

Introduzione

La mandibola, osso impari fornito di due articolazioni speculari, è la parte più mobile dell'apparato masticatorio (la mascella superiore, parte integrante della base cranica, può eseguire solo i movimenti connessi al cranio stesso). Le articolazioni che consentono tali movimenti, dette **temporo-mandibolari**, per le loro caratteristiche di morfologia e funzione si differenziano da qualunque altra articolazione del corpo umano.

La disamina degli aspetti anatomico-funzionali delle articolazioni della mandibola costituisce una premessa essenziale alla comprensione della patogenesi e delle manifestazioni cliniche delle più frequenti affezioni dell'apparato stomatognatico. Pertanto, nella presente discussione, tali aspetti verranno esaminati e valutati alla luce delle conoscenze classiche e delle più recenti acquisizioni.

1. Anatomia e fisiologia dell'articolazione temporo-mandibolare

Nella descrizione anatomica si suole usare sempre il termine singolare, ma non si deve mai dimenticare che, diversamente da qualunque altra articolazione del corpo, ogni qual volta un'articolazione di un lato si muove, immancabilmente un qualche movimento (talvolta analogo, talvolta dissimile) si verificherà anche nell'articolazione controlaterale. Secondo lo schema classico l'articolazione temporo-mandibolare può essere definita come una diartrosi bicondiloidea dotata, peraltro, di caratteri strutturali peculiari che la differenziano dalle altre diartrosi del corpo umano.

In primo luogo, le sue superfici articolari non sono ricoperte da cartilagine ialina, ma da tessuto fibroso denso, avascolare, contenente uno scarso numero di condrociti. Inoltre, tra le superfici articolari si interpone un disco fibrocartilagineo in grado di compensare le incongruenze delle superfici stesse.

La seguente descrizione anatomica delle articolazioni è tratta essenzialmente dalla consultazione dei trattati di Testut⁶⁷ e Chiarugi⁹ se non diversamente indicato.

1.1 I capi ossei dell'articolazione temporo-mandibolare

I due capi articolari coinvolti sono rappresentati dal processo condiloideo della mandibola e dalla struttura glenoide situata alla base del cranio.

Il *condilo mandibolare* si ritrova in corrispondenza dell'apice postero-superiore della branca ascendente, congiunto a quest'ultima attraverso il collo. Presenta una forma ovoidale con l'asse maggiore a direzione latero-mediale. Ciò significa che il prolungamento immaginario dell'asse dei due condili si congiunge posteriormente, all'altezza del margine anteriore del grande forame occipitale, formando un angolo di circa 150 gradi. Il polo laterale è rugoso e leggermente smussato; esso sporge solo in modica misura rispetto al

piano del ramo mandibolare. Il polo mediale, di solito arrotondato, è fortemente sporgente sull'interno del ramo stesso. In proiezione laterale il condilo appare sospinto in avanti rispetto al collo mandibolare, con la superficie articolare localizzata in corrispondenza della sua porzione antero-superiore. Pertanto, la superficie articolare volge verso il piano inclinato posteriore dell'eminanza articolare, quando la mandibola è sollevata al massimo e si trova nella posizione di massima intercuspidação (PMI) dentale¹⁶. La superficie del condilo si presenta, inoltre, fortemente convessa in direzione antero-posteriore e solo debolmente convessa in direzione medio-laterale, dove, peraltro, risulta più accentuata in corrispondenza del polo mediale. Spesso una cresta o un solco, con direzione sagittale, divide la faccia superiore in due parti, una laterale più piccola e una mediale più grande. Vi è, comunque, una grande variabilità di forme condilari, perfino tra i due lati di uno stesso soggetto. Tuttavia, le discrepanze morfologiche ossee che si osservano su crani secchi non sono sufficientemente attendibili per una valutazione sul vivente, in cui le irregolarità sono compensate dal tessuto fibrocartilagineo^{16, 38}.

L'area articolare della base del cranio si trova sulla faccia inferiore della squama dell'osso temporale, subito anteriormente alla porzione timpanica, lateralmente alla parte petrosa e posteriormente alla radice del processo zigomatico. Risulta composta da una superficie concava *-la fossa glenoidea-* ed una convessa *-l'eminanza articolare-* unite a costituire una superficie continua.

La fossa glenoidea è concava sia in senso latero-mediale che in quello antero-posteriore e si presenta più ampia in senso trasversale che longitudinale, con un asse maggiore obliquo in senso medio-laterale, in analogia con quanto descritto per il condilo. Il suo limite posteriore è marcato da una cresta ossea, che si ispessisce lateralmente di fronte al meato acustico esterno a costituire il processo postglenoideo^{38, 16}.

L'eminanza articolare, diretta prosecuzione anteriore della fossa, è fortemente convessa antero-posteriormente e leggermente concava latero-medialmente, ha cioè forma di sella, in modo da corrispondere alla parte articolare del condilo. I suoi margini laterale e mediale sono accentuati da sottili creste ossee mentre,

anteriormente, essa continua nel piano preglenoideo senza limiti ben distinti.

È da notare che il tetto della fossa glenoidea e il tubercolo dell'arcata zigomatica non rappresentano aree articolari. Il primo, infatti, si presenta traslucido e sempre molto sottile, anche in crani fortemente ossificati, a testimoniare che non è una struttura sottoposta a forti sollecitazioni. Il tubercolo, invece, è un rilievo osseo piccolo e rugoso che si osserva in corrispondenza dell'estremità esterna della radice del processo zigomatico e rappresenta solo la sede di inserzione di alcuni legamenti dell'articolazione.

La superficie articolare risulta pertanto costituita dal piano preglenoideo, dal piano inclinato posteriore dell'eminanza articolare e dal processo entoglenoideo, che rappresenta la prosecuzione inferiore del piano glenoideo mediale della fossa omonima.

