UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento Chirurgico, Medico, Odontoiatrico e di Scienze Morfologiche con Interesse Trapiantologico, Oncologico e di Medicina Rigenerativa

Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentaria

Presidente: Chiar.mo Prof. Ugo Consolo

Efficacia della cavitazione nella guarigione dell'alveolo post-estrattivo: studio split-mouth randomizzato controllato

Relatore:

Chiar.mo Prof. Pierantonio Bellini

Correlatore:

Dott. Davide Marraffa

Tesi di Laurea di:

Luisa Polidori

Anno Accademico 2025/2026

Indice

1. Introduzione *1*

1.1 Avulsioni dentarie **1**

1.1.1. Indicazioni 2

1.1.2. Controindicazioni 3

1.1.3. Complicanze intraoperatorie 4

1.2 Le fasi della guarigione dell'alveolo post-estrattivo **6**

1.2.1. Fattori prognostici 8

1.2.2. Complicanze della guarigione 14

1.3. Dispositivi piezoelettrici **16**

1.3.1. La cavitazione 17

1.3.2. Applicazioni cliniche 18

1.4. Razionale dello studio **19**

2. Lo studio *20*

2.1 Materiali e metodi **20**

2.1.1 Disegno dello studio 20

2.1.2 Criteri di inclusione 20

2.1.3 Criteri di esclusione 21

2.1.4 Protocollo clinico 21

2.1.5. Outcome 24

2.2 Risultati *26*

2.2.1 Analisi statistica 36

2.3 Discussione *47*

2.4 Conclusioni *49*

Bibliografia *51*

1. Introduzione

L’estrazione dentale è uno degli interventi chirurgici maggiormente eseguito nella pratica odontoiatrica. Consiste nell’avulsione dell’elemento dentario dalla sua sede, cioè l’osso alveolare. Per molto tempo è stata la terapia di elezione per risolvere problemi dentali come carie o ascessi ma, dall’avvio dell’endodonzia, questa pratica è divenuta meno frequente. (1) (2)

Oggi si ricorre all’estrazione dentale solo quando le terapie conservative non sono più praticabili e quando la permanenza dell’elemento rischierebbe di compromettere la salute del cavo orale.

Le motivazioni che portano all’estrazione del dente sono molteplici: pulpite e ascesso non trattabili, frattura verticale dell’elemento dentario, denti colpiti da carie profonda, denti affetti da parodontite avanzata, denti interessati da granulomi o formazioni cistiche, denti decidui ritenuti, denti sovrannumerari, affollamento dentale e motivazioni ortodontiche. (1)

1.1 Avulsioni dentarie

Prima di procedere all’estrazione dentaria è fondamentale un’accurata valutazione preliminare del caso.

L’odontoiatra esaminerà attentamente le radiografie (OPT, CBCT, radiografie periapicali) del paziente per capire esattamente la posizione del dente, il rapporto che l’elemento ha con le strutture circostanti (nervo alveolare inferiore o seno mascellare) e l’anatomia radicolare.

Alcuni fattori come la curvatura accentuata delle radici, lo stato della corona del dente o la presenza di anchilosi, per cui la mobilità dell’elemento è ridotta o assente, potrebbero rendere difficile l’estrazione. (1)

È dunque essenziale la valutazione di questi aspetti per scegliere la tecnica chirurgica più adeguata.

Ai fini di una corretta valutazione del caso, lo studio dell'anamnesi medica e odontoiatrica è altrettanto importante, poiché consente l’identificazione di patologie sistemiche o allergie che potrebbero interferire con l'esito dell’intervento; questi dati

clinici vanno poi condivisi e approfonditi mediante discussione con il paziente affinché comprenda i rischi e i benefici della procedura proposta.

1.1.1 Indicazioni

L'indicazione all'estrazione dei denti permanenti può essere assoluta, nel caso in cui ci sia una compromissione dell'elemento tale da non garantirne il recupero, o relativa quando l'elemento è recuperabile ma viene estratto per motivi di tipo medico, socioeconomico o per motivi terapeutici.

Vi è indicazione assoluta all'estrazione di denti permanenti nei seguenti casi (2)

- Carie destruenti che non consentono un recupero conservativo o protesico dell'elemento;
- Lesioni endodontiche o periapicali non trattabili con terapia canalare o chirurgica (apicectomia);
- Lesioni parodontali avanzate con perdita del tessuto di sostegno e compromissione della funzione masticatoria;
- Lesioni traumatiche con frattura della radice, verticale o del terzo medio;
- Denti sovrannumerari che interferiscono con lo sviluppo della dentizione;
- Denti ectopici non recuperabili con trattamento ortodontico o chirurgico-ortodontico;
- Lesioni periapicali o parodontali in pazienti sottoposti a terapia radiante dei mascellari;
- Lesioni che richiedono terapie restaurative complesse in soggetti non collaboranti;
- Residui radicolari non recuperabili mediante terapie conservative;
- Elementi dentari coinvolti nella rima di frattura ossea;
- Elementi dentari associati a lesioni ossee o dei tessuti molli;
- Motivi ortodontici.

Vi sono indicazioni relative all'estrazione di denti permanenti nei seguenti casi (2):

- Scarse esigenze funzionali;

- Limitate possibilità economiche del paziente;
- Valutazioni relative al piano di trattamento;
- Quadri clinici che espongono al rischio di malattia focale odontogena;
- Rifiuto del paziente alla terapia conservativa;
- Condizioni mediche che richiedono l'estrazione dei denti come profilassi: ad esempio trapianti d'organo, chemio e radio terapia, inizio di terapia con bifosfonati ecc.

1.1.2 Controindicazioni

Le controindicazioni all'estrazione dentale possono essere sistemiche o locali.

Le controindicazioni sistemiche sono (1):

- Patologie cardiovascolari come: scompenso cardiaco, in questo tipo di pazienti si effettuano solo interventi brevi e non invasivi mantenendo la poltrona il più possibile eretta; infarto del miocardio, in questi casi si eseguono solo trattamenti urgenti nei primi sei mesi e in ambiente protetto, tutte le altre sedute vengono rimandate dopo una buona ripresa dell'attività miocardica; ipertensione grave non controllata che potrebbe causare un attacco anginoso o una crisi ipertensiva ed un eccessivo sanguinamento intraoperatorio;
- Coagulopatie che potrebbero causare un sanguinamento prolungato durante l'intervento chirurgico;
- Insufficienza respiratoria grave, in questi pazienti il dolore, lo stress e la posizione distesa sulla poltrona possono peggiorare la respirazione;
- Insufficienza epatica o renale scompensata che causano un'alterata metabolizzazione dei farmaci e un aumento del sanguinamento intraoperatorio;
- Squilibri metabolici come diabete scompensato che può causare un ritardo nella guarigione della ferita, un aumento del rischio di infezioni e crisi ipoglicemiche. In caso di diabete compensato si può eseguire l'intervento previa profilassi antibiotica avendo a disposizione soluzioni glucosate in caso di crisi ipoglicemica;
- Terapie in atto con bifosfonati i quali causano un maggior rischio di infezioni, un ritardo nella guarigione e osteoradionecrosi;

- Alterazioni del sistema immunitario, questi pazienti hanno un'alta suscettibilità a sviluppare infezioni secondarie all'intervento;
- Infezioni attive

Le controindicazioni locali sono (1):

- Stati flogistici acuti del cavo orale (ad es. pericoronarite, gengiviti, stomatiti o ascessi) per il rischio di complicanze infettive e per il ritardo nei processi di guarigione. In questi casi, prima dell'intervento chirurgico, è consigliabile attuare una terapia mirata a ridurre la carica batterica orale. La gengivite ulcero necrotica, ad esempio, deve essere considerata una controindicazione assoluta mentre, in caso di ascesso acuto, è necessario procedere all'estrazione dentale sotto adeguata terapia antibiotica;
- Stati flogistici del seno mascellare in presenza di contiguità con le radici dell'elemento dentario per il rischio di creare una comunicazione oro-sinusale;
- Elemento dentario in contiguità con tumore maligno per evitare la disseminazione di cellule neoplastiche;
- Pregressa terapia radiante o con bifosfonati per il rischio di infezione e osteonecrosi. (1)

1.1.3 Complicanze intraoperatorie

Qualsiasi intervento chirurgico espone il paziente a complicanze intra e post-operatorie. Per ridurne l'insorgenza è fondamentale una scrupolosa anamnesi del paziente, una buona conoscenza dell'anatomia locale, un'accurata analisi e pianificazione dell'intervento e l'esecuzione di quest'ultimo con tecnica chirurgica pulita e poco traumatica.

In questa sezione si elencano le principali complicanze intraoperatorie:

L'emorragia rilevante è una complicanza che si verifica raramente durante un intervento di chirurgia orale per cui il rischio collegato ad una ipovolemia è remoto. L'emorragia può però limitare la visibilità del campo operatorio creando stress al paziente e all'operatore e facilitando l'insorgenza di ematomi post-operatori.

Nel corso dell'intervento chirurgico potrebbe esserci il rischio di interessamento neurologico. È stato visto che queste lesioni possono coinvolgere sia i tronchi sensitivi che motori. In chirurgia orale il nervo più coinvolto è il tronco sensitivo del V nervo

cranico, in particolare il nervo alveolare inferiore, il nervo linguale, il nervo palatino maggiore, il nervo naso-palatino ed il nervo infraorbitario.

L'uso errato dello strumentario chirurgico, come leve e pinze, può provocare lesioni ai tessuti molli, è infatti fondamentale proteggere adeguatamente i tessuti circostanti. Per quanto riguarda gli strumenti rotanti, che possono causare non solo lacerazioni ma anche ustioni dei tessuti, è consigliabile l'uso di frese diamantate e non multilama, in quanto meno aggressive. Nel caso in cui si verificasse questa complicanza è necessario valutare se estendere il lembo e alla fine dell'intervento procedere alla suturazione della lacerazione.

Potrebbe, inoltre, presentarsi la frattura delle radici dell'elemento dentario: l'anatomia sfavorevole è il principale fattore di rischio di frattura, in questi casi è infatti consigliabile eseguire odontotomia e ostectomia.

È importante non applicare una forza eccessiva durante la lussazione per evitare la frattura delle corticali alveolari. Tale complicanza si verifica maggiormente nell'arcata superiore in quanto la corticale è esigua, la zona maggiormente a rischio è rappresentata dal tuber quando si effettuano estrazioni dei terzi molari. Qualora la parte di corticale avesse perso contatto con il periostio, si prosegue alla sua eliminazione, in caso contrario si cerca di separare la radice dalla corticale. In caso di eliminazione del tuber, bisogna considerare l'eventuale formazione di comunicazione oro antrale.

In casi rari (come ad esempio inclusione profonda, anchilosi, presenza di cisti estese con riassorbimento osseo), durante l'avulsione dei terzi molari inferiori, potrebbe verificarsi la frattura della mandibola.

La lussazione dell'ATM, invece, può manifestarsi in pazienti già predisposti in caso di prolungata apertura della bocca o di applicazione di forza eccessiva.

Un'altra complicanza che difficilmente si manifesta è la dislocazione degli elementi dentari nei tessuti molli. Le sedi tipiche in cui può avvenire questa complicanza sono la zona retromolare dei terzi molari superiori e sul versante linguale per gli inferiori.

Un attento disegno del lembo prima di procedere all'estrazione, è necessario per evitare l'erniazione del corpo adiposo dalla guancia. Quest'ultimo si può verificare durante l'allestimento di un lembo nel settore vestibolare posteriore del mascellare superiore ed è dovuto ad una interruzione della continuità del periostio. Si può prevenire

con uno scollamento sottoperiosteo o proteggendo il lembo durante l'utilizzo di strumenti rotanti.

Infine, una complicanza comune è la creazione di comunicazioni oro-antrali che possono essere causate sia dall'inesperienza dell'operatore ma anche dall'anatomia dell'elemento dentario (radici lunghe e divergenti, denti inclusi, enucleazione di lesioni cistiche con parete aderente alla mucosa sinusale). Le comunicazioni non iatrogene sono conseguenze di traumi che hanno determinato l'avulsione di elementi dentari, oppure possono essere causate da fenomeni settici del seno mascellare. Il paziente manifesta dolore e fastidio nella zona interessata, congestione nasale, passaggio di aria e fluidi tra bocca e naso e, a volte, secrezione purulenta. La comunicazione può a sua volta causare sinusite ricorrente. La diagnosi avviene facendo effettuare al paziente un'espirazione a glottide chiusa e narici chiuse (manovra di Valsalva), in questo modo, in caso di comunicazione, sarà possibile notare la fuoriuscita di aria dall'alveolo; è necessario, inoltre, un approfondimento radiografico (CBCT) per valutare l'estensione della comunicazione e la salute dei seni mascellari. Il paziente dovrà evitare di svolgere azioni che causino una eccessiva pressione intrasinusale che potrebbe mobilizzare il coagulo. In caso di una comunicazione di piccole dimensioni (inferiore a 5 mm) spesso la guarigione è spontanea o con un trattamento conservativo che include agenti emostatici e profilattici. La chiusura chirurgica è solitamente necessaria per i difetti più grandi (>5 mm). (1)

1.2 Le fasi della guarigione dell'alveolo post-estrattivo

La guarigione di una ferita chirurgica è un processo complesso diviso in quattro fasi.

