

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Scuola di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

Gli impianti dentali per la riabilitazione orale

Relatore: Prof. Andrea Bagno

Laureando: Enrico Palmisano

Data:
A.A. 2023/2024

Firma relatore

Firma laureando

Indice

Abstract	pagina 5
Capitolo 1: Evoluzione degli impianti dentali	pagina 6
1.1 Storia degli impianti dentali	pagina 6
1.1.1 Impianti nell'antichità	pagina 7
1.1.2 Il Novecento	pagina 8
1.2 Vantaggi e svantaggi degli impianti dentali	pagina 12
1.2.1 I vantaggi	pagina 12
1.2.2 Gli svantaggi	pagina 13
Capitolo 2: Classificazione degli impianti dentali	pagina 15
2.1 Classificazione degli impianti dentali per materiale	pagina 15
2.1.1 La zirconia	pagina 15
2.1.2 Il titanio	pagina 17
2.1.3 Leghe di titanio	pagina 18
2.1.4 Altre soluzioni	pagina 19
2.2 Classificazione per forma	pagina 21
2.3 Classificazione per tempi di inserimento e carico	pagina 23
Capitolo 3: Fattori che influenzano il successo degli impianti dentali	pagina 25
3.1 Fattori che influenzano i fallimenti precoci	pagina 25
3.1.1 Utilizzo di farmaci antidepressivi	pagina 25
3.1.2 Il fumo	pagina 26
3.1.3 La radioterapia	pagina 27
3.2 Fattori che influenzano il fallimento tardivo	pagina 28
3.3 Fattori sistemici che influenzano il fallimento dell'impianto	pagina 29
Conclusioni	pagina 32
Bibliografia	pagina 33

Abstract

L'implantologia dentale è una branca dell'odontoiatria che si occupa dello studio, della progettazione, dell'applicazione e della manutenzione degli impianti dentali, ovvero di dispositivi medici che vengono inseriti nell'osso mascellare o mandibolare per sostituire i denti mancanti.

Questa pratica rappresenta una soluzione terapeutica efficace per la riabilitazione estetica e funzionale della bocca nei pazienti totalmente o parzialmente edentuli a causa di traumi, carie, malattie parodontali o altre cause. Grazie agli impianti dentali, è possibile ottenere una riabilitazione protesica stabile, funzionale ed esteticamente soddisfacente, che consente al paziente di recuperare la capacità di masticare, parlare e sorridere in modo naturale.

Lo scopo del presente lavoro è fornire una visione generale degli aspetti fondamentali degli impianti dentali, offrendo una panoramica completa delle conoscenze attuali e degli sviluppi prevedibili, tenendo in considerazione cosa sono, come si sono evoluti fino ad oggi, come sono fatti e come si differenziano gli impianti dentali.

Capitolo 1. Evoluzione degli impianti dentali

1.1 Storia impianti dentali

Gli esseri umani hanno sempre dovuto affrontare i problemi associati alla perdita dei denti. Nell'epoca antica, l'incapacità di sgranocchiare e tritare cibi poco raffinati, per via di complicanze dentali, rappresentava una grave minaccia per la sopravvivenza dell'uomo; tuttavia, con una diversa alimentazione, questo smise di essere un pericolo imminente (Figura 1.1). Al contrario, la capacità di gustare una vasta gamma di cibi e consistenze alimentari diverse, spinse gli uomini a cercare di mantenere i propri denti sani e trovare metodi per sostituire quelli mancanti [1].



Figura 1.1 Un esempio di lesioni da attrito fino alla polpa del dente su una mummia nubiana (sinistra), è presente anche una lesione alla radice di un dente probabilmente dovuta ad un ascesso (destra).

In tempi recenti, i fattori estetici del viso hanno acquisito importanza nel mantenimento della propria dentatura e, con l'aumento delle tecniche implantologiche, la sostituzione dei denti mancanti è diventata una soluzione praticabile e altamente ambita. I metodi per gestire la perdita dei denti si sono evoluti nel corso di centinaia di secoli. In passato, sono state esplorate diverse soluzioni per risolvere il problema della mancanza di denti, tra cui il tentativo di trapiantare denti da una persona all'altra, o la ricerca di strategie per creare una radice dentale stabile e altre strutture di supporto.

I primi "impianti" dentali avevano un successo variabile, con una durata tipica di qualche mese prima che l'infezione o il rilassamento dell'impianto ne richiedesse la rimozione. Per questo motivo, la principale soluzione per la sostituzione dei denti erano le protesi mobili supragengivali e i ponti dentali. Tuttavia, grazie alle recenti scoperte biologiche rivoluzionarie; e con lo sviluppo di impianti endossei con superfici ruvide che vengono

posizionati senza danneggiare l'osso circostante, è diventato possibile sostituire le radici dei denti persi con un'alta probabilità di successo a lungo termine. Questi progressi hanno avuto un impatto rivoluzionario sull'odontoiatria implantare.

Le procedure chirurgiche pre-protetiche, utilizzate per trattare pazienti edentuli e migliorare la funzionalità delle protesi, sono state adattate alle tecnologie attuali. Grazie ai progressi tecnologici, è possibile effettuare con precisione il posizionamento degli impianti, personalizzandolo per ogni paziente. Tuttavia, nonostante questi progressi, la necessità di una valutazione accurata e approfondita dei pazienti al fine di offrire loro una soluzione personalizzata ai loro problemi rimane costante nel tempo.

1.1.1: Impianti nell'antichità

La storia degli impianti dentali risale a migliaia di anni fa, quando si tentava di ripristinare denti mancanti con oggetti come conchiglie, pietre preziose e addirittura denti animali. Civiltà antiche come l'Antico Egitto e le civiltà sudamericane realizzavano impianti dentali per sostituire i denti, che potevano essere posizionati dopo la morte, oppure inseriti durante la vita dei pazienti (Figura 1.2). Gli impianti erano realizzati utilizzando denti di animali o avorio intagliato. Si sollevano dubbi sulla effettiva durata e l'efficacia di questi impianti senza un probabile rischio di fallimento. Sempre in Egitto, sono stati trovati reperti di materiali come l'oro [1, 2], che veniva utilizzato per creare dei perni che venivano inseriti nel tessuto osseo (Figura 1.3).



Figura 1.2 Teschio maya con denti decorati con pietre preziose.



Figura 1.3 Ponte dentale dell'antico Egitto.

Nel corso dei secoli, sono stati compiuti numerosi progressi nella tecnologia degli impianti dentali, tuttavia l'implantologia moderna ha radici relativamente recenti. In Europa nel XVII secolo, veniva eseguita la sostituzione delle radici dei denti utilizzando una grande varietà di materiali e anche parti di animali. Nel secolo successivo, si tentò di trapiantare denti prelevati

da donatori che li vendevano a coloro che ne avevano bisogno. Tuttavia, questi trapianti non avevano successo a causa del rigetto. Nel XIX secolo, Shulman documentò le problematiche associate ai primi modelli di impianti dentali. Questi dispositivi, realizzati in oro o piombo, venivano inseriti negli alveoli estrattivi, ma anch'essi non raggiungevano risultati soddisfacenti [1, 3].

1.1.2: Il Novecento

Nel corso del XX secolo, gli impianti dentali hanno subito notevoli sviluppi e miglioramenti, aprendo nuove possibilità nella sostituzione dei denti mancanti. Durante questo periodo, visionari e innovatori hanno contribuito alla creazione di tecnologie implantari che hanno trasformato il campo dell'odontoiatria.

Nel 1913, Greenfield rivoluzionò il campo degli impianti dentali presentando un concetto innovativo: un impianto endosseo a forma di cestello realizzato in iridio con saldature in oro. Questa scoperta pionieristica consentiva la sostituzione di un singolo dente o di un'intera arcata dentale e richiedeva l'utilizzo di uno strumento di precisione noto come “trapano trephine” per il posizionamento accurato; quindi, l'impianto a forma di cestello veniva posizionato e caricato con una corona (Figura 1.4 A).

In seguito, nel 1938, Adams brevettò un'altra soluzione avanzata: un impianto cilindrico filettato submergibile, caratterizzato da una porzione gengivale liscia e un moncone per la guarigione. Questo design progettuale includeva una connessione di tipo “ball-hitch”, che permetteva l'applicazione di una sovrastruttura protesica simulava in modo efficace la funzione del legamento parodontale (il concetto è molto simile a diversi design attuali di protesi implantari) (Figura 1.4 B). Grazie all'uso di dispositivi metallici impiantati in altre parti del corpo, gli studiosi sono stati in grado di adattare e sviluppare materiali per gli impianti endossei. Nel medesimo periodo, i fratelli Strock utilizzarono una lega di cobalto-cromo-molibdeno (noto come Vitallium) per creare impianti endossei che venivano posizionati con filettatura in alveoli estrattivi freschi e coperti con osso autologo (Figura 1.4 C). Il paziente che fu il primo a ricevere questo tipo di impianto dentale godette di un'efficace funzionalità fino al momento del decesso nel 1955.

Queste significative evoluzioni stabilirono le basi per il progresso continuo degli impianti dentali nel corso del XX secolo, aprendo nuove possibilità nel ripristino della funzionalità e dell'estetica dentale.

Sono state sviluppate diverse varianti di design per gli impianti endossei, tra cui fili con pattern elicoidali e filettature simili a comuni viti per legno, tutti con diverse porzioni portanti per distribuire i carichi funzionali.