Le superfici articolari sono fornite di uno strato molto liscio, avascolare, di tessuto fibroso molto resistente alla frizione e alla torsione e strettamente unito alla superficie ossea. Tale tessuto è molto sviluppato in corrispondenza delle aree articolari ora

analizzate, mentre è assente sulla volta della fossa glenoidea, dove è presente solo un sottile periostio³⁸. Al microscopio appare ricco di fibre collagene disposte ad arco e ancorate all'osso ad entrambe le estremità. Le fibre sono incorporate, insieme a elementi cellulari ed elastici, in una base mucopolisaccaride amorfa, contenente zolfo, che li cementa insieme⁵⁴. Una sottile zona semi-calcificata, condroidea, è poi interposta tra il collagene e l'osso corticale. Quest'area presenta alcune cellule cartilaginee, evidenti per lo più sulla cresta dell'eminanza articolare³³.

1.2 Il disco articolare e i tessuti retrodiscali

Lo spazio esistente tra le superfici ossee dell'articolazione è occupato da una struttura continua che prende il nome di disco articolare. Macroscopicamente appare di forma ovoidale con dei prolungamenti triangolari che si estendono verso il basso, medialmente e lateralmente, per inserirsi ai poli del condilo. In sezione il disco possiede una forma caratteristica definita a lente

biconcava con dei bordi ispessiti e arrotondati, particolarmente evidenti in corrispondenza del suo margine posteriore. Questa descrizione classica in realtà non è che un'approssimazione in quanto il disco è in grado, nel vivente, di adattarsi alle superfici articolari che ne condizionano la forma.

Rees⁶⁰ descrive sul piano sagittale tre parti, di vario spessore, che egli definisce banda posteriore, banda anteriore e zona intermedia.

1. ***Banda posteriore.*** È la parte più spessa e più ampia del disco osservato in sezione sagittale. La superficie, in quest'area, è convessa superiormente e concava inferiormente. La cresta superiore del condilo riposa nella parte anteriore di questa banda.

2. ***Banda anteriore.*** Rappresenta una zona poco estesa che costituisce la porzione più anteriore del disco ed è solo modicamente ispessita. Il condilo ruota su questa banda nelle ultime fasi dell'abbassamento o della protrusione mandibolare.

3. ***Zona intermedia.*** È la parte centrale, compresa tra le due bande, in cui il disco possiede il minor spessore.

Per tale complessa morfologia il disco fibrocartilagineo dell'articolazione temporo-mandibolare finisce con l'assumere, in prospetto sagittale, un particolare aspetto definito "berretto da scolaro" o "berretto da fantino" per la stretta somiglianza con i berretti usati dagli scolari nei collegi tedeschi e inglesi³⁸.

In sezione frontale il disco appare relativamente sottile nella sua porzione esterna e spesso in quella interna, dato che, medialmente, lo spazio esistente fra le ossa è maggiore.

Moffett⁴⁴ ha sottolineato come la forma del disco permetta l'insediamento autonomo. In altre parole, egli ha evidenziato che i vari ispessimenti del disco, posti attorno alla zona intermedia, agiscono come un cuneo autocentrante. Essi tendono automaticamente a mantenere il disco in posizione corretta sulla faccia articolare del condilo.

In stretto rapporto con le bande si ritrovano due zone articolari che Rees descrive come aree di trazione: l'estensione anteriore e la zona bilaminare.

1. *L'estensione anteriore*. Consiste di un tessuto fibroso posto subito al davanti della banda anteriore su cui si inseriscono fasci di

fibre del capo superiore del muscolo pterigoideo esterno. Si porta sul piano preglenoideo e al margine anteriore del processo condilare della mandibola.

2. *La zona bilaminare*. Come lascia intendere il nome, questa zona si compone di due parti: lo strato superiore che si inserisce sulla parete posteriore della fossa glenoidea (sutura petro-timpanica inclusa) e lo strato inferiore che si inserisce poco al di sotto della superficie articolare del condilo. Questi tessuti si ripiegano poi sulla parte posteriore del condilo, tra questo e la capsula articolare, quando l'insieme condilo-disco è insediato nella fossa. Al contrario, durante i movimenti di apertura o protrusione essi vengono stirati in avanti per seguire lo spostamento del condilo e del disco ad esso solidale.

Lo strato superiore è costituito da fibre elastiche spesse e resistenti⁶⁰ che formano una membrana fenestrata²⁰, mentre quello inferiore è ricco di fibre collagene. Tra le due lamine si interpone poi un tessuto connettivo lasso che contiene un plesso vascolo-nervoso.

L'anatomia microscopica del disco mostra che le bande anteriore e posteriore e la zona intermedia sono composte da un tessuto fibroso, fittamente intrecciato. I fasci di collagene sono

orientati parallelamente tra loro, antero-posteriormente, attraverso tutta la zona intermedia, in corrispondenza della quale essi sono maggiormente compressi³³. Nelle bande i fasci sono, invece, orientati nelle tre dimensioni dello spazio e inseriti in una matrice cartilaginea.

Gli elementi cellulari sono rappresentati principalmente da fibroblasti, con occasionali gruppi irregolari di cellule rotondeggianti somiglianti a cellule cartilaginee. Questi condrociti sono più numerosi nella zona intermedia e nella banda posteriore⁴⁴.

Il disco articolare risulta pertanto costituito da un tessuto fibroso denso, reso leggermente più rigido da una matrice di tipo cartilagineo: è quindi ideale per resistere alle forze di spostamento e di torsione cui il è sottoposto. Tutto ciò, però, non preclude un'adeguata flessibilità, indispensabile per resistere ai diversi gradi di pressione e tensione che si sviluppano in questa sede.

