



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

---

Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Odontoiatria e  
Protesi Dentaria

Presidente: Prof. Angelo Putignano

**VALUTAZIONE DELLA FUNZIONE MASTICATORIA DI  
PAZIENTI AFFETTI DA PARODONTITE DI STADIO IV  
RIABILITATI CON PROTESI FISSA**

Relatore: Chiar.mo  
**Prof. Giorgio Giulio  
Lorenzo Rappelli**

Tesi di Laurea di:  
**Violasole Celotti**

Correlatore: Chiar.mo  
**Prof. Mauro Merli  
Dott. Luca Aquilanti**

A.A. 2021/2022



## ***Indice***

### **Introduzione**

#### **1. L'apparato stomatognatico**

- 1.1 L'articolazione temporo-mandibolare
- 1.2 I muscoli masticatori
- 1.3 I denti
- 1.4 Il tavolo occlusale e gli schemi occlusali
- 1.5 I rapporti interarcata

#### **2. La meccanica masticatoria**

- 2.1 La biomeccanica articolare
- 2.2 Il movimento mandibolare
- 2.3 Il ciclo masticatorio
- 2.4 I movimenti linguali
- 2.5 Il sistema neuro-muscolare

#### **3. La compromissione della funzione orale**

- 3.1 Gli aspetti funzionali
- 3.2 Gli aspetti sociali e psicologici
- 3.3 Gli approcci riabilitativi

#### **4. La valutazione della performance masticatoria**

- 4.1 L'efficienza e la performance masticatoria
- 4.2 Il test di frammentazione
- 4.3 Il test di capacità di miscelazione
- 4.4 Il test di autovalutazione

#### **5. Valutazione della funzione masticatoria di pazienti affetti da parodontite di Stadio IV riabilitati con protesi fissa**

5.1 Introduzione e obiettivo dello studio

5.2 Materiali e metodi

5.3 Risultati

5.4 Discussione

5.5 Conclusione

## **Bibliografia**

## **Introduzione**

La valutazione dell'efficienza masticatoria dovrebbe rappresentare uno strumento di indagine abituale a completamento dell'esame obiettivo normalmente eseguito in uno studio odontoiatrico. Ciononostante, tale analisi non viene tuttora presa in considerazione come parte integrante di una prima visita.

Questo studio vuole dimostrare e in seguito porre l'accento su quanto sia importante intercettare un'eventuale disfunzione masticatoria al fine di salvaguardare la salute orale e generale del paziente.

La base di partenza deve essere un'approfondita conoscenza delle peculiarità anatomiche e fisiologiche dell'apparato stomatognatico e della cinematica masticatoria.

Si analizzeranno quindi nel dettaglio gli effetti che la perdita degli elementi dentali comporta sia a livello del distretto orale sia a livello sistemico.

Nel paziente anziano, ad esempio, l'alterazione della funzione orale è strettamente correlata alla malnutrizione, ad un peggioramento del quadro clinico generale e ad una maggiore suscettibilità allo sviluppo di deficit cognitivi, demenza e depressione.

Un aspetto da non trascurare sono anche le modificazioni estetiche con conseguenti ripercussioni negative sulle relazioni sociali e peggioramento della qualità di vita.

Stabilita l'importanza a 360° della performance masticatoria, si metteranno poi in evidenza i molteplici studi presenti in letteratura condotti al fine di validare una metodica di valutazione oggettiva e ripetibile. Il test di capacità di miscelazione di un chewing-gum bicolore si è dimostrato in questo senso come il più affidabile, unitamente alla facilità di esecuzione. Tali caratteristiche lo promuovono quindi a metodo ideale, in vista del raggiungimento di un utilizzo routinario.

Tutto ciò premesso, il nostro obiettivo sarà infine confermare l'esigenza e la fattibilità della valutazione della funzione orale attraverso la comparazione tra la condizione pre e post riabilitativa.

## **1. L'apparato stomatognatico**

Il tema della valutazione della performance masticatoria non può essere razionalmente affrontato senza prima analizzare gli elementi anatomici e funzionali che condizionano e limitano il movimento mandibolare.

L'apparato stomatognatico comprende le strutture ossee, articolari, muscolari, vascolari e nervose che partecipano sinergicamente alle funzioni fisiologiche della masticazione, deglutizione, fonazione, respirazione (complementare alle vie aeree superiori). L'azione coordinata di questi organi, in particolare, consente di scomporre il cibo in particelle più piccole nella bocca prima di passare ulteriormente nel sistema digestivo.

L'articolazione temporomandibolare, i muscoli masticatori e le arcate dentarie sono i determinanti anatomici dell'apparato mentre le azioni e le interazioni sono coordinate dal sistema nervoso centrale, che è il quarto determinante.

Le due articolazioni temporomandibolari, le strutture dento-scheletriche e il sistema neuromuscolare della testa e del collo costituiscono l'entità dinamico-funzionale dell'apparato stomatognatico. Ciò che concilia i tre fattori è l'adattamento sebbene ognuno ha un proprio limite che non può essere superato pena lo squilibrio del sistema e quindi la patologia.

### **1.1 L'articolazione temporo-mandibolare**

L'articolazione temporomandibolare (ATM) è il meccanismo guida responsabile del movimento mandibolare ed è il sistema articolare più complesso del corpo umano.

Viene classificata come una diartrosi condiloidea doppia completa, formata da due articolazioni sovrapposte, indipendenti tra loro e interagenti nei più svariati movimenti della mandibola. È una diartrosi doppia poiché tra le superfici articolari è interposto un disco articolare che divide la cavità articolare in due parti separate: l'articolazione tra la fossa glenoide e la superficie superiore del

disco e l'articolazione tra la faccia inferiore del disco e la testa del condilo mandibolare. Le superfici sono di forma ellissoidale: l'una è concava e l'altra è convessa <sup>1</sup>.

Gli elementi costitutivi dell'ATM sono i condili, le fosse glenoidee, il disco articolare, la zona bilaminare, la capsula articolare e i legamenti.

La superficie mandibolare dell'articolazione è costituita dalla parte anteriore della testa del condilo. La forma e le dimensioni presentano una notevole variabilità da soggetto a soggetto. Il condilo è di forma ellissoidale, molto convessa in senso antero-posteriore e soltanto leggermente convessa in senso medio-laterale, con l'asse maggiore diretto distalmente e mediamente in modo tale che gli assi maggiori dei due condili convergono posteriormente. La superficie articolare consta di un versante antero-posteriore ed un versante postero-superiore, spesso divisi da una cresta trasversale. È ricoperta da fibrocartilagine che si compone di quattro strati: la zona di tessuto connettivo fibroso, la zona di proliferazione con cellule connettivali non differenziate, la zona di fibrocartilagine vera e propria e la zona di ossificazione encondrale <sup>1</sup>.

La superficie articolare dell'osso temporale è composta in direzione antero-posteriore dal processo retro-glenoideo, da una parte concava rappresentata dalla fossa mandibolare o glenoidea e da una parte anteriore convessa che è il tubercolo articolare o eminenza articolare. Nella parte posteriore della fossa si trovano lateralmente la fessura squamo-timpanica, medialmente la fessura petro-squamosa e petro-timpanica in cui si inseriscono lo strato superiore della zona bilaminare e la capsula articolare.

Il disco articolare è interposto tra la cavità glenoide e il condilo, con la funzione di rendere perfettamente congruenti le due superfici articolari discordanti, ammortizzare i carichi e prevenirne l'usura. È una struttura ellissoidale, di forma grossolanamente biconcava e può essere diviso dal punto di vista anatomico in tre zone: parte anteriore, intermedia e posteriore. La porzione posteriore è la più spessa (2,7 mm) rispetto all'anteriore (2 mm) e alla parte centrale (1 mm); la



porzione superiore è concava anteriormente per accogliere il condilo temporale, l'inferiore invece aderisce alla superficie anteriore del condilo, mentre la porzione intermedia rappresenta la superficie articolare del condilo. Si tratta di una banda di tessuto connettivo fibroso collagene denso, con le fibre orientate in tutte le direzioni, che nella zona centrale appare ialino, non vascolarizzato né innervato, eccetto che nelle zone periferiche. La matrice extracellulare è composta da collagene di tipo I e II; tra i fasci di fibre collagene del disco si possono trovare cellule cartilaginee. Ha una superficie liscia, le parti periferiche sono rivestite da una membrana sinoviale ma manca di rivestimento sinoviale ben definito. Il legamento retrodiscale superiore unisce il margine posteriore del disco con l'osso temporale mentre il legamento retrodiscale inferiore unisce il disco alla parte posteriore del condilo. Questi legamenti trattengono il disco sul condilo che forma le due cavità articolari, due compartimenti ben distinti, sia anatomicamente che funzionalmente, dotati ciascuno di una propria cavità sinoviale:

- 1) un comparto sinoviale inferiore “condilo-discale” o “disco-condiloideo” con funzione di rotazione;
- 2) un comparto sinoviale superiore “temporo-discale” o “disco-temporale”, più ampia di quella inferiore, con funzione di traslazione <sup>2</sup>.

Sulle superfici articolari è osservabile la membrana sinoviale che è attaccata alla circonferenza del disco e forma piccole pieghe e villi sui margini distali e laterali del disco, che sporgono nella cavità dell'articolazione. C'è anche una piccola quantità di liquido sinoviale. Posteriormente il disco si continua nella zona bilaminare e con il connettivo della capsula articolare mentre anteriormente è in rapporto con il tendine del capo superiore del muscolo pterigoideo esterno e con la capsula articolare che in questa zona è estremamente lassa. È in sostanza un cuscinetto adattabile nella forma che può muoversi sia in avanti che indietro. I legamenti discali esterno ed interno collegano i margini esterno ed interno del disco ai poli del condilo; per questo motivo, il disco segue il condilo durante i

suoi movimenti che quindi sono passivi, ad eccezione di quelli più ampi e regolati dal fascio superiore dello pterigoideo esterno.

La zona bilaminare è la parte dorsale dell'ATM, situata posteriormente al disco articolare e lo trattiene sia al condilo sia alla cavità glenoidea. È così chiamata perché formata da due ispessimenti fibrosi laminari, uno superiore ed uno inferiore, delimitanti il tessuto retrodiscale, che è tessuto connettivo lasso, vascolarizzato e riccamente innervato. È ricca di terminazioni nervose, cellule adipose, ma soprattutto di vasi venosi che si riempiono e si svuotano compensando i movimenti condilari. La membrana sinoviale ricopre le lamine, perciò il tessuto retrodiscale risulta produttore di liquido sinoviale essenziale per il funzionamento dell'articolazione; assicura infatti scambi metabolici e nutrizionali e lubrifica le superfici articolari. Troviamo infine numerose fibre elastiche che presentano un ruolo meccanico di antagonista passivo all'azione del capo superiore dello pterigoideo esterno. Servono a limitare lo spostamento anteriore del disco e del condilo durante il movimento di apertura della bocca; essa riconduce il disco in posizione corretta al momento della chiusura.

La capsula articolare avvolge e circonda tutta l'articolazione temporo-mandibolare. Si inserisce superiormente al contorno anteriore del tubercolo articolare e, nella fossa mandibolare, al davanti della fessura petro-timpanica e inferiormente al collo della mandibola dove si fonde col periostio. Anteriormente la capsula articolare è mal definita e connessa senza ordine con il disco articolare; posteriormente è più sottile ma senza una disposizione funzionale delle fibre connettivali e si inserisce al tessuto retrodiscale. La parte superiore è più lassa di quella inferiore per facilitare i movimenti di traslazione; la parte laterale è rinforzata dal legamento temporo-mandibolare. È costituita istologicamente da due strati: uno esterno di tessuto fibroso che si unisce al disco articolare e uno interno che è la membrana sinoviale. La membrana sinoviale riveste la capsula intera con pieghe e villi che sporgono nella cavità dell'articolazione <sup>2</sup>. Anteriormente, queste pieghe sono molto più ampie e

formano delle sacche, in modo da fornire così al condilo spazio sufficiente ai movimenti di traslazione nell'apertura della bocca. Essenzialmente la membrana è formata da due strati: un'intima cellulare che si appoggia su una sub-intima vascolare che a sua volta si unisce al tessuto fibroso della capsula. Le cellule sinoviali producono il liquido sinoviale.

Il liquido sinoviale lubrifica l'articolazione e fornisce anche le sostanze nutritive agli elementi strutturali delle parti non vascolarizzate dell'articolazione stessa. In condizioni normali il liquido contiene pochi fagociti, monociti e linfociti che tuttavia aumentano notevolmente se l'articolazione è infiammata. Il liquido sinoviale è principalmente un ultrafiltrato del plasma; le cellule del tessuto sinoviale sono capaci di esprimere una certa funzione secretoria che comprende proteoglicani ricchi di acido ialuronico. La membrana sinoviale, oltre a produrre il liquido sinoviale, è responsabile della rimozione del materiale estraneo sparso nella cavità dell'articolazione; infatti, le cellule dell'intima hanno capacità fagocitiche notevoli. La capsula articolare è collegata con la dinamica del fluido sinoviale ed è, quindi, un importante fattore di nutrizione e lubrificazione delle superfici articolari, essendo il liquido stesso trasferito anteriormente e posteriormente durante i movimenti traslatori. Questo sistema di lubrificazione prende il nome di "lubrificazione dai confini". Esiste un altro sistema di lubrificazione detto *weeping*, una spremitura del liquido dalle superfici articolari, che ne sono leggermente impregnate e che avviene quando le stesse sono poste sotto pressione. Il liquido così rilasciato lubrifica quindi i tessuti. I due sistemi si alternano l'uno con l'altro. Il liquido sinoviale, in conclusione, facilita lo scorrimento tra superfici articolari e nutre i tessuti articolari non vascolarizzati e la cartilagine di accrescimento <sup>1</sup>.

L'ATM è rinforzata da tre diversi legamenti che per importanza e punto di attacco si distinguono in principale o diretto e due accessori o indiretti. Il legamento principale è il legamento temporo-mandibolare. Si tratta di un fascio di forma trapezoidale, molto robusto, che origina dal processo zigomatico del

temporale e si dirige alla faccia laterale del condilo. È in stretta correlazione con la parte laterale della capsula articolare. Comprende due parti distinte: una esterna con fibre oblique, dal tubercolo articolare al collo del condilo, ed una interna con fibre quasi orizzontali, dal tubercolo articolare al polo del condilo e alla parte posteriore del disco. La prima limita e regola l'ampiezza di apertura della bocca, in quanto nella prima fase del movimento il condilo può ruotare solo fin quando il tendine entra in tensione. Il complesso condilo-disco è sospeso allo scheletro cranio-facciale da questo legamento che serve da meccanismo sospensorio della mandibola resistendo, con la sua massima estensione della parte orizzontale, a spostamenti posteriori ed inferiori esagerati e proteggendo le articolazioni contro lussazioni verso tali direzioni, le strutture retro-discali e lo stiramento del muscolo pterigoideo esterno, quindi limitando il campo di mobilità mandibolare in massima retrusione. È pertanto di vitale importanza per l'uomo perché impedisce che traumi antero-posteriori sul mento provochino l'infossamento del condilo nella sottilissima parete ossea petro-timpanica, che protegge l'orecchio medio e la cavità cranica. La sua inserzione è in intima correlazione con i legamenti collaterali. Questi ultimi sono composti da fibre di tessuto connettivo collagene denso anelastico. Uniscono tenacemente il disco alle pareti laterale e mediale del condilo. Sono ben vascolarizzati ed innervati e pertanto monitorizzano propriocettivamente la posizione ed il movimento dell'articolazione, contribuendo alla stabilità dell'articolazione e influenzando i parametri di "mobilità limite" mandibolare. Il legamento sfenomandibolare (o rafe pterigomandibolare) si inserisce alla spina dello sfenoide in basso e lateralmente alla lingula mandibolare. È di costituzione complessa. Esso comprende: un legamento diretto, che dallo sfenoide si porta alla faccia mediale-posteriore del condilo, e un legamento indiretto assai più lungo, che va dallo sfenoide (passando superficialmente al fascio precedente) alla spina dello Spix, contornando anteriormente il forame mandibolare. Il legamento stilomandibolare, che origina dal processo stiloideo del temporale e si porta

obliquamente in basso a raggiungere il margine posteriore del ramo e dell'angolo della mandibola, rappresenta il vero collegamento indiretto e la sua funzione è quella di limitare la protrusione mandibolare.

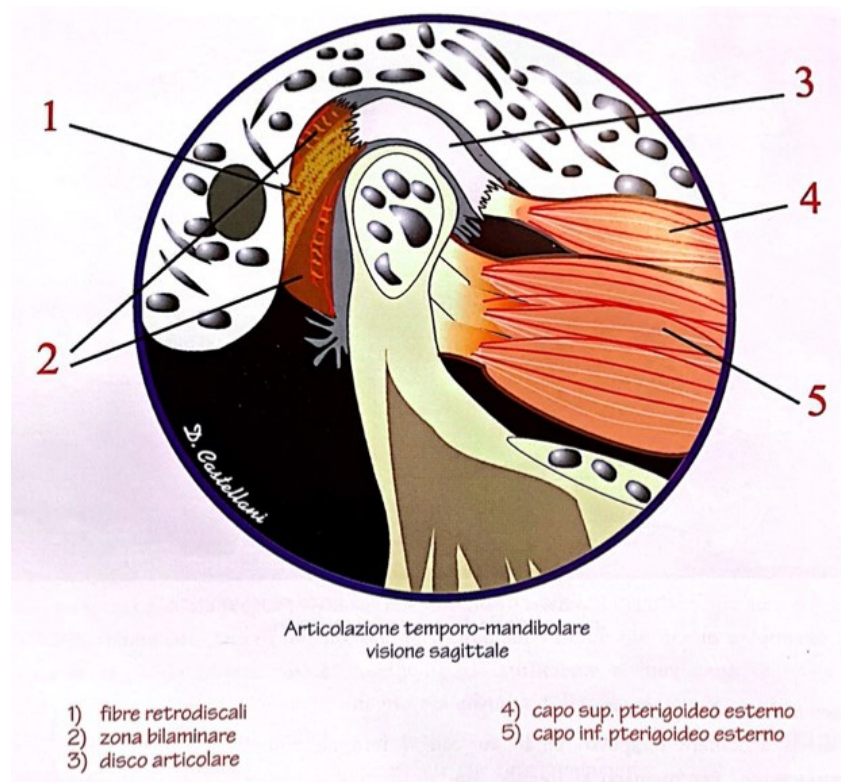


Figura 1. Articolazione temporo-mandibolare in visione sagittale (Castellani D: *Elementi di occlusione*, Bologna, 1998, Edizioni Martina)

L'irrorazione sanguigna arteriosa dell'articolazione temporo-mandibolare proviene dall'arteria mascellare interna, ramo terminale della carotide esterna, attraverso la sua ramificazione auricolare profonda e attraverso l'arteria temporale superficiale. Il principale sistema di drenaggio è il plesso venoso pterigoideo.

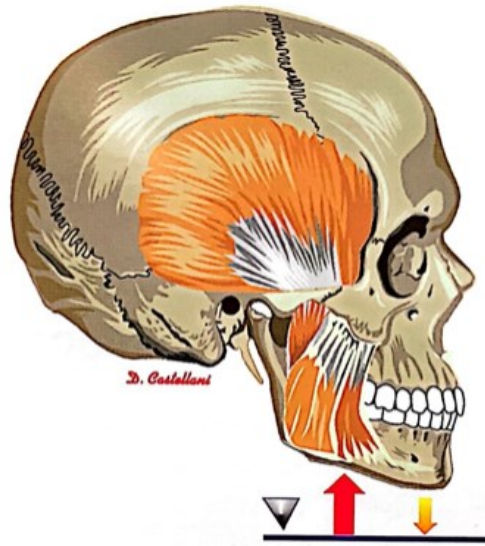
Nell'ATM sono presenti recettori nervosi che trasmettono al sistema nervoso centrale informazioni circa la posizione relativa delle diverse parti dell'articolazione e circa la velocità e direzione dei movimenti. Sono presenti numerose terminazioni nervose libere in tutte le zone della capsula oltre a terminazioni complesse e capsule come i corpuscoli di Pacini, di Ruffini e organi di Golgi. L'innervazione dell'articolazione è fornita dal nervo auricolo-

temporale, dal nervo masseterino e dal nervo temporale profondo posteriore che originano dalla branca mandibolare del nervo trigemino <sup>1</sup>.

Le due articolazioni, destra e sinistra, sono dotate della più ampia mobilità e lavorano sempre congiuntamente. I movimenti permessi dall'ATM sono quelli di abbassamento e di innalzamento, quelli di proiezione anteriore e posteriore e quelli di lateralità.

L'articolazione temporo-mandibolare subisce un'evoluzione durante la vita dell'uomo: alla nascita l'eminanza articolare è piatta mentre il condilo è già formato. Solo successivamente all'eruzione dei denti decidui comincia a formarsi il tubercolo articolare che terminerà la sua formazione soltanto con l'eruzione della dentatura permanente. Si può quindi affermare che nell'ATM è la funzione che crea l'organo ed esiste un rapporto forma-funzione <sup>2</sup>. Le sollecitazioni che si estrinsecano sulle ATM in dipendenza dei rapporti dento-occlusali, con la mediazione del sistema neuromuscolare, inducono durante tutto l'arco della vita modificazioni rimodellanti dei capi articolari di tipo progressivo (osteogenetico) o regressivo (osteoclastico), che possono configurarsi in espressioni di reattività nell'ambito di un adattamento fisiologico o sfociare in quadri nettamente patologici (osteoartrite).

Un ultimo aspetto degno di nota riguardo all'ATM è che essa rappresenta il fulcro di un'ideale leva di terzo genere rappresentata dalla mandibola, dove i muscoli masticatori sono la potenza e gli elementi dentali la resistenza. Il dente maggiormente favorito è il primo molare, il più vicino alla potenza e che comporta un atteggiamento condilare normale, dimostrato anche dalle sue maggiori dimensioni anatomiche e l'elevata frequenza dei contatti <sup>2 3</sup>.



ATM (fulcro) MUSCOLI (potenza) ELEMENTI DENTALI (resistenza)

*Figura 2. Rappresentazione grafica del sistema di leva di III° genere mandibolare  
(Castellani D: Elementi di occlusione, Bologna, 1998, Edizioni Martina)*

## 1.2 I muscoli masticatori

I movimenti mandibolari sono sostenuti dai muscoli della masticazione, rappresentati da quattro paia di muscoli (massetere, temporale, pterigoideo interno ed esterno) e dai muscoli sopraioidei che hanno un ruolo pur non essendo muscoli masticatori veri e propri. Si tratta di muscoli scheletrici, pari e simmetrici, che originano e si inseriscono sulle ossa del cranio, striati, volontari che si fissano sulla mandibola agendo sull'articolazione temporomandibolare. La loro funzione dipende sempre dal sistema nervoso centrale, sia che si tratti di contrazione controllata dalla volontà sia di contrazione riflessa, e infatti vengono innervati dal nervo trigemino, quinto nervo cranico.

Inoltre, è necessario ricordare che anche i muscoli della lingua, i muscoli mimici delle guance e delle labbra e alcuni muscoli del collo, intervengono, seppur in maniera limitata, nel lavoro masticatorio, contribuendo a spostare la mandibola e spingere il bolo fra le arcate sul lato di lavoro.

La cinematica muscolare si dimostra un fenomeno molto complesso, quindi non è realistico pensare che i vari movimenti mandibolari risultino determinati dalla contrazione di un singolo muscolo, sono piuttosto il risultato dell'azione di un complesso sinergico muscolare, nel quale ognuno di questi gioca un proprio ruolo. Ciononostante, per semplificare, analizzeremo ogni muscolo singolarmente, evidenziando i movimenti determinati dalla sua azione e distinguendoli quindi in quattro gruppi principali: elevatori, abbassatori, protrusori, retrusori. Sarà fatto anche un breve accenno ai muscoli mimici orali, implicati seppur in piccola parte.

### 1.2.1 Muscoli elevatori

Il muscolo temporale è un ampio muscolo a forma di ventaglio. Origina dalla linea temporale inferiore, dalla fascia temporale e dalla parte superiore della fossa temporale, si dirige in basso passando medialmente all'arcata zigomatica e si inserisce al processo coronoideo della mandibola e sul bordo anteriore del ramo mandibolare. È costituito da tre fasci: il fascio anteriore le cui fibre hanno un andamento verticale; il fascio intermedio con fibre che hanno un andamento leggermente obliquo in direzione antero-inferiore; il fascio posteriore con le fibre che decorrono orizzontalmente in avanti, per poi incurvarsi verso il basso e inserirsi sulla mandibola. Con la sua porzione anteriore il muscolo temporale assolve alla funzione di elevare la mandibola. In fase di chiusura, inoltre, stabilizza in posizione il disco articolare e permette al condilo di mantenere correttamente i rapporti articolari. Il tono muscolare del temporale influisce marcatamente sulla dimensione verticale di riposo, esso è infatti un muscolo posturale, considerando come "postura" la posizione di riposo della mandibola. Il muscolo massetere è il più superficiale dei muscoli masticatori e si estende, sotto forma di lamina rettangolare, dall'arcata zigomatica fino alla superficie esterna dell'angolo mandibolare. È composto da due porzioni (o capi). Il capo superficiale origina dai due terzi anteriori del bordo inferiore dell'arco



zigomatico, si dirige in basso e indietro per prendere inserzione nella regione angolare della mandibola. Il capo profondo origina dalla superficie mediale dell'arco zigomatico e si inserisce sulla faccia laterale del ramo mandibolare, in alto rispetto all'inserzione del capo superficiale. I due capi si fondono e si inseriscono alla tuberosità masseterina della faccia laterale del ramo della mandibola con un'angolazione di circa 45°. La funzione del massetere è l'elevazione della mandibola con una potente azione di chiusura della bocca ed è, insieme allo pterigoideo interno, il muscolo determinante per la forza occlusale massima; è inoltre il responsabile della forza di triturazione che si estrinseca maggiormente a livello dei molari.

