



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Chirurgico Specialistiche

Corso di studio

SCIENZE E TECNICHE DELL' ATTIVITÀ MOTORIA PREVENTIVA E ADATTATA

“L'INFLUENZA DELL'OCCLUSIONE DENTALE SULLA FORZA ESPLOSIVA IN
EXTRAROTAZIONE DELL'ARTO SUPERIORE”

Relatore: Marco Fogli

Laureanda: Giulia Daniotti

Correlatore: Piero Malpezzi

Sessione di laurea estiva

Anno Accademico 2017-2018

INDICE

INDICE	1
1. INTRODUZIONE	3
2. ANATOMIA DELL'APPARATO MASTICATORIO	5
2.1 ARTICOLAZIONE TEMPORO-MANDIBOLARE	5
2.2 OSSO IOIDE	7
2.3 I DENTI	7
2.4 NERVO TRIGEMINO	8
2.5 LEGAMENTO PERIODONTALE	9
2.6 MUSCOLI MASTICATORI	10
2.6.1 MUSCOLI ELEVATORI	10
2.6.2 MUSCOLI ABBASSATORI	11
2.6.3 MUSCOLI DI PROTUSIONE	11
2.6.4 MUSCOLI ABDUTTORI E ADDUTTORI	11
2.7 RECETTORI DELL'ATM	13
2.8 RECETTORI MUSCOLARI E TENDINEI	13
3. ELETTROMIOGRAFIA DI SUPERFICIE	15
4. ANATOMIA DELLA SPALLA	17
4.1 ARTICOLAZIONE SCAPOLO OMERALE	18
4.2 MUSCOLI DELLA SPALLA	20
4.2.1 DELTOIDE	20
4.2.2 MUSCOLI PETTORALI	20

4.2.3 TRAPEZIO	21
4.2.4 GRAN DENTATO	21
4.2.5 ROMBOIDI	21
4.2.6 ELEVATORE DELLA SCAPOLA	22
4.2.7 GRANDE ROTONDO	22
5. OCCLUSIONE DENTALE	23
6. LA MALOCCLUSIONE	24
6.1 SINTOMATOLOGIA	26
7. OCCLUSIONE E FORZA MUSCOLARE	27
BITE	27
9. MATERIALI E METODI	30
9.1 MATERIALE	31
9.2 CAMPIONE	33
9.3 PROTOCOLLO TEST	36
10. ANALISI DEI DATI	38
11. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	54
12. ALLEGATI	62
13. BIBLIOGRAFIA	64
14. RINGRAZIAMENTI	66

1. INTRODUZIONE

L'apparato stomatognatico, attraverso le funzioni di fonazione, masticazione e deglutizione è integrato in maniera importante col sistema tonico-posturale, dal momento che tra i due esiste una connessione sia di tipo biomeccanico che di tipo neurologico.

La correlazione di tipo biomeccanico è realizzata dal sistema oclusale e muscolo-connettivale che mettono in continuità anatomico-funzionale la struttura cranio-mandibolare con quella cervicale, con il cingolo scapolare e gli organi interni per mezzo dell'interposizione dell'osso ioide.

La correlazione di tipo neurologico si realizza per mezzo delle afferenze propriocettive dell'apparato stomatognatico che originano dai fusi neuromuscolari dei muscoli masticatori e linguali, dai propriocettori tendinei, dai meccanocettori articolari e dai pressocettori alveolari e paradontali. Tali afferenze raggiungono i nuclei sensitivi del facciale, del trigemino e dell'ipoglosso che, a loro volta, inviano afferenze al cervelletto e al nucleo vestibolare laterale. La convergenza di queste informazioni propriocettive sul sistema nervoso centrale consente una serie di controlli riflessi sia della postura dell'apparato stomatognatico che, più in generale, di quella di tutto il corpo. È probabile comunque che il rapporto tra occlusione e postura si evidenzia al massimo durante la deglutizione, funzione che si ripete centinaia di volte durante il giorno (fino anche a 1500-2000 volte). Durante la deglutizione stringiamo i denti per un tempo estremamente breve, come nel ciclo masticatorio, con forza d'intensità alta.

Di conseguenza, l'apparato stomatognatico può essere identificato anche come un recettore del sistema posturale, in quanto si trova in una posizione cruciale per il passaggio delle informazioni sensitivo-motorie dal centro alla periferia e viceversa: le informazioni viaggiano nei due sensi passando per tre crocevia: tratto cervicale, mandibola e osso ioide il quale è, a sua volta, strettamente connesso alla lingua. Tutto ciò che avviene nella bocca si ripercuote, attraverso le articolazioni temporo-mandibolari, sul tratto cervicale interessando così il cingolo scapolare, la colonna vertebrale fino ai piedi e viceversa (23).

In presenza di una simmetria posturale funzionale, avremo una stabilizzazione della testa sulla cervicale, grazie all'armonica funzione dei muscoli estensori (spleni, muscoli lungo del capo e del collo, semispinali, muscoli retti e obliqui del capo o suboccipitali, muscoli del dorso) e flessori del tratto cervicale e dell'osso ioide (sterno-cleido-mastoideo, scaleni, muscoli sopraioidei e sottoioidei).

Di conseguenza, in caso di postura scorretta, ipotizzando ad esempio un'antiorizzazzione della testa con rettilinizzazione cervicale, avremo uno scompenso di tono muscolare di base fra i muscoli anteriori e posteriori del collo e a livello macroscopico anche delle rispettive catene muscolari, a cui spesso si aggiunge un'abitudine al serramento mandibolare causata dalla malocclusione.

È quindi presente un rapporto tra forma e funzione. **Secondo la teoria della matrice funzionale di Melvin L. Moss è la funzione che genera ed influenza la forma** e forse questo è un motivo della nostra asimmetria, come interdipendenza tra struttura anatomica e sistema neuro-muscolo-fasciale: il disegno di una struttura è determinato dallo scopo che la struttura stessa deve assolvere e comunicare (20).

L'obiettivo prioritario deve essere il riequilibrio della funzione rispetto alla ricerca di una forma o di un allineamento posturale ideale adeguato al soggetto.

2. ANATOMIA DELL'APPARATO MASTICATORIO

2.1 ARTICOLAZIONE TEMPORO-MANDIBOLARE

La mandibola, osso impari fornito di due articolazioni speculari, è la parte più mobile dell'apparato masticatorio.

Si considerano nella mandibola il corpo e il ramo, un prolungamento ascendente. Il corpo è unito al controlaterale per mezzo della sinfisi mentoniera che si calcifica precocemente.

In alto, il ramo della mandibola termina con due processi: l'anteriore è il processo coronoideo, al quale si attacca il tendine del muscolo temporale, ed il processo posteriore, chiamato processo condiloideo, il quale permette l'articolazione della mandibola con il condilo dell'osso temporale.

Le articolazioni che le consentono i movimenti sono dette temporo-mandibolari (A.T.M.).

L'articolazione può essere definita come una diartrosi condiloidea doppia che si stabilisce tra i due condili della mandibola e le fosse mandibolari delle due ossa temporali. L'articolazione viene considerata doppia in quanto tra il condilo mandibolare e la cavità articolare del temporale si interpone un disco completo (o menisco) che suddivide la cavità articolare del temporale in due settori non comunicanti tra loro: quello temporo-meniscale e quello condilo-meniscale.

La superficie articolare temporale è fornita dalla parte anteriore della fossa mandibolare e dal tubercolo articolare del processo zigomatico.

Le due superfici articolari che si affrontano sono discordanti, ma la presenza del disco fibrocartilagineo ristabilisce la concordanza, presentando una faccia inferiore concava che si adatta alla superficie convessa del condilo mandibolare per i movimenti rotatori, ed una faccia superiore concavo-convessa (sellare) per adattarsi alla porzione anteriore della fossa mandibolare e al tubercolo articolare del temporale per i movimenti traslativi.

I mezzi di unione e di protezione dell'articolazione temporo-mandibolare sono forniti dai legamenti della capsula articolare e da legamenti extra-capsulari che sono:

- **Legamento temporo-mandibolare mediale e laterale:** origina dal tubercolo articolare e dal margine inferiore dell'arco zigomatico; le sue fibre si inseriscono in basso sul collo del condilo mandibolare, esternamente e posteriormente sulla parte superiore del ramo mandibolare.

L'orientamento delle fibre collagene è verticale e non adatto a prevenire la retrusione condilare. Ha funzione di contenimento, in quanto previene la separazione del complesso condilo-menisco dalla fossa glenoidea e limita il movimento condilare in massima apertura, in massima protrusione e in massima laterotrusione (1-2).

- **Legamento sfeno-mandibolare:** origina dall'angolo dello sfenoide e raggiunge la faccia mediale del ramo della mandibola; decorre medialmente alla capsula articolare con la quale delimita uno spazio in cui passa l'arteria mascellare interna. Ha la medesima funzione del legamento stilo-mandibolare.
- **Legamento stilo-mandibolare:** origina in alto dall'apice del processo stiloideo e raggiunge in basso il margine posteriore del ramo montante della mandibola. Si rilascia quando la bocca è chiusa e si distende in caso di estrema protrusione in avanti della mandibola
- **Legamento pterigo-mandibolare:** origina dall'ala esterna del processo pterigoideo e si porta alla faccia interna del processo alveolare della mandibola.

L'articolazione è in grado di svolgere 2 tipi di movimenti elementari di rotazione e traslazione, sempre combinati con una roto-traslazione dei condili.

- **Proiezione in avanti e retrazione indietro (protrusione e retrazione):** avvengono sul piano orizzontale con scivolamento dell'arcata inferiore sotto quella superiore. Ciò si attua con un movimento di basculamento descritto e pubblicato nel 1901 come "Fenomeno di Christensen"
- **Lateralità:** avvengono sul piano orizzontale e consentono lo spostamento della mandibola verso destra e sinistra. Nei movimenti di lateralità i due condili si comportano in maniera diversa: un condilo ruota attorno all'asse verticale mentre il controlaterale subisce un movimento di traslazione descrivendo un piccolo arco di cerchio (3).

È fondamentale considerare il moto compiuto dal disco durante i movimenti mandibolari. All'apertura della bocca, il condilo mandibolare insieme al menisco articolare, si sposta in avanti, mentre la lamina retrodiscale esercita una trazione del disco all'indietro. Di contro, alla chiusura della bocca, mentre il condilo ritorna nella posizione iniziale, il tono del fascio superiore del muscolo pterigoideo esterno esercita una forza traente anteriore che accompagna il ritorno del menisco nella sede iniziale; quest'ultimo atto è accentuato dall'entrata in attività degli altri muscoli

masticatori. L'A.T.M. si caratterizza per essere la sola articolazione a non avere un punto rigido finale di chiusura e per articolarsi bilateralmente con il cranio, di conseguenza l'articolazione di destra e quella di sinistra sono da considerarsi funzionalmente una articolazione unica.

2.2 OSSO IOIDE

L'osso ioide è un osso sesamoide posto nella parte anteriore del collo, poco al di sotto della mandibola. Ha forma di ferro di cavallo, superiormente contribuisce, tramite i muscoli sopra-joidei alla parte pavimentale della cavità orale mentre inferiormente è connesso alla cartilagine tiroidea, alla cassa toracica e alla scapola (1).