Nessun vaso sanguigno irrorava la parte articolare del disco integro oltre i due anni e mezzo di età⁴⁴. Le cellule di questa zona, infatti, sono nutrite dalla circolazione passiva del liquido sinoviale.

Infine, appare opportuno precisare che non esiste alcun tipo di innervazione sensitiva o sensoriale nell'area articolare del disco⁴⁴.

1.3 Inserzioni del disco articolare

Il disco articolare si inserisce a livello del condilo, del piano preglenoideo, della capsula articolare, della parete posteriore della fossa glenoidea, dei muscoli e dell'orecchio medio³⁸.

Inserzione del disco al condilo. Anteriormente, il disco prende contatto con il condilo, tramite fibre collagene, appena sotto l'estremità anteriore dell'area articolare⁶⁰.

Posteriormente, si inserisce su tutta l'ampiezza del margine inferiore della superficie articolare del condilo tramite lo strato inferiore della zona bilaminare. Lo strato superiore, viceversa, prende contatto solo con la banda posteriore del disco. D'altronde anche l'inserzione condilare dello strato inferiore può raggiungere il disco quando il condilo ruota in fase di apertura della bocca e, pertanto, si comporta come un meccanismo di fermo per limitare un'ulteriore rotazione.

Medialmente e lateralmente il disco è saldamente inserito al condilo con dei lembi triangolari di tessuto connettivo la cui base si

trova sul disco stesso, mentre l'apice raggiunge il polo del condilo superandolo di poco²⁸. Queste inserzioni sono tali per cui il condilo può ruotare su un solo piano e, allo stesso tempo, si crea una resistenza agli scivolamenti tra condilo e disco, in modo che quest'ultimo segua passivamente i movimenti del primo⁶⁶.

Inoltre il condilo può ruotare leggermente attorno ad un asse verticale sulla faccia inferiore del disco²⁸.

Le inserzioni sono innervate e vascolarizzate e, dunque, uno stress eccessivo può causare dolore e infiammazione.

Inserzione del disco al piano preglenoideo. È un'inserzione costituita da tessuto fibroso che origina dagli strati superiori dell'estensione anteriore del disco e prende contatto con il margine anteriore del piano preglenoideo. Si tratta di un'inserzione piuttosto sottile e, pertanto, debole³³.

Inserzione del disco alla capsula articolare. Medialmente e lateralmente, il disco è continuo con la capsula dell'articolazione e ciò garantisce la divisione in compartimenti, completamente separati, che il disco determina interponendosi fra i capi ossei⁶⁰. Posteriormente si ha una connessione ad opera di un cuscinetto

connettivale retrodiscale che permette la necessaria libertà di movimento, mentre, anteriormente, il disco e la capsula si fondono e possono essere separati solo in maniera artificiosa.

Inserzione del disco alla parete posteriore della fossa glenoidea. È rappresentata dallo strato superiore della zona bilaminare e connette la banda posteriore del disco con la fossa temporale, in prossimità della fessura petro-timpanica.

Inserzioni muscolari del disco. È opinione prevalente che fasci di fibre del muscolo pterigoideo esterno prendono inserzione sul complesso condilo-discale, ma è ancora discusso il modo in cui tale muscolo si attacca e se vi siano fasci che originano anche da altri muscoli. È ormai certo che il capo inferiore del muscolo pterigoideo esterno ha come unica inserzione la fossetta condilare, scavata nella faccia anteriore del collo mandibolare. Il capo superiore dello stesso muscolo, invece, viene descritto dai vari autori con inserzioni unicamente discali^{58, 64}, con inserzioni unicamente condilari^{64, 19} o con inserzioni miste, vuoi preferibilmente condilari^{8, 64}, vuoi preferibilmente discali^{51, 72}. In letteratura quest'ultima interpretazione trova concordi i diversi autori sul fatto che solo il capo sfenoidale,

con i suoi fasci più superiori e mediali, si connette alla superficie antero-mediale della capsula articolare e quindi, indirettamente, alla banda anteriore del disco. In effetti l'importanza di questi fasci è diversamente valutata dai diversi autori: Yung e Carpentier⁸ parlano di alcune fibre muscolari che penetrano nel disco dal lato mediale, Combelles⁶⁴ di un capo sfenoido-discale puro che termina sulla metà mediale della capsula e Naohara⁵¹ identifica le fibre discali in un terzo del volume totale del capo superiore del muscolo pterigoideo esterno. Sono state, inoltre, sottolineate numerose variazioni anatomiche: Moritz⁴⁸ afferma l'esistenza di un attacco discale nella stragrande maggioranza dei casi da lui esaminati, mentre Naidoo^{49, 50} afferma che, in un campione rappresentativo di 25 maschi e 15 femmine di età compresa tra 7 e 85 anni, nel 65% dei casi vi è un attacco misto, capsulare e condilare. Il 27.5% possiede una connessione esclusivamente condilare e solo il 7.5% dei soggetti esaminati mostra inserzioni discali pure.

A questo proposito esiste uno studio condotto da Perry e Marsh⁵⁷ su dissezioni di cadaveri, in cui si evidenzia un attacco del capo superiore alla capsula e al disco articolare, ma non al collo del

condilo. Occasionalmente si possono trovare alcune fibre che prendono contatto sotto la capsula articolare, ma queste devono essere considerate eccezionali e senza un'importanza funzionale.