Il muscolo pterigoideo interno o mediale è un muscolo di forma rettangolare, molto potente, che rappresenta la controparte mediale del muscolo massetere a tal punto da venire alternativamente indicato come massetere interno. Origina dalla superficie mediale della lamina pterigoidea esterna e si estende anche al processo piramidale dell'osso palatino e alla tuberosità mascellare. La sua direzione va da anteriore a posteriore, da mediale a laterale, dall'alto al basso e si inserisce sulla zona inferiore e posteriore della superficie mediale del ramo e dell'angolo della mandibola, dove confluisce con i fasci del massetere e forma una fionda attorno all'angolo mandibolare. È sinergico del massetere, per cui essenzialmente eleva e protrude la mandibola; si attiva anche durante i movimenti di rotazione pura dei condili mandibolari.

### 1.2.2 Muscoli abbassatori

I muscoli sopraioidei sono situati tra il cranio e l'osso ioide. Quando la mandibola è fissata nella sua posizione dal massetere, dal temporale e dallo pterigoideo interno, i muscoli sopraioidei innalzano l'osso ioide insieme alla lingua; al contrario se l'osso ioide è stabilizzato dai muscoli sottoioidei, permettono l'abbassamento della mandibola.

Il muscolo miloioideo è un'ampia lamina muscolare che unisce la mandibola all'osso ioide, prende origine dalla superficie interna mandibolare, in un tratto che va dalle spine mentali alla linea miloioidea mandibolare e si porta in basso e medialmente alla faccia anteriore del corpo dell'osso ioide. Le fibre che hanno origine più medialmente dalla mandibola si uniscono sulla linea mediana a formare il rafe miloioideo. Va a formare il pavimento della cavità buccale. È innervato dal ramo mandibolare del trigemino. La sua funzione consiste nell'abbassare la mandibola una volta stabilizzato l'osso ioide.

Il muscolo genioioideo è posto superiormente al miloioideo, a forma di cilindro appiattito a lato della linea mediana e contribuisce quindi a formare il pavimento orale. È teso tra le spine mentali della mandibola e la faccia anteriore dell'osso ioide. È innervato dal nervo ipoglosso. La sua funzione è di abbassare la mandibola prendendo come punto fisso l'osso ioide e assieme al miloioideo da inizio al movimento di apertura della bocca.

Il ventre anteriore del muscolo digastrico rappresenta la porzione coinvolta nella masticazione. Origina dalla fossa digastrica del corpo della mandibola e si porta in basso e indietro per continuare nel tendine intermedio. È la parte più anteriore e più breve del muscolo. È connesso al ventre posteriore tramite un tendine intermedio, arrotondato, fissato con un anello fibroso all'osso ioide. È innervato dal ramo mandibolare del trigemino. Svolge la medesima azione degli altri muscoli sopraioidei, abbassando la mandibola.

Quando i muscoli della masticazione sono contratti i sopraioidei elevano l'osso ioide.

Il muscolo stiloioideo partecipa solo indirettamente al movimento mandibolare fissando l'osso ioide. Si tratta di un muscolo fusiforme che unisce l'osso temporale allo ioide e accoglie il tendine intermedio del muscolo digastrico. È innervato dal nervo facciale.

Anche il muscolo pterigoideo esterno o laterale viene coinvolto durante l'abbassamento della mandibola, per promuovere la traslazione anteriore nella fase avanzata di tale movimento.

### 1.2.3 Muscoli protrusori

Il muscolo pterigoideo esterno o laterale consta di un capo superiore e di un capo inferiore. Il capo superiore origina dalla superficie infratemporale della grande ala dello sfenoide da dove si dirige indietro, in fuori e in basso per congiungersi al disco e alla capsula articolare. Il capo inferiore nasce invece dalla superficie laterale della lamina pterigoidea e si dirige indietro e lateralmente fino ad inserirsi a livello del collo del condilo. Il muscolo pterigoideo esterno in principio veniva considerato un'unica entità che, attivandosi nell'apertura della bocca, determinava lo spostamento anteriore del disco articolare e del condilo mandibolare. Ricerche elettromiografiche hanno mostrato che i due capi muscolari, in realtà, agiscono come entità autonome, addirittura antagoniste. Il capo inferiore trazione il condilo in avanti, in basso e internamente seguendo il piano inclinato dell'eminanza articolare; quindi, quando agisce singolarmente fa compiere i movimenti di lateralità, mentre l'azione in sinergismo con il controlaterale fa compiere il momento di traslazione in avanti con una piccola componente di abbassamento. Il capo superiore, invece, si contrae durante la fase di chiusura, contrastando e coordinando il movimento di ritorno del disco articolare per opera delle fibre elastiche nella zona bilaminare fino alla posizione di riposo.

Il capo superficiale del muscolo massetere si attiva anche nel movimento di protrusione mandibolare ma agisce solo in fase iniziale e nella semplice protrusione.

### 1.2.4 Muscoli retrusori

Il fascio posteriore del muscolo temporale ha una funzione di retrusione.

Il muscolo digastrico è interessato solo per il ventre posteriore e in minima parte. Tale ventre dal tendine intermedio si dirige in alto e indietro per inserirsi all'incisura mastoidea dell'osso temporale. È innervato dal nervo facciale.

I muscoli sopraioidei e il muscolo stiloioideo sono interessati in minima parte al movimento di retrusione. Quando i muscoli sottoioidei (ancorano l'osso ioide allo sterno e alla clavicola) sono contratti, permettono ai sopraioidei di deprimere e retrarre la mandibola.

#### 1.2.5 Muscoli mimici del gruppo orale

Si tratta di undici muscoli striati, sotto il controllo del nervo facciale, che si inseriscono nel tessuto sottocutaneo; questa caratteristica permette loro di determinare lo stiramento della cute e quindi essere responsabili delle espressioni facciali, di costituire l'impalcatura di labbra e guance, controllare il calibro degli orifici e dare forma alle parole.

Il muscolo buccinatore è una robusta lamina quadrilatera che forma lo spessore della guancia. Origina superiormente dai processi alveolari dei denti molari superiori, posteriormente dal rafe pterigomandibolare, inferiormente dai processi alveolari dei molari inferiori e da questi punti si porta fino alla commessura labiale. La sua azione principale è quella di trazionare indietro la rima labiale e far aderire le guance alle arcate dentarie; tale compressione contribuisce alla masticazione in quanto impedisce l'accumulo del bolo tra i denti e il vestibolo orale.

Il muscolo orbicolare è di forma ellittica e circonda la rima orale, portandosi superiormente fino al solco naso-labiale e inferiormente al solco mento-labiale. Permette l'apertura e la chiusura della bocca e l'increspatura delle labbra.

Il muscolo platisma è un'ampia e sottile lamina muscolare che si inserisce sulla fascia pettorale e deltoide inferiormente, poi decorre superiormente per inserirsi sulla cute degli angoli della bocca. A livello orale, la sua funzione è quella di

partecipare all'abbassamento mandibolare e spostare in basso e lateralmente la commessura labiale.

#### 1.2.6. La lingua

La lingua è un organo muscolo-membranoso che aggetta all'interno della cavità orale, funzionalmente molto mobile grazie alla sua ampia potenzialità motoria. È costituita da un corpo allungato, rappresentato dai due terzi anteriori, scavato superiormente da un solco longitudinale lungo la linea mediana, con estremità anteriore libera e da una porzione posteriore o faringea, detta radice, che corrisponde al terzo posteriore, mediante la quale si collega alla mandibola, all'osso ioide e alla faccia anteriore dell'epiglottide. Le due parti sono separate tramite un solco a forma di V aperta anteriormente, detto solco terminale. La faccia ventrale presenta sulla linea mediana una plica sagittale, il frenulo che si impianta sul pavimento della bocca, ai cui lati ci sono due pieghe sottolinguali, in prossimità delle quali si trovano i dotti escretori delle ghiandole salivari maggiori, sottomandibolare e sottolinguale <sup>3</sup>.

La lingua è rivestita in superficie da una tonaca mucosa, caratterizzata da un epitelio pavimentoso pluristratificato, non cheratinizzato, che dorsalmente presenta dei rilievi, o papille, oltre che una serie di irregolarità o avvallamenti, rappresentative della presenza di un abbondante tessuto linfatico.

I muscoli linguali assicurano una notevolissima mobilità all'organo, sostenuti da uno scheletro fibroso che si fissa sul margine superiore dell'osso ioide e innervati dal nervo ipoglosso. Vengono suddivisi in due categorie.

I muscoli estrinseci si inseriscono da un lato al cranio o alla mandibola e dall'altro all'interno della lingua e sono deputati ai movimenti. Il genioglosso è a forma di ventaglio, si attacca sulla spina mentale mandibolare e sulla parte superiore della regione anteriore dell'osso ioide, andando ad inserirsi alla mucosa dell'apice e del dorso linguale; contraendosi, forma un solco lungo la linea mediana, abbassandone la superficie e rendendola concava; inoltre, ne

provoca la protrusione. L'ioGLOSSO che ha origine dal grande corno dell'osso ioide e si inserisce sul bordo laterale della lingua e il condroglossO, che parte dal piccolo corno dell'osso ioide per giungere al margine laterale della lingua, agiscono in sinergia portando l'organo indietro e in basso. Lo stiloglossO, collega il processo stiloideo dell'osso temporale al margine laterale della lingua e si occupa della retrazione e innalzamento dell'organo verso il palato, in un movimento che corrisponde alla deglutizione. Il palatoglossO dall'aponeurosi palatina si inserisce al margine laterale della lingua e ha la funzione di sollevare la lingua apponendola al palato <sup>4</sup>.

I muscoli intrinseci, completamente inclusi nella lingua e senza contatti con altre strutture, determinano la forma della lingua. Il muscolo longitudinale superiore ricopre la parte dorsale del corpo e della base linguale e produce l'accorciamento della lingua, rendendola anche concava superiormente. Il longitudinale inferiore decorre sotto le fibre del muscolo trasverso sulla faccia inferiore della lingua e contraendosi accorcia la lingua, ne rende convessa la superficie e ne sposta la punta verso il basso. Il muscolo trasverso è formato da fasci che decorrono tra il setto mediano e i due bordi della lingua, con le fibre orientate lungo l'asse trasversale; provoca una riduzione del diametro trasverso della lingua e le conferisce una concavità dorsale. I fasci del muscolo verticale partono dalla linea mediana e si dirigono lateralmente e inferiormente incrociandosi con quelli del muscolo trasverso; la loro contrazione appiattisce la lingua.

Dal punto di vista strutturale, la lingua presenta una regione centrale, formata dalle fibre dei muscoli genioglossO, trasverso, verticale e longitudinale inferiore, è coperta in alto dal muscolo longitudinale superiore e sul corpo centrale si inseriscono i muscoli ioglossO, condroglossO, stiloglossO e palatoglossO <sup>4</sup>.

### **1.3 I denti**

I denti sono piccoli organi che compongono la cavità orale e sono essenziali per la masticazione, prima fase della digestione, la fonazione, la propriocezione e per altre funzioni, tra le quali si può affermare che una delle più importanti sia diventata, negli ultimi anni, quella estetica.

L'uomo è dotato di due dentizioni distinte che si succedono. A sei mesi avviene la comparsa della dentatura decidua, o *da latte*, caratterizzata da tre classi morfofunzionali di elementi; all'età di sei anni invece, inizia ad erompere la dentatura permanente dove si descrivono quattro classi: incisivi, canini, premolari e molari <sup>3</sup>. Il meccanismo della masticazione è possibile in quanto i denti, supportati dalle ossa mascellari e sotto l'azione muscolare, hanno una forma correlabile alla loro funzione. Il gruppo incisivo è caratterizzato da una corona sottile a scalpello ed è quindi adatto alla prensione, all'incisione e al taglio del cibo; i canini lacerano grazie alla loro forma appuntita; i premolari e molari con le loro ampie superfici sono adatti alla masticazione e alla triturazione <sup>3</sup>.

Una volta che la dentizione è ultimata, i denti si allineano a formare le arcate dentarie, mascellare o superiore, più larga, e mandibolare o inferiore costituite da due serie contrapposte di sedici elementi che descrivono una forma parabolica <sup>5</sup>.

Istologicamente il dente presenta una cavità pulpare che contiene la polpa dentaria, circondata e protetta da tre tessuti calcificati, lo smalto, la dentina e il cemento. In particolare, lo smalto è la struttura più dura presente nel corpo umano, composto per il 95% da idrossiapatite in cristalli che concorrono a formare i prismi e la sostanza interprismatica. L'ondulazione e la disposizione dei prismi conferiscono al dente una grande resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

I denti sono costituiti, dal punto di vista morfologico, da una corona e da una o più radici inserite negli alveoli ossei. Nelle corone dentali si distinguono caratteristiche che concorrono a costituire la complessa anatomia dei denti,

fondamentale per comprendere i principi della funzione masticatoria. La corona presenta quattro pareti laterali (mesiale, distale, vestibolare e orale), un margine negli incisivi, una cuspidi nei canini, una faccia oclusale con due cuspidi nei premolari, ad eccezione del secondo premolare che ne presenta tre, in numero di quattro nei molari superiori e cinque negli inferiori.

Le cuspidi sono dei punti di massima estroflessione delle superfici oclusali della corona, che variano da elemento a elemento come numero, forma, volume e posizione. Risultano formate da un versante esterno (vestibolare o linguale/palatale) e un versante interno (occlusale). Sono gli elementi essenziali della morfologia oclusale e si dividono in cuspidi di stampo e cuspidi di taglio. Le cuspidi di stampo, anche dette di stop o di appoggio, cadono all'interno del tavolo oclusale del proprio antagonista e sono rappresentate dalle cuspidi palatali per i superiori e vestibolari per gli inferiori. Sono ampie, ad apice arrotondato e comprendono la porzione maggiore del dente. Come suggerisce il nome, la loro funzione è quella di fornire uno stop nella chiusura e rendere stabile il contatto tra le superfici dentali. Inoltre, ocludendo in opposizione alle aree delle fosse centrali antagoniste mantengono la distanza tra le arcate e determinano così la dimensione verticale di occlusione che condiziona l'altezza verticale facciale. È importante ricordare che le cuspidi di stampo dei premolari superiori non entrano in contatto con i tavolati oclusali inferiori e pertanto la stabilità di questi elementi è assicurata solamente da quelle inferiori. Le cuspidi di taglio invece sono aguzze, con sommità ben definite e sono rappresentate dalle cuspidi vestibolari per gli elementi superiori e linguali per gli inferiori. Nello sporgere dal profilo oclusale, non articolano con nessuna fossa antagonista, ma guidano la mandibola nei movimenti di lateralità e sono anche dette cuspidi guida per il loro ruolo nel far tornare la mandibola in posizione di occlusione centrica nei movimenti di apertura e chiusura della bocca. Seppur la dimensione vestibolo-linguale dei molari sia maggiore rispetto a quella dei premolari, la distanza tra le rispettive cuspidi di taglio e di stampo rimane



costante. L'aspetto che contraddistingue i due gruppi è la funzione masticatoria esercitata. Le cuspidi di stampo svolgono, attraverso le fosse e le creste antagoniste, una funzione triturante sul cibo, come è per esempio quella svolta da un pestello in un mortaio; le cuspidi di taglio, invece, sfiorando le cuspidi di stampo in fase di chiusura tagliano il cibo in pezzi più semplici da triturare, attraverso una piccola area funzionale presente sul versante cuspidale interno dei denti posteriori vicino alla fossa centrale. Questa azione risulta tanto maggiore quanto più esse passano vicine ma senza toccarsi, comportandosi come le lame di una forbice e infatti, non devono mai entrare in contatto durante i movimenti mandibolari al fine di non creare interferenze. Inoltre, durante la masticazione le cuspidi di taglio contribuiscono a mantenere il bolo sul tavolo occlusale e a ridurre il coinvolgimento dei tessuti molli.

Le creste sono dei rilievi lineari allungati presenti in tutti gli elementi. Per ognuna è possibile distinguere due versanti: linguale o palatale e vestibolare per la cresta incisale, distale e mesiale per tutte le altre. Sono suddivise in rapporto alla loro posizione. La cresta o margine incisale è tipica degli incisivi, decorre in senso mesio-distale ed è formata dall'incontro delle superfici vestibolare e orale. La cresta marginale segna i confini tra la faccia occlusale dei denti posteriori o la faccia linguale degli anteriori e le facce mesiali, distali, linguali e vestibolari. Negli incisivi e nei canini delimita la fossa linguale, nei premolari e molari ha un decorso in senso vestibolo-orale e rappresenta i punti di massima elevazione delle superfici mesiale e distale. In arcata si trovano tutte ad un'altezza costante e due creste contigue costituiscono l'area di appoggio della cuspidi di stampo antagonista nel normale contatto di "un dente a due denti". Sono separate dallo spazio interdentale occlusale, che è un solco di scarico degli alimenti e assicura col punto di contatto la protezione del setto gengivale interdentale. La cresta linguale è presente esclusivamente nel canino dove unisce il cingolo all'apice della cuspidi. La cresta triangolare è tipica di premolari e molari, è un rilievo di forma triangolare convessa che dall'apice della cuspidi si

dirige verso la parte centrale della superficie oclusale, delimitata mesialmente e distalmente dai solchi secondari ad “U”. Due creste triangolari contrapposte sono separate dal solco centrale. La cresta trasversale è formata dall’unione di due creste triangolari vestibolare e linguale e rispetto a queste ultime è un po’ più sottile e appiattita. La cresta obliqua è presente solamente nei molari superiori, è un rilievo accentuato che attraversa obliquamente la faccia oclusale ed unisce la cuspidine mesio-palatale con la cresta triangolare della cuspidine disto-vestibolare, fungendo da struttura anatomica di rinforzo <sup>6</sup>.

I solchi sono depressioni lineari nelle facce oclusali, vestibolari e linguali dei denti, che separano le creste e le cuspidi. Durante la funzione masticatoria evacuano gli alimenti che vengono tagliati. I solchi principali sono profondi e separano le cuspidi. Quando hanno un decorso mesio-distale separano le cuspidi vestibolo-linguali/palatali e sono chiamati solchi centrali, che si sviluppano secondo una linea continua a livello di premolari e molari, trovandosi in posizione vestibolare rispetto al centro per l’arcata superiore e linguale per l’arcata inferiore. Gli altri solchi principali hanno un decorso in senso vestibolo-linguale/palatale e separano le cuspidi mesio-distali. I solchi secondari invece sono poco profondi, decorrono sui versanti delle cuspidi ma non le separano. Sono di due tipi: i solchi ad U, così denominati per la forma, hanno origine dal solco centrale dei premolari o dalla fossa centrale dei molari e dividono il versante interno della cuspidine in lobi, delimitando la cresta triangolare. I solchi a V invece delimitano le cuspidi dalle creste marginali, contribuiscono a formare le fosse con i solchi di sviluppo e sono utili per la fuoriuscita del cibo tritato. I solchi secondari sono importanti nei movimenti eccentrici, in particolare sul lato lavorante nel caso di funzione di gruppo. Vi sono infine i solchi supplementari o accessori: i solchi di lavoro hanno un decorso trasversale e sono vestibolari nei superiori e linguali negli inferiori; i solchi di non lavoro o di bilanciamento, hanno un decorso obliquo, sono vestibolari negli inferiori e palatali nei superiori <sup>6</sup>.

Le fosse sono depressioni della superficie linguale dei denti anteriori e concavità irregolari dei posteriori, racchiuse tra più creste, che con la loro profondità permettono la funzione masticatoria. La fossa linguale si riscontra negli incisivi dove è singola e nei canini dove è doppia, divise dalla cresta linguale. La fossa triangolare è presente nei denti posteriori ed è delimitata dai versanti delle creste marginali delle creste triangolari contigue. La fossa centrale nei molari superiori è delimitata dai versanti mesiale della cresta obliqua e distale delle creste triangolari mesio-vestibolare e mesio-palatale mentre nei molari inferiori è delimitata da quattro versanti: due mesiali e due distali che corrispondono alle creste triangolari delle cuspidi mesiale e distale. È situata al centro del tavolato occlusale del molare e riceve la cuspidi di stampo antagonista. Infine, nel primo molare superiore è presente la fossa distale, di forma allungata, formata dal versante distale della cresta obliqua e da quello mesiale della cuspidi disto-linguale.

#### **1.4 Il tavolato occlusale e gli schemi occlusali**

La superficie occlusale dei denti pluricuspidati racchiusa tra le linee di sommità delle cuspidi e delle creste marginali, formata quindi dai versanti interni delle cuspidi, sia linguali che vestibolari, prende il nome di tavolato occlusale o funzionale<sup>8</sup>. Esso rappresenta il 60% della superficie occlusale totale e permette il lavoro della masticazione. Valori maggiori comporterebbero un sovraccarico delle strutture di sostegno dentale mentre valori inferiori ridurrebbero la funzione masticatoria. Il tavolato occlusale dell'arcata superiore ha una dimensione bucco-palatale costante passando dai molari ai premolari mentre nella mandibola questa dimensione si riduce procedendo verso i premolari<sup>5</sup>.

Il tavolato funzionale presenta un andamento curvilineo, sia in senso antero-posteriore che in senso frontale. Tali curve sono chiamate curve di compensazione. La curva di Von Spee si sviluppa sul piano sagittale descrivendo

una linea a concavità superiore, che idealmente origina dalla cuspidale del canino e prosegue sulle cuspidi vestibolari di premolari e molari. Questa favorisce i contatti nei settori posteriori in caso di occlusione in funzione di gruppo monolaterale o di occlusione bilanciata bilaterale. Invece sul piano frontale descriviamo la curva di Wilson, una linea immaginaria a concavità superiore che unisce la sommità delle cuspidi dei molari, sia vestibolari che linguali o palatali, di ciascun lato delle arcate. Nell'arcata inferiore è dovuta all'inclinazione linguale dei denti posteriori nella mandibola, per cui le cuspidi vestibolari si trovano su un piano più elevato rispetto alle cuspidi linguali. Invece nell'arcata superiore i denti posteriori sono inclinati vestibolarmente. Pertanto, l'arcata superiore risulta essere esterna rispetto all'inferiore sebbene la mandibola sia di dimensioni maggiori rispetto all'osso mascellare. La curva di Wilson, infatti, favorisce la disclusione delle cuspidi vestibolari inferiori rispetto alle superiori nel movimento di lateralità; una curva alterata porterebbe ad interferenze occlusali e un anomalo movimento funzionale. Infine, secondo la teoria della sfera di Monson del 1898, la sommità delle cuspidi e i margini incisivi dei denti inferiori, per effetto di entrambe le curve, presentano una disposizione per la quale, se accostati alla superficie esterna di una sfera vi si adattano perfettamente; viceversa, i denti superiori si adattano alla superficie interna. Questa sfera poggia sulla lingua, si dirige verso il cranio ed ha un diametro di 8 pollici. Se rispettata, ogni cuspidale e margine incisale si conformerebbero alla sfera e si otterrebbe così la migliore efficienza masticatoria <sup>7</sup>.

L'occlusione è il rapporto reciproco fra i denti mascellari e mandibolari quando tra di essi si stabilisce un contatto funzionale statico. L'unità occlusale è rappresentata da una cuspidale che andandosi ad impegnare in una fossa antagonista da origine ad un contatto a tripode, che stabilizza il contatto dentale sia in senso vestibolo-linguale sia mesio-distale. Questa è anche detta occlusione "organica" perché si riscontra generalmente nelle bocche sane. Inoltre, a partire dagli incisivi centrali ogni dente prende contatto con due elementi antagonisti,

con la funzione ben precisa di dare uno stop all'eruzione quando essi incontrano un contatto occlusale e ottenere un piano occlusale lineare.

I contatti occlusali possono essere suddivisi in statici e dinamici. I contatti statici sono quelli che si rilevano in massima intercuspidação dentale, posizione della mandibola rispetto all'osso mascellare in cui i denti raggiungono il massimo ingranaggio tra di loro, quindi, le arcate sono il più possibile vicine. È neurologicamente registrata e dipende esclusivamente dalla forma e dalla distribuzione dei denti mentre è indipendentemente dalla posizione condilare. La qualità di questo rapporto ha un ruolo estremamente importante, tanto che contatti occlusali in numero elevato e ben distribuiti rappresentano un punto chiave per la stabilità e la corretta occlusione.

Al contrario, i contatti occlusali dinamici sono quelli che si sviluppano quando la mandibola è in movimento e dipendono dagli schemi occlusali delle arcate dentarie. Per schemi occlusali si intendono il tipo e la quantità di contatti dentali che si verificano quando la mandibola da un rapporto di massima intercuspidação si sposta nelle posizioni eccentriche di lateralità e protrusione. Ne esistono tre principali: guida canina, guida di gruppo e occlusione bilanciata bilaterale.

