore con tecnologia CAD-CAM.....	72
Chirurgia piezoelettrica.....	72
Criopreservazione	74
Bibliografia	76

INTRODUZIONE

Con il termine “avulsione” intendiamo la completa separazione di un elemento dentario dal suo tessuto di supporto (alveolo e gengiva). Un dente avulso spontaneamente per trauma può solitamente esser mantenuto in sede attraverso una procedura di reimpianto. La prognosi degli elementi reimpiantati dipenderà poi da diversi fattori, quali il tempo di permanenza extra-alveolare, le condizioni del dente avulso, l'età del paziente e lo stadio di sviluppo della radice (Tsukiboshi¹).

Dal momento che le procedure di reimpianto dentale in seguito a trauma son ben documentate in letteratura e le linee guida di traumatologia dentale si son rivelate negli anni efficaci ed ampiamente condivise (International Association of Dental Traumatology, IADT²), si è cercato con il seguente lavoro di comprendere i principi biologici alla base del successo dei reimpianti post-traumatici per riapplicarli nella pratica clinica in due tipi di trapianti che possiamo definire “terapeutici”: l'autotrapianto dentale ed il reimpianto intenzionale.

IL TRAPIANTO DENTALE

Revisione della Letteratura

Definizione e cenni storici

L'autotrapianto dentale o il trapianto dentale autogeno è definito come lo spostamento di un elemento dentario da una posizione a un'altra, all'interno della stessa persona³ (Hale, 1965). Gli elementi da trapiantare, erotti o inclusi, posson venire trasferiti sia in un sito post-estrattivo che in un alveolo preparato chirurgicamente⁴.

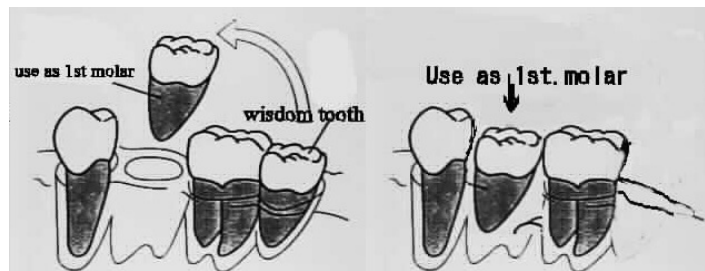


Figura 1 - Esempio di trapianto dentale (Kunii Dental office).

La procedura di trapianto dentale non è però di nuova invenzione: i primi report di trapianto dentale risalgono agli schiavi dell'antico Egitto, che venivano obbligati a donare i propri denti ai faraoni⁵. Questa tecnica fu poi ripresa e documentata nel sedicesimo secolo dal dentista francese Ambroise Paré, che nel 1564 eseguì la prima chirurgia documentata di trapianto di germe dentario. La tecnica divenne più popolare grazie al chirurgo e anatomista ottocentesco John Hunter, che utilizzava rimuovere elementi sani dal cavo orale di una persona per inserirli nel mascellare di un altro individuo al posto di un elemento cariato o che andava estratto. Nonostante le radici non formassero un legame completo nell'osso in cui erano trapiantate, Hunter era convinto dell'efficacia della procedura, forte di un esperimento che aveva condotto in cui provò a trapiantare un dente umano nella cresta ossea di un animale (galletto). Hunter generalmente non eseguiva trapianti di molari poiché le radici doppie o triple di questi denti aumentavano la difficoltà dell'intervento, e prediligeva invece piccoli elementi che venivano prelevati soprattutto da giovani ragazze. I donatori erano persone disperatamente povere, disposte a vendere persino i loro denti (sopportando atroci dolori per la loro rimozione) in cambio di un piccolo compenso, come lo spazzacamino dipinto nella vignetta ottocentesca di Thomas Rowlandson (figura 2). Naturalmente solo i

pazienti benestanti potevano ricorrere a questa procedura. Nonostante sorsero numerosi interrogativi sulla moralità di questo scambio impari e unilaterale, l'allograpianto dentale rimase una procedura popolare per tutto l'ottocento.



Figura 2 - Thomas Rowlandson, Transplanting of Teeth, 1787

Col tempo e l'aumentare delle conoscenze scientifiche il trapianto dentale da un individuo a un altro fu abbandonato per ovvie ragioni d'istocompatibilità e sostituito dall'autotrapianto.

Nel 1956 Hale descrisse la sua tecnica di trapianto autogeno⁶ e diversi autori seguirono la sua esperienza negli anni successivi, con diversi approcci, localizzazioni e gradi di successo: Slagsvold e Bjercke⁷ (34 premolari, 100% successo), Alberg⁸ (33 canini, 88% successo), Pogrel⁹ (416 elementi vari, 72% successo) e Andreasen et al.¹⁰ (370 premolari, 95-98% successo).

Alcune linee guida sono rimaste pressoché invariate, mentre molte preziose informazioni sono state aggiunte negli ultimi anni grazie alle ricerche sul legamento parodontale.

Principi biologici

La chiave del successo della procedura di trapianto dentale dipende dalla comprensione e dal rispetto di alcuni principi biologici:

1. Legamento parodontale integro e vitale
2. Assenza d'infezione
3. Struttura radicolare simile e compatibile
4. Stabilità primaria ed assistita
5. Radici possibilmente formate completamente o a più di $\frac{3}{4}$ dello sviluppo radicolare.

Esaminiamo questi concetti più nello specifico.

Legamento parodontale integro e vitale

L'avulsione di un elemento dentario comporta la separazione della membrana parodontale in due metà: una metà unita alla radice e l'altra all'alveolo. Tutti gli autori sono concordi nell'affermare che la preservazione dell'integrità del legamento parodontale sull'elemento donatore rappresenta la base del successo clinico ¹¹. Per mantenerne la vitalità è indispensabile eseguire un'avulsione dell'elemento dentario il più possibile atraumatica, ridurre al minimo i tempi di permanenza extraorale ed evitare shock osmotici al legamento. Lavaggi con acqua (invece di soluzione fisiologica) sono associati a una maggiore percentuale di riassorbimenti radicolari. Da studi su scimmie condotti da Andreasen¹², un

risciacquo della superficie radicolare con fisiologica sembra diminuire l'incidenza di riassorbimenti, andando ad allontanare batteri (anche salivari) e tossine dalla superficie radicolare. Anche un lavaggio dell'alveolo con soluzione fisiologica è consigliato per rimuovere detriti, batteri o un eventuale coagulo già organizzato. Una permanenza di oltre 20 minuti al di fuori dell'alveolo è associata ad una significativa riduzione delle possibilità di guarigione parodontale, in quanto comincia la necrosi delle cellule del legamento parodontale.

Assenza d'infezione

Siti riceventi con severe infezioni nella zona periapicale sono controindicati a questo trattamento. In caso invece di lievi segni d'infiammazione periapicale del sito ricevente, un courettage della regione più apicale dell'alveolo sembra prevenire ogni influenza significativa di questo fattore sulla prognosi del trapianto (Nagori¹³). In alternativa si può valutare il differimento del trapianto a 2/4 settimane dall'avulsione. La detersione con soluzione fisiologica dell'elemento donatore e dell'alveolo hanno lo scopo di rimuovere gli agenti contaminanti dalla membrana parodontale e dal sito ricevente, alcuni dei quali possono giungere dalla saliva stessa. Da uno studio di Andreasen su 272 incisivi reimpiantati¹⁴ è risultato un tasso di successo significativamente maggiore negli elementi non contaminati macroscopicamente. Allo scopo di limitare complicanze di tipo infettivo, la quasi totalità degli studi su reimpianti post traumatici ed autotrapianti dentali prevede uno schema di copertura antibiotica.

Struttura radicolare simile e compatibile

Per la procedura di trapianto occorre avere a disposizione un elemento donatore sano e delle appropriate dimensioni, confrontando le sue

dimensioni con quelle del sito ricevente durante la fase di pianificazione dell'intervento, attraverso esami clinici e radiografici. Alcuni adattamenti del sito ricevente possono essere eseguiti in maniere più o meno semplice: se il diametro mesiodistale del sito ricevente risulta insufficiente per accogliere l'elemento donatore è possibile intervenire ortodonticamente per generare spazio prima del trapianto; se invece è lo spessore bucco-linguale a risultare carente un innesto osseo o una frattura a legno verde possono essere delle alternative da valutate. Il diametro apico-coronale infine va valutato accuratamente tramite radiografie, confrontandolo con la lunghezza delle radici del dente donatore. Se necessario, infatti, si può eseguire una preparazione verticale dell'alveolo per aumentare la profondità del sito ricevente (Temmerman¹⁵).

Per ottenere migliori risultati estetici e occlusali è preferibile trapiantare l'elemento donatore all'interno della stessa emiarcata (ad esempio sostituendo un primo molare inferiore destro con un terzo molare inferiore destro). Nel caso in cui risultasse disponibile un elemento appartenente ad un altro quadrante potrebbero esser necessari maggiori aggiustamenti nella preparazione del sito ricevente o nell'adattamento coronale dell'elemento trapiantato. Scegliere invece un terzo molare dell'arcata superiore per sostituire un molare inferiore può invece essere una prima scelta in caso di spazio ristretto, poiché generalmente i terzi molari superiori presentano dimensioni minori rispetto ai corrispettivi inferiori.

Stabilità primaria ed assistita

Così come nei traumi dentali, per permettere una guarigione indisturbata è indicato stabilizzare l'elemento trapiantato. Per assicurare una buona stabilizzazione dell'elemento trapiantato e prevenire infezioni deve esserci sufficiente osso alveolare in tutte le dimensioni, con un'adeguata banda di

tessuto cheratinizzato. L'adeguatezza del supporto dei tessuti duri e molli risulta cruciale per il successo (Marques-Ferreira¹⁶). Uno splintaggio extracoronale semirigido permette di garantire tale stabilità durante le prime settimane (14-30 giorni). Occorre evitare splintaggi eccessivamente rigidi per permettere qualche movimento funzionale all'elemento durante la fase di guarigione, in modo da stimolare l'attività delle cellule del legamento parodontale e la riparazione ossea. E' stato dimostrato che un fissaggio rigido a lungo termine applicato dopo un trauma esterno determina una maggiore incidenza di anchilosi dento-alveolare rispetto ad un fissaggio a breve termine meno rigido (Andreasen¹⁷).

Radici completamente formate o a più di tre quarti dello sviluppo radicolare.

Il timing risulta critico nel decidere lo stadio idoneo dello sviluppo radicolare dell'elemento donatore. Gruppi di età non andrebbero seguiti alla lettera a causa di possibili deviazioni nella maturazione dei denti, per cui ogni caso necessita di un'accurata valutazione individuale tramite radiografie. Una delle classificazioni radiografiche più utilizzate per stadiare lo sviluppo radicolare è il sistema di classificazione stabilito da Moorrees et al. nel 1963¹⁸, dove gli stadi da 1 a 4 rappresentano i quarti di sviluppo della lunghezza radicolare prevista, lo stadio 5 rappresenta la lunghezza completa con forame pervio e lo stadio 6 la lunghezza completa con apice chiuso.

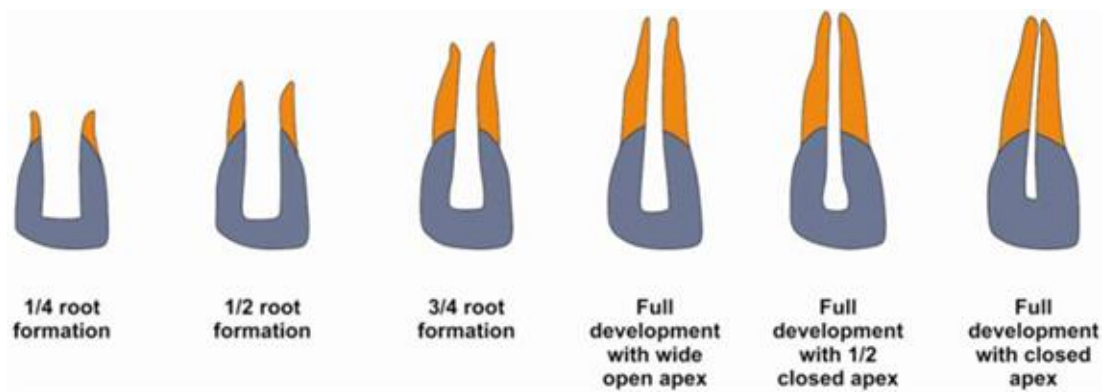


Figura 3 – I sei stadi di sviluppo radicolare secondo Moorrees¹⁹

Per la tecnica di trapianto possono esser considerati come donatori sia elementi con apice aperto che chiuso. Lo stadio di sviluppo della radice di tali elementi è un fattore estremamente importante: diversi studi hanno valutato il successo della tecnica di autotrapianto (attacco parodontale e sopravvivenza pulpare) e hanno riportato i tassi di successo più elevati correlati a differenti stadi di sviluppo della radice: da due terzi a tre quarti, a quattro quinti o all'intera lunghezza. In generale il trapianto di un germe con radici formate per meno della metà sembra compromettere l'ulteriore sviluppo radicolare ed esitare in fenomeni di riassorbimento radicolare, mentre la manipolazione chirurgica di elementi con radici completamente sviluppate è possibile ma l'aumentata lunghezza dell'elemento donatore rende la procedura chirurgica più complicata sia durante la fase di avulsione atraumatica sia nel posizionamento del trapianto nel sito donatore (le radici completamente sviluppate potrebbero impattare con strutture nobili quali il nervo alveolare inferiore o il seno mascellare) e generalmente richiede l'esecuzione di una terapia canalare nelle 2/4 settimane successive (Andreasen¹⁰). Secondo Tsukiboshi²⁰ il trapianto dovrebbe essere eseguito quando un elemento è alla sua massima

lunghezza radicolare ma possiede ancora il potenziale per una rigenerazione pulpare (apice radiografico $> 1\text{mm}$).

Nella scelta dell'elemento donatore occorre infine considerare il grado di difficoltà dell'avulsione dentaria, in quanto un'estrazione traumatica dell'elemento donatore con lesioni al legamento parodontale diminuirebbe le probabilità di successo delle procedura.

La guarigione dei tessuti

Le conoscenze sui processi di guarigione che si verificano in seguito all'autotrapianto derivano principalmente dagli studi di traumatologia riguardanti il reinserimento di elementi permanenti avulsi spontaneamente. Esaminiamo questi eventi nello specifico.

Guarigione della membrana parodontale (riattacco e nuovo attacco).

La guarigione della membrana parodontale dopo il riempimento avviene tramite un riattacco (Araky e Tsukiboshi²¹). Il riattacco ideale consiste nella riorganizzazione del tessuto connettivo della membrana parodontale unita alla superficie della radice e al tessuto connettivo gengivale o al tessuto della membrana parodontale dell'alveolo, ed avviene in un periodo relativamente breve (circa due settimane).

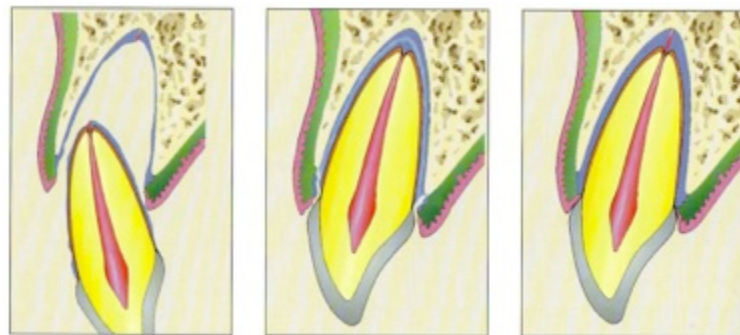


Figura 4 - Riattacco dopo reimpianto (Tsukiboshi⁵⁰)

A distanza di 14 giorni il parodonto è infatti già in grado di ristabilire i due terzi delle sue caratteristiche biomeccaniche. Di solito, in posizione coronale al margine osseo alveolare, il riattacco del tessuto connettivo gengivale con la membrana parodontale della radice avviene in un periodo tra due e sette giorni. Nell'alveolo, invece, il riattacco avviene entro due settimane.

Quando le fibre parodontali sono integre e vitali, avviene una naturale riorganizzazione di tali fibre. Quando invece il legamento parodontale viene invece danneggiato, il processo di guarigione è caratterizzato dalla presenza di fibre che decorrono parallele alla superficie radicolare. Nel caso la membrana parodontale sul dente reimpiantato fosse danneggiata o mancante non è possibile un riattacco normale: la guarigione parodontale richiede pertanto la formazione di un nuovo attacco. (Loe²² e Inoue²³).

Il nuovo attacco si sviluppa grazie alla rigenerazione del tessuto della membrana parodontale, a partire dalla deposizione di nuovo cemento. La guarigione parodontale dopo un reimpianto dipende quindi sia da meccanismi di riattacco sia dalla guarigione della membrana parodontale parzialmente mancante, mediante un nuovo attacco. Tuttavia, se il danno alla membrana parodontale è molto esteso oppure il dente reimpiantato è necrotico, si può instaurare un meccanismo di riassorbimento radicolare.

Trattamento pulpare e sviluppo radicolare

Dopo l'avulsione dentale il tessuto pulpare diventa ischemico. Se l'apice radicolare è ampio (più di 1mm) i vasi sanguigni e le cellule pulpari intorno all'apice (all'interno della guaina epiteliale di Hertwig) possono proliferare nella cavità pulpare in direzione coronale dopo il reimpianto.