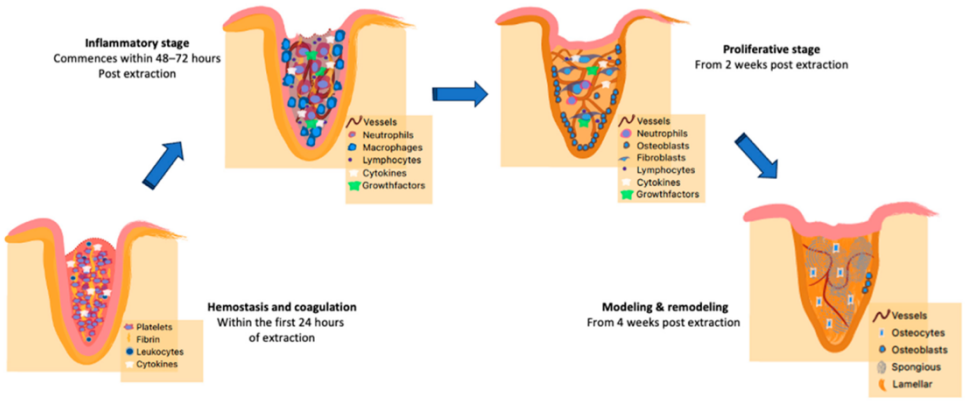


Figura 1: le fasi della guarigione dell'alveolo post estrattivo *da Udeabor et al.* (3)

La prima fase è quella dell'emostasi e della coagulazione che avviene subito dopo l'estrazione e nelle 24 ore successive. L'alveolo si riempie di sangue portando alla formazione del coagulo composto da globuli rossi, bianchi e piastrine intrecciate in una rete di fibrina. Nei primi 7 giorni questo coagulo verrà sostituito da tessuto di granulazione. Il coagulo ha inoltre anche la funzione di impalcatura per l'adesione di cellule utili alla guarigione dell'alveolo. Il coagulo, le piastrine, le cellule endoteliali e i leucociti rilasciano varie citochine e fattori di crescita utili alla modulazione della fase infiammatoria. (3)

Successivamente si verifica la fase infiammatoria. Durante questa fase, che inizia entro le 48-72 ore dall'estrazione, avviene il reclutamento, la migrazione, la differenziazione e la proliferazione delle cellule infiammatorie, in risposta alle citochine e ai fattori di crescita rilasciati. La maggior parte di queste cellule si dirigono verso la cavità eliminando i detriti e il coagulo ematico al fine di permettere la formazione di nuovi tessuti. Le citochine e i fattori di crescita hanno ruoli diversi nella guarigione della ferita. Il fattore di crescita derivato dalle piastrine (PDGF) e l'IL-1 hanno il compito di attrarre i neutrofili nel sito della ferita. È stato visto che il Transforming Growth Factor -beta (TGF-ß) aiuti a convertire i monociti circolanti in macrofagi e che i fattori di crescita endoteliali vascolari rilasciati da piastrine (VEGF) e il Fibroblast Growth Factor rilasciato dai macrofagi (FGF), aiutino anche nella formazione della matrice extracellulare (ECM) e nell'angiogenesi. Nelle prime fasi predominano i neutrofili seguiti dai macrofagi e dai linfociti. Queste cellule fagocitano il coagulo di sangue e i tessuti necrotici, i macrofagi rilasciano inoltre vari fattori di crescita, come FGF, TGF-alfa, TGF-ß e l'Epidermal Growth Factor (EGF), che attivano a loro volta fibroblasti e osteoblasti. Nelle prime quattro settimane avviene la riorganizzazione del coagulo, quest'ultimo verrà sostituito da tessuto di granulazione che è costituito da vasi, cellule infiammatorie e fibroblasti immaturi che formano il tessuto connettivo. (3)

La terza fase è quella proliferativa: la fibropalsia, che è la rapida deposizione di matrice provvisoria, determina l'inizio di questo processo che si ritiene attivato da TGF-ß1 e FGF-2. Questa fase può essere suddivisa quindi in due parti: la fibroplasia e la

formazione di osso spugnoso, in cui la matrice viene invasa da nuovi vasi e cellule che depongono osso. La matrice provvisoria sostituirà il tessuto di granulazione. (3)

L'ultima fase è quella del rimodellamento in cui l'osso spugnoso viene sostituito da osso maturo. La fase del rimodellamento può durare mesi o anni. La deposizione di osso mineralizzato inizia apicalmente intorno alla quarta settimana e successivamente coronalmente verso la dodicesima settimana. (3)

Il processo riparativo può avvenire secondo due modalità: guarigione per prima intenzione e guarigione per seconda intenzione.

La guarigione per prima intenzione avviene quando i margini della ferita sono a diretto contatto e privi di tensioni. Questo tipo di guarigione rappresenta l'esito più auspicabile in quanto avviene in tempi brevi e minimizza il rischio di complicanze infettive dovute alla penetrazione di germi nei piani sottomucosi o sottocutanei.

La guarigione per seconda intenzione avviene quando non è possibile avvicinare i margini della ferita, lo spazio presente sarà colmato da tessuto di granulazione ricco di cellule ematiche e in 24-48 ore si arricchisce di fibroblasti, provenienti dai tessuti circostanti, responsabili della formazione di tessuto cicatriziale. Il tessuto di granulazione evolverà, nei giorni seguenti, in tessuto fibroso denso, caratterizzato da fibre di collagene neoformate addensate tra di loro. La guarigione si conclude con la completa trasformazione del tessuto di granulazione in tessuto cicatriziale. (1)

1.2.1. Fattori prognostici

La guarigione delle ferite all'interno del cavo orale è influenzata dalla colonizzazione batterica e dalle sollecitazioni meccaniche a cui sono sottoposti i tessuti durante la masticazione, deglutizione o fonazione. Il processo di guarigione può essere influenzato da diversi fattori: generali e locali. Tra i fattori generali che possono ridurre le capacità riparative dei tessuti ci sono le condizioni di salute del paziente.

I pazienti con disturbi emorragici o della coagulazione (ad esempio, emofilia o malattia di von Willebrand) presentano un rischio maggiore di formazione di ematomi e di emorragia a seguito di estrazioni dentarie. (4) La gravità può variare in base al grado di severità del disturbo emorragico, alle dimensioni del sito chirurgico, al numero di denti

estratti, al tipo di denti estratti, alla presenza di infiammazione parodontale attorno al sito di estrazione, alla presenza di vasculopatia e al livello di funzionalità piastrinica. È pertanto indispensabile che i pazienti in terapia anticoagulante controllino il proprio INR 72 ore prima dell'intervento per consentire, se necessario, la modifica della dose al fine di raggiungere un INR sicuro di 2-4. (4) (5)

Per quanto riguarda l'osteoporosi, la maggior parte di questi pazienti assume farmaci antiriassorbitivi come i bifosfonati. Questi aumentano il rischio di MRONJ compromettendo la guarigione delle ferite attraverso l'inibizione di osteoblasti e osteoclasti, con conseguente interruzione del rimodellamento osseo. Nei pazienti con osteoporosi, la durata dell'uso di farmaci antiriassorbitivi è il fattore più importante nel determinare il rischio di sviluppare MRONJ. Il rischio è fino a quattro volte superiore per i pazienti con una storia di almeno 3-4 anni di utilizzo di farmaci antiriassorbitivi. (4)

I pazienti con artrite di tipo infiammatorio, invece, sono spesso trattati con farmaci antireumatici modificatori della malattia (DMARD). L'uso di quest'ultimi è stato associato ad un ritardo nella guarigione a causa dei loro effetti immunosoppressivi e, conseguentemente, possono aumentare l'incidenza di osteonecrosi della mandibola, correlata ai farmaci (MRONJ). Per gestire il rischio di osteoporosi, questi sono anche in terapia con bifosfonati. (4)

I pazienti oncologici che ricevono radioterapia corrono un rischio maggiore di sviluppare osteoradionecrosi. Tra questi pazienti quelli più a rischio sono quelli trattati per cancro orale o orofaringeo. (4) È comunque sempre necessario prestare attenzione, poiché un metabolismo osseo sregolato dovuto alla radioterapia può persistere o addirittura peggiorare diversi anni dopo la fine della terapia. (4)

I pazienti che soffrono di malattie renali croniche (CKD), è stato visto che presentano una predisposizione alle infezioni. Ciò è attribuito alla ritardata guarigione delle ferite e al sanguinamento prolungato dopo l'estrazione dentale, che può essere correlato alla terapia immunosoppressiva insieme alla ridotta funzionalità renale. (4)

Le malattie cardiovascolari (CVD) costituiscono un fattore determinante nella guarigione delle ferite. Uno studio svolto a Taiwan (6) ha utilizzato il database nazionale per valutare il rischio di infezione dentale dopo l'estrazione in pazienti con diagnosi confermata di ictus ischemico e infarto miocardico. Lo studio ha riportato una probabilità di 1,15-1,31 volte tra queste condizioni e la prevalenza di infezione dentale. (6) È stato

inoltre riportato che i pazienti con una storia di endocardite infettiva sono più suscettibili alle infezioni post-estrattive, motivo per cui la profilassi antibiotica può essere indicata per prevenire la recidiva di endocardite infettiva. (4)

Un'altra condizione che può ridurre la capacità di guarigione è il diabete mellito a causa della ridotta angiogenesi e della ridotta sintesi di collagene. (7) Studi hanno dimostrato che questa ridotta capacità di guarigione è frequentemente riscontrabile in persone con diabete non controllato. (4)

Anche l'età può aumentare il rischio individuale di complicanze post-operatorie a seguito di estrazione dentale. Questo può essere causato dalla diminuzione della capacità di guarigione dell'organismo nel corso degli anni. È bene precisare che con l'età avanzata è facile trovare comorbidità che aumentano il rischio di complicanze. (9) (4)

Alcuni studi hanno dimostrato che non vi siano differenze nella guarigione tra femmine e maschi, mentre altri hanno riportato che il tasso di guarigione della mucosa orale è significativamente più lento nelle donne rispetto agli uomini. (10) (11) Inoltre, è stato riscontrato che il dolore orofacciale a seguito di trattamenti odontoiatrici è più comune tra le donne. Tuttavia, un limite di questo studio è che non ha isolato il dolore orofacciale post-estrazione da altre fonti dentali di dolore orofacciale iatrogeno. Il rischio di alveolite e infezione post-estrazione, invece, è stato riscontrato maggiormente tra le donne. (4)

Altri fattori che possono rallentare la guarigione sono le abitudini del paziente come, ad esempio, il consumo di alcol e il fumo. Si è osservato che il fumo può interrompere il processo di formazione del coagulo. Inoltre si evidenziano livelli più elevati di dolore postoperatorio e maggiore probabilità di sviluppare gonfiore del viso, infezioni post-operatorie e osteite alveolare (3) (4) (12) (13) Dall'altra parte, l'alcolismo può ridurre la capacità di guarigione di un paziente dopo un intervento di chirurgia orale. L'alcolismo cronico, inoltre, può causare trombocitopenia e trombocitopatia, che possono predisporre i pazienti a una maggiore incidenza di infezioni. (4)

Per i pazienti che assumono farmaci è stato visto che le tre principali classi di farmaci che possono interferire con la guarigione sono: anticoagulanti, immunosoppressori e contraccettivi orali. Questi ultimi pare aumentino la fibrinolisi rallentando, di fatto, la guarigione. L'immunosoppressione, inoltre, causa ritardo della guarigione delle ferite e manifestazione di MRONJ nei pazienti che utilizzano una terapia

corticosteroidea prolungata, agenti biologici o DMARD. Questi farmaci rappresentano fattori di rischio per il verificarsi di complicanze postoperatorie e dovrebbero essere presi in considerazione nella pianificazione del trattamento. (4)

Infine, la scarsa igiene orale del paziente è correlata a complicanze post-operatorie, come un rischio di osteite alveolare aumentato di 3,65 volte e a livelli di dolore più elevati. Si ipotizza che una carica batterica più elevata porti a una maggiore produzione di tossine microbiche che a loro volta possono innescare vie infiammatorie, con conseguente aumento dei livelli di dolore. (12) (14)

La guarigione può essere compromessa anche dallo stato del dente.