Lo schema occlusale naturale che si riscontra più frequentemente, nel paziente giovane e sano, è la guida canina, anche detta occlusione organica, guida anteriore, guida mutuamente protetta o disclusione. Questa è caratterizzata da determinati requisiti: in posizione di massima intercuspidação si riscontra un contatto omogeneo su tutti i denti posteriori mentre gli elementi anteriori non si toccano ma si sfiorano per una distanza di pochi micron; nelle posizioni eccentriche invece distinguiamo il lato lavorante dove si ha un contatto tra i canini omolaterali, perché le due superfici scivolano l'una sull'altra, dal lato bilanciante dove non c'è alcun contatto né anteriore né posteriore; infine in protrusione gli incisivi scorrono l'uno sull'altro mentre sugli elementi posteriori non si realizza alcun contatto. Questa funzione è anche detta guida mutuamente

protetta in quanto i denti posteriori proteggono gli anteriori in massima intercuspidação poiché il carico grava totalmente sugli elementi posteriori che sono favoriti da una elevata estensione della superficie radicolare; invece, in fase dinamica il carico viene assorbito dagli anteriori, favoriti dalla loro vantaggiosa situazione nel sistema di leva di terza classe. La guida canina nel corso degli anni può essere sostenuta dal contatto di più denti anteriori, come conseguenza dell'usura del canino, e in tal caso si parla di funzione di gruppo anteriore.

La guida di gruppo o occlusione bilanciata unilaterale è uno degli schemi occlusali più frequenti nelle persone anziane, dovuta all'usura del gruppo anteriore. È caratterizzata dal contatto uniforme sia sui denti posteriori sia tra gli anteriori in massima intercuspidação mentre, in lateralità, sul lato lavorante c'è un contatto uniforme delle cuspidi vestibolari superiori con i versanti delle cuspidi vestibolari inferiori mentre sul lato bilanciante non si realizza alcun contatto; in protrusione si riscontra un contatto tra gli anteriori superiori e gli inferiori.

Infine, il modello dell'occlusione bilanciata bilaterale è uno schema occlusale non esistente in natura ma terapeutico, che trova applicazione in protesi totale qualora vi sia la necessità di distribuire i carichi occlusali in maniera più omogenea possibile fra tutti i denti, sia in statica che in dinamica, allo scopo di evitare il dislocamento della protesi stessa per concentrazioni laterali del carico<sup>2</sup>. Pertanto, è caratterizzata da contatti uniformi su tutti gli elementi in massima intercuspidação; in laterotrusione si crea un contatto uniforme tra le cuspidi vestibolari superiori e inferiori e in mediotrusione tra le cuspidi linguali dei denti superiori e vestibolari degli inferiori; infine, in protrusione si devono generare almeno quattro contatti, simultanei sia tra gli anteriori che tra gli inferiori. Tuttavia, la contemporanea distribuzione dei contatti su entrambi i versanti presenta un livello estremamente elevato di difficoltà nella realizzazione tecnica. La presenza di contatti dinamici indesiderati prende il nome di interferenza.

Le forze occlusali a cui sono sottoposti i denti vengono ammortizzate a livello delle radici, grazie alla presenza del legamento parodontale, costituito in particolare dalle fibre collagene a decorso obliquo che assorbono e distribuiscono il carico all'osso circostante.

### **1.5 I rapporti interarcata**

La normocclusione è caratterizzata sia da un corretto rapporto antero-posteriore sia da un corretto rapporto trasversale e verticale tra le due arcate. I rapporti occlusali tra i denti delle arcate dentarie vengono distinti tra gli elementi anteriori e posteriori.

Il rapporto antero-posteriore considerato a livello degli incisivi è definito dai parametri di over-bite o debordamento verticale e over-jet o debordamento orizzontale. Di norma, quando i denti si trovano in occlusione, la corona degli incisivi centrali superiori copre per 2 mm, in senso verticale, la corona degli incisivi inferiori e questa dimensione si chiama appunto over-bite. Variazioni dei rapporti tra le ossa mascellari o discrepanze dento-alveolari possono alterare questo rapporto; in particolare, se il valore diminuisce si parla di morso aperto, se equivale a 0 si parla di rapporto testa-testa, mentre se aumenta si è in presenza di un morso profondo. Con il termine di over-jet invece si identifica la distanza in senso antero-posteriore tra le arcate e di norma la parete vestibolare degli elementi centrali superiori sopravanza per 2 mm la parete vestibolare degli incisivi inferiori. Entrambi i rapporti sono determinanti per l'entità della guida anteriore e variazioni delle dimensioni normali comportano alterazioni della funzione.

A livello dei canini, il rapporto interarcata corretto prevede che la cuspidè del superiore vada ad occludere inferiormente nello spazio tra il canino e il primo premolare, avendo quindi una posizione distale di mezza cuspidè rispetto all'inferiore, al fine di permettere una corretta funzione di lateralità.

Il rapporto occlusale a livello degli elementi posteriori è anche chiamato rapporto “dente a due denti”, dove ogni dente superiore è situato disto-vestibolarmente rispetto all’antagonista inferiore. La cuspidi del primo molare superiore cade nella fossa centrale del primo molare inferiore, tutte le cuspidi vestibolari inferiori occludono sullo spazio interprossimale dei denti superiori, fuorché quelle disto-vestibolari del primo e secondo molare inferiore che vanno invece a contatto con la fossa centrale del primo e secondo molare superiore. Inoltre, tutte le cuspidi linguali superiori sono in relazione con gli spazi interprossimali corrispondenti. Questi sono fattori stabilizzanti per l’occlusione, perché in questo modo i denti di un’arcata entrano in contatto con due denti dell’arcata antagonista, realizzando il contatto tripode precedentemente esposto. Queste caratteristiche di normocclusione sono state definite da Angle come rapporti di prima classe mentre difformità da questo schema vengono identificate quali malocclusioni. La seconda classe è caratterizzata da un avanzamento dell’arcata superiore rispetto all’inferiore, dove la cuspidi mesio-vestibolare del primo molare superiore occlude nello spazio tra il secondo premolare e il primo molare inferiore e il canino superiore occlude tra il canino e l’incisivo laterale inferiori. Di questa classe esistono in aggiunta due suddivisioni: la prima divisione presenta un over-jet aumentato dove gli incisivi sono protrusi labialmente in maniera eccessiva; la seconda divisione presenta un aumentato over-bite, con gli incisivi oltretutto inclinati lingualmente.

Infine, la terza classe prevede un arretramento della mascella rispetto alla mandibola e quindi la cuspidi mesio-vestibolare del primo molare superiore occlude distalmente rispetto alla norma, tra primo e secondo molare inferiori. Anche il canino superiore si trova in distocclusione mentre a livello anteriore si può riscontrare l’apertura del morso o una condizione di testa-testa.

Nel caso di una discrepanza trasversale, tra le arcate si producono delle forze con una componente orizzontale e quindi non dirette lungo gli assi longitudinali adeguati, pertanto, dato che i denti e molte fibre del legamento non si trovano



nell'allineamento fisiologicamente adatto ad ammortizzarle, inducono risposte patologiche dell'osso e la possibilità di scatenare un'attività neuromuscolare riflessa<sup>5</sup>.

## **2. La meccanica masticatoria**

### **2.1 La biomeccanica dell'articolazione temporo-mandibolare**

Quando la bocca è in posizione di riposo, il condilo si trova in rapporto con la parte centrale e posteriore del disco. I muscoli temporali stabilizzano i condili in posizione nella porzione superiore della fossa articolare; i masseteri e gli pterigoidei interni spingono i condili supero-anteriormente; il capo inferiore degli pterigoidei esterni li posiziona contro il versante inclinato dell'eminanza articolare e il capo superiore esercita una minima trazione in senso anteriore e mediale sul disco, che così rimane in equilibrio con la forza prodotta dalle fibre elastiche della lamina retrodiscale <sup>4</sup>. L'occlusione è ininfluenza sulla posizione di riposo in quanto gli elementi dentali non sono in contatto, ma ad una distanza di 2-4 mm. Infine, la posizione del disco in relazione alle articolazioni è anche influenzata dalla pressione intra-articolare e dalla sua capacità di assumere diverse morfologie.

Quando inizia il movimento di apertura della bocca, l'azione si svolge esclusivamente nel comparto condilo-discale dell'articolazione, tra la superficie superiore del condilo e quella inferiore del disco. È considerata "iniziale" quella parte del movimento in cui gli incisivi si distanziano progressivamente fino a 2 cm. In fisiologia, il disco è sempre collocato antero-superiormente sul condilo contro la faccia concava della fossa glenoide e lo segue durante il movimento di apertura e chiusura.

Nella prima fase di apertura, determinata dall'azione dei muscoli abbassatori, i condili spingono i dischi articolari contro la cavità articolare con un movimento di pura rotazione; per questo vengono definiti in posizione di "asse cerniera". Quando la bocca viene ulteriormente aperta, i condili continuando a ruotare sul disco articolare, scivolano anteriormente con un movimento di traslazione lungo il versante inclinato dell'eminanza articolare, ad opera del capo inferiore dello pterigoideo esterno. Rotazioni del condilo portano sempre ad un movimento

relativo del disco in direzione dorsale e dunque alla stabilizzazione dello stesso sul condilo e infatti durante la traslazione il disco viene spostato anteriormente. Il meccanismo per cui il disco trasla in avanti è legato alla pressione articolare e alla sua caratteristica capacità di adattamento morfologico; pertanto, è spinto in avanti passivamente dall'azione meccanica del condilo. Le fibre elastiche situate nella parte superiore della zona bilaminare vengono progressivamente allungate, determinando un aumento della tensione che tende a riportare indietro il disco; inoltre, il volume della zona aumenta per un maggiore afflusso di sangue con relativo rialzo pressorio, che si ridurrà successivamente nella fase di chiusura. La lamina retrodiscale superiore svolge un'azione limitante sul movimento anteriore del disco, ma non sull'apertura della bocca; questa apertura viene limitata dalla capsula articolare e dal legamento laterale.

Al termine dell'apertura della bocca e prima della fase di chiusura, nel momento in cui il disco articolare non è più meccanicamente spinto in avanti, si instaura uno stato di equilibrio in cui lo spostamento del disco è modulato dall'attivazione del capo superiore dello pterigoideo esterno.

Durante il movimento di chiusura, il condilo si porta indietro a opera dei fasci medi e posteriori del temporale e del rilassamento dello pterigoideo interno. La chiusura della bocca avviene per l'azione dei muscoli temporale, massetere, pterigoideo interno e del capo superiore del muscolo pterigoideo esterno. Il movimento del disco in senso posteriore è determinato dall'elasticità delle fibre retrodiscali stirate precedentemente, insieme alla pressione negativa creatasi nella zona bilaminare. Tale azione viene modulata dalla contrazione del capo superiore dello pterigoideo esterno in modo che il disco possa seguire il movimento condilare. Durante la rotazione di chiusura terminale, la lamina retrodiscale inferiore rigida mantiene il disco sul condilo. I legamenti discali mediali e laterali impediscono movimenti di scivolamento del disco sul condilo. La porzione orizzontale e interna del legamento temporo-mandibolare limita

invece i movimenti posteriori del condilo e del disco, proteggendo i tessuti retrodiscali da eventuali traumi.

Il movimento mandibolare in chiusura corrisponde al meccanismo della leva di terzo genere, caratterizzata dal fulcro a livello dell'articolazione temporo-mandibolare, la forza rappresentata dai muscoli elevatori e la resistenza, rappresentata dal cibo.

La chiusura avviene mediante una contrazione isotonica e simmetrica di tutti i muscoli elevatori, con predominanza delle fibre anteriori del temporale; l'apertura orale invece è provocata dalla contrazione simultanea e bilaterale degli pterigoidei laterali, ai quali si associano, al termine dell'apertura, i fasci anteriori del digastrico.

## **2.2 Il movimento mandibolare**

I movimenti eseguiti dalla mandibola nel corso della masticazione variano notevolmente da individuo ad individuo. Nell'uomo, si ha comunque un modello caratteristico che inizia ad essere ben coordinato e definito intorno all'età di quattro, cinque anni. Le eventuali alterazioni sono dovute ad una malocclusione o a delle disfunzioni dell'articolazione temporo-mandibolare. L'analisi dei movimenti mandibolari risulta quindi indispensabile per studiare la cinematica funzionale e le interazioni muscolari complesse che la determinano. Tutti i movimenti mandibolari sono il risultato di sinergie muscolari che implicano funzioni motorie stabilizzanti, oltre all'attività dei muscoli antagonisti. Parleremo dei movimenti funzionali cioè quelli naturali o fisiologici che si verificano durante la masticazione, deglutizione, fonazione, distinti da quelli parafunzionali intesi come bruxismo e serramento <sup>8</sup>.

Ogni movimento mandibolare, volontario o meno, inizia e termina nella posizione fisiologica di riposo, dove l'attività muscolare è la minima necessaria

per sostenere la mandibola nei confronti della forza di gravità. Così, si ritrova posizionata ad una distanza interocclusale di 2-4 mm dall'osso mascellare, che risulta maggiore nella zona anteriore della bocca in quanto più lontano dall'asse di rotazione.

La configurazione anatomica dell'articolazione temporo-mandibolare permette alla mandibola l'esecuzione di innumerevoli movimenti, risultanti da una combinazione di rotazione e traslazione dei condili e sotto l'azione di più muscoli, seppur limitati nell'estensione dalla capsula articolare e dai legamenti. Per rotazione si intende il movimento di un corpo intorno al proprio asse e in particolare la rotazione mandibolare può avvenire su tre assi principali. La rotazione attorno al suo asse orizzontale, passante per entrambi i condili, si verifica durante la prima fase di apertura della bocca, movimento di rotazione pura, quando l'osso si trova nella posizione di asse cerniera. La mandibola può anche eseguire dei piccoli movimenti su un asse antero-posteriore, mono-condilare, che risultano però limitati e meno rilevanti degli altri. Tale movimento è determinato essenzialmente dalla possibilità che un condilo si distacchi dalla parete superiore della cavità glenoide o che vi si infossi comprimendo le strutture cartilaginee. Infine, la mandibola può anche compiere un movimento rotatorio su un asse di rotazione verticale, mono-condilare, che interessa i movimenti di lateralità della mandibola. Intorno a questo asse, ruota il condilo del lato verso cui si dirige la mandibola, che prende il nome di rotante, mentre il condilo opposto che descrive una traiettoria curva, viene detto orbitante.

Con il termine traslazione invece ci si riferisce al movimento di un corpo per cui ogni suo punto è sottoposto allo stesso vettore di spostamento. Il movimento di traslazione mandibolare può realizzarsi come uno spostamento sagittale antero-posteriore o orizzontale laterale.

I movimenti si realizzano in tre dimensioni e rispetto al mascellare superiore che rimane fermo, possono essere sia bilateralmente simmetrici come l'abbassamento, l'innalzamento, la protrusione e la retrusione, sia bilateralmente

asimmetrici come la lateralità destra e sinistra, seguendo tre assi immaginari principali: orizzontale o intercondilare, in rapporto con un piano sagittale; anteroposteriore, perpendicolare al piano frontale, sul quale si muovono i due condili; verticale, situato nel processo condilare che permette alla mandibola di ruotare su un piano orizzontale. La cinetica mandibolare è molto complessa, pertanto si considera un piano di riferimento per volta.

Il movimento di lateralità è essenzialmente una rotazione pura, sull'asse verticale passante per il centro di rotazione del condilo, del condilo stesso del lato verso cui avviene lo spostamento. Questo lato verso cui si muove la mandibola è chiamato lavorante, mentre il controlaterale viene detto non lavorante o bilanciante o orbitante. Quest'ultimo termine deriva dal fatto che il condilo opposto a quello ruotante esegue una traslazione, anche detta orbitazione; l'aggettivo bilanciante invece è in riferimento ai movimenti dentali. La parte lavorante, anche detta laterotrusiva, è quel lato della mandibola che nel movimento di lateralità si dirige dalla linea mediana verso la zona laterale. È importante, tuttavia, tenere presente che nello spostamento laterale, non sempre il condilo lavorante ruota semplicemente sull'asse verticale, ma in un certo numero di soggetti è possibile che si manifesti anche una dislocazione laterale in "corpore" della mandibola, ovvero una traslazione laterale nella prima fase del movimento. Tale spostamento prende il nome di movimento di Bennet. Le cause sono ancora oggi oggetto di ricerca ma esistono diverse teorie; la spiegazione anatomica lo attribuisce ad una irregolarità anatomica nel percorso del condilo orbitante o un'accentuata cedevolezza della capsula articolare, ma se così fosse, non cambierebbe in successive registrazioni. La motivazione clinica funzionale chiama in gioco una serie di interferenze neuromuscolari, in particolare una contrazione del capo inferiore del muscolo pterigoideo esterno. Dal lato opposto al lavorante, il condilo non lavorante sul piano sagittale si sposta su una linea retta diretta da posteriore ad anteriore e da superiore verso inferiore, mentre sul piano orizzontale crea una linea verso mediale, direttamente

proporzionale all'entità dello spostamento verso il lato lavorante; tra queste due rette si delinea pertanto un angolo. Esso prende il nome di angolo di Bennet, può variare da 0 a 30 gradi, con valore medio di 15° ed è l'espressione della morfologia anatomica della superficie mediale della fossa glenoide<sup>8</sup>.

L'entità dello spostamento laterale è anche in funzione della consistenza del cibo, che più è duro e maggiore sarà la lateralità del movimento di chiusura.

Il movimento di avanzamento postero-anteriore sul piano sagittale è chiamato movimento di protrusione e comporta degli effetti osservabili sia a livello dentale che condilare. È generato dall'azione simultanea e simmetrica dei muscoli pterigoidei laterali inferiori, a cui partecipano anche i fasci superficiali dei masseteri, gli pterigoidei mediali e i fasci anteriori dei temporali. Il contatto degli elementi anteriori determina la guida incisiva, mentre a livello dell'ATM il tragitto condilare determina la cosiddetta guida condilare. Il movimento è condizionato dalla faccia palatina degli incisivi superiori, su cui scivolano gli inferiori ed inizia dalla posizione di massima intercuspideazione fino a quella di testa a testa. I parametri di over-bite e over-jet determinano la guida incisiva, ovvero il tragitto degli elementi inferiori sul piano sagittale e l'inclinazione di questa guida comporta una disclusione più o meno rapida. A livello articolare, i condili scivolano lungo la parete dell'eminanza articolare, dirigendosi in avanti e in basso secondo il grado di inclinazione della stessa e provocando uno spostamento di tutta la mandibola, che favorisce la disclusione degli elementi posteriori e determina il grado di guida condilare. Una eminanza articolare molto accentuata causerà facilmente una disclusione posteriore nei movimenti eccentrici anche in assenza di guida anteriore, mentre una guida condilare limitata necessiterà di un incremento del grado di guida anteriore per evitare interferenze. L'espressione della guida condilare prende il nome di fenomeno di Christensen<sup>2</sup>.

Il movimento di arretramento anteroposteriore sul piano sagittale è chiamato retrusione. Tale movimento, dalla posizione di testa-testa degli incisivi fino alla

massima intercuspidação, corrisponde al movimento funzionale di incisione. Quando invece continua oltre la posizione di massima intercuspidação, si tratta del movimento di retro-trazione. La contrazione delle fibre posteriori e medie dei temporali, dei fasci profondi dei masseteri e del ventre posteriore del digastrico permettono lo spostamento indietro della mandibola.

Nel 1952 venne condotto uno studio da Ulf Posselt sul comportamento delle bocche naturali di cui è emblematico uno schema, che porta il nome dell'autore, essenziale per la comprensione della dinamica mandibolare perché fornisce una visione di insieme dei movimenti e delle posizioni limite della mandibola sul piano sagittale. Il diagramma rappresenta la traiettoria percorsa dal punto posto tra le superfici occlusali degli incisivi inferiori durante i movimenti di apertura e chiusura della mandibola. Partendo dalla posizione di riposo (r), si raggiunge grazie ad una rotazione verso l'alto della mandibola, attorno all'asse bicondilare, la posizione di massima intercuspidação (2), in cui le arcate sono nel massimo contatto tra loro. Nel 90% dei soggetti si può retrarre ulteriormente la mandibola, in media di 1,25 mm e pertanto esiste una discrepanza tra la posizione occlusale della mandibola in massima intercuspidação e in massima retrusione (1); anche se quest'ultima posizione è stata indicata in passato come relazione o occlusione centrica non vi attualmente un accordo su tale nomenclatura fra le diverse scuole odontoiatriche. Da questa posizione retrusa, la mandibola si può abbassare grazie ad una rotazione pura sull'asse bicondilare di 10-12°, fino alla posizione indicata come asse cerniera terminale (II) Il limite di questo movimento rotatorio è di 19-20 mm tra i margini incisali delle due arcate. La traiettoria tra i punti I e II prende il nome di abbassamento posteriore. L'ulteriore apertura della bocca avviene solo tramite una rotazione combinata ad una traslazione in avanti e inferiormente dei condili, fino a 15 mm, che pertanto si portano al di fuori della cavità glenoide raggiungendo il tubercolo temporale. A questo punto l'apertura raggiunge il suo valore massimo di circa 50-60 mm, corrispondente al punto III. Nel ritorno alla posizione postulare di riposo, la



mandibola segue il tragitto ad arco di cerchio (h), un movimento roto-traslatorio di apertura e chiusura abituale della bocca che comporta la formazione di un arco riflesso, cioè condizionato dalla memoria propriocettiva della massima intercuspidação dentale. L'apertura spontanea da alcuni autori viene indicata come abbassamento semplice. Alternativamente dalla posizione di massima apertura si può portare la mandibola nella posizione di massima protrusione (5). A questa posizione si può arrivare anche partendo dalla posizione di massima intercuspidação, tramite lo scivolamento dei margini degli incisivi inferiori sul versante palatino degli incisivi superiori fino a raggiungere un rapporto occlusale di testa-testa tra questi denti (3); tale tragitto rappresenta la guida incisiva e la rispettiva lunghezza dipende dall'over-bite esistente ma si tratta di una linea concava più lunga rispetto al margine del singolo incisivo, perché normalmente gli incisivi sono disallineati su linee curve. Da questo punto la mandibola può avanzare ulteriormente, determinando lo scavalcamento degli incisivi superiori da parte degli inferiori, fino ad arrivare alla posizione occlusale in relazione incisale inversa, numero 4. Dal morso inverso la mandibola può nuovamente avanzare fino al punto di massima protrusione mandibolare (5), dovuta alla traslazione dei condili che pertanto si portano al di fuori della cavità glenoide<sup>2</sup>.

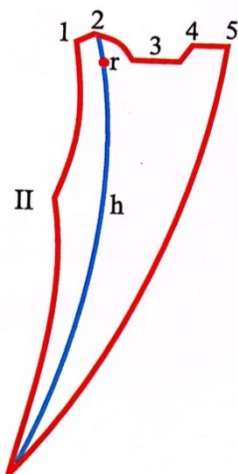


Figura 3. Diagramma di Posselt (Castellani D: *Elementi di occlusione*, Bologna, 1998, Edizioni Martina)

Alternativamente, osservando i movimenti mandibolari su un piano frontale, essi descrivono un caratteristico schema “a goccia”. Si parla di una traiettoria che si dirige inferiormente, esternamente e poi nuovamente superiormente che termina nella posizione di massima intercuspidação. L’ampiezza della goccia è in funzione del grado di angolazione delle cuspidi dentali e porta alla conclusione che il diagramma ha caratteristiche individuali, pertanto diverso tra gli individui.

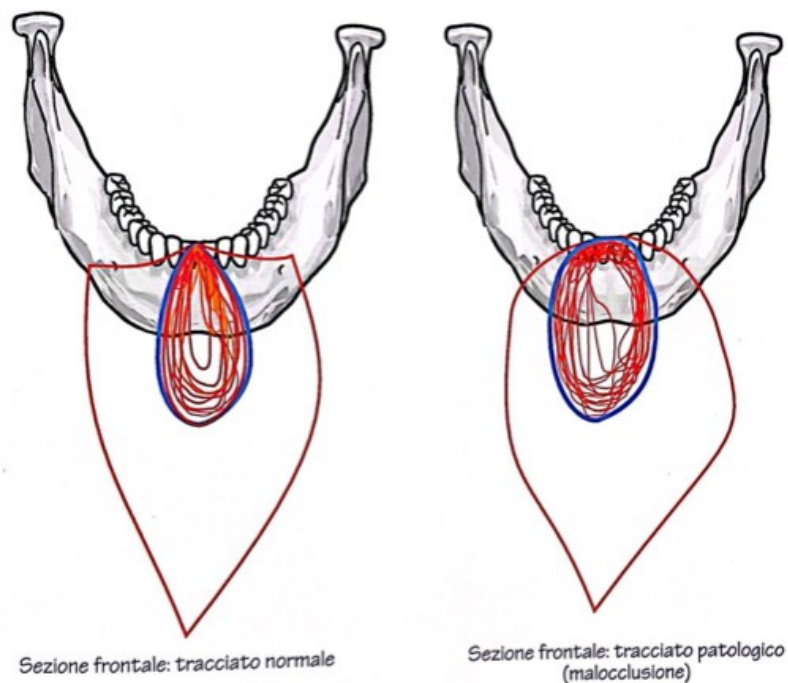


Figura 4. Schema "a goccia" rappresentativo dei movimenti mandibolari sul piano frontale. (Castellani D: *Elementi di occlusione*, Bologna, 1998, Edizioni Martina)

Inoltre, cuspidi alte e fosse profonde determinano movimenti masticatori di tipo verticale, mentre cuspidi usurate promuovono un movimento masticatorio più sviluppato in senso orizzontale. È importante notare che in un paziente con un pattern masticatorio dall’accentuata componente orizzontale è più probabile riscontrare la presenza del movimento di Bennet <sup>2</sup>.