Nel tentativo di fornire una migliore funzione masticatoria per i pazienti edentuli, è stato sviluppato l'impianto sottoperiosteale in associazione allo sviluppo di materiali per le impronte. Questo design è stato utilizzato da Gustav Dahl intorno al 1940, per il ripristino della mascella e della mandibola (Figura 1.4 D). Successivamente venne sviluppata una variante del design sottoperiosteale con un approccio a due fasi, che coinvolgeva l'utilizzo di un'immagine dell'osso per la creazione personalizzata dell'impianto in laboratorio. Questo approccio ha guadagnato popolarità, ma problemi come il cedimento del telaio nell'osso a causa dei micromovimenti e la recessione gengivale hanno portato a un utilizzo limitato nell'era moderna. Sebbene siano stati riportati casi di successo a lungo termine, le complicazioni legate alla perdita ossea e al collasso dell'impianto hanno reso questo metodo obsoleto. Gli impianti endossei attualmente utilizzati, che offrono maggiore prevedibilità di successo clinico, hanno sostituito l'impianto sottoperiosteale [1].

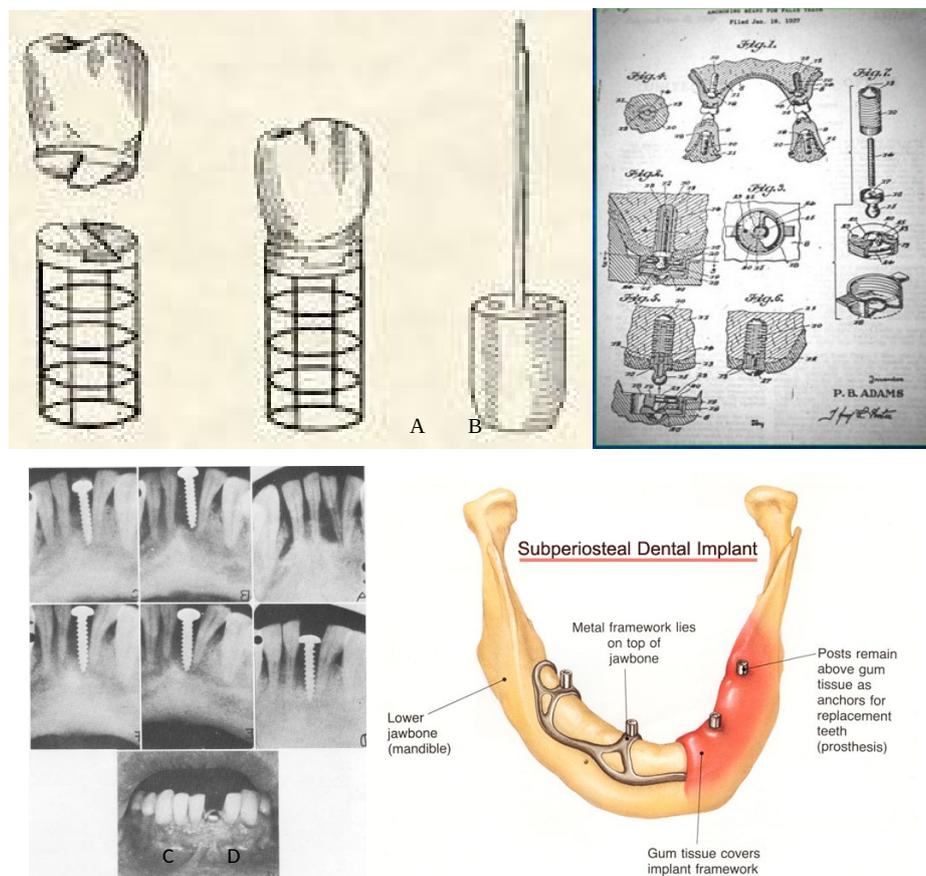


Figura 1.4 (A) Impianto di Greenfiel, (B) Impianto di Adams (sulla destra si può notare la connessione “ball-hitch”), (C) impianto dei fratelli Strock, (D) Impianto sottoperiosteale di Dahl.

Nel 1952, il professor svedese Per-Ingvar Branemark ha accidentalmente scoperto il potenziale di osteointegrazione, ovvero il processo di fusione ossea con un metallo, mentre studiava la circolazione del sangue nelle ossa. Durante uno dei suoi esperimenti, Branemark inserì un pezzo di titanio nella gamba di un coniglio e notò che l'osso si era saldato al metallo, rendendo impossibile rimuoverlo. Questa osservazione ha portato il professor Branemark a sviluppare l'idea di utilizzare il titanio per gli impianti dentali, poiché il materiale aveva dimostrato una notevole capacità di osteointegrazione, tecnologia che in seguito sarebbe diventata lo standard di riferimento per la sostituzione dei denti mancanti. Nel corso degli anni successivi, Branemark ha condotto ulteriori studi e ricerche per confermare l'efficacia del titanio come materiale per gli impianti dentali. Nel 1965 infatti, inserì il primo impianto dentale in titanio in una paziente, aprendo la strada all'uso di questi dispositivi come opzione terapeutica per la sostituzione dei denti mancanti [3, 4]. Nel corso degli anni '60, sono stati progettati impianti endossei con una varietà di sistemi di ritenzione. Ad esempio, venivano utilizzati aghi di titanio perforati nell'osso per emergere nell'area della corona desiderata: a quel punto i perni venivano piegati e fissati con resina. Anche la saldatura intraorale dei perni di titanio tra loro è stata utilizzata, ma i risultati a lungo termine non erano prevedibili.

La maggior parte dei design degli impianti negli anni '60 erano per sostituzione di singoli denti, costituiti da viti solide o da un design a cestello cavo. Questi impianti non creavano una connessione intima tra l'osso e l'impianto, ma sviluppavano una interfaccia fibrosa senza integrazione ossea, la cosiddetta "fibrointegrazione" (Figura 1.5) [5]. A metà degli anni '70 è stato introdotto un altro tipo di impianto, l'impianto trans-osseo, che veniva posizionato nell'osso anteriore della mandibola per supportare una sovrappiastra. Veniva eseguito un foro attraverso la corticale anteriore ed era possibile posizionare più di un impianto nel canale midollare. La maggior parte dei pazienti con impianti trans-ossei ha mostrato un'osteocostruzione all'interno dei fori dei perni, ma il problema era la formazione di fistole da spazi vuoti tra l'osso e l'impianto, portando alla mobilizzazione dell'impianto e al fallimento (Figura 1.6).



Figura 1.5 Presenza del tessuto fibroso tra l'osso e l'impianto.

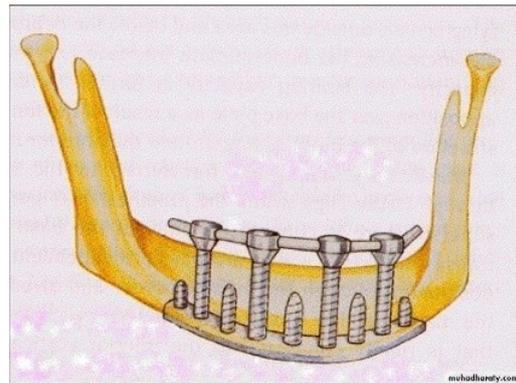


Figura 1.6 Impianto trans-osseo.

Nel 1987 vengono riportati studi sugli impianti a lama (Figura 1.7), per l'inserimento di questi impianti si utilizzavano trapani ad alta velocità per creare un canale in cui venivano posizionati e spinti nella posizione finale [1]. Tra i problemi clinici riportati si possono menzionare: il collasso apicale dell'impianto, con le eventuali complicazioni legate ai nervi, e la recessione gengivale con perdita ossea. Tuttavia, quando posizionati senza traumi all'osso, alcuni di questi impianti a lama sono ancora funzionanti pure dopo molti anni dal posizionamento.

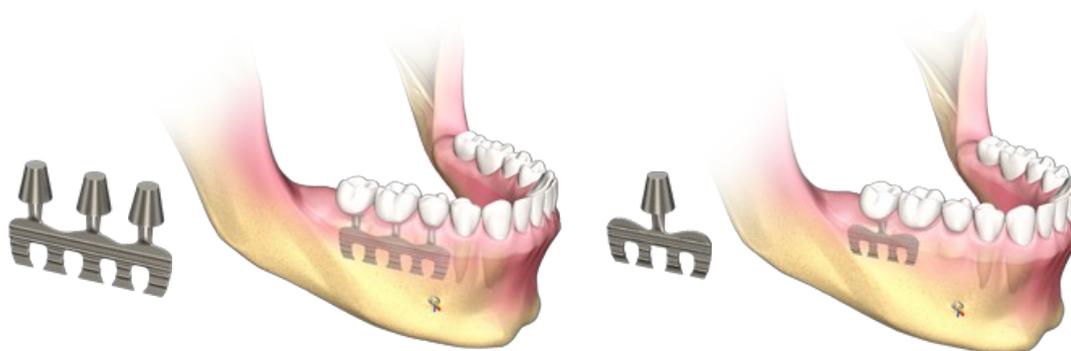


Figura 1.7 Impianti a lama.

Negli ultimi decenni, la tecnologia degli impianti dentali è avanzata notevolmente. I moderni impianti dentali sono realizzati in titanio o in leghe di titanio, che sono biocompatibili e consentono una solida integrazione con l'osso circostante. Le procedure di implantologia sono state perfezionate, consentendo un'installazione più precisa e meno invasiva degli impianti. Oggi, gli impianti dentali in titanio o leghe di titanio sono diventati lo standard di riferimento per la sostituzione dei denti mancanti. Offrono una soluzione a lungo termine, stabile e

funzionalmente efficace, per ripristinare una dentatura completa. Le moderne procedure di implantologia consentono un'installazione più precisa e meno invasiva degli impianti. Nel corso degli anni, grazie ai continui progressi e alle innovazioni, gli impianti dentali sono diventati un trattamento sempre più sofisticato e accessibile per molte persone in tutto il mondo. Inoltre, dato che la tecnologia degli impianti dentali continua a evolversi, grazie ai nuovi materiali e alle nuove tecniche, si può raggiungere una migliore qualità estetica e una guarigione più rapida. Ad esempio, gli impianti dentali in ceramica sono diventati sempre più popolari per la loro capacità di mimetizzarsi con i denti naturali.