È stato riportato che la presenza di un'infezione preesistente prima dell'estrazione può aumentare il rischio di complicanze post-estrattive. (12) Ad esempio, la pericoronite può aumentare la probabilità di sequele post-operatorie. (15) Inoltre, anche i terzi molari mandibolari angolati distalmente sono considerati un fattore di rischio. Nell'estrazione dei terzi molari mascellari angolati distalmente, uno studio ha riportato un rischio maggiore di comunicazione oro-antrale. Non è chiaro invece, se la malattia parodontale influenzi il rischio di complicanze postoperatorie. Un'analisi retrospettiva ha riportato che i denti con parodontite marginale, in genere, richiedevano un'estrazione più semplice rispetto ai denti con parodontite periapicale, considerati più complessi. (16) Questo potrebbe avere un'implicazione per l'associazione tra complessità dell'estrazione e durata con complicanze post-operatorie. (16) Esistono prove limitate sulla correlazione tra denti estratti a causa di carie estesa e il rischio di sviluppare complicanze post-estrattive.

È stato visto che esiste un diretto collegamento tra la difficoltà dell'estrazione e l'incidenza delle complicanze post-operatorie. In uno studio sui terzi molari mandibolari, le estrazioni complesse hanno mostrato un'incidenza statisticamente significativa di dolore, edema, trisma e parestesia a 1 giorno dall'intervento a causa di una maggiore infiammazione. (4)

Per quanto riguarda le estrazioni dei terzi molari, la difficoltà chirurgica dipende dalla posizione del dente. I due principali sistemi utilizzati per classificare la difficoltà sono il sistema di classificazione di Pell e Gregory e quello di Winter. (4) Ogni dente è classificato come semplice, avanzato o complesso. Tuttavia, la validità di questi sistemi di classificazione nel predire l'effettiva difficoltà chirurgica è stata messa in discussione

a causa dell'omissione di fattori legati al paziente e della complessità chirurgica. Lo stesso studio ha rilevato che l'aumento di età e peso del paziente porta a estrazioni più complesse a causa di variazioni nella densità ossea, nella qualità ossea, nella morfologia radicolare e nella difficoltà di accesso chirurgico. (17) Inoltre, per i denti diversi dai terzi molari, i fattori che possono aumentare la complessità di un'estrazione includono la necessità di sezionamento del dente, incisione del lembo o rimozione dell'osso. (15) È stato anche osservato che procedure più complesse sono tipicamente associate a durate più lunghe. (15) In merito a questo, è stata evidenziata una correlazione tra procedure più lunghe e una maggiore incidenza di complicanze post-estrattive. Uno studio prospettico su 532 pazienti ha riportato un'incidenza di complicanze post-estrattive del 3,08% per le procedure di durata compresa tra 0 e 15 minuti, del 3,44% per quelle di durata compresa tra 16 e 30 minuti e del 5,2% se la procedura superava i 30 minuti (4) Tuttavia, è difficile stabilire se sia stata la sola durata della procedura o la maggiore complessità della procedura a contribuire all'aumento delle complicanze post-estrattive.

Le complicanze postoperatorie sono solitamente più frequenti nella mandibola che nella mascella. (3) (18) Uno studio sui terzi molari ha rilevato che l'80,6% delle complicanze postoperatorie riscontrate si è verificato nell'arcata mandibolare. (4) Ciò è dovuto al fatto che la mandibola presenta meno osso spugnoso e lamine corticali più spesse rispetto al mascellare. (4) (18) Gli alveoli dentari, dunque, si espandono meno rapidamente ed è quindi necessario applicare una maggiore pressione durante la procedura. Conseguentemente, aumenterà la durata e la complessità dell'intervento e si avrà un maggior rischio di post-estrattive. (4) (18) Se viene applicata una forza eccessiva è possibile che si verifichi un rischio maggiore di trisma e lesioni dell'articolazione temporo-mandibolare. Infine, dal momento che la mandibola presenta una minor vascolarizzazione rispetto al mascellare, è possibile che la guarigione sia più lenta e che quindi ci sia un maggior rischio di sviluppare complicanze post-estrattive. (4) (18)

Le complicanze post-operatorie possono presentarsi anche in base al tipo di dente da estrarre. Quella dei terzi molari è associata a una maggiore prevalenza di complicanze post-operatorie in particolare per infezioni e danni ai nervi, rispetto a qualsiasi altro tipo di dente. (3) (19) Probabilmente è dovuto al fatto che la procedura è più complessa e richiede generalmente più tempo. Ci sono fattori che possono rendere ancora più difficoltosa la procedura come: un accesso ridotto al campo operatorio,

l'inclusione dentale e la prossimità delle radici dei denti al nervo alveolare inferiore. In caso di estrazione dei terzi molari il rischio di osteite alveolare aumenta oltre il 30%. (4)

Dall'altra parte anche l'esperienza del clinico influisce sul decorso della guarigione. Sebbene non ci siano molti studi a riguardo, ci si aspetta che un dentista esperto sia in grado di estrarre con più agio rispetto a uno studente di odontoiatria. Uno studio ha riportato una prevalenza di 22 infezioni a fronte di 3 quando l'operazione era compiuta da uno studente. (15) (4)

Anche la tecnica chirurgica adottata ha una sua importanza. L'uso di lembi e rimozione di osso sono spesso associati a complicanze post-operatorie (3) (4). Il tipo di lembo effettuato influenza la guarigione: rispetto ai lembi a busta, i lembi triangolari hanno comportato una riduzione del 71% dell'osteite alveolare e una riduzione del dolore. Tuttavia, il gonfiore residuo era inferiore quando veniva utilizzato un lembo a busta. (20)

Per quanto riguarda la somministrazione di farmaci intraoperatori è stato visto che c'è differenza tra interventi eseguiti in anestesia generale e quelli in anestesia locale. Tuttavia, è più probabile che queste differenze siano il risultato dei tempi operatori più lunghi e della maggiore complessità dell'estrazione piuttosto che un risultato diretto della modalità anestetica utilizzata. (4)

Per quanto riguarda la terapia domiciliare è stato osservato che l'associazione di ibuprofene e paracetamolo sembrerebbe dare maggiore sollievo. Assunti singolarmente invece, l'ibuprofene 400 mg sembrerebbe essere più efficace del paracetamolo 1000 mg. (4)

È stato inoltre visto che l'assunzione di antibiotici non è generalmente indicata in caso di estrazioni, a meno che il paziente non abbia avuto numerosi casi di osteite alveolare, non sia a rischio di endocardite infettiva o non sia immunocompromesso. (4) Sulla posologia degli antibiotici post-operatori la letteratura manca di chiarezza, si trova amoxicillina/acido clavulanico 500/125 mg tre volte al giorno per 4 giorni, amoxicillina 500 mg ogni 8 ore per 5 giorni con metronidazolo 400 mg ogni 8 ore per 5 giorni, o amoxicillina 500 mg assunta tre volte al giorno per 5 giorni dopo l'intervento chirurgico. (4) L'utilizzo della clorexidina in gel 0,2%, secondo diversi studi, sembrerebbe efficace per ridurre il rischio di sviluppare osteiti alveolari, complicanze post-operatorie e garantire una chiusura della ferita più rapida. (4)

Infine, è fondamentale un rigoroso follow up del paziente. L'assenza di controlli periodici può portare ad una mancanza di diagnosi e, conseguentemente, di trattamento delle sequele post-operatorie. (4)

1.2.2. Complicanze della guarigione

Le complicanze sono condizioni patologiche che si manifestano nel periodo post-estrattivo e che possono interferire con il normale processo di guarigione.

Le complicanze possono essere di origine settica, dovuta quindi al passaggio di batteri nella sede dell'estrazione; esse si manifestano con piressia elevata che recede dopo terapia antibiotica.

Le complicanze locali possono verificarsi a carico delle strutture adiacenti all'elemento estratto o come conseguenza di procedure intraoperatorie. Si potrebbero verificare con:

- Edema dei tessuti molli, che è considerata complicanza quando si verifica con una estensione notevole.
- Infiammazione dovuta ad una sovra-infezione del sito post estrattivo.
- Ecchimosi ed ematomi dovuti a lesione dei vasi periferici.
- Trisma che consiste in una contrattura antalgica dei muscoli masticatori provocata da stimoli periferici di natura traumatica o infiammatoria. La risoluzione del trisma avviene grazie a terapia antinfiammatoria e grazie ad esercizi di apertura della bocca.
- Mucocele che è uno stravaso del contenuto mucoso delle ghiandole nei tessuti circostanti, il trattamento consiste nell' enucleazione o nella marsupializzazione.
- Emorragia tardiva che si manifesta dopo qualche ora dall'estrazione o nei primi due giorni post-intervento. Tale complicanza può essere causata dalla fine dell'effetto del vasocostrittore contenuto nell'anestetico locale. Per arrestare l'emorragia è necessario effettuare una manovra compressiva mediante garza ed in caso di sanguinamento copioso bisogna riaprire l'accesso chirurgico. (1)
- Disturbi della sensibilità a seguito di lesioni ai nervi (anestesia, ipoestesia, iperestesia, disestesia e parestesia).
- Ascesso alveolare dovuto all'infiltrazione di residui alimentari all'interno dell'alveolo post estrattivo, è caratterizzato da edema ed essudato siero-purulento.

- Osteite che si manifesta con dolore, febbre, leucocitosi, linfoadenopatia e tumefazione duro-elastica calda e dolente al tatto. Il trattamento prevede la somministrazione di antibiotici e antinfiammatori. (1)
- Sequestri ossei ovvero l'evoluzione di un'infezione ossea localizzata che si auto delimita espellendo quindi il frammento osseo infetto e necrotico. Il sequestro osseo viene rimosso chirurgicamente ed il tessuto circostante viene curettato fino a quando non si trova tessuto osseo vivo.
- Sinusite che è una conseguenza tardiva delle comunicazioni oro-sinusali o della dislocazione antrale del dente e richiede la revisione del seno per rimuovere il corpo estraneo e le formazioni iperplastiche. (1)

La complicanza più frequente è sicuramente l'alveolite secca. Si presenta infatti con una incidenza dal 0,5% al 5% per le estrazioni semplici mentre varia dal 1% al 37,5% per l'estrazione dei terzi molari mandibolari. La sua eziologia non è stata ancora chiarita del tutto, ma verosimilmente è dovuta ad una fibrinolisi precoce del coagulo, probabilmente dovuto a contaminazione batterica che causa disgregazione del coagulo. Si manifesta tra il primo e terzo giorno, fase cruciale per la formazione e stabilizzazione del coagulo. Potrebbero essere presenti altri cofattori che favoriscono la manifestazione dell'alveolite secca come, ad esempio, la difficoltà dell'estrazione, la rimozione del coagulo, l'infiltrazione di anestetico con vasocostrittore per via intraligamentosa, una scarsa igiene orale, l'assunzione di contraccettivi orali e il fumo. Nelle estrazioni in cui è richiesta osteotomia e odontotomia è stato visto che vi sia una maggiore incidenza di questo fenomeno. Il paziente, in questo caso, presenta dolore che riacutizza in terza o quarta giornata con alitosi e interessamento dei linfonodi regionali. All'esame obiettivo si manifesta con coagulo necrotico la cui rimozione rivela pareti ossee ischemiche, la terapia consiste in un lavaggio con soluzione fisiologica sterile, per rimuovere eventuali residui e curettaggio dell'alveolo sotto anestesia locale. Successivamente, all'interno dell'alveolo, verrà inserita un disinfettante topico come ad esempio una garza iodoformica. Per prevenire l'insorgenza di questa complicanza è necessario: avere un controllo della placca, eliminare o ridurre il fumo nel periodo postoperatorio, un disegno ottimale del lembo, un raffreddamento adeguato della fresa durante le procedure, irrigare l'alveolo con soluzione fisiologica prima della sutura, effettuare sciacqui con collutorio

alla clorexidina 2 volte al giorno fino a quando non verranno rimosse le suture ed in caso di necessità somministrare antibiotico un'ora prima dell'estrazione. (1)

1.3. Dispositivi piezoelettrici

La chirurgia piezoelettrica fu sviluppata dal chirurgo Tomaso Vercellotti alla fine degli anni 90 per superare i limiti della strumentazione tradizionale nella chirurgia orale.