L'osso ioide assume il ruolo di punto intermedio strutturale e funzionale dell'unità cranio - mandibolo - toracica partecipando alle attività dell'apparato stomatognatico in quanto:

- È il punto di convergenza di fasci e muscoli del territorio cranio-cervico-facciale
- Collega la mandibola e la parte posteriore del cranio con lo sterno, la clavicola e la scapola tramite i muscoli sovra e sotto-ioidei
- È collegato al processo stiloideo dell'osso temporale tramite il legamento stiloioideo ed è anatomicamente e funzionalmente legato alla lingua

2.3 I DENTI

I denti sono organi duri, biancastri, inseriti negli alveoli della mandibola tramite una specifica articolazione, la gonfosi e delle ossa mascellari in modo da formare due arcate dentarie e sono principalmente deputati alla masticazione e fonazione (2).

Nell'uomo si susseguono due generazioni di denti successive: la dentizione decidua e la dentizione definitiva. Quest'ultima presenta 8 denti permanenti per ogni emiarcata: 2 incisivi, 1 canino, 2 premolari e 3 molari, per un totale di 32 denti.

Il dente è composto da un particolare tessuto osseo compatto non lamellare chiamato dentina ed è costituito da tre diverse parti: la radice, il colletto e la corona.

La radice ha la forma di un cono più o meno appiattito nelle facce che guardano verso le altre radici. E' la parte infissa nell'alveolo al quale è legata attraverso il legamento periodontale.

Il colletto del dente si trova nel limite tra la corona e la radice. A livello del colletto il tessuto stratificato sulla superficie della corona (smalto) termina secondo una linea curva e viene ricoperto dalla mucosa gengivale.

La corona è la parte più grossa del dente, sporge nella cavità buccale e la sua forma è differente nelle varie specie di denti. È ricoperta dallo smalto, tessuto costituito per il 96 ÷ 98 % da materiale inorganico (idrossiapatite), privo di terminazioni nervose e vasi, e che si comporta dal punto di vista fisico come membrana permeabile a sostanze organiche di basso peso molecolare.

All'interno del dente, la polpa dentaria, vi è una cavità ripiena di tessuto connettivo riccamente vascolarizzato e con terminazioni del nervo trigemino (V nervo cranico).

Il colletto del dente si trova nel limite tra la corona e la radice. A livello del colletto il tessuto stratificato sulla superficie della corona (smalto) termina secondo una linea curva.

2.4 NERVO TRIGEMINO

Il trigemino è il V paio dei nervi cranici ed è un nervo misto anche se prevalentemente sensoriale.

Ha origine da due radici, una sensitiva e l'altra motoria: le fibre della radice sensitiva provengono dal ganglio di Gasser, che ha funzioni analoghe ad un ganglio spinale; contiene i neuroni pseudounipolari e dal ganglio escono le tre branche terminali del trigemino, che prendono il nome di nervo oftalmico, nervo mascellare e nervo mandibolare (26).

Il nervo oftalmico si distribuisce alla cute della fronte e della volta cranica, all'occhio e alla mucosa nasale; il nervo mascellare si distribuisce a naso, guancia e, labbro superiore e all'arcata alveolare superiore ed infine il nervo mandibolare innerva labbro inferiore, mento, l'arcata alveolare inferiore e la mucosa dei 2/3 anteriori della lingua.

La radice motoria passa al di sotto del ganglio di Gasser, seguendo la branca mandibolare, innervando i muscoli della masticazione, più il muscolo

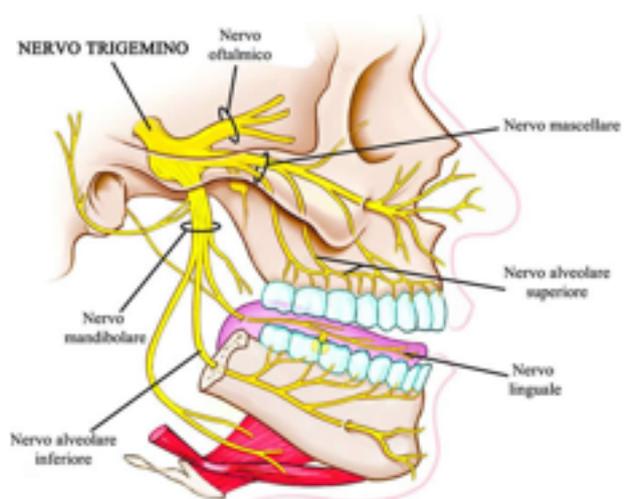


Fig.1 - Nervo trigemino

milioideo e al ventre anteriore del digastrico.

2.5 LEGAMENTO PERIODONTALE

Il legamento periodontale comprende un insieme di tessuti connettivali che consentono il fissaggio dei denti alle ossa mascellari.

Esso occupa lo spazio compreso tra il cemento radicolare e la superficie dell'osso alveolare e si estende, per tutta la radice, fino alla lamina propria della gengiva. Le fibre collagene del legamento si inseriscono da un lato nel cemento radicolare, continuando all'interno della radice e dall'altro nell'osso alveolare. Costituito da tessuto collagene, funziona quindi come mezzo di unione tra due tessuti mineralizzati, garantendo contemporaneamente al dente sia la stabilizzazione nell'alveolo che un certo grado di spostamento in seguito alle sollecitazioni verticali e orizzontali. Le sollecitazioni orizzontali a direzione mesiale e distale provocano movimenti pressoché nulli del dente, se questo è a contatto coi denti contigui; quelle orizzontali dirette in senso vestibolare o linguale fanno sì che il dente agisca sull'alveolo come una leva, generando zone di pressione e di trazione (26).

2.6 MUSCOLI MASTICATORI

I muscoli masticatori determinano il movimento della mandibola durante la masticazione, deglutizione e fonazione. Possono essere suddivisi in:

2.6.1 MUSCOLI ELEVATORI

- **Massetere:** muscolo di forma rettangolare che si estende dall'arcata zigomatica fino faccia laterale del bordo inferiore del ramo, zona goniaca, della mandibola. E' costituito da **tre fasci: superficiale, medio e profondo** che elevano la mandibola e la portano in intercuspidação. Distinguiamo due condizioni:
 1. Presenza del cibo tra le arcate dentarie. La forza dei muscoli elevatori si scompone in una componente elevatoria e una componente retrusiva della mandibola. Ciò è generato dalla soluzione di continuità delle arcate dentali inferiore e superiore per la presenza del cibo e dalla angolazione del tuber articolare dell'osso temporale dell'A.T.M.
 2. Se non c'è cibo tra le arcate dentarie è elevatore e protrusore della mandibola, esempio nella funzione fonatoria.
- **Temporale:** è un ampio muscolo a forma di ventaglio che, dalla faccia laterale del cranio si dirige in basso e, passando medialmente all'arcata zigomatica, si inserisce col tendine al processo coronoideo della mandibola. Si distinguono i fasci posteriori, che portano la mandibola indietro aiutando a riportare il condilo nella cavità articolare, i fasci medi e i fasci anteriori che innalzano la mandibola. Inoltre, genera un momento antiorario che "scarica" l'A.T.M. dai sovraccarichi occlusali anteriori.
- **Pterigoideo interno:** origina dalla fossa pterigoidea, lamina mediale, e dalla tuberosità del mascellare e si inserisce vicino alla faccia interna dell'angolo della mandibola. Come funzione è simile al massetere (20).

2.6.2 MUSCOLI ABBASSATORI

- **Digastrico:** è formato da **due ventri muscolari, uno anteriore e uno posteriore**, mediante uniti da un tendine intermedio che si fissa sull'osso ioide. Assieme formano un'arcata che unisce la mandibola al processo mastoideo. A mandibola fissa: innalzamento o spostamento indietro e in alto dell'osso ioide. A osso ioide fisso: abbassamento della mandibola. Agisce invece in retrusione se la mandibola è protrusa in avanti.
- **Miloioideo:** origina dalla linea miloioidea (superficie interna della mandibola) e si inserisce sulla faccia anteriore dell'osso ioide. A mandibola fissa innalza anteriormente l'osso ioide. Quando l'osso ioide è fisso è un forte abbassatore della mandibola.
- **Genioioideo:** ha origine sulla superficie mediale della mandibola a livello del mento e inserzione sull'osso ioide. A mandibola fissa ha l'azione di innalzamento e trazione anteriore dell'osso ioide. A osso ioide fisso è un abbassatore della mandibola.

2.6.3 MUSCOLI DI PROTUSIONE

- **Pterigoideo esterno:** è composto da **due corpi, uno superiore e uno inferiore**.

Il fascio superiore origina dal processo pterigoideo dello sfenoide si inserisce continuandosi nel menisco articolare. La sua funzione è quella di trascinare in avanti il menisco nella fase di protrusione e di coordinare il menisco con il movimento del condilo mandibolare.

Il fascio inferiore origina sempre dal processo pterigoideo dello sfenoide e ha inserzione sul collo del processo coronoide. L'attivazione di questi due muscoli con azione coordinata fanno traslare in avanti contestualmente la testa condilare della mandibola e il menisco. È il principale protrusore della mandibola. E' inoltre il muscolo deputato alla stabilizzazione dell'A.T.M. in massima intercuspidação. In caso di malocclusione, insieme al pterigoideo interno, sono i primi due muscoli dove aumenta il dolore muscolare da iperattività (20).

2.6.4 MUSCOLI ABDUTTORI E ADDUTTORI

I muscoli che determinano l'adduzione e l'abduzione della mandibola sono i **muscoli pterigoidei esterni**. In misura minore gli altri elevatori.

I **muscoli sottoioidei** (muscolo sternoioideo, sternotiroideo, tiroioideo, omoioideo) normalmente non vengono considerati muscoli masticatori in quanto non prendono contatto con la mandibola. In realtà dal momento che sono inseriti tra l'osso ioide e il complesso sterno-clavicola-scapola,

concorrono attivamente durante la masticazione. Quando si contraggono fissano e abbassano l'osso ioide consentendo ai muscoli sovraioidei di abbassare la mandibola. Quando sono rilassati, lasciano libero l'osso ioide di risalire, sempre grazie all'azione dei muscoli sovraioidei.

Quando serriamo i denti, deglutendo o masticando, attiviamo i muscoli sovra e sottoioidei e il muscolo pterigoideo esterno. Pertanto, attiviamo i muscoli agonisti e antagonisti contemporaneamente. Modulando la forza agonista e antagonista arriviamo alla occlusione. Questo paradosso lo possiamo capire con la teoria dell'asse anteriore cranio-mandibolo-joide-toracico, per stabilizzare la testa mentre mangiamo, deglutiamo o facciamo movimenti che destabilizzano il capo (20).