1.2 Vantaggi e svantaggi degli impianti dentali

Gli impianti dentali rappresentano una soluzione altamente efficace per la sostituzione dei denti mancanti. Tuttavia, come ogni tecnologia medica, hanno sia vantaggi che svantaggi.

1.2.1 I vantaggi

In primo luogo, gli impianti dentali contribuiscono alla preservazione dell'osso mascellare, evitando la perdita ossea che può verificarsi quando i denti mancanti non vengono sostituiti [6]. Questo aspetto è fondamentale poiché la perdita ossea può causare problemi strutturali e compromettere l'integrità della mascella nel lungo termine. Inoltre, gli impianti dentali si distinguono per il loro notevole tasso di successo, con una percentuale che varia dal 95% al 98%, rendendoli una scelta superiore rispetto ad altre opzioni di trattamento.

Un altro aspetto fondamentale da considerare è la preservazione degli altri denti. A differenza di altre opzioni, come i ponti dentali, gli impianti dentali non richiedono la sottoposizione dei denti adiacenti a lavorazioni invasive o alla rimozione di tessuto sano. Vengono invece inseriti direttamente nell'osso mascellare, preservando la salute e l'integrità dei denti circostanti e mantenendo l'equilibrio dell'arcata dentale nel lungo termine.

Gli impianti dentali sono noti per la loro eccezionale durata, garantendo una funzionalità straordinaria a lungo termine quando curati e mantenuti correttamente [5]. Diversi studi hanno dimostrato un tasso di successo di circa il 96% a 10 anni e di circa l'85% a 15 anni dall'intervento [7, 8, 9]. Grazie alla loro solida integrazione con l'osso mascellare, gli impianti dentali ripristinano completamente la funzionalità masticatoria, consentendo di mordere, masticare e parlare in modo naturale e senza restrizioni. Rispetto ad altre opzioni protesiche, gli impianti dentali offrono una stabilità superiore e una distribuzione adeguata delle forze durante la masticazione, riducendo il rischio di danni ai denti circostanti e all'osso mascellare. Ciò permette ai pazienti di godere di una funzionalità ottimale e di un comfort duraturo.

Gli impianti dentali offrono anche notevoli vantaggi estetici (Figura 1.8). Queste soluzioni protesiche assomigliano ai denti naturali e migliorano significativamente l'aspetto del sorriso. Grazie alla loro integrazione con l'osso mascellare e alle corone personalizzate, gli impianti dentali ripristinano la forma, la dimensione e il colore dei denti mancanti, creando un sorriso esteticamente piacevole e naturale [5]. Questo contribuisce a ristabilire la fiducia e l'autostima dei pazienti, consentendo loro di sorridere senza timore e di godere di un aspetto complessivamente migliore. Infine, gli impianti dentali offrono un elevato livello di comfort. A differenza delle protesi mobili, gli impianti non causano fastidi o irritazioni. Non è necessario utilizzare adesivi o colle per mantenerli in posizione, rendendo l'esperienza più piacevole e naturale. È possibile godere di una sensazione simile a quella dei denti naturali, senza dover affrontare le preoccupazioni legate alle protesi tradizionali.



Figura 1.8 Differenza prima e dopo l'installazione di un impianto.

1.2.2 Gli svantaggi

Tra gli svantaggi principali degli impianti dentali vi sono il costo, i tempi di guarigione e le possibili complicanze.

Gli impianti dentali possono essere costosi rispetto ad altre opzioni di riparazione dei denti. Il prezzo può variare notevolmente in base al tipo di impianto, alla posizione del dente mancante

e alla presenza di complicazioni aggiuntive, come problemi ossei. In media, il costo di un singolo impianto dentale varia da \$3.000 a \$6.000 [8], ma in alcuni casi può raggiungere anche i \$15.000 se sono necessarie ulteriori procedure chirurgiche o di ricostruzione ossea. Per confronto, il costo di un ponte dentale può variare da \$500 a \$1.200 per ogni dente sostituito.

Un altro svantaggio da considerare sono i tempi di guarigione. La guarigione dopo la procedura di implantologia può richiedere da alcune settimane a diversi mesi [10], a seconda delle condizioni del paziente e del tipo di impianto utilizzato. Durante questo periodo, che richiede pazienza e cura, il paziente dovrà seguire una dieta morbida e limitare l'attività fisica per permettere all'impianto di integrarsi correttamente nell'osso mascellare. È possibile che si sperimenti dolore, gonfiore e difficoltà a masticare durante questo periodo [11].

Inoltre, come con qualsiasi intervento chirurgico, ci possono essere possibili complicanze. Alcune delle complicanze più comuni includono infezioni (Figura 1.9), irritazione delle gengive, fratture dell'impianto, fallimento dell'osso circostante, e reazioni avverse all'anestesia o al materiale utilizzato per gli impianti [5, 11, 12, 13]. È importante essere consapevoli di questi rischi potenziali e consultare attentamente il proprio dentista prima di procedere con l'intervento.

Nonostante questi svantaggi, molti pazienti riportano un miglioramento significativo della qualità della vita dopo aver scelto gli impianti dentali. Essi offrono maggiore sicurezza nel masticare e parlare, oltre a migliorare l'estetica dentale. Tuttavia, è fondamentale che i pazienti considerino attentamente i costi e i potenziali rischi prima di decidere se gli impianti dentali sono la soluzione migliore per le loro esigenze.



Figura 1.9 Caso di perimplantite, un'infezione attorno all'impianto.

Capitolo 2. Classificazione degli impianti dentali

Esistono diversi tipi di impianti dentali, che possono essere classificati in base a vari criteri, come la forma, la dimensione, il materiale, la superficie e la tecnologia utilizzata per la produzione. Si analizzano le principali classificazioni degli impianti dentali e le loro caratteristiche.

2.1 Classificazione degli impianti dentali per materiale

Il primo criterio di classificazione degli impianti dentali è il materiale con cui sono realizzati, che influisce sulle proprietà meccaniche, biologiche ed estetiche degli impianti e può determinare il loro successo o il loro fallimento. I materiali più utilizzati per gli impianti dentali sono il titanio con le sue leghe, e la zirconia.

2.1.1 La zirconia

La zirconia è un materiale ceramico, e quindi come tale gode di alcune proprietà. I motivi che portano a scegliere la zirconia come materiale per gli impianti dentali sono: l'elevata resistenza alle alte temperature, la resistenza all'usura, la biocompatibilità e infine il colore bianco. Tuttavia, si deve anche considerare che ha una bassa tenacità e fragilità.

La zirconia a temperatura ambiente è stabile nella sua fase monoclinica, che diventa tetragonale e cubica con l'aumentare della temperatura (Figura 2.1). Quando viene sinterizzata e poi portata a temperatura ambiente, la zirconia passa da fase tetragonale a monoclinica, e ciò determina la creazione di cricche per via della differenza di volume tra le due fasi associata ad una diminuzione nella resistenza meccanica.

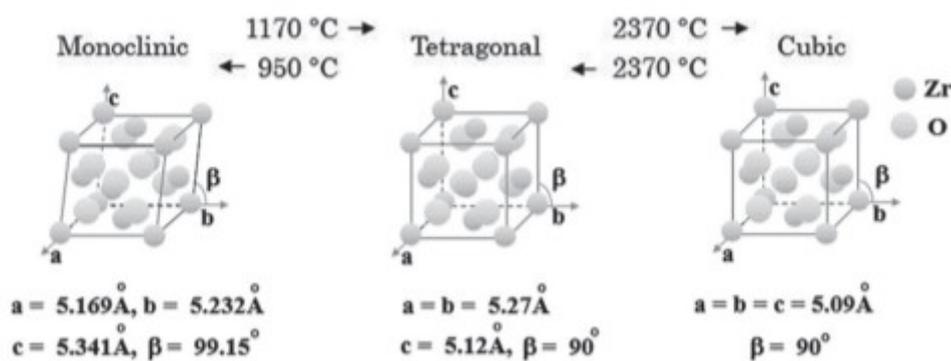


Figura 2.1 Le tre fasi della zirconia: monoclinica, tetragonale e cubica.

Questo ha portato i ricercatori a scoprire che, aggiungendo piccole quantità di stabilizzatori, come l'ossido di alluminio, magnesio, cerio e ittrio, è possibile stabilizzare la zirconia in fase tetragonale e cubica anche a temperatura ambiente, la superficie poi viene sabbiata o molata. Questa forma viene chiamata FSZ (*Fully stabilized zirconia*) e il procedimento con la quale si ottiene è noto come “tenacizzazione”. Sperimentalmente si è arrivati alla conclusione che la zirconia in fase tetragonale è ben più resistente alla rottura di quella in fase monoclinica, e questa caratteristica può migliorare se la zirconia viene stabilizzata in fase tetragonale con l'ittrio (Y-TZP). Il processo per il quale la zirconia torna in fase monoclinica, che si chiama “invecchiamento”, è dovuto a delle sollecitazioni o all'umidità: questo fenomeno è particolarmente dannoso perché causa il deterioramento del materiale, anche se l'influenza che comporta sulle sue proprietà meccaniche, rimane accettabile.

Dai test in vitro e in vivo [14], si può notare come la zirconia presenti una ottima resistenza all'invasione batterica.

Per quanto riguarda l'osteointegrazione della zirconia, ci sono studi che dimostrano come questa abbia una buona adesione ai tessuti molli, quasi al pari del titanio, anche se i dati non sono sufficienti per una comparazione definitiva; inoltre, sembrerebbe che gli esiti siano diversi a seconda della specie animale studiata [14].

In definitiva questo materiale, grazie anche alla sua resistenza alla flessione e alla minore probabilità di indurre ipersensibilità allergica, potrebbe essere il materiale per eccellenza per la creazione di ponti, monconi (Figura 2.2) e intarsi dentali.



Figura 2.2 Moncone in zirconia.