Poiché tale proliferazione procede con una velocità di circa mezzo millimetro al giorno, la cavità pulpare si riempie di tessuto vitale entro alcuni mesi dal reimpianto. Tuttavia il tessuto pulpare rigenerato raramente funziona come prima, e quello che si osserva frequentemente è una progressiva obliterazione del canale pulpare, dovuta alla rapida deposizione di tessuto duro (osteodentina). La polpa può quindi rispondere positivamente ai test di vitalità nelle settimane e mesi successivi al reimpianto, ma il suo futuro è incerto (Anderson²⁴).

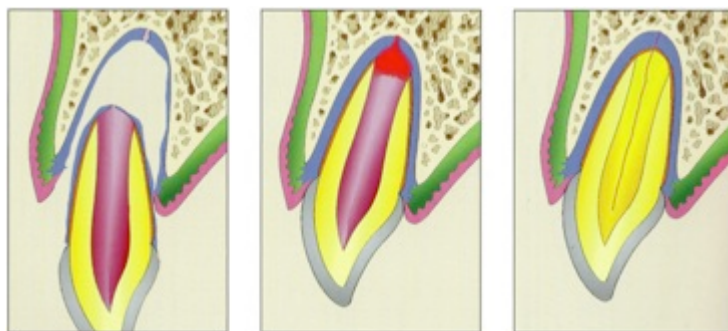


Figura 5 - Guarigione della polpa (Tsukiboshi⁵⁰)

Inoltre, nei casi in cui la guaina epiteliale di Hertwig all'apice radicolare di un elemento immaturo sia vitale, dopo il reimpianto ci si può aspettare un proseguimento della crescita della radice. E' impossibile tuttavia prevedere la quantità della crescita in confronto allo sviluppo normale.

Un altro risultato che segue il reimpianto di denti immaturi è l'invasione della cavità pulpare da parte della membrana parodontale e del tessuto osseo, che creano un "legamento parodontale interno".

Il tessuto della membrana parodontale invade lo spazio pulpare dalla parte apicale e migra in direzione coronale mentre deposita cemento. Anche il tessuto osso cresce nello spazio pulpare in direzione coronale.



**Figura 6 – Legamento
parodontale interno
(Tsukiboshi⁵⁰)**

Indicazioni

La procedura di trapianto dentale è utilizzata per sostituire elementi gravemente compromessi o mancanti. Se da una parte il loro recupero conservativo risulterebbe complesso e con una prognosi nel lungo termine sfavorevole, dall'altra in diversi casi la soluzione implantare e protesica non sarebbe attuabile (per motivi di giovane età o socio-economici) oppure ancora richiederebbe diversi rifacimenti nel corso della vita.

Ci sono diverse situazioni che possono considerare il trapianto dentale una valida opzione terapeutica, in particolare carie avanzate, traumi dentali, agenesie e severe eruzioni atipiche.

Carie avanzate

La carie distruttrice rappresenta prima causa di avulsione dentaria. I primi molari permanenti sono gli elementi più soggetti a lesioni cariose nella dentizione permanente, come risultato della loro precoce esposizione all'ambiente orale, a partire dai sei anni (Baseggio²⁵). A causa del contenuto organico relativamente alto degli elementi appena erotti, lo smalto immaturo risulta molto più permeabile e quindi più suscettibile alla carie. Di conseguenza più del 50% dei bambini sopra gli 11 anni presenta delle lesioni cariose in tali denti. Da sottolineare inoltre che una parte di

essi accede tardivamente alle cure odontoiatriche, necessitando già in età adolescenziale di importanti restauri o avulsioni. In queste situazioni la sostituzione tramite trapianto con un terzo molare ancora integro può essere possibile, grazie al loro sviluppo più tardivo e alla frequente inclusione.

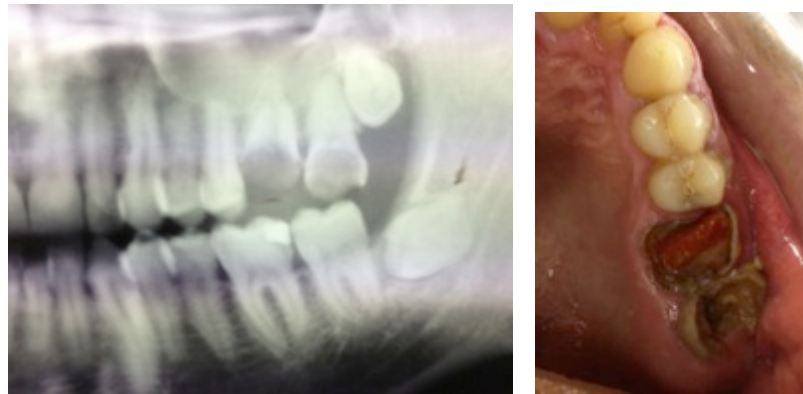
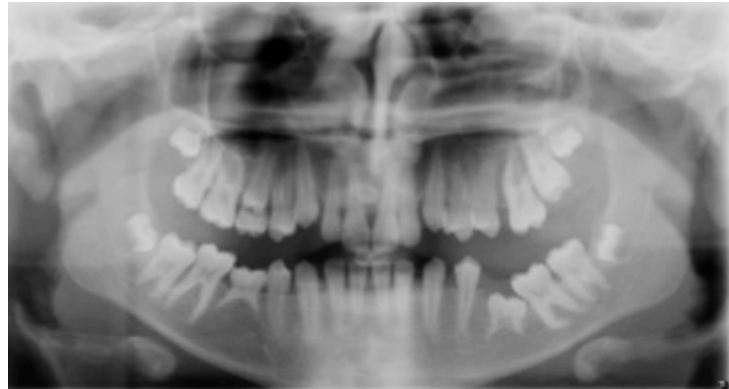


Fig. 7 e 8. Esempi radiografici e clinici di carie destruenti.

Agenesie

L'eziologia delle agenesie dentarie è in gran parte sconosciuta. Vastardis²⁶ riportò evidenze che supportano l'eziologia genetica delle agenesie dentali. Gli elementi più frequentemente assenti sono i terzi molari, seguiti dai secondi premolari mandibolari e dagli incisivi laterali superiori. Il piano di trattamento per le agenesie dentarie (soprattutto dei premolari) deve basarsi su una valutazione generale dell'età, dell'occlusione, della richiesta di spazi del paziente, così come sulla dimensione e forma dei denti adiacenti. Le tradizionali soluzioni terapeutiche consistono nella chiusura ortodontica degli spazi (con eventuali avulsioni di ulteriori premolari), nel mantenimento del decidui il più a lungo possibile o nel mantenimento degli spazi in attesa di ponti protesici o implantologia.

**Fig. 9 – Esempio
radiografico di
agenesia di primi
premolari inferiori.**



Trauma

Gli elementi più frequentemente coinvolti nei traumi sono gli incisivi mascellari; in questi casi elementi avulsi spontaneamente portati all'osservazione dell'odontoiatra in condizioni idonee (nelle prime 24 ore dal trauma, in una soluzione adatta quali soluzione fisiologica o latte intero) possono essere reimpiantati e splintati per il periodo di guarigione. Se l'elemento avulso non risulta invece recuperabile, un'alternativa da valutare può essere la sua sostituzione con un altro elemento dentario dello stesso paziente. Pertanto, considerando lo stadio di formazione della radice e la dimensione della corona, si procede alla valutazione di un possibile dente donatore. Generalmente un primo o un secondo premolare inferiore presentano dimensioni appropriate per rimpiazzare l'incisivo superiore, nonostante in seguito un'adeguata ricostruzione della corona (con tecnica diretta o indiretta) risulti ovviamente necessaria per riprodurre l'anatomia. Zachrisson²⁷ pubblicò nel 2008 una casistica di trapianti di premolari inferiori utilizzati per sostituire centrali superiori, lo spazio posteriore risultato dal prelievo del premolare inferiore è stato chiuso attraverso un avanzamento degli elementi posteriori.

Severe ectopie

Anche i casi di gravi eruzioni ectopiche possono essere un'indicazione all'autotrapianto. Generalmente gli elementi ectopici vengono esposti tramite chirurgia e spostati ortodonticamente nella sede appropriata. In caso di severa ectopia dei canini superiori (circa il 2% della popolazione) la correzione della posizione può rappresentare una sfida per la tradizionale meccanica ortodontica e un autotrapianto in una posizione più naturale può semplificare e velocizzare di molto il trattamento ortodontico (Andreasen¹⁰).

Vantaggi e svantaggi

I vantaggi del trapianto dentale riguardano la possibilità di mantenere la vitalità del legamento parodontale, la propiocezione, la possibilità di eseguire movimenti ortodontici e la preservazione dell'osso alveolare e di un contorno gengivale naturale. L'autotrapianto può essere eseguito in pazienti in fase di crescita, diversamente dalle riabilitazioni di tipo fisso quali ponti su elementi naturali o impianti dentali. Il costo del trapianto è inferiore se confrontato con quello di un impianto osseointegrato, in quanto la procedura è eseguita essenzialmente in una sola seduta e la non è richiesta alcuna protesizzazione (Chagas et al. ²⁸).

Questa tecnica presenta tuttavia alcuni svantaggi, tra i quali il fatto che richiede una grande esperienza e abilità tecnica dell'operatore (in quanto traumi e danni irreversibili al legamento parodontale compromettono il risultato dell'intervento), richiede la disponibilità di un elemento donatore compatibile con il sito ricevente ed infine che il successo a lungo termine del trapianto può non equipararsi a quello degli impianti dentali, in quanto

possono verificarsi alcune complicanze quali l'anchilosi , i riassorbimenti radicolari o la carie dentale. (Teixeira²⁹)

Percentuali di successo

La letteratura delle ultime decadi riporta tassi di successo variabili dal 74 al 100%, seguendo differenti protocolli di trapianto (Tsukiboshi¹). Cohen⁵ nel 1995 rileva un 98-99% di sopravvivenza a 5 anni e 80-87% a 10 anni, trapiantando elementi con apice aperto nel settore frontale. Lundberg e Isaksson³⁰ raggiunsero successi dell'84 e 94% a 5 anni trapiantando rispettivamente elementi con apice chiuso e aperto. Josefsson³¹ raggiunge un successo a 4 anni del 92-82% rispettivamente per premolari con sviluppo incompleto e completo. Andreasen³² trovò una sopravvivenza del 95-98% su una casistica di 370 premolari (a radice completa e incompleta) osservati per 13 anni. Kugelberg³³ raggiunse tassi del 96 e 82% trapiantando nella regione incisale superiore degli elementi dalla radice incompleta e completa a 4 anni. Nethander³⁴ trovò un successo a 5 anni di oltre il 90% per 68 elementi maturi trapiantati con tecnica 2-step. L'autotrapianto dentale è stato studiato in maniera più esaustiva in una review a lungo termine di casi con follow up dai 17 ai 41 anni. Il tasso di successo risultante è stato del 90%, simile a quello dei restauri impanto-protesici (Czochrowska³⁵).

Tassi di successo inferiori sono stati riportati invece in altri studi: Schwartz et al.³⁶ raggiunsero solamente un successo del 76,2% a 5 anni e del 59,6% a 10. Anche Pogrel³⁷ trovò un successo del 72%. Nello stesso periodo Kristerson³⁸ ottenne un 93% trapiantando 100 premolari ed osservandoli per un periodo medio di 6,3 anni.

I fattori che conducono al successo son stati largamente investigati. Il fattore più significativo per la sopravvivenza dei trapianti è il mantenimento della vitalità della membrana parodontale. In caso di danneggiamento durante un'avulsione traumatica si verificano più frequentemente riassorbimenti ed anchilosi⁵. Schwartz cercò di collegare la perdita del trapianto a specifici fattori e trovò un successo maggiore se gli elementi donatori erano dei premolari, avevano una radice sviluppata da metà a due terzi, l'estrazione avveniva in maniera atraumatica con limitati tempi di permanenza extraorali. Anche l'esperienza del chirurgo influisce sul successo, essendo una procedura operatore dipendente. Mentre il trapianto di un elemento in un sito post-estrattivo immediato presenta una buona prognosi, elementi trapiantati in siti preparati ad hoc mostrano una maggiore prevalenza di riassorbimenti radicolari (Marques e Ferreira¹⁶ e Andreasen¹⁴). Idealmente l'estrazione nel sito ricevente e il trapianto del donatore andrebbero eseguiti nella stessa seduta/giorno. Se la cosa non fosse possibile (ad esempio per mal di denti o altre ragioni) il trapianto andrebbe programmato nello stesso mese, per limitare al minimo il riassorbimento osseo nel sito ricevente.

Cause di fallimento

Le cause di perdita di un elemento autotrapiantato sono: riassorbimento infiammatorio, riassorbimento per sostituzione (anchilosi), parodontite marginale, parodontite apicale ed infine carie e traumi. Parodontite marginale, parodontite apicale, carie e traumi sono complicanze diffuse anche tra gli elementi naturali, non trapiantati. I *riassorbimenti radicolari* e l'*anchilosi* meritano invece una trattazione specifica parlando di trapianti. Come già spiegato, un'avulsione atraumatica e l'immediato trasferimento dell'elemento donatore nel sito ricevente sono gli strumenti

principali per minimizzare il rischio di danno al legamento parodontale e ridurre quindi l'incidenza di riassorbimenti infiammatori e anchilosi.

Meccanismi generici di riassorbimento del tessuto duro

I tessuti duri corporei sono costituiti da due elementi principali: la sostanza minerale e la matrice. Il loro rapporto quantitativo varia tra osso, cemento e dentina, ma gli strumenti usati in natura (acidi ed enzimi) per tenere sotto controllo il processo di degradazione di questi tessuti sono gli stessi. L'osso va incontro di norma a rimodellamento per potersi adattare alle alterazioni funzionali, ma nel tessuto dentale duro dei denti permanenti il riassorbimento dovrebbe esser considerato come manifestazione di un processo patologico. L'osso, nonché il cemento, la dentina e lo smalto, sono riassorbiti dalle cellule clastiche. Si tratta di cellule di grandi dimensioni, mobili e polinucleate, che derivano da precursori emopoietici presenti nel midollo osseo e definite "osteoclasti" quando vengono coinvolte nei processi di riassorbimento osseo. Da un punto di vista fenotipico, questo stesso tipo di cellule clastiche guida il riassorbimento dei tessuti duri dentali. Una fase successiva del riassorbimento del tessuto duro dentale coinvolge anche cellule mononucleate, attraverso l'eliminazione della matrice organica rilasciata dopo la dissoluzione dei componenti minerali (Lindskog³⁹). In condizioni fisiologiche normali i tessuti duri sono protetti dal riassorbimento dai rispettivi strati superficiali di cellule blastiche, nel caso del cemento dai cementoblasti. Il riassorbimento non si verifica fintanto che questi strati di cellule blastiche rimangono intatti, con uno strato non mineralizzato di osteoidi o cementoidi sulla superficie del tessuto mineralizzato. E' noto come il riassorbimento osseo sia sottoposto a regolazione ormonale e sia mediato

dagli osteoblasti (Lerner⁴⁰). Lo stimolo dell'ormone paratiroideo induce dapprima gli osteoblasti a degradare l'osteoide, poi a ritirarsi ed esporre la superficie ossea alla demineralizzazione osteoclastica. L'ormone paratiroideo non esercita però alcuna influenza sui cementoblasti, e ciò potrebbe spiegare perché si ha rimodellamento osseo ma non dentale, in risposta a cambiamenti funzionali. Traumi dentali, forze ortodontiche eccessive, levigature radicolari eccessive sono però esempi di lesioni che possono avviare il processo di riassorbimento radicolare (Andreasen¹²). Una volta verificatasi la lesione, la superficie esposta del tessuto duro, priva ormai di cellule blastiche e cementoidi, attrae le cellule clastiche mobili, che aderiscono così alla superficie del tessuto duro e secernono gli acidi per la demineralizzazione. Contemporaneamente si crea l'ambiente acido necessario alla degradazione della matrice tissutale, grazie all'azione degli enzimi lisosomiali favorita da un pH ottimale basso. Da ciò si evince la necessità di un meccanismo d'innescò per il riassorbimento radicolare. Perché il riassorbimento continui, è richiesto uno stimolo persistente degli osteoclasti, come un'infezione o una forza meccanica continua. Il processo di riassorbimento può essere arrestato se la causa del suo prolungarsi può essere frenata, ad esempio attraverso il rilascio delle forze in presenza di trattamento ortodontico o tramite terapia canalare in caso di infezione del canale stesso.

Manifestazioni e identificazione cliniche

I riassorbimenti della superficie radicolare progrediscono normalmente in assenza di sintomi clinici e possono dunque passare inosservati se non rilevati radiograficamente. Tuttavia, nelle fasi avanzate il difetto

superficiale può interferire con il solco gengivale e iniziare un processo infettivo.

La principale via per identificare e diagnosticare tale fenomeno è quella radiografica. Di solito con una sola radiografia è impossibile definire esattamente la posizione di un'area radiotrasparente all'interno di una radice. Una radiotrasparenza può corrispondere ad un'ampia gamma di condizioni, tra le quali un processo di riassorbimento all'interno del canale (riassorbimento radicolare interno), o un difetto di riassorbimento individuato in senso buccale o linguale, sovrapposto all'immagine della radice. Può essere anche un artefatto e corrispondere a una superficie ossea radiotrasparente sovrapposta alla radice. Sarebbe dunque necessario prevedere sempre più di una radiografia, scegliendo angolazioni diverse, per stabilire se la radiotrasparenza sia attribuibile o meno alla radice. Le tecniche tomografiche possono essere estremamente utili per distinguere tra riassorbimenti radicolari interni ed esterni. Lo stadio iniziale di un processo di riassorbimento di solito non viene rilevato. Dato che le radiografie possono mettere in evidenza una cavità di riassorbimento soltanto dopo che quest'ultima abbia raggiunto certe dimensioni (Andreasen⁴¹).