Il processo si basa sull'effetto piezoelettrico inverso in cui cristalli e ceramiche presenti nel manipolo subiscono una deformazione se sottoposti ad una differenza di potenziale elettrico. Applicando una differenza di potenziale variabile è quindi possibile generare dei movimenti oscillatorie a frequenza ultrasonica (tra i 25 e i 30 kHz), che vengono trasmessi all'inserto. Tali microvibrazioni, di ampiezza compresa tra i 60 e i 210 μm, consentono di tagliare con precisione le strutture ossee senza causare lesioni ai tessuti molli. Il dispositivo è finalizzato all'ostectomia e alla protezione dei tessuti molli, i quali vengono tagliati a frequenze superiori a 50 kHz. (19) (8)

Durante il suo utilizzo è necessario che gli inserti, applicati sul manipolo ad ultrasuoni, vengano mossi continuamente avanti ed indietro ad alta velocità e con una pressione minima. La pressione eccessiva, infatti, porterebbe ad una riduzione delle oscillazioni e quindi della capacità di taglio ed anche alla generazione di surriscaldamento. Inoltre, la soluzione fisiologica necessaria per il raffreddamento fluisce in modo laminare lungo l'inserto producendo il fenomeno della cavitazione. Quest'ultimo è caratterizzato dalla formazione di bolle a bassa pressione che, implodendo, danno origine ad un'azione meccanica di pulizia, riducendo il sanguinamento. (1)

I dispositivi piezoelettrici vengono forniti con impostazioni predefinite per le procedure previste e con diversi inserti che variano per dimensione, forma e materiali. Grazie alle diverse angolazioni degli inserti è possibile trattare aree difficilmente accessibili. Il dispositivo piezoelettrico presenta anche ulteriori vantaggi come:

- Maggiore precisione e sicurezza nella chirurgia ossea;
- Taglio selettivo sui tessuti duri senza danneggiare quelli molli;
- Minor rischio di necrosi ossea;
- Miglior guarigione e ridotto edema postoperatorio per i pazienti;

- Maggior comfort del paziente durante le procedure chirurgiche poiché le frese tradizionali richiedono una pressione maggiore generando forti vibrazioni, mentre lo strumento piezoelettrico lavora con una pressione minima. (21) (22)

Gli svantaggi del dispositivo piezoelettrico sono:

- Non può essere utilizzato in pazienti portatori di pacemaker;
- Costo economico elevato;
- La durata degli interventi tende ad essere maggiore rispetto agli strumenti tradizionali poiché il meccanismo d'azione dello strumento piezoelettrico, è basato su microvibrazioni ultrasoniche che permettono un'azione più controllata in modo di ottenere un taglio preciso e selettivo; (22) (23)
- L'utilizzo dello strumento richiede una curva di apprendimento. (21)

1.3.1. La cavitazione

La cavitazione è il fenomeno fisico per cui il liquido di irrigazione, cioè la soluzione fisiologica sterile, genera microbolle di vapore, definite anche nuclei di cavitazione, che implodono. In presenza di una perturbazione ultrasonica le bolle crescono in risposta alle oscillazioni di pressione che vengono applicate. Attorno a queste si formano delle microbolle che fungono da nuovi siti per l'attività di cavitazione. (24)

Questo fenomeno è influenzato da molte variabili come: la pressione e la frequenza ultrasonica, la natura del campo ultrasonico (focalizzato o non focalizzato, continuo o pulsato), la presenza e l'intensità di onde stazionarie e le proprietà chimico-fisiche del fluido e le caratteristiche delle superfici di confine. (25)

Gli effetti generati dalla cavitazione sono suddivisi in effetti primari e secondari. Gli effetti primari risultano direttamente dalla fase di collasso delle microbolle e comprendono picchi di temperatura e pressione ad altissima intensità localizzata, microcircolazione e formazione di radicali liberi all'interno della bolla stessa. Gli effetti secondari rappresentano le conseguenze fisiche e chimiche derivanti dalle reazioni primarie come reazioni di ossidazione, potenziamento dei fenomeni elettrochimici, aumento dei coefficienti di trasferimento di massa e fenomeni di luminescenza. (26)

In base al meccanismo fisico la cavitazione può essere:

- Stabile quando le microbolle oscillano senza collassare generando microcorrrenti che permettono la disinfezione dei tessuti mineralizzati senza danneggiare i tessuti molli o ossei. (27) La cavitazione stabile, inoltre, permette la proliferazione cellulare tramite microstimolazioni meccaniche ed è utile per la pulizia dell'alveolo post estrattivo senza compromettere il coagulo. (28)
- Transiente quando le microbolle collassano rapidamente creando onde d'urto ad alta energia. È meno comune utilizzarlo nella gestione dell'alveolo post-estrattivo. (27)

1.3.2. Applicazioni cliniche

Gli strumenti piezoelettrici trovano largo impiego in odontoiatria.

Possono essere utilizzati in chirurgia orale e maxillo facciale per il rialzo del seno mascellare, il prelievo di innesti ossei, la distrazione osteogenica, l'espansione della cresta, la rimozione di cisti, la decompressione del nervo alveolare, l'estrazione dentale. (6) (29) (30)

Possono essere utilizzati anche in parodontologia (21) (31) per rimuovere depositi di tartaro sopra e sotto gengivali, per scaling e root planning, per l'allungamento di corona clinica, per le procedure di ostectomia e osteoplastica in cui è fondamentale rimuovere poco osso in prossimità delle radici esposte, per il debridment della parete della tasca e per la chirurgia rigenerativa in cui è necessario ottenere innesti autologhi sottoforma di particolato osseo o blocchi monocorticali.

In implantologia, lo strumento piezoelettrico è utile per la preparazione del sito implantare e per la rimozione di impianti.

In endodonzia invece può essere utilizzato per migliorare la pulizia dei canali radicolari rimuovendo detriti e biofilm batterico con efficacia superiore all'irrigazione manuale, per l'apicectomia e per la preparazione della cavità retrograda. (32)

1.4. Razionale dello studio

Le revisioni sistematiche con metanalisi evidenziano come la chirurgia piezoelettrica determini un calo significativo delle complicanze post-operatorie e una contestuale riduzione del consumo di farmaci analgesici rispetto alle metodiche tradizionali basate sull'impiego di strumenti rotanti. (28) (33)

I fenomeni legati alla cavitazione sono documentati in ambito scientifico con un'ampia validazione soprattutto in settori extra-odontoiatrici.

Questo lavoro si configura come la prima indagine volta a valutare gli effetti della cavitazione ultrasonica sulla guarigione dell'alveolo post-estrattivo, proponendo una prospettiva terapeutica innovativa nella chirurgia orale.

Nello specifico, questo studio clinico controllato randomizzato split mouth mira a valutare l'impatto dell'effetto cavitazionale all'interno del sito estrattivo mediante l'inserto piezoelettrico Piezoclean (Esacrom, Imola, Italia) mettendolo a confronto con il protocollo convenzionale di lavaggio con soluzione fisiologica.

Il disegno split-mouth è stato scelto per minimizzare la variabilità interindividuale e aumentare la potenza statistica dello studio, utilizzando ogni paziente come controllo di sé stesso.

I parametri di valutazione sono il dolore postoperatorio tramite la NPRS (Numeric Pain Rating Scale) e la qualità della guarigione tissutale mediante la Modified Healing Index. La ricerca, svolta su un campione di 84 pazienti reclutati in sette centri clinici distribuiti sul territorio nazionale (tra cui gli atenei di Trieste, Brescia, Bologna, Modena e Reggio Emilia e strutture private), si prefigge di fornire evidenze scientifiche per il perfezionamento dei protocolli di gestione del sito post-estrattivo.

2. Lo studio

2.1 Materiali e metodi

2.1.1 Disegno dello studio

Il presente lavoro si configura come studio clinico randomizzato controllato con disegno split-mouth. Tale approccio è stato adottato al fine di minimizzare la variabilità interindividuale ed incrementare la potenza statistica dello studio, consentendo a ciascun paziente di fungere da controllo di sé stesso.

Lo studio è stato condotto in sette centri clinici italiani:

- Università di Trieste- Dipartimento di Scienze Mediche, Chirurgiche e della Salute, Clinica di Chirurgia Maxillo-Facciale e Odontostomatologia ASUGI (Direttore: Prof. Roberto Di Lenarda)
- Università di Brescia - Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica (DSMC), Clinica Odontoiatrica (Direttore: Prof. Corrado Paganelli)
- Università di Bologna - Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie (DIBINEM), Clinica Odontoiatrica (Direttore: Prof. Lorenzo Breschi)
- Università di Modena-Reggio Emilia - Dipartimento di Chirurgia, Medicina e Odontoiatria, Clinica Odontoiatrica (Direttore: Prof. Ugo Consolo)
- Studio Privato, Torino - Dott. Marco Mozzati
- Studio Privato, Cassano allo Ionio (CS) - Dott.ssa Teresa Lombardi
- Studio Privato, Gorizia - Dott. Claudio Stacchi

Il coordinatore dello studio è il Prof. Federico Berton. In questa tesi si presenta un campione di 28 pazienti trattati presso il Policlinico di Modena da 3 operatori diversi. La candidata ha eseguito le procedure complete su 14 dei 28 pazienti seguendo il protocollo fornito.

2.1.2 Criteri di inclusione

- Età compresa tra 18 e 100 anni
- Due denti monoradicolati compromessi dello stesso arco da estrarre

- Valore della scala ASA uguale o inferiore a 3
- Consenso informato firmato
- Denti da estrarre caratterizzati da: carie profonda non recuperabile, problematiche endodontiche non trattabili, fratture corono-radicolari non trattabili

2.1.3 Criteri di esclusione

- Controindicazioni generali per trattamenti dentali e/o chirurgici
- Estrazione con allestimento di lembo mucoperiosteo e/o osteotomia
- Malattie infiammatorie e autoimmuni del cavo orale
- Diabete non controllato (HbA1c > 7,5%)
- Storia di malignità che abbia richiesto chemioterapia o radioterapia negli ultimi cinque anni
- Terapia immunosoppressiva, bifosfonati o corticosteroidi ad alto dosaggio
- Forti fumatori (> 20 sigarette/giorno)
- Gravidanza o allattamento
- Mancanza di compliance

2.1.4 Protocollo clinico

Il giorno dell'intervento i pazienti vengono sottoposti ad anestesia locale attraverso la somministrazione di mepivacaina cloridrato 2% con adrenalina 1:100.000 secondo il protocollo standard.

Successivamente, si procede con l'estrazione dei due elementi dentari utilizzando pinze, leve ed evitando il sollevamento di lembi e osteotomie.

Dopodiché si esegue il curettaggio dei due alveoli con le curette di Lucas affinché vengano rimossi eventuali detriti.

In questa fase si assegna casualmente il primo sito estrattivo al gruppo test o controllo tramite randomizzazione computerizzata, il sito controlaterale farà parte del gruppo opposto.

L'alveolo appartenente al gruppo test viene irrigato con 50 ml di soluzione salina sterile 0,9 %; in seguito viene applicato l'inserto Piezoclean per 90 secondi con impostazioni SURGERY 1 U 040 V 080 P 100, mantenendo lo strumento ad una distanza

di 1-2 mm dall'osso alveolare evitando il contatto diretto. È infatti importante che lo strumento venga appoggiato ai tessuti molli senza creare una tenuta completa per prevenire il surriscaldamento. L'irrigazione con soluzione salina è continua per tutta la durata del trattamento.



Fig.2 Applicazione dell'inserto Piezoclean su paziente

L'alveolo appartenente al gruppo controllo viene irrigato con 50 ml di soluzione salina 0,9% senza effettuare nessun trattamento aggiuntivo.

Infine, si realizza una sutura ad "X" su entrambi gli alveoli con filo monofilamento sintetico non riassorbibile (Ethilon 5/0).

Al paziente viene prescritto paracetamolo 1000 mg da assumere al bisogno (massimo 3 cpr/die), vengono fornite istruzioni per quanto riguarda l'igiene orale e viene consegnato il questionario per la valutazione domiciliare in cui verrà registrato il numero di compresse di paracetamolo 1000 mg assunte e il dolore su una scala 1-10 (NPRS) giorno per giorno per 7 giorni.

Strumentazioni e materiali



Fig.3 Inserto Piezoclean
(da https://www.esacrom.com/media/Brochure-TARQUINI-PIEZOCLEAN-sfogliabile-1.pdf)



Fig.4 Triplo getto dell'inserto Piezoclean
(da https://www.esacrom.com/media/Brochure-TARQUINI-PIEZOCLEAN-sfogliabile-1.pdf)

- Dispositivo: Sistema piezoelettrico Esacrom "Surgysonic Moto" con inserto "Piezoclean" by Dr. Giacomo Tarquini su manipolo "Surgyman".
- Inserto: ES004E "Piezoclean by Dr. Giacomo Tarquini" con punta conica non affilata con tripla foratura per irrigazione assiale e bilaterale. Composto da una parte in acciaio e camera di cavitazione in silicone medicale. (Fig 3 e 4).
- Impostazioni motore: SURGERY 1 U 040 V 080 P 100.
- Frequenza operativa: 24-30 kHz (effetto cavitazione ultrasonico).
- Irrigante: Soluzione salina sterile 0.9% NaCl (soluzione fisiologica).