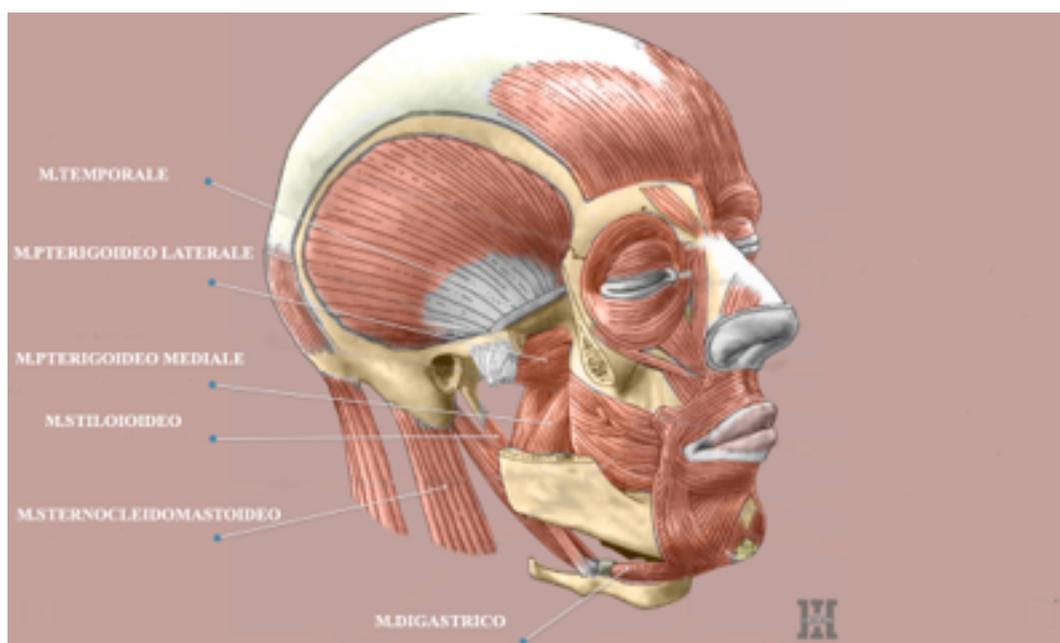


Fig. 2 - Muscoli masticatori

2.7 RECETTORI DELL'ATM

Nella capsula e nei legamenti della A.T.M. sono stati identificati istologicamente quattro tipi di recettori che ricoprono un ruolo importante nella percezione cosciente del movimento e della posizione della mandibola: recettori di Ruffini, di Golgi, di Pacini e terminazioni libere di fibre mieliniche ed amieliniche, molte delle quali sono di tipo nocicettivo. I recettori sono più numerosi nelle regioni laterali e posteriori della capsula articolare e sono innervati da fibre che decorrono nel nervo auricolo-temporale. Possono essere identificati due tipi funzionali di recettori, quelli a rapido e quelli a lento adattamento: i primi si eccitano solo all'inizio di un movimento di abbassamento, ovvero all'inizio di un movimento di elevazione della mandibola, a causa della rapida deformazione della capsula articolare provocata dalla rotazione del condilo. I recettori a lento adattamento scaricano invece per tutto il tempo in cui il condilo è ruotato in funzione dell'estensione del movimento articolare.

Gli effetti centrali provocati dalla stimolazione dei recettori della A.T.M. sono poco noti. Parte di questi recettori, almeno quelli eccitati dal normale movimento dei condili, provoca effetti eccitatori sui muscoli elevatori quando la mandibola viene abbassata.

2.8 RECETTORI MUSCOLARI E TENDINEI

Appartengono a questa classe di recettori i fusi neuromuscolari, i corpuscoli del Golgi e i propriocettori contenuti nel legamento parodontale.

I fusi neuromuscolari sono dei propriocettori, distribuiti in elevato numero nei muscoli elevatori (antigravitari), 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.

I recettori del Golgi hanno sede nei tendini muscolari e sono 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, ad esempio i muscoli antagonisti oppure i muscoli descritti nelle catene muscolari collegate con la mandibola (24).

3. ELETTROMIOGRAFIA DI SUPERFICIE

L'elettromiografia di superficie odontoiatrica è uno strumento che ha lo scopo di “pesare” i contatti occlusali, **permette di verificare l'influenza del contatto dentale sull'attivazione dei muscoli masticatori.**

Vengono posizionati degli elettrodi bipolari sulla superficie della pelle tra il ventre dei muscoli masseteri superficiali e dei temporali anteriori e i rispettivi legamenti.

I parametri che vengono valutati sono:

- **P.O.C:** è il **coefficiente di sovrapposizione**, in percentuale, del potenziale destro e sinistro dei muscoli temporali e masseteri. Se è inferiore all'80%, funzionalmente un muscolo domina sull'altro e genera una asimmetria funzionale.
- **Coefficiente di asimmetria** del carico occlusale sull'arcata destra o sinistra. **È l'indicatore del baricentro del carico occlusale laterale destro-sinistro.** Nel caso in cui il carico sia maggiore a destra, il coefficiente sarà positivo, viceversa sarà negativo. Il range fisiologico varia tra 0 e \pm 10%. Per valori $> 10\%$ si possono riscontrare tensioni cervicali, alla cuffia dei rotatori, al trapezio. Per valori $>20\%$ è possibile riscontrare anche casi di vertigine oggettiva.
- **Coefficiente di attivazione** del carico occlusale prevalentemente nel settore anteriore o posteriore dell'arcata. **È l'indicatore del baricentro del carico occlusale antero-posteriore.** La zona anteriore della bocca è rappresentata dai denti premolari, canini ed incisivi. Nel caso in cui venga caricata eccessivamente la zona anteriore, i muscoli temporali, difensori dell'A.T.M, risulteranno molto attivi. I molari costituiscono invece la zona posteriore, la quale viene controllata dai muscoli masseteri.

Il range fisiologico rientra tra 0 e 10 %. Se la macchina rileva un valore negativo e $> 10\%$ si riscontrano tensione ai cervicali, al trapezio e talvolta alla cuffia dei rotatori. Con valori $> 20\%$ possono comparire sintomi di vertigine soggettiva

- **Torque:** torsione alla quale viene sottoposta la mandibola in corso di serramento (valutata tra temporale e massetere controlaterale). È un coefficiente di torsione del carico occlusale verso l'A.T.M. destra o verso sinistra. Il segno positivo indica un carico prevalente verso l'A.T.M. destra, il segno negativo indica una prevalenza di carico verso l'A.T.M. sinistra. Per valori $> 10\%$ possiamo riscontrare una patologia disfunzionale dell'A.T.M.

- Forza massima di serramento:** la forza massima di serramento viene calcolata in percentuale confrontando il massimo serramento dentale con due rulli salivari inseriti tra le arcate dentarie (senza malocclusione) e il massimo serramento stringendo le due arcate dentarie (eventuale malocclusione). La malocclusione generalmente diminuisce la forza di elevazione della mandibola. In altre particolari condizioni di malocclusione aumenta la forza di elevazione (20;25).

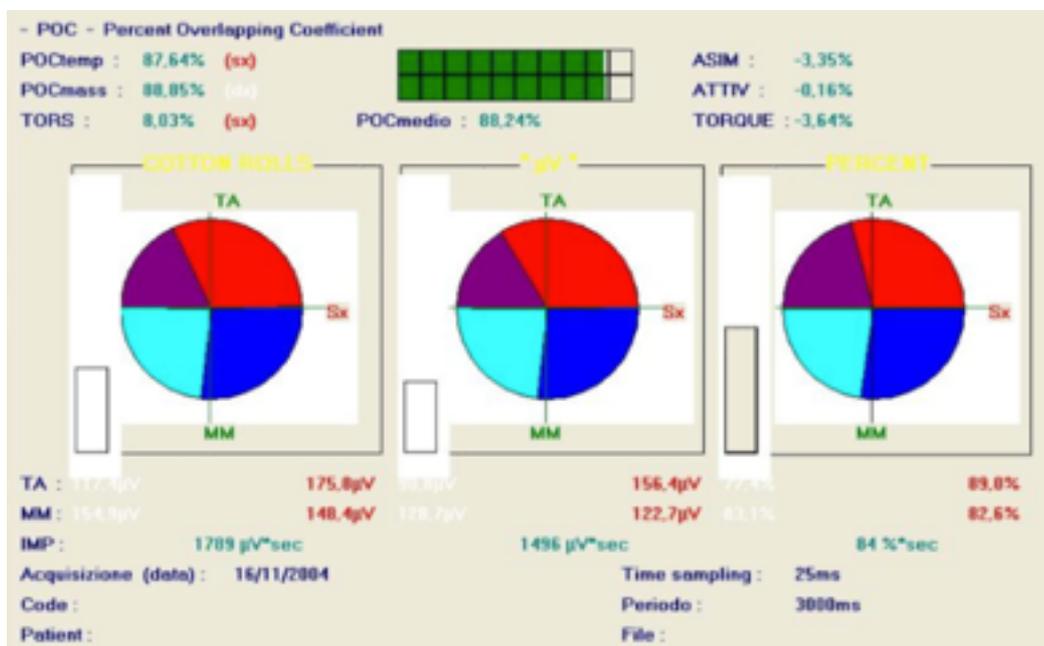


Fig. 3 - Elettromiografia di superficie

4. ANATOMIA DELLA SPALLA

Il cingolo scapolare è l'articolazione prossimale dell'arto superiore ed è la più mobile di tutte le articolazioni del corpo umano. È composta da tre ossa (19):

- La scapola, osso piatto di forma triangolare situato in posizione posteriore-laterale sulla gabbia toracica
- La clavicola, osso piatto che si estende dall'apice del collo alla spalla
- L'omero, osso lungo del braccio che collega il cingolo scapolare all'avambraccio

La funzione del cingolo scapolare è di orientare l'arto superiore nei tre piani dello spazio e di eseguire movimenti di:

- Flessione/estensione sul piano sagittale
- Abduzione/adduzione sul piano frontale
- Intra ed extrarotazione sul piano orizzontale

È costituito da un complesso di 5 articolazioni, delle quali:

- Tre articolazioni anatomiche (contatto di due superfici ossee ricoperte di cartilagine):
 - Articolazione scapolo-omeroale
 - Acromion-clavicolare: è un'articolazione artrodiale, formata dalla giunzione tra acromion e clavicola. I legamenti conoide e trapezoide insieme ai legamenti acromion-clavicolare e coraco-clavicolare rinforzano l'articolazione, dando maggiore stabilità al sistema.
 - Sterno-costoclavicolare: articolazione "a sella", formata dalla giunzione tra clavicola, sterno e prima cartilagine costale. Possiede due assi di movimento e due gradi di libertà.
- 2 sono articolazioni fisiologiche (due superfici di scivolamento):
 - Sottodeltoidea
 - Scapolo-toracica
 -

4.1 ARTICOLAZIONE SCAPOLO OMERALE

È l'articolazione principale della spalla; si tratta di un'artrosi che si forma tra la superficie concava della glena omerale e la superficie convessa della testa dell'omero. La testa dell'omero, rivestita dalla cartilagine articolare, rappresenta circa 1/3 di sfera; anche la cavità glenoidea è rivestita di cartilagine e si adatta alla convessità della testa omerale. Esiste però una notevole sproporzione tra le superfici articolari, in quanto la testa dell'omero è molto più estesa della cavità glenoidea. Tale sproporzione è resa minore dal cerchio glenoideo, una formazione fibrocartilaginea di forma prismatica che gira attorno alla cavità articolare: una delle sue facce aderisce al contorno della cavità glenoidea, un'altra prolunga la superficie del collo e fornisce inserzione alla capsula fibrosa ed infine la terza faccia è in continuazione della cavità glenoidea e la rende più estesa. Fornisce inoltre anche ancoraggio alle strutture capsulo legamentose, ricoprendo anche la funzione di stabilizzatore statico dell'articolazione (21).

Essendo la spalla un'articolazione molto mobile necessita di più strutture di stabilizzazione; è possibile individuare sia degli stabilizzatori statici che dinamici.

Gli stabilizzatori statici sono la capsula articolare la quale si inspessisce a formare i legamenti gleno-omerale; il legamento coraco-omerale, il cerchio glenoideo e la pressione negativa intra articolare, dovuta in prevalenza alla struttura elastica del cerchio.