2.1.2 Il titanio

I metalli possiedono molte proprietà che li rendono altamente accettabili per la riparazione ossea. La loro resistenza alla trazione è piuttosto elevata, migliore di quella dei polimeri e notevolmente superiore a quella della maggior parte delle bioceramiche (l'eccezione è rappresentata dalla zirconia). I metalli sono molto tenaci, possiedono una buona resistenza alla fatica e hanno valori del modulo di Young molto vicini a quelli della ceramica [15].

Uno dei metalli più abbondanti e che viene utilizzato da più tempo in questo ambito è il titanio. A temperatura ambiente, questo metallo assume cella esagonale compatta (EC), chiamata fase α . Superati gli 883 °C passa alla cella cubica corpo centrato (CCC), chiamata fase β (Figura 2.3).

Quando si parla di titanio per gli impianti dentali, ci si può riferire a: titanio commercialmente puro (titanio in fase α) oppure lega di titanio. Il titanio commerciale (Ti CP) ha iniziato ad essere usato in ambito medico già dalla metà del secolo scorso quando, attraverso degli studi sugli animali, è stato dimostrato compatibile sia per le ossa che per i tessuti molli e presenta una buona resistenza alla corrosione in ambiente biologico.

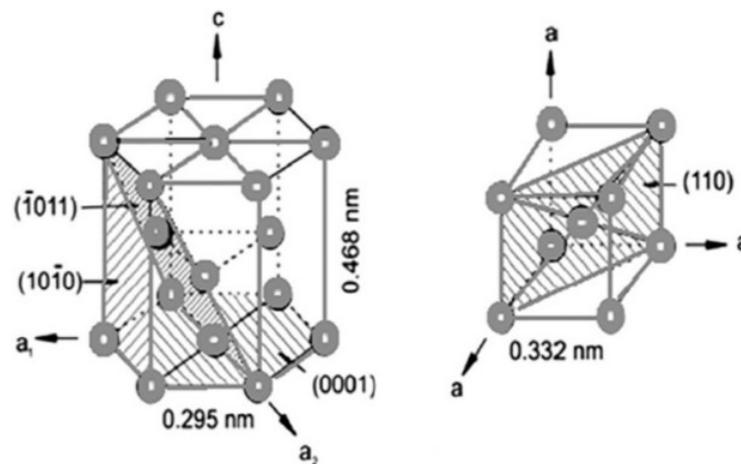


Figura 2.3 Le due forme allotropiche del titanio: cella EC e cella CCC.

Il Ti CP in realtà non è realmente puro, in quanto il titanio tende ad assorbire le impurità come ossigeno, carbonio e azoto; a seconda della percentuale di impurità e dalle sue proprietà meccaniche, questo può essere classificato in quattro diversi gradi di qualità (Tabella 2.1). Più alto è il numero di grado e il contenuto di impurità, maggiore è la resistenza alla trazione e la tensione di snervamento e minore è l'allungamento. Il Ti CP è utilizzato per applicazioni quali piastre protesiche maxillo-facciali [14].

Tabella 2.1 Composizione dei 4 gradi del titanio.

Material	N	C	H	Fe	O
ASTM Grade1	0.03	0.1	0.015	0.2	0.18
ASTM Grade2	0.03	0.1	0.015	0.3	0.25
ASTM Grade3	0.05	0.1	0.015	0.3	0.35
ASTM Grade4	0.05	0.1	0.015	0.5	0.40

Il Ti CP è particolarmente resistente alla corrosione, perché reagisce molto velocemente con l'ossigeno, generando sulla sua superficie uno strato di ossido di titanio. Per quanto riguarda l'adesione batterica del titanio puro, è allo stesso livello, o quasi, della zirconia.

La compatibilità del titanio commerciale con i tessuti duri è stata verificata da diversi studi [14], come quello sulla capacità di formazione di fosfato di calcio in fluidi corporei simulati, portando alla conferma che questo materiale è dotato di una eccellente capacità di osteointegrazione. Per quanto riguarda l'adesione degli impianti inseriti nei tessuti molli invece, si conferma allo stesso livello della zirconia.

Per molto tempo il titanio è stato considerato come inerte e sicuro per l'uso medico, infatti produce effetti collaterali minimi. Questo è uno dei motivi per il quale il titanio viene usato molto per la realizzazione di impianti protesici. Tuttavia, nessun metallo è completamente inerte in vivo, poiché può subire gli effetti della corrosione. Nel corso degli anni sono stati raccolti dati che indicano come gli ioni di titanio, disciolte all'interno dell'organismo, potrebbero essere dannosi, questi infatti si accumulano intorno agli impianti dentali, portando a un fenomeno di decolorazione. I pazienti con impianti dentali sono suscettibili allo sviluppo di allergie al titanio. Anche se la prevalenza è bassa, i pazienti che mostrano una risposta compatibile con l'allergia dopo l'intervento sono a rischio maggiore [14]

2.1.3 Leghe di titanio

Un'altra soluzione per la realizzazione degli impianti dentali è data dalle leghe di titanio. Il titanio è ampiamente utilizzato in diverse applicazioni grazie alla possibilità di modificare le sue proprietà utilizzandolo in lega con altri elementi. Le leghe di titanio sono suddivise in cinque categorie cristalline: α , "near α ", $\alpha + \beta$, "near β " e β . Gli elementi di lega sono classificati in tre gruppi a seconda della fase stabilizzata. Per stabilizzare le varie fasi cristalline sono stati utilizzati diversi stabilizzatori come Zr, O, Al, N, C. Il titanio CP viene

utilizzato per la sua superiore resistenza alla corrosione, soprattutto in applicazioni in cui l'alta resistenza non è prioritaria. L'aggiunta di questi elementi invece, migliora significativamente il carico di snervamento, la resistenza alla trazione e la durezza (Tabella 2.2) [15].

Queste leghe presentano una migliore biocompatibilità rispetto all'acciaio inossidabile e alle leghe a base di cobalto, ciò è dovuto all'eccellente resistenza alla corrosione del titanio.

La lega più utilizzata in applicazioni biomediche è sicuramente Ti6Al4V [16]; tuttavia, sono sorte delle preoccupazioni sull'uso dell'alluminio e del vanadio come alligati a causa dei loro effetti dannosi al momento del possibile rilascio. Sebbene la lega Ti6Al4V sia considerata altamente resistente alla corrosione, nessun materiale lo è completamente. Il rilascio di ioni può causare reazioni allergiche in alcuni casi: per questo motivo, sono stati effettuati degli studi per rimpiazzare il vanadio con elementi più sicuri, aggiungendo così il niobio, il tantalio e lo zirconio, l'afnio e il renio, che sono stati impiantati nei ratti e hanno mostrato una buona biocompatibilità [14, 15].

Tabella 2.2 Confronto carico a rottura del titanio e alcune sue leghe.

Implant type	Fatigue limit MPa (in 10^7 cycles)
CP-titanium	430
Ti-6Al-4V	500
Ti-6Al-7Nb	500-600
Ti-5Al-2.5Fe	580
Ti-13Nb-13Zr	500
Ti-12Mo-6Zr-2Fe	525

2.1.4 Altre soluzioni

Negli ultimi anni, sono stati introdotti nuovi materiali bioattivi per gli impianti dentali. Questi materiali, come l'idrossiapatite, promuovono l'integrazione ossea e la rigenerazione dei tessuti circostanti. Gli impianti bioattivi mirano a migliorare la guarigione e a favorire una maggiore stabilità a lungo termine. L'idrossiapatite ha dimostrato di favorire l'osteointegrazione, poiché la sua composizione chimica, simile a quella della matrice inorganica dell'osso, stimola la crescita e l'adesione delle cellule ossee. L'uso dell'idrossiapatite negli impianti dentali e nelle procedure di ricostruzione ossea aiuta a migliorare la compatibilità tra l'impianto e il tessuto osseo circostante. Promuove anche la rigenerazione ossea, fornendo una superficie che facilita l'adesione delle cellule ossee e la formazione di nuovo tessuto osseo. In alcuni studi in vivo su modello animale, sono state ricoperte delle superfici in zirconia con idrossiapatite (Figura 2.4), tramite la tecnica di “dip-

coating”: si è riscontrato che la zirconia rivestita ha ottenuto un’osteconduttività significativamente migliorata, rispetto alla zirconia non rivestita [17].

È stata inoltre condotta una ricerca sull’utilizzo dell’acido ialuronico per rivestire gli impianti in titanio. Si è scoperto che l’acido ialuronico legato a questi impianti, aiuta la crescita ossea e migliora la nucleazione di cristalli di idrossiapatite. Seppure i dati siano pochi, e quindi si sia ancora lontani dal poter utilizzare questo tipo di rivestimento sull’uomo, uno studio in Nuova Zelanda ha riscontrato che su modello animale, come ad esempio conigli, l’acido ialuronico ha favorito la fase di guarigione, organizzando meglio il coagulo del sangue sulla superficie in titanio [18].

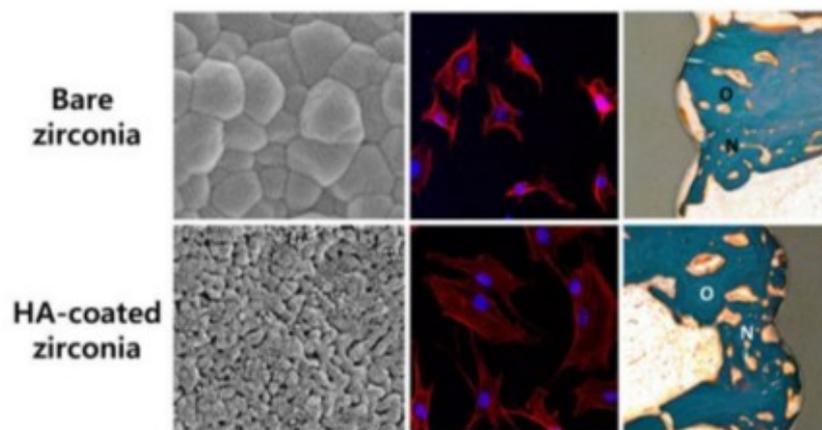


Figura 2.4 Confronto tra zirconia (sopra) e zirconia rivestita di idrossiapatite (sotto).