### 2.3 Il ciclo masticatorio

Il ciclo masticatorio tipico dura 0,6-1 s e porta la mandibola a raggiungere un'apertura verticale di 8-22 mm e di 3-5 mm in senso laterale, con una velocità di 7-8 cm/s; parametri che possono tuttavia variare sulla base del tipo e della quantità del cibo introdotto nella cavità orale e dallo stato di salute dell'apparato masticatorio dell'individuo <sup>4</sup>. La masticazione può essere suddivisa in tre fasi: apertura, chiusura e fase oclusale di lavoro. La fase di apertura, della durata media attorno ai 250-300 ms, prevede un primo momento in cui la mandibola viene abbassata lentamente e successivamente un secondo, in cui la velocità di apertura raggiunge il valore massimo (circa 12-13 cm/s). Nella fase di chiusura la mandibola viene prima innalzata velocemente (chiusura rapida) e poi lentamente (chiusura lenta), fino a raggiungere la posizione di massima intercuspidação, in cui si arresta per 100 ms. Lo stadio oclusale e di potenza corrisponde alla fase di lavoro nel corso della quale i muscoli elevatori della mandibola provvedono a schiacciare il cibo posto tra le arcate, contraendosi isometricamente. La durata media di questa fase è intorno ai 200 ms e la massima forza, dell'ordine di 26-27 kg, viene esercitata solo per circa il 60% della durata della fase stessa. L'azione delle arcate nel 78% dei soggetti non è bilaterale ma si sviluppa su un lato predominante, definito lato di lavoro; di conseguenza, durante la masticazione l'asse bicondilare è leggermente obliquo rispetto al piano orizzontale. In una minoranza dei casi, il lato di lavoro cambia da un ciclo all'altro oppure lo schiacciamento avviene contemporaneamente sui due lati <sup>4</sup>. Se analizzato sul piano sagittale, il punto interincisivo inferiore si sposta in basso e indietro durante l'apertura, successivamente ritorna in alto e in avanti durante la chiusura; queste traiettorie possono combaciare, oppure quella di chiusura può rimanere posteriormente ad una minima distanza da quella di apertura, dando origine ad un angolo di circa 70° con il piano oclusale.

Generalmente però, si preferisce il piano frontale per analizzare la masticazione. Quando il cibo da masticare è voluminoso, viene innanzitutto frammentato a livello degli incisivi. Si tratta di un'azione di presa e incisione caratterizzata da

un movimento diretto postero-superiormente, centripeto, dei margini incisali mandibolari sui versanti palatini degli incisivi superiori. L'alimento così introdotto nella bocca viene poi spinto verso uno dei settori posteriori per essere schiacciato. Lo schiacciamento viene realizzato tramite un movimento della mandibola verso il basso, sommato ad una deflessione laterale, che inizialmente può essere diretta verso il lato di lavoro oppure verso quello di bilanciamento. Successivamente la mandibola si muove verso il lato di lavoro, il cui valore di deflessione massimo che viene raggiunto quando il cibo masticato è duro non supera gli 8 mm e diminuisce nei cicli successivi a causa della riduzione della consistenza del cibo. Nella parte finale della fase di chiusura il movimento è diretto verso la linea mediana, raggiunta alla fine del ciclo quando la mandibola assume nuovamente la posizione di riposo. Inoltre, nell'ultimo momento del movimento avviene il contatto fra i denti, prima sul lato di bilanciamento e poi su quello di lavoro. La mandibola quindi si inclina facendo perno sul bolo. I contatti si verificano nel 30-90% dei cicli, con una frequenza che aumenta progressivamente con il diminuire della consistenza del cibo masticato. Essi producono uno spostamento del dente di circa 50  $\mu\text{m}$ , che attiva i recettori parodontali. I contatti sono dapprima mobili, cioè le superfici dei denti si spostano l'una sull'altra, poi raggiunta la posizione di massima intercuspide, i contatti diventano statici e la durata del periodo di contatto corrisponde a circa 200 ms.

I movimenti sul piano sagittale appaiono piuttosto stereotipati e non sono molto influenzati dalla consistenza del cibo, mentre quelli sul piano frontale appaiono assai più variabili a causa della loro componente laterale che risulta assai più pronunciata quando la natura del cibo richiede un'azione di macinazione maggiore. Secondo la consistenza del cibo, i denti inferiori possono scivolare su quelli superiori per una distanza variabile da 1 a 2 mm.

Durante la masticazione avviene lo spostamento dei condili infero-anteriormente e in direzione laterale o mediale, in base al condilo considerato.

Durante la fase finale della chiusura, il condilo lavorante si viene a trovare indietro di 0,3 mm e spostato lateralmente di 0,18 mm rispetto alla sua posizione in massima intercuspidação; il condilo bilanciante, invece, è spostato medialmente e in avanti rispetto a tale posizione. La traiettoria sul lato bilanciante risulta più allungata in avanti e i tracciati di apertura e chiusura sono assai più sovrapposti.

Un ciclo di masticazione può inoltre essere diviso in due fasi: una di preparazione e una dentale <sup>9</sup>. Nella prima i denti non sono in contatto tra loro; può essere schematizzata come un ciclo ovoidale caratterizzato da un'apertura leggermente incurvata in direzione interna e una chiusura molto spostata esternamente, prima di riallinearsi in prossimità del contatto dentale. La fase dentale di triturazione invece è situata all'apice del ciclo ovoidale, con direzione interna centripeta, dovuta ai versanti cuspidali che entrano in contatto, indirettamente se vi è il bolo da masticare o direttamente negli ultimi momenti che precedono la deglutizione. Durante la seconda fase si sviluppano forze masticatorie importanti, in condizioni di isometria muscolare, anche dovute all'anatomia oclusale dei denti posteriori che svolgono un ruolo di guida e d'appoggio, fondamentali per assicurare l'efficienza masticatoria.

L'attività muscolare che regola il ciclo masticatorio può essere standardizzata. In posizione posturale, i muscoli elevatori sono attivi mantenendo la mandibola nella posizione di massima intercuspidação. L'abbassamento mandibolare è provocato dall'attivazione bilaterale dei muscoli abbassatori, che inizia dal miloioideo e si estende al digastrico e allo pterigoideo laterale; ma affinché l'azione di questi muscoli permetta effettivamente l'apertura orale, contemporaneamente devono contrarsi i muscoli sottoioidei e stiloioidei che stabilizzano la posizione dell'osso ioide, a cui i tre muscoli abbassatori sono ancorati. L'azione, asimmetrica sui due lati, dei muscoli pterigoideo laterale e temporale è responsabile della deviazione laterale della mandibola che si verifica nella prima parte dell'apertura. In mancanza dell'attività degli elevatori, la

mandibola si aprirebbe rapidamente. La prima parte della chiusura, invece, può essere dovuta anche alle sole forze elastiche dei tessuti e dei legamenti precedentemente stirati dall'abbassamento, che in questo momento sono maggiori della tensione dei muscoli abbassatori, i quali al contrario hanno esaurito la loro azione. Successivamente inizia l'attivazione dei muscoli elevatori, partendo generalmente dallo pterigoideo mediale, che attivato asimmetricamente assieme al muscolo temporale, sposta la mandibola lateralmente; a questo movimento partecipano anche il capo inferiore dello pterigoideo laterale, reclutato durante la parte finale della chiusura e il muscolo digastrico. Bisogna infatti sottolineare che l'attivazione di questi muscoli non è simmetrica ma si osserva generalmente una predominanza del lato di lavoro. Una volta che la mandibola ha raggiunto la posizione di massima intercuspidação, gli elevatori possono terminare il loro compito o andare incontro a una breve pausa, poi raggiungere il livello massimo di attività e infine spegnersi bruscamente simultaneamente.

Al ciclo masticatorio partecipano anche la lingua, le labbra e le guance. I muscoli buccinatore e orbicolare della bocca si attivano durante la fase di apertura, anche il genioglosso risulta attivo in questa fase ma continua ad esserlo anche in chiusura, per esaurire poi completamente la sua funzione all'inizio della fase occlusiva; in particolare, orbicolare e genioglosso si attivano subito dopo il digastrico, nel rispettivo ordine <sup>4</sup>.

Un ultimo aspetto interessante riguarda l'evoluzione durante la crescita, la funzione orale infatti comincia fra il quinto e l'ottavo mese di vita, l'attivazione ritmica alternata dei muscoli abbassatori ed elevatori diventa ben organizzata verso il primo anno, continuando a maturare fino ai quattro anni, momento in cui assume le caratteristiche tipiche dell'adulto. Gli sviluppi più rilevanti che si riscontrano sono la sincronizzazione dell'attività dei muscoli elevatori, tale da permettere un più rapido sviluppo della forza esercitata fra le arcate e un minore

dispendio energetico, un minore periodo di coattivazione fra elevatori e abbassatori e una minore variabilità fra i cicli successivi <sup>4</sup>.

## **2.4 I movimenti linguali**

Per poter comprendere a pieno i movimenti della lingua è importante innanzitutto considerare due importanti premesse; essa si comporta come un idrostat, cioè cambia forma mantenendo costante il suo volume ed è intimamente dipendente dalla posizione e dai movimenti della mandibola e dell'osso ioide. Infatti, la lunghezza del pavimento orale e la posizione della lingua rispetto alla cavità orale sono determinate dalla posizione relativa della mandibola rispetto allo ioide, che si sposta continuamente durante il ciclo masticatorio.

Non appena il cibo viene introdotto nella cavità orale, il corpo della lingua forma una concavità centrale che lo accoglie, mentre i margini laterali e la punta si sollevano, per schiacciare l'alimento verso il palato. In seguito, lo ioide si sposta all'indietro e in basso, promuovendo la chiusura dell'orofaringe e spostando il boccone posteriormente verso gli ultimi molari, attraverso la retrazione della lingua. Successivamente, durante la chiusura, la lingua sale e il bolo si sposta verso i primi molari man mano che la mandibola si avvicina alla distanza interincisiva minima. Dopo un ulteriore ciclo di apertura e chiusura, la lingua tramite un movimento torsionale attorno al proprio asse longitudinale, spinge il cibo verso i denti del lato di lavoro. Il movimento ciclico continuato sposta il cibo sempre più anteriormente, pertanto, la punta della lingua si solleva ripetutamente per raccogliere il bolo dalla parte anteriore del palato duro e spingerlo verso la regione dei molari, man mano che la mandibola raggiunge la posizione di massima apertura. All'incirca ogni tre cicli masticatori, il muscolo buccinatore si contrae, spingendo il cibo nuovamente verso la linea mediana e tramite il movimento torsionale della lingua durante la fase di apertura, lo spinge

verso il lato di bilanciamento, che può cambiare così la sua funzione diventando lato lavorante. Quando il bolo è sufficientemente sminuzzato e pronto per la deglutizione, la lingua tramite un sollevamento verso l'alto, che interessa in successione tutti i settori, lo spinge verso l'istmo delle fauci <sup>4</sup>.

## **2.5 Il sistema neuro-muscolare**

Il distretto orale è una delle regioni del corpo più ricche di meccanocettori, i quali forniscono una sensibilità epicritica di alto grado, capace di integrare a livello centrale i segnali derivanti dalla periferia, dando coscienza delle dimensioni, della consistenza del cibo e della successiva riduzione in frammenti più piccoli. Queste informazioni risultano fondamentali per coordinare i movimenti delle strutture e dei muscoli dell'apparato stomatognatico.

La masticazione è un atto riflesso, ma controllabile dalla corteccia cerebrale che pertanto può considerarsi semi-volontario <sup>10</sup>. Infatti, nella formazione reticolare del tronco encefalico si trova il generatore centrale della masticazione (CPG), che seppur dotato di attività autonoma, necessita di segnali affinché venga generata in maniera corretta l'attività ritmica della muscolatura masticatoria e di conseguenza la forza occlusale sviluppata <sup>4</sup>.

Lo stimolo generato dalla presenza di cibo da un lato della cavità orale, attiva i muscoli masticatori che sviluppano una forza atta a vincere le resistenze di ciò che si sta masticando mentre per via riflessa inibisce i muscoli elevatori omolaterali che tengono chiusa la mandibola, fenomeno molto importante per permettere un corretto abbassamento dell'osso. Infatti, in fase di apertura i motoneuroni elevatori sono iperpolarizzati mentre gli abbassatori depolarizzati; se così non fosse, l'eccitazione che le afferenze esercitano su di essi potrebbe produrre un precoce inizio della fase di chiusura. Al contrario, nella chiusura avviene la depolarizzazione dei motoneuroni elevatori, mentre quelli abbassatori ritornano ai valori del potenziale transmembrana a riposo e lo stiramento dei



muscoli abbassatori, non avendo essi i fusi neuromuscolari, non provoca alcun riflesso miotatico che altrimenti potrebbe ostacolare la chiusura. In aggiunta, la corteccia coordina i movimenti bilaterali, quelli della lingua e delle guance che spostano il cibo verso i denti.

A questo livello, i meccanocettori presenti nel legamento parodontale inviano costantemente al sistema nervoso centrale informazioni, che venendo integrate istantaneamente, comportano una serie di adattamenti progressivi in funzione del grado di frammentazione del cibo. Infatti, i comandi motori diretti ai muscoli elevatori variano in funzione dell'intensità, della velocità e della direzione delle forze di carico applicate, oltre che delle resistenze esercitate dal cibo durante la fase di occlusione del ciclo. Ad esempio, se ci sono forze orientate in senso buccale a livello dei molari superiori, aumenta l'attività del muscolo temporale controlaterale, al fine di implementare il movimento di lateralità necessario per ridurre le dimensioni di sostanze molto dure.

Pertanto, emerge che l'entità del lavoro muscolare dipende dal contenuto del cavo orale. Attraverso la registrazione elettromiografica (EMG) dei movimenti si dimostra che se si mastica a vuoto l'attività risulta modesta, mentre in presenza del cibo aumenta notevolmente, proporzionalmente alla durezza dello stesso. Questo incremento, indicato come attività muscolare aggiuntiva (AMA) <sup>4</sup>, origina sia dalle informazioni derivanti dal movimento mandibolare che a loro volta generano dei riflessi di varia natura, sia da uno sviluppo di una determinata tensione basata sulla previsione del contatto col cibo.

A questo proposito, un aspetto interessante da riportare è che, a livello centrale si sviluppano dei programmi di masticazione sulla base di esperienze pregresse con un determinato alimento, in modo tale che ogni volta che ci si ritrova a masticarlo, lo sviluppo della forza occlusale necessaria avviene per mezzo di un processo predittivo <sup>4</sup>. Infatti, il cibo innanzitutto viene visualizzato e successivamente messo a contatto con la lingua, permettendo di modificare il comando nervoso prima ancora che giungano le informazioni dai

meccanocettori. Analogamente a quanto avviene per altri tipi di movimenti acquisiti, questo processo necessita della compartecipazione di diverse aree cerebrali e non richiede un monitoraggio costante, pur potendo venire modificato non appena si presentino alterazioni.

Infine, anche quando i muscoli scheletrici sono a riposo è presente un certo grado di contrazione di alcuni gruppi di fibre che così sono in equilibrio con la forza di gravità, necessario a mantenere la postura e detto tono muscolare; questa condizione dipende dagli impulsi nervosi che provengono sia dal midollo spinale che dai fusi neuromuscolari.

### **3. La compromissione della funzione orale**

La funzione orale è un processo biomeccanico complesso del sistema oro-facciale deputato all'adeguata preparazione del cibo introdotto con l'alimentazione, al fine di formare un bolo sicuro per la deglutizione e per la successiva digestione <sup>11</sup>. Comprende, in aggiunta, altri compiti essenziali, tra cui la respirazione, la fonazione, e la cosiddetta funzione sociale. Infatti, la salute orale gioca un ruolo importante nella salute generale, nel benessere e nella qualità della vita dalla nascita alla vecchiaia.

A livello globale, tuttavia, si stima che ci siano più di 3,5 miliardi di casi di malattie orali e altre condizioni orali, la maggior parte delle quali sarebbero prevenibili. Negli ultimi tre decenni, la prevalenza mondiale combinata della carie dentale, della malattia parodontale e della perdita dei denti sono rimaste invariate al 45%, una percentuale superiore alla prevalenza di qualsiasi altra malattia non trasmissibile <sup>12</sup>.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) i cambiamenti nello stile di vita, che hanno portato in molti paesi alla diffusione di diete ricche di zuccheri, alti consumi di alcol e tabacco, sono all'origine di numerose ripercussioni negative sulle condizioni di salute generale ed in particolare, sono determinanti nell'ambito della salute orale. Questo aspetto non è da trascurare, in quanto si profila come uno dei maggiori problemi di salute pubblica per l'elevata incidenza in ogni paese del mondo e in quanto va a gravare, in particolar modo, sulle fasce più deboli della popolazione.

La mancanza di conoscenza e consapevolezza riguardo alle interazioni tra la salute orale e le principali condizioni sistemiche ha contribuito a ricoveri potenzialmente prevenibili, un aumento del rischio di morbidità e una peggiore qualità della vita <sup>13</sup>.

#### **3.1 Gli aspetti funzionali**

La salute orale è stata definita dall'OMS nel 2012 come “uno stato di assenza di dolore alla bocca e al viso, cancro orale e alla gola, infezioni e piaghe del cavo orale, difetti alla nascita come labbro leporino e palatoschisi, malattie parodontali (gengivali), carie e perdita dei denti e altre malattie e disturbi che limitano la capacità di un individuo di mordere, masticare, sorridere, parlare e il benessere psicosociale”<sup>14</sup>. Per questo motivo, il mantenimento o il ripristino di una corretta attività deve essere considerato l'obiettivo ultimo delle cure odontoiatriche<sup>15</sup>.

Le patologie che conducono più spesso i pazienti all'osservazione del dentista e che colpiscono più frequentemente il cavo orale sono la carie e la malattia parodontale; generalmente non provocano problematiche importanti negli stadi iniziali, tuttavia, trattandosi di processi progressivi, se non vengono adeguatamente trattate, nel tempo possono comportare la perdita degli elementi interessati. In particolare, un paziente affetto da una malattia parodontale di stadio 4 presenta trauma oclusale secondario con conseguente mobilità degli elementi di grado superiore o uguale a 2, meno di venti denti masticanti (dieci coppie masticanti), severi difetti ossei e collasso del morso; a questa condizione, nella nuova classificazione della malattia parodontale del 2018, è stato associato il concetto di *masticatory dysfunction*<sup>16</sup>.

Dal punto di vista fisiologico, la perdita di un dente come anche una variazione della sua funzione o della sua posizione all'interno dell'alveolo, danno luogo ad una serie di modifiche adattative della cresta alveolare, provocando così il rimodellamento dell'osso, in virtù del fatto che il costante mantenimento del processo alveolare dipende proprio dalla presenza dell'elemento in arcata e la morfologia ossea è correlata alla forma e alla dimensione dello stesso. Inoltre, sono proprio i carichi applicati durante la masticazione che vengono trasmessi attraverso le radici dentarie all'osso alveolare, a generare un costante stimolo induttivo su quest'ultimo, permettendone il continuo rimodellamento.

Di conseguenza, entro poche settimane dall'estrazione le dimensioni della cresta alveolare si riducono marcatamente a causa di un enorme riassorbimento osseo, sia in direzione verticale che orizzontale e sebbene rallenti fino a una velocità annua di 0,05 mm nella cresta alveolare superiore e di 0,20 mm nell'inferiore, continua anche dieci anni dopo, trattandosi di un'atrofia progressiva <sup>15</sup>.

A tal proposito, l'osso mascellare si riassorbe in direzione centripeta mentre la mandibola in direzione centrifuga, provocando con il passare del tempo una incongruenza spaziale tra le due ossa, che rende ancora più complicata un'adeguata funzione masticatoria da parte del paziente. Tuttavia, bisogna sempre tenere presente che vi è un'ampia variabilità individuale sia nel grado di riassorbimento, sia nella quantità di osso residuo.

Un ulteriore aspetto da considerare è che le fibre collagene della mucosa orale e del legamento parodontale diminuiscono con l'avanzare dell'età, pertanto, non permettono un recupero immediato della dimensione originale quando vengono deformate dalle sollecitazioni meccaniche, riducendo così il comportamento visco-elastico della mucosa. Inoltre, a causa di vari insulti, provocati ad esempio da una scarsa igiene orale, la mucosa può andare incontro a processi infiammatori che accelerano ulteriormente il riassorbimento osseo.

Avviene, inoltre, un'altra variazione strutturale che comporta una diminuzione significativa del numero dei recettori parodontali, i quali influenzano la funzione orale, sia dal punto di vista motorio sia sensitivo. Questo comporta che, se i soggetti con una dentatura naturale hanno la capacità di discriminare spessori di 100 µm interposti tra le arcate, coloro che hanno perso numerosi elementi dentali non sono più in grado di distinguere certi spessori e durante la masticazione esercitano forze esagerate, prevalentemente di tipo compressivo, che possono essere la causa di danni tissutali.

Pertanto, in assenza di denti, durante la masticazione il controllo spaziale e la consapevolezza sensoriale della posizione e dei movimenti dell'osso mascellare e della mandibola sono compromessi <sup>17</sup>.

Infine, è stato dimostrato tramite esperimenti su animali che dopo l'estrazione di tutti i denti si verifica la perdita delle fibre nervose afferenti nel canale mandibolare e si ritiene che l'input sensoriale sia considerevolmente ridotto anche negli umani rimasti edentuli <sup>15</sup>.

Tutti questi fattori finora esaminati comportano una diminuzione dell'efficienza masticatoria, che si accompagna generalmente anche ad un'ipertrofia della lingua e dei muscoli del pavimento orale. Pertanto, la perdita di elementi dentali provoca diversi cambiamenti nelle varie strutture oro-facciali e di conseguenza, la maggior parte delle funzioni del distretto si riduce. Infatti, la ridotta capacità funzionale induce anche dei cambiamenti strutturali nei muscoli masticatori e a sostegno di questo, esperimenti che utilizzano la tomografia computerizzata hanno rivelato una diminuzione dell'area della sezione trasversale e della densità dei muscoli masseteri e pterigoideo mediale <sup>15</sup>.

Il numero di denti è quindi un fattore cruciale che influenza la funzione orale, tuttavia, quest'ultima non deve essere valutata esclusivamente sulla base di questo singolo fattore, in quanto il movimento masticatorio è generato da una complessa coordinazione, che comprende anche le articolazioni temporo-mandibolari e i muscoli masticatori.

Sebbene una ridotta funzione masticatoria non rappresenti un rischio acuto per la vita, ha un forte impatto sulla quotidianità del paziente, per quanto riguarda gli aspetti funzionali, l'impatto sulla salute generale e sulla vita sociale; relazione che si dimostra particolarmente rilevante negli individui geriatrici. A tal proposito, un ampio studio trasversale ha riportato che la performance masticatoria aumenta tra i 6 e i 10 anni, diminuisce tra i 10 e gli 11 anni, aumenta nuovamente a 14 anni, per poi calare progressivamente, suggerendo così che l'età è uno dei fattori che modificano la performance masticatoria <sup>18</sup>.

L'efficienza della masticazione si riduce quindi con l'avanzare degli anni in quanto il sistema stomatognatico subisce una serie di cambiamenti fisiologici, sia anatomici che neurologici, che possono comportare numerose alterazioni.

Infatti, anche un anziano senza alcuna patologia sistemica è accompagnato da un generale declino progressivo, caratterizzato da una diminuzione della forza e della massa muscolare totale, a causa di cambiamenti nella composizione intrinseca, nel numero e nella quantità delle fibre muscolari, oltre che da una diminuzione delle prestazioni meccaniche muscolari e dell'attività neuromuscolare. L'invecchiamento porta ad anomalie nella contrazione muscolare masticatoria e induce atrofia muscolare. Si osserva infatti che la funzionalità orale diminuisce significativamente all'aumentare della rigidità dinamica e alla riduzione dell'elasticità del muscolo massetere <sup>19</sup>.

Nella regione oro-facciale le aree trasversali del massetere e dello pterigoideo mediale diminuiscono, insieme alla forza del morso e alla forza dei movimenti della lingua, a cui si aggiunge la disfunzione della capacità motoria dell'organo. In aggiunta, gli anziani hanno maggiori quantità di grasso intramuscolare rispetto ai giovani e agli adulti, il che comporta anche la riduzione della forza muscolare <sup>20</sup>.

L'alterazione dei movimenti mandibolari, con il coinvolgimento dei muscoli linguali e altri muscoli orali coinvolti nella masticazione può essere osservata anche in molte condizioni patologiche, come Parkinson, Alzheimer, pregressi ictus e altre malattie neurodegenerative <sup>21</sup>.

Questi cambiamenti sono in aggiunta associati ad una riduzione del flusso salivare. La xerostomia, l'iposcialia e altre disfunzioni legate all'apporto di saliva possono influenzare negativamente il processo masticatorio rendendo impossibile la raccolta del cibo in un bolo prima della deglutizione. Si presume che gli anziani compensino la perdita di forza muscolare e/o dei denti masticando per un tempo più prolungato, poiché ciò aumenta la loro produzione salivare. È interessante notare che la secrezione della ghiandola parotide, che secerne la metà del flusso salivare totale, viene stimolata preferenzialmente dalla masticazione <sup>21</sup>.