Anche la posizione della lesione è importante, infatti una cavità vestibolare o linguale è più difficile da visualizzare radiograficamente rispetto ad una prossimale, salvo che non venga utilizzata un'investigazione tomografica. Si deve poi ricordare che nella regione cervicale della radice può essere difficile distinguere radiograficamente le cavità provocate dalla carie da quelle causate dal riassorbimento. Per distinguerle è utile sapere che gli acidi batterici che demineralizzano la dentina residuano una superficie molle nella cavità cariosa, mentre nel caso di un difetto da riassorbimento

avviene una rimozione simultanea sia della componente minerale sia della matrice organica del tessuto duro, e ciò fa sì che il pavimento della cavità risulti duro al sondaggio.

Forme di riassorbimento radicolare

Andreasen¹² nel 1981 ha proposto una classificazione delle forme di riassorbimento radicolare esterno in:

- Riassorbimento di superficie;
- Riassorbimento sostitutivo associato ad anchilosi;
- Riassorbimento infiammatorio.

Riassorbimento di superficie

Questo tipo di riassorbimento è il più comune, si autolimita ed è reversibile. In uno studio istologico su denti provenienti da soggetti con età variabile da 16 a 58 anni, solo nel 10% dei casi non si osservavano riassorbimento attivo o segni di riassorbimento andato incontro a guarigione (Henry e Weinman⁴²).



Fig. 10 – Riassorbimento di superficie⁵⁰

I meccanismi coinvolti nei riassorbimenti di superficie sono noti solo in parte. Vengono avviati in concomitanza di una lesione localizzata sullo strato di cellule cementoblastiche, provocata per esempio da un trauma esterno.

Mentre le cellule clastiche sono attratte verso la superficie esposta della radice, il tessuto duro viene riassorbito, fintanto che i fattori attivanti vengono liberati nella sede di lesione. Il processo si arresta nell'arco di alcuni giorni dalla scomparsa

delle cellule clastiche e il difetto viene quindi colmato da cellule di riparazione del tessuto duro che portano alla formazione di cemento di riparazione (Lindskog⁴³). I fattori che governano questo processo sono a tutti gli effetti sconosciuti.

Riassorbimento di sostituzione (o anchilosi)



Fig. 11 – Riassorbimento per sostituzione⁵⁰.

Questo tipo di riassorbimento ha come risultato la sostituzione dei tessuti dentali duri con tessuto osseo, da cui l'aggettivo "sostitutivo" che lo qualifica (Andreassen¹²). Quando un riassorbimento di superficie si arresta, le cellule del legamento parodontale proliferano, andando a popolare l'interno dell'area riassorbita. Se il riassorbimento è esteso, occorrerà tempo prima che le cellule del legamento parodontale ricoprano l'intera superficie. Può dunque accadere che le cellule del tessuto osseo circostante anticipino le cellule del legamento parodontale, insediandosi sulla superficie riassorbita. In questo modo si forma direttamente tessuto osseo sul tessuto dentale duro. Il risultato sarà una fusione tra osso e dente, nota con il nome di "anchilosi". In realtà i termini riassorbimento sostitutivo ed anchilosi non sono sinonimi: il primo infatti indica il processo attivo durante il quale il dente viene riassorbito e sostituito da tessuto osseo, mentre il termine anchilosi è l'equivalente di derivazione greca del vocabolo "immobile". Questo termine descrive perciò la situazione di un dente che non presenta una mobilità normale a causa della fusione dente-osso. La fusione può essere permanente o

transitoria e sembra dipendere dalle dimensioni dell'area riassorbita. Se la zona di anchilosi è piccola, l'osso sulla superficie dentale può venire riassorbito e sostituito da cemento di riparazione; se, al contrario, è estesa, sulla superficie dentale si formerà una quantità di osso tale da rendere definitiva la fusione tra osso e dente.

Clinicamente l'anchilosi è diagnosticata in assenza di mobilità dentaria e in presenza di un tono alla percussione più alto rispetto a quello di un dente normale. Da un punto di vista radiografico una scomparsa localizzata del contorno del legamento parodontale può essere indice di una fusione iniziale tra osso e dente; tuttavia, anche in denti non anchilosati, l'intero contorno del legamento parodontale non è sempre visibile. La percussione e il test di mobilità dentale rappresentano dunque strumenti diagnostici più sensibili delle radiografie nei primi stadi di riassorbimento sostitutivo. Quando l'anchilosi dento-alveolare si verifica in giovane età, il dente non va incontro ad eruzione e segue invece il modello di crescita dell'osso, venendosi a creare una situazione nota come "infraocclusione". La formazione di osso sulla superficie della dentina non costituisce necessariamente un processo patologico, potendo al contrario esser considerata una forma di guarigione. L'osso accetta il tessuto dentale duro come parte di sé e il dente viene coinvolto nel normale turnover scheletrico. La fase di ricambio è rapida nel bambino e lenta nell'adulto, di conseguenza anche la velocità di sostituzione ossea segue tale schema. Alcuni casi di anchilosi nei bambini dimostrano che le radici si riassorbono nel giro di pochi anni, mentre questo processo può durare più di 10 anni negli adulti. L'esatto meccanismo di riassorbimento non è stato comunque ancora chiarito.

Riassorbimento infiammatorio

L'espressione "riassorbimento infiammatorio esterno" indica la presenza di una lesione infiammatoria nei tessuti parodontali adiacenti al processo



**Fig. 12 – Riassorbimento
infiammatorio⁵⁰**

di riassorbimento. Il meccanismo è innescato da una distruzione dei cementoblasti e del tessuto cementoide, e lo stimolo è rappresentato da una polpa necrotica infetta. Questo tipo di riassorbimento rappresenta di solito una complicanza successiva a un trauma dentale e si manifesta inizialmente come un riassorbimento di

superficie dovuto a un danno del legamento parodontale e dello strato di cemento, correlato alla lesione traumatica. Esistono valide prove a

sostegno dell'opinione che lo stimolo per la continuazione sia di natura infettiva e che l'origine scaturisca a una polpa infetta, degradata a seguito della lesione traumatica. In ragione dell'iniziale riassorbimento di superficie, la progressione, spesso veloce, è dunque da attribuire al rilascio degli elementi batterici nel tessuto parodontale attraverso i tubuli dentinali esposti. Mentre viene mantenuto il processo infiammatorio, il processo di riassorbimento, che mira a eliminare gli irritanti presenti nei tubuli dentinali, si muove in direzione della polpa infetta. A fronte di un ulteriore riassorbimento pulpare, vengono rilasciate altre sostanze infettive, perpetuando così la reazione infiammatoria con la conseguente accelerazione del processo di riassorbimento (Andreasen⁴⁴). Le fasi precoci non sono visibili all'esame radiografico in ragione delle limitate dimensioni della cavità di riassorbimento; in genere i primi segni

radiografici che seguono il trauma non compaiono prima di alcune settimane. Il trattamento deve essere rivolto alla rimozione della causa che mantiene attivo il riassorbimento, vale a dire all'infezione del canale radicolare (mediante terapia canalare). Con la sospensione del processo di riassorbimento, in seguito alla trattamento endodontico, si può ottenere un nuovo attacco se le cellule della membrana parodontale invadono le aree di riassorbimento: in questo modo si verifica la stessa situazione del riassorbimento di superficie ed il danno alla radice viene limitato. Nei casi invece di estese aree di riassorbimento, in cui il tessuto osseo raggiunge la superficie radicolare, il riassorbimento infiammatorio può tramutarsi in un riassorbimento di sostituzione, che può portare alla scomparsa dell'intera radice.

Parte Sperimentale

Scopo dello studio

Nel seguente lavoro un campione relativamente ristretto di pazienti (n=9) per un totale di 10 elementi sono stati selezionati nell'arco di 7 anni per l'applicazione della procedura di trapianto dentale. Lo scopo dello studio è stato quello di sperimentare questa metodica alternativa, verificarne la fattibilità clinica, determinarne il tasso di sopravvivenza nel tempo, il verificarsi di eventuali complicanze e valutarne i possibili fattori influenti.

Materiali e metodi

Esame e diagnosi

Tutti i pazienti candidabili sono stati studiati in maniera completa, attraverso un accurato esame clinico e radiografico. Si è eseguita una

valutazione del sito ricevente (volume del processo alveolare nelle tre dimensioni, presenza di un elemento compromesso, presenza di un eventuale focolaio infiammatorio), del sito donatore (stadio e sviluppo delle radici, dimensioni dell'elemento dentario, accessibilità chirurgica) e di alcuni fattori legati al paziente (quali ad esempio il livello d'igiene e la motivazione a eseguire il trattamento). Solo con i pazienti che hanno soddisfatto i criteri d'inclusione si è proseguito con la pianificazione del trattamento.

Criteri d'inclusione:

- Presenza di un molare o premolare gravemente compromesso o mancante
- Disponibilità di un elemento donatore compatibile
- Buone condizioni d'igiene orale e salute generale
- Compliance nell'intraprendere il trattamento e presentarsi ai controlli.

Criteri di esclusione

- Presenza di condizioni mediche generali che interferiscano con l'intervento chirurgico
- Pazienti fumatori
- Accessibilità al cavo orale non sufficiente.

Piano di trattamento

Dalle esperienze riportate in letteratura, si è preferito, laddove possibile, eseguire un trapianto immediato, ma ovviamente nei casi di agenesie o avulsioni precoci è stata pianificata una creazione chirurgica dell'alveolo.

Gli interventi son stati eseguiti in regime di anestesia locale. Tutti i pazienti son stati preventivamente sottoposti a terapia antibiotica 1 giorno prima dell'intervento, e per i successivi 7 giorni; la scelta antibiotica è stata Amoxicillina compresse da 1 grammo, con posologia di 1 compressa ogni 8 ore per 8 giorni o, in caso di allergia alle penicilline, di Claritromicina 500 mg, con posologia di 1 compressa ogni 12 ore per 8 giorni.

Intervento

Prima di cominciare con l'intervento si è invitato il paziente ad eseguire uno sciacquo con un collutorio a base di Clorexidina digluconato 0,20% per un minuto, al fine di ridurre la carica batterica del cavo orale.

Avulsione atraumatica e preparazione del sito ricevente

Dopo aver eseguito l'anestesia locale nella sede ricevente si procede alla rimozione atraumatica dell'elemento compromesso, eseguendo preferibilmente un'odontotomia e conservando la maggior quantità possibile di osso alveolare. Si continua quindi con la preparazione del sito ricevente, adattandolo alle misurazioni ottenute dalle radiografie dell'elemento donatore: viene rimosso il setto interdentale, controllato lo spessore della cresta alveolare, aggiustata la profondità del sito in base alla lunghezza prevista della radice e verificato il diametro mesio-distale. Un leggero aumento quest'ultimo parametro può essere ottenuto con un assottigliamento delle corone dei denti limitrofi o in seguito con uno stripping dell'elemento donatore.

Prelievo dell'elemento donatore

Previa anestesia plessica nel sito dell'elemento donatore, il terzo molare viene avulso con tecnica atraumatica. In caso d'inclusione ossea si procede all'allestimento di un lembo mucoperiosteale, all'osteotomia e all'attenta rimozione dell'elemento. L'elemento donatore deve essere prelevato con il suo follicolo se si tratta di un germe mentre nel caso di elemento eretto occorre eseguire un'attenta circonscisione attorno al dente prima della lussazione per preservare più legamento parodontale possibile.

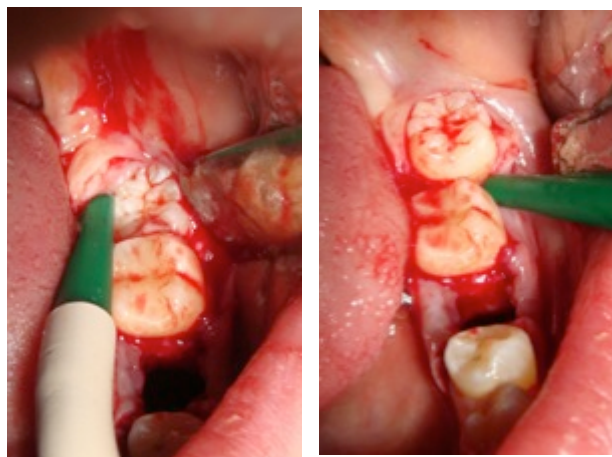


Fig. 13 – Prelievo dell'elemento donatore (3.8)

Prova del sito ricevente

L'elemento donatore viene posizionato nel sito ricevente per verificare se il sito creato in base alle misurazioni cliniche e radiografiche si adatta in maniera ottimale all'elemento dentario. Durante le prove ed eventuali aggiustamenti l'elemento donatore può essere conservato nel suo precedente alveolo o in soluzione fisiologica, cercando di maneggiarlo il meno possibile (afferrandolo per la corona) e di alloggiarlo in tempi brevi nel sito ricevente, per cercare di mantenere la vitalità delle cellule del legamento parodontale.

Stabilizzazione trapianto

Una volta trapiantato nella posizione finale a livello del suo nuovo alveolo, l'elemento donatore va adeguatamente stabilizzato con una sutura incrociata piuttosto stretta e, se necessario, fissato agli elementi adiacenti mediante splintaggio extracoronale per un periodo di 2-4 settimane. Gli elementi trapiantati sono stati posizionali nell'alveolo ricevente in leggera sottocclusione o se, possibile, già in occlusione. Gli elementi a radice immatura è consigliato invece posizionarli allo stesso livello occlusale del sito donatore, per permettere un ulteriore sviluppo della radice. E' consigliato evitare splintaggi eccessivamente rigidi per permettere qualche movimento funzionale dell'elemento trapiantato durante la fase di guarigione e per stimolare l'attività delle cellule del legamento parodontale e la riparazione ossea.

Uno splintaggio completamente rigido o mantenuto per un periodo di tempo eccessivo influenza negativamente la guarigione. Lo splintaggio non deve inoltre forzare il dente contro le pareti ossee dell'alveolo, in quanto potrebbe danneggiarne il parodonto (Pohol 2000).

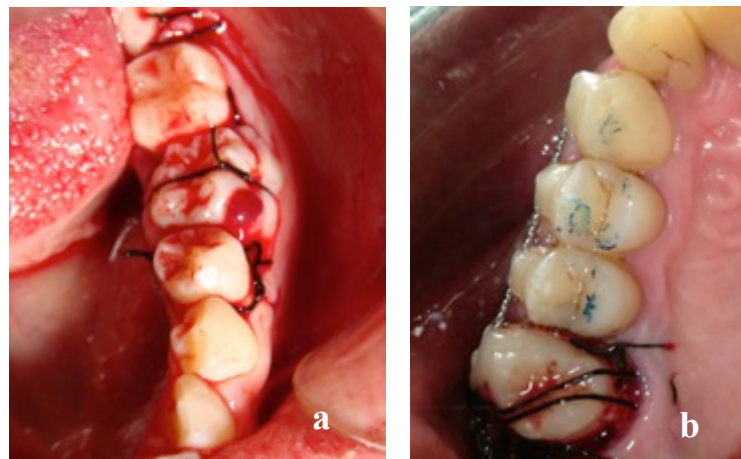


Fig. 14 – Stabilizzazione del trapianto tramite sutura incrociata(a) o sutura + splintaggio(b).

Controlli e mantenimento

Il paziente viene controllato settimanalmente per il primo mese. Le suture rimosse tra i 7 ed i 14 giorni mentre a distanza di un mese, subito prima della rimozione dello splintaggio, è stata eseguita la terapia endodontica degli elementi trapiantati con radici sviluppate ed apice chiuso. I denti trapiantati sono stati inseriti in un programma di richiami per il primo anno post-operatorio, allo scopo di monitorare il decorso del trattamento, sia da un punto di vista endodontico che parodontale.

Istruzioni post-operatorie

Le istruzioni post-operatorie in caso di trapianto dentale son simili a quelle consigliate in caso di avulsione di un elemento incluso: dieta morbida per i primi giorni, evitare di masticare nella zona dell'intervento e mantenere un'igiene orale ottimale. A questo scopo risulta utile effettuare sciacqui con un collutorio a base di clorexidina digluconato 20% 2 volte al giorno dopo lo spazzolamento per le prime due settimane. La maggior parte degli autori prescrive una copertura antibiotica per questo tipo d'intervento. Anche in questo studio è stata prescritta una terapia antibiotica e antiinfiammatori quali nimesulide, ketoprofene, ibuprofene son stati consigliati al bisogno in caso di dolore post chirurgico.

Valutazione del successo della procedura

Nel presente studio si è andati a valutare:

a) La sopravvivenza del trapianto

In maniera dicotomica, distinguendo se l'elemento trapiantato fosse ancora in sede o fosse stato perso.

b) La situazione parodontale ed endodontica

Attraverso la combinazione di esami clinici e radiografici, valutando sia l'elemento trapiantato che i suoi tessuti di supporto.

Basandosi sulla *classificazione clinica e radiografica della guarigione parodontale* degli elementi trapiantati (Andreasen 1995) gli elementi dentari all'ultimo follow up sono stati quindi suddivisi nelle seguenti categorie:

- Guarigione parodontale normale

se la mobilità dell'elemento reimpiantato risulta uguale a quella di un elemento controllo e non sono presenti segni radiografici di riassorbimento.