Materiali chirurgici

- Anestetico locale secondo protocollo standard (mepivacaina cloridrato con adrenalina).
- Leve e pinze.
- Curette chirurgica di Lucas.
- Filo monofilamento sintetico non riassorbibile (Ethilon 5-0).

Strumenti di valutazione

- Questionario standardizzato per la raccolta dei dati con scala NPRS e della quantità di paracetamolo assunte nei 7 giorni successivi all'estrazione.
- Modified Healing Index secondo Landry et al. tramite giudizio del clinico.
- Fotocamera digitale per documentare la guarigione del sito post-estrattivo

Follow up

La guarigione del sito post estrattivo è stata monitorata secondo il seguente calendario:

- Giorno 0-7: Valutazione domiciliare tramite questionario giornaliero.
- Giorno 3: Visita per controllare la guarigione precoce.
- Giorno 7: Rimozione suture e valutazione guarigione.
- Giorno 14: Valutazione guarigione intermedia.
- Giorno 21: Valutazione finale della guarigione.

2.1.5. Outcome

Per la valutazione degli outcome dello studio sono stati esaminati diversi parametri clinici.

Il dolore postoperatorio è stato valutato quotidianamente dai pazienti per i primi 7 giorni tramite Numerical Pain Rating Scale (NPRS), una scala numerica da 0 a 10 (fig.5).

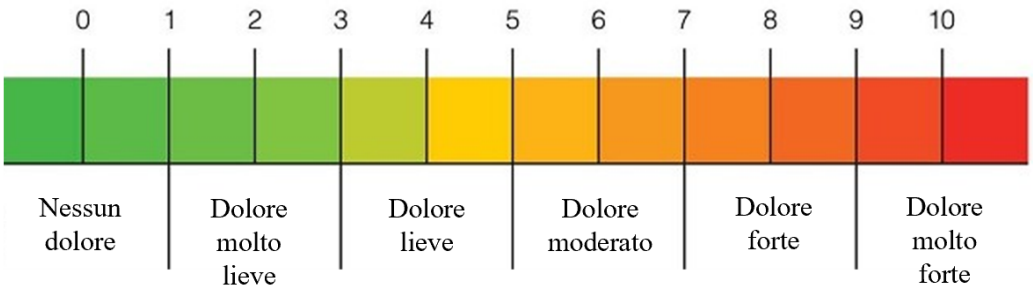


Fig.5 Scala NPRS

Contestualmente, è stato registrato il consumo giornaliero di analgesici, rappresentato dal numero di compresse di paracetamolo 1000 mg assunte dal paziente.

Dal momento che le estrazioni di entrambi gli elementi avvenivano nella stessa seduta, il paziente non ha potuto distinguere il sito che lo ha motivato ad assumere il farmaco per cui, questo dato, non è stato utilizzato come outcome per il confronto tra gruppo test e gruppo controllo.

La qualità della guarigione dei tessuti è stata invece valutata dall'operatore durante le visite di controllo svolte nei giorni 3,7,14 e 21. Per questa valutazione è stato utilizzato il Modified Healing Index secondo Landry et al., segnalando simultaneamente l'eventuale insorgenza di complicanze post-operatorie quali alveolite secca, infezioni o ritardi nel processo di guarigione. La valutazione clinica ha inoltre incluso l'analisi delle patologie concomitanti come diabete e ipertensione e dell'abitudine al fumo.

Il Modified Healing Index si basa sull'analisi di quattro parametri clinici, a ciascuno dei quali viene assegnato un punteggio da 1 a 3:

1 Colore del tessuto gengivale

- Punteggio 1: tessuto completamente sano caratterizzato dal 100% di gengiva rosa;
- Punteggio 2: presenza di eritema con una quota ≤50% di gengiva rossa, iperemia e mobilità;
- Punteggio 3: presenza di un vasto eritema con oltre il 50% di gengiva rossa, marcata iperemia e mobilità.

2 Colore e consistenza del tessuto di guarigione

- Punteggio 1: tessuto rosa con superficie a grana stretta;

- Punteggio 2: tessuto di consistenza molle e di colore rosso;
- Punteggio 3: tessuto fragile di colore verdastro o grigiastro.

3 Suppurazione

- Punteggio 1: assente;
- Punteggio 2: assente ma presenza di una quantità pronunciata di placca;
- Punteggio 3: suppurazione pronunciata.

4 Sanguinamento

- Punteggio 1: assente;
- Punteggio 2: indotto dalla palpazione;
- Punteggio 3: spontaneo.

La somma dei singoli valori determina il punteggio totale finale, utile per classificare il grado complessivo di guarigione. Un punteggio tra 4 e 7 indica una guarigione eccellente, valori tra 8 e 9 indicano una buona guarigione mentre un totale di 10-12 evidenzia una guarigione compromessa.

Al fine di garantire la riproducibilità dei dati e standardizzare le procedure operative, il dispositivo piezoelettrico è stato calibrato prima di ciascun intervento. I dati clinici sono stati raccolti tramite schede prestabilite e questionari validati, di cui si è verificata la corretta compilazione da parte dei pazienti ad ogni visita di controllo.

2.2 Risultati

All'interno dello studio sono stati inclusi 28 pazienti che hanno completato il protocollo presso la clinica odontoiatrica del policlinico di Modena.

Le caratteristiche dei pazienti sono le seguenti:

- Età: range 19-81 anni.
- Distribuzione per sesso: 17 M; 11 F.
- Tipo di denti estratti: denti monoradicolati compromessi di entrambe le arcate.
- Motivi dell'estrazione: carie destruente non recuperabile, fratture corono-radicolari, mobilità di grado III.

Dolore postoperatorio (NPRS)

Segue la tabella con gli indici di dolore postoperatorio comunicati dai singoli pazienti.

Paziente	Sito	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5	Giorno 6	Giorno 7
1	Piezo	1	0	0	0	0	0	0
	Controllo	1	0	0	0	0	0	0
2	Piezo	1	0	0	0	0	0	0
	Controllo	2	1	0	0	0	0	0
3	Piezo	3	1	0	0	0	0	0
	Controllo	0	0	0	0	0	0	0
4	Piezo	0	0	0	0	0	0	0
	Controllo	0	0	0	0	0	0	0
5	Piezo	2	5	5	5	5	5	5
	Controllo	0	0	0	0	0	0	0
6	Piezo	2	0	0	0	0	0	0
	Controllo	2	0	0	0	0	0	0
7	Piezo	0	0	0	0	0	0	0
	Controllo	0	0	0	0	0	0	0
8	Piezo	1	1	0	0	0	0	0
	Controllo	1	1	0	1	0	0	0

9	Piezo	1	0	0	0	0	0	0
	Controllo	1	0	0	0	1	0	0
10	Piezo	1	1	0	0	0	0	0
	Controllo	0	0	0	0	0	0	0
11	Piezo	2	1	1	0	0	0	0
	Controllo	3	2	1	1	0	0	0
12	Piezo	1	1	1	0	0	0	0
	Controllo	2	1	1	1	0	0	0
13	Piezo	2	1	0	0	0	0	0
	Controllo	2	2	0	0	0	0	0
14	Piezo	1	1	0	0	0	0	0
	Controllo	2	1	0	0	0	0	0
15	Piezo	1	1	0	0	0	0	0
	Controllo	1	1	0	0	0	0	0
16	Piezo	1	1	1	1	0	0	0
	Controllo	1	1	1	0	0	0	0
17	Piezo	1	1	1	1	1	0	0
	Controllo	1	1	1	1	1	0	0
18	Piezo	2	1	1	1	1	1	1

	Controllo	3	2	1	1	1	1	1
19	Piezo	1	1	1	1	1	1	1
	Controllo	1	1	1	1	1	1	1
20	Piezo	1	1	1	1	1	0	0
	Controllo	1	1	1	1	1	0	0
21	Piezo	3	3	3	2	2	2	2
	Controllo	3	3	3	2	2	2	2
22	Piezo	1	1	1	1	1	0	0
	Controllo	3	3	2	2	2	1	1
23	Piezo	6	4	4	3	2	2	1
	Controllo	7	4	4	2	2	1	1
24	Piezo	1	1	1	1	0	0	0
	Controllo	1	1	1	1	0	0	0
25	Piezo	1	1	1	1	1	1	1
	Controllo	1	1	1	1	1	1	1
26	Piezo	1	1	1	0	0	0	0
	Controllo	1	1	1	0	0	0	0
27	Piezo	2	2	2	1	1	0	0
	Controllo	2	2	2	2	1	0	0

28	Piezo	3	3	2	1	0	0	0
	Controllo	3	3	2	1	0	0	0

L'intensità del dolore postoperatorio è stata monitorata per i primi 7 giorni mediante la Numeric Pain Rating Scale sia per il sito trattato con il dispositivo piezoelettrico che per il sito controllo. L'andamento della sintomatologia è sovrapponibile in entrambi i gruppi, registrando un calo generale dei punteggi già a partire dalle prime 24-48 ore. Nella maggior parte dei casi, nei primi due giorni, i valori si sono mantenuti bassi per entrambi i siti per poi azzerarsi o attestarsi su valori minimi entro la terza o quarta giornata. Soltanto pochi pazienti hanno riferito una sintomatologia più marcata, nello specifico il paziente 5 ha manifestato un dolore moderato limitatamente al sito sottoposto a piezochirurgia. La procedura è stata eseguita secondo il protocollo e durante l'applicazione della cavitazione nel sito sinistro il paziente non ha percepito dolore né sensazioni termiche anomale.

Ad eccezione delle minime variazioni individuali, non sono emerse differenze significative per quanto riguarda il livello di dolore all'interno dei due gruppi.

Consumo di antidolorifici

Segue la tabella con il numero di compresse di paracetamolo da 1000 mg assunte da ciascun paziente, nella prima settimana dopo l'operazione.

Paziente	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5	Giorno 6	Giorno 7
1	1	0	0	0	0	0	0
2	2	1	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	2
6	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	1	0	0	0
9	2	0	0	0	1	0	0
10	1	1	0	0	0	0	0
11	2	1	1	1	0	0	0
12	0	0	1	0	0	0	0
13	1	1	0	0	0	0	0

14	1	1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	2	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	2	2	2	2	2	2	2
22	2	2	2	1	1	0	0
23	1	1	1	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
25	1	1	0	0	0	0	0
26	1	1	0	0	0	0	0
27	1	1	1	0	0	0	0
28	2	1	1	0	0	0	0

L'analisi della quantità di paracetamolo assunto nei 7 giorni post-operatori mostra una marcata concentrazione del consumo nelle prime 24-48 ore e un decremento nei giorni successivi. Solo alcuni pazienti (5 e 21) hanno proseguito l'assunzione continuativa di 1-2 compresse al giorno per l'intera settimana. Questo dato è puramente descrittivo per tenere traccia del disagio nel postoperatorio. Il protocollo non prevede di richiedere ai pazienti per quale sito è stato assunto l'antidolorifico, questo outcome non può quindi essere utilizzato per confrontare il gruppo di controllo e il gruppo test.

Qualità della guarigione (Modified Healing Index)

Seguono i Modified Healing Index assegnati dal curante a seguito delle visite di controllo periodiche previste dal protocollo dello studio.

Paziente	Sito	Giorno 3	Giorno 7	Giorno 14	Giorno 21
1	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4
2	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	7	5	4
3	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	6	5	4
4	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4

5	Piezo	10	9	8	5
	Controllo	7	6	5	4
6	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4
7	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	6	5	4
8	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4
9	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	7	5	4
10	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	5	4
11	Piezo	7	6	6	5
	Controllo	7	6	6	5
12	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	6	6	4
13	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4
14	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	6	5	4
15	Piezo	6	6	4	4
	Controllo	6	6	4	4
16	Piezo	6	6	4	4
	Controllo	6	6	4	4
17	Piezo	6	6	5	4
	Controllo	6	6	5	4
18	Piezo	6	6	5	4
	Controllo	6	6	5	4
19	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4
20	Piezo	5	5	4	4
	Controllo	5	5	4	4
21	Piezo	6	6	5	4
	Controllo	6	6	5	4

22	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	6	5	4
23	Piezo	6	6	5	4
	Controllo	6	6	5	4
24	Piezo	5	5	4	4
	Controllo	5	5	4	4
25	Piezo	7	6	5	4
	Controllo	7	6	5	4
26	Piezo	5	5	4	4
	Controllo	5	5	4	4
27	Piezo	6	6	5	4
	Controllo	6	6	5	4
28	Piezo	7	6	4	4
	Controllo	7	6	4	4

La progressiva guarigione e riepitelizzazione dei tessuti gengivali è stata monitorata dall'operatore nei giorni 3,7,14 e 21 attraverso il Modified Healing Index. Dall'analisi di questi dati emerge un andamento pressoché sovrapponibile tra i siti trattati con la piezochirurgia e i siti controllo. Si evidenzia, inoltre, una progressiva e diffusa riduzione dei valori nel tempo, a conferma di un favorevole processo di guarigione tissutale.