Il legamento gleno-omerale superiore è sottile, origina davanti all'inserzione del tendine del capo lungo del bicipite dalla parte superiore del labbro glenoideo e decorre parallelamente al tendine, fino a giungere alla piccola tuberosità dell'omero. Si presenta teso in movimenti di totale adduzione.

Il legamento gleno-omerale medio origina in prossimità del superiore e raggiunge la regione anteriore della piccola tuberosità appena al di sotto dell'inserzione del sottoscapolare. Provvede a contenere l'articolazione soprattutto tra i 45° e i 60° di abduzione.

Il legamento gleno-omerale inferiore origina dalla parte inferiore del labbro glenoideo e discende verso la parte inferiore del grande tubercolo dell'omero. Dei tre legamenti è il più largo ed il più forte. Contiene lo slide inferiore della testa dell'omero a 90° di abduzione.

Il legamento coraco-omerale è teso tra l'apice del processo coracoideo della scapola e si porta trasversalmente in fuori inserendosi a biforcazione sui due tubercoli dell'omero. Limitano la

traslazione inferiore e la rotazione esterna con il braccio addotto e la traslazione posteriore quando il braccio è in posizione di elevazione, adduzione e intrarotazione (1).

Gli stabilizzatori dinamici sono: la cuffia dei rotatori, il tendine del capo lungo del bicipite.

La cuffia dei rotatori è un complesso muscolo tendineo la cui funzione è quella di mantenere la testa dell'omero adesa alla glenoide ed è formato da:

- **Sovraspinato:** abduce ed extraruota il braccio, in sinergia con l'azione del deltoide
- **Sottospinato:** muscolo extrarotatore; garantisce un buon centraggio della testa dell'omero all'interno della glena; determina uno scivolamento caudale della testa dell'omero durante la contrazione del deltoide opponendosi allo scivolamento superiore causato da quest'ultimo; impedisce il contatto tra l'omero e la volta acromiale
- **Sottoscapolare:** adduce ed intraruota il braccio.
- **Piccolo rotondo:** azione sinergica al sottospinato, ruota debolmente il braccio verso l'esterno

Il tendine del capo lungo del bicipite dopo aver percorso il solco bicipitale arriva all'interno dell'articolazione attraverso un orificio che rimane tra la grande e piccola tuberosità. Percorre l'articolazione contornando la testa omerale nella parte superiore e terminando nella tuberosità sovraglenoidea. (21)

4.2 MUSCOLI DELLA SPALLA

4.2.1 DELTOIDE

È il più superficiale tra i muscoli della spalla; è di forma triangolare, con origine lungo il terzo laterale della clavicola, il margine laterale dell'acromion e il labbro inferiore della spina della scapola. Tutti i fasci convergono per inserirsi sulla tuberosità deltoidea dell'omero.

L'azione principale del muscolo è di abduzione l'omero (il suo contributo è maggiore singolarmente fino circa a 90°) la porzione clavicolare del muscolo contribuisce alla flessione ed intrarotazione del braccio, mentre la porzione scapolare partecipa all'estensione ed extrarotazione (1).

4.2.2 MUSCOLI PETTORALI

Il grande pettorale origina dalla metà mediale della clavicola, sulla sua superficie anteriore e dalla superficie anteriore del corpo dello sterno. Ulteriori fasci hanno origine dalle cartilagini della seconda, terza, quarta, quinta e sesta costa, oltre che dall'aponeurosi anteriore della guaina del retto dell'addome.

Le due porzioni si inseriscono con un tendine comune sulla cresta del tubercolo maggiore, lateralmente al solco bicipitale, con un'inserzione "incrociata": le fibre della porzione clavicolare si inseriscono più in basso e quelle della porzione sterno-costale più in alto.

Il grande pettorale è deputato alla flessione dell'omero con la porzione clavicolare; all'estensione dell'omero dalla posizione di massima flessione con la porzione sterno-costale; all'adduzione ed intrarotazione dell'omero con entrambe le sue porzioni (17).

Il piccolo pettorale origina con tre digitazioni tendinee dalla faccia esterna e dal margine superiore della III, IV, V costa e si inserisce sull'apice e sul margine mediale del processo coracoideo della scapola.

Con la sua azione, insieme al succlavio compattano lo sterno e portano in avanti il margine superiore della scapola. In particolare il piccolo pettorale tira in basso la coracoide, quindi deprime, ruota internamente e abduce (nella parte alta) la scapola e la fa basculare in avanti. Inoltre prendendo come punto fisso la scapola, eleva la gabbia toracica aiutando la respirazione, specie nella posizione supina a scapola fissata in elevazione. Il succlavio invece, ha una direzione quasi parallela alla clavicola, la abbassa, abbassando quindi il moncone della spalla e spinge la sua estremità mediale verso il membro sternale (è coattatore dell'articolazione sternocostoclavicolare)

4.2.3 TRAPEZIO

Il muscolo trapezio è costituito da tre parti, superiore, media ed inferiore ed ha un'ampia origine che si estende superiormente dalla protuberanza occipitale, all'apofisi spinosa di T12 inferiormente.

Da queste inserzioni procede verso il margine posteriore del terzo laterale della clavicola, il margine mediale dell'acromion e il margine superiore dell'apofisi spinosa della scapola.

Per quanto riguarda la sua azione.

- il trapezio superiore è un adduttore, elevatore ed extrarotatore della scapola
- il trapezio medio (da C7-T3 alla spina scapolare I medio) è un adduttore
- il trapezio inferiore (da T3-T12 all'acromion e alla spina) adduce e deprime la scapola

I tre fasci del trapezio assieme adducono e fissano la scapola al torace, di conseguenza una loro paralisi generale indebolisce molto l'elevazione sul piano frontale del braccio (1).

4.2.4 GRAN DENTATO

Il muscolo origina dalla faccia esterna delle prime dieci coste e si inserisce dall'angolo superiore all'angolo inferiore del margine vertebrale della scapola.

Il gran dentato, assieme ai fasci superiori del trapezio, extraruota la scapola ed eleva la glomerale quando per esempio alziamo il braccio., sia sul piano frontale (da 90° a 150°) che sul piano sagittale (da 60° a 120°). Il gran dentato poi, eleva le coste, abduce ed extraruota la scapola e la fa aderire al torace (1).

4.2.5 ROMBOIDI

Il piccolo romboide origina dall'estremità inferiore del legamento nucale e dalle apofisi spinose di C7-T1 e si inserisce sul margine mediale della scapola in prossimità della base della spina. Il grande romboide origina dalle apofisi spinose di T2-T5 e si inserisce sull'angolo inferiore della scapola.

Superiormente ed inferiormente ai romboidi ci sono, rispettivamente, l'elevatore della scapola ed il grande dorsale. La vascolarizzazione dei muscoli romboidi è garantita dall'arteria dorsale della scapola, mentre il nervo dorsale della scapola (C5) provvede all'innervazione.

Funzionalmente agiscono da retrattori ed elevatori della scapola, come le fibre intermedie del trapezio (1).

4.2.6 ELEVATORE DELLA SCAPOLA

L'elevatore della scapola origina dalle apofisi trasverse delle vertebre cervicali comprese tra C1 e C4 e si inserisce sull'angolo superiore della scapola. I muscoli che lo circondano sono, anteriormente, lo scaleno medio; posteriormente, lo splenio cervicale; lateralmente, lo sternocleidomastoideo ed il trapezio.

Agisce come elevatore dell'angolo superiore e rotatore verso l'alto della scapola, quest'ultimo insieme al dentato anteriore (1).

4.2.7 GRANDE ROTONDO

Trae origine dalla superficie dorsale della scapola in prossimità del margine ascellare dell'angolo inferiore. Durante il suo decorso subisce una torsione di 180°; pertanto, le fibre che originano più posteriormente sulla scapola si inseriscono più anteriormente sul ciglio mediale della doccia bicipitale, appena al di sotto dell'inserzione del grande dorsale. Tra i due tendini è costante il riscontro di una borsa. Anteriormente è delimitato dallo spazio ascellare; posteriormente dal tendine bicipitale e superiormente dagli spazi quadrilatero e triangolare.

La sua funzione è quella di contribuire all'intrarotazione, adduzione ed estensione del braccio. È attivo in questi movimenti solo contro resistenza. Inoltre, può ruotare la scapola verso l'alto in caso di movimenti che coinvolgono gli arti superiori (1).

5. OCCLUSIONE DENTALE

Per occlusione dentale si intende la relazione di contatto funzionale tra i denti dell'arcata superiore e quelli dell'arcata inferiore.

Di norma, in posizione di riposo i denti non sono in contatto, ma le due arcate sono separate da uno spazio libero funzionale chiamato "freeway space", che misura circa $1,5 \div 2$ millimetri. In una situazione di buon funzionamento dell'apparato stomatognatico, quando le due arcate dentarie occludono durante la deglutizione, viene ricercata la posizione più stabile possibile. Questa posizione è caratterizzata dal massimo numero di contatti fra elementi antagonisti con distribuzione uniforme dei carichi masticatori, nel rispetto delle strutture parodontali e mantenendo i muscoli masticatori in tono normale (20).

Un'occlusione ottimale è infatti associata ad un'azione armonica dei muscoli masticatori, mentre un'alterazione dell'occlusione richiede sforzi muscolari addizionali di stabilizzazione.

Un corretto piano oclusale risponde nella posizione di massima intercuspidação, cioè la posizione con il più elevato numero di contatti dentali possibili, ad alcuni parametri anatomico-funzionali:

- Il primo parametro è definito dal contatto dentale superiore con l'inferiore. Questo contatto deve avvenire in un'area precisa tra le cuspidi di stampo, mentre non deve essere presente nelle cuspidi di taglio.
- Il secondo parametro è dare l'opportunità all'arcata dentale di lavoro, che si coniuga prima di quella bilanciante, di ruotare verso il lato bilanciante e chiudere il ciclo masticatorio con le due arcate a contatto.
- I parametri del carico oclusale, ovvero i baricentri. Sono due:
 - Il primo è il carico oclusale che deve essere distribuito in equa misura tra la parte anteriore e quella posteriore. Il confine tra le due aree è tra i premolari e i molari. Devono risultare uguali con uno scarto del $\pm 10\%$.
 - Il secondo è il carico oclusale che si distribuisce tra la destra e la sinistra dell'arcata dentaria. Devono risultare uguali con uno scarto del $\pm 10\%$.
- I parametri della torsione della mandibola in occlusione. La torsione è provocata dai muscoli elevatori della mandibola e viene calcolata sommando il m. temporale con il m. massetere

controlaterale. La differenza della torsione di sinistra con quella di destra deve essere prossima allo $0 \pm 5\%$. Valori superiori indicano un aumento di stress nell'A.T.M.

- La dimensione verticale dei denti. Questo parametro è importante per definire il corretto accorciamento muscolare dei muscoli elevatori della mandibola. La dimensione verticale bassa dei denti genera un calo della contrazione dei muscoli elevatori (20).

6. LA MALOCCLUSIONE

Viene definita malocclusione l'impatto tra arcata superiore e inferiore in presenza di conflitti occlusali.

I conflitti occlusali sono l'azione generata dai punti di contatto occlusali. Questi conflitti generano l'aumento della contrazione muscolare dei muscoli elevatori della mandibola, dei muscoli del collo, fino ad arrivare alle gambe e possono provocare, nel tempo, disfunzioni a livello muscolare dell'articolazione temporo-mandibolare e altre patologie corporee (20).