La performance masticatoria dipende anche, in particolare, dal numero di coppie occludenti che quindi risultano determinanti in quanto una loro diminuzione riduce l'area della superficie occlusale lavorante e quindi la forza massima del morso. A tal proposito, l'Organizzazione Mondiale della Sanità indica che una dentizione funzionale, estetica e naturale deve essere costituita da almeno venti elementi, la cosiddetta arcata dentale accorciata (SDA), mentre la letteratura ritiene che le arcate dentarie comprendenti la regione anteriore e premolare, con dieci paia di elementi occlusivi, soddisfano ugualmente tali requisiti <sup>19</sup>. Tuttavia, la capacità di comminazione nei soggetti con SDA risulta del 28-39% inferiore rispetto a quella dei soggetti con dentatura completa <sup>22</sup>.

Altri fattori che si ritiene influiscano sulla funzione masticatoria, includono la perdita degli elementi situati posteriormente ai canini, in quanto venendo a mancare i denti posteriori che svolgono un ruolo importante nello sminuzzamento del cibo, diminuisce la capacità di frammentazione e l'efficienza masticatoria del 50%, accompagnato dalla presenza di una malocclusione <sup>21 23</sup>.

Un'altra considerazione da fare, riguarda il fatto che la formazione del bolo alimentare prevede dei controlli di feedback per consentire l'adeguata modulazione dell'attività muscolare necessaria, che vengono a mancare in funzione della perdita della sensibilità parodontale dovuta alle aree edentule <sup>24</sup>.

Per ultimo, ma non meno importante, una corretta masticazione svolge a sua volta un ruolo fondamentale nel mantenimento della salute orale, in quanto mantiene in condizione di salute i denti e i tessuti parodontali attraverso l'autopulizia grazie ad un'adeguata salivazione e attraverso lo stimolo meccanico sui tessuti parodontali.

A causa di tutti questi fattori, gli anziani eseguono una maggiore quantità di cicli masticatori e vi impiegano un tempo maggiore, con conseguente riduzione delle prestazioni masticatorie. Pertanto, molto spesso questi pazienti mettono in atto degli adattamenti, per mezzo di movimenti verticali della mandibola, al fine di compensare gli effetti provocati dall'invecchiamento, come la generazione di un



pattern masticatorio bilaterale simultaneo dovuto alla riduzione del tono, all'incoordinazione dei muscoli masticatori e alla perdita dei denti naturali <sup>20 25</sup>. Nelle suddette condizioni, il paziente si trova quindi a selezionare il cibo sulla base della consistenza; più è elevato il numero di elementi mancanti, maggiore è la tendenza a prediligere alimenti morbidi e facilmente frantumabili, che però generalmente contengono meno nutrienti essenziali. Infatti, è comune riscontrare che gli anziani preferiscano mangiare cibo lavorato industrialmente piuttosto che naturale e fresco. Inoltre, evitano cibi naturali difficili da masticare, il che comporta l'eliminazione di alimenti croccanti dalla dieta, come verdure crude e fresche, frutta, alimenti fibrosi come la carne e cibi secchi come il pane. Anche frutti come lamponi, fragole, uva e pomodori vengono spesso evitati perché i loro semi si depositano sotto la protesi. Pertanto, queste persone ingeriscono scarse quantità di proteine, fibre, minerali, vitamine e ferro, introducendo a dispetto maggiori quantità di carboidrati e grassi, risultando in pasti con un basso contenuto energetico e nutritivo. Questo favorisce l'assorbimento di notevoli quantità di zuccheri, aumenta il livello di colesterolo e grassi saturi nel sangue e abbassa i livelli di albumina sierica <sup>26 27 28</sup>.

Nel lungo periodo, pertanto diminuisce l'apporto e la qualità nutrizionale. Inoltre, la diminuzione della funzione orale, porta ad una diminuzione dell'appetito e a sua volta, dell'apporto calorico e del metabolismo. La somma di tutti questi risvolti negativi può provocare malnutrizione e diminuzione della funzione fisica, influenzando le attività della vita quotidiana e talvolta persino provocare una maggior vulnerabilità a numerose malattie, in particolare un aumentato rischio di problematiche gastrointestinali, cardiovascolari e di sindrome metabolica, oltre che causare una peggiore qualità della vita del singolo individuo, con conseguenze sulla mortalità <sup>27 29 30</sup>.

Questa correlazione si spiega anche in virtù del fatto che molti nutrienti essenziali offrono una protezione contro svariate malattie, mentre l'assunzione eccessiva di determinate sostanze è ben nota per essere dannosa per la salute.

A riprova di ciò, studi epidemiologici dimostrano che il consumo di frutta e verdura crude possono ridurre la prevalenza del cancro in molti organi, in quanto molti agenti potenzialmente anticancerogeni sono stati trovati in questi alimenti. Inoltre, le loro bucce sono importanti fonti di fibre, che facilitano il transito gastrointestinale, abbassano i livelli di colesterolo plasmatico e riducono la risposta glicemica al contenuto di carboidrati assunti durante i pasti. In questo modo, diminuiscono la prevalenza del tumore del colon-retto, della gastrite, oltre ad essere consigliate per la prevenzione del morbo di Crohn, della stitichezza, della sindrome dell'intestinale irritabile, della malattia diverticolare e dei calcoli biliari, perché legandosi agli acidi biliari, abbassano l'acidità e aumentano la massa fecale. Al contrario, gli acidi grassi saturi sono stati segnalati per essere un fattore di rischio nell'aterosclerosi e nell'aumento del colesterolo, quindi la loro assunzione aumenta il rischio di malattie cardiovascolari. È inoltre risaputo che una dieta ricca di grassi è strettamente correlata all'obesità, che a sua volta aumenta il rischio di ipertensione e diabete non insulino-dipendente <sup>28</sup>.

Una conseguenza immediata della masticazione riguarda anche la deglutizione, in quanto lo scopo è proprio scomporre il cibo in piccoli frammenti e mescolarli con la saliva per preparare un bolo alimentare che sia liscio, plastico, coeso, efficiente e sicuro da trasportare in modo fluido nella faringe <sup>14</sup>. La coesione è particolarmente necessaria, perché altrimenti la dispersione del bolo può favorire l'aspirazione delle particelle nelle vie aeree. Durante una normale deglutizione, il bolo alimentare soddisfa precise condizioni di dimensione delle particelle affinché si attivi la deglutizione, ed è un requisito vitale poiché aiuta a prevenire la deglutizione disfunzionale, che è nota per essere collegata a un'elevata morbilità. Una distribuzione granulometrica accettabile del bolo alimentare prima della deglutizione può quindi essere considerata un criterio cruciale nella valutazione della normalità della funzione masticatoria <sup>31, 32</sup>.

La diminuzione della funzione orale, quindi, aumenta anche il rischio di asfissia e polmonite da aspirazione. Tuttavia, non è ancora del tutto chiaro come lo stato di salute orale influisca su questi esiti di salute <sup>30</sup>.

Infine, una buona funzione masticatoria è anche essenziale in quanto i disturbi masticatori possono avere un effetto negativo anche sulla digestione <sup>33</sup>.

Per quanto riguarda la correlazione tra la salute orale e le malattie sistemiche, si ritiene che l'alterata masticazione possa essere una causa del deterioramento fisico, dovuto alla ridotta assunzione di nutrienti e possa quindi giocare un ruolo nell'insorgenza di malattie cardiovascolari e cerebrovascolari <sup>26</sup>.

Inoltre, la masticazione sembra avere anche un'influenza sulla funzione cerebrale e cognitiva <sup>33</sup>. In diversi studi è stato riportato come la funzione cognitiva diminuisce significativamente al diminuire del numero di denti rimanenti. Sono state studiate delle ipotesi sulle possibili relazioni causali.

La prima ritiene che la perdita dei denti provocando uno squilibrio nutrizionale e mancanza di nutrienti essenziali, come abbiamo già discusso, vada a ridurre anche l'assunzione della vitamina B, essenziale per la funzione cognitiva.

La seconda invece sostiene che la malattia parodontale, alla base della perdita dei denti, produca dei precursori della risposta infiammatoria che potrebbero migrare verso la barriera ematoencefalica, provocando una risposta infiammatoria che può portare alla patogenesi vascolare e addirittura all'atrofia neuronale nel cervello <sup>34</sup>.

Un'ulteriore associazione prevede che, essendo l'attività masticatoria regolata dal cervello che riceve informazioni dalle ossa mascellari, dalla cavità orale e dal viso, l'attività neuronale e il flusso sanguigno cerebrale aumentano durante la masticazione. Questa ipotesi deriva dal fatto che durante l'esercizio masticatorio è stato osservato, clinicamente e sperimentalmente, un aumento della temperatura corporea nelle aree del viso e del cervello, in quanto gli input sensoriali del nervo trigemino aumentano il flusso sanguigno cerebrale, che a sua volta promuove l'eccitazione e attiva un'ampia regione cerebrale che include

la corteccia motoria sensoriale e supplementare, la corteccia insulare, il talamo e il cervelletto <sup>25 35</sup>. Per giunta, il flusso diminuisce immediatamente dopo la cessazione della masticazione. Ciò è probabilmente attribuibile al sistema motorio che controlla i movimenti dei muscoli mascellari. Pertanto, i cambiamenti nell'input sensoriale causati dalla diminuzione della funzione masticatoria possono influenzare negativamente le prestazioni fisiche e portare a una diminuzione del flusso sanguigno cerebrale e a una ridotta funzione sistemica negli anziani <sup>19</sup>.

Esiste, tuttavia, anche una relazione inversa, tale per cui una ridotta funzione cognitiva comporta una maggior difficoltà nel paziente a provvedere ad una corretta igiene orale e alle visite odontoiatriche.

Un'associazione interessante è anche quella tra la performance masticatoria e la malocclusione, di importanza clinica poiché il trattamento ortodontico è finalizzato al raggiungimento di una corretta occlusione in armonia con forma e funzione. Diversi studi hanno riportato gli effetti negativi della malocclusione sulla performance masticatoria e l'influenza positiva che i trattamenti ortodontici invece comportano <sup>18</sup>.

Un'altra problematica che può incidere sul grado e sulla durata della forza occlusale sui denti posteriori e quindi compromettere la masticazione è la presenza della respirazione orale. In questi pazienti si riduce l'attività e il tono dei muscoli masticatori, così il tempo impiegato per formare un bolo e dar inizio alla deglutizione aumenta. La respirazione orale limita la masticazione nella vita quotidiana e non è raro che, essendo queste due funzioni in competizione, possa essere associata ad un'inefficienza della funzione orale <sup>36</sup>.

### **3.2 Gli approcci riabilitativi**

A fronte del fatto che la disfunzione masticatoria può provocare un'assunzione squilibrata di nutrienti, portando a malattie sistemiche e deterioramento

cognitivo, una gestione efficace risulta fondamentale al fine di mantenere una buona salute orale e generale.

Sulla base delle informazioni anamnestiche e diagnostiche che si raccolgono, è possibile formulare un piano di trattamento fondato sulle necessità riabilitative del paziente, modulate in vario grado dalla situazione medica, psicologica e personale.

I denti mancanti possono essere sostituiti con uno dei tre seguenti tipi di riabilitazione: protesi rimovibile, protesi fissa a supporto dentale oppure a supporto implantare, che migliorano il comfort, la capacità masticatoria, mantengono la salute e l'integrità delle arcate e, in molti casi, aumentano anche l'autostima del paziente stesso. In particolare, utilizzando i restauri fissi è possibile ottenere un'occlusione ottimale che migliora la stabilità delle articolazioni temporo-mandibolari.

Con l'obiettivo di colmare le assenze dentali, l'88% dei pazienti si sottopone alla riabilitazione protesica <sup>20</sup>, grazie alla quale è possibile osservare un miglioramento delle performance masticatorie quotidiane, caratterizzate da una diminuzione dei tempi e dei cicli masticatori e una minor selezione del cibo.

Possono essere adottati diversi tipi di trattamento per lo stesso caso clinico in quanto in letteratura non si riscontrano delle indicazioni assolute, pertanto, nella scelta si devono valutare i fattori biomeccanici, parodontali, estetici, economici, sempre tenendo presente quanto sia importante scegliere l'opzione che possa soddisfare al meglio le aspettative del paziente.

I trattamenti sono scelti anche a seconda del numero e della posizione dei denti naturali rimasti in arcata e della qualità del tessuto portante la protesi <sup>37 38</sup>.

Quando deve essere sostituito un solo elemento mancante, la maggior parte dei pazienti preferisce una protesi fissa. La configurazione convenzionale utilizza come supporto un dente pilastro da entrambe le estremità dello spazio edentulo. Se i pilastri sono parodontalmente sani, la lacuna edentula è corta e dritta e gli ancoraggi sono ben progettati ed eseguiti potrà avere longevità e permettere

un'ottima funzione al paziente. Al contrario, problematiche come l'iposcialia o la secchezza delle fauci determinano un ambiente sfavorevole per qualsiasi corona, in quanto i margini degli elementi di sostegno corrono un rischio elevato di lesioni cariose ricorrenti, limitando la durata a lungo termine della protesi.

La cresta edentula, inoltre, non dovrebbe presentare grossi difetti dimensionali; tuttavia, se ci dovessero essere, può essere aumentata utilizzando degli innesti, così da consentire la realizzazione di una protesi corretta. Tale trattamento deve essere riservato ai pazienti altamente motivati e in grado di affrontare questa procedura complessa, altrimenti in suddetti casi, deve essere presa in considerazione una protesi rimovibile.

La protesi rimovibile è un approccio riabilitativo a supporto mucoso che sostituisce un'arcata intera o solo determinati elementi. Quest'ultima si aggancia ai denti rimanenti ed è generalmente indicata per gli spazi edentuli posteriori più estesi di due elementi, gli spazi edentuli senza pilastri distali, gli spazi edentuli bilaterali con più di due denti mancanti, gli spazi anteriori maggiori dei quattro incisivi o quelli che includono un canino e due altri denti contigui <sup>39</sup>.

Nella decisione del trattamento più adeguato vanno considerate anche le condizioni degli elementi rimanenti. Innanzitutto, un numero insufficiente di elementi sfruttabili come pilastri può essere il motivo della scelta di una protesi rimovibile piuttosto che fissa. Inoltre, i requisiti per un pilastro di protesi rimovibile non sono così rigorosi come quelli per la fissa, in quanto persino denti inclinati verso gli spazi edentuli, elementi di ancoraggio divergenti, elementi indeboliti da problemi parodontali, elementi con corona clinica corta, solitamente non costituiscono pilastri affidabili e possono prestarsi più facilmente ad essere sfruttati per una apparecchiatura rimovibile, in quanto possono fungere meglio come semplici ritenzioni piuttosto che supportare il carico di una protesi fissa.

Infine, a causa della spesa e della complessità del trattamento, spazi edentuli multipli che potrebbero essere ripristinati con una protesi fissa, possono anche essere trattati con una rimovibile.

L'estetica e le funzioni orali, come la fonazione e la masticazione, dovrebbero essere ripristinate o, quantomeno migliorate, con l'applicazione del manufatto protesico, determinando un miglioramento dello stato di salute generale e della qualità della vita dei pazienti. Tuttavia, la riabilitazione della funzione orale indossando una protesi rimovibile non consente di tornare allo stato di salute orale precedente. Infatti, la qualità della vita correlata alla salute orale (OHRQoL) misurata utilizzando il *Geriatric Oral Health Assessment Index* (GOHAI) rimane deteriorata in presenza di questo tipo di trattamento riabilitativo<sup>40</sup>. Queste protesi sono meno stabili ed efficienti nella masticazione rispetto alle altre possibilità terapeutiche, in virtù del fatto che la forza mordente massima dei portatori di protesi totali è compresa tra un settimo e un quarto della forza media di una persona con la dentizione naturale<sup>38</sup>.

Pertanto, per i portatori di protesi totali, si riscontrano diversi aspetti svantaggiosi che interferiscono negativamente con la masticazione, comportano la preferenza di alimenti con una consistenza più morbida e una minore abilità nel linguaggio<sup>36 38</sup>.

Ciononostante, il successo di tale trattamento dipende generalmente dall'adattamento dei pazienti e dalla loro capacità di superare la ridotta ritenzione e stabilità. Più del 50% dei pazienti classifica le proprie protesi come eccellenti per quanto riguarda ritenzione, masticazione, estetica, comfort e igiene. Nella valutazione professionale, la ritenzione e la stabilità sono state considerate eccellenti in oltre il 66% dei casi e l'igiene degli elementi e della protesi è stata considerata buona rispettivamente nel 52% e nel 46%<sup>41</sup>.

Va infatti considerato che la soddisfazione per una terapia protesica dipende da molti fattori che vanno oltre la semplice valutazione odontoiatrica, tra cui la funzione e l'aspetto della protesi, l'assenza di dolore, l'adattabilità fisica di ogni

paziente, ma soprattutto sono i fattori psicologici e sociali che influenzano l'accettazione o la negazione di qualsiasi apparecchio protesico <sup>37</sup>.

Inoltre, la protesi rimovibile ripristina facilmente la zona edentula sia dal punto di vista funzionale che estetico se c'è stata una perdita rilevante di tessuto osseo crestale, ma deve essere riadattata nel tempo per compensare i progressivi cambiamenti dei tessuti associati al riassorbimento osseo progressivo, in particolare nell'arcata inferiore. Ciò nel tempo rende più difficile trattenere la protesi, che perde stabilità durante la masticazione a causa delle forze dislocanti della muscolatura circostante, risultando in movimenti come spostamento, sollevamento, scorrimento, inclinazione o rotazione. Infatti, i pazienti che le indossano spesso lamentano l'instabilità, difficoltà nell'alimentazione e nella fonazione, aspetti che possono portare a un cambiamento nello stile di vita. Inoltre, il dolore sulla mucosa a causa di un'incorretta compressione è un fattore di rischio per la compromissione della funzione masticatoria soggettiva <sup>42</sup>. Tutti questi fattori hanno dimostrato di avere un grande impatto sulla qualità della vita di un paziente <sup>17</sup>.

Pertanto, è giusto affermare che la sostituzione dei denti mancanti con le protesi rimovibili può migliorare la masticazione, tuttavia, tale compensazione non può recuperare le prestazioni di una dentatura completa naturale, in quanto l'efficienza e la forza masticatoria risultano ben al di sotto dei valori di un soggetto dentato o protesizzato con protesi fissa. Questi fattori potrebbero anche non ripristinare la fiducia del paziente nella capacità di sminuzzare gli alimenti con caratteristiche reologiche sconosciute, associandosi anche situazioni come la diminuzione dell'appetito a causa della riduzione del senso del gusto e le minori sensazioni buccali con conseguenze importanti sulla loro salute generale <sup>28</sup>.

Pertanto, per superare questi limiti, negli ultimi decenni si è sempre più diffusa la terapia riabilitativa che utilizza le overdenture su impianti <sup>43</sup>. La letteratura odontoiatrica è ricca di lavori scientifici che mostrano miglioramenti



significativi nella qualità della vita dei pazienti edentuli che hanno due impianti dentali posizionati nella mandibola per fissare la protesi inferiore <sup>43</sup>. Le overdenture sono state valutate come le migliori in termini di soddisfazione generale, capacità di parlare e semplicità nella pulizia domiciliare <sup>44</sup>. Esse infatti presentano molti aspetti positivi in quanto, il loro inserimento permette di ottenere un significativo miglioramento della stabilità e della ritenzione tale da ridurre i movimenti indesiderati <sup>37</sup>, aumentando l'efficienza della masticazione, la forza del morso e la soddisfazione generale del paziente <sup>45 46</sup>. Il loro posizionamento è quindi stato raccomandato come lo standard di cura di prima scelta per i pazienti edentuli dalla dichiarazione di consenso McGill e, più recentemente, dalla dichiarazione di consenso York <sup>47</sup>.

Per le persone edentule, le overdenture supportate da impianti offrono un sostanziale beneficio anche dal punto di vista strutturale e funzionale rispetto ad una protesi totale convenzionale, in quanto riducono o addirittura prevengono la perdita verticale e orizzontale dell'osso alveolare perimplantare. Infatti, confrontando una protesi su impianto e una protesi totale convenzionale, la quantità di perdita ossea perimplantare è 7-10 volte inferiore <sup>15</sup>. Questo effetto può essere spiegato da un trasferimento immediato delle forze occlusali alle strutture ossee e dal fatto che nell'area supportata dall'impianto si riduce le pressioni non fisiologiche della protesi sulla mucosa e sull'osso, in particolare le forze orizzontali potenzialmente dannose.

Esse sono idealmente indicate quando c'è un numero insufficiente di pilastri, in assenza di pilastri distali, se c'è una resistenza inadeguata per supportare una protesi fissa a supporto dentale o quando l'atteggiamento del paziente e la combinazione di fattori orali rendono l'apparecchio rimovibile una scelta non adeguata al caso <sup>39</sup>. In particolare, un dente singolo può essere sostituito con un solo impianto preservando i denti adiacenti sani dagli effetti distruttivi delle preparazioni ritentive per le corone, mentre una lacuna edentula che comprende da due a sei denti può essere riabilitata con più impianti, sia prevedendo restauri

singoli, sia ponti e infine si può anche riabilitare un'intera arcata utilizzando un numero di impianti variabili a seconda dello specifico caso clinico.

È stato inoltre osservato che la riabilitazione implantare migliora la sensibilità tattile, tramite un fenomeno che prende il nome di *osteopercezione*, in quanto genera potenziali somatosensoriali del nervo trigemino e il percorso di feedback alla corteccia sensoriale viene parzialmente ripristinato dalla presenza dell'impianto <sup>15</sup>. La terapia implantare può anche ripristinare il percorso di feedback motorio al sistema nervoso centrale nei pazienti edentuli riducendo la durata del ciclo masticatorio e migliorando le velocità di apertura e chiusura <sup>17</sup>. Questa osteopercezione non è solo di primaria importanza per l'integrazione psicologica ma, spiega anche alcuni degli aspetti funzionali migliorati. Infatti, si osservano importanti miglioramenti nella funzione oro-facciale, si riscontra una maggiore forza del morso, cicli masticatori più ampi, una migliore coordinazione della sequenza masticatoria, una migliore efficienza e capacità orale, tanto che il loro utilizzo aumenta lo spessore del muscolo massetere durante la contrazione <sup>48</sup>. Pertanto, si riscontra proprio un miglioramento delle capacità di sminuzzare il bolo e di discriminare tra diverse durezza nei sei mesi successivi all'intervento chirurgico di inserimento implantare <sup>49</sup>. Di conseguenza, si ritiene che la stabilizzazione di protesi totali mediante impianti osteointegrati possa poi andare a migliorare anche lo stato nutrizionale. Per di più, non solo si registra un miglioramento oggettivo della funzione orale ma anche di quella soggettiva, in quanto i pazienti si dichiarano più soddisfatti, riportano meno lamentele, reputando più elevati il comfort e la capacità di masticazione <sup>50</sup>, così come la soddisfazione per i fattori associati all'estetica della protesi e all'igiene orale <sup>20</sup>.

Le protesi su impianti, al giorno d'oggi, possono dunque essere considerate l'opzione principale nell'odontoiatria protesica, incoraggiate da percentuali di successo ben documentate e stabilità clinica a lungo termine <sup>51 52</sup>. Per di più, la loro indicazione è stata gradualmente estesa anche a quei gruppi di pazienti che

originariamente venivano considerati a rischio, per condizioni come una salute generale compromessa, malattie rare, pregressi trattamenti radioterapici o semplicemente per anzianità.

Tuttavia, molti pazienti geriatrici edentuli hanno una combinazione di malattie sistemiche e spesso mostrano un grave riassorbimento osseo che può rendere impossibile il posizionamento dell'impianto.

A questo proposito, negli ultimi dieci anni si è diffuso anche l'utilizzo dei mini-impianti dentali, così chiamati perché sono di dimensioni inferiori a quelli standard, con una lunghezza inferiore ai 3 mm e un diametro inferiore a 2.4 mm, realizzati in una lega di titanio di tipo 5 (Ti<sub>6</sub>Al<sub>4</sub>V) e non con il titanio commercialmente puro di tipo 4 utilizzato negli impianti convenzionali.

Il loro utilizzo consente di ridurre il trauma chirurgico per i pazienti anziani e di aumentare le possibilità di trattamento, poiché possono essere posizionati in un sito ristretto, richiedono un intervento di chirurgia minimamente invasiva con conseguente minor dolore post-operatorio e una ridotta durata del trattamento con carico immediato. Tuttavia, il termine mini-impianti può avere una connotazione negativa, pertanto se ne parla con il termine *Geriatric Slim Implants* (GSI). Gli studi confermano l'affidabilità del loro posizionamento come elemento ritentivo per le protesi mandibolari complete a medio termine e hanno avuto un impatto positivo sulla soddisfazione dei pazienti, sull'OHRQoL e sulla funzione masticatoria<sup>43 47</sup>.

Tuttavia, nell'iniziale valutazione tra tentare di mantenere un dente con una prognosi dubbia o procedere con l'estrazione e la successiva riabilitazione protesica, va sempre tenuto presente che la performance masticatoria registrata in un paziente protesizzato risulta ridotta da un quarto a un settimo rispetto ai soggetti che mantengono la naturale dentatura. I portatori di protesi necessitano di cicli masticatori sette volte superiori per ridurre il cibo a metà della sua dimensione originale. Le forze masticatorie riportate utilizzando una protesi sono inferiori a quelle generate dalla dentizione naturale, rispettivamente di 60-

80 N per le protesi totali, 150-170 N per le overdenture su impianto confrontate con i 200 N del morso naturale <sup>36 45</sup>. La riabilitazione protesica provoca anche alterazioni del sistema stomatognatico, in quanto i soggetti sottoposti a tale processo presentano una riduzione del tono muscolare facciale, rispetto ai soggetti che non utilizzano protesi dentarie <sup>20</sup>.