La permanenza di punteggi elevati del paziente 5 fino all'ultimo controllo riflette la persistenza del danno termico sui processi di guarigione. Al primo controllo postoperatorio il sito controllo mostrava segni di un normale processo di guarigione mentre il sito trattato con il dispositivo piezoelettrico presentava segni di compromissione. La differenza costante di 3 punti rispetto al sito controllo nei primi tre controlli (giorni 3,7 e 14) e di 1 punto al controllo finale, evidenzia come il surriscaldamento abbia rallentato il processo riparativo comunque recuperabile nel tempo.

D'altra parte, i pazienti 20, 26 e 28 hanno evidenziato una guarigione iniziale leggermente più rapida.

Patologie sistemiche associate

Segue la tabella riassuntiva dell'analisi anamnestica del campione.

Paziente	Sito	Dente	SESSO – ETA'	DIABETE	IPERTENSIONE	FUMO
1	Piezo	14	M - 47	NO	NO	SI
	Controllo	24				
2	Piezo	22	F - 63	NO	SI	NO
	Controllo	12				
3	Piezo	33	M - 58	NO	SI	SI
	Controllo	43				
4	Piezo	31	M - 68	SI	SI	NO
	Controllo	41				
5	Piezo	12	M - 57	NO	NO	SI
	Controllo	22				
6	Piezo	42	M - 75	NO	NO	NO
	Controllo	32				
7	Piezo	15	M - 61	NO	NO	SI
	Controllo	25				
8	Piezo	34	F - 56	NO	NO	SI
	Controllo	44				
9	Piezo	25	F - 45	NO	NO	SI
	Controllo	14				
10	Piezo	22	F - 55	SI	NO	NO
	Controllo	24				
11	Piezo	44	M - 19	NO	NO	NO
	Controllo	34				
12	Piezo	25	F - 44	NO	NO	NO
	Controllo	23				
13	Piezo	11	M - 63	NO	NO	NO
	Controllo	21				
14	Piezo	25	M - 19	NO	NO	NO
	Controllo	15				
15	Piezo	14	M - 64	NO	NO	NO
	Controllo	25				
16	Piezo	32	M - 50	NO	NO	SI
	Controllo	42				
17	Piezo	43	F - 81	NO	NO	NO
	Controllo	33				
18	Piezo	33	M - 78	NO	NO	NO
	Controllo	43				
19	Piezo	24	M - 35	NO	NO	SI
	Controllo	14				
20	Piezo	11	F - 71	NO	SI	NO
	Controllo	22				
21	Piezo	11	F - 67	NO	NO	NO
	Controllo	22				

22	Piezo	41	M - 59	NO	NO	NO
	Controllo	42				
23	Piezo	43	F - 79	NO	NO	NO
	Controllo	32				
24	Piezo	34	M - 60	NO	NO	NO
	Controllo	44				
25	Piezo	42	M - 73	NO	SI	NO
	Controllo	32				
26	Piezo	41	M - 70	NO	NO	SI
	Controllo	31				
27	Piezo	45	F - 47	NO	NO	NO
	Controllo	35				
28	Piezo	44	F - 78	NO	SI	NO
	Controllo	34				

L'analisi anamnestica del campione evidenzia una prevalenza di soggetti di sesso maschile (60,7%) rispetto a quella femminile (39,3%) con un'età compresa tra 19 e 81 anni (media: 58,6 anni; deviazione standard: 16,2 anni). Tale eterogeneità rappresenta in modo coerente la popolazione che si sottopone ad interventi di chirurgia orale.

Per quanto riguarda le patologie sistemiche, il diabete mellito ha mostrato un'incidenza del 7,1%, mentre l'ipertensione arteriosa ha interessato il 21,4% dei pazienti. In fase preoperatoria si è proceduto al controllo metabolico nei pazienti diabetici al fine di ridurre complicanze infettive e prevenire alterazioni nei processi di guarigione. Nei pazienti ipertesi è stata monitorata la pressione arteriosa e sono stati somministrati anestetici locali con opportuni dosaggi di vasocostrittore.

Un altro elemento determinante è stato l'impatto del fumo presente nel 32,1% dei pazienti analizzati. Quest'ultimo, infatti, rappresenta un fattore di rischio capace di alterare la microcircolazione ematica periferica, di compromettere la risposta immunitaria locale e ritardare la guarigione delle mucose. La presenza di soggetti fumatori all'interno del campione ha così consentito di valutare l'efficacia della tecnica chirurgica anche in condizioni clinicamente meno favorevoli.

Le caratteristiche del campione rispecchiano, quindi, la reale pratica clinica quotidiana permettendo di elaborare considerazioni valide sull'efficacia dei trattamenti eseguiti.

2.2.1 Analisi statistica

L'analisi statistica è stata eseguita utilizzando Stata/SE 17.0. Le variabili continue sono state sintetizzate come media ± deviazione standard (DS) e mediana con intervallo interquartile (IQR) mentre le variabili categoriali sono state riportate come frequenze assolute e percentuali.

Lo studio presenta un disegno split mouth in cui ogni paziente ha contribuito con un sito trattato con piezo e un sito controllo; pertanto, i confronti tra i due siti sono stati eseguiti mediante analisi accoppiate. Il dolore è stato valutato quotidianamente nella prima settimana post-operatoria. A causa del tipo di disegno dello studio e della natura ordinale/non normalmente distribuita dei dati relativi al dolore, le differenze tra i siti piezo e di controllo in ogni giorno postoperatorio sono state valutate utilizzando i test dei ranghi con segno di Wilcoxon.

La guarigione è stata valutata ai giorni 3,7,14 e 21. Le differenze tra i due siti sono state valutate in modo analogo mediante il test dei ranghi con il segno di Wilcoxon per campioni accoppiati. Per ciascun intervallo temporale è stata valutata la differenza intra paziente tra i siti piezo e controllo (una differenza positiva indica un punteggio più alto nel sito piezo, mentre una differenza negativa indica un punteggio più basso).

Il consumo di analgesici è stato valutato in modo descrittivo poiché il valore non è associato ai singoli siti.

Si considera statisticamente significativo un valore p value a due code <0,05.

All'interno del campione sono stati inclusi 28 pazienti, l'età media è di 58,6 anni±16,2 anni, con un'età mediana di 60,5 anni di cui 17 pazienti maschi e 11 femmine. Due pazienti soffrono di diabete mentre sei di ipertensione, nove sono fumatori.

Postoperative day	Piezo, median (IQR)	Control, median (IQR)	Mean Piezo ± SD	Mean Control ± SD	Mean paired difference*	Wilcoxon p
Day 1	1 (1–2)	1 (1–2)	1.54 ± 1.17	1.61 ± 1.45	-0.07	0.342
Day 2	1 (1–1)	1 (0–2)	1.21 ± 1.20	1.18 ± 1.09	+0.04	0.680
Day 3	1 (0–1)	1 (0–1)	0.96 ± 1.26	0.82 ± 1.02	+0.14	1.000
Day 4	0 (0–1)	0.5 (0–1)	0.71 ± 1.12	0.64 ± 0.73	+0.07	0.727
Day 5	0 (0–1)	0 (0–1)	0.57 ± 1.07	0.46 ± 0.69	+0.11	1.000
Day 6	0 (0–0)	0 (0–0)	0.43 ± 1.07	0.25 ± 0.52	+0.18	0.750
Day 7	0 (0–0)	0 (0–0)	0.39 ± 1.03	0.25 ± 0.52	+0.14	1.000

*Paired difference calculated as Piezo − Control.

Tabella 1: Punteggi del dolore postoperatorio nei siti piezo e di controllo

I punteggi del dolore postoperatorio si riducono progressivamente nel corso dei 7 giorni in entrambi i siti.

Nel primo giorno i punteggi medi risultano 1,54 ±1,17 nei siti piezo e 1,61±1,45 nei siti controllo al giorno 1. I valori al giorno 7 erano rispettivamente di 0,39 ±1,03 e 0,25±0,52. Le differenze medie accoppiate si sono mantenute ridotte durante il follow up variando da -0,07 a +0,18. I test dei ranghi con segno di Wilcoxon hanno prodotto valori di p da 0,342 a 1 per i giorni postoperatori da 1 a 7. Quindi, anche se i punteggi di dolore tendono ad essere leggermente più elevati nei siti piezo dal giorno 2 in poi, le analisi accoppiate non hanno mostrato alcuna differenza statisticamente significativa.

Follow-up	Piezo, median (IQR)	Control, median (IQR)	Mean Piezo ± SD	Mean Control ± SD	Mean paired difference*	Wilcoxon p
Day 3	7 (6–7)	7 (6–7)	6.64 ± 0.95	6.54 ± 0.69	+0.11	1.000
Day 7	6 (6–6)	6 (6–6)	6.00 ± 0.67	5.96 ± 0.43	+0.04	1.000
Day 14	4.5 (4–5)	5 (4–5)	4.64 ± 0.87	4.64 ± 0.62	0.00	0.625
Day 21	4 (4–4)	4 (4–4)	4.07 ± 0.26	4.04 ± 0.19	+0.04	1.000

*Paired difference calculated as Piezo − Control.

Tabella 2: Punteggi di guarigione nei siti piezo e di controllo

Il punteggio della guarigione del sito post estrattivo, registrato dall'operatore durante le visite di controllo, ha mostrato una variazione progressiva nel tempo in entrambi i gruppi. Nel giorno 3 postoperatorio, il punteggio mediano di guarigione è di 7 (IQR 6-7) sia nei siti test che in quelli controllo. I punteggi mediani sono di 6 (IQR 6-6) in entrambi i gruppi al giorno 7; 4,5 (IQR 4-5) nei siti piezo e 5 (IQR 4-5) nei siti controllo al giorno 14 e 4 (IQR 4-4) in entrambi i gruppi al giorno 21. Anche in questo caso, i confronti accoppiati non hanno mostrato differenze statisticamente significative tra i siti piezo e controllo, in nessuna fase della valutazione. Le differenze medie intra-paziente sono state minime variando tra 0,00 a +0,11 mentre la differenza mediana accoppiata è stata pari a 0 praticamente in tutti e quattro gli intervalli temporali.

La variabile riguardante il consumo degli analgesici è stata registrata a livello di paziente piuttosto che in maniera indipendente per i due siti, non può quindi essere utilizzato per analizzare la differenza tra i due gruppi.

In conclusione quindi, non sono state notate differenze statisticamente rilevanti tra i due siti né per quanto riguarda il livello di dolore né per la qualità della guarigione,

per nessuno degli intervalli di tempo valutati e in nessuna fase del monitoraggio della guarigione.

Casi clinici

Seguono foto di casi clinici rappresentativi.

Paziente 21



Fig. 6 Paziente donna di 67 anni in buone condizioni di salute giunge in clinica per estrarre gli elementi 11,12, 21 e 22 a causa di fratture corono-radicolari, l'elemento 11 è stato assegnato al gruppo test.