Conflitti che vanno considerati:

- Conflitti di mono-dente: viene generato da un singolo dente a causa di più contatti occlusali erronei. E' un conflitto autobloccante, viene percepita una tensione forte sul dente e una durezza di contatto.
- Conflitti di emiarcata: si generano da due o più denti presenti nella stessa arcata di destra vs sinistra e/o a conflitti dei rapporti tra le due arcate dentali superiore vs inferiore.

I conflitti inter e intra-arcata possono essere causati anche da alterazioni di numero e forma degli elementi dentari, agenesie, rotazioni, dislocazioni ed inclusioni di denti.

Si manifestano con affollamenti e disallineamenti (quando manca spazio) e spaziature interdentali (nelle eccedenze di spazio).

I difetti inter-arcata si estrinsecano sui tre piani dello spazio: frontale, orizzontale e sagittale.

Per quanto riguarda il piano frontale possiamo identificare due tipi di malposizione dentale (18):

- **Morso aperto (open bite):** è presente molto spazio verticale tra i denti anteriori superiori ed inferiori

- **Morso coperto (deep bite):** quando gli incisivi superiori coprono quelli inferiori con un overbite > di 3 mm.. Gli incisivi superiori possono essere a loro volta flessi anteriormente o posteriormente.

Passando al piano orizzontale possiamo individuare:

- **Morso contratto**
- **Morso incrociato:** i denti di un lato o di entrambi combaciano in modo inverso rispetto alla norma. Il morso incrociato può essere monolaterale o bilaterale.
- **Morso inverso:** esiste uno spazio trasversale tra gli incisivi superiori ed inferiori a causa della protrusione della mandibola.

I rapporti dentali tra le arcate sul piano sagittale vengono classificati secondo le 3 classi di Angle (1899). Questa classificazione si basa sulla relazione dei primi molari e dei canini superiori rispetto agli inferiori. È una classificazione approssimativa perché si basa sul concetto che i primi molari superiori erompono sempre in una posizione costante e ciò non accade. Con l'avvento della cefalometria calcolata su lastre radiografiche latero-laterali ed altre proiezioni, i vari autori hanno definito le classi scheletriche, ovvero la posizione delle ossea dei mascellari, superiore e inferiore, rispetto a un punto di riferimento. Per esempio Stainer scelse il piano SN, tra il punto S (centro sella turcica) e N (nasion); Ricketts il piano di Francoforte (Pr Or), ecc. Ogni autore ha stabilito i valori delle **tre classi scheletriche**.

Pertanto avremo:

- **Nella prima classe scheletrica** il corretto rapporto delle basi ossee e le 3 relazioni centriche: testa “in centrica” rispetto al tratto cervicale, mandibola “in centrica” rispetto al cranio e lingua “in centrica” sul palato.
- **La seconda classe scheletrica** caratterizzata dall'iposviluppo della mandibola rispetto alla mascella, la lingua è retroposta invadendo lo spazio faringeo e il labbro inferiore posteriorizzato rispetto al superiore. A livello posturale si riscontra l'estensione dell'occipite rispetto all'atlante (iperlordosi del segmento tra occipite e atlante) e un tratto cervicale in rettilizzazione, quindi questi soggetti spostano avanti la testa e le spalle.
- **La terza classe scheletrica** presenta invece un'ipersviluppo della mandibola rispetto alla mascella e il labbro inferiore anteriorizzato rispetto a quello superiore. A livello posturale,

l'occipite risulterà in flessione rispetto all'atlante con alterazione della lordosi cervicale che tenderà alla rettilinizzazione o ad invertirsi (23).

6.1 SINTOMATOLOGIA

I sintomi che caratterizzano la sintomatologia algica disfunzionale dell'apparato stomatognatico sono molteplici (18), essi sono:

- Dolori al volto in zona pre auricolare (A.T.M.), zigomatica, temporale e mandibolare. Il dolore può sorgere al risveglio, per masticazione o durante la giornata, essere continuo o a fasi alternate a benessere.
- Eemicranie
- Cefalee occipitali
- Cervicalgie: Il paziente presenta la nuca rigida e il muscolo trapezio è costantemente, in alcuni tratti, rigido e indolenzito.
- Possibili scapolalgie, alle braccia, dorsalgie, algie alle gambe e ai piedi.

7. OCCLUSIONE E FORZA MUSCOLARE

BITE

Il bite o placca di svincolo è un dispositivo mobile costituito da uno spessore, interposto tra le due arcate, allo scopo di modificarne relazioni spaziali e funzionalità (25).

Lo scopo del bite è ristabilire la corretta posizione oclusale, in modo da riequilibrare i muscoli masticatori e di conseguenza tutta la catena muscolare attorno alla colonna vertebrale e oltre. Esso può essere composto sia da materiale plastico che da resina o metallo, la cosa fondamentale per ottenere la permanenza del sistema in relazione centrica è che lo strumento sia personalizzato per ogni soggetto. La superficie del bite è dotata di contatti simultanei e stabilizzati. Inoltre la posizione deve garantire il minor deficit possibile allo spazio funzionale libero e la protezione del sistema nei movimenti dinamici patologici quali serramento dentale e bruxismo.

La relazione che intercorre tra occlusione, muscoli masticatori e gli altri muscoli scheletrici è molto importante per spiegare come uno squilibrio nell'articolazione mandibolare possa causare peggioramenti della performance atletica e perdita di forza; ed è ancora più importante, di conseguenza, capire come ritrovare una condizione ottimale.

Diverse ricerche hanno già cercato di trovare dei collegamenti tra questi elementi, evidenziando l'esistenza di un forte legame tra i muscoli masticatori, l'articolazione temporo-mandibolare ed anche muscoli di altri distretti muscolari lontani dalla cavità orale.

I primi studi risalgono al 1970 con Linderholm et al. (4) dove venne indagato il rapporto tra la massima forza di serramento e la forza prodotta da altri gruppi di muscoli scheletrici.

Si cominciarono a studiare inizialmente atleti praticanti sport di contatto, analizzando come e se la loro prestazione atletica potesse essere influenzata dall'utilizzo del paradenti. Stenger (5), dentista di una squadra di football americana, alla fine degli anni '70, analizzò attraverso la sua ricerca come la malocclusione fosse un fattore limitante per la performance atletica in quanto la posizione della mandibola interviene modificando la posizione della testa, la quale, a sua volta, influisce sui muscoli di altre parti del corpo. Il paradenti ha come funzione primaria la protezione dei denti e della mandibola dai traumi, ma i suoi studi evidenziarono come l'utilizzo del paradenti andasse ad attenuare lo stress cervicale e influisse sulla postura, migliorando la forza nel gesto atletico.

L'idea che un paradenti potesse anche incrementare la forza e/o la coordinazione muscolare sembrò essere un'idea degna di ulteriori ricerche: Smith (6), sempre nello stesso periodo, programmò uno

studio per esaminare le variazioni della forza isometrica del deltoide in 25 atleti di una squadra professionista di football con varie disfunzioni a livello di apparato stomatognatico e ATM. La forza veniva testata in tre diverse variabili occlusali: occlusione centrata acquisita, con un bite di cera e con un paradenti non calibrato. Questo studio però non includeva un'analisi statistica dei dati, che venne svolta successivamente da Forgione et al (7), e dai cui emersero differenze di forza significative tra le tre prove: la forza maggiore veniva espressa serrando i denti sul bite di cera; allo stesso modo anche la prova con il paradenti non calibrato presentava valori di forza maggiori rispetto alla prova in occlusione normale.

Nel 2004, Abdallah et al. (8) condussero uno studio sugli effetti della dimensione verticale in soggetti con morso profondo sulla forza massima isometrica del deltoide in quattro condizioni occlusali: occlusione abituale, in condizione inoclusale, con dispositivo intraorale rialzato e con dispositivo placebo. Dai risultati è emerso come l'aumento della dimensione verticale aumentasse anche la resistenza isometrica del deltoide e come i risultati delle prove svolte con il dispositivo intraorale rialzato fossero significativamente maggiori rispetto a quelle svolte in normale occlusione e con il dispositivo placebo.

Anche Chafka. et al. (9) studiarono come bite di diverse altezze potessero influire sulla forza del deltoide; i risultati evidenziarono come, all'aumentare dell'altezza del bite, la forza isometrica aumentasse fino ad un valore massimo e poi iniziasse a decrescere.

Nel 2012 Truong Quang Dang et al. (10) condussero uno studio per analizzare come creare uno squilibrio mandibolare monolaterale per mezzo di un distanziatore comportasse una perdita di forza nell'arto controlaterale, testata attraverso la capacità del braccio di resistere ad una forza applicata verso il basso.

Durante questo studio venne utilizzato anche un EMG con gli elettrodi posizionati sui masseteri, deltoidei, trapezi e bicipiti; i grafici evidenziarono un calo dell'attività dei muscoli direttamente proporzionale all'aumento del disequilibrio della mandibola.

Sempre nel 2012 D'Erme (11) valutò l'influenza di un dispositivo orale avente lo scopo di bilanciare l'occlusione dentale sulla performance di sette atleti professionisti di diversi sport: i risultati hanno evidenziato come la presenza del dispositivo orale portasse ad un maggior controllo neuromuscolare evidenziato da un miglioramento dell'efficacia e dell'efficienza della performance sportiva. Di conseguenza si evince che ristabilire un bilanciamento nei recettori occlusali permette un miglioramento nella dinamica neuromuscolare e di imparare schemi motori più efficaci.

Uno studio eseguito presso l'Università degli studi di Ferrara ha svolto alcuni test su un gruppo di ciclisti amatori ben allenati (12), ai quali venne chiesto di svolgere un test da sforzo incrementale con e senza Parabite Malpezzi (equalizzatore dell'occlusione dentale calcolato su dati gnatologici, antropometrici e neuromuscolari) allo scopo di valutare se e quali parametri della prestazione atletica potessero migliorare andando a riequilibrare l'assetto oclusale. In questo caso i parametri valutati sono stati il consumo di ossigeno massimo (V02max), produzione di CO2, la ventilazione polmonare, la soglia ventilatoria (ventilatory treshold, VT), il punto di compenso respiratorio (respiratory compensation point, RCP), la frequenza cardiaca, soglia aerobica e soglia anaerobica. Dall'elaborazione statistica dei dati sono risultati una miglior espressione di forza massima, potenza ed economia del gesto con Parabite Malpezzi, spostando nel tempo la forza anaerobica muscolare ed il picco di fine test da sforzo.

Il filo conduttore di tutti questi studi è la necessità dell'essere umano di stabilizzare la testa, il cui peso è di circa 5 kg. In particolare l'essere umano necessita di stabilizzare l'articolazione tra la prima e la seconda vertebra cervicale, dal momento che la sua lussazione può causare la morte. Il cervello cerca di prevenire queste situazioni di pericolo mettendo in atto diverse strategie difensive, tra cui l'attivazione di alcune catene muscolari: gli assi posteriori e laterali e l'asse anteriore.

Gli assi muscolari cervicali posteriori (Dx e Sx) e laterali (Dx e Sx) sono ben rappresentati ed ancorati alla porzione media e posteriore della teca cranica e si sviluppano lungo la colonna e la gabbia toracica.