Appurate queste condizioni, è consigliabile avvisare il paziente dei cambiamenti che si verificheranno nella funzione orale, che richiederanno pazienza e sforzo per adattarsi alle nuove condizioni. Nell'adattare la masticazione ai cambiamenti orali, prodotti dalla perdita dei denti e dalla protesi, il paziente attraversa un processo di apprendimento della masticazione nelle nuove condizioni, durante il quale i circuiti riflessi già installati cambiano in base alle nuove condizioni neurali, determinando un effetto motorio adattato alle condizioni della nuova protesi. Tuttavia, il disagio e il dolore orale potrebbero causare nuovi riflessi errati, che possono diventare permanenti e dannosi <sup>53</sup>.

Per un rapido adattamento, è necessario creare, a livello orale, condizioni normali dei riflessi già formati, cioè il volume e la forma delle parti protesiche devono rientrare nello spazio funzionale risultante dalla perdita dei denti, la cosiddetta area neutra.

Infine, problemi relativi al trattamento dei pazienti più anziani dovrebbero essere valutati attentamente ed essere parte integrante della pianificazione del trattamento a lungo termine poiché la vista ridotta, la sensazione tattile ridotta e altri fattori legati all'invecchiamento, comportano che i pazienti sono meno in grado di lavarsi i denti o maneggiare correttamente le protesi, in particolare i restauri implantari. Le condizioni mediche possono essere un fattore importante nel processo decisionale.

In tali casi, il concetto dell'arcata dentale accorciata (SDA) che ritiene sufficienti solo venti denti occludenti (incisivi superiori e inferiori, canini e premolari) e che mira a ripristinare solo le parti strategiche della dentatura per l'aspetto o la funzione, dovrebbe essere considerata come una strategia terapeutica per evitare

di incorrere nei rischi e negli effetti collaterali indesiderati dell'inserimento di protesi, fisse o rimovibili <sup>54</sup>.

Come ultimo ma non meno importante, la decisione deve sempre essere indirizzata ai desideri del paziente, in quanto, se non riferisce disagi funzionali, occlusali o estetici e si trova a suo agio nella sua situazione, si attuerebbe un servizio di dubbia necessità posizionando una protesi.

### **3.3 Gli aspetti sociali e psicologici**

A livello globale, l'edentulismo colpisce circa il 30% degli adulti di età compresa tra i 65 e i 74 anni, percentuale che è diminuita negli ultimi vent'anni nella maggior parte dei paesi Occidentali, mentre è in accelerazione nei paesi a reddito medio-basso <sup>55</sup>.

La perdita dei denti nei paesi industrializzati sta diminuendo grazie alla diffusione delle misure preventive, come visite dentistiche periodiche, le procedure di igiene orale professionale, la sensibilizzazione all'importanza della salute orale e la maggiore premura anche nei giovani. È stato proprio evidenziato come la frequenza regolare e a lungo termine dal dentista ha un impatto positivo sul mantenimento dei denti e della salute orale, suggerendo invece che le persone che intervengono episodicamente solo per le problematiche dentali che sopraggiungono, hanno maggiori probabilità di soffrire di sintomi orali e perdere gli elementi e minori probabilità di avere una buona salute orale <sup>56</sup>.

In più, tutte le patologie orali, dalla più semplice alla più complessa, vengono oggi trattate più frequentemente, evitando la progressione della malattia parodontale o problemi endodontici e così facendo anche le comunità più anziane conservano successivamente un numero considerevole di denti rimanenti.

Per quanto concerne i paesi in via di sviluppo, invece, i denti vengono spesso estratti anziché trattati in modo conservativo, in quanto l'estrazione è

considerata la via per alleviare il dolore, la soluzione ai problemi dentali, buccali e sistemici, oltre che essere considerata un evento naturale della vita <sup>15 57</sup>. Però si può sostenere che i livelli siano ingannevolmente bassi a causa di una speranza di vita più breve e quindi di una percentuale molto più bassa della popolazione anziana <sup>15</sup>.

Tuttavia, la letteratura dimostra come la situazione socioeconomica di un paese possa determinare solo in parte l'edentulismo, poiché anche i fattori culturali e psicosociali svolgono un ruolo importante, tanto che si evidenziano anche disparità regionali, ad esempio tra le aree rurali e le urbane. Ciononostante, l'istruzione e il reddito, nonché lo stile di vita, la dieta, le cure dentistiche possono confondere le variabili, che quindi sono difficili da controllare <sup>15</sup>.

Va infine anche sottolineato che con l'aumento dell'aspettativa di vita, le dimensioni della popolazione anziana continueranno ad aumentare in tutti i paesi, specialmente in quelli più sviluppati, pertanto, ci potrà comunque essere una proporzione rilevante di individui edentuli nelle società di tutto il mondo <sup>15</sup>. A ragione di ciò, l'attenta conoscenza dei fattori di rischio e delle conseguenze critiche che ne scaturiscono, potrebbe aiutare i medici a valutare le strategie di trattamento e dovrebbe incoraggiare a perfezionare le misure preventive, soprattutto per quella fascia della popolazione più suscettibile.

Effettivamente, sebbene la perdita di elementi dentali non sia una condizione temibile per la vita, ha un impatto importante sull'individuo e sulla comunità per quanto riguarda i limiti funzionali e sociali che comporta, nonché l'utilizzo delle risorse pubbliche.

Se i denti vengono persi, l'efficienza e la funzione masticatoria si riducono, diminuendo la capacità di svolgere le attività quotidiane e riducendo la qualità della vita correlata alla salute orale (OHRQoL), particolarmente influenzata dal disagio e dalle difficoltà funzionali <sup>47</sup>. Tuttavia, il punteggio dell'abilità masticatoria è anche significativamente correlato con le dimensioni psicologiche

e sociali della salute orale <sup>58</sup>, aumentando persino il rischio di problematiche come la depressione <sup>33</sup>. In generale, gli studi dimostrano come uno stato di salute orale scadente negli anziani vada a compromettere la loro autostima e le loro interazioni sociali <sup>27</sup>, a causa dell'imbarazzo che provano nella partecipazione agli eventi e quando conversano con persone al di fuori del proprio nucleo familiare <sup>57</sup>.

Sotto questo aspetto, la vita senza denti masticanti viene considerata "un'esperienza negativa", in quanto i cambiamenti più frequentemente riscontrati, al di là degli aspetti funzionali veri e propri, comprendono un alterato senso del gusto, così che il cibo diventava insapore e l'aspetto estetico, contribuendo alla sensazione di essere "mal rifiniti", incompleti e disuguali <sup>57</sup>. Va da sé che il miglioramento della funzione orale può migliorare la qualità della vita, andando ad risanare tutti quegli aspetti che aumentano l'appagamento della vita quotidiana <sup>59</sup>.

Il trattamento dell'edentulismo richiede, a seconda del numero di elementi dentali mancanti, l'utilizzo di protesi mobili o fisse. Tuttavia, questa condizione non è ancora vista socialmente come un problema, ma spesso come un tipico processo fisiologico, influenzato anche dal pensiero che la perdita dei denti con l'età sia inevitabile, agendo così negativamente sull'accettazione del trattamento odontoiatrico <sup>57</sup>.

I pazienti, in particolar modo se molto anziani, spesso riferiscono sensazioni negative durante il periodo di adattamento alla nuova protesi totale, riportando fastidio per qualcosa che non riconoscono come proprio. Quasi il 30% dei pazienti con un apparecchio mandibolare ha lamentele <sup>53</sup>, tanto che in alcuni casi, il disagio causato dal dolore, dalla mancanza di stabilità e ritenzione prevale sui benefici estetici e funzionali, fino a giustificare l'abbandono dell'uso <sup>57</sup>.

Tuttavia, generalmente l'adattamento iniziale e la regolare ribasatura permettono di superare gli ostacoli causati dall'instabilità, andando a restaurare la "parte mancante del corpo", così che il paziente torna a sentirsi "completo,

nella persona di prima”, con ottimi risultati anche sull’aspetto estetico, potendo tornare a sentirsi “bello e sorridere meglio, senza imbarazzo”<sup>57</sup>.

Pertanto, la percezione del paziente riguardo all’esperienza soggettiva della propria capacità masticatoria, con o senza l’ausilio di una protesi, è un fattore da tenere in considerazione affinché un trattamento si possa considerare efficace.



#### **4. La valutazione della performance masticatoria**

Considerando la maggiore presa di coscienza sull'importanza della funzione orale, durante la pratica ambulatoriale odontoiatrica quotidiana risulta sempre più necessario poter eseguire una valutazione della funzione masticatoria di un individuo <sup>53</sup>. È quindi imprescindibile disporre di un metodo di misurazione oggettivo e ripetibile, che dovrebbe mirare non solo a valutare la funzione orale, ma anche a fornire informazioni sulla disabilità del paziente, una effettiva indicazione per la riabilitazione protesica e successivamente valutare il successo del trattamento <sup>11 60</sup>.

Nel corso degli anni, un'ampia varietà di metodi è stata utilizzata per determinare le prestazioni masticatorie <sup>61</sup>.

##### **4.1 L'efficienza e la performance masticatoria**

La performance masticatoria (MP) è la misura della triturazione del cibo ottenibile in condizioni di test standardizzate, definita come la capacità individuale di macinare un alimento di prova dopo un numero predeterminato di cicli masticatori.

L'efficienza masticatoria è intesa come lo sforzo richiesto per raggiungere un valore standard di comminuzione del cibo, caratterizzato da una dimensione media delle particelle (X50 o D50) uguale alla metà della loro dimensione prima della masticazione o ad un grado di comminuzione standardizzato.

Per meglio dire, la performance masticatoria si riferisce alla capacità dell'individuo di macinare o polverizzare un campione di alimento di prova dopo un numero predeterminato di cicli masticatori, mentre l'efficienza si riferisce al numero di cicli di masticazione necessari per raggiungere la metà della dimensione delle particelle originali.

La performance masticatoria è influenzata da diversi fattori, tra cui l'età, il sesso, la corporatura, il numero e il tipo di denti in occlusione funzionale, il controllo neuromuscolare, il tipo e la gravità delle malocclusioni, la perdita e il ripristino dei denti post-canini, l'area di contatto occlusale, la massima forza del morso, il flusso salivare, la qualità della protesi, il feedback sensoriale e la funzione motoria orale<sup>14 61 18</sup>. È noto che anche le caratteristiche del cibo influenzano il processo masticatorio. Quando mastichiamo, ad esempio, un alimento croccante, la mandibola rallenta e accelera a causa della resistenza e della rottura delle particelle di cibo. Il caratteristico comportamento di rottura di un alimento è essenziale per la sensazione sensoriale. La durezza del cibo viene percepita durante la masticazione e influenza l'attività muscolare della mandibola, la forza masticatoria e i movimenti della mandibola. Le caratteristiche del cibo hanno una grande influenza sul numero di cicli di masticazione necessari per preparare il cibo per la deglutizione. I cibi secchi e duri richiedono più cicli di masticazione poiché è necessario più tempo per scomporre il cibo e combinare abbastanza saliva per formare un bolo coeso adatto alla deglutizione.

L'esito della masticazione può essere valutato con due approcci differenti, nel primo il bolo alimentare viene raccolto dopo un numero predeterminato di cicli di masticazione, il secondo alla soglia di deglutizione, cioè quando il bolo è sufficientemente coeso e plastico da poter essere deglutito.

Gli obiettivi di ricerca di questi due metodi sono diversi, in quanto quando a un soggetto viene chiesto di masticare ed espettorare il bolo alimentare dopo un numero fisso di colpi di masticazione, il risultato riflette quanto bene è riuscito a frammentare o miscelare il cibo di prova o un altro materiale di prova non nutritivo, naturale o artificiale. Questo parametro è stato comunemente indicato come performance masticatoria o test C.

Nel test di masticazione o test M, invece, masticando finché il soggetto non è pronto a deglutire il cibo, vengono rivelati altri aspetti della masticazione, in quanto il momento della deglutizione dipende da due fattori principali, cioè le

proprietà fisiche e strutturali dell'alimento, intese come durezza, collosità, coesione, umidità, dimensione della porzione e le caratteristiche fisiologiche generali e orali di un individuo, quindi dentizione, forza del morso, motilità della lingua, flusso salivare, età, stato neurologico, dolore, sensibilità intraorale.

Da questo test si dimostra che le persone con una buona performance masticatoria non necessariamente ingeriscono il cibo dopo un minor numero di colpi rispetto alle persone con una scarsa performance, sebbene la loro più efficace capacità di frammentazione consente loro di effettuare meno cicli di masticazione, al contrario, i “cattivi masticatori” possono deglutire un bolo mal preparato <sup>33</sup>.

#### **4.2 Il test di frammentazione**

Negli ultimi anni sono stati proposti molti metodi per determinare la performance masticatoria e tra questi, quelli più utilizzati sono i test di frammentazione, con lo scopo di studiare le dimensioni delle particelle di cibo tritato <sup>11</sup>.

Nel 1902 Gaudenz fu il primo a descrivere la valutazione della performance masticatoria, facendo masticare, per un numero fisso di cicli di masticazione, degli alimenti degradabili meccanicamente, sia di origine naturale, come arachidi, mandorle, carote, sia materiali sintetici, ad esempio materiali da impronta come Optosil/Optocal o gli idrocolloidi <sup>33 60</sup>. Un alimento di prova di origine naturale ha il vantaggio di poter essere normalmente consumato dai pazienti, ma, dato che la consistenza può variare in base alla stagione e all'area geografica, al fine di evitare differenze procedurali, è spesso utilizzato il cibo artificiale come valida alternativa.

Al partecipante viene quindi chiesto di espettorare il bolo alimentare e successivamente, il grado di scomposizione del cibo viene determinato tramite la setacciatura delle particelle raccolte, attraverso una pila di setacci con maglie

generalmente comprese tra 5.6 mm e 0.5 mm. La distribuzione in peso delle dimensioni delle particelle del bolo, ottenuta dai setacci, può essere descritta da una funzione di distribuzione cumulativa, la cosiddetta funzione di Rosin-Rammler, caratterizzata dalla dimensione mediana delle particelle (X50 o D50) e dall'ampiezza della distribuzione. La dimensione media delle particelle X50 è l'apertura di un setaccio teorico attraverso il quale passa il 50% del peso del materiale frammentato.

Alcuni autori hanno utilizzato la setacciatura singola, dove la performance masticatoria risulta quantificata dalla percentuale in peso di cibo masticato che attraversa un setaccio con un'apertura.

Invece, i metodi di setacciatura che utilizzano più di un setaccio, forniscono delle informazioni più dettagliate, determinando la dimensione media delle particelle ottenuta dopo un numero fisso di cicli di masticazione. Una bassa dimensione media delle particelle indica che il cibo è stato ben frammentato e quindi le prestazioni masticatorie sono elevate.

Ne consegue che il metodo a setaccio singolo è meno affidabile di quello multiplo, soprattutto se l'apertura del setaccio non è sufficientemente vicina alla dimensione media delle particelle del cibo masticato <sup>33 61</sup>.

Un ultimo metodo di valutazione può essere la scansione ottica, dove i risultati ottenuti possono essere convertiti, ancora una volta, in una distribuzione granulometrica discreta, che può essere descritta da una funzione di distribuzione cumulativa <sup>33</sup>.

I punti di forza di questo test sono che la capacità di masticare l'alimento di prova sarà la dimostrazione della capacità di poter masticare un ampio spettro di alimenti simili. Inoltre, un alimento di prova solido comprende tutti gli aspetti della frantumazione del cibo durante la reale masticazione, come il trasporto, la cattura e la rottura delle particelle durante ogni ciclo, mentre si mescola il bolo alimentare con la saliva. Questi test sono stati utilizzati con successo in numerosi studi per determinare sia la performance masticatoria sia l'efficienza

masticatoria. Sono, pertanto, un metodo affidabile per quantificare quanto bene una persona sia in grado di masticare.

Per quanto concerne l'efficienza masticatoria, si ottengono informazioni più dettagliate sul processo di masticazione poiché vengono eseguiti diversi test dopo vari cicli di masticazione, offrendo un confronto tra soggetti nella stessa fase di triturazione del cibo e rapporti intra-soggetto e inter-soggetto costanti rispettivamente tra e all'interno dei campioni. I test di comminuzione sono infine sensibili ai cambiamenti nel sistema oro-facciale, poiché significativamente correlati alla forza massima del morso volontario e allo stato dentale.

Tuttavia, sebbene questo esame sia considerato il gold standard nella valutazione della funzionalità masticatoria, si ritiene essere troppo complicato per essere applicato di routine e richieda troppo tempo; inoltre, il disagio che provoca al paziente poiché tutte le particelle devono essere raccolte dalla bocca per essere analizzate, la difficoltà nel reperirle effettivamente da tutte le zone del cavo orale e gli elevati costi delle attrezzature necessarie ne ostacolano l'uso.

È necessario anche prestare attenzione, poiché l'uso di materiali di prova più rigidi, come Optosil, potrebbe non essere adatto ai pazienti edentuli o con disturbi neuromuscolari. Questi soggetti potrebbero non essere in grado di frammentare adeguatamente il cibo di prova poiché la loro forza massima del morso è generalmente bassa e quindi inferiore alla forza necessaria, pertanto, le differenze tra gli individui non verrebbero rilevate. Lo stesso discorso vale per gli alimenti di prova molto morbidi nei pazienti con un'eccellente capacità di frammentazione, poiché tutti gli individui valutati saranno in grado di frammentare molto bene il cibo e le sottili differenze potrebbero passare inosservate.

Infine, questo test può costituire un rischio di aspirazione in soggetti disfagici come vittime di ictus, anziani istituzionalizzati molto anziani o pazienti con sclerosi laterale amiotrofica <sup>11 60</sup>.

### **4.3 Il test di capacità di miscelazione**

Per superare i limiti appena descritti del test di frammentazione, negli ultimi tre decenni, è stata testata la validità di approcci alternativi. Pertanto, un altro metodo per determinare le prestazioni masticatorie, oggi ampiamente utilizzato, studia la capacità orale di mescolare e impastare un bolo alimentare artificiale.

Nel 1991 e nel 1995, Liedberg e Öwall hanno proposto e descritto per la prima volta questo nuovo esame, che consisteva nella masticazione di un chewing-gum bicolore o di una cera di paraffina per 10, 20, 40, 60, 80 e 100 cicli masticatori. I campioni venivano quindi valutati visivamente in una scala di miscelatura di colori da 1 a 5, in conformità con una scala di riferimento stabilita nei test pilota. Nel 1999 Prinz comprese la necessità di avere a disposizione dei test più semplici ed oggettivi per la valutazione del risultato e nel 2007 Schimmel ha testato l'affidabilità e la riproducibilità dei dati quantitativi ottenuti dal test, riscontrando che la semplice valutazione visiva dei campioni è meno affidabile rispetto all'analisi computerizzata.

Pertanto, il metodo attualmente utilizzato prevede la masticazione di due chewing-gum di diversi colori uniti fra loro, per un numero definito di cicli masticatori; nel numero di 20 atti masticatori il test mostra le migliori possibilità discriminatorie tra soggetti con differenti condizioni orali.

Al termine, il bolo viene rimosso dalla cavità orale, tamponato per rimuovere gli eventuali eccessi di saliva, posto in una busta di plastica trasparente e appiattito fino a ottenere un wafer dello spessore di 1 mm. Si ritiene che l'appiattimento del bolo prima della valutazione fornisca una valutazione più affidabile rispetto all'osservazione allo stato grezzo<sup>60</sup>.

In seguito, si scatta un'immagine digitale di entrambi i lati. Per la successiva valutazione, scale simili a quelle sfruttate in principio sono ancora utilizzate, ma spesso vengono combinate con valutazioni optoelettroniche per valutare la

miscela di colori, tra cui la varianza di tonalità (VOH), la distribuzione dell'intensità della luce o l'eterogeneità spaziale.

La miscela di colori viene quindi valutata utilizzando dei software dedicati sul computer oppure tramite applicazioni per smartphone appositamente progettate; entrambi questi metodi producono risultati validi anche per valutare la funzione masticatoria. Questo approccio fornisce un metodo rapido, semplice ed economico che potrebbe essere utilizzato nei reparti geriatrici o negli studi privati senza la necessità di attrezzature specializzate o di personale addestrato<sup>11 60</sup>. Inoltre, si è dimostrato utile in quei soggetti che presentano una performance masticatoria notevolmente ridotta, come i portatori di protesi totali. Una sfida nella validazione di queste prove è disporre dei campioni appropriati che devono soddisfare determinati requisiti. Tra questi il più importante è che il chewing-gum deve essere di due colori, uno per lato, precombinati in un unico pezzo e quelli scelti devono rappresentare un'ampia diffusione dei valori di tonalità nello spazio colore, ad esempio, verde e rosso o rosa e azzurro, in modo da essere ben distinguibili nella gomma non masticata e anche ben miscelati. In aggiunta, è necessario che questi colori siano stabili nel tempo, anche una volta che il campione è stato masticato, così che la successiva analisi sia la più fedele possibile. Infine, il campione non deve incollarsi alla resina della protesi, non deve essere né troppo grande né troppo duro, quindi relativamente facile da masticare anche per i pazienti più anziani, deve essere conservabile e igienizzabile, deve essere senza zucchero e con un gusto piacevole per la maggior parte dei pazienti<sup>60</sup>.

A tal proposito, "Hue-Check Gum®" è un chewing-gum valido e idoneo, che soddisfa la maggior parte dei requisiti per l'applicazione in tali prove<sup>60</sup>.

Studi sulla validità e sull'affidabilità hanno dimostrato che il test di miscelazione è un'alternativa affidabile ai test di frammentazione e addirittura è più adatto poiché riesce a discriminare meglio tra i pazienti con prestazioni masticatorie compromesse<sup>60</sup>. Questi test sono inoltre più completi, in quanto la miscelazione

mette in azione anche i movimenti linguali, parte integrante per una corretta masticazione. Un altro fattore a loro favore è che sono poco dispendiosi e possono essere utilizzati per la diagnosi e la rivalutazione clinica dei pazienti con una presunta funzione masticatoria compromessa.

Tuttavia, vanno anche considerati i limiti del test in questione, in particolare la questione che vengono utilizzati dei prodotti alimentari innaturali che non possono essere ingeriti e quindi possono dare origine a uno schema masticatorio non naturale. In aggiunta, i test di frammentazione che utilizzano alimenti naturali di prova, come ad esempio le carote, dipendono maggiormente dalla forza del morso, che è un fattore dirimente nella valutazione della performance masticatoria. Un altro limite è che i chewing-gum durante la masticazione diventano rapidamente morbidi, quindi più facili da masticare, e negli individui con una buona capacità masticatoria il compito è facilmente assolto, si verifica la saturazione della miscela di colori, rendendo imprecisa la distinzione tra individui con sottili differenze nella capacità masticatoria. Poiché questi test dipendono poco dalla forza di morso massima disponibile e valutano piuttosto la capacità di formare e impastare un bolo, potrebbero essere meno adatti per la ricerca che valuta indirettamente l'aumento o la diminuzione di forza del morso. A seguire, la moltitudine dei software usati per la valutazione rende difficile il confronto dei risultati ottenuti nei differenti studi. Potrebbe quindi essere necessario lo sviluppo di software e strumenti automatizzati per l'analisi, oltre che la formazione degli esaminatori, allo scopo di ridurre gli errori casuali e migliorare la riproducibilità delle misurazioni <sup>59</sup>.

#### **4.4 Il test di autovalutazione**

L'autovalutazione della funzione masticatoria viene raccolta intervistando i pazienti sulla loro funzione orale, attraverso domande orali durante la visita o fornendo questionari. La valutazione personale comprende altri aspetti rispetto



a quelli esaminati con i test oggettivi, tra cui fattori adattativi e psicologici che non possono essere ottenuti dai test finora descritti<sup>33 61</sup>.

I questionari somministrati ai pazienti si basano su domande riguardanti la funzione masticatoria auto-percepita, lo stato dentale, la selezione degli alimenti e l'assunzione di nutrienti. Alcuni, in particolare, mirano a valutare la capacità di alimentarsi (FIA), per cui i soggetti esprimono la loro difficoltà nella masticazione di cibi di varia consistenza e durezza.

La percezione del paziente può essere quantificata in base a risposte dicotomiche, utilizzando una scala a 5 punti, che va da un punteggio di 0, inteso come molto facile da masticare, ad un punteggio di 5, come molto difficile ed evitato, oppure risposte categoriali “mai, a volte, spesso, sempre o piuttosto, moderatamente, molto, estremamente difficile” o utilizzando una scala analogica visiva (VAS) con estremità che variano da “per niente difficile” a “impossibile da masticare”.

Si evince così che la funzione masticatoria auto-valutata è strettamente correlata al numero di denti e allo stato dentale. Il cambiamento nella funzione masticatoria con l'aumentare dell'età, valutato soggettivamente, è meglio spiegato dal numero di denti rimanenti, mentre l'età di per sé ha solo un'influenza marginale sulla funzione masticatoria. Il mantenimento di 20 o più elementi naturali e almeno 8 unità dentali funzionali è risultata importante nel ridurre la difficoltà di masticazione soggettiva.