Christensen¹⁰ fu il primo a sostenere l'ipotesi di un'inserzione discale anche ad opera del muscolo temporale e massetere. Il primo si attacca al disco attraverso una lamina premeniscale, su cui terminano fibre del terzo posteriore e profondo che si riflettono sul bordo anteriore, concavo, della radice dello zigomo. Il massetere si inserisce sulla parte esterna del disco con due strutture differenti e topograficamente distinte: un fascio profondo e corto, fusiforme, teso obliquamente tra il bordo dell'incisura sigmoidea e il disco nella sua parte esterna, e un complesso fibroso temporo-masseterino che congiunge le inserzioni degli omonimi muscoli. Queste espansioni muscolari sembrano equilibrare le forze di trazione antero-mediali esercitate dallo pterigoideo esterno¹⁹.

Inserzione del disco all'orecchio medio. Un'estensione fibro-elastica dello strato superiore della zona bilaminare si porta dalla fossa glenoidea entro l'orecchio medio nel punto di congiunzione

delle suture squamoso-timpanica e petro-timpanica. Questa struttura continua con il legamento anteriore del martello³⁸.

1.4 Il disco articolare non è un menisco

La parola menisco deriva dal greco *meniscos* che significa semicerchio, mezza luna. Un menisco, infatti, è un foglio di fibrocartilagine in cui un margine si attacca alla capsula articolare, mentre gli altri si estendono nella cavità senza prendere connessioni.

Inoltre questa struttura non divide lo spazio articolare in due compartimenti separati né limita il liquido sinoviale.

Esso facilita i movimenti delle parti ossee, ma non agisce come una vera superficie articolare, ossia non è determinante per la funzione specifica dell'articolazione di cui fa parte: si può, dunque, considerare come una struttura passiva. La rimozione del menisco, infatti, non altera seriamente la funzione dell'articolazione¹.

Al contrario, l'articolazione temporo-mandibolare possiede un *disco* che rappresenta un componente attivo e indispensabile per il movimento specifico che questa deve compiere. Esso è determinante in quanto trasforma un'articolazione semplice in una composta. Il disco è totalmente endocapsulare e possiede vere faccette articolari che prendono contatto con entrambi i capi ossei¹.

1.5 La capsula articolare

La capsula articolare è rappresentata da una cuffia a pareti sottili, costituita da tessuto collagene, che racchiude le parti ossee e il disco. La sua funzione è quella di delimitare le cavità articolari, racchiudere il liquido sinoviale, fornire un mezzo di ancoraggio per le inserzioni muscolari e permettere una debole azione di contenimento.

Superiormente i fasci sono inseriti all'osso temporale subito al di fuori dell'area di movimento dell'insieme condilo-disco.

Il limite posteriore della capsula è rappresentato dal processo postglenoideo e dall'intera faccia anteriore della parte timpanica dell'osso temporale. Lateralmente termina in prossimità della piccola cresta ossea che congiunge il processo postglenoideo con il tubercolo articolare. Lungo il breve confine mediano della fossa glenoidea, la capsula si inserisce all'estremità del processo entoglenoideo e alla cresta ossea mediana sull'eminanza articolare. In avanti il limite è marcato dall'estensione anteriore del disco sulla faccia infratemporale della base cranica.

L'inserzione inferiore, condilare, avviene al di sotto dei poli e dei margini dell'area articolare.

Sulle pareti approssimali la sua inserzione contrae uno stretto rapporto con i lembi triangolari del disco, ma ciò non ostacola minimamente i movimenti di traslazione che avvengono nel comparto superiore dell'articolazione.

La capsula, benché costituita da fibre collagene, è molto sottile e troppo lassa per poter sostenere i capi articolari in funzione. Per questo motivo vi è un rinforzo mediante legamenti, soprattutto sulla superficie laterale³⁸.

1.6 I legamenti dell'articolazione temporo-mandibolare

La funzione di sostegno dell'articolazione è svolta dal legamento temporo-mandibolare, dai collaterali e dagli accessori.

Legamento temporo-mandibolare. Si tratta di una struttura ben sviluppata, a ventaglio, localizzata sulla faccia laterale dell'articolazione. Si compone di due strati distinti: un fascio superficiale e uno profondo o mediale. La porzione laterale ha una forma triangolare e prende origine da una lunga linea a partire dalla superficie esterna del tubercolo articolare. I suoi fasci convergono, decorrendo obliquamente verso il basso, per attaccarsi alla faccia posteriore del collo mandibolare al di dietro e al di sotto del polo laterale del condilo. Medialmente rispetto a questo, un altro fascio, piuttosto ristretto, del legamento prende origine dalla cresta del tubercolo. Esso si porta indietro sotto forma di una lamina appiattita e si connette in corrispondenza del polo laterale del condilo oltre che al contorno posteriore del disco^{38, 16}.

Questi legamenti costituiscono la parete laterale dell'articolazione e grazie alle loro proprietà elastiche rappresentano un mezzo di resistenza meccanica che si oppone ad una disarticolazione in direzione postero-inferiore e laterale. Il loro ruolo di sostegno articolare risulta peraltro di secondaria importanza se confrontato con il ben più efficace complesso muscolare che contrae stretti rapporti con l'articolazione stessa. Al contrario, l'azione di contenimento laterale svolta da tali legamenti è di primaria importanza, come testimonia l'esteriorizzazione del condilo in caso di un loro cedimento.

È da notare, infine, che durante l'apertura la tensione sul legamento rappresenta uno dei fattori che costringono il condilo a traslare anteriormente e in basso³⁸.

Legamenti collaterali. Si ritrovano sul lato interno della capsula articolare, sia medialmente che lateralmente, e sono costituiti da strette strisce di tessuto collagene. Essi agiscono in maniera sinergica al legamento temporo-mandibolare nel definire una posizione di riferimento della mandibola sul piano orizzontale e nel proteggere i tessuti retrocondilari da traumatismi. Normalmente, in

posizione di massima intercuspidação, i denti pongono la mandibola in una posizione anteriore rispetto a quella determinata da questi legamenti. Ciò permette di capire come, in seguito alla perdita degli elementi posteriori, si possa verificare un sovraccarico funzionale che culmina con uno stiramento o con la rottura di questi legamenti, alterando così il controllo biologico e meccanico dello spostamento posteriore del condilo.