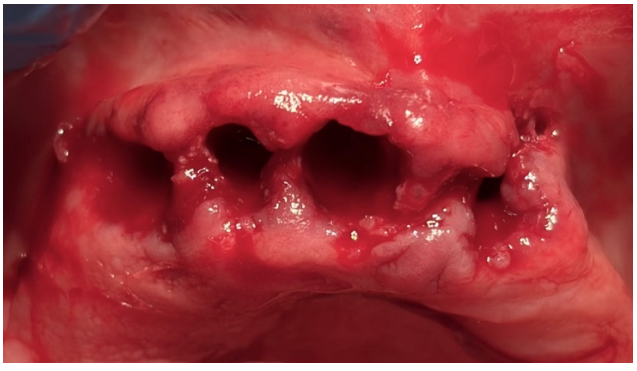


Fig.7 Alveoli post-estrattivi



Fig.8 Applicazione dell'inserto Piezoclean su elemento 11

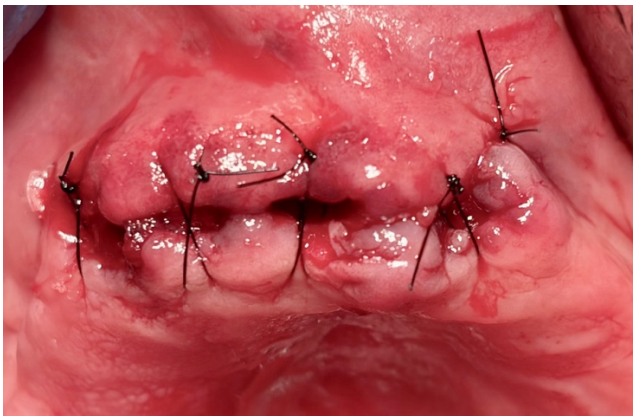


Fig.9 Sutura ad "X" con filo monofilamento non riassorbibile

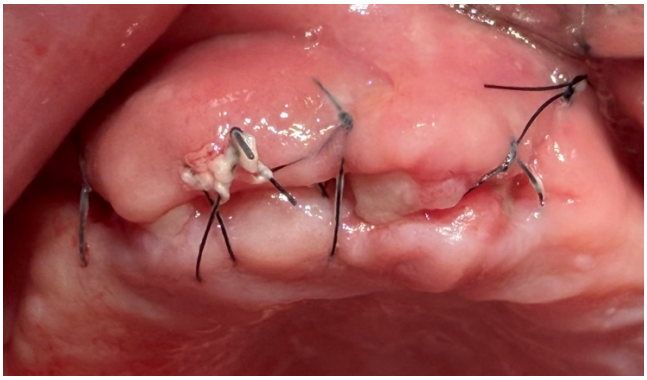


Fig.10 Controllo dopo 3 giorni



Fig.11 Controllo dopo 7 giorni

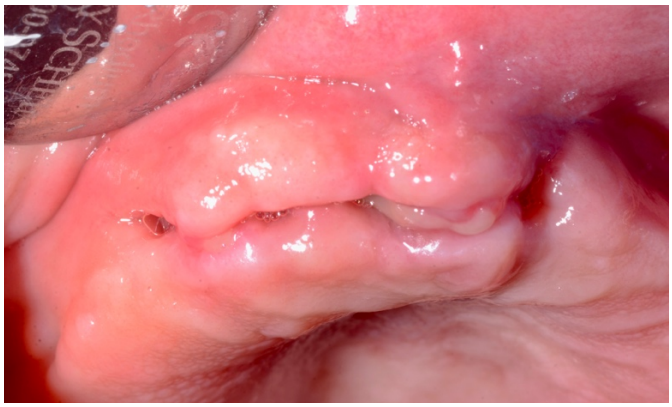


Fig.12 Controllo dopo 2 settimane



Fig.13 Controllo dopo 3 settimane

Paziente 18



Fig. 14 Paziente maschio di 78 anni in buone condizioni di salute giunge in clinica per estrarre gli elementi 33 e 43 con mobilità di grado III, l'elemento 33 è stato assegnato al gruppo test

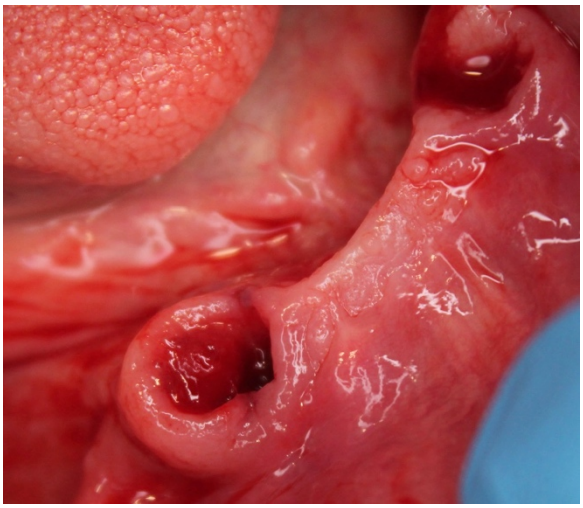


Fig.15 Alveoli post-estrattivi



Fig.16 Applicazione dell'inserto Piezoclean su elemento 33

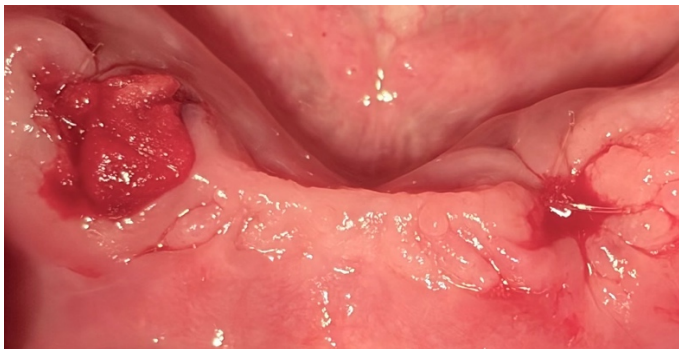


Fig.17 Sutura ad "X" con filo monofilamento non riassorbibile

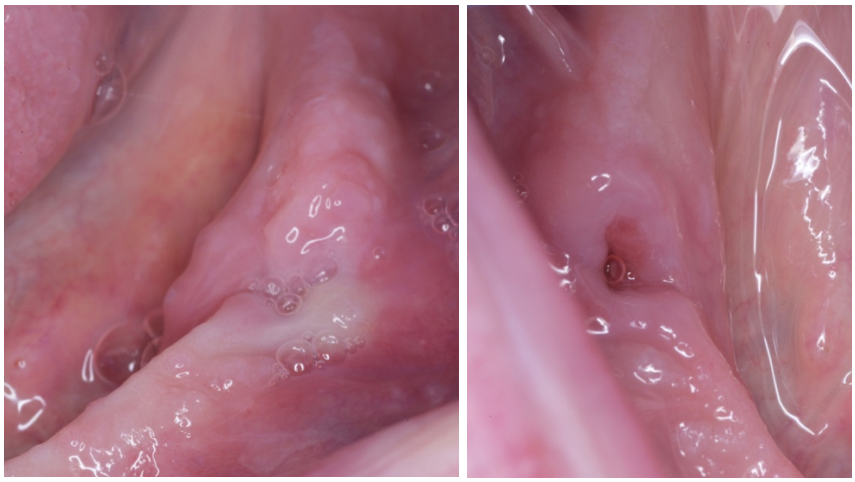


Fig. 18 Controllo dopo 1 settimana



Fig. 19 Controllo dopo 2 settimane



Fig.20 Controllo dopo 3 settimane

Paziente 26



Fig.21 Paziente maschio di 70 anni fumatore si reca in clinica per estrarre gli elementi 31 e 41 con mobilità di grado III, l'elemento 41 è stato assegnato al gruppo test



Fig.22 Alveoli post-estrattivi

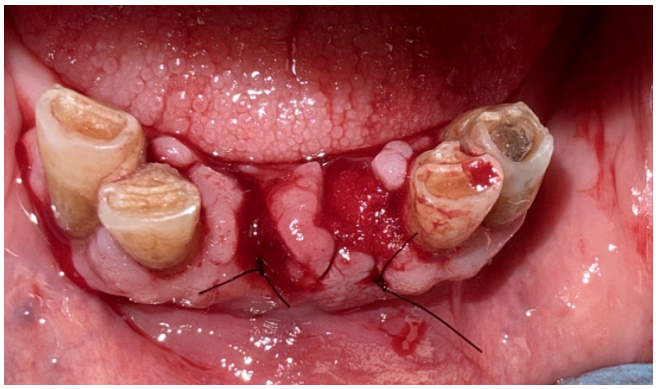


Fig.23 Sutura ad "X" con filo monofilamento non riassorbibile

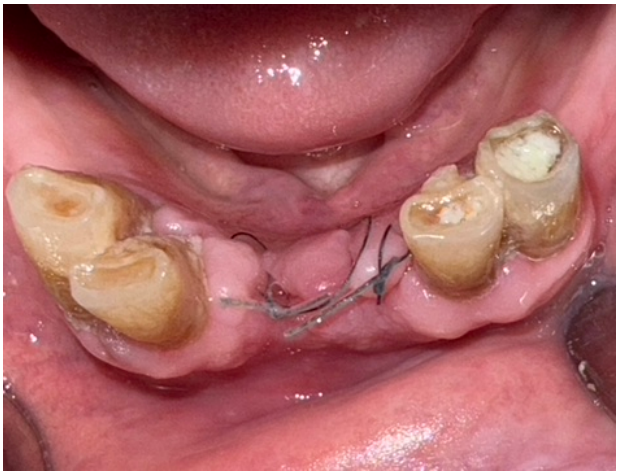


Fig.24 Controllo dopo 3 giorni



Fig.25 Controllo dopo 1 settimana



Fig.26 Controllo dopo 2 settimane



Fig.27 Controllo dopo 3 settimane

Paziente 5 – Caso critico

Paziente maschio di 57 anni fumatore si reca in clinica per l'estrazione di elementi 12 e 22 a seguito di carie destruente, l'elemento 12 è stato assegnato al gruppo test



Fig. 28 Controllo dopo 3 giorni



Fig.29 Controllo dopo 7 giorni

2.3 Discussione

Lo scopo di questo studio clinico randomizzato controllato split-mouth è la valutazione dell'efficacia della cavitazione ultrasonica, attraverso l'applicazione dell'inserto Piezoclean, nella guarigione dell'alveolo post-estrattivo rispetto al protocollo tradizionale che prevede la sola irrigazione con soluzione fisiologica. Il disegno dello studio ha permesso di superare la variabilità biologica interindividuale garantendo che ogni paziente agisse da controllo di sé stesso. Lo studio è condotto in parallelo in sette centri italiani ed in questa sezione verranno discussi solamente i risultati relativi ai pazienti trattati presso il Policlinico di Modena.

Il presente lavoro costituisce la prima analisi sistematica sull'impatto della cavitazione ultrasonica sulla guarigione dell'alveolo post estrattivo offrendo un'alternativa terapeutica nell'ambito della chirurgia orale. Tra i punti di forza di questo studio spicca l'elevata rappresentatività del campione poiché è caratterizzato da una forte eterogeneità. I pazienti arruolati infatti, presentano un'ampia variabilità in termini di caratteristiche anatomiche e stili di vita e rappresentano verosimilmente la popolazione che accede alle cure odontoiatriche. Nonostante il fumo e il diabete siano condizioni che possono compromettere la guarigione dei tessuti e la risposta infiammatoria, in questo campione non hanno alterato il regolare andamento dei processi riparativi.

Analizzando i dati clinici raccolti si può constatare un andamento sovrapponibile tra il gruppo test e il gruppo controllo sia per quanto riguarda la percezione del dolore, sia per l'indice di guarigione dei tessuti molli. Il picco del dolore si è verificato nelle prime 24-48 ore per poi ridursi progressivamente. Il monitoraggio della guarigione dei tessuti mostra una costante e regolare riepitelizzazione nella maggior parte dei pazienti. Questo indica come l'uso del piezoelettrico sia una metodica sicura che non aumenta la sintomatologia dolorosa e che garantisce l'omeostasi del coagulo come il protocollo tradizionale.

Dalla scala NPRS è emerso che, la somma dei livelli di dolore registrati nei 7 giorni, risulta: inferiore nel sito test per 10 pazienti, identici tra i due siti per 13 pazienti, inferiore nel gruppo di controllo per 5 pazienti. L'osservazione della tendenza verso una guarigione lievemente migliore nei siti test potrebbe mostrare una differenza statisticamente significativa su campioni più popolosi, motivo per il quale si attenderà la fine dello studio multicentro per dei risultati definitivi.

Limitazioni dello studio

Il campione presenta un paziente che ha riportato valori di dolore più elevati nel sito test rispetto a quelli segnalati relativamente al sito di controllo.

Il paziente numero 5 è stato l'unico a riportare un ritardo nella guarigione del sito trattato con dispositivo piezoelettrico, a fronte di una restitutio ad integrum del sito controllo accompagnato da un dolore tra il lieve e il moderato. Lo studio del decorso clinico ha permesso di identificare i fattori che potrebbero aver contribuito al verificarsi del rallentamento della guarigione. Durante il controllo avvenuto il terzo giorno dopo l'intervento, la consistenza dei tessuti alla palpazione appariva alterata con aree di indurimento e perdita di elasticità gengivale. Nei controlli successivi la mucosa presentava un colorito biancastro e nelle zone di perdita gengivale si riusciva ad intravedere l'osso sottostante, inoltre il paziente riferiva dolore accentuato dai movimenti della lingua. Dopo due settimane, il sito cominciava a presentare segni di guarigione mentre al ventunesimo giorno il sito presentava consistenza e colore del tutto normali.

Probabilmente la causa principale è stata un surriscaldamento termico locale intraoperatorio, dovuto all'utilizzo errato dello strumento.

Questo riscontro dimostra come l'efficacia della cavitazione ultrasonica sia strettamente operatore-dipendente; infatti, le procedure chirurgiche sono state svolte da tre operatori differenti. La sensibilità manuale e la curva di apprendimento individuale possono difatti influenzare la buona riuscita della procedura chirurgica. È importante saper gestire correttamente il raffreddamento della punta ed evitare il contatto diretto e prolungato con i tessuti gengivali.

Si sottolinea che il paziente, durante il trattamento chirurgico, non ha segnalato né dolore, né bruciore. È quindi fondamentale che l'operatore sappia posizionare correttamente lo strumento all'interno dell'alveolo, assicurandosi il mantenimento della distanza ottimale di 1-2 mm tra l'inserto e l'osso alveolare e rispettando le tempistiche (90 secondi).