Oltre al titanio e alla zirconia sono stati sperimentati anche altri materiali per la realizzazione di monconi utilizzati negli impianti dentali. Recentemente, uno studio ha comparato questi due materiali insieme al polietere-etero-chetone-modificato (mPEEK), nitrato di titanio (TiN) e la lega cobalto-cromo (CoCr) (Figura 2.5). Tra questi, il TiN e l’mPEEK, hanno dimostrato eccellente biocompatibilità; anche gli altri materiali però sono stati considerati più che accettabili. Nessuno di questi ha raggiunto livelli di citotossicità preoccupanti, inoltre è stata riscontrata una correlazione negativa non significativa tra vitalità e citotossicità per tutti i materiali testati [19].

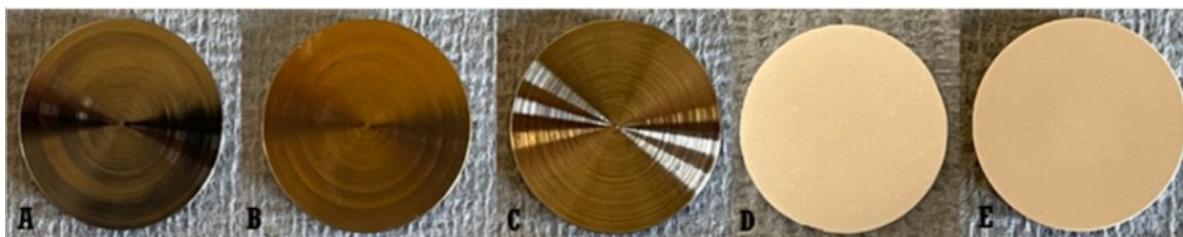


Figura 2.5 Dischi dei materiali (A: Ti; B: TiN; C: CoCr; D: ZrO₂; E: m-PEEK).

Bisogna anche considerare che gli impianti possono avere superfici diverse, in particolare ruvida o liscia. La rugosità dei biomateriali, che può generare un miglior contatto cellulare, o la loro bagnabilità, che migliora il contatto iniziale con il sangue, possono portare ad una miglior osteointegrazione [20]. Gli impianti lisci sono particolarmente utili perché riducono il rischio di essere affetti da peri-implantite, mentre quelli con superfici ruvide sono efficienti nell'evitare possibili fallimenti precoci dell'impianto [21, 22]. La maggior parte delle superfici attuali vengono lavorate mediante aggiunta o sottrazione, ad esempio vengono utilizzate tecniche come la sabbatura, l'incisione e l'anodizzazione.

2.2 Classificazione per forma

Per la creazione della vite di un impianto dentale, ci si ritrova a decidere tra due possibilità: impianto corto e impianto standard (Figura 2.6).



Figura 2.6: Esempi di impianti conici, cilindrici e corti.

Con impianti dentali corti, si intendono tutti quegli impianti con una lunghezza inferiore o uguale a 8 mm, mentre si indicano come impianti dentali standard tutti quelli con una lunghezza superiore [23]. Gli impianti corti sono tipicamente usati per tutte le situazioni

cliniche in cui manca un'adeguata porzione ossea per l'inserimento di una vite di lunghezza standard, ad esempio nella zona del seno mascellare, e non si vuole o non si può ricorrere al rialzo di quest'ultimo [24]. L'operazione per il rialzo del seno mascellare (Figura 2.7), può comportare diversi rischi, tra i più noti ci sono: infezione del seno, perforazione della membrana sinusale, sinusite ed emorragia. Per questo motivo non sempre viene consigliato di sottoporsi a questo intervento prima dell'applicazione di un impianto dentale [25]. Inoltre, facendo un confronto tra questi due diversi tipi di impianti, non è stata trovata una significativa differenza nella sopravvivenza generale degli impianti, nella perdita marginale dell'osso, nelle complicazioni e nei fallimenti delle protesi. Tuttavia con gli impianti corti sono molto maggiori i rischi di fallimento subito dopo l'innesto [23], mentre negli impianti standard sono state osservate più complicazioni biologiche in seguito all'operazione per il rialzo del seno mascellare [24, 26].

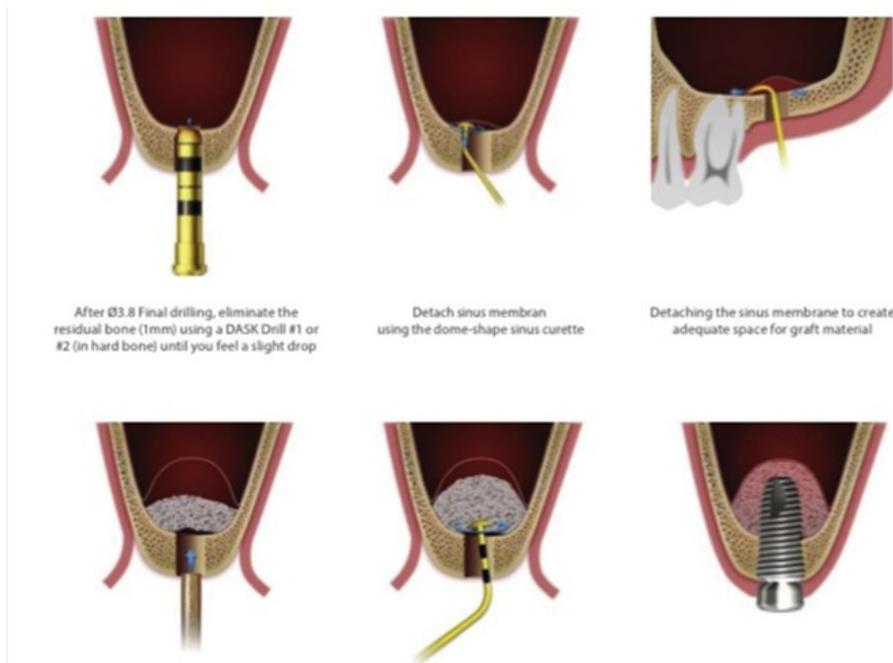


Figura 2.7: Rialzo seno mascellare con innesto osseo. Prima si deve trapanare l'osso e sollevare la membrana sinusale con una "curette" a cupola per fare spazio (sopra). Dopodiché viene inserito l'innesto osseo, il quale si fonderà con l'osso del paziente, creando una solida base per l'inserimento dell'impianto (sotto).

Gli impianti standard si possono suddividere in: cilindrici, ibridi e conici. A lungo sono stati condotti degli studi per quanto riguarda quale tra questi modelli sia il più affidabile e duraturo; nonostante questo, non sono emersi risultati significativi che diano una risposta definitiva. In uno studio in particolare è emerso che le viti a forma cilindrica e a forma conica forniscono entrambe ottimi risultati, mentre tra le viti coniche e ibride, queste ultime hanno avuto delle prestazioni leggermente inferiori [21, 27, 28]. A seconda dei test condotti però, i

risultati degli studi sono leggermente differenti: infatti in una comparazione tra impianto ibrido e conico inseriti nella mascella posteriore, non c'è stata alcuna differenza tra i risultati emersi [29], neanche usando la tecnica dell'osteodensificazione [30]. Va segnalato però che il dolore post-operatorio, dopo l'inserimento chirurgico nella mascella posteriore, è risultato nettamente inferiore nel caso di impianti conici rispetto a quelli cilindrici [31]. Questi studi arrivano alla conclusione che in generale l'impianto conico sia il più affidabile, ma non sono sufficienti a dare una conferma definitiva.

2.3 Classificazione per tempi di inserimento e di carico

I protocolli di inserimento più diffusi sono i seguenti:

- inserimento immediato dell'impianto (II): gli impianti dentali vengono inseriti nell'alveolo fresco lo stesso giorno dell'estrazione del dente;
- inserimento precoce degli impianti (IP): gli impianti dentali vengono inseriti durante la guarigione dei tessuti molli o dell'osso parziale, approssimativamente tra 10 giorni e 2 mesi dopo l'estrazione del dente;
- inserimento tardivo dell'impianto (IT): gli impianti dentali vengono inseriti dopo la completa guarigione dell'osso, da 3 mesi fino a oltre 6 mesi dopo l'estrazione del dente.

Per quanto riguarda il fissaggio della corona dentale alla radice artificiale, anche in questo caso può avvenire in vari modi:

- carico immediato (CI): gli impianti dentali vengono collegati alla corona entro 1 settimana dall'inserimento dell'impianto;
- carico precoce (CP): gli impianti dentali vengono collegati alla corona tra 1 settimana e 2 mesi dopo l'inserimento dell'impianto;
- carico convenzionale o tardivo (CT): gli impianti dentali possono richiedere un periodo di guarigione superiore a 2 mesi dopo l'inserimento dell'impianto prima di essere collegati alla corona.

Il 100% dei pazienti sottoposti al protocollo di inserimento convenzionale in combinazione con il carico immediato non ha sviluppato complicazioni [22, 32]. L'inserimento tardivo ha mostrato una percentuale di successo molto elevata anche con il carico convenzionale e una bassa perdita di osso marginale [22]. Tuttavia, tra tutte le 9 combinazioni possibili, l'unica che ha ottenuto tassi di successo inferiori al 90% è stata l'inserimento immediato con carico immediato, il quale ha presentato anche una perdita di osso decisamente superiore rispetto agli altri casi [32].

Sulla base degli attuali studi clinici randomizzati disponibili, confrontando i protocolli a carico immediato con quelli a carico convenzionale, indipendentemente dal tipo di impianto utilizzato (standard o corto), i risultati ottenuti hanno evidenziato un maggior rischio di insuccesso nel primo gruppo, pur non rilevando differenze nella variazione del livello di osso marginale [33]. Le altre combinazioni hanno registrato tassi di successo compresi tra il 90% e il 100%.