Legamenti accessori. Nell'articolazione temporo-mandibolare si descrivono, inoltre, due legamenti accessori che sono lo sfenomandibolare e lo stilomandibolare. Il legamento sfenomandibolare prende origine dalla spina angolare dello sfenoide e si dirige verso il basso e l'esterno. Procedendo in questa direzione i suoi fasci si slargano per costituire una formazione triangolare che prende inserzione sulla lingula mandibolare. Questo legamento non ha una funzione articolare nota, ma muove comunque interesse per la sua influenza sulla diffusione del liquido anestetico in caso di blocco del nervo alveolare inferiore⁶⁶.

Il legamento stilomandibolare si estende dal processo stiloideo fino alla regione dell'angolo mandibolare. Parte delle sue fibre

prendono attacco alla mandibola stessa, tuttavia la maggioranza di esse continua entro lo spessore della fascia del muscolo pterigoideo interno. Questo legamento si rilascia quando la bocca è chiusa e si distende in caso di estrema protrusione, per poi rilasciarsi nuovamente in massima apertura.

Infine, è importante ricordare che esiste una stretta interdipendenza delle due articolazioni durante i movimenti della mandibola. Con ciò si intende sottolineare che, sotto il profilo funzionale, i legamenti di un lato sono impegnati anche per le funzioni del lato opposto. In quest'ottica il legamento temporo-mandibolare di un lato costituisce la parete esterna dell'articolazione omolaterale e, allo stesso tempo, il legamento controlaterale svolge, in un certo modo, la funzione di parete interna.

1.7 Il rivestimento sinoviale

Le superfici articolari sono lubrificate e nutrite dal liquido sinoviale, secreto all'interno dei comparti dell'articolazione dalla membrana sinoviale. Essa riveste la superficie interna della capsula, da cui si riflette sulle parti ossee, fino alle estremità delle loro superfici articolari, ed anche sulle superfici non articolari del disco fibrocartilagineo. Perciò, in ogni articolazione temporo-mandibolare, vi sono due cavità sinoviali distinte: una superiore o temporodiscale e una inferiore o discomandibolare.

Microscopicamente la membrana appare costituita da cellule secretorie specializzate, organizzate in tre o quattro file e adagiate su un tessuto sottosinoviale, dove sono presenti un ricco plesso di capillari arteriosi e venosi e molti canali linfatici. Nel suo contesto non si riconoscono terminazioni nervose ad eccezione di quelle presenti sulle pareti dei vasi sanguigni.

Il liquido sinoviale è secreto in modo sparso ed è presente in quantità sufficiente per agire da efficace lubrificante e come tampone contro la compressione¹. Esso rifornisce, inoltre, di metaboliti

essenziali le superfici articolari dell'eminenza, del condilo e del disco che non presentano una vascolarizzazione propria.

La circolazione avviene, probabilmente, in maniera passiva per il movimento delle superfici e per la pressione che si sviluppa entro i comparti articolari³⁸.

1.8 Vascolarizzazione e innervazione

Come nel caso di tutte le altre articolazioni i vasi e i nervi si distribuiscono soprattutto sulla capsula. Vi sono rami dell'arteria temporale superficiale e mascellare interna che forniscono la capsula posteriormente, mentre rami dell'arteria masseterina vi penetrano anteriormente.

Tra i due strati della zona bilaminare si reperisce un ricco plesso vascolo-nervoso che costituisce il peduncolo del disco articolare. I vasi in questa zona, oltre a fornire le cellule del necessario apporto nutritivo, svolgono un'importante funzione di compenso nei confronti delle diverse pressioni che in questa sede si

sviluppano. Ciò viene attuato attraverso un meccanismo di svuotamento e riempimento che si verifica mentre il condilo ritmicamente si sposta avanti e indietro durante la masticazione.

La principale fonte di innervazione è rappresentata da rami del nervo auricolo-temporale. Un numero minore di fibre nervose deriva dalle branche articolari del nervo masseterino e dei nervi temporali profondi che si diramano dalla parte frontale dell'articolazione. Questi rami nervosi servono numerosi recettori articolari che hanno un ruolo importante nella percezione del movimento e della posizione della mandibola. Dispersi nel contesto articolare, per lo più a livello della capsula e dei legamenti, si distinguono recettori di Ruffini, Golgi, Pacini e terminazioni nervose libere di fibre mieliniche e amieliniche, molte delle quali di tipo nocicettivo.

Numerosi propriocettori, serviti dal nervo auricolo-temporale che porta fibre originate dal ganglio semilunare, si trovano in prossimità della regione laterale e posteriore della capsula. Alcuni di questi si attivano solo nelle prime fasi dell'abbassamento della mandibola in seguito alla rapida deformazione della capsula

articolare provocata dalla rotazione del condilo, mentre altri, a lento adattamento, scaricano per tutta la durata del movimento.

Questo complesso sistema sensoriale interagisce poi, a livello centrale, con le numerose afferenze originate dai fusi neuromuscolari, dai propriocettori parodontali e dagli altri nocicettori sparsi per tutto il territorio dell'apparato stomatognatico³⁵.

1.9 Fisiologia dell'articolazione temporo-mandibolare

Una corretta comprensione del funzionamento dell'articolazione temporo-mandibolare non può prescindere dagli altri componenti che costituiscono l'apparato masticatorio: i denti e i muscoli. Essi sono tutti collegati fra loro attraverso il sistema nervoso centrale e quello periferico che esercitano un controllo continuo. Questo stretto legame anatomo-funzionale è indispensabile per

comprendere come una qualunque alterazione a carico di una delle componenti abbia inevitabili ripercussioni anche sulle altre.