La guarigione del sito è comunque avvenuta senza danni permanenti, confermando che le lesioni da calore sono reversibili quando sono interessati solo i tessuti molli; infatti, si può notare come al giorno 21 il sito ha mostrato una guarigione eccellente (Modified Healing Index = 5 nel sito test e 4 nel sito controllo).

Oltre all'importanza dell'esperienza dell'operatore per il buon esito del trattamento, lo studio evidenzia altri limiti. Una prima difficoltà è stata riscontrata nel reclutamento di pazienti con specifiche caratteristiche, come la necessità di estrarre due elementi controlaterali della stessa arcata. Non è sempre stato facile reperirli per cui, per ampliare il numero di dati, sono stati inclusi nello studio 3 pazienti che dovevano estrarre elementi monoradicolati dallo stesso lato dell'arcata.

L'assunzione di paracetamolo 1000 mg, invece, non è stata un outcome utile in questa tipologia di studio poiché non è possibile ricondurla al singolo sito. L'analisi relativa al dolore si è quindi basata esclusivamente sulla scala NPRS.

Inoltre, dal momento che questo studio si incentra sulla valutazione di parametri qualitativi soggettivi come il dolore e la qualità della guarigione, è necessario avere un campione quanto più possibile numeroso per raggiungere risultati statisticamente rilevanti.

Trattandosi di uno studio multicentrico, i risultati definitivi verranno resi disponibili al raggiungimento della numerosità campionaria prefissata (84 pazienti) il cui completamento è previsto per il 2027.

2.4 Conclusioni

Il presente studio clinico controllato randomizzato split-mouth è stato il primo a valutare l'efficacia dell'effetto cavitazionale mediante l'applicazione dell'inserto Piezoclean nella guarigione dell'alveolo post-estrattivo. I risultati ottenuti dal trattamento dei 28 pazienti presso il Policlinico di Modena, dimostrano che l'applicazione del protocollo con dispositivo piezoelettrico offre gli stessi livelli di guarigione e di comfort postoperatorio del semplice lavaggio con soluzione fisiologica.

Nel campione analizzato non sono emerse differenze statisticamente rilevanti tra i siti trattati con il piezoelettrico e i siti del gruppo di controllo. La differenza dell'andamento della sintomatologia dolorosa non ha mostrato differenze statisticamente significative tra il gruppo test e il gruppo di controllo, i valori infatti si sono mantenuti bassi sin dai primi giorni per entrambi i gruppi, per poi attestarsi sullo zero nei giorni successivi per quasi tutti i pazienti.

Tuttavia, dalla scala NPRS è emerso che, la somma dei livelli di dolore registrati nei 7 giorni, risulta: inferiore nel sito test per 10 pazienti, identici tra i due siti per 13 pazienti, inferiore nel gruppo di controllo per 5 pazienti.

Da questo studio si evince come il piezoelettrico sia uno strumento sicuro a patto che venga rispettato rigorosamente il protocollo d'uso. Si è verificato un evento avverso con dolore moderato e ritardo della guarigione a seguito di danno termico. Questo dimostra come sia fondamentale che l'operatore sia adeguatamente formato sul corretto uso del dispositivo. Il consumo di analgesici è un dato puramente descrittivo e non utile per il confronto tra le due procedure.

I risultati definitivi, attesi alla fine dello studio multicentrico, consentiranno di valutare in modo definitivo l'efficacia del trattamento mediante dispositivo piezoelettrico.

Prospettive future

In futuro si potrebbero standardizzare i parametri della cavitazione come potenza, durata di trattamento e distanza dell'inserto dall'osso alveolare.

La lenta guarigione e il dolore persistente riscontrati nel caso avverso sono stati attribuiti a un possibile surriscaldamento dei tessuti molli perialveolari. Tuttavia, nel protocollo applicato non è prevista la rilevazione della temperatura. Per questo motivo sono auspicabili studi futuri che indaghino l'andamento termico della zona in funzione di durata, potenza, posizione dell'inserto e pressione applicata dall'operatore. Ciò potrebbe essere fatto attraverso l'utilizzo di termografia ad infrarossi o termocoppie.

L'estrazione dei due elementi controlaterali potrebbe essere effettuata in due momenti differenti in modo da poter sfruttare anche il consumo di analgesici come parametro di valutazione del livello di dolore nei due siti.

Potrebbe anche essere utile valutare la guarigione dal punto di vista osseo, effettuando radiografie a cadenze regolari con un follow up più prolungato, in modo da monitorare contemporaneamente l'andamento dei tessuti molli e ossei.

Infine, per minimizzare il bias legato alle differenti competenze individuali in studi multicentrici, in futuro si potrà incrementare la formazione degli operatori in modo da permettere un'applicazione uniforme e riproducibile del trattamento.

Bibliografia

1. Chiapasco, M. (2020). *Manuale illustrato di chirurgia orale* (3ª ed.). Edra.

2. Annibali, S., Pippi, R. e Tonelli, P. *Chirurgia odontostomatologica*. Torino: Edizioni Minerva Medica

3. Udeabor SE, Heselich A, Al-Maawi S, Alqahtani AF, Sader R, Ghanaati S. Current Knowledge on the Healing of the Extraction Socket: A Narrative Review. Bioengineering (Basel). 2023 Sep 29;10(10):1145. doi: 10.3390/bioengineering10101145. PMID: 37892875; PMCID: PMC10604628.

4. Dignam P, Elshafey M, Jeganathan A, Foo M, Park JS, Ratnaweera M. Prevalence and Factors Influencing Post-Operative Complications following Tooth Extraction: A Narrative Review. Int J Dent. 2024;2024:7712829.

5. Chaudhry S, Jaiswal R, Sachdeva S. Dental considerations in cardiovascular patients: A practical perspective. Indian Heart J. 2016;68(4):572–5.

6. Chen TT, D'Aiuto F, Yeh YC, Lai MS, Chien KL, Tu YK. Risk of Myocardial Infarction and Ischemic Stroke after Dental Treatments. J Dent Res. febbraio 2019;98(2):157–63.

7. Arakji H, Shokry M, Aboelsaad N. Comparison of Piezosurgery and Conventional Rotary Instruments for Removal of Impacted Mandibular Third Molars: A Randomized Controlled Clinical and Radiographic Trial. Int J Dent. 2016;2016:8169356. doi: 10.1155/2016/8169356. Epub 2016 Aug 14. PMID: 27597866; PMCID: PMC5002292.

8. Carovac A, Smajlovic F, Junuzovic D. Application of Ultrasound in Medicine. Acta Inform Medica. settembre 2011;19(3):168–71.

9. Leung KCM, Chu CH. Dental Care for Older Adults. Int J Environ Res Public Health. 23 dicembre 2022;20(1):214.

10. Haj Yahya B, Chaushu G, Hamzani Y. Evaluation of wound healing following surgical extractions using the IPR Scale. Int Dent J. 8 ottobre 2020;71(2):133–9.

11. Phillips C, Gelesko S, Proffit WR, White RP. Recovery after third-molar surgery: the effects of age and sex. Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod. dicembre 2010;138(6):700.e1-8; discussion 700-701.

12. Sanari AA, Alsolami BA, Abdel-Alim HM, Al-Ghamdi MY, Meisha DE. Effect of smoking on patient-reported postoperative complications following minor oral surgical procedures. Saudi Dent J. novembre 2020;32(7):357–63.

13. Larrazábal C, García B, Peñarrocha M, Peñarrocha M. Influence of oral hygiene and smoking on pain and swelling after surgical extraction of impacted mandibular third molars. J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg. gennaio 2010;68(1):43–6.

14. Rakhshan V. Common risk factors of dry socket (alveolitis osteitis) following dental extraction: A brief narrative review. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. novembre 2018;119(5):407–11.

15. Yue Yi EK, Siew Ying AL, Mohan M, Menon RK. Prevalence of Postoperative Infection after Tooth Extraction: A Retrospective Study. Int J Dent. 2021;2021:6664311.

16. Lindahl O, Ventä I. Level of difficulty of tooth extractions among roughly 100,000 procedures in primary care. Clin Oral Investig. agosto 2023;27(8):4513–20.

17. Alvira-González J, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E, Quesada-Gómez C, Gay-Escoda C. Predictive factors of difficulty in lower third molar extraction: A prospective cohort study. Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal. 1 gennaio 2017;22(1):e108–14.

18. Jain A. Principles and Techniques of Exodontia. In: Bonanthaya K, Panneerselvam E, Manuel S, Kumar VV, Rai A, curatori. Oral and Maxillofacial Surgery for the Clinician [Internet]. Singapore: Springer Nature; 2021 [citato 18 giugno 2025]. p. 259–97. Disponibile su: https://doi.org/10.1007/978-981-15-1346-6_13.

19. Miclotte I, Agbaje JO, Spaey Y, Legrand P, Politis C. Incidence and treatment of complications in patients who had third molars or other teeth extracted. Br J Oral Maxillofac Surg. giugno 2018;56(5):388–93.

20. Coulthard P, Bailey E, Esposito M, Furness S, Renton TF, Worthington HV. Surgical techniques for the removal of mandibular wisdom teeth. Cochrane Database Syst Rev. 29 luglio 2014;(7):CD004345.

21. Thomas M, Akula U, Ealla KKR, Gajjada N. Piezosurgery: A Boon for Modern Periodontics. J Int Soc Prev Community Dent. 2017;7(1):1–7.

22. Mantovani E, Arduino PG, Schierano G, Ferrero L, Gallesio G, Mozzati M, Russo A, Scully C, Carossa S. A split-mouth randomized clinical trial to evaluate the performance of piezosurgery compared with traditional technique in lower wisdom tooth removal. J Oral Maxillofac Surg. 2014 Oct;72(10):1890-7. doi: 10.1016/j.joms.2014.05.002. Epub 2014 May 13. PMID: 25234524.

23. Arakji H, Shokry M, Aboelsaad N. Comparison of Piezosurgery and Conventional Rotary Instruments for Removal of Impacted Mandibular Third Molars: A Randomized Controlled Clinical and Radiographic Trial. Int J Dent. 2016;2016:8169356. doi: 10.1155/2016/8169356. Epub 2016 Aug 14. PMID: 27597866; PMCID: PMC5002292.

24. Laird WR, Walmsley AD. Ultrasound in dentistry. Part 1--Biophysical interactions. J Dent. 1991 Feb;19(1):14-7. doi: 10.1016/0300-5712(91)90030-3. PMID: 2016423.

25. Leighton TG, Apfel RE. The Acoustic Bubble. J Acoust Soc Am. 1 ottobre 1994;96(4):2616.

26. Verhaagen B, Fernández Rivas D. Measuring cavitation and its cleaning effect. Ultrason Sonochem. marzo 2016;29:619–28.

27. Bader KB, Holland CK. Gauging the likelihood of stable cavitation from ultrasound contrast agents. Phys Med Biol. 2013 Jan 7;58(1):127-44. doi: 10.1088/0031-9155/58/1/127. Epub 2012 Dec 7. PMID: 23221109; PMCID: PMC4467591.

28. Al-Moraissi EA, Elmansi YA, Al-Sharaee YA, Alrmali AE, Alkhutari AS. Does the piezoelectric surgical technique produce fewer postoperative sequelae after lower third molar surgery than conventional rotary instruments? A systematic review and meta analysis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2016 Mar;45(3):383-91. doi: 10.1016/j.ijom.2015.10.005. Epub 2015 Nov 11. PMID: 26572830.

29. Genç BGÇ, Orhan K, Or S. A Clinical Comparison of Er:YAG Laser, Piezosurgery, and Conventional Bur Methods in the Impacted Third Molar Surgery. Photobiomodul Photomed Laser Surg. 2023 Jun;41(6):283-290. doi: 10.1089/photob.2022.0142. PMID: 373356

30. Pal K, Tiwari S, Patidar S, Rai R, Tripathi A. Piezoelectric and conventional rotary techniques for mandibular impacted third molar extraction: A comparative study. Bioinformation. 2025 Apr 30;21(4):699-702. doi: 10.6026/973206300210699. PMID: 40636199; PMCID: PMC12236564.

31. Shubhangini C, Arvina R. Piezo-surgery in periodontics. Bioinformation. 2022 Dec 31;18(12):1177-1180. doi: 10.6026/973206300181177. PMID: 37701511; PMCID: PMC10492905.

32. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. J Endod. febbraio 2007;33(2):81–95.

33. Mancini A, Inchingolo AM, Chirico F, Colella G, Piras F, Colonna V, et al. Piezosurgery in Third Molar Extractions: A Systematic Review. J Pers Med. 19 dicembre 2024;14(12):1158.