- Riassorbimento esterno

Chiamato anche "riassorbimento radicolare di superficie" per distinguerlo dai riassorbimenti esterni, viene poi diviso nei seguenti sottogruppi:

1. Riassorbimento di superficie

Se è presente una cavità sulla superficie radicolare delineata da uno spazio del legamento parodontale e una lamina dura normali; oppure, è presente un apice radicolare accorciato ma sempre circondato da normali PDL e lamina dura.

2. Riassorbimento infiammatorio

Se ci sono i segni radiografici di cavità da riassorbimento esterni, sia a livello della radice sia dell'osso adiacente. Può essere associato a un'aumentata mobilità.

3. Riassorbimento permanente da sostituzione (Anchilosi)

Se vi è una diminuzione della mobilità dell'elemento e la perdita dello spazio parodontale a livello radiografico. Un suono metallico alla percussione è caratteristico di questo riassorbimento.

4. Combinazione di 1 e 3.

- Salute gengivale e perdita di attacco marginale

Valutate clinicamente con il sondaggio del solco gengivale. Valori maggiori di 3mm son considerati patologici. Lo stato parodontale viene considerato normale se la distanza tra la giunzione smalto-cementizia e la cresta alveolare non risulta superiore a 2 mm. Una distanza maggiore è considerata invece perdita di attacco.

- Sviluppo radicolare

Lo sviluppo successivo al trapianto di un elemento con radice ancora in fase di formazione è classificato come “continuo” se la radice dell'elemento trapiantato raggiunge la stessa lunghezza e forma del controlaterale; “disturbato” se si sviluppa una radice deforme e spesso accorciata; “sviluppo arrestato” se lo sviluppo radicolare si blocca al momento del trapianto.

Le indagini radiografiche prese in considerazione in questo studio, per ogni paziente, sono state tre ed effettuate in diversi timing:

- **T0** nella fase preoperatoria di pianificazione dell'intervento;
- **T1** corrispondente al controllo post-operatorio immediato;
- **T2** corrispondente al follow-up disponibile più tardivo, in un periodo variabile tra 2 mesi e 7 anni successivi all'intervento.

Grazie ad uno specifico software di analisi d'immagine (Sidexis by Sirona[®]) e all'utilizzo di un morso personalizzato in silicone a livello degli incisivi inferiori, allo scopo di riprodurre lo stesso posizionamento del

paziente al radiografico durante l'esecuzione delle indagini, sono state acquisite le radiografie ortopantomografiche digitali nei diversi tempi, sulle quali si è andati a ricercare se fossero presenti negli elementi trapiantati al controllo finale (T2):

- Un normale spazio del legamento parodontale
- Radiotrasparenze periapicali.
- Segni di riassorbimento radicolare

Il riassorbimento è stato valutato sia osservando il profilo della radice che ricercando eventuali variazioni di lunghezza della radice una volta trapiantata. La lunghezza radicolare è stata definita come la distanza tra i punti medi di due linee che collegano entrambe le giunzioni amelocementizie e i due punti più apicali delle radici. Le lunghezze radicolari originali (T1) e all'ultimo follow-up (T2) sono state quindi confrontate. Per compensare errori di misurazione, si è definito come variazione della lunghezza radicolare solo misurazioni differenti più di 0,5 mm tra loro.

Si è eseguita una misura della lunghezza di un elemento adiacente per correggere ogni distorsione tra le due radiografie, assumendo che le dimensioni di tale elemento rimanessero costanti nel periodo di osservazione. La lunghezza dell'elemento attiguo è stata definita come la distanza tra la cuspidale più occlusale ed il punto più apicale della radice corrispondente. Si è calcolato quindi un fattore di correzione per confrontare le due radiografie:

$$\text{fattore di correzione (f)} = C1/C2$$

dove C1 rappresenta la lunghezza dell'elemento attiguo al trapianto, nella radiografia al tempo T1 e C2 rappresenta la lunghezza dello stesso

elemento all'ultimo controllo (T2). La lunghezza finale della radice del trapianto e la variazione di lunghezza per dente son stati calcolati come segue:

$$CFR = MFR \times f$$

$$RI = CFR - OR$$

Dove CFR è la lunghezza finale calcolata

MFR è la lunghezza finale misurata a T2

RI è l'incremento di lunghezza radicolare

OR è la lunghezza radicolare originale (T0).

Nelle indagini più recenti, si è eseguita anche una valutazione tridimensionale dell'elemento trapiantato mediante tecnica 3D.

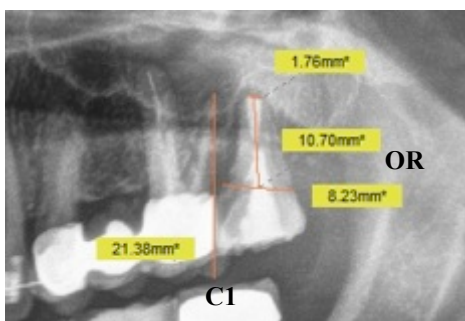
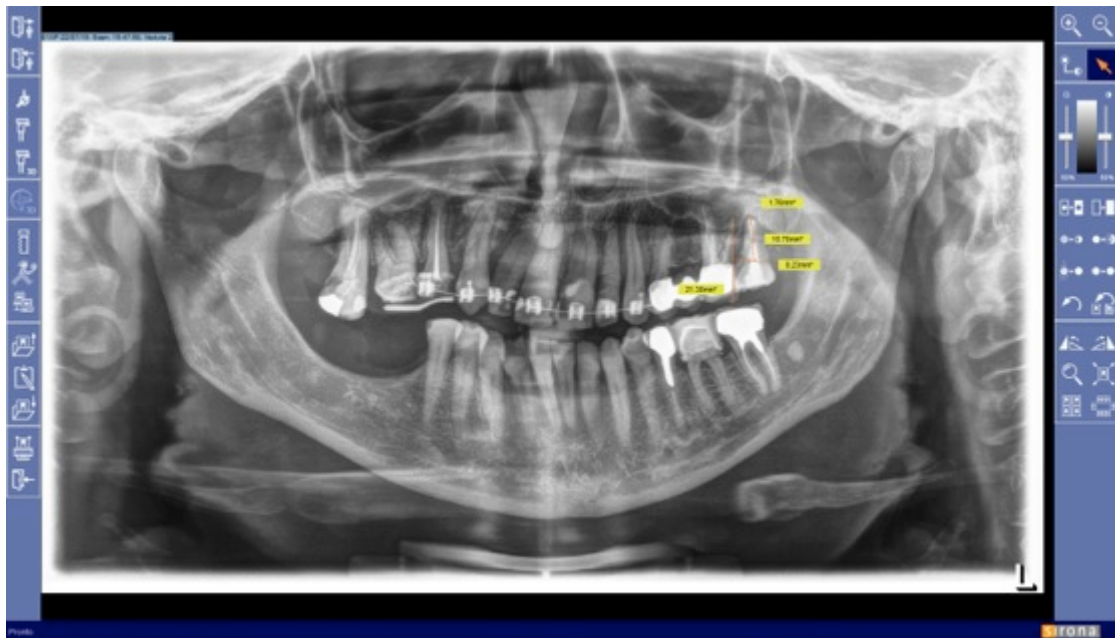
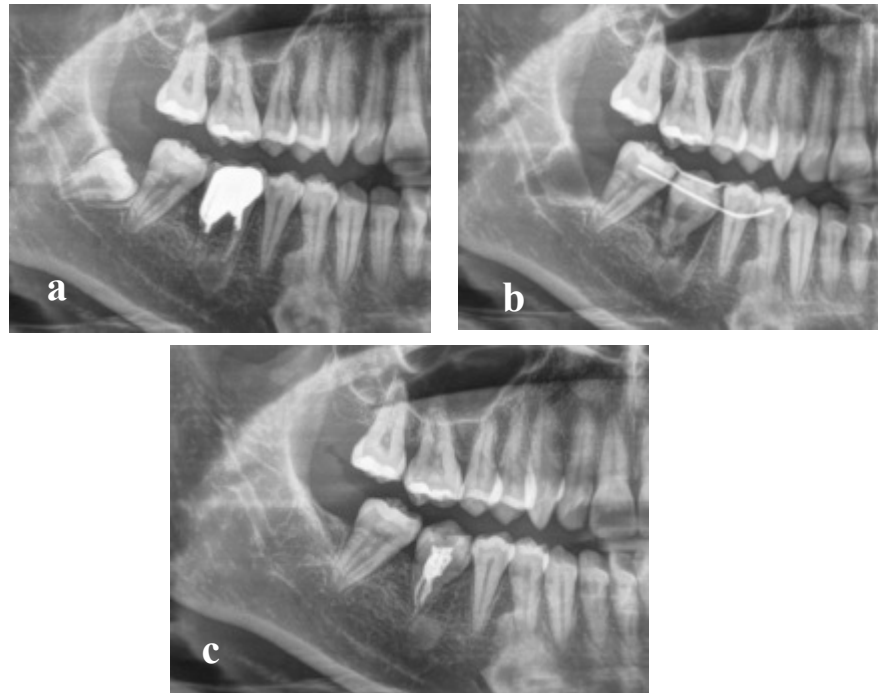


Fig. 15 e 16 – Software utilizzato ed esempio di misurazione; calcolo della lunghezza dell'elemento adiacente (C1) e della lunghezza della radice del trapianto (OR).

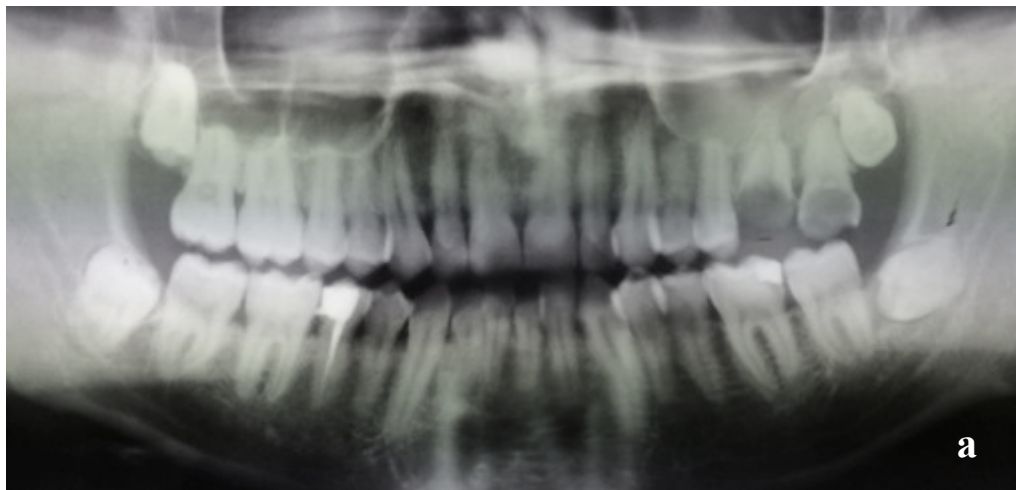
Presentazione casi

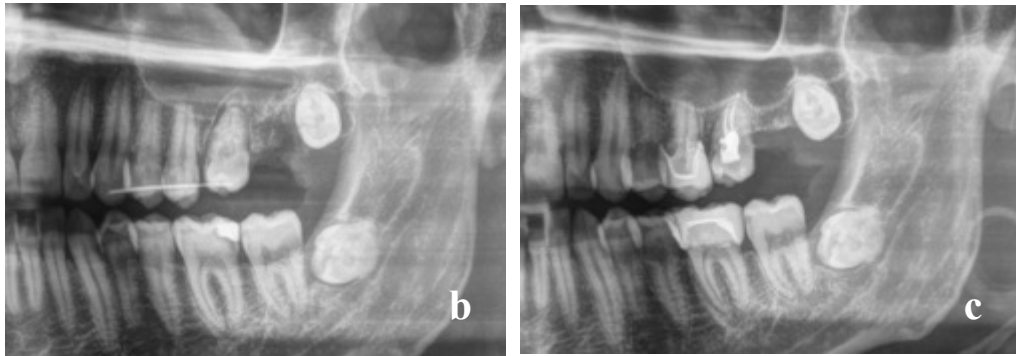
Caso 1



Autotrapianto 48 in sede 46. Rx pre-operatoria (a), al termine dell'intervento (b) e all'ultimo follow up (c) a 18 mesi.

Caso 2





Autotrapianto 18 in sede 26. Rx pre-operatoria (a), al termine dell'intervento (b) e a 15 mesi (c).

Caso 3

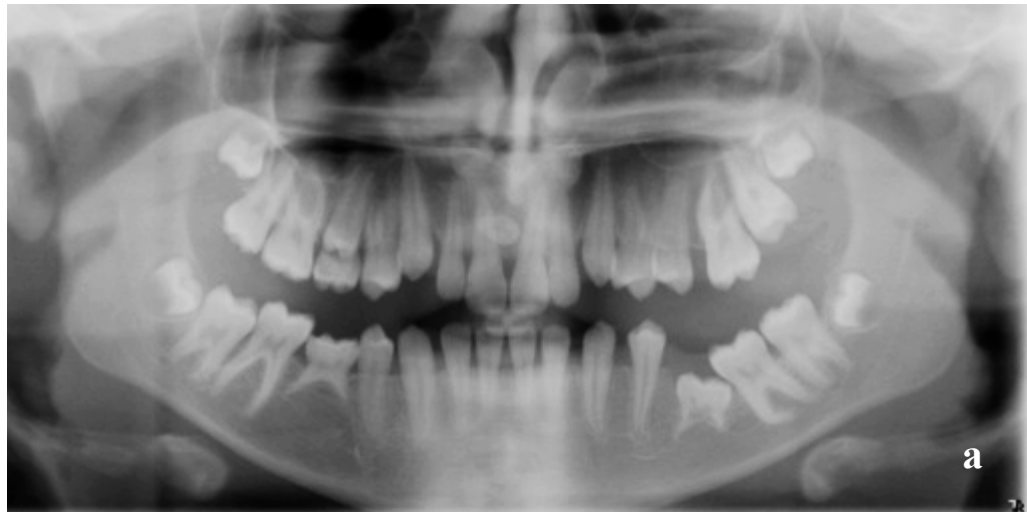


Autotrapianto 28 in sede 27.
Rx pre-operatoria (a), al
termine dell'intervento (b) e
all'ultimo follow up (c) a 15



Caso 4

Autotrapianto degli elementi 48 e 38 in sede 44 e 34, per agenesie premolari. Rx pre-operatoria (a), al termine dell'intervento (b), a distanza di 3 anni (c) e all'ultimo follow-up (d) a 4 anni e 8 mesi.



TRAPIANTI E REIMPIANTI DENTALI: VALIDE ALTERNATIVE ALL'IMPLANTOLOGIA
NELLE REGIONI MOLARI DI MANDIBOLA E MAXILLA



Caso 5



Autotrapianto 38 in sede
37.

Rx pre-operatoria (a), al
termine dell'intervento (b) e
all'ultimo follow up (c) a
21 mesi.



Caso 6



Autotrapianto 38 in sede
36. Rx pre-operatoria (a), al
termine dell'intervento (b)
e all'ultimo follow up (c) a
4 anni



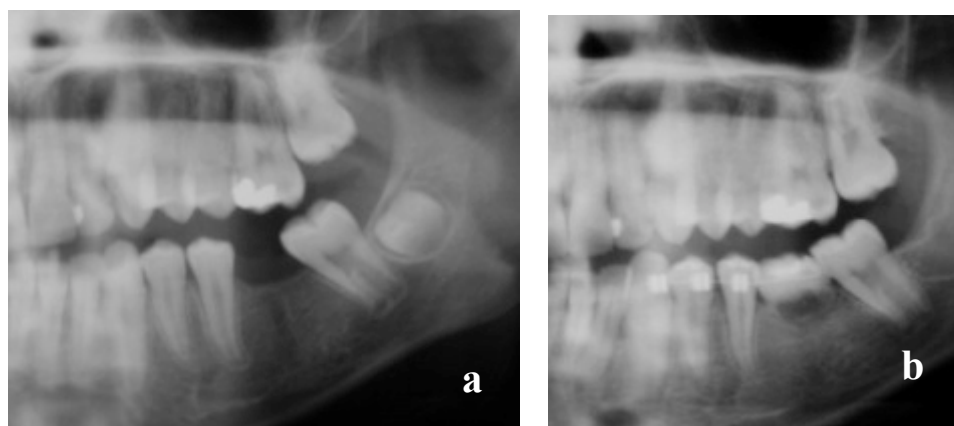
Caso 7

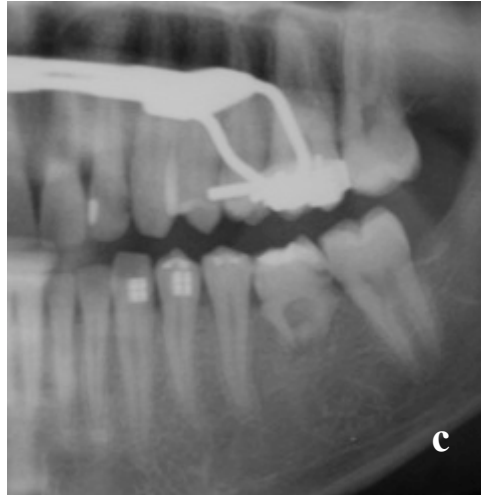
Autotrapianto 38 in sede 36. Rx pre-operatoria (a), a un
mese (b) e all'ultimo follow-up (c) a 3 anni, durante terapia
ortodontica.