Tutte le posizioni e i movimenti mandibolari avvengono grazie all'azione combinata dei vari gruppi muscolari. Il risultato dell'azione di tali muscoli è comunque quello di conferire alla mandibola una capacità di movimento che, limitata per estensione, è invece illimitata per direzione, ossia la mandibola può muoversi, sia pure con breve percorso, in tutte le direzioni dello spazio.

L'innervazione della muscolatura masticatoria, assicurata per intero dal ramo motore della terza branca trigeminale, ha correlazioni con il SNC tramite archi diastaltici più o meno complessi che vedono impegnati i fusi neuromuscolari, i corpuscoli del Golgi e i propriocettori contenuti nel legamento parodontale³⁵.

Questi motoneuroni possono comunque partecipare anche a riflessi originati da recettori extratrigeminali, così come i recettori trigeminali possono promuovere riflessi nell'ambito di muscoli innervati da altri nervi cranici.

I fusi neuromuscolari sono dei propriocettori, distribuiti ubiquitariamente nei muscoli elevatori, che ne contengono un elevato

numero, ma assenti in quelli abbassatori. Il loro compito è quello di registrare la postura e il grado di contrazione del muscolo in cui si trovano. Sono dotati di innervazione autonoma, e quindi si accorciano e si distendono in armonia con le fibre muscolari.

Ciascun impulso di origine fusale, conseguente ad un abbassamento della mandibola, provoca, attraverso un riflesso monosinaptico, la comparsa di potenziali eccitatori nei motoneuroni che determinano la contrazione dell'unità motrice con un meccanismo di tutto o nulla. Questa attività garantisce il tono di base dei muscoli e la postura dei segmenti ossei dell'apparato masticatorio, potendo attivare un numero vario di unità motrici grazie al fenomeno del reclutamento. I muscoli così innervati possiedono una lunghezza, in condizioni di riposo, che viene definita fisiologica, alla quale essi sono in grado di esercitare la massima contrazione³⁵.

I recettori del Golgi hanno sede, invece, nei tendini muscolari e risultano essere disposti in serie con le fibrocellule muscolari striate. Per questa loro disposizione tali propriocettori non si attivano con il semplice stiramento del muscolo poiché l'allungamento avviene quasi esclusivamente a spese del ventre muscolare; la deformazione

del tendine può infatti avvenire solo quando gli elementi elastici del muscolo sono già tesi, ossia in caso di allungamenti di notevole intensità o a seguito di contrazioni attive. La loro stimolazione provoca effetti inibitori sui motoneuroni tramite l'attivazione di archi disinaptici.

A livello parodontale si ritrovano numerose fibre mieliniche e amieliniche, in parte vegetative, in parte meccanocettive. Queste ultime vengono generalmente incluse tra i pressocettori del cavo orale, poiché sono in grado di registrare le diverse forze applicate ai denti per effetto della deformazione che esse causano. In particolare sono in grado di raccogliere dati sulla velocità e sulla direzione del movimento, nonché sull'intensità della forza.

Tutti questi meccanismi di controllo hanno la funzione di coordinare l'attività dei muscoli masticatori tra loro e, allo stesso tempo, anche con muscoli di altri distretti, talvolta distanti dai primi.

L'articolazione temporo-mandibolare risente, ovviamente, di tutte le variazioni che avvengono sotto il profilo neuro-muscolare, siano esse fisiologiche o patologiche²⁵. Essa reagisce in modo particolare all'attività del muscolo pterigoideo esterno con cui

contrae stretti rapporti di contiguità. Tale muscolo ha origine mediante due capi: uno inferiore, più voluminoso, che si distacca dalla superficie esterna della lamina pterigoidea laterale, e uno superiore, più piccolo, che prende contatto con la faccia inferiore della grande ala dello sfenoide. I fasci del capo superiore decorrono dapprima verso il basso, quindi indietro e verso l'esterno, in stretto rapporto con la base cranica. Raggiungendo il limite anteriore dell'articolazione si ripiegano poi indietro per inserirsi sul condilo e sul disco¹⁶. Queste fibre del capo sfenoidale sono allineate in modo da esercitare una trazione verticale con un angolo di 12° sul piano di Francoforte^{32, 23}. I fasci del capo inferiore convergono verso l'alto e l'esterno per fondersi, davanti all'articolazione, con quelli del capo superiore, dove possono essere separati solo artificialmente. Tali fibre costituiscono un ventre che possiede una forma a ventaglio data la sua ampia origine e la piccola inserzione. Questo capo, piatto sul piano verticale, ha una lunga porzione di muscolo carnoso che si alterna ad alcune lamine fibrose, assumendo, in tal modo, un aspetto penniforme⁷³. Ciò favorirebbe l'attività isotonica del muscolo stesso.

Sebbene questo muscolo sia stato per tanti anni considerato come un'unità anatomico-funzionale, delicati studi elettromiografici condotti in epoca più recente hanno dimostrato che i due capi agiscono separatamente e soprattutto in tempi diversi del ciclo masticatorio^{39, 31, 17}. Il capo inferiore, infatti, attaccandosi al collo mandibolare partecipa, in fase di apertura, al movimento di scivolamento del complesso condilo-disco sul piano inclinato posteriore dell'eminanza articolare, mentre, nel comparto inferiore, si verifica il movimento di rotazione attorno all'asse intercondilare. La contrazione bilaterale pertanto determina una protrusione simmetrica, mentre l'azione unilaterale sposta la mandibola verso il lato opposto. Esso infine partecipa anche al mantenimento della postura, evitando un eccessivo spostamento superiore e distale del condilo³⁸.