L'asse anteriore funzionalmente doppio (uno Dx e uno Sx) ha la stessa valenza di ancoraggio degli altri ma nel suo sviluppo plurimuscolare si interrompe (per ampia parte) sulla mandibola; esso è formato dai mm. sotto-ioidei, sopraioidei e dai muscoli elevatori della mandibola (masseteri, temporali, pterigoidei interni) e da due muscoli che stabilizzano la mandibola (stiloioideo e pterigoideo esterno).

Il punto debole dell'asse anteriore è l'interruzione sulla mandibola. L'occlusione determina un ruolo importante: la buona occlusione permette il massimo serramento dei muscoli elevatori della mandibola mentre la malocclusione impedisce la possibilità di attivare con tutta la forza i muscoli elevatori (l'impedimento può superare il 50 ÷ 60 % e più della forza massima). Il cervello deve quindi utilizzare altre strategie di stabilizzazione del capo, le quali possono essere: l'utilizzo di catene muscolari diverse, di compensi posturali o la diminuzione della prestazione muscolare corporea (20).

8. SCOPO DELLA TESI

Partendo dalle considerazioni e dalle premesse emerse dalle diverse ricerche prima descritte, gli obiettivi di questo progetto di tesi sono:

- indagare la possibile influenza della variabile occlusale nello sviluppo della forza esplosiva in extrarotazione dell'arto superiore
- svolgere un'analisi quantitativa e qualitativa della variazione della forza esplosiva nel movimento di extrarotazione dell'arto superiore
- analizzare le implicazioni nell'attività motoria per il miglioramento della forza in base all'occlusione

9. MATERIALI E METODI

Criteri di Inclusione:

- soggetti maggiorenni di età compresa tra i 18 e i 45 anni;
- soggetti di entrambi i sessi;
- soggetti che abbiano firmato il consenso informato ed accettato il protocollo

Criteri di Esclusione:

- soggetti minorenni;
- soggetti in terapia per patologie croniche quali: diabete, ipertensione, ipercolesterolemia, patologie tiroidee e/o altre patologie metaboliche;
- portatori di apparecchi ortodontici in uso, Bite;
- soggetti con patologia acuta in atto tipo: ascessi e dolori acuti di natura muscolare e non muscolare;
- soggetti in terapia o trattamenti odontoiatrici in corso;
- soggetti con problematiche di spalla recenti (< 1 anno)

9.1 MATERIALE

Per la valutazione della forza abbiamo utilizzato un dinamometro digitale PCE 500 (PCE Instruments) e un software fornito dalla casa della PCE, collegato tramite una porta USB a un computer portatile.

<i>Precisione</i>	±0,1 % del range di misura
<i>Zona gravitazionale</i>	regolata manualmente
<i>Unità di misura</i>	N, g, lb, oz, kg, kgf, lbf, ozf
<i>Calibrazione</i>	possibile con peso esterno F2
<i>Sovraccarica max.</i>	+/- 20% oltre il range di misura
<i>F r e q u e n z a campionamento</i>	<i>d i</i> 10 valori / sec. o 40 valori / sec.
<i>Funzioni di misura</i>	misura di trazione e compressione / funzione PEAK (MIN - MAX Hold) / misura con valori limite / misura in tempo reale con software
<i>Display</i>	display grafico 61 x 34 mm / orientamento automatico del display / retroilluminazione
<i>Menù</i>	multilingue: inglese / tedesco / spagnolo
<i>Memoria</i>	memoria interna e memory card mini-SD. (la memoria interna è limitata per 6.400 misure archiviate)
<i>Archiviazione</i>	manuale - premendo un pulsante automatica - 0,025 s - 99,9 s (regolabile)
<i>Interfaccia</i>	RS-232 a 9-poli e USB Opzionale: uscita contatto MIN / MAX / OK (vedere sotto) + 1 ingresso
<i>Software</i>	software per valutazione e controllo incluso
<i>Condizioni ambientali</i>	- 10 °C...40 °C
<i>Alimentazione</i>	4x batterie Ni-MH 2700 mAh AA (sostituibili) o con alimentatore ~230 V/12 V; 1,2 A incluso. funzione di auto spegnimento regolabile
<i>Durata batterie</i>	ca. 20 ore (senza retroilluminazione ca. 45 ore)

<i>Dimensioni strumento</i>	210 x 110 x 40 mm
<i>Dimensioni cella di carico interna</i>	11 mm lunghezza, M6 x 9 mm
<i>Lunghezza cavo della cella di carico esterna</i>	ca. 3 m
<i>Peso senza cella di carico</i>	ca. 400 g (senza batterie)
<i>Precisione</i>	±0,1 % del range di misura
<i>Zona gravitazionale</i>	regolata manualmente
<i>Unità di misura</i>	N, g, lb, oz, kg, kgf, lbf, ozf
<i>Calibrazione</i>	possibile con peso esterno F2
<i>Sovraccarica max.</i>	+/- 20% oltre il range di misura
<i>F r e q u e n z a campionamento</i>	<i>d i</i> 10 valori / sec. o 40 valori / sec.
<i>Funzioni di misura</i>	misura di trazione e compressione / funzione PEAK (MIN - MAX Hold) / misura con valori limite / misura in tempo reale con software
<i>Display</i>	display grafico 61 x 34 mm / orientamento automatico del display / retroilluminazione
<i>Menù</i>	multilingue: inglese / tedesco / spagnolo
<i>Memoria</i>	memoria interna e memory card mini-SD. (la memoria interna è limitata per 6.400 misure archiviate)
<i>Archiviazione</i>	manuale - premendo un pulsante automatica - 0,025 s - 99,9 s (regolabile)
<i>Interfaccia</i>	RS-232 a 9-poli e USB Opzionale: uscita contatto MIN / MAX / OK (vedere sotto) + 1 ingresso
<i>Software</i>	software per valutazione e controllo incluso
<i>Condizioni ambientali</i>	- 10 °C...40 °C
<i>Alimentazione</i>	4x batterie Ni-MH 2700 mAh AA (sostituibili) o con alimentatore ~230 V/12 V; 1,2 A incluso. funzione di auto spegnimento regolabile

<i>Durata batterie</i>	ca. 20 ore (senza retroilluminazione ca. 45 ore)
<i>Dimensioni strumento</i>	210 x 110 x 40 mm
<i>Dimensioni cella di carico interna</i>	11 mm lunghezza, M6 x 9 mm
<i>Lunghezza cavo della cella di carico esterna</i>	ca. 3 m
<i>Peso senza cella di carico</i>	ca. 400 g (senza batterie)

Ciascun soggetto è stato sottoposto ad una visita ortodontica.

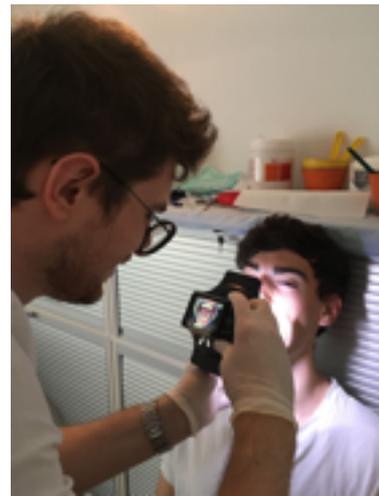
Questionario gnatologico - sportivo (in allegato).

Sono stati inoltre utilizzati per lo svolgimento dei test delle bande elastiche per il riscaldamento, uno sgabello alto senza appoggio lombare e plantare, due asciugamani di cortesia arrotolati.

Inoltre è stato utilizzato l'elettromiografo Easymyo TFR tecnologia Italia

Rulli salivari di cotone e garze di cotone per l'esame elettromiografico.

Per l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati due programmi di elaborazione statistica: Excel 2013 e Past 3.2



9.2 CAMPIONE

Il test è stato effettuato su un campione totale di 23 persone, di cui 11 femmine e 12 maschi, selezionato in maniera casuale, che rispettino i criteri di inclusione ed esclusione.

Attraverso una scheda anagrafica iniziale sono stati rilevati cognome, nome, età, altezza, peso, BMI del soggetto ed eventuali note.

Sono stati poi rilevati il tipo di attività sportiva svolta, il numero di anni di attività, il numero di allenamenti e di ore di allenamento settimanali attraverso un questionario comprendente domande sia relative all'ambito gnatologico che sportivo.

E' stato inoltre richiesto di segnalare i traumi sportivi subiti ed eventuali recidive dello stesso.

Tabella 1 - Dati selezionati questionario campione maschile

MASCHI	ETA' (ANNI)	PESO - ALTEZZA	BMI (kg/m ²)	ORE DI ALLENAMENTO SETTIMANALI	INFORTUNI SUBITI	RECIDIVE
1	23	72 kg - 174 cm	23,7	8	SI	NO
2	22	64 kg - 174 cm	21,1	9	NO	NO
3	21	80 kg - 182 cm	24,2	9	SI	NO
4	37	92 kg - 181 cm	28	9	SI	NO
5	24	79 kg - 175 cm	25,8	11	SI	SI
6	27	67 kg - 172 cm	22,7	2	SI	SI
7	25	81 kg - 179 cm	25,3	12	SI	SI
8	25	80 kg - 183 cm	23,9	6	NO	NO
9	24	78 kg - 169 cm	27,3	4	SI	NO
10	24	87 kg - 190 cm	24	2	SI	NO
11	45	97 kg - 182 cm	29,3	3	NO	NO
12	22	85 kg - 189 cm	23,8	4	SI	NO
MEDIA	26,58	80,16 kg - 179,16 cm	24,9	6,58		

Tabella 2 - Dati selezionati questionario campione femminile

FEMM.	ETA' (ANNI)	PESO - ALTEZZA	BMI (kg/m ²)	ORE DI ALLENAMENTO SETTIMANALI	INFORTUNI SUBITI	RECIDIVE
1	21	55 kg - 165 cm	20,2	9	SI	NO
2	25	53 kg - 168 cm	18,8	9	NO	NO
3	23	52 kg - 164 cm	19,3	4	NO	NO
4	22	57 kg - 160 cm	22,2	3	SI	NO
5	22	59 kg - 163 cm	22,2	6	NO	NO
6	21	75 kg - 171 cm	25,6	4	NO	NO
7	22	50 kg - 157 cm	20,3	7	SI	SI
8	21	70 kg - 180 cm	21,6	3	SI	SI
9	27	50 kg - 150 cm	22,2	0	NO	NO
10	22	52 kg - 158 cm	20,8	6	SI	NO
11	31	69 kg - 174 cm	22,8	10	SI	SI
MEDIA	23,36	58,36 kg - 164, 54 cm	21,5	5,54		