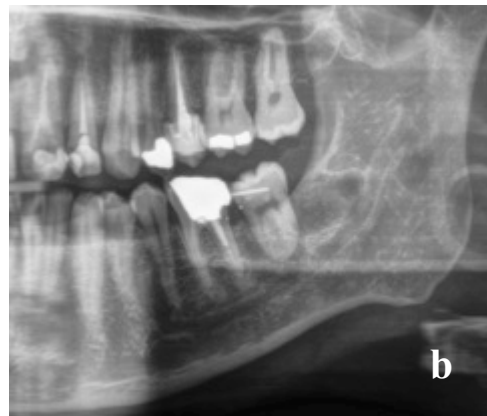
Caso 8

Autotrapianto 38 in sede 36. Rx iniziale (a), al termine dell'intervento (b) e all'ultimo follow up disponibile (c), durante terapia ortodontica, 1 anno.





Caso 9



Autotrapianto 38 in sede 37. Rx pre-operatoria (a) e al termine dell'intervento (b). Essendo stato eseguito di recente, non sono ancora disponibili le RX di follow up.

Risultati

I risultati ottenuti dalle valutazioni cliniche e radiografiche degli elementi sottoposti alla procedura di trapianto dentale sono riassunti nella seguente tabella.

Pz	III molare e sede trapianto	T0	T2					
		Stadio radice	Soprav- vivenza	Grado mobilità	PPD >3mm	Variaz. radice (mm)	Riassor- bimenti	Follow up (mesi)
1	48 → 46	5	<i>si</i>	0	<i>no</i>	-0,35	<i>no</i>	18
2	18 → 26	6	<i>si</i>	0	<i>no</i>	-0,24	<i>no</i>	34
3	28 → 26	6	<i>si</i>	0	<i>no</i>	-0,50	<i>no</i>	15
4	38 → 34	1	<i>no</i>	-	-	-	-	56
	48 → 44	1	<i>no</i>	-	-	-	-	
5	38 → 37	6	<i>si</i>	0	<i>no</i>	-0,49	<i>no</i>	21
6	38 → 36	3	<i>si</i>	0	<i>no</i>	-0,38	<i>no</i>	48
7	38 → 36	3	<i>si</i>	0	<i>no</i>	+0,68	<i>No</i>	24
8	38 → 36	1	<i>si</i>	0	<i>no</i>	+2,96	<i>No</i>	12
9	38 → 37	6	<i>si</i>	<i>caso recente in attesa di rivalutazione</i>				2

TAB. 1 – Risultati autotrapianto

Il campione dello studio è costituito da 9 pazienti, per un totale di 10 elementi analizzati.

Due trapianti hanno riguardato spostamenti nell'arcata superiore, mentre 8 quella inferiore. In 6 casi su 10 l'elemento da sostituire è stato un primo molare, seguito da secondi molari (2 casi) e primi premolari (2 casi). In 8 casi su 10 la sede del trapianto è stata un alveolo post-estrattivo immediato, mentre in due casi un alveolo chirurgico creato ad hoc. Lo stadio più frequente di sviluppo radicolare è stato lo stadio 6 della classificazione di Morrees¹⁹, vale a dire radici completamente formate con apice chiuso. C'è poi stato un caso di stadio 5 (apice pervio), due di stadio

3 (radice sviluppata per tre quarti dello sviluppo previsto) e tre di stadio 1 (un quarto di sviluppo radicolare).

La lunghezza media del periodo di follow-up è stata di 28,6 mesi, con una deviazione standard di $\pm 18,7$ mesi.

All'ultima valutazione disponibile per ogni paziente (T2), sono sopravvissuti 8 trapianti su 10. I due casi di non sopravvivenza sono riconducibili allo stesso paziente e riguardano il trasferimento di terzi molari inferiori con radici formate per un quarto dello sviluppo previsto, in zona primo premolare e a livello di siti creati ad hoc per motivi di agenesia. La causa della perdita del trapianto, avvenuta a distanza di 3 e 5 anni, è stata un arresto dello sviluppo radicolare.

Tutti gli altri trapianti a T2 sono risultati invece presenti, funzionalmente attivi e con corretti contatti occlusali. Si è potuto osservare una guarigione parodontale normale, con mobilità fisiologica dell'elemento dentario e assenza di segni radiografici riconducibili a riassorbimento. Dalle misurazioni radiografiche non si sono registrate riduzioni significative di lunghezza radicolare (variazioni di oltre 0,5 mm). In due casi (pz 7 e 8) si è osservato invece un prosieguo dello sviluppo radicolare post- trapianto. Se presenti a T0, le lesioni periapicali sono andate incontro a guarigione, eccetto un singolo caso (paziente 6) in cui è rimasta una radiotrasparenza periapicale asintomatica.

Discussione

I limiti del seguente studio riguardano la scarsa numerosità del campione, che impedisce di ricavare risultati significativi dal punto di vista statistico, e l'eterogeneità dei follow-up, con rivalutazioni a T2 in alcuni casi molto differenti tra loro (minimo: 2 mesi, massimo: 4 anni). Con questa

premessa, il tasso di sopravvivenza dei trapianti dentali emerso dal seguente studio è stato dell'80%, valore compreso nel range piuttosto variabile dei tassi riportati in letteratura (dal 74 al 100%¹). I casi di non sopravvivenza del trapianto sono avvenuti in quelle situazioni già evidenziate come più "rischiose" durante la disamina della letteratura, vale a dire un alveolo preparato chirurgicamente (invece di un alveolo naturale post-estrattivo) e radici dell'elemento donatore a meno della metà dello sviluppo radicolare previsto¹⁰.

Il confronto inevitabile di questa tecnica è quello con l'altra principale modalità di risoluzione della mono-edentulia, vale a dire l'implantologia. Le percentuali di sopravvivenza degli impianti endosseï in titanio sono supportate da un elevato numero di studi in letteratura: secondo una recente meta-analisi (Lee⁴⁵ 2015), il tasso di sopravvivenza implantare emerso a 5 anni è del 92,67% negli studi retrospettivi e del 97,76% in quelli prospettici. Queste percentuali sono senza dubbio estremamente positive, e sembrerebbero scoraggiare la ricerca di alternative terapeutiche. A nostro parere esistono però alcune situazioni in cui il trapianto può esser considerato una valida alternativa terapeutica: pazienti adulti con limitate possibilità economiche, dato l'evidente differenza dei costi delle due procedure, ed i pazienti più giovani, nei quali la terapia implantare è ancora controindicata per ragioni di crescita e l'autotrapianto permetterebbe di riabilitare immediatamente la zona edentula e preservare l'osso alveolare nelle sue dimensioni, anche nell'ottica di un successivo inserimento implantare (come nel paziente n°4). La selezione del paziente, la sua motivazione e la discussione di tutte le variabili sono fondamentali per quest'approccio "alternativo".

IL REIMPIANTO INTENZIONALE

Revisione della Letteratura

Definizione e cenni storici

Il reimpianto intenzionale è una procedura chirurgica che è stata spesso considerata l'ultima opzione di trattamento per tentare di mantenere un elemento dentario altrimenti destinato all'avulsione⁴⁶. Fu definita dall'endodontista Grossman⁴⁷ nel 1988 come “la volontaria rimozione di un dente e il suo immediato reinserimento nell'alveolo, dopo aver sigillato il forame apicale”. Definita anche reimpianto terapeutico, consiste appunto nell'estrazione atraumatica di un elemento compromesso, nella resezione, preparazione e sigillo radicolare extraorali e nell'immediato riposizionamento del dente nel suo alveolo originale.

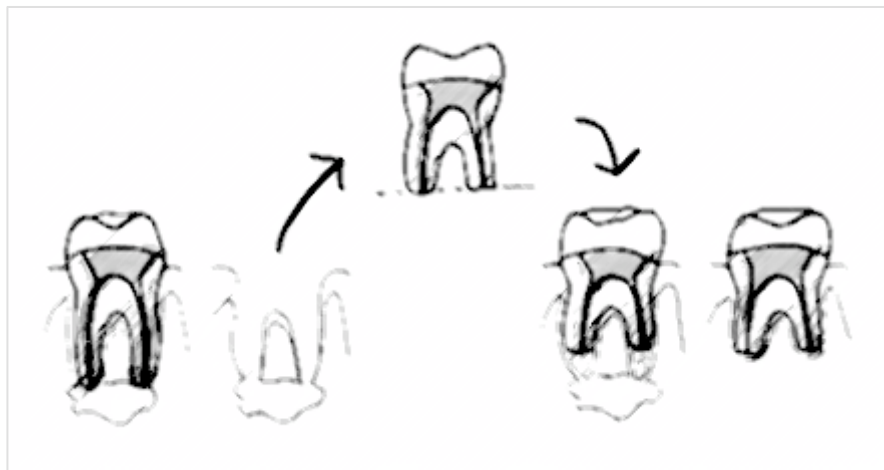


Fig. 17 – Schematizzazione della procedura di reimpianto

Questa procedura non è di nuova invenzione: ad Albucasis, fisico Arabo dell'XI secolo, sono attribuiti i primi report di trapianto intenzionale

(Weinberger⁴⁸). Anche Pierre Fauchard ne descrisse l'applicazione nel XVIII secolo⁴⁹. È meno conosciuta e praticata del ritrattamento endodontico ma negli ultimi anni, grazie agli studi sul legamento parodontale e all'avanzamento nella ricerca sui biomateriali, ha iniziato mostrato un aumento d'interesse.

Alcuni case series (che ovviamente non possiedono lo stesso peso dei trial clinici randomizzati) son riusciti infatti a raggiungere discreti livelli di successo e suggeriscono che, in casi selezionati, la tecnica del reimpianto intenzionale possa rivelarsi invece una procedura praticabile e predicibile (Asgary et al.⁵¹ 2014).

Principi biologici

I meccanismi biologici alla base del reimpianto intenzionale sono gli stessi che si verificano in caso di reimpianto post-traumatico e di autotrapianto dentale, che abbiamo già descritto nella sezione precedente.

Come evidenziato per la procedura di trapianto, la preservazione dell'integrità del legamento parodontale sull'elemento donatore rappresenta la base del successo clinico¹¹. Per mantenerne la vitalità è quindi indispensabile eseguire un'avulsione il più possibile atraumatica dell'elemento da trattare, ridurre al minimo i tempi di permanenza extraorale ed evitare shock osmotici al legamento. Lavaggi con acqua (invece di soluzione fisiologica) e tempi prolungati al di fuori dell'alveolo sono associati ad una maggiore percentuale di riassorbimenti radicolari¹².

Indicazioni

Ci sono alcuni fattori chiave che devono essere considerati nel valutare un elemento candidabile per questa procedura clinica:

Fattori legati al dente

Includono gli ostacoli fisici che complicano o rendono impossibile un valido ritrattamento ortograde o retrograde di quell'elemento dentario. Includono gli ostacoli iatrogeni (come la presenza di corone Richmond, perni endodontici o strumenti fratturati nel canale); ostacoli anatomici, come un'obliterazione del canale radicolare o dei canali sovrappreparati in maniera grossolana; elementi associati a patologie periapicali irrisolte dopo un ritrattamento endodontico apparentemente corretto; quando vi è il sospetto di una frattura radicolare ma non una diagnosi definitiva; dove la procedura di apicectomia è indicata ma esista il rischio di ledere strutture anatomiche importanti quali il nervo alveolare inferiore o il seno mascellare; quando l'apicectomia per raggiungere la radice da trattare comporterebbe un'eccessiva osteotomia (ad esempio le radici dei secondi molari mandibolari sono frequentemente immerse nella corticale ossea per 10-15 mm in senso vestibolo-linguale, condizione che richiede una massiccia asportazione di tessuto osseo e spesso preclude un corretto accesso e visuale per l'odontoiatra nelle fasi di otturazione retrograda).

Fattori legati all'operatore

L'operatore deve avere una certa esperienza nell'eseguire l'avulsione atraumatica dell'elemento dentario e conoscere i diversi biomateriali a disposizione. Il reimpianto intenzionale si rivela un'ottima procedura quando l'operatore possiede una buona confidenza nelle procedure chirurgiche ed endodontiche e desidera un ottimo accesso all'area della forcazione e agli apici radicolari⁵².

Fattori legati al paziente

Alcuni fattori possono influenzare il paziente nella scelta di questo trattamento: una difficoltà di accesso e visualizzazione intraorale per le procedure di ritrattamento ortograde o retrograde; il rifiuto di rimuovere o rischiare di danneggiare una corona da poco realizzata; la crescita scheletrica nei pazienti giovani che non permetterebbe un'immediata riabilitazione implantare.

Controindicazioni

Esistono alcune controindicazioni all'applicazione del reimpianto dentale: la presenza di una morfologia radicolare complessa, che aumenterebbe il rischio di frattura dell'elemento dentale durante le manovre estrattive; la presenza di lesioni alla forcazione o estese lesioni parodontali associate a mobilità dentale di III grado; carie radicolari.

Vantaggi e svantaggi

I vantaggi di questa tecnica consistono nel:

- recupero estetico e funzionale di un elemento dentale altrimenti candidato all'avulsione;
- ridotta perdita ossea dato che non necessita, contrariamente all'apicectomia, di osteotomia per accedere alla zona apicale;
- i pazienti raramente presentano edema post-operatorio, poiché la procedura comporta un ridotto trauma operatorio, specie ai tessuti molli circostanti;
- il trattamento endodontico retrogrado, eseguito sull'elemento avulso, risulta molto preciso e agevole per l'operatore, con un'ottima visione

e controllo di tutti gli aspetti del dente, poiché svolto al di fuori del cavo orale. Il reimpianto può in molti casi risultare più semplice di un ritrattamento endodontico;

- i materiali utilizzati esplicano al massimo le loro caratteristiche, non essendo manipolati in campo umido. Viene inoltre evitato il problema di mantenere asciutto il campo operatorio .
- Il trattamento è solitamente molto rapido e si conclude nella gran parte dei casi in un tempo non superiore ai 15 minuti, con grande beneficio per il paziente.
- La procedura presenta un ridotto rischio di complicanze neurologiche in quanto viene condotta a cielo coperto.

Gli svantaggi di quest'approccio consistono invece in una possibile frattura radicolare o coronale nella fase estrattiva e in un possibile riassorbimento radicolare nell'elemento reimpiantato, correlato ad un danneggiamento del legamento parodontale durante le procedure operative.

Percentuali di successo

Secondo una revisione bibliografica di Nuzzolese⁵², il reimpianto intenzionale presenta in letteratura una percentuale di successo variabile dal 70% al 91%. Di seguito si riportano due tabelle, frutto di recenti revisioni della letteratura da parte di Asgary⁵¹ e Torabinejad⁵⁴

Numerosi autori, come Peer⁵³, hanno riportato tassi completi di successo su casistiche relativamente piccole (fino a una decina di casi), mentre esistono anche studi con casistiche più ampie e percentuali sempre incoraggianti, prova che il reimpianto intenzionale possa rappresentare in una varietà di casi una scelta terapeutica non solo eroica.

TRAPIANTI E REIMPIANTI DENTALI: VALIDE ALTERNATIVE ALL'IMPLANTOLOGIA
NELLE REGIONI MOLARI DI MANDIBOLA E MAXILLA

Year [Ref]	Tooth and lesion type	n	Type of IR treatment	Follow-up period (month)	Success rates % (n)
2011 [5]	Vertical root fracture of anterior teeth	3	IR and adhesion with bonding agent	24	100 (3/3)
2011 [10]	Severe periodontally involved teeth	12	Enamel matrix derivative and demineralized freeze-dried bone allograft therapy	12	100 (12/12)
2010 [18]	UR1 crown root fracture in 10 year old	1	IR 180 degrees rotation followed by RCT and Composite restoration	24	100 (1/1)
2010 [19]	UL2, UR2, perio-endo lesion due to developmental anomaly	2	Extraoral RCT, flowable composite.	6	100 (2/2)
2010 [17]	LL6 Furcal perforation	1	Perforation repair and root-end filling with CEM cement	24	100 (1/1)
2009 [2]	UR2 developmental radicular groove. Periradicular radiolucency	1	Intraoral RCT, IR with emdogain	12 and 48	100 (1/1)
2008 [13]	UR2 developmental anomaly	1	Extraoral root-end surgery and orthodontic treatment	72	100 (1/1)
2007 [6]	Maxillary sinusitis related to failed endodontic treatment of UL6	1	Drainage, alveolar curettage and extraoral root-end resection	24	100 (1/1)
2006 [20]	LL1 periodontal involved low prognosis tooth	1	RCT, extraoral root planning and application of platelet rich plasma	18	100 (1/1)
2006 [20]	LL6 failed endodontic treatment	1	Intraoral/ extraoral endodontic (re-) treatment and IR	168	100 (1/1)
2006 [21]	Upper anteriors; trauma related ankylosis	15	Extraoral retrograde titanium, and emdogain on root and in socket	24-72	47 (7/15)
2004 [8]	Various mainly endodontic problems	9	Extraoral apical surgery	6-192	89 (8/9)
2004 [22]	Various severity of vertical tooth fractures	26	Extraoral dentin bonding and subsequent metallic post and crown.	4-72	69 (18/26)
2003 [7]	Anterior tooth crown root fracture	1	RCT and 180° tooth rotation	36	100 (1)
2003 [11]	LR7 recurrent endodontic abscess and facial swelling	1	RCT, re-RCT, IR with amalgam, and periodontal pack. Antibiotics were prescribed	180	100 (1/1)
2002 [9]	UR5 root fracture with mobility and pain and UL5 root fracture	2	180 rotation, bonding root and fixing with orthodontic wire	36	100 (2/2)
1999 [23]	LR7 endodontic failure	2	Extraoral apical surgery	65	100 (2/2)
1999 [1]	Teeth requiring retreatment	29	Extraoral apical surgery	12	72 (21/29)

U; upper, L; lower, R; right, L; left

TAB. 2 – Sopravvivenza reimpianti (piccole casistiche) secondo Torabinejad M. et al.
Asgary S, Alim Marvasti L, Kolahe Douzan A. Indications and case series of intentional replantation of teeth. Iran Endod J. 2014 Winter;9(1):71-8. Epub 2013 Dec 24

Author [year] (reference)	Number of teeth	Percentage survival	95% CI lower limit	95% CI upper limit	z value	P value	Percentage resorption
Grossman [1966] (18)	45	80	67	91	14.8	<.001	18
Emmertsen and Andreasen [1966] (30)	100	81	73	88	22.4	<.001	31
Kingsbury and Wiesenbaugh [1971] (31)	149	97	93	99	33.7	<.001	5
Koenig et al [1988] (32)	177	82	76	87	30.1	<.001	4
Bender and Rossman [1993] (33)	31	81	65	93	12.4	<.001	19
Raghoobar and Vissink [1999] (34)	29	86	71	97	12.8	<.001	14
Abid [2010] (35)	20	90	72	100	11.1	<.001	35
Choi et al [2014] (36)	287	95	92	97	45.6	<.001	7
Total	838	88	81	94	24.8	<.001	11

CI, confidence interval

TAB. 3 – Principali studi sui reimpianti intenzionali secondo Torabinejad M. et al.
Survival of Intentionally Replanted Teeth and Implant-supported Single Crowns: A Systematic Review. J Endod. 2015 Jul;41(7):992-8

Parte Sperimentale

Scopo dello studio

Il presente studio ha lo scopo di descrivere la procedura di reimpianto dentale nel recupero di molari e premolari associati a problemi endodontici non risolvibili né per via ortograde né per via retrograda, quindi altrimenti perduti, andando a valutare la sopravvivenza di tali elementi a distanza di tempo e l'instaurarsi di eventuali complicanze.