Il capo superiore con i suoi fasci mediali, che si inseriscono al disco, si contrae, invece, durante la chiusura della bocca, stabilizzando in questa fase l'insieme condilo-disco. Ciò trova una spiegazione nel fatto che tali fasci sono antagonizzati non da un muscolo, ma da un tessuto elastico che agisce come una vera e

propria molla. Siamo di fronte ad un meccanismo che, unico in tutto il corpo umano, ha la prerogativa di permettere il ritorno posteriore del disco, insieme al condilo, in maniera graduale. Se questi fasci, infatti, non si contraessero il movimento posteriore avverrebbe in maniera eccessivamente brusca per azione dei soli tessuti retrodiscali, su cui il sistema nervoso centrale non ha controllo. Allo stesso tempo il freno elastico della zona bilaminare si oppone ad una spontanea dislocazione anteriore del disco.

I movimenti che avvengono all'interno delle articolazioni e le diverse relazioni che si stabiliscono tra le parti durante questi movimenti sono stati descritti per la prima volta da Rees⁶⁰. Nelle articolazioni integre e ben strutturate, i condili possono ruotare nel comparto inferiore attorno ad un asse orizzontale passante per il centro di rotazione di ciascun condilo. Allo stesso tempo la lassità della capsula articolare e dei legamenti permette il movimento di scivolamento che avviene nel comparto superiore. Pertanto si può parlare di un'articolazione *condilo-discale* e di una *temporo-discale* anatomicamente separate, ma funzionalmente sinergiche.

Partendo dalla situazione di rilassamento, che è garantita dal solo tono di base dei muscoli masticatori e in cui il disco si trova completamente insediato nella fossa glenoide, la mandibola può effettuare un movimento a cerniera verso il basso con un'estensione di 20-25 mm a livello interincisivo. Questa prima fase del movimento di apertura si verifica grazie al solo movimento rotatorio del condilo sulla faccia inferiore del disco. Con il procedere del movimento, la torsione dei legamenti temporo-mandibolari induce gli insiemi condilo-disco ad una traslazione anteriore, operata dal capo inferiore dello pterigoideo esterno durante la quale si verifica un'ulteriore rotazione nel compartimento inferiore. In questa fase il disco sembra ruotare posteriormente sul condilo^{38, 68}; la banda posteriore si avvicina all'inserzione della capsula sul collo del processo condilare, mentre, anteriormente, l'inserzione del disco al condilo si allontana ancora di più. Questo rapporto articolare rappresenta il limite massimo di rotazione nel comparto inferiore, ma raramente viene raggiunto in assenza di una traslazione del disco sull'eminenza, ossia non si verifica praticamente mai una rotazione pura del condilo di questa

entità. La maggior parte degli spostamenti della mandibola, dunque, avviene grazie ad una combinazione di entrambi i movimenti¹.

Quando il disco, solidale al condilo, trasla, i tessuti bilaminari e la capsula articolare vengono stirati fino ad occupare lo spazio lasciato libero dal condilo, mentre nel tessuto connettivo retrodiscale si ha una vasodilatazione del plesso venoso³⁸.

Il disco cambia forma secondo le necessità, per adattarsi all'eminanza e alla trazione del tessuto bilaminare. Nella posizione di massimo abbassamento della mandibola, la banda anteriore del disco si ritrova sul piano preglenoideo e la cresta del condilo si pone davanti alla radice posteriore dello zigomo.

Se la superficie articolare dell'osso temporale fosse interamente piatta, il movimento traslatorio avverrebbe secondo una linea retta e si assisterebbe ad uno spostamento corporeo del complesso disco-condilare di uguale entità. Ciò, ovviamente, non può avvenire poiché l'eminanza si presenta fortemente convessa e inclinata in avanti. In tale situazione si impone la necessità di attuare dei meccanismi che permettano di garantire un costante e soddisfacente rapporto tra le superfici articolari. Per questo motivo il disco deve ruotare

posteriormente sul condilo in fase di avanzamento e apertura della mandibola. Questa manovra causa uno spostamento corporeo, in avanti, del disco in maniera minore rispetto al condilo. È da notare che più grande è l'inclinazione dell'eminanza maggiore sarà la rotazione posteriore del disco sul condilo¹.

Una volta raggiunto il contatto tra il disco e il bordo posteriore della superficie articolare del condilo, sarà impossibile effettuare un'ulteriore rotazione, ma si potrà verificare ancora un aumento dell'apertura della bocca attraverso un'iperestensione.

In condizioni di riposo il disco viene ad essere ruotato leggermente in avanti grazie all'azione del muscolo pterigoideo esterno che, con il proprio tono di base, supera la resistenza elastica dei tessuti bilaminari. Nel corso di queste prime fasi di apertura della bocca i tessuti retrodiscali esercitano una trazione che supera quella del muscolo antagonista e, distendendosi, permettono la rotazione posteriore del disco.

Durante la fase di ritorno del ciclo masticatorio avviene un'inversione di tutti questi movimenti, ora sostenuti, però, dall'attività dei muscoli elevatori e dello pterigoideo esterno con il

suo capo sfenoidale. Con la loro azione la mandibola ritrova la posizione di riposo o quella di occlusione da cui si era partiti. Essi garantiscono, infatti, un controllo attivo sulla posizione che i segmenti ossei dovranno raggiungere e sulla velocità con cui tale posizione verrà ripresa: il complesso sistema di regolazione nervosa permette di “ricordare” esattamente il rapporto interdentale individuale.

Durante un'escursione laterale si assiste, contrariamente a quanto abbiamo visto, ad uno spostamento asimmetrico della mandibola e, conseguentemente, anche dei capi articolari. Sul lato di lavoro l'insieme condilo-disco non si sposta molto e funziona come un perno, mentre sul lato non lavorante si ha una traslazione che porta il condilo verso il basso, l'interno e in avanti.