Non esistono prove sufficienti per affermare se l'inserimento e il carico siano più favorevoli o meno per gli impianti standard o corti [34]. In un confronto basato su 3 studi sull'influenza dell'inserimento immediato o tardivo dell'impianto, uno di questi ha riportato che il primo caso può portare a risultati estetici peggiori [22], mentre gli altri studi non hanno rilevato differenze sostanziali tra i vari casi. Per quanto riguarda i protocolli di carico immediato e convenzionale, il primo ha mostrato una differenza statisticamente significativa rispetto al secondo per quanto concerne la retrazione della mucosa medio-facciale.

Indipendentemente dal momento dell'inserimento e del carico degli impianti, quelli che prevedono il sollevamento del lembo hanno un tasso di sopravvivenza leggermente superiore rispetto a quelli inseriti senza lembo (Figura 2.8) [22]. Gli impianti inseriti immediatamente, con o senza procedure di aumento dell'osso, hanno mostrato tassi di sopravvivenza molto simili, sebbene quelli privi di operazioni preliminari hanno avuto un leggero vantaggio in termini di operazioni avvenute con successo [22]. Attraverso interviste condotte a tre mesi dall'intervento, è stato osservato che i pazienti esprimono una maggiore soddisfazione con le ricostruzioni implantari a carico immediato rispetto a quelle a carico precoce o ritardato.



Figura 2.8 Gengiva dopo un intervento, con lembo (sinistra); gengiva dopo un intervento, senza lembo (destra).

CAPITOLO 3. Fattori che influenzano il successo degli impianti dentali

Nonostante gli elevati tassi di sopravvivenza degli impianti dentali, ancora oggi si possono presentare diversi fallimenti, i quali hanno cause diverse a seconda che avvengano prima dell'applicazione del carico funzionale, nel qual caso prendono il nome di fallimenti precoci, oppure dopo l'applicazione del carico oclusale o la prima rimozione del moncone provvisorio (nei casi di carico implantare immediato): in questo caso vengono chiamati fallimenti tardivi (Figura 3.1) [35, 36].



Figura 3.1 Impianto dentale rimosso in seguito a fallimento.

3.1 Fattori che influenzano i fallimenti precoci

Tra le possibili cause di fallimento degli impianti dentali prima della connessione del moncone, tre fattori sembrano avere un effetto significativo: l'uso di farmaci antidepressivi, il fumo, la radioterapia [35, 37, 38].

3.1.1 Utilizzo di farmaci antidepressivi

L'utilizzo di farmaci antidepressivi è stato associato ad alterazioni nel metabolismo osseo, il che potrebbe interferire con l'osteointegrazione. Inoltre, è possibile che i meccanismi neuroendocrini della serotonina siano coinvolti nella regolazione dell'attività degli osteoclasti, poiché gli osteoclasti derivano da precursori di cellule ematopoietiche ed è stata stabilita una relazione tra osso e sistema immunitario. Sono stati effettuati numerosi studi che hanno rivelato la presenza funzionale della serotonina sia negli osteoblasti che negli osteoclasti; sono

stati quindi sollevati degli interrogativi riguardo all'effetto sul metabolismo osseo dei farmaci che influenzano il sistema di ricaptazione della serotonina [35, 38].

Da alcuni esperimenti condotti in vitro, si è potuto dimostrare che l'attività del trasportatore della serotonina è essenziale per il processo di differenziamento degli osteoclasti. Inoltre, l'utilizzo del farmaco antidepressivo chiamato "fluoxetina" a dosi molto basse ha portato ad un aumento della formazione di osteoclasti, mentre a dosi più elevate si è verificata una riduzione della formazione di queste cellule. Le ricerche in vivo hanno indicato effetti negativi della fluoxetina sull'architettura trabecolare e sulla densità minerale ossea nei topi. Inoltre, si è evidenziato che la serotonina agisce sugli osteoblasti, inibendone la proliferazione [35].

Questi studi su modelli animali suggeriscono che gli antidepressivi possano avere effetti negativi sulla massa ossea e suggeriscono che potrebbero influenzare direttamente lo scheletro attraverso l'inibizione farmacologica del trasportatore della serotonina. Per questo motivo, da un punto di vista clinico, sono stati suggeriti legami tra l'uso di antidepressivi e una diminuzione della densità minerale ossea negli esseri umani.

3.1.2 Il fumo

Dopo un'attenta valutazione di dati provenienti da diverse fonti, è stato riscontrato un notevole aumento della probabilità di fallimento degli impianti dentali nei fumatori rispetto ai non fumatori, stimato a 2,23 volte maggiore [35, 37]. Si ritiene che l'effetto della nicotina sull'osteogenesi e sull'angiogenesi sia il principale fattore correlato a questo aumento significativo di fallimenti nei fumatori. In particolare, per quanto riguarda gli effetti dell'osteogenesi, si è dimostrato che la nicotina inibisce l'espressione genica di alcune proteine, come ad esempio il VEGF, negli osteoblasti. Inoltre, è stato possibile appurare che sia l'osteogenesi che l'angiogenesi sono strettamente accoppiate durante la formazione dell'osso e che quest'ultima svolge un ruolo fondamentale nello sviluppo scheletrico e nella riparazione ossea [35].

Il fumo, che provoca effetti dannosi non solo sugli osteoblasti, ma anche sul microcircolo, può causare lesioni sulle pareti dei vasi e perdita di capillari, oltre ad alterazioni nella perfusione tissutale e nei suoi meccanismi di regolazione. L'esposizione alla nicotina ha effetti diretti sui vasi sanguigni, determinando vasocostrizione e venocostrizione sistemica, riducendo il flusso sanguigno e causando carenza di ossigeno e ischemia, che innescano una cascata angiogenica, la quale però non riesce a compensare l'effetto negativo della riduzione del flusso sanguigno, dovuto alla vasocostrizione. L'eccesso di VEGF, causato da ipossia e

ischemia, stimola l'angiogenesi e può compromettere la guarigione ossea, poiché un eccesso di VEGF può influenzare negativamente la formazione di tessuto osseo, promuovendo il differenziamento delle cellule staminali mesenchimali verso la linea endoteliale, riducendo così la disponibilità di cellule staminali per il differenziamento osteogenico. Inoltre, l'eccesso di VEGF può aumentare anche il reclutamento di osteoclasti nei siti di rigenerazione ossea, portando a un riassorbimento eccessivo dell'osso.

Non bisogna dimenticare che l'infiammazione svolge un ruolo cruciale per l'avvio del processo di guarigione dell'osso, ma la nicotina, avendo effetti antinfiammatori, influenza negativamente il processo di riparazione. Smettere di fumare per un paio di mesi, magari iniziando una settimana prima dell'operazione, potrebbe favorire la sopravvivenza dell'impianto, ma non sono stati ancora effettuati sufficienti studi per poterlo documentare [37].

3.1.3 La radioterapia

La radioterapia è fortemente associata a un aumento del rischio di fallimento dell'impianto dentale. Attraverso alcuni studi si è giunti alla conclusione che gli impianti inseriti in osso irradiato presentano tassi di fallimento 2-3 volte superiori; inoltre, è stato riportato che gli impianti inseriti in una mascella irradiata hanno un tasso di fallimento più elevato rispetto a quelli di una mandibola irradiata [37, 39]. L'osso irradiato risponde con varie alterazioni cellulari, vascolari e metaboliche che si verificano anche nelle zone limitrofe. Sono stati proposti diversi meccanismi plausibili per spiegare la risposta dell'osso all'irradiazione, tra cui l'alterazione della funzione degli osteoblasti e degli osteoclasti durante la riparazione e il rimodellamento dell'osso, la formazione e la successiva disgregazione di tessuti e la diminuzione del tasso di perfusione e di fibrosi dei tessuti [37]. Per molto tempo si è ritenuto che tali risposte fossero altamente variabili e in parte correlate alla dose di radiazioni somministrata. I ricercatori hanno suggerito che una dose frazionata sarebbe meglio tollerata di una singola esposizione allo stesso livello di intensità. Inoltre, ci si aspettava che il trattamento aggiuntivo con l'uso di ossigeno iperbarico (Hyperbaric Oxygen, HBO) aumentasse la capacità rigenerativa dei tessuti danneggiati dopo la radioterapia; tuttavia non sono state trovate prove solide a sostegno dell'uso dell'HBO per ridurre il fallimento degli impianti [37].

3.2 Fattori che influenzano il fallimento tardivo

Mentre il fallimento precoce degli impianti dentali viene rappresentato dalla mancata osteointegrazione, tipicamente per complicazioni biologiche, il fallimento tardivo è dovuto all'insuccesso della funzione degli impianti dentali o dell'osteointegrazione. In questi casi il fallimento tardivo può essere dovuto sia a complicazioni biologiche che meccaniche.

Quando si fa riferimento a complicanze biologiche, ci si riferisce a tutti quei casi che comportano il riassorbimento dei tessuti molli e duri, come la perimplantite (Figura 3.2); invece, i fallimenti causati ad esempio da una progettazione non idonea del carico implantare, con conseguente frattura dell'impianto, prendono il nome di complicazioni meccaniche [36, 40].