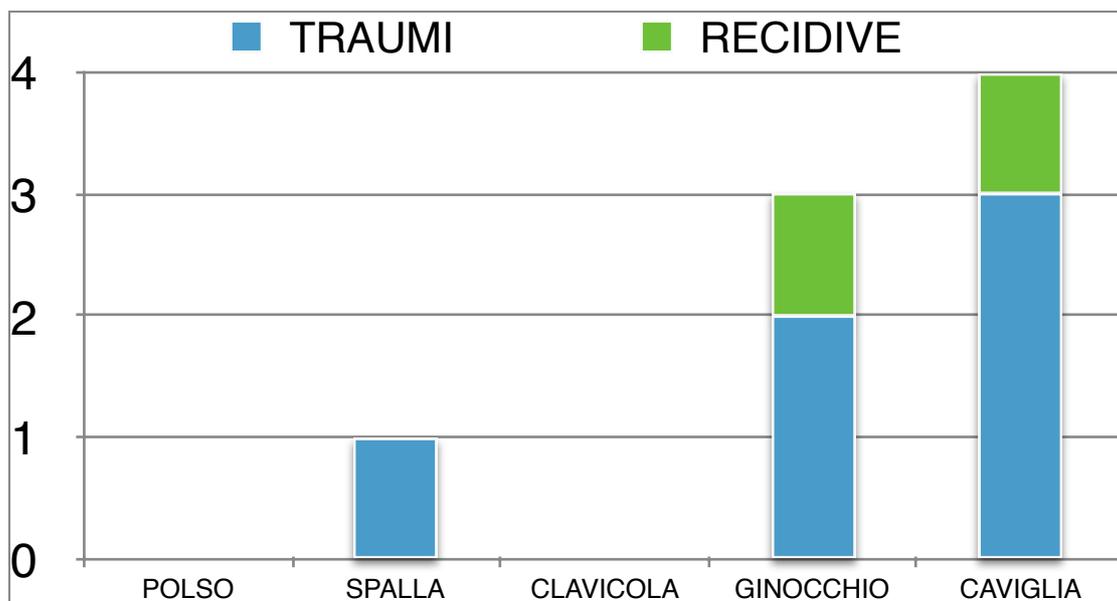


Fig. 5 - Istogramma dati questionario relativi traumi e recidive campione femminile

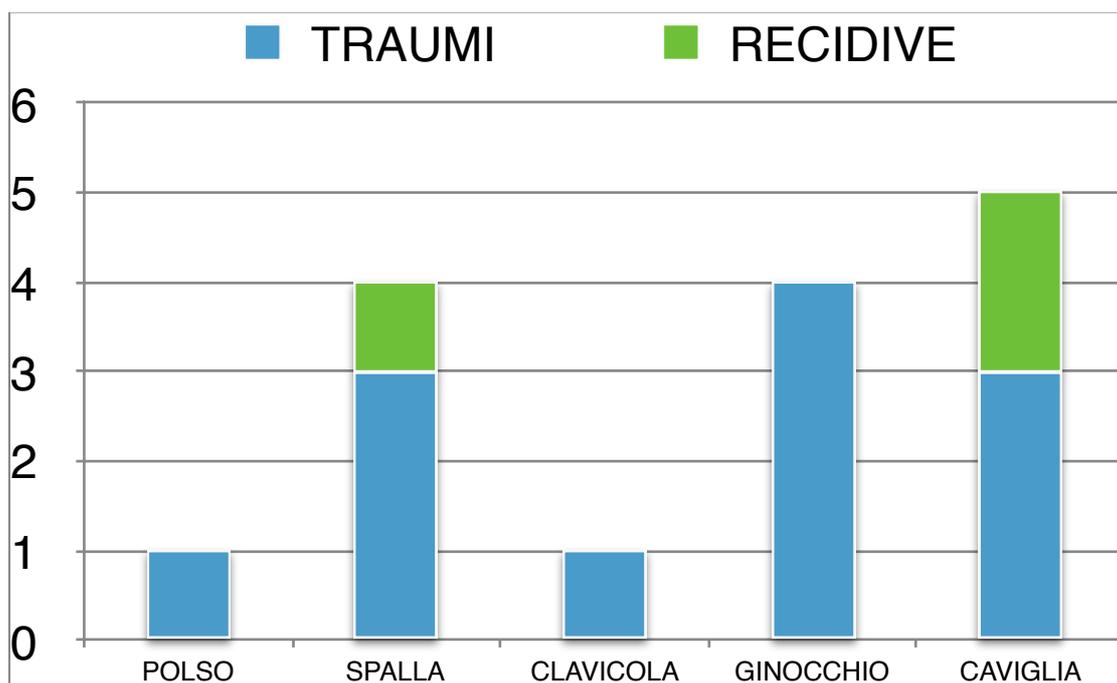


Fig. 4 - Istogramma dati questionario relativi traumi e recidive campione maschile

9.3 PROTOCOLLO TEST

Prima dello svolgimento del test, ciascun soggetto ha effettuato un riscaldamento di 10 ripetizioni x 3 serie di extra-rotazioni con braccio adeso al tronco con gomito flesso a 90° utilizzando bande elastiche legate ad un punto fisso.

E' stato scelto di misurare la forza dei muscoli extrarotatori di spalla destra e sinistra attraverso una contrazione isometrica volontaria massimale in extrarotazione di minimo 4 secondi, massimo 5 secondi. E' stato stabilito che la posizione di partenza fosse con gomito flesso a 90°, adeso al corpo con l'aiuto di un piccolo cuscinetto tra braccio e torace per escludere il più possibile l'abduzione del braccio. L'esecuzione veniva considerata valida solo senza caduta del cuscinetto.

In contemporanea all'extrarotazione rilevata dal dinamometro è stata eseguita anche la contrazione isometrica in extrarotazione del braccio controlaterale contro una superficie inamovibile, per evitare la rotazione del tronco.

Durante l'esecuzione della prova il soggetto si trovava in posizione seduta, sopra uno sgabello di altezza 80 cm senza appoggio dorso-lombare.

Inoltre, l'altezza dello sgabello è stata studiata affinché tutti i soggetti non potessero appoggiare i piedi a terra, con lo scopo di evitare il più possibile eventuali compensi.

Il dinamometro è stato fissato ad un apposito tripede, regolabile in altezza in funzione del soggetto da analizzare. Il sensore del dinamometro è stato appoggiato al dorso del polso.

Il soggetto veniva posizionato sullo sgabello in modo tale da avere la stessa distanza degli arti superiori tra il dinamometro e la superficie inamovibile.

Il soggetto veniva invitato ad esprimere una forza esplosiva immediata con entrambi gli arti al via dell'operatore.

Ogni soggetto ha effettuato 9 prove per ciascun braccio, per un totale di 18 prove per soggetto:

- a) Tre a denti serrati
- b) Tre con un'apertura della bocca senza contatti occlusali
- c) Tre con serramento dentale di due garze di cotone di circa 3-4 mm di spessore, posizionate tra le arcate dentarie, uno a destra e uno a sinistra, sui molari e i premolari.

Inoltre, durante ogni prova, è stata rilevata in contemporanea l'attività dei muscoli masticatori attraverso esame elettromiografico.

Per l'elettromiografia sono stati posizionati 5 elettrodi, uno al centro della fronte (per fissare lo zero elettronico), due per i muscoli temporali (uno a dx e uno a sx) e due per i muscoli masseteri (uno a dx e uno a sx).

Prima di iniziare i test è stata eseguita una registrazione preliminare con l'elettromiografo costituita da:

- Serramento dentale con rulli salivari bagnati in posizione tra premolari e molari
- Serramento dentale con garze di cotone
- 3 serramenti occlusali (clench)

Durante ogni prova, erano coinvolti due operatori: uno dedicato alla registrazione elettromiografica e uno dedicato a quella dinamometrica.

Ad ogni volontario è stata spiegata la procedura prima dell'inizio del test; per quanto riguarda le prove effettuate in clench (CLE) e quelle effettuate con cotone (COT), veniva prima richiesto di stringere i denti (comando "stringi") e dopo circa 1 secondo veniva dato il comando di eseguire l'extrarotazione contemporanea dei due arti superiori, della durata di 5 secondi (comando "vai").

Prima del test è stato sempre sottolineato dagli operatori che la contrazione dovesse essere subito esplosiva massimale.

Per le prove effettuate con la variabile inoclusale (INO), dal momento che il contatto tra i denti non era presente non è stato necessario misurare l'attività dei muscoli masseteri e temporali; il comando veniva dato in questo caso dall'operatore che gestiva il computer collegato al dinamometro utilizzando il comando "vai". È importante sottolineare che anche durante queste prove l'elettromiografo era comunque collegato al soggetto, in modo tale da non influenzarlo. Le prove sono state svolte seguendo un ordine random prestabilito attraverso la creazione di un apposito

TEST IN SUCCESSIONE RANDOM	
Legenda: 1-3 COT	4-6 CLE
TEST Braccio Sx Extrarotazione	Braccio Dx Extrarotazione
7	3
2	6
5	7
9	1
6	2
8	8
4	4
3	9
1	5

Fig. 6 - esempio di scheda di ordine random

software atto ad evitare errori di metodica dovuti all'apprendimento dell'esercizio o all'insorgenza della stanchezza muscolare.

I volontari hanno svolto le prove alternandosi tra loro secondo gruppi di 3 - 4 persone, in modo che il recupero muscolare di ciascun soggetto tra un esercizio e l'altro fosse di circa 2 minuti (tempo sufficiente a garantire un recupero muscolare totale).

10. ANALISI DEI DATI

La prima fase è stata l'analisi dei dati elettromiografici allo scopo di ricavare un quadro complessivo generale (si rimanda alla parte introduttiva alle pag. 14-15).

I parametri elettromiografici studiati sono stati il torque, l'asimmetria, l'attivazione, l'impatto, il POC temporale ed il POC del massetere.

E' stato trovato all'interno del campione un solo soggetto maschile nei parametri della normalità.

Nello specifico, del campione maschile è possibile evidenziare:

- **Torque** : 3 soggetti mostrano più di un valore medio superiore alla soglia patologica
- **Asimmetria**: 6 soggetti presentano più di un valore medio di asimmetria maggiore o minore della soglia non patologica ($\pm 7\%$) nelle 18 prove random, dei quali 3 soggetti con valori minori al 7 % e 3 soggetti con valori maggiori.
- **Attivazione**: 8 soggetti presentano più di un valore medio di attivazione maggiore o minore della soglia non patologica ($\pm 7\%$) nelle 18 prove random, dei quali 6 con valori minori e 2 con valori maggiori.
- **Impact**: 8 soggetti presentano valori minori a 90 e solo un soggetto presenta valori maggiori a 120
- **POCT** : 5 soggetti mostrano un POCT < 80%
- **POCM**: 9 soggetti mostrano un POCM < 80%

Allo stesso modo, **nel campione femminile**:

- **Torque**: 3 soggetti mostrano più di un valore medio superiore alla soglia patologica

- **Asimmetria:** 7 soggetti presentano più di un valore di asimmetria maggiore o minore della soglia non patologica ($\pm 7\%$) nelle 18 prove random, dei quali 3 soggetti con valori minori al 7 % e 4 con valori maggiori
- **Attivazione:** 9 soggetti presentano un valore di attivazione maggiore o minore della soglia non patologica ($\pm 7\%$) nelle 18 prove random, dei quali 6 con valori negativi e 3 con valori positivi
- **Impact:** tutti i soggetti presentano valori patologici, dei quali 5 soggetti presentano valori >120 e le restanti valori <80
- **POCT:** 5 soggetti mostrano un POCT $<80\%$
- **POCM:** 8 soggetti presentano un POCM $< 80\%$

Si tratta evidentemente di un campione con problemi occlusali di natura diversa, dove si evidenziano dei baricentri occlusali spostati sia in senso antero-posteriore che latero-laterale. Per quanto riguarda l'asimmetria di funzionamento muscolare (POC) è ugualmente presente. È stata posta poi l'attenzione sull'analisi statistica dei dati relativi alla forza in extrarotazione raccolti attraverso il dinamometro.

Il primo test ad essere utilizzato è stato il test di normalità di Shapiro-Wilk, considerato in letteratura uno dei test più affidabili per la verifica dell'ipotesi di normalità nei piccoli campioni (28).