Tuttavia, i risultati ottenuti dai questionari di autovalutazione e dai test funzionali sono correlati debolmente o per nulla, a dimostrazione che molti pazienti con una dentatura compromessa o una protesi inadeguata giudicano comunque la loro funzione masticatoria come “buona”, presumibilmente poiché hanno sviluppato dei meccanismi adattivi alla loro situazione, sentendosi così a proprio agio con una masticazione oggettivamente compromessa.

Inoltre, la realizzazione di un questionario adeguato è obbligatoria, in quanto le risposte categoriali, ad esempio, potrebbero non rilevare sottili differenze tra i

soggetti, che invece possono essere clinicamente importanti.

È pertanto probabile che l'autovalutazione della funzione masticatoria sia, in generale, troppo ottimistica rispetto alla reale situazione orale <sup>61</sup>. Tuttavia, questi questionari o interviste aiutano i medici a comprendere meglio le aspettative, le necessità e il risultato delle riabilitazioni sul benessere generale e psicologico del paziente <sup>33</sup>. D'altra parte, come già più volte ripetuto, i trattamenti centrati sulle preferenze del paziente sono i migliori predittori del successo.

## 5. Valutazione della funzione masticatoria di pazienti affetti da parodontite di Stadio IV riabilitati con protesi fissa

### 5.1 Introduzione e obiettivo dello studio

La nuova classificazione delle malattie parodontali e peri-implantari esposta al World Workshop tenutosi a Chicago nel 2017 ha modificato la suddivisione della parodontite in quattro stadi e tre gradi.

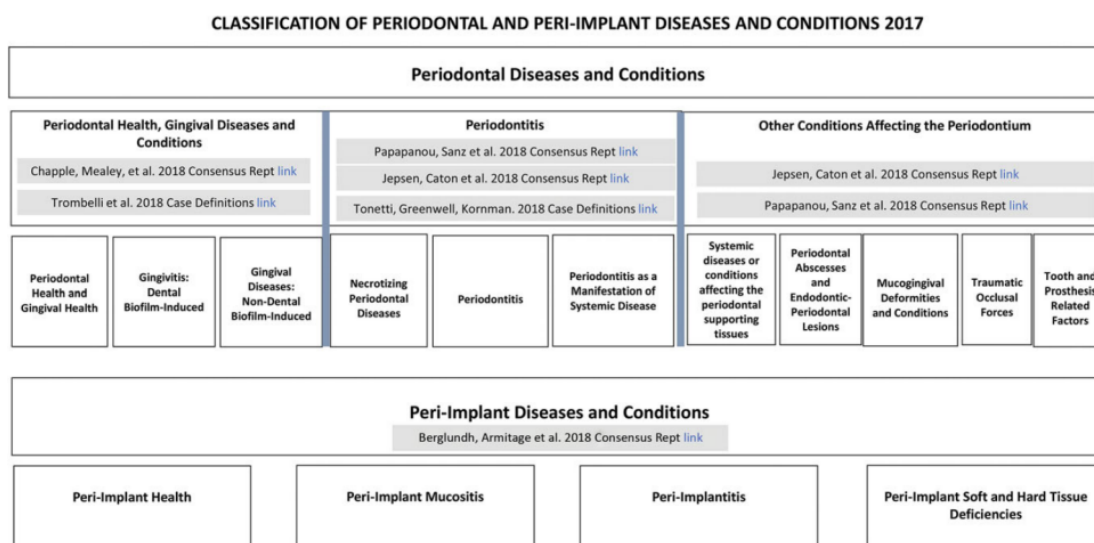


Figura 5. Classificazione delle malattie e condizioni parodontali e perimplantari (2017)

In particolare, nello stadio IV si introduce il termine di disfunzione masticatoria che comporta l'esigenza di una complessa riabilitazione tramite un approccio interdisciplinare<sup>62</sup>. Le opzioni di protesi fissa a supporto dentale o implantare, parziali o totali, sono quelle che vengono più frequentemente utilizzate per migliorare la funzione masticatoria di questi pazienti.

Gli odontoiatri dovrebbero quindi integrare la valutazione dell'efficienza masticatoria nel loro flusso di lavoro quotidiano per esaminare la qualità delle prestazioni orali e poter di conseguenza inquadrare adeguatamente il singolo paziente<sup>11, 63</sup>. Nella pratica clinica, la performance masticatoria può essere

valutata sia oggettivamente che soggettivamente e questi risultati poi si completano a vicenda.

Quando si tratta il tema dell'efficienza masticatoria è fondamentale anche utilizzare la corretta semantica. Se da una parte, l'autovalutazione della funzione orale si riferisce alla percezione soggettiva e alla valutazione da parte del paziente stesso, ottenute tramite colloqui e questionari sulla funzione orale e sulle abitudini alimentari. Dall'altra, la performance masticatoria (MP) viene definita come la capacità di un individuo di macinare un alimento di prova dopo un numero fisso di cicli masticatori, mentre l'efficienza masticatoria si riferisce al numero di atti masticatori necessari per ridurre il cibo a una determinata dimensione delle particelle <sup>33</sup>.

Nel precedente capitolo abbiamo già descritto anche i diversi metodi che sono stati proposti negli anni per determinare oggettivamente la funzione masticatoria, direttamente o indirettamente, i cui risultati forniscono importanti informazioni sul processo masticatorio del singolo paziente. In particolare, la maggior parte degli studi si è avvalsa dei test di comminazione <sup>61</sup>; tuttavia anche se essi forniscono dei dati affidabili, la scelta dell'alimento o del materiale di prova più adeguati, nonché la selezione del paziente e la necessità di attrezzature dedicate per l'analisi ne ostacolano l'impiego in ambito clinico. Al contrario, i test di capacità di miscelazione sono stati utilizzati più agevolmente e con maggior successo per valutare la funzione masticatoria dei pazienti, sia negli ambulatori odontoiatrici privati che negli ospedali <sup>33</sup>. Ulteriori studi hanno poi dimostrato un'elevata correlazione tra i risultati di questi ultimi test e di quelli di comminazione per la valutazione delle prestazioni masticatorie, accertandone quindi l'efficacia nei pazienti affetti da importanti deficit masticatori <sup>64, 65</sup>.

Il presente studio si propone allora di valutare l'impatto di una riabilitazione protesica fissa sulla funzione masticatoria nei pazienti con una diagnosi di Parodontite allo stadio IV. In particolare, l'attenzione è stata focalizzata sulle

misurazioni soggettive e oggettive della performance masticatoria che sono state raccolte durante le fasi successive del processo riabilitativo.

## **5.2 Materiali e metodi**

I partecipanti selezionati per questo studio erano soggetti adulti, di età pari o superiore a 18 anni, che necessitavano di una complessa riabilitazione a causa della disfunzione masticatoria provocata dalla Parodontite di stadio IV, che non presentavano controindicazioni sistemiche o locali alla terapia chirurgica. Lo studio è stato condotto nel pieno rispetto dei principi etici, inclusa la Dichiarazione di Helsinki e ogni partecipante ha fornito il proprio consenso scritto.

### *Esame parodontale e definizione del caso*

Le misurazioni cliniche parodontali, tra cui la profondità di sondaggio della tasca (PPD), il sanguinamento al sondaggio (BOP), il livello di attacco clinico (CAL), il coinvolgimento della forcazione (FI), la mobilità dei denti e il numero di elementi persi attribuibili alla parodontite, sono state valutate da un singolo esaminatore addestrato a questo scopo.

I diversi stadi della parodontite sono stati diagnosticati secondo la classificazione del 2017 delle malattie parodontali <sup>62, 66, 67, 68</sup> basandosi sul framework dell'algoritmo proposto da Tonetti e Sanz <sup>69</sup> e modificato da Sanz et al. nel 2020 <sup>70</sup>. La perdita di un dente dovuta alla parodontite è stata valutata secondo i criteri precedentemente riportati: l'anamnesi del paziente integrata con la valutazione della condizione dell'elemento al momento della perdita o dell'estrazione, come descritto al punto 3 della discussione di Ravidà et al. (2021) <sup>71</sup>. Notevoli sforzi sono stati compiuti per integrare l'indagine con le pertinenti cartelle cliniche, quando disponibili. Nel caso in cui la motivazione

della perdita o dell'estrazione del dente non fosse stata accertabile, la causa è stata attribuita a ragioni non parodontali.

### *Performance masticatoria*

La MP è stata misurata utilizzando il test di capacità di miscelazione delle gomme da masticare a due colori come descritto da Schimmel et al.<sup>72</sup>, che prevede la masticazione di due chewing-gum di colore rosa e blu uniti insieme (Hue-check Gum, Muri b. Bern, Svizzera).

L'esperimento è stato eseguito col paziente in posizione eretta. Il chewing-gum è stato posizionato sul dorso linguale del partecipante con il lato blu rivolto inferiormente e un operatore addestrato ha contato un numero di 20 cicli masticatori. Non è stato fissato alcun limite di tempo per l'esecuzione del test. Ai pazienti è stato chiesto di masticare "il più possibile" permettendo loro di modificare il lato masticante a piacimento. Il chewing-gum è stato quindi prelevato dal cavo orale, inserito in un sacchetto di plastica trasparente e appiattito sfruttando una sagoma realizzata su misura fino a raggiungere un wafer spesso 1 mm. Entrambi i lati del bolo sono stati successivamente digitalizzati avvalendosi di uno scanner piano (HP 3600, HP Inc., Palo Alto, California, USA) con una risoluzione di 300 dpi. I campioni sono stati valutati mediante l'analisi optoelettronica. La varianza della tonalità (VOH) è stata calcolata dal software ViewGum<sup>73</sup>. La VOH è considerata una misura delle prestazioni masticatorie proprio grazie alla sua diretta correlazione con il numero di cicli masticatori compiuti dal paziente. Valori elevati di VOH corrispondono ad una gomma scarsamente miscelata, mentre valori bassi ad un bolo ben miscelato e quindi ad un'ottima funzione masticatoria.

Il test della MP è stato eseguito al tempo basale durante il processo diagnostico (T0), una settimana dopo la consegna del provvisorio (T1) e una settimana dopo la consegna della soluzione protesica definitiva (T2). La valutazione della MP è stata considerata una misura di esito primario.

### *Valutazione soggettiva della funzione masticatoria*

La qualità auto-riferita dal soggetto a riguardo della propria funzione masticatoria (QMF) è stata valutata utilizzando un questionario originariamente scritto in francese <sup>74</sup>. Esso si compone di 29 domande relative alle difficoltà conseguenti all'alterazione della salute orale del soggetto nella masticazione di diversi tipi di alimenti. Il questionario presenta 5 opzioni di risposta scala Likert che vanno da "sempre" a "mai" o da "molta" a "nessuna difficoltà". Per valutare il QMF, il punteggio della somma di tutti gli elementi è stato utilizzato per ulteriori analisi. Sebbene il QMF sia stato utilizzato in diversi studi, non è stato ancora validato in lingua italiana. Pertanto, per il presente studio il questionario è stato tradotto in italiano.

A tutti i partecipanti è stato chiesto di rispondere alle domande del questionario in una stanza isolata al momento basale (T0), poi al T1 e al T2. Non è stato fissato alcun limite di tempo. La valutazione del QMF è stata considerata una misura di esito primario.

### *Cinematica della mascella*

La funzione masticatoria dei soggetti arruolati è stata valutata anche indirettamente, analizzando la cinematica dell'osso mandibolare (Cyclops, Itaka Way Med, Marcon, Italia). Ai partecipanti è stato fatto indossare uno strumento di rilevamento ed è stato chiesto loro di eseguire sei tipi di movimento mandibolare, tra cui apertura, chiusura, traslazione della mandibola verso destra, traslazione della mandibola verso sinistra, protrusione e retrusione. Successivamente, ai partecipanti è stato chiesto di fingere di masticare qualcosa, poi di masticare una carota e una gomma da masticare. L'area del ciclo masticatorio al momento T0 è stata confrontata con l'area del movimento sui piani frontale, sagittale e orizzontale a T1, sovrapponendo i due schemi ottenuti.

La valutazione della cinematica della mandibola è stata considerata una misura di esito secondaria.

#### *Interventi ed elaborazione dati*

Sulla base dei dati raccolti, tutti i pazienti hanno ricevuto un piano di trattamento terapeutico integrato che comprendeva eventuali estrazioni dei denti valutati come non recuperabili, terapia parodontale non chirurgica, qualsiasi terapia parodontale chirurgica, eventuali restauri dentali, qualsiasi trattamento ortodontico e l'inserimento di impianti se necessario. L'opzione riabilitativa che è stata scelta è la protesi fissa supportata parzialmente o totalmente da elementi dentali o da impianti. Per migliorare le performance masticatorie dei pazienti, la dimensione verticale di occlusione è stata aumentata in riferimento alla posizione di riposo mandibolare registrata durante i movimenti cinematici dell'osso, a differenza della relazione centrica generalmente utilizzata. Infine, è stata realizzata una protesi provvisoria su denti naturali o su impianti in polimetilmetacrilato (PMMA), ottenuta mediante la procedura CAD-CAM. Al termine della fase correttiva e precedentemente all'inserimento della riabilitazione protesica definitiva è stata eseguita un'ulteriore registrazione dei movimenti mandibolari sia liberi sia durante la masticazione. La consegna della protesi definitiva è stata poi effettuata 2 settimane dopo l'inserimento del provvisorio.

#### *Analisi statistica*

I dati sono stati analizzati utilizzando il software statistico R (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). La distribuzione normale delle variabili continue è stata verificata mediante il test di Kolmogorov-Smirnov. Per i dati continui, sono stati utilizzati un test di Mann-Whitney e un test di correzione di Welch. Il test del chi quadrato è stato utilizzato per la significatività delle associazioni con variabili categoriali. Il coefficiente di correlazione di Pearson



è stato utilizzato per valutare le correlazioni tra le variabili testate. I dati sono stati espressi come media  $\pm$  deviazione standard (sd). Un valore di  $p < 0,05$  è stato considerato statisticamente significativo.

### 5.3 Risultati

Un totale di sette soggetti è stato considerato idoneo ed è stato pertanto arruolato nel presente studio. Si è trattato di adulti che necessitavano di una complessa riabilitazione a causa della disfunzione masticatoria sopraggiunta come conseguenza della Parodontite di stadio IV. Questi includevano un uomo e sei donne, di età pari o superiore a 18 anni ( $65,6 \pm 8,3$ ). L'anamnesi medica remota dei suddetti pazienti non ha evidenziato controindicazioni sistemiche o locali alla terapia chirurgica.

#### *Parodontite allo stadio IV e performance masticatoria*

Tutti i soggetti hanno eseguito il test di capacità di miscelazione, masticando una gomma da masticare bicolore per 20 cicli masticatori. È stato analizzato un totale di 21 campioni. Nella tabella 1 sono riportati i risultati del test della MP ottenuti nei pazienti arruolati nel presente studio.

<i>ID paziente</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>MP T0-T2</i>	<i>p-value</i>
1	0.707	0.668	0.229	67.7%	
2	0.607	0.619	0.545	10.2%	
3	0.207	0.190	0.115	44.6%	
4	0.367	0.204	0.219	40.4%	
5	0.652	0.263	0.202	69.0%	
6	0.503	0.318	0.207	58.8%	

7	0.227	0.094	0.218	4.2%	
<b>Totale</b>	<b>0.467 ± 0.203</b>	<b>0.337 ± 0.221</b>	<b>0.248 ± 0.137</b>	<b>+ 42.1 %</b>	<b>&lt; 0.05</b>

Tabella 1. La tabella mostra i risultati della VOH al momento basale durante il processo diagnostico (T0), una settimana dopo la consegna del provvisorio (T1) e una settimana dopo la consegna della soluzione protesica definitiva (T2).

L'intero campione ha registrato una VOH media di  $0,467 \pm 0,203$  al tempo basale (T0) e una VOH media di  $0,337 \pm 0,221$  al T1. L'inserimento del provvisorio permette di ottenere un incremento del 30,1% della funzione masticatoria. Una settimana dopo la consegna della protesi definitiva (T2), è stata registrata una VOH di  $0,248 \pm 0,137$ , con un miglioramento della performance masticatoria del 42,1%, se confrontata con i valori ottenuti al tempo basale. Complessivamente, la VOH è aumentata statisticamente in modo significativo da T0 a T2,  $p < 0,05$ .

### *QMF*

I risultati del QMF hanno mostrato differenze statisticamente significative tra la registrazione al momento basale e quella registrati a T2,  $p < 0,05$ . In particolare, è stato osservato un miglioramento della qualità auto-riferita della funzione masticatoria dopo l'inserimento della protesi definitiva, con un punteggio medio totale di 11,7 a T0, rispetto a un valore medio di 4,6 registrato a T2. Non è stato osservato un miglioramento del QMF mettendo a confronto T0 e T1 ( $p > 0,05$ ).

### *Parodontite allo stadio IV e cinematica mascellare*

L'area che rappresenta il ciclo masticatorio a T0 è stata confrontata con l'area del movimento nei piani sagittale, frontale e orizzontale a T1 sovrapponendo i due cicli masticatori realizzati utilizzando il chewing-gum. La tabella 2 riporta i risultati ottenuti attraverso l'analisi delle aree descritte dai cicli masticatori dei soggetti arruolati.

Piano	T0	T1	p-value
-------	----	----	---------

Sagittale	12.4 ± 5.5	17.0 ± 5.6	< 0.05
Frontale	6.1 ± 4.1	10.4 ± 6.9	n.s.
Orizzontale	4.5 ± 3.0	5.2 ± 3.2	n.s.

Tabella 2. La tabella mostra i risultati ottenuti attraverso l'analisi delle aree descritte dai cicli masticatori dei soggetti arruolati (valori range in mm).

Complessivamente, le aree descritte dai cicli masticatori sono aumentate in larghezza da T0 a T1 nei piani sagittale, frontale e orizzontale. Anche se è stato osservato un incremento della gamma dei movimenti della mandibola in tutti i piani spaziali confrontando T0 con T1, una differenza statisticamente significativa è stata ottenuta prevalentemente nei piani sagittali,  $p < 0,05$ .

#### 5.4 Discussione

Uno dei più rilevanti aspetti innovativi introdotti dalla nuova classificazione della malattia parodontale riguarda il fatto che i soggetti diagnosticati con Parodontite in stadio IV sono caratterizzati da uno specifico corredo di segni e sintomi del breakdown tissutale avanzato e della compromissione funzionale che incidono sulla qualità della vita, sulla funzione masticatoria e sull'assunzione del cibo.

I soggetti con diagnosi di Parodontite allo stadio IV riferiscono un peggioramento della qualità di vita correlata alla salute orale e un'alterazione delle abitudini alimentari, come diretta conseguenza della difficoltà che compaiono nell'alterata masticazione<sup>75, 76</sup>. Anche nel presente studio, i partecipanti hanno riportato una compromissione della loro funzione masticatoria, probabilmente attribuibile alle problematiche parodontali presenti. Secondo un recente rapporto, la misurazione oggettiva della MP mediante il test di capacità di miscelazione a due colori presenta un'elevata specificità nel riconoscere i pazienti con Parodontite in stadio IV con un cut-off suggerito di  $VOH = 0,369$ <sup>77</sup>. La valutazione oggettiva iniziale della MP utilizzando VOH, in media =  $0,467 \pm 0,203$ , era coerente con il valore VOH proposto. Tuttavia,

questi dati dovranno essere convalidati attraverso ulteriori ricerche e, quindi, devono essere interpretati con cautela. Oltre alla valutazione oggettiva della MP, è stata svolta anche un'analisi soggettiva, integrando i dati della funzione masticatoria. Nel complesso, anche se le sensazioni soggettive della capacità masticatoria sono spesso sopravvalutate dal paziente stesso <sup>78</sup>, i partecipanti hanno riferito una difficoltà nella masticazione che appare coerente con i risultati della VOH.

Una volta risolte le patologie attive e stabilizzati i pazienti con parodontite, è stata eseguita la fase riabilitativa. Complessivamente, al momento T1 è stata registrata una VOH media di  $0,337 \pm 0,221$ . La consegna della protesi provvisoria ha determinato un incremento della funzione masticatoria del 30,1%, tenendo conto della VOH registrata al momento T0. Inoltre, la crescita percentuale della MP determinata dall'applicazione della protesi definitiva è stata del 42,1%, confrontata a T0 e i partecipanti hanno registrato una VOH di  $0,248 \pm 0,137$ . Complessivamente, la VOH è aumentata statisticamente in modo significativo da T0 a T2,  $p < 0,05$ . I dati ottenuti sono coerenti anche con altri riportati altrove. Nei soggetti completamente dentati, la VOH è compresa tra 0,300 e 0,000, prendendo come riferimento il test di capacità di miscelazione a due colori <sup>60,79</sup>. L'applicazione della protesi definitiva, così come la stabilizzazione della parodontite, hanno permesso di migliorare la disfunzione masticatoria misurata oggettivamente. Tuttavia, due dei sette pazienti arruolati hanno mostrato solo un modesto aumento della MP. In un caso, il risultato ottenuto può venire giustificato in quanto il paziente indossava una protesi totale rimovibile nell'arcata superiore. Generalmente, gli incrementi della MP sono più elevati nei soggetti riabilitati con una protesi fissa, seguiti dai portatori di protesi parziali rimovibili e, infine, dai pazienti con protesi totali <sup>80</sup>. Nel secondo dei due casi sopra menzionati, il paziente era stato precedentemente riabilitato solidarizzando i denti e gli impianti per sostenere meglio la protesi. Nonostante il mantenimento della stabilità protesica, che potrebbe aver determinato la

registrazione di una MP adeguata, il trattamento si è ritenuto necessario a causa della diagnosi di Parodontite di stadio IV e di perimplantite.

La valutazione oggettiva della funzione masticatoria raccolta durante le varie fasi del percorso riabilitativo rappresenta un'opportunità per i clinici poiché così facendo, sarebbero in grado di classificare tutti i pazienti nelle rispettive categorie di rischio e disabilità e pertanto formulare al meglio un piano di trattamento integrato. Gli odontoiatri sarebbero così anche in grado di valutare l'impatto che il trattamento riabilitativo comporta sulla funzione masticatoria dei loro pazienti. Tuttavia, è importante tenere presente che la disfunzione masticatoria può essere provocata anche da altre condizioni sistemiche e orali, come il declino cognitivo, sarcopenia, morbilità, un elevato numero di elementi persi per carie e una grave malocclusione <sup>77, 81, 82</sup>.

L'analisi geometrica dei movimenti masticatori ha prodotto uno schema di riferimento piccolo e mutevole al momento T0, mentre al tempo T1 è stato osservato un ampliamento dell'area descritta nei diversi movimenti spaziali. Questo risultato è in accordo con precedenti studi che riportavano come, in caso di disturbi della funzione orale, gli schemi rappresentativi della masticazione appaiono significativamente più piccoli e variabili rispetto ai corrispettivi di controllo relativi a pazienti sani <sup>83</sup>. Si potrebbe quindi ipotizzare che con un miglioramento sia del QMF che della MP, si possa ottenere un ampliamento dell'area descritta dal movimento cinematico della mandibola.

Nonostante i risultati ottenuti, è necessario dichiarare alcuni limiti del presente studio. Nel complesso, occorre ricordare che i risultati dei case report e dei case series non possono essere generalizzati e non è possibile dimostrare una relazione causa-effetto. I lettori devono quindi essere consapevoli del rischio di un'errata interpretazione dei risultati ottenuti. Questi dovrebbero essere meglio verificati attraverso ulteriori ricerche. Inoltre, la disfunzione masticatoria potrebbe non essere dovuta solamente alla Parodontite di stadio IV e, in aggiunta, i fattori confondenti dovrebbero sempre essere considerati.

## **5.5 Conclusione**

Nei limiti del presente studio, la cura delle patologie attive e la stabilizzazione della parodontite, seguite dalla fase riabilitativa protesica, hanno consentito un significativo miglioramento delle misurazioni sia soggettive che oggettive della funzione masticatoria nei pazienti con diagnosi di Parodontite di stadio IV.

In conclusione, questo studio mostra che la valutazione della funzione masticatoria dovrebbe essere introdotta e integrata nella pratica clinica quotidiana al fine di migliorare il processo di diagnosi, prognosi e trattamento dei pazienti odontoiatrici.