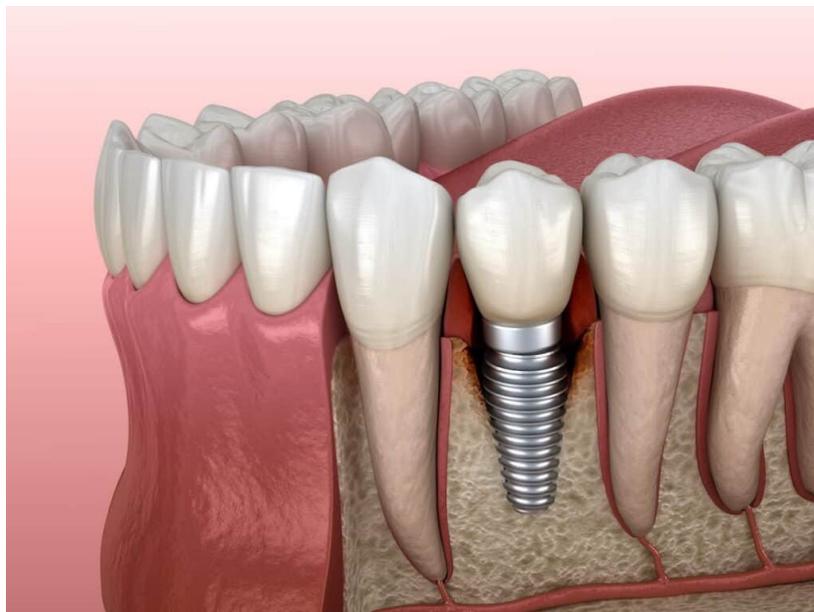


Figura 3.2 Rappresentazione di un caso di perimplantite.

Questa tipologia di fallimento è molto più complessa da gestire e di solito implica costi più alti per i pazienti, dal momento che si verifica ad inserimento terminato ed è associato ad una perdita ossea maggiore.

I fattori che possono influenzare il mantenimento dell'osteointegrazione dell'impianto possono essere suddivisi in tre macrogruppi: fattori dipendenti dalla salute paziente, fattori dipendenti dalle decisioni del chirurgo e i fattori clinici [36].

Tra le cause dipendenti dal paziente, è possibile riconoscere subito tutta la storia della salute orale, in particolare se si è stati affetti da parodontite è molto probabile che si possano verificare casi di perimplantite in seguito all'inserimento di un impianto (vedi Figura 3.1); inoltre, in uno studio è stato notato che tutti i pazienti che avevano subito un fallimento

tardivo, in precedenza erano incorsi in un fallimento precoce. Anche il bruxismo, che è una condizione molto diffusa tra la popolazione mondiale, può portare all'usura della protesi e causare la perdita dell'osso intorno all'impianto [40, 41].

Quando si parla degli errori da parte del medico, ci si riferisce alle cause di fallimento dovute all'applicazione di un impianto non compatibile con la porzione dell'osso disponibile, in particolar modo con gli impianti di lunghezza maggiore di 10 mm; oppure all'applicazione a due fasi, che sembrerebbe essere una causa significativa di fallimento tardivo tra gli impianti dentali, associata alla mancanza di follow-up del paziente dopo l'intervento [36].

Infine, i fattori clinici che tendono a causare il fallimento tardivo di un impianto includono la posizione dell'impianto all'interno della zona posteriore della mandibola, che è più soggetta a infezioni soprattutto negli impianti a superficie ruvida [40]. Se la qualità dell'osso è molto scarsa, come succede nelle ossa di tipo IV (ossa molto porose e con una quantità significativa di spazi vuoti nella struttura trabecolare), le probabilità di perimplantite, e successivamente il fallimento dell'impianto, sono decisamente superiori [36, 41].

3.3 Fattori sistemici che influenzano il fallimento dell'impianto

Oltre ai disturbi locali, a compromettere la sopravvivenza degli impianti dentali, esistono anche i fattori sistemici (Figura 3.3). Prima della procedura di installazione dell'impianto, andrebbero effettuati sui pazienti dei controlli preoperatori, per assicurarsi che tutti i fattori sistemici siano sotto controllo [38, 39].

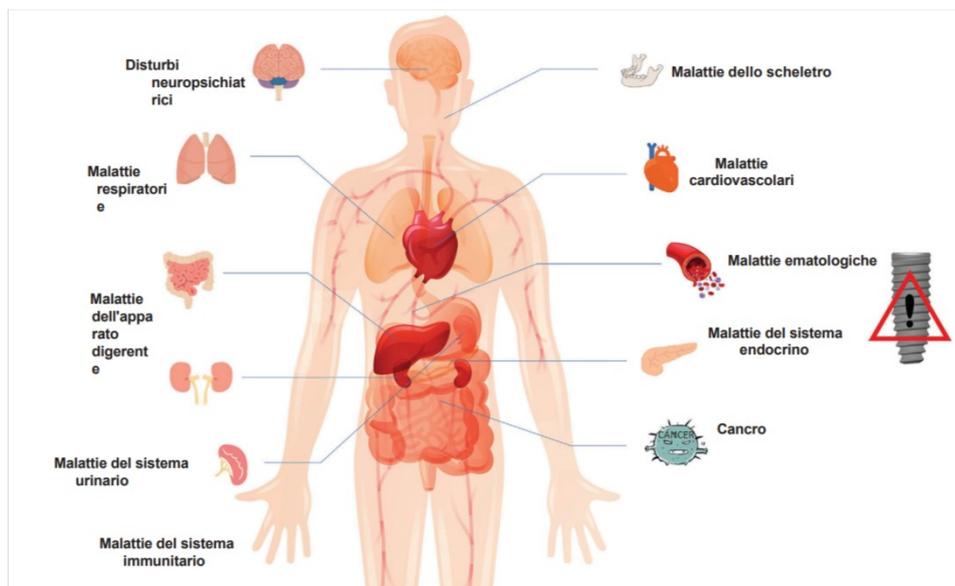


Figura 3.3 I fattori sistemici che possono compromettere gli impianti dentali.

Nel caso di pazienti con disturbi neuropsichiatrici, come ad esempio epilessia, demenza e schizofrenia, si ritiene che questi abbiano maggiore difficoltà a mantenere una buona igiene orale e che siano più predisposti a problemi del tessuto parodontale o dei tessuti molli (Figura 3.4). Per i pazienti affetti da epilessia, le protesi parziali fisse sono generalmente preferibili per evitare i danni causati dal distacco delle protesi in occasione delle crisi; inoltre, se una crisi dovesse avvenire durante l'intervento, il paziente potrebbe ingoiare o subire lacerazioni per via degli utensili. Nel caso di pazienti schizofrenici, o comunque con disturbo psicotico, essi potrebbero non comprendere i consigli medici e non riuscire a seguirli, causando il fallimento dell'impianto [39].



Figura 3.4 Fallimento di un impianto dentale a causa di mancata igiene orale.

Nel caso di persone con malattie respiratorie, come l'asma o la broncopneumopatia cronica ostruttiva (BCPO), viene richiesta molta attenzione durante l'intervento, in quanto l'ostruzione delle vie respiratorie può essere fatale, senza considerare che si dovrebbero evitare anestesie con adrenalina nel caso di BCPO, e di vasocostrittori nel caso di paziente asmatico.

Se si è affetti da malattie dell'apparato digerente, per via dell'insufficienza di fattori di coagulazione o cirrosi cistica, bisogna sempre essere pronti ad affrontare emorragie da varici esofagee, magari con il supporto di un gastroenterologo [39].

Le malattie del sistema immunitario non sono generalmente considerate una controindicazione assoluta al trattamento implantare. Infatti, malattie come l'AIDS non hanno un impatto sull'osteointegrazione degli impianti. Tuttavia non si può dire lo stesso per l'artrite reumatoide, che può causare emorragia e riassorbimento osseo marginale significativi; l'attività infiammatoria di questa patologia potrebbe venire aggravata dalla presenza di altre malattie dei tessuti connettivi, come la sclerodermia e la dermatomiosite [38, 39].

Le gravi patologie del sistema urinario possono comportare anomalie del metabolismo osseo, infezioni, emorragie e problemi cardiaci, rendendo necessaria un'accurata valutazione preoperatoria e una consultazione con un urologo prima dell'intervento implantare.

È stato riscontrato come l'osteoporosi aggravi il riassorbimento dell'osso alveolare, anche se non vi sono prove sufficienti a sostegno dell'effetto negativo che questa condizione ha sul tasso di successo e sopravvivenza degli impianti dentali [39].

Le malattie cardiovascolari rappresentano un rischio per l'operazione di impianto dentale e possono influenzare l'osteointegrazione: ad esempio, l'ipertensione può aumentare il rischio di sanguinamento ed ematomi durante e dopo il trattamento implantare [38, 39]. Anche le malattie ematologiche comportano rischi di emorragie non gestibili durante e dopo il trattamento implantare: in questi casi la sedazione preoperatoria può risultare utile. Tuttavia, grazie allo sviluppo di farmaci a bersaglio molecolare, si è resa possibile l'implantologia dentale in pazienti con leucemia mieloide cronica sotto controllo [39].

Disturbi tipici dei pazienti con malattie del sistema endocrino, come il diabete mellito e l'ipertiroidismo, possono influenzare la guarigione delle ferite e l'osteointegrazione degli impianti dentali, questo a causa della compromissione delle ghiandole endocrine, degli ormoni e dei recettori [38, 41]. Per evitare complicazioni intra e post-operatorie e non riscontrare problematiche durante il processo di guarigione, andrebbe controllato il livello glicemico nei pazienti diabetici prima dell'intervento, mentre per quelli affetti dal morbo di Addison, andrebbe monitorato il livello di cortisolo, somministrando delle dosi supplementari ai pazienti che assumono corticosteroidi a lungo termine [39].

Infine, nei pazienti affetti di cancro, la chemioterapia può compromettere la guarigione ossea, influenzare il metabolismo e le proprietà biomeccaniche dell'osso: di conseguenza è sconsigliato l'intervento di applicazione degli impianti dentali [39].

Conclusioni

Nel corso di questo studio sugli impianti dentali, è stato possibile presentare una panoramica estesa sull'interazione tra ricerca scientifica, tecnologia e medicina per rispondere alle sfide della riabilitazione orale. L'analisi ha esplorato gli elementi centrali che determinano il successo degli interventi di installazione degli impianti dentali, concentrandosi sull'osteointegrazione, sulla rilevanza di variabili cliniche e sull'influenza dei fattori sistemici. La ricerca ha messo in luce l'importanza dei materiali e delle superfici degli impianti e le complessità biologiche che caratterizzano l'interazione con il tessuto osseo, l'analisi dei fattori di rischio ha rivelato come elementi quali l'uso di farmaci antidepressivi, il fumo e la radioterapia, possano compromettere il risultato degli interventi di implantologia orale.