La distribuzione normale ha come caratteristiche una forma a campana simmetrica rispetto al valore medio (μ), il quale coincide anche con la moda e la mediana. L'area sotto la curva è = 1 (essendo 1 la probabilità del verificarsi di un valore di x compreso tra $-\infty$ e $+\infty$).

Nel caso in cui i campioni non seguissero una distribuzione normale, i test parametrici quali il test di Student, risulterebbero poco attendibili in quanto basati sulla stima dei due parametri della popolazione, media e varianza, che definiscono completamente una popolazione normale ma che non sono sufficienti ad una completa descrizione di una popolazione non normale .

Il test di Student può quindi essere utilizzato quando (27):

1. Si tratta di variabili continue
2. Media e varianza sono indipendenti
3. Le variabili sono distribuite in modo normale
4. E' presente un'omogeneità delle varianze

5. I risultati ottenuti con l'analisi di campioni si applicano alle popolazioni

6. Dimensione campione > 10 (meglio se ≥ 30)

Nel caso in cui i campioni non seguano una distribuzione normale, sarà necessario utilizzare dei test non parametrici, quali il test di Kruskal-Wallis ed il test di Mann-Whitney (o Wilcoxon).

Il primo test è il corrispondente non parametrico dell'analisi di varianza e permette di verificare l'uguaglianza delle mediane di diversi gruppi, ovvero di verificare se i gruppi provengano o meno dalla stessa popolazione.

Anche il test di Mann-Whitney permette di verificare se diversi campioni appartengano alla stessa popolazione ed in aggiunta permette di identificare se tra i campioni ci sono differenze significative.

Il test di Shapiro – Wilk è stato calcolato utilizzando i valori medi di forza di ogni soggetto per ogni variabile (inocclusale INO, clenched CLE, con cotone COT) del braccio destro e ciascuna media per il braccio sinistro. I campioni sono sempre stati suddivisi tra campione maschile e femminile. Come si evidenzia dalle tabelle 3,5,7 e 9, nessuno dei campioni segue una distribuzione normale, in quanto risulta $p < 0,05$.

Tabella 3

TEST NORMALITA' UOMINI DX			
	INO	CLE	COT
Shapiro-Wilk W	0,7171	0,6829	0,6391
p(normal)	1,36E-08	3,25E-09	6,05E-10

Tabella 4 - Uomini braccio dx

MANN-WHITNEY PAIRWISE			
	INO	CLE	COT
INO		0,4161	0,01174
CLE	0,4161		0,009319
COT	0,01174	0,009319	

Si procede quindi con il test di Mann-Whitney per identificare i campioni appartenenti a popolazioni diverse. Dalla tabella 4 si evidenziano p significative per il braccio destro tra INO e

COT e tra CLE e COT; dalla tabella 6 vengono evidenziate delle differenze tra i valori della forza del braccio sinistro tra CLE e COT.

Tabella 5

TEST NORMALITA' UOMINI SX			
	INO	CLE	COT
Shapiro-Wilk W	0,7058	0,6775	0,6472
p(normal)	8,36E-09	2,63E-09	8,18E-10

Tabella 6 - Uomini braccio sx

MANN-WHITNEY PAIRWISE			
	INO	CLE	COT
INO		0,2594	0,6323
CLE	0,2594		0,005422
COT	0,6323	0,005422	

Tabella 7

TEST NORMALITA' DONNE DX	INO	CLE	COT
Shapiro-Wilk W	0,5993	0,6057	0,5902
p(normal)	1,46E-10	1,83E-10	1,07E-10

Tabella 8 - Donne braccio dx

MANN-WHITNEY PAIRWISE			
	INO	CLE	COT
INO		0,0009123	0,0004419
CLE	0,0009123		0,0692
COT	0,0004419	0,0692	

Tabella 9

TEST NORMALITA' DONNE SX	INO	CLE	COT
Shapiro-Wilk W	0,6021	0,5765	0,5473
p(normal)	1,61E-10	6,78E-11	2,64E-11

Tabella 10 - Donne braccio sx

MANN-WHITNEY PAIRWISE			
	INO	CLE	COT
INO		0,002995	0,05646
CLE	0,002995		0,004356
COT	0,05646	0,004356	

Il test di Mann-Whitney Pairwise mostra delle differenze significative tra i valori della variabile INO e CLE e tra quelli della variabile INO e COT nel braccio destro del campione femminile, e tra INO e CLE, tra INO e COT tra CLE e COT nel braccio sinistro.

Riassumendo, possiamo affermare che in tutti i campioni presi in esame si evidenziano differenze di forza significative tra le tre variabili occlusali.

Procedendo con l'analisi, sono stati esaminati i grafici relativi alla forza esplosiva del campione maschile (braccio destro e braccio sinistro) e del campione femminile (braccio destro e braccio sinistro), al fine di individuare il punto comune di ipotetico esaurimento della suddetta forza.

La forza è stata considerata esaurita empiricamente a 0,5 N (corrispondenti a circa 50g p).

Dall'analisi dei grafici (fig. 4; fig. 5; fig. 6; fig. 7) il tempo corrispondente e comune a tutti e quattro i campioni risulta essere pari a 0,5 s.

Inoltre, tutti i grafici, ad eccezione del braccio sinistro del campione maschile evidenziano a 0,05 secondi il picco della forza esplosiva; definita come la capacità del sistema neuromuscolare di esprimere elevati gradienti di forza nel minor tempo possibile (22). Il valore in Newton della forza in quell'istante è stato preso come valore di riferimento per le successive analisi.

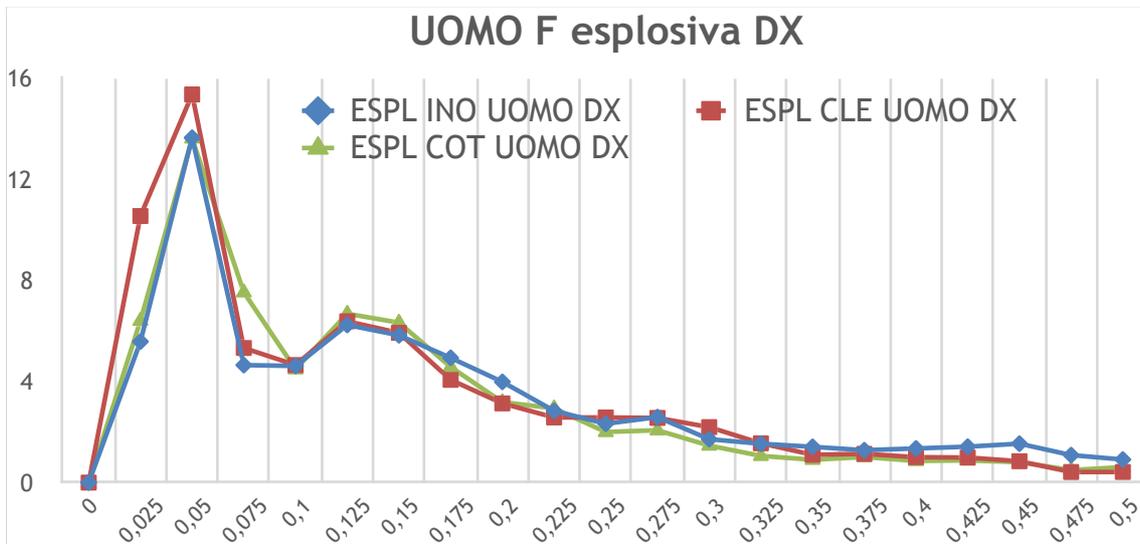


Fig. 4 - andamento forza esplosiva campione maschile, braccio dx

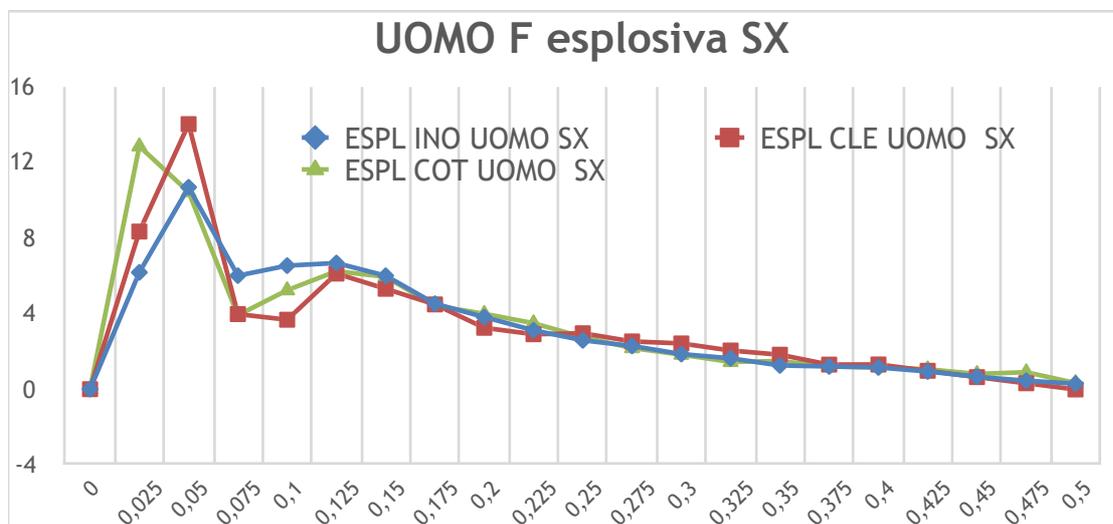


Fig. 5 - andamento forza esplosiva campione maschile, braccio sx

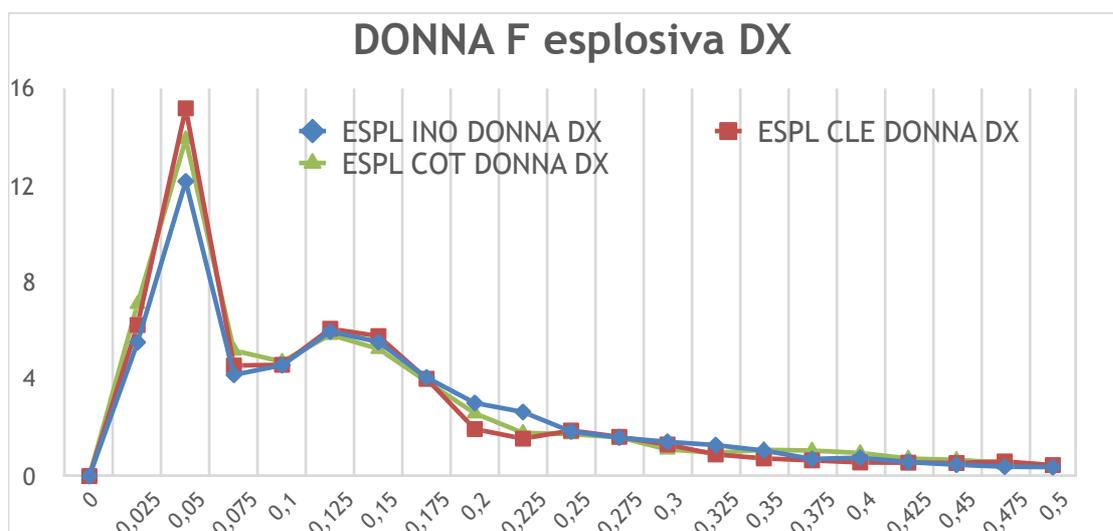


Fig. 6 - andamento forza esplosiva campione femminile, braccio dx