Materiali e metodi

Esame e diagnosi

Sono principalmente i reperti radiologici a chiarire l'opportunità di terapia chirurgica endodontica retrograda eseguita con tecnica di reimpianto immediato. Dopo un attento esame clinico e radiografico, se il paziente soddisfa i criteri d'inclusione sotto riportati, si è proseguito con la pianificazione del trattamento di reimpianto intenzionale.

Criteri d'inclusione:

- Presenza di una lesione periapicale associata all'apice di un elemento in cui un valido ritrattamento ortograde o retrogrado risulti particolarmente complicato o non possibile;
- Buone condizioni d'igiene orale e salute generale;
- Compliance nell'intraprendere il trattamento e presentarsi ai controlli.

Criteri di esclusione:

- Presenza di una morfologia radicolare complessa;

- Presenza di una lesione parodontale della forcazione associata a mobilità di III grado;
- Carie radicolare;
- Presenza di condizioni mediche generali che interferiscano con l'intervento chirurgico;
- Pazienti fumatori;
- Accessibilità al cavo orale non sufficiente.

Piano di trattamento

Gli interventi sono stati eseguiti in anestesia locale. Tutti i pazienti sono stati preventivamente sottoposti a terapia antibiotica 1 giorno prima dell'intervento, e per i successivi 7 giorni; la scelta antibiotica è stata Amoxicillina cpr da 1 gr, con posologia di 1 compressa ogni 8 ore per 8 giorni o, in caso di allergia alle penicilline, di Claritromicina cpr da 500 mg con posologia di 1 compressa ogni 12 ore per 8 giorni.

L'utilizzo di collutorio con clorexidina 0.20% è stato consigliato come coadiuvante per diminuire la carica batterica intraorale (3 sciacqui al giorno di un minuto, per 15 giorni).

Nei giorni successivi si è consigliata una terapia antidolorifica al bisogno (Nimesulide, Naprossene, Ibuprofene).

Intervento

Tutti i pazienti prima dell'intervento hanno eseguito uno sciacquo con un collutorio a base di clorexidina digluconato 0,20% per circa 1 minuto, al fine di ridurre la carica batterica

Previa somministrazione di anestetico locale con tecnica plessica o tronculare (Articaina con vasocostrittore 1:100.000) si è proceduto all'intervento. Si è accuratamente evitato l'utilizzo di anestesia intraligamentosa per evitare un'eccessiva riduzione del flusso vascolare nell'alveolo, la contaminazione del legamento parodontale o il suo danneggiamento. Prima dell'estrazione si è scelto di scaricare in occlusione, tramite fresa diamantata, gli elementi dentali non protesizzati o con un restauro da rimuovere, per evitare un eccessivo contatto durante la masticazione post-intervento o una lacerazione dei punti che stabilizzano l'elemento reimpiantato.



**Figura 18 - Abbassamento
occlusale ed incrocio ad "X"**



**Figura 19 - Avulsione
atraumatica con pinza Cowhorn**

E' consigliato eseguire preventivamente quest'operazione in quanto gli eventuali frammenti di materiale (ceramica, smalto, resina o amalgama) potrebbero contaminare la cavità alveolare, se eseguite a fine intervento. Naturalmente ciò non è consigliabile sugli elementi protesizzati che manterrebbero il restauro post-reimpianto. Si è quindi proceduto all'estrazione atraumatica dell'elemento da trattare, con movimenti di lussazione vestibolo-linguali controllati e lenti, per ridurre al minimo il rischio di fratture radicolari. La pinza da estrazione da preferire è la Cowhorn, che permette di limitare l'estensione delle escursioni vestibolo-

linguali. Le due valve della pinza entrano in contatto con la forcazione ed è stata utilizzata questa presa anche dopo l'estrazione, durante tutta la fase extra-alveolare del trattamento, per la manipolazione dell'elemento da reimpiantare.

Si è cercato di tenere sempre il paziente a bocca semiaperta e di aspirare costantemente sangue e saliva, evitando di coprire l'alveolo con tamponi o garze per prevenire contaminazioni del sito.

Per l'asportazione degli apici radicolari è stata utilizzata una fresa diamantata a grana fine, montata su anello rosso. Lo strumento a rotazione e la superficie radicolare sono stati irrigati e raffreddati con soluzione salina sterile isotonica per tutta la durata del trattamento in ambiente extra-orale. È importante togliere l'irrigazione interna dai manipoli per evitare che l'acqua corrente proveniente dal riunito (non isotonica) danneggi le cellule del legamento parodontale.

La preparazione retrograda dei canali radicolari è stata eseguita con strumentazione ultrasonica, utilizzando punte per microchirurgia calibrate diamantate, mantentendo come spiegato il campo operatorio costantemente irrigato e raffreddato con abbondante soluzione fisiologica.

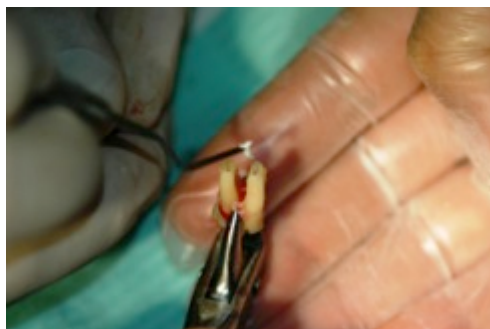


Figura 20 – Resezione apicale

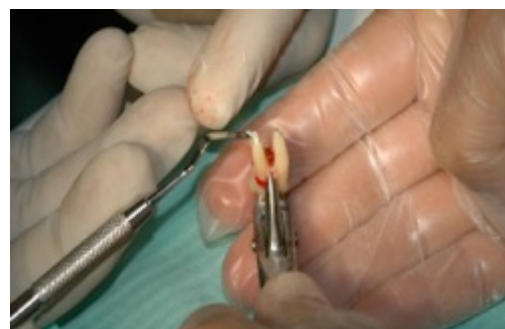


Figura 21 - Piezomaster 600 EMS

La profondità della retropreparazione è stata di circa 3 mm, così come l'amputazione del tratto terminale delle radici trattate, similmente ad una normale apicectomia. Questo permette di ridurre al minimo le possibilità di ricontaminazione della zona del periapice, in quanto oltre il 98% dei canali laterali del delta apicale si vengono trovare in questo tratto terminale di 6 mm.



**Figura 22 - Retropreparazione e
inizio otturazione retrograda**



**Figura 23 - Otturazione
retrograda in IRM**

Il trattamento retrogrado del dente richiede all'incirca 10 minuti, durante i quali il parodonto residuo che ricopre la superficie della radice del dente deve essere mantenuto idratato. Durante le fasi operative extraorali si può far socchiudere delicatamente la bocca al paziente, mantenendo sempre l'aspirazione nella zona del trattamento per evitare che i liquidi salivari contaminino l'alveolo. Uno degli operatori del team viene dedicato esclusivamente a questo compito.

Per il sigillo apicale devono essere utilizzati materiali biocompatibili con i tessuti circostanti. L'otturazione retrograda è stata eseguita IRM (ossido di zinco eugenolo, arricchito con resine sintetiche) e opportunamente rifinita

con un brunitore a pallina. La fase di trattamento extraorale è avvenuta per tutti gli elementi in tempi inferiori ai 20 minuti.



**Figura 34 – Rifinitura con
otturatore a pallina**



**Figura 25 - Riposizionamento in
occlusione centrica**

A questo punto si esegue un'irrigazione senza pressione dell'alveolo con soluzione salina sterile (fisiologica) e si reimpianta l'elemento dentario, avendo cura di non traumatizzare l'alveolo con un'inserzione forzata ma di ottenere un completo reinserimento e una stabilizzazione dell'elemento, facendo chiudere la bocca al paziente in occlusione centrica (massima intercuspidação) per 10-20 secondi.

In questa fase, per favorire il setting dell'elemento reimpiantato, si può far stringere al paziente un rullo di cotone, appoggiato sull'elemento appena reimpiantato.

Particolare cura deve essere posta nel valutare eventuali interferenze occlusali sia in posizione centrica che nelle eccentriche funzionali, per evitare il più possibile traumi occlusali all'elemento durante le fasi di guarigione; un molaggio selettivo sarà eseguito in questa fase, se necessario, negli elementi che hanno mantenuto la corona originale .

Un aspetto importante e dibattuto è l'eventuale necessità di stabilizzazione assistita dell'elemento dentario: alcuni autori eseguono al termine di ogni procedura una fissazione con splintaggio, nella maggior parte della nostra casistica invece una sutura a croce in seta sull'elemento dentario è stata più che sufficiente per stabilizzare l'elemento non in occlusione.



**Figura 4 -
Stabilizzazione
mediante sutura
incrociata**

Tale metodica non solo non ostacola la guarigione, ma stimola i processi riparativi funzionali del parodonto. La sutura è stata rimossa tra i 7 ed i 10 giorni dal reimpianto.

Sono stati quindi somministrati a fine intervento 4 mg di Betametasone fosfato disodico, intramuscolo o nella sede dell'intervento, per ridurre l'edema post-chirurgico.

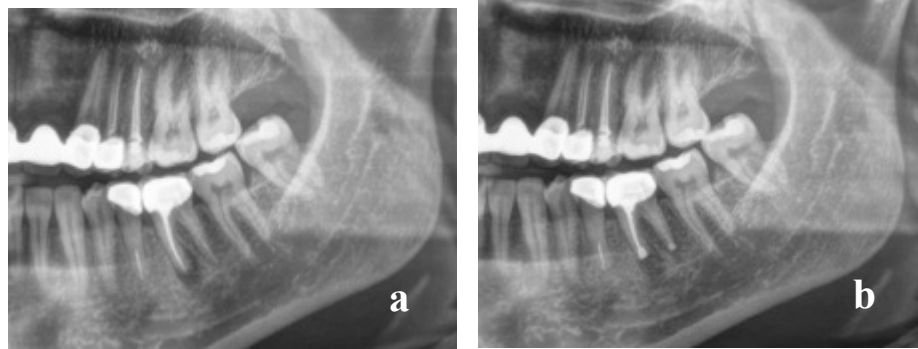
Follow-up radiografico:

Indagini radiografiche di controllo sono state effettuate al termine della seduta di reimpianto e raccomandate a 1-3-6-12 mesi post intervento.

Presentazione casi

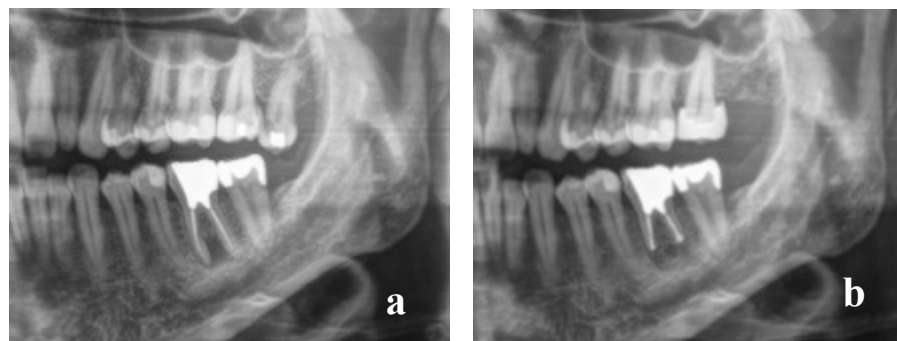
Di seguito sono riportate immagine cliniche e radiografiche degli elementi trattati con reimpianto intenzionale.

Caso 1



Reimpianto intenzionale elemento 36. Rx pre-operatoria (a) e follow-up a 6 mesi (b).

Caso 2



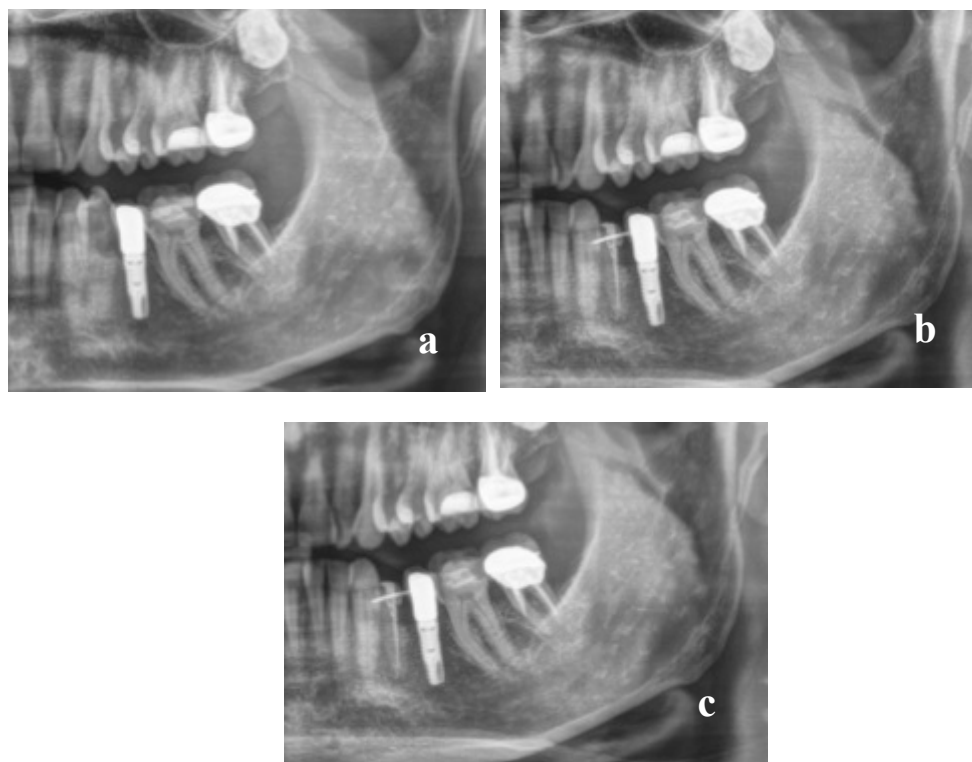
Reimpianto intenzionale elemento 36. Rx pre-operatoria (a) e follow up a 6 mesi (b).

Caso 3



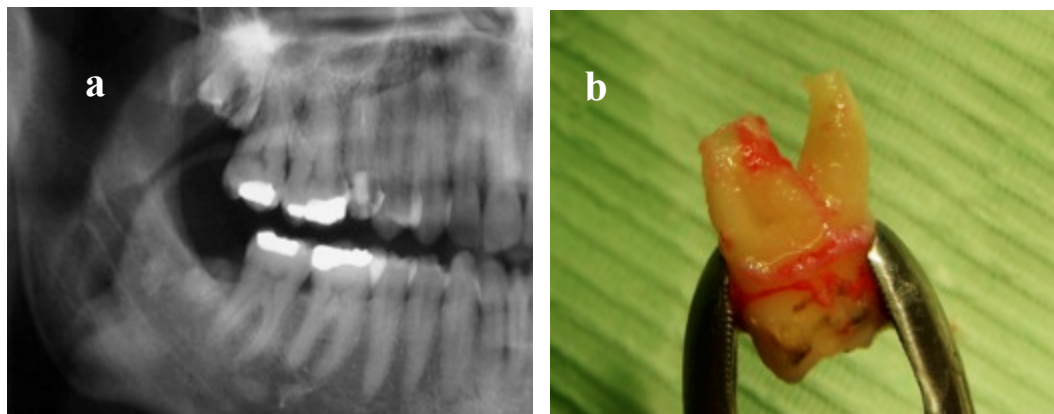
Reimpianto elemento 45: Rx pre-operatoria. Essendo stato eseguito di recente non sono ancora disponibili le RX di follow up.