Il movimento di *pivoting*¹ - così come lo chiamano gli anglosassoni - del condilo lavorante avviene lungo un asse verticale passante per il centro del condilo stesso. Tuttavia nel movimento di lateralità la mandibola può effettuare anche uno spostamento corporeo verso destra o sinistra. Si tratta di una componente del movimento molto piccola, enormemente influenzata dall'anatomia

dell'articolazione e determinata dai muscoli pterigoidei del lato del condilo in protrusione.

Quando i muscoli masticatori forzano i denti contro una resistenza, come accade in prensione, incisione e in triturazione, la biomeccanica articolare cambia, poiché diverse sono le condizioni di lavoro. Un colpo masticatorio effettuato contro una resistenza, infatti, si avvale di nuove informazioni sensoriali sia nocicettive che propriocettive in grado di attivare archi riflessi che modificano l'azione muscolare durante il ciclo masticatorio¹.

Analisi radiografiche hanno messo in evidenza che forze masticatorie, esercitate con il bolo alimentare in corrispondenza del terzo molare, causano notevoli modificazioni nell'ampiezza dello spazio articolare sul lato masticante⁶⁵. Questo è dovuto ad un aumento della pressione interarticolare⁵⁹ che dovrà essere controllato per mantenere la necessaria stabilità articolare.

Come descritto da Sicher⁶⁶, un solido contatto tra le superfici articolari viene garantito dalla contrazione del capo superiore del muscolo pterigoideo esterno che controlla il movimento del condilo nella fase di ritorno del colpo masticatorio ed esercita una trazione

anteriore sul disco, in modo che la sua porzione più spessa venga a trovarsi nella zona articolare ampliata.

Nella posizione di massima intercuspidação entrambe le articolazioni si trovano sottoposte alla massima pressione e lo spazio articolare risulta minimo¹. Il disco, in tali condizioni, viene ad essere centrato con la sua porzione più fine tra le parti ossee articolari. Il contorno discale svolge dunque un ruolo centrale in questo meccanismo di stabilizzazione tanto che una sua alterazione ne compromette severamente la funzione¹.

1.10 Rapporto tra articolazione e occlusione

Una delle peculiarità delle articolazioni mandibolari risiede nel fatto che queste hanno il punto d'arresto del loro movimento di elevazione collocato all'esterno della cavità articolare; infatti, il limite di tale movimento non è determinato da un preciso rapporto

articolare, ma dal contatto delle arcate dentarie nella posizione di occlusione o di massima intercuspidação.

Si definisce posizione di massima intercuspidação (PMI) quella specifica situazione in cui si ha il massimo avvicinamento tra mandibola e mascella, con il massimo numero di contatti interdentari⁴⁵. È una posizione stabile che si raggiunge durante la deglutizione, ogni qualvolta questa avvenga in maniera fisiologica, e al termine del ciclo masticatorio. Nel caso di arcate normali e integre le cuspidi palatali superiori e quelle vestibolari inferiori contattano con una fossa antagonista o con una cresta marginale di denti contigui, determinando la dimensione verticale di occlusione. In tale situazione la relazione spaziale tra mandibola e base cranica viene garantita da un fattore meccanico dentario, mentre la muscolatura masticatoria ha scarsa o nessuna influenza⁴⁵.

A livello articolare la banda posteriore del disco occupa la zona più profonda della fossa glenoide, con la cresta condilare situata subito al di sotto di essa, e i tessuti bilaminari sono rilassati. Questa posizione viene definita *neutra*⁴⁵, poiché da essa è possibile compiere tutti i movimenti ad eccezione di quello di elevazione.

Ogni variazione dell'occlusione, legata a modificazioni della forma o della posizione dei denti, avrà quindi un'immane ripercussione articolare condizionando il condilo ad assumere un rapporto mutevole con la cavità glenoide.

Tali alterazioni occlusali sono in grado di produrre un cambiamento del carico funzionale articolare, con un conseguente rimodellamento dei tessuti duri e molli, come è stato dimostrato da studi anatomici e osservazioni su esperimenti animali⁴⁵.

Mongini⁴⁶, studiando su crani secchi il rimodellamento del tessuto osseo del condilo, ha evidenziato che esso è strettamente influenzato dalle alterazioni che, nel corso della vita, intervengono sulle arcate dentarie. Esiste, infatti, un rapporto statisticamente significativo tra grado di edentulismo o abrasione dentaria e quantità di rimodellamento condilare: se prevale l'abrasione sul lato lavorante, uno o entrambi i versanti condilari tendono ad appiattirsi, mentre, se essa è presente anche sul lato bilanciante in modo equilibrato, il condilo assume una forma caratteristica, con versanti scoscesi e simmetrici.

Parallelamente all'appiattimento del condilo si assiste spesso ad uno smussamento dell'eminanza, con conseguente diminuzione dell'angolo del tragitto condilare⁴⁵.

Alcune malocclusioni, inoltre, conducono a forme particolari del condilo: nel morso profondo e nell'inversione del combaciamento anteriore il condilo ha spesso una forma cilindrica, con l'asse maggiore che tende a coincidere con il piano frontale. Ciò probabilmente è dovuto al prevalere dei movimenti rotatori rispetto a quelli traslatori⁴⁷.

Le caratteristiche dell'occlusione hanno una diretta influenza anche sull'attività muscolare. Ad esempio, in presenza di un marcato overbite, si ha un'attivazione precoce dei muscoli abbassatori durante il ciclo masticatorio. In questo modo, il periodo in cui l'attività di questi muscoli si sovrappone a quella dei muscoli elevatori nella fase di chiusura è maggiore; ciò permette una guida più precisa per evitare interferenze tra i denti incisivi.