## Bibliografia

- (1) SICMF Società Italiana di Chirurgia Maxillo-Facciale: Trattato di patologia Chirurgica Maxillo Facciale, 2007, Minerva Medica, pp 357-362.
- (2) Castellani D: Elementi di occlusione, Bologna, 1998, Edizioni Martina.
- (3) Fonzi L: Anatomia funzionale e clinica dello splancocranio, Milano, 2000, Edi.Ermes.
- (4) Manzoni D, Scarnati E: Fisiologia orale e dell'apparato stomatognatico, Milano, 2011, Edi.Ermes.
- (5) Gori G: Morfologia dentale, Milano 2017, Quintessenza.
- (6) Cerutti A, Mangani F, Putignano A: Odontoiatria estetica adesiva, Milano, 2007, Quintessenza, pp 10-15.
- (7) Buonanno U: I denti umani, 2014, Sab Edizioni.
- (8) Pini P: Schemi introduttivi alla Gnatologia clinica, Bologna 1973, Casa Editrice Odontostomatologiche internazionale.
- (9) Le Gall MG, Lauret JF, Farronato G: Occlusione e funzione, 2005, Edra Masson, pp 1-18.
- (10) Carbone E, Cicirata F, Aicardi G: Fisiologia, dalle molecole ai sistemi integrati, 2009, EdiSES Università, p 691.
- (11) Aquilanti, L.; Scalise, L.; Mascitti, M.; Santarelli, A.; Napolitano, R.; Verdenelli, L.; Rappelli, G. A Novel Color-Based Segmentation Method for the Objective Measurement of Human Masticatory Performance. *Applied Sciences* **2020**, *10* (23), 8626. <https://doi.org/10.3390/app10238626>.
- (12) WHO Discussion Paper: Draft Global Strategy On Oral Health
- (13) Akl, S.; Ranatunga, M.; Long, S.; Jennings, E.; Nimmo, A. A Systematic Review Investigating Patient Knowledge and Awareness on the Association between Oral Health and Their Systemic Condition. *BMC Public Health* **2021**, *21* (1), 2077. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12016-9>.
- (14) Furuta, M.; Yamashita, Y. Oral Health and Swallowing Problems. *Curr Phys Med Rehabil Rep* **2013**, *1* (4), 216–222. <https://doi.org/10.1007/s40141-013-0026-x>.
- (15) Polzer, I. Edentulism as Part of the General Health Problems of Elderly Adults\*. *International Dental Journal* **2010**, *60*, 13.
- (16) Schimmel, M.; Christou, P.; Herrmann, F.; Müller, F. A Two-Colour Chewing Gum Test for Masticatory Efficiency: Development of Different Assessment Methods. *J Oral Rehabil* **2007**, *34* (9), 671–678. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2007.01773.x>.
- (17) Amaral, C. F. do; Souza, G. A.; Pinheiro, M. A.; Campos, C. H.; Garcia, R. C. M. R. Sensorial Ability, Mastication and Nutrition of Single-Implant Overdentures Wearers. *Braz Dent J* **2019**, *30* (1), 66–72. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902086>.

- (18) Endo, T.; Komatsuzaki, A.; Kurokawa, H.; Tanaka, S.; Kobayashi, Y.; Kojima, K. A Two-Colored Chewing Gum Test for Assessing Masticatory Performance: A Preliminary Study. *Odontology* **2014**, *102* (1), 68–75. <https://doi.org/10.1007/s10266-012-0089-7>.
- (19) Kim, H.-E.; Lee, H. Factors Affecting Subjective and Objective Masticatory Function in Older Adults: Importance of an Integrated Approach. *J Dent* **2021**, *113*, 103787. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103787>.
30. Masticatory function in elderly compared to young adults Verônica Fernandes Ramos 1 , Anderson Francisco Silva 1 , Melissa Picinato-Pirola 1
- (21) Peyron, M. A.; Woda, A.; Bourdiol, P.; Hennequin, M. Age-Related Changes in Mastication. *J Oral Rehabil* **2017**, *44* (4), 299–312. <https://doi.org/10.1111/joor.12478>.
- (22) Liang, S.; Zhang, Q.; Witter, D. J.; Wang, Y.; Creugers, N. H. J. Effects of Removable Dental Prostheses on Masticatory Performance of Subjects with Shortened Dental Arches: A Systematic Review. *J Dent* **2015**, *43* (10), 1185–1194. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.05.008>.
- (23) Sierpińska, T.; Gołbiewska, M.; Długosz, J. W. The Relationship between Masticatory Efficiency and the State of Dentition at Patients with Non Rehabilitated Partial Lost of Teeth. *Adv Med Sci* **2006**, *51 Suppl 1*, 196–199.
- (24) BESSADET, M.; NICOLAS, E.; SOCHAT, M.; HENNEQUIN, M.; VEYRUNE, J.-L. Impact of Removable Partial Denture Prosthesis on Chewing Efficiency. *J Appl Oral Sci* **2013**, *21* (5), 392–396. <https://doi.org/10.1590/1679-775720130046>.
- (25) Nakata, M. Masticatory Function and Its Effects on General Health. *Int Dent J* **1998**, *48* (6), 540–548. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.1998.tb00489.x>.
- (26) Kosaka, T.; Kida, M. Tooth Loss Leads to Reduced Nutrient Intake in Middle-Aged and Older Japanese Individuals. *Environ Health Prev Med* **2019**, *24*, 15. <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0770-3>.
- (27) Gil-Montoya, J. A.; Ferreira de Mello, A. L.; Barrios, R.; Gonzalez-Moles, M. A.; Bravo, M. Oral Health in the Elderly Patient and Its Impact on General Well-Being: A Nonsystematic Review. *Clin Interv Aging* **2015**, *10*, 461–467. <https://doi.org/10.2147/CIA.S54630>.
- (28) N'gom, P. I.; Woda, A. Influence of Impaired Mastication on Nutrition. *J Prosthet Dent* **2002**, *87* (6), 667–673. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.123229>.
- (29) Gerritsen, A. E.; Allen, P. F.; Witter, D. J.; Bronkhorst, E. M.; Creugers, N. H. J. Tooth Loss and Oral Health-Related Quality of Life: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Health Qual Life Outcomes* **2010**, *8*, 126. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-8-126>.



- (30) Morishita, S.; Ohara, Y.; Iwasaki, M.; Edahiro, A.; Motokawa, K.; Shirobe, M.; Furuya, J.; Watanabe, Y.; Suga, T.; Kanehisa, Y.; Ohuchi, A.; Hirano, H. Relationship between Mortality and Oral Function of Older People Requiring Long-Term Care in Rural Areas of Japan: A Four-Year Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health* **2021**, *18* (4), 1723. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041723>.
- (31) Furuta, M.; Takeuchi, K.; Adachi, M.; Kinoshita, T.; Eshima, N.; Akifusa, S.; Kikutani, T.; Yamashita, Y. Tooth Loss, Swallowing Dysfunction and Mortality in Japanese Older Adults Receiving Home Care Services. *Geriatr Gerontol Int* **2018**, *18* (6), 873–880. <https://doi.org/10.1111/ggi.13271>.
- (32) Mishellany-Dutour, A.; Renaud, J.; Peyron, M.-A.; Rimek, F.; Woda, A. Is the Goal of Mastication Reached in Young Dentates, Aged Dentates and Aged Denture Wearers? *Br J Nutr* **2008**, *99* (1), 121–128. <https://doi.org/10.1017/S0007114507795284>.
- (33) Gonçalves, T. M. S. V.; Schimmel, M.; van der Bilt, A.; Chen, J.; van der Glas, H. W.; Kohyama, K.; Hennequin, M.; Peyron, M.-A.; Woda, A.; Leles, C. R.; José Pereira, L. Consensus on the Terminologies and Methodologies for Masticatory Assessment. *J Oral Rehabil* **2021**, *48* (6), 745–761. <https://doi.org/10.1111/joor.13161>.
- (34) Yoo, J.-J.; Yoon, J.-H.; Kang, M.-J.; Kim, M.; Oh, N. The Effect of Missing Teeth on Dementia in Older People: A Nationwide Population-Based Cohort Study in South Korea. *BMC Oral Health* **2019**, *19* (1), 61. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0750-4>.
- (35) Saito, S.; Ohi, T.; Murakami, T.; Komiyama, T.; Miyoshi, Y.; Endo, K.; Satoh, M.; Asayama, K.; Inoue, R.; Kikuya, M.; Metoki, H.; Imai, Y.; Ohkubo, T.; Hattori, Y. Association between Tooth Loss and Cognitive Impairment in Community-Dwelling Older Japanese Adults: A 4-Year Prospective Cohort Study from the Ohasama Study. *BMC Oral Health* **2018**, *18* (1), 142. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0602-7>.
29. Dental status, oral prosthesis and chewing ability in an adult and elderly population in southern Brazil - PubMed
- (37) Peršić, S.; Čelebić, A. Influence of Different Prosthodontic Rehabilitation Options on Oral Health-Related Quality of Life, Orofacial Esthetics and Chewing Function Based on Patient-Reported Outcomes. *Qual Life Res* **2015**, *24* (4), 919–926. <https://doi.org/10.1007/s11136-014-0817-2>.
- (38) Lee, J.-H.; Han, J.-S.; Han, K.; Lee, S.-Y. Association between Diabetes and the Use of Removable Dental Protheses among the Korean Population. *J Korean Med Sci* **2019**, *34* (41), e262. <https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e262>.
- (39) *Shillingburg H. T.: Fondamenti di protesi fissa, 2014, Quintessenza Edizioni.* Quintessenza Edizioni. <https://www.quintessenzaedizioni.com/libri/protesi/fondamenti-protesi-fissa/p/1217.html> (accessed 2022-03-11).

- (40) Bonnet, G.; Batisse, C.; Segyo, J. W.; Veyrone, J.-L.; Nicolas, E.; Bessadet, M. Influence of the Renewal of Removable Dentures on Oral Health Related Quality of Life. *Springerplus* **2016**, *5* (1), 2019. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3699-7>.
- (41) Cosme, D. C.; Baldisserotto, S. M.; Fernandes, E. de L.; Rivaldo, E. G.; Rosing, C. K.; Shinkai, R. S. A. Functional Evaluation of Oral Rehabilitation with Removable Partial Dentures after Five Years. *J Appl Oral Sci* **2006**, *14* (2), 111–116. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572006000200009>.
- (42) Fueki, K.; Yoshida-Kohno, E.; Inamochi, Y.; Wakabayashi, N. The Association between Mucosal Pain and Subjective Masticatory Function in Patients with Partial Removable Dental Prostheses. *J Oral Rehabil* **2019**, *46* (12), 1095–1099. <https://doi.org/10.1111/joor.12841>.
- (43) Jawad, S.; Barclay, C.; Whittaker, W.; Tickle, M.; Walsh, T. A Pilot Randomised Controlled Trial Evaluating Mini and Conventional Implant Retained Dentures on the Function and Quality of Life of Patients with an Edentulous Mandible. *BMC Oral Health* **2017**, *17*, 53. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0333-1>.
- (44) Candel-Martí, E.; Peñarrocha-Oltra, D.; Peñarrocha-Diago, M.; Peñarrocha-Diago, M. Satisfaction and Quality of Life with Palatal Positioned Implants in Severely Atrophic Maxillae versus Conventional Implants Supporting Fixed Full-Arch Prostheses. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* **2015**, *20* (6), e751–e756. <https://doi.org/10.4317/medoral.20706>.
- (45) Sharma, A. J.; Nagrath, R.; Lahori, M. A Comparative Evaluation of Chewing Efficiency, Masticatory Bite Force, and Patient Satisfaction between Conventional Denture and Implant-Supported Mandibular Overdenture: An in Vivo Study. *J Indian Prosthodont Soc* **2017**, *17* (4), 361–372. [https://doi.org/10.4103/jips.jips\\_76\\_17](https://doi.org/10.4103/jips.jips_76_17).
- (46) De Kok, I. J.; Chang, K.-H.; Lu, T.-S.; Cooper, L. F. Comparison of Three-Implant-Supported Fixed Dentures and Two-Implant-Retained Overdentures in the Edentulous Mandible: A Pilot Study of Treatment Efficacy and Patient Satisfaction. *Int J Oral Maxillofac Implants* **2011**, *26* (2), 415–426.
- (47) Batisse, C.; Bonnet, G.; Veyrone, J.-L.; Nicolas, E.; Bessadet, M. Predictive Parameters of Oral Health Quality of Life in Complete Mandibular Denture Wearers Stabilized by Mini-Implants: A Two-Year Follow-up Study. *Materials (Basel)* **2017**, *10* (10), 1197. <https://doi.org/10.3390/ma10101197>.
- (48) Gonçalves, T. M. S. V.; Campos, C. H.; Gonçalves, G. M.; de Moraes, M.; Rodrigues Garcia, R. C. M. Mastication Improvement After Partial Implant-Supported Prosthesis Use. *J Dent Res* **2013**, *92* (12 Suppl), 189S–194S. <https://doi.org/10.1177/0022034513508556>.
- (49) Veyrone, J. L.; Opé, S.; Nicolas, E.; Woda, A.; Hennequin, M. Changes in Mastication after an Immediate Loading Implantation with Complete

- Fixed Rehabilitation. *Clin Oral Investig* **2013**, *17* (4), 1127–1134. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0787-0>.
- (50) Fontijn-Tekamp, F. A.; Slagter, A. P.; Van Der Bilt, A.; Van 'T Hof, M. A.; Witter, D. J.; Kalk, W.; Jansen, J. A. Biting and Chewing in Overdentures, Full Dentures, and Natural Dentitions. *J Dent Res* **2000**, *79* (7), 1519–1524. <https://doi.org/10.1177/00220345000790071501>.
- (51) Oncescu Moraru, A. M.; Preoteasa, C. T.; Preoteasa, E. Masticatory Function Parameters in Patients with Removable Dental Prosthesis. *J Med Life* **2019**, *12* (1), 43–48. <https://doi.org/10.25122/jml-2019-0028>.
- (52) Batische, C.; Bonnet, G.; Bessadet, M.; Veyrone, J. L.; Hennequin, M.; Peyron, M. A.; Nicolas, E. Stabilization of Mandibular Complete Dentures by Four Mini Implants: Impact on Masticatory Function. *J Dent* **2016**, *50*, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.04.012>.
- (53) Fayad, M. I.; Alruwaili, H. H. T.; Khan, M. S.; Baig, M. N. Bite Force Evaluation in Complete Denture Wearer with Different Denture Base Materials: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Int Soc Prev Community Dent* **2018**, *8* (5), 416–419. [https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD\\_2\\_18](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_2_18).
- (54) Manola, M.; Hussain, F.; Millar, B. J. Is the Shortened Dental Arch Still a Satisfactory Option? *Br Dent J* **2017**, *223* (2), 108–112. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.625>.
- (55) Dye, B. A.; Weatherspoon, D. J.; Lopez Mitnik, G. Tooth Loss among Older Adults According to Poverty Status in the United States from 1999 through 2004 and 2009 through 2014. *J Am Dent Assoc* **2019**, *150* (1), 9–23.e3. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.09.010>.
- (56) Åström, A. N.; Ekback, G.; Ordell, S.; Nasir, E. Long-Term Routine Dental Attendance: Influence on Tooth Loss and Oral Health-Related Quality of Life in Swedish Older Adults. *Community Dent Oral Epidemiol* **2014**, *42* (5), 460–469. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12105>.
- (57) Lima de Paula, L. M. L.; Sampaio, A. A.; Costa, J. G.; Gomes, V. E.; Ferreira, E. F. E.; Ferreira, R. C. The Course from Tooth Loss to Successful Rehabilitation with Denture: Feelings Influenced by Socioeconomic Status. *SAGE Open Med* **2019**, *7*, 2050312119874232. <https://doi.org/10.1177/2050312119874232>.
- (58) Inukai, M.; John, M. T.; Igarashi, Y.; Baba, K. Association between Perceived Chewing Ability and Oral Health-Related Quality of Life in Partially Dentate Patients. *Health Qual Life Outcomes* **2010**, *8*, 118. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-8-118>.
- (59) Lu, T.-Y.; Chen, J.-H.; Du, J.-K.; Lin, Y.-C.; Ho, P.-S.; Lee, C.-H.; Hu, C.-Y.; Huang, H.-L. Dysphagia and Masticatory Performance as a Mediator of the Xerostomia to Quality of Life Relation in the Older Population. *BMC Geriatr* **2020**, *20*, 521. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01901-4>.

- (60) Buser, R.; Ziltener, V.; Samietz, S.; Fontolliet, M.; Nef, T.; Schimmel, M. Validation of a Purpose-Built Chewing Gum and Smartphone Application to Evaluate Chewing Efficiency. *J Oral Rehabil* **2018**, *45* (11), 845–853. <https://doi.org/10.1111/joor.12696>.
- (61) van der Bilt, A. Assessment of Mastication with Implications for Oral Rehabilitation: A Review. *J Oral Rehabil* **2011**, *38* (10), 754–780. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02197.x>.
- (62) Tonetti, M. S.; Greenwell, H.; Kornman, K. S. Staging and Grading of Periodontitis: Framework and Proposal of a New Classification and Case Definition. *J Periodontol* **2018**, *89 Suppl 1*, S159–S172. <https://doi.org/10.1002/JPER.18-0006>.
- (63) *Masticatory Adaptation to Occlusal Changes - PMC*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7147355/> (accessed 2022-06-30).
- (64) Speksnijder, C. M.; Abbink, J. H.; van der Glas, H. W.; Janssen, N. G.; van der Bilt, A. Mixing Ability Test Compared with a Comminution Test in Persons with Normal and Compromised Masticatory Performance. *Eur J Oral Sci* **2009**, *117* (5), 580–586. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2009.00675.x>.
- (65) van der Bilt, A.; Mojet, J.; Tekamp, F. A.; Abbink, J. H. Comparing Masticatory Performance and Mixing Ability. *J Oral Rehabil* **2010**, *37* (2), 79–84. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2009.02040.x>.
- (66) Chapple, I. L. C.; Mealey, B. L.; Van Dyke, T. E.; Bartold, P. M.; Dommisch, H.; Eickholz, P.; Geisinger, M. L.; Genco, R. J.; Glogauer, M.; Goldstein, M.; Griffin, T. J.; Holmstrup, P.; Johnson, G. K.; Kapila, Y.; Lang, N. P.; Meyle, J.; Murakami, S.; Plemons, J.; Romito, G. A.; Shapira, L.; Tatakis, D. N.; Teughels, W.; Trombelli, L.; Walter, C.; Wimmer, G.; Xenoudi, P.; Yoshie, H. Periodontal Health and Gingival Diseases and Conditions on an Intact and a Reduced Periodontium: Consensus Report of Workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* **2018**, *89 Suppl 1*, S74–S84. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0719>.
- (67) Papapanou, P. N.; Sanz, M.; Buduneli, N.; Dietrich, T.; Feres, M.; Fine, D. H.; Flemmig, T. F.; Garcia, R.; Giannobile, W. V.; Graziani, F.; Greenwell, H.; Herrera, D.; Kao, R. T.; Kebschull, M.; Kinane, D. F.; Kirkwood, K. L.; Kocher, T.; Kornman, K. S.; Kumar, P. S.; Loos, B. G.; Machtei, E.; Meng, H.; Mombelli, A.; Needleman, I.; Offenbacher, S.; Seymour, G. J.; Teles, R.; Tonetti, M. S. Periodontitis: Consensus Report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* **2018**, *89 Suppl 1*, S173–S182. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0721>.
- (68) *Plaque-induced gingivitis: Case definition and diagnostic considerations - Trombelli - 2018 - Journal of Clinical Periodontology - Wiley Online*

- Library.* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpe.12939> (accessed 2022-06-30).
- (69) Tonetti, M. S.; Sanz, M. Implementation of the New Classification of Periodontal Diseases: Decision-Making Algorithms for Clinical Practice and Education. *J Clin Periodontol* **2019**, *46* (4), 398–405. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13104>.
- (70) Sanz, M.; Herrera, D.; Kebschull, M.; Chapple, I.; Jepsen, S.; Beglundh, T.; Sculean, A.; Tonetti, M. S.; EFP Workshop Participants and Methodological Consultants. Treatment of Stage I-III Periodontitis-The EFP S3 Level Clinical Practice Guideline. *J Clin Periodontol* **2020**, *47 Suppl 22*, 4–60. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13290>.
- (71) Ravidà, A.; Qazi, M.; Rodriguez, M. V.; Galli, M.; Saleh, M. H. A.; Troiano, G.; Wang, H.-L. The Influence of the Interaction between Staging, Grading and Extent on Tooth Loss Due to Periodontitis. *J Clin Periodontol* **2021**, *48* (5), 648–658. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13430>.
- (72) Schimmel, M.; Christou, P.; Miyazaki, H.; Halazonetis, D.; Herrmann, F. R.; Müller, F. A Novel Colourimetric Technique to Assess Chewing Function Using Two-Coloured Specimens: Validation and Application. *J Dent* **2015**, *43* (8), 955–964. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.06.003>.
- (73) Halazonetis, D. J.; Schimmel, M.; Antonarakis, G. S.; Christou, P. Novel Software for Quantitative Evaluation and Graphical Representation of Masticatory Efficiency. *J Oral Rehabil* **2013**, *40* (5), 329–335. <https://doi.org/10.1111/joor.12043>.
- (74) Muller, K.; Morais, J.; Feine, J. Nutritional and Anthropometric Analysis of Edentulous Patients Wearing Implant Overdentures or Conventional Dentures. *Braz Dent J* **2008**, *19* (2), 145–150. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402008000200011>.
- (75) Uy, S. N. M. R.; Deng, K.; Fok, C. T. C.; Fok, M. R.; Pelekos, G.; Tonetti, M. S. Food Intake, Masticatory Function, Tooth Mobility, Loss of Posterior Support, and Diminished Quality of Life Are Associated with More Advanced Periodontitis Stage Diagnosis. *J Clin Periodontol* **2022**, *49* (3), 240–250. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13588>.
- (76) Aquilanti, L.; Alia, S.; Pugnaroni, S.; Coccia, E.; Mascitti, M.; Santarelli, A.; Limongelli, L.; Favia, G.; Mancini, M.; Vignini, A.; Rappelli, G. Impact of Elderly Masticatory Performance on Nutritional Status: An Observational Study. *Medicina (Kaunas)* **2020**, *56* (3), 130. <https://doi.org/10.3390/medicina56030130>.
- (77) *Assessment of masticatory function in the differential diagnosis of Stage IV periodontitis: A pilot diagnostic accuracy study - Deng - 2022 - Journal of Periodontology - Wiley Online Library.* <https://aap.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/JPER.21-0660> (accessed 2022-06-30).
- (78) Bates, J. F.; Stafford, G. D.; Harrison, A. Masticatory Function - a Review of the Literature. III. Masticatory Performance and Efficiency. *J Oral*

- Rehabil* **1976**, *3* (1), 57–67. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1976.tb00929.x>.
- (79) Barbe, A. G.; Javadian, S.; Rott, T.; Scharfenberg, I.; Deutscher, H. C. D.; Noack, M. J.; Derman, S. H. M. Objective Masticatory Efficiency and Subjective Quality of Masticatory Function among Patients with Periodontal Disease. *J Clin Periodontol* **2020**, *47* (11), 1344–1353. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13364>.
- (80) Palomares T, Montero J, Rosel EM, Del-Castillo R, Rosales JI. Oral health-related quality of life and masticatory function after conventional prosthetic treatment: A cohort follow-up study. *J Prosthet Dent* 2018; *119*: 755–763. - Cerca con Google. [https://www.google.com/search?q=Palomares+T%2C+Montero+J%2C+Rosel+EM%2C+Del-Castillo+R%2C+Rosales+JI.+Oral+health-related+quality+of+life+and+masticatory+function+after+conventional+prosthetic+treatment%3A+A+cohort+follow-up+study.+J+Prosthet+Dent+2018%3B+119%3A+755%E2%80%93763.&rlz=1C5CHFA\\_enIT969IT991&oq=Palomares+T%2C+Montero+J%2C+Rosel+EM%2C+Del-Castillo+R%2C+Rosales+JI.+Oral+health-related+quality+of+life+and+masticatory+function+after+conventional+prosthetic+treatment%3A+A+cohort+follow-up+study.+J+Prosthet+Dent+2018%3B+119%3A+755%E2%80%93763.&aqs=chrome..69i57.353j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Palomares+T%2C+Montero+J%2C+Rosel+EM%2C+Del-Castillo+R%2C+Rosales+JI.+Oral+health-related+quality+of+life+and+masticatory+function+after+conventional+prosthetic+treatment%3A+A+cohort+follow-up+study.+J+Prosthet+Dent+2018%3B+119%3A+755%E2%80%93763.&rlz=1C5CHFA_enIT969IT991&oq=Palomares+T%2C+Montero+J%2C+Rosel+EM%2C+Del-Castillo+R%2C+Rosales+JI.+Oral+health-related+quality+of+life+and+masticatory+function+after+conventional+prosthetic+treatment%3A+A+cohort+follow-up+study.+J+Prosthet+Dent+2018%3B+119%3A+755%E2%80%93763.&aqs=chrome..69i57.353j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8) (accessed 2022-06-30).
- (81) Peck CC. Biomechanics of occlusion--implications for oral rehabilitation. *J Oral Rehabil* 2016; *43*: 205–214. - Cerca con Google. [https://www.google.com/search?q=Peck+CC.+Biomechanics+of+occlusion+implications+for+oral+rehabilitation.+J+Oral+Rehabil+2016%3B+43%3A+205%E2%80%93214.&rlz=1C5CHFA\\_enIT969IT991&oq=Peck+CC.+Biomechanics+of+occlusion--implications+for+oral+rehabilitation.+J+Oral+Rehabil+2016%3B+43%3A+205%E2%80%93214.&aqs=chrome..69i57.309j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Peck+CC.+Biomechanics+of+occlusion+implications+for+oral+rehabilitation.+J+Oral+Rehabil+2016%3B+43%3A+205%E2%80%93214.&rlz=1C5CHFA_enIT969IT991&oq=Peck+CC.+Biomechanics+of+occlusion--implications+for+oral+rehabilitation.+J+Oral+Rehabil+2016%3B+43%3A+205%E2%80%93214.&aqs=chrome..69i57.309j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8) (accessed 2022-06-30).
- (82) *Frontiers | Masticatory Dysfunction by Extensive Tooth Loss as a Risk Factor for Cognitive Deficit: A Systematic Review and Meta-Analysis | Physiology.* <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.00832/full> (accessed 2022-06-30).
- (83) Radke, J. C.; Kull, R. S.; Sethi, M. S. Chewing Movements Altered in the Presence of Temporomandibular Joint Internal Derangements. *Cranio* **2014**, *32* (3), 187–192. <https://doi.org/10.1179/0886963413Z.00000000028>.