Caso 4



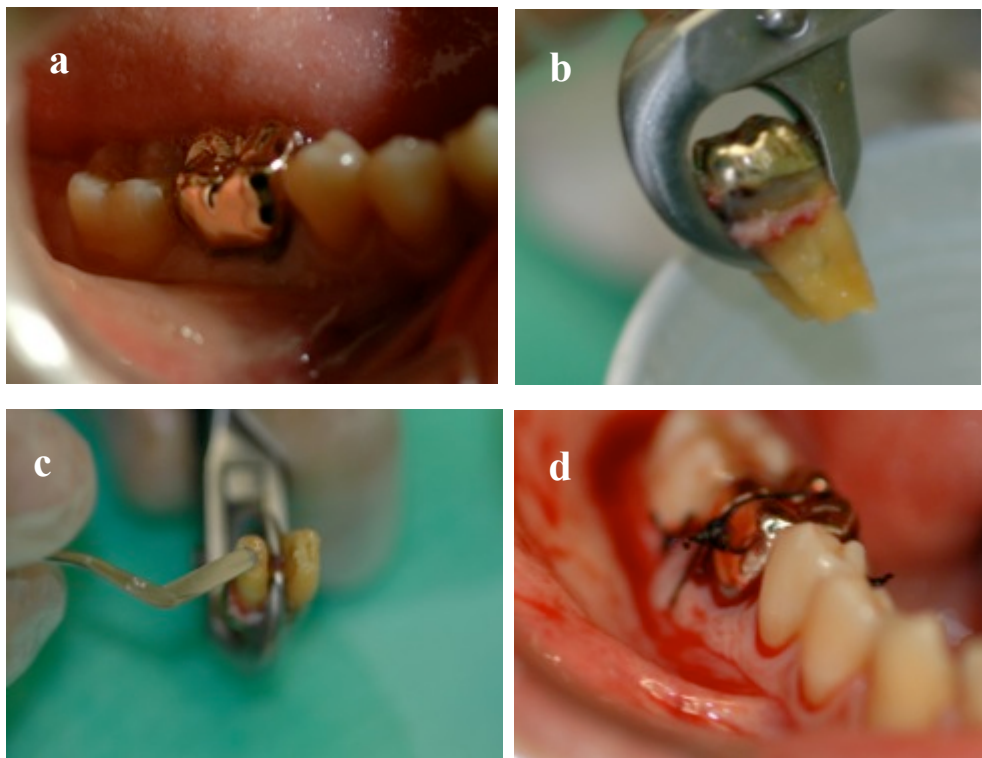
Reimpianto intenzionale elemento 34. Rx pre-operatoria (a), al termine dell'intervento e a 2 mesi (c).

Caso 5



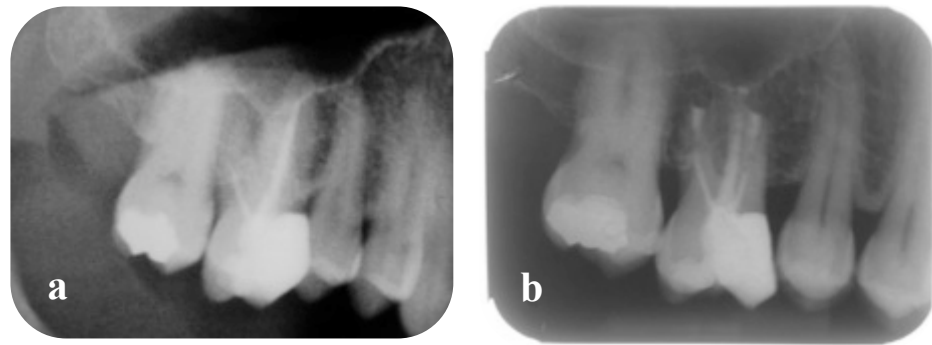
Reimpianto intenzionale elemento 17. Rx pre-operatoria (a) e fotografia intraoperatoria (b), dopo la resezione apicale. La paziente non si è più presentata ai controlli di follow-up ed è pertanto considerata uscita dallo studio.

Caso 6



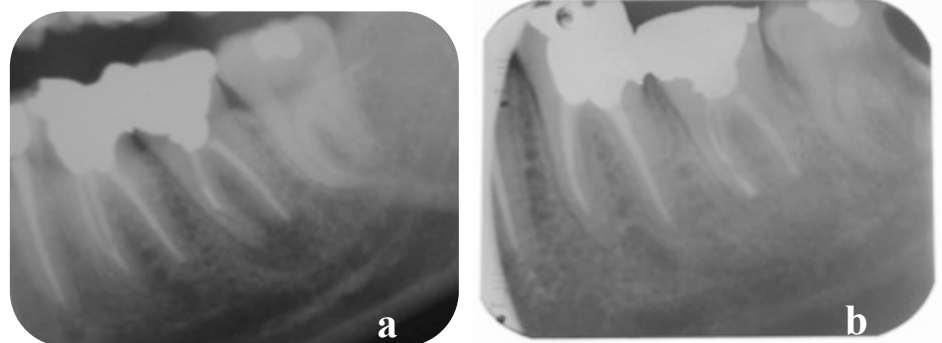
Reimpianto intenzionale elemento 46. Del paziente n°6 non sono disponibili esami radiografici ma solo immagini cliniche intraoperatorie. Il paziente è considerato uscito dallo studio. Inizio intervento (a), resezione radicolare (b), sigillo apicale (c), setting e sutura (d).

Caso 7



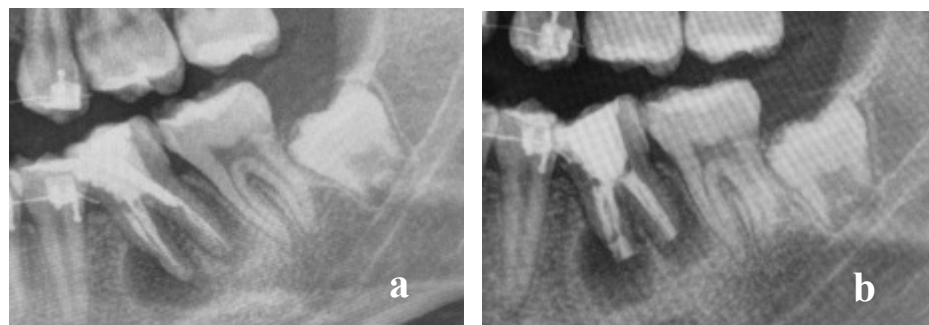
Reimpianto intenzionale elemento 16. Rx pre-operatoria (a) e ultimo follow-up a 7 anni (b).

Caso 8



Reimpianto intenzionale elemento 37, che presentava uno strumento rotto nella radice mesiale. Rx pre-operatoria (a) e follow-up a 1 anno (b).

Caso 9



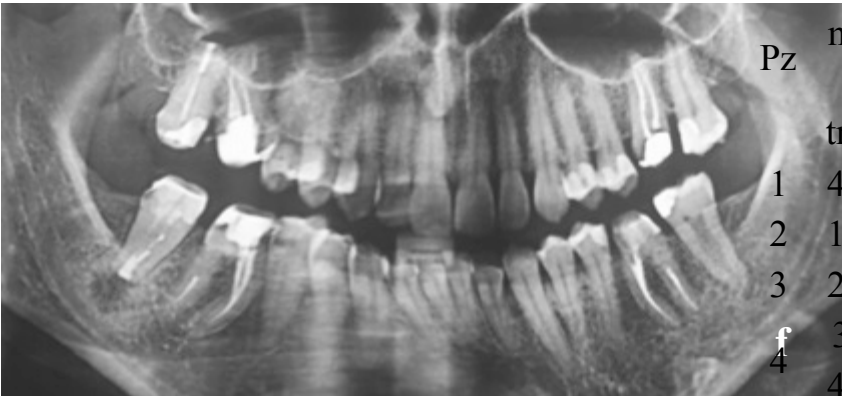
Reimpianto intenzionale elemento 36. Rx pre-operatoria (a) e post-operatoria immediata (b).

Caso 10

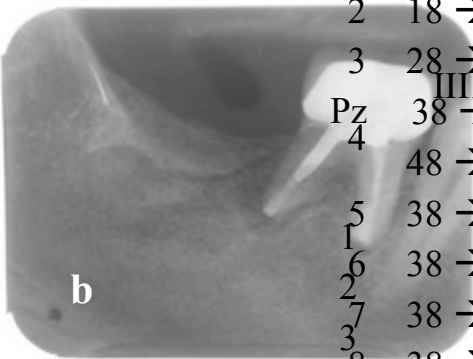
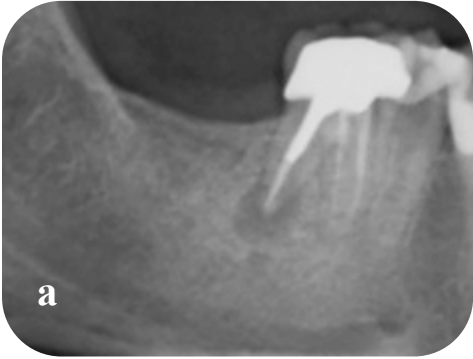
Reimpianto intenzionale degli elementi 17 e 47. Radiografia iniziale (a); tre visioni TC della lesione attorno all'apice dell'elemento 17 (b, c, d); radiografia di controllo dopo 12 mesi dal reimpianto di 17(e); radiografia finale con follow-up a 18 mesi per l'elemento 17 e a 6 mesi per il 47 (f).



		III		T0			
		Pz	molare e sede trapianto	Stadio radice	Soprav- vivenza	Grado Mobilità	
65	1	48	→ 46	5	si	0	
	2	18	→ 26	6	si	0	
	3	28	→ 26	6	si	?	
		28	→ 24	7	si	?	



Caso 11



Reimpianto intenzionale elemento 46. Rx pre-operatoria (a) e follow up a 7 anni (b).

	III	T0
	molare e sede trapianto	Stadio radice
1	48 → 46	5
2	18 → 26	6
3	28 → 26	6
4	38 → 34	1
5	48 → 44	1
6	38 → 37	6
7	38 → 37	Stadio radice
8	38 → 36	3
9	48 → 46	5
10	38 → 36	1
11	18 → 26	6
12	28 → 26	6
13	38 → 34	1
14	48 → 44	1
15	38 → 37	6
16	48 → 46	6
17	38 → 37	6
18	18 → 26	6
19	38 → 36	3
20	28 → 26	3
21	38 → 36	3
22	38 → 34	1
23	48 → 44	1
24	38 → 37	6
25	III molare e sede trapianto	III molare e sede trapianto
26	38 → 37	6
27	38 → 36	3
28	38 → 36	3
29	48 → 46	5
30	38 → 36	1
31	18 → 26	6
32	28 → 26	6

Risultati

I risultati ottenuti dalle valutazioni cliniche e radiografiche degli elementi sottoposti alla procedura di reimpianto intenzionale sono riassunti nella seguente tabella.

Pz	Elemento reimpiantato	T2					
		Soprav- vivenza	Grado Mobilità	PPD >3mm	Riassor- bimenti	Lesione periapicale	Follow- up mesi
1	36	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>migliorata</i>	<i>6</i>
2	36	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>migliorata</i>	<i>6</i>
3	45	<i>si</i>	<i>Rx follow-up non ancora disponibile</i>				<i>5</i>
4	34	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>migliorata</i>	<i>2</i>
5	17	<i>Informazioni non disponibili</i>					
6	46	<i>Informazioni non disponibili</i>					
7	16	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>guarita</i>	<i>84</i>
8	37	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>guarita</i>	<i>12</i>
9	36	<i>si</i>	<i>Rx follow-up non ancora disponibile</i>				<i>24</i>
10	17	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>migliorata</i>	<i>18</i>
	47	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>migliorata</i>	<i>6</i>
11	46	<i>si</i>	<i>0</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>migliorata</i>	<i>84</i>

TAB. 4 – Risultati reimpianto intenzionale

Il campione del presente studio è stato costituito da 11 pazienti, per un totale di 12 elementi reimpiantati. Nove reimpianti hanno riguardato elementi dell'arcata inferiore, mentre tre quella superiore. Le indicazioni a questo trattamento sono state la presenza di corone Richmond, rapporti di contiguità con il seno mascellare, vicinanza al forame mentoniero, uno strumento rotto nel canale e radici poco raggiungibili tramite tradizionale apicectomia.

Considerando i dati raccolti, di due pazienti (n°5 e n°6) non sono al momento disponibili informazioni cliniche o radiografiche e sono stati pertanto esclusi dalle analisi statistiche. I pazienti numero 3 e numero 9, invece, sono stati trattati di recente, confermano la presenza e la buona salute dell'elemento reimpiantato ma non è ancora disponibile la radiografia di follow-up.

All'ultima valutazione disponibile per ogni paziente(T2), risultano quindi sopravvissuti un totale di 10 reimpianti su 10. La lunghezza media del periodo di follow-up è stata di 24,7 mesi, con una deviazione standard di $\pm 29,71$ mesi.

Tutti gli elementi reimpiantati hanno mostrato al tempo T2 una mobilità fisiologica, una buona guarigione dei tessuti molli, e son risultati funzionalmente attivi, con corretti contatti occlusali. Il decorso della guarigione parodontale sembra esser avvenuto in maniera ottimale, con assenza di segni radiografici riconducibili a riassorbimento. Le lesioni periapicali presenti a T0 sono migliorate (6 casi) o guarite (2 casi).

Discussione

I limiti del seguente studio riguardano la scarsa numerosità del campione, che limita la significatività delle analisi statistiche, e l'eterogeneità dei follow-up, con rivalutazioni a T2 in alcuni casi molto differenti tra loro (minimo:2 mesi, massimo:7 anni). Con questa premessa, il tasso di sopravvivenza dei reimpianti dentali emerso dal seguente studio è stato del 100%, superiore ai tassi riportati in letteratura (dal 70 al 90%, secondo la revisione di Nuzzolese⁵³).

La metodica testata ha mostrato un'ottima affidabilità unita a una sostanziale assenza di complicazioni postoperatorie. Si è rivelata una

procedura veloce e poco traumatica per il paziente se eseguita con le dovute attenzioni, principalmente grazie all'attenta selezione dei casi in base alle caratteristiche anatomiche delle radici. Di fondamentale importanza sono stati l'avulsione atraumatica, la minima manipolazione dell'elemento (sempre afferrato per la corona dentaria) in ambiente extraorale e la costante irrigazione della radice con soluzione fisiologica, per limitare al minimo i danni al legamento parodontale. Il reimpianto intenzionale ha permesso di migliorare o risolvere situazioni cliniche altrimenti di difficile soluzione, in cui un ritrattamento ortograde sarebbe stato complesso o non possibile e allo stesso tempo una terapia retrograda sarebbe risultata di difficile controllo per la svantaggiosa collocazione anatomica dell'elemento dentario. Con un'attenta selezione dei casi ed un training adatto, il reimpianto intenzionale può portare ad alti tassi di successo ed essere di gran lunga meno costoso rispetto ad altre opzioni di trattamento.

Discussione e conclusioni generali

Con il seguente lavoro si è cercato di riassumere le attuali conoscenze in tema di reimpianti post-traumatici e di esaminare e sperimentare due procedure cliniche che possiamo definire “reimpianti terapeutici” e che presentano molti aspetti in comune con il reimpianto-post traumatico: l'autotrapianto dentale ed il reimpianto intenzionale.

L'aspetto conservativo è sempre stato importante in odontoiatria. La conservazione di un elemento naturale non comporta il solo mantenimento del dente di per sé: un elemento naturale con il suo legamento parodontale rappresenta il miglior modo per preservare i tessuti duri e molli circostanti. Secondo numerosi autori (come Gatte, Salehrabi e Rotsein) i pazienti preferiscono mantenere i propri denti il più a lungo possibile, piuttosto che inserire impianti osteointegrati per sostituirli. In molti casi però, nella pratica clinica, può risultare più difficile e con una prognosi più incerta provare a mantenere un elemento naturale compromesso rispetto ad estrarlo e sostituirlo con una protesi, motivo per cui medico e paziente spesso scelgono di intraprendere strade più brevi e risolutive, a discapito della conservazione.

Le due procedure che abbiamo valutato, ancora poco conosciute e applicate tra i professionisti, presentano in letteratura tassi di successo piuttosto variabili: 74 al 100% per il trapianto autogeno (Tsukiboshi¹) e dal 70% al 91% per il reimpianto intenzionale (Nuzzolese⁵²). Considerando questa variabilità risulta fondamentale che il team odontoiatrico aiuti il paziente a comprendere i rischi e i benefici delle diverse opzioni di trattamento disponibili per la sua specifica situazione, in modo che possa riconoscere le proprie esigenze, esprimere le proprie preferenze ed avere

gli stessi obiettivi del professionista. Già l'esperienza dell'operatore e la ripetizione della procedura sembrano migliorare le performance: più il campione dello studio è ampio, più bassa risulta la percentuale di complicanze (riassorbimenti)⁵⁴.

Le percentuali emerse dal nostro studio (trapianto autogeno: 80% e reimpianto intenzionale: 100%) risultano in linea con i dati della letteratura internazionale. Questi risultati sono a nostro avviso piuttosto incoraggianti e, nonostante trapianti e reimpianti dentali non siano al momento considerate delle metodiche tradizionali per sostituire elementi mancanti, queste alternative terapeutiche dovrebbe richiedere maggiore considerazione. Ulteriori studi e revisioni sono richiesti per supportare queste alternative terapeutiche, in quanto la conoscenza della variabili di trattamento e prognostiche, e protocolli di applicazione sempre più codificati potrebbero condurre ad aspettative estremamente positive, sia nel breve che nel lungo termine.