L'attenzione si è estesa oltre il campo specifico dell'implantologia, esplorando l'interazione tra la presenza di patologie sistemiche e il successo degli impianti; di conseguenza, si è rivelata necessaria una valutazione personalizzata del paziente prima di procedere con l'installazione del dispositivo.

In sintesi, questa ricerca ha evidenziato che il successo degli impianti dentali si basa su un'integrazione sinergica tra il progresso scientifico, la competenza chirurgica e l'attenta valutazione delle caratteristiche del singolo paziente. L'odontoiatria moderna offre soluzioni mirate e sempre più durature, mettendo al primo posto il benessere e la qualità della vita dei pazienti che cercano miglioramenti in termini di funzionalità e aspetto estetico della bocca.

Bibliografia

- 1) M. S. Block (2018). Dental Implants: The Last 100 Years. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 76(1), 11–26.
- 2) A. N. Cranin (2006). Icons of dentistry: Dr Leon Eisenbud. *The Journal of Oral Implantology*, 32(2), 53–54.
- 3) C. M. Abraham. (2014). A Brief Historical Perspective on Dental Implants, Their Surface Coatings and Treatments. *The Open Dentistry Journal*, 8, 50–55.
- 4) T. Albrektsson, C. Johansson (2001). Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *European Spine Journal*, 10 Suppl 2, S96–S101.
- 5) T. Albrektsson, G. Zarb, P. Worthington, A. R. Eriksson (1986). The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.*; 1, 11–25.
- 6) G. A. Zarb, T. Albrektsson (1998). Consensus report: towards optimized treatment outcomes for dental implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(6), 641.
- 7) S. Annibali, M. P. Cristalli, D. Dell'Aquila, I. Bignozzi, G. La Monaca, A. Pilloni (2012). Short dental implants: A systematic review. *Journal of Dental Research*, 91(1), 25–32.
- 8) R. Vogel, J. Smith-Palmer, W. Valentine (2013). Evaluating the Health Economic Implications and Cost-Effectiveness of Dental Implants: A Literature Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(2), 343–356.
- 9) L. Adler, K. Buhlin, L. Jansson (2020). Survival and complications: A 9- to 15-year retrospective follow-up of dental implant therapy. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(1), 67-77
- 10) A. Funato, M. Yamada, T. Ogawa (2013). Success Rate, Healing Time, and Implant Stability of Photofunctionalized Dental Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 28(5), 1261–1271
- 11) B. R. Chrcanovic, T. Albrektsson, A. Wennerberg (2014). Reasons for failures of oral implants. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(6), 443–476.
- 12) P. C. R. Conti, L. Rigoldi Bonjardim, J. Stuginski-Barbosa, Y. M. Costa, P. Svensson (2021). Pain complications of oral implants: Is that an issue? *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(2), 195–206.
- 13) S. J. Froum (2010). *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment* (Vol. 1). Blackwell Publishing Ltd;

- 14) T. Hanawa (2020) Zirconia versus titanium in dentistry: A review. *Dent Mater J.*, 39(1), 24-36
- 15) M. Kaur, K Singh (2019) Review on titanium and titanium based alloys as biomaterials for orthopaedic applications., *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.*,102, 844-862.
- 16) C. Di Bello, A. Bagno (2016) Biomateriali. Dalla scienza dei materiali alle applicazioni cliniche, *Patron Editore*, Seconda edizione, 372
- 17) J. Kim, IG. Kang, KH. Cheon, S. Lee, S. Park, HE. Kim, CM. Han (2021) Stable sol-gel hydroxyapatite coating on zirconia dental implant for improved osseointegration. *J Mater Sci Mater Med.*, 32(7), 81
- 18) G. Cervino, A. Meto, L. Fiorillo, A. Odorici, A. Meto, C. D'Amico, G. Oteri, M. Ciccì (2021) Surface Treatment of the Dental Implant with Hyaluronic Acid: An Overview of Recent Data. *Int J Environ Res Public Health.*, 18(9),4670.
- 19) M. A. Osman, R. A. Alamoush, E. Kushnerev, K. G. Seymour, S. Shawcross, J. M. Yates (2022) Human osteoblasts response to different dental implant abutment materials: An in-vitro study. *Dent Mater.*, 38(9), 1547-1557
- 20) F. Rupp, L. Liang, J. Geis-Gerstorf, L. Scheideler, F. Hüttig (2018). Surface characteristics of dental implants: A review, *Dent Mater*; 34(1):40-57
- 21) M. Esposito, Y. Ardebili, H. V. Worthington (2014). Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants (Review), *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7), 1-95
- 22) N. Donos, N. V. Asche, A. N. Akbar, H. Francisco, O. Gonzales, K. Gotfredsen, R. Haas, A. Happe, N. Leow, J. M. Navarro, T. Ornekol, M. Payer, F. Renouard, H. Schliephake (2021). Impact of timing of dental implant placement and loading: Summary and consensus statements of group 1—The 6th EAO Consensus Conference 2021, *Clin Oral Implants Res*; 32 Suppl 21:85-92
- 23) C. A. Lemos, M. L. Ferro-Alves, R. Okamoto, M. R. Mendonça, E. P. Pellizzer (2016). Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: A systematic review and meta-analysis, *J Dent.*; 47:8-17
- 24) R. S. Cruz, C. A. Lemos, V. E. S. Batista, H. F. F. E. Oliveira, J. M. L. Gomes, E. P. Pellizzer, F. R. Verri (2018). Short implants versus longer implants with maxillary sinus lift. A systematic review and meta-analysis, *Braz Oral Res.*; 32:e86, 1-14

- 25) N. Bhalla, H. Dym (2021). Update on Maxillary Sinus Augmentation, *Dent Clin North Am.*; 65(1):197-210
- 26) H. Wu, Q. Shi, Y. Huang, P. Chang, N. Huo, Y. Jiang, J. Wang (2021). Failure Risk of Short Dental Implants Under Immediate Loading: A Meta-Analysis, *J Prosthodont.*; 30(7):569-580
- 27) C. N. Elias, F. A. Rochaa , A. L. Nascimentoa , P. G. Coelhob (2012). Influence of implant shape, surface morphology, surgical technique and bone quality on the primary stability of dental implants, *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 16, 169-180
- 28) J. Sakoh, U. Wahlmann, E. Stender, R. Nat, B. Al-Nawas, W. Wagner (2006). Primary Stability of a Conical Implant and a Hybrid, Cylindric Screw-Type Implant In Vitro, *Int J Oral Maxillofac Implants*; 21(4):560-6.
- 29) M. Alshehri, F. Alshehri (2016). Influence of Implant Shape (Tapered vs Cylindrical) on the Survival of Dental Implants Placed in the Posterior Maxilla: A Systematic Review, *Implant Dent.*; 25(6):855-860
- 30) A. S. Almutairi, M. A. Walid, M. A. Alkhodary (2018). The effect of osseodensification and different thread designs on the dental implant primary stability. *F1000Res*; 7:1898
- 31) S. Samieirad, V. Mianbandi, F. Shiezhadeh, M. Hosseini-Abrishami, E. Tohidi (2019). Tapered Vs Cylindrical Implant: Which Shape Inflicts Less Pain after Dental Implant Surgery? A Clinical Trial, *J Oral Maxillofac Surg.*; 77(7):1381-1388
- 32) L. L. Aiquel, J. Pitta, G. N. Antonoglou, I. Mischak, I. Sailer, M. Payer (2021). Does the timing of implant placement and loading influence biological outcomes of implant-supported multiple-unit fixed dental prosthesis—A systematic review with meta-analyses, *Clin Oral Implants Res*; 32 Suppl 21(Suppl 21):5-27.
- 33) J. Chen, M. Cai, J. Yang, T. Aldhohrah, Y. Wang (2019). Immediate versus early or conventional loading dental implants with fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials, *J Prosthet Dent*; 122(6):516-536
- 34) H. Wu, Q. Shi, Y. Huang, P. Chang, N. Huo, Y. Jiang, J. Wang (2021). Failure Risk of Short Dental Implants Under Immediate Loading: A Meta-Analysis, *J Prosthodont.*; 30(7):569-580
- 35) B. R. Chrcanovic, J. Kisch, T. Albrektsson, A. Wennerberg (2016) Factors Influencing Early Dental Implant Failures. *J Dent Res.*, 95(9), 995-1002

- 36) T. A. Do, H S. Le, YW. Shen, HL. Huang, LJ. Fuh (2020) Risk Factors related to Late Failure of Dental Implant—A Systematic Review of Recent Studies. *Int J Environ Res Public Health.*; 17(11), 3931
- 37) H. Chen, N. Liu, X. Xu, X. Qu, E. Lu (2013) Smoking, radiotherapy, Diabetes and Osteoporosis as Risk Factors for Dental Implant Failure: A Meta-Analysis. *LoS One.*; 8(8), e71955
- 38) I. Darby (2022) Risk factors for periodontitis & peri-implantitis. *Periodontol 2000.*; 90(1), 9-12
- 39) H. Yu, A. Zhou, J. Liu, Y. Tang, Q. Yuan, Y. Man, L. Xiang. (2021) Management of systemic risk factors ahead of dental implant therapy: A beard well lathered is half shaved. *J Leukoc Biol.*; 110(3), 591-604
- 40) O. Camps-Font, P. Martín-Fatás, A. Clé-Ovejero, R. Figueiredo, C. Gay-Escoda, E. Valmaseda-Castellón (2018) Postoperative infections after dental implant placement: Variables associated with increased risk of failure. *J Periodontol.*; 89(10), 1165-1173
- 41) R. Smeets, A. Henningsen, O. Jung, M. Heiland, C. Hammächer, J. M. Stein (2014) Definition, etiology, prevention and treatment of peri-implantitis – a review. *Head Face Med.*; 10, 34