Sviluppi futuri

Prototipo elemento donatore con tecnologia CAD-CAM

Nella procedura di autotrapianto, una volta prelevato, l'elemento donatore è utilizzato per le verifiche e l'adattamento del suo futuro sito ricevente. Questa fase può richiedere ripetuti tentativi di adattamento del dente nel nuovo alveolo, con aumenti del tempo di permanenza extraorale e inficiandone la prognosi. Recentemente alcuni autori⁵⁵ hanno utilizzato, nella prova setting del trapianto, dei modelli stereolitografici dell'elemento donatore, ottenuti a partire da una tomografia computerizzata Cone Beam. Questa tecnica è senza dubbio molto valida nel ridurre la manipolazione dei donatori ed i tempi di permanenza extraorali, ma il suo impiego routinario è limitato dalla disponibilità della tecnologia e dall'aumento costi della procedura.

Chirurgia piezoelettrica

Il successo della procedura di trapianto dentale è direttamente collegato al mantenimento della vitalità del legamento parodontale, condizione ottenibile solamente attraverso un'avulsione rapida e atraumatica dell'elemento donatore, riducendo al minimo i tempi di permanenza extraorali ed evitando shock osmotici alle cellule del legamento parodontale. Mentre terzi molari completamente erotti possono essere avulsi piuttosto facilmente con limitati traumi al legamento parodontale, recuperare elementi inclusi in maniera atraumatica risulta più complesso. La chirurgia tradizionale dei terzi molari inclusi richiede l'utilizzo di strumenti rotanti (quali ad esempio manipoli dritti e turbine) per creare brecce ossee, esporre adeguatamente le superfici radicolari, permettere l'uso di leve e una facile uscita del dente senza fratture. L'esperienza

necessaria per estrarre in maniera atraumatica un terzo molare incluso e il fatto che l'uso di strumenti rotanti possa, se non opportunamente gestiti, condurre a un surriscaldamento osseo e a un danno irreversibile del legamento parodontale precludono molti odontoiatri dal considerare l'autotrapianto un'opzione di trattamento routinaria. Per superare le difficoltà tecniche associate alla procedura, la chirurgia piezoelettrica si rivela un valido aiuto. L'utilizzo di una tecnica piezoelettrica per le osteotomie è sempre più frequente in chirurgia orale e maxillo-facciale: viene già impiegata per l'avulsione di elementi inclusi, per il posizionamento implantare, il rialzo di seno mascellare, prelievi ossei, rimozioni di cisti, espansioni della cresta alveolare, distrazione osteogenica o chirurgia ortognatica. I suoi vantaggi risiedono nella capacità di taglio selettiva, grazie alla quale sono tagliati solo i tessuti mineralizzati, senza alcun danno ai tessuti molli. Nell'ambito dell'autotrapianto dentale il manipolo piezoelettrico è stato valutato in un recente lavoro di Nagori⁵⁶, e può rivelarsi utile per rimuovere il setto interradicolare nel sito ricevente (o creare un alveolo artificiale) e per l'osteotomia attorno al terzo molare incluso da prelevare, in modo da permettere un'avulsione semplice con pinza o con un uso minimo di leve, limitatamente alla porzione coronale, permettendo di rimuovere osso in prossimità di strutture importanti quali vasi sanguigni, nervi, membrana Schneideriana senza causare alcun danno a questi tessuti. L'osteotomia può essere eseguita con aumenti estremamente contenuti di temperatura e sempre sotto irrigazione fisiologica, riducendo al minimo i traumi termici ed osmotici al legamento parodontale. Aumenta il comfort sia dell'operatore (garantendo un taglio preciso, un ottimo controllo tattile, un campo operatorio pulito e con buona visibilità grazie all'effetto di cavitazione) sia del paziente, in quanto le

microvibrazioni del manipolo piezoelettrico comportano meno vibrazioni e rumori all'assistito rispetto ai tradizionali strumenti rotanti, riducendone lo stress. Alcuni studi hanno anche dimostrato che l'estrazione di terzi molari con chirurgia piezoelettrica è associata a una diminuzione del dolore post-operatorio, del sanguinamento e del trisma (Sohon⁵⁷). L'utilizzo di un manipolo piezoelettrico potrebbe per queste ragioni costituire un prezioso aiuto negli autotrapianti, riducendo le difficoltà tecniche nella fase di prelievo di terzo molare e riducendo al minimo il rischio di danni al legamento parodontale.

Criopreservazione

Con il termine "criopreservazione" s'intende la conservazione di un organismo vitale a temperature ultra-basse, in modo che possa esser in un secondo momento risvegliato e restituito allo stesso stato vitale in cui si trovava prima di esser conservato⁵⁸. Sfruttando un raffreddamento a temperature tipicamente intorno ai -196°C (il punto di ebollizione dell'azoto liquido), questo processo permette di preservare cellule o interi tessuti. A queste basse temperature qualsiasi attività biologica, incluse le reazioni biochimiche che condurrebbero alla morte cellulare, è effettivamente stoppata. L'acqua solidifica in una struttura cristallina che è conosciuta come ghiaccio. Uno dei principi della criopreservazione è la prevenzione della formazione di cristalli di ghiaccio che, occupano un volume maggiore rispetto all'acqua, possono causare danni consistenti alle cellule. L'altro principio è la prevenzione dell'effetto soluzione, dovuto all'aumento della concentrazione della fase liquida per conversione di parte dell'acqua in ghiaccio. Infine, il riscaldamento di tessuti criopreservati, in vista del loro risveglio, potrebbe comportare importanti

cambiamenti di osmolarità; per evitare eccessivi shock osmotici, si utilizzano alcune sostanze chimiche chiamate crioprotettori.

In ambito odontoiatrico Bartlett e Reade⁵⁹ furono i primi ricercatori a sperimentare la criopreservazione di materiale dentale. I loro esperimenti suggerirono che le cellule delle strutture dentali possano sopravvivere al processo di congelamento, con la possibilità quindi di essere criopreservate. Il legamento parodontale ha mostrato una struttura normale dopo preservazione in azoto liquido per un periodo dai 3 ai 6 mesi (Seo⁶⁰), ed è possibile isolare cellule staminali dal legamento parodontale di elementi criopreservati. Queste cellule mantengono i loro aspetti caratteristici come l'espressione di marker superficiali e il potenziale di differenziazione in senso adipocitico, osteogenico o nella di generazione di tessuti quali cemento o legamento parodontale. Temmerman⁶¹ e colleghi hanno mostrato che la capacità di crescita, l'attività della fosfatasi alcalina e l'integrità della membrana delle cellule del legamento parodontale era simile nei denti criopreservati o in quelli appena estratti.

La criopreservazione di cellule e tessuti potrebbe rivelarsi una strada promettente in tema di trapianti dentali: incisivi avulsi spontaneamente associati a tessuti compromessi, terzi molari inclusi, canini, premolari che devono essere estratti a scopi ortodontici possono essere conservati tramite criopreservazione per un reimpianto tardivo o un'eventuale necessità futura. Come esistono banche di organi e cellule staminali, si stanno mettendo le basi per una "Tooth banking", cioè una possibile banca di tessuti dentali. Le nuove tecnologie hanno infatti un impatto sempre maggiore in odontoiatria: l'ingegneria tissutale e la ricerca sulle cellule staminali influiranno inevitabilmente la pratica clinica dei prossimi 25 anni.

Bibliografia

- ¹ Tsukiboshi M. Autotransplantation of teeth: Requirements for predictable success. *Dent Traumatol.* 2002;18:157–80
- ² Andersson, L., Andreasen, J. O., Day, P., Heithersay, G., Trope, M., DiAngelis, A. J., Kenny, D. J., Sigurdsson, A., Bourguignon, C., Flores, M. T., Hicks, M. L., Lenzi, A. R., Malmgren, B., Moule, A. J. and Tsukiboshi. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol.* 2012; 28: 88–96.
- ³ Hale ML. Autogenous transplants. *Br J Oral Surg.* 1965 Nov;3(2):109-13.
- ⁴ Northway WM, Konigsberg S. Autogenic tooth transplantation. The "state of the art". *Am J Orthod.* 1980 Feb;77(2):146-62.
- ⁵ Cohen AS, Shen TC, Pogrel MA. Transplanting teeth successfully: autografts and allografts that work. *JADA* 1995; 126(4):481-5.
- ⁶ Hale ML. Autogenous transplants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1956 Jan;9(1):76-83.
- ⁷ Slagsvold O, Bjørcke B. Indications for autotransplantation in cases of missing premolars. *Am J Orthod.* 1978 Sep;74(3):241-57.
- ⁸ Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L. Long-term evaluation of autotransplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontol Scand.* 1983;41(1):23-31.
- ⁹ Pogrel MA. Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45(3):205-11.
- ¹⁰ Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990; 12(1):14-24

- ¹¹ Mendes RA, Rocha G. Mandibular third molar autotransplantation-- literature review with clinical cases. J Can Dent Assoc. 2004 Dec;70(11):761-6.
- ¹² Andreasen JO. Periodontal healing after replantation and autotransplantation of incisors in monkeys. Int J Oral Surg. 1981 Feb;10(1):54-61.
- ¹³ Nagori SA, Jose A, Bhutia O, Roychoudhury A. Evaluating success of autotransplantation of embedded/impacted third molars harvested using piezosurgery: a pilot study. Acta Odontol Scand. 2014 Nov;72(8):846-51.
- ¹⁴ Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. Endod Dent Traumatol. 1995 Apr;11(2):76-89.
- ¹⁵ Temmerman L, De Pauw GA, Beele H, Dermaut LR. Tooth transplantation and cryopreservation: state of the art. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 May;129(5):691-5.
- ¹⁶ Marques-Ferreira M, Rabaça-Botelho MF, Carvalho L, Oliveiros B, Palmeirão-Carrilho EV. Autogenous tooth transplantation: evaluation of pulp tissue regeneration. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011 Nov 1;16(7):e984-9
- ¹⁷ Andreasen JO. The effect of splinting upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. Acta Odontol Scand. 1975 Jan;33(6):313-323
- ¹⁸ Morrees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. J Dent Res 1963; 42: 1490-1502.
- ¹⁹ Fulmer A. et al. Digital method and content development of the hungarian higher education in dentistry in Hungarian, German and English, Publishing House - Nordex Ltd. (2014)
- ²⁰ Tsukiboshi M. Treatment Planning for Traumatized Teeth. Quintessence Publishing Company, 2012

- ²¹ Araki T, Tsukiboshi M. Science and clinics of autotransplantation of teeth-consideration for regeneration of alveolar bone proper, Sharpey's fiber, blood vessels, and nerve control. *The Quintessence* 1992;11(4):725-748
- ²² Loe H, Waerhaug J. Experimental replantation of teeth in dogs and monkeys. *Arch Oral Biol.* 1961 Apr;3:176-84.
- ²³ Inoue T, Takei K, Shimono M, Yamamura T, Melcher AH. Regeneration of periodontal ligament in vivo and in vitro. *J Dent Res* 1987;66:281
- ²⁴ Anderson AW, Sharav Y, Massler M. reparative dentine formation and pulp morphology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1968;26:837-847.
- ²⁵ Baseggio W1, Naufel FS, Davidoff DC, Nahsan FP, Flury S, Rodrigues JA. Caries-preventive efficacy and retention of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant: a 3-year split-mouth randomised clinical trial. *Oral Health Prev Dent.* 2010;8(3):261-8.
- ²⁶ Vastardis H. The genetics of human tooth agenesis: new discoveries for understanding dental anomalies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Jun;117(6):650-6.
- ²⁷ Zachrisson BU. Planning esthetic treatment after avulsion of maxillary incisors. *J Am Dent Assoc.* 2008 Nov;139(11):1484-90.
- 28 Chagas et al. Autotransplantation of a Mandibular Third Molar: A Case Report with 5 Years of Follow-up. *Brazilian Dental Journal.* 2013;24(3), 289-294.
- ²⁹ Teixeira CS, Pasternak B Jr, Vansan LP, Sousa-Neto MD. Autogenoustransplantation of teeth with complete root formation: two case reports. *Int Endod J.* 2006 Dec;39(12):977-85.
- ³¹ Lundberg T, Isaksson S. A clinical follow-up study of 278 autotransplanted teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1996; 34(2):181-5.

- ³¹ Josefsson E, Brattstrom V, Tegsjo U, Valerius-Olsson H. Treatment of lower second premolar agenesis by autotransplantation: four-year evaluation of eighty patients. *Acta Odontol Scand* 1999; 57(2):111-5.
- ³² Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O. A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990; 12(1):14-24.
- ³³ Kugelberg R, Tegsjo U, Malmgren O. Autotransplantation of 45 teeth to the upper incisor region in adolescents. *Swed Dent J* 1994; 18(5):165-72.
- ³⁴ Nethander G. Periodontal conditions of teeth autogenously transplanted by a two-stage technique. *J Periodontal Res* 1994; 29(4):250-8.
- ³⁵ Czochrowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU. Outcome of tooth transplantation: survival and success rates 17-41 years posttreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 Feb;121(2):110-9.
- ³⁶ Schwartz O, Bergmann P, Klausen B. Autotransplantation of human teeth: a life-table analysis of prognostic factors. *Int J Oral Surg* 1985; 14(3):245-58.
- ³⁷ Pogrel MA. Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. *J Oral Maxillofac Surg* 1987; 45(3):205-11.
- ³⁸ Kristerson L. Autotransplantation of human premolars. A clinical and radiographic study of 100 teeth. *Int J Oral Surg*. 1985 Apr;14(2):200-13.
- ³⁹ Hammarström L, Lindskog S. Factors regulating and modifying dental root resorption. *Proc Finn Dent Soc*. 1992;88 Suppl 1:115-23.
- ⁴⁰ Lerner UH. Bone Remodeling in Post-menopausal Osteoporosis. *Journal of Dental Research*. 85, 854-595.
- ⁴¹ Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traumatol*. 1987 Dec;3(6):269-87.
- ⁴² Henry JL, Weinmann JP. The pattern of resorption and repair of human cementum. *J Am Dent Assoc*. 1951 Mar;42(3):270-90.

- ⁴³ Lindskog S, Blomlöf L, Hammarström L. Repair of periodontal tissues in vivo and in vitro. *J Clin Periodontol*. 1983 Mar;10(2):188-205.
- ⁴⁴ Andreasen JO. External root resorption: its implication in dental traumatology, paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. *International Journal of Endodontics*. 1985; 7,294-301.
- ⁴⁵ Lee CT, Chen YW, Starr JR, Chuang SK. Survival analysis of wide dental implant: systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Dec 25.
- ⁴⁶ Abdurahiman VT, Jolly SJ, Khader MA. Intentional extraction and replantation: the last resort. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2013 Jul-Sep;31(3):205-8.
- ⁴⁷ Grossman L. *Endodontic Practice*, 11th edition. Philadelphia: Lea&Febiger;1988.p334 42.
- ⁴⁸ WeinbergerB. *Introduction to the History of Dentistry*, vol. 1. St Louis, MO: CV Mosby; 1948.
- ⁴⁹ Dryden JA, Arens DE. Intentional replantation-a viable alternative for selected cases. *Dent Clin North Am* 1994;38:325-53.
- ⁵⁰ Tsukiboshi M. *Treatment planning for traumatized teeth*. Quintessence Publishing; 2000.
- ⁵¹ Asgary S, Alim Marvasti L, Kollahdouzan A. Indications and case series of intentional replantation of teeth. *Iran Endod J*. 2014 Winter;9(1):71-8. Epub 2013 Dec 24.
- ⁵² Nuzzolese E, Cirulli N, Lepore MM, D'Amore A. Intentional dental reimplantation: a case report. *J Contemp Dent Pract*. 2004 Aug 15;5(3):121-30.
- ⁵³ Peer M. Intentional replantation - a 'last resort' treatment or a conventional treatment procedure? nine case reports. *Dent Traumatol*. 2004 Feb;20(1):48-55.

- ⁵⁴ Torabinejad M, Dinsbach NA, Turman M, Handysides R, Bahjri K, White SN. Survival of Intentionally Replanted Teeth and Implant-supported Single Crowns: A Systematic Review. *J Endod.* 2015 Jul;41(7):992-8.
- ⁵⁵ Honda M, Uehara H, Uehara T, Honda K, Kawashima S, Honda K, Yonehara Y. Use of a replica graft tooth for evaluation before autotransplantation of a tooth. A CAD/CAM model produced using dental-cone-beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010 Oct;39(10):1016-9.
- ⁵⁶ Nagori SA, Jose A, Bhutia O, Roychoudhury A. Evaluating success of autotransplantation of embedded/impacted third molars harvested using piezosurgery: a pilot study. *Acta Odontol Scand.* 2014 Nov;72(8):846-51.
- ⁵⁷ Sohn DS, Ahn MR, Lee WH, Yeo DS, Lim SY. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007 Apr;27(2):127-31.
- ⁵⁸ Sarada P, VeenaA. Cryopreservation of Teeth:Freeze them Now to Use Later.*Journal of Clinical andDiagnostic Research.* 2011. 5(4): 899-902
- ⁵⁹ Bartlett PF, Reade PC. Cryopreservation of developing teeth. *Cryobiology.* 1972Jun;9(3):205-11.
- ⁶⁰ Seo BM, Miura M, Sonoyama W, Coppe C, Stanyon R, Shi S. Recovery of stem cellsfrom cryopreserved periodontal ligament. *J Dent Res.* 2005 Oct;84(10):907-12.
- ⁶¹ Temmerman L, De Pauw GA, Beele H, Dermaut LR. Tooth transplantation and cryopreservation: state of the art. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 May;129(5):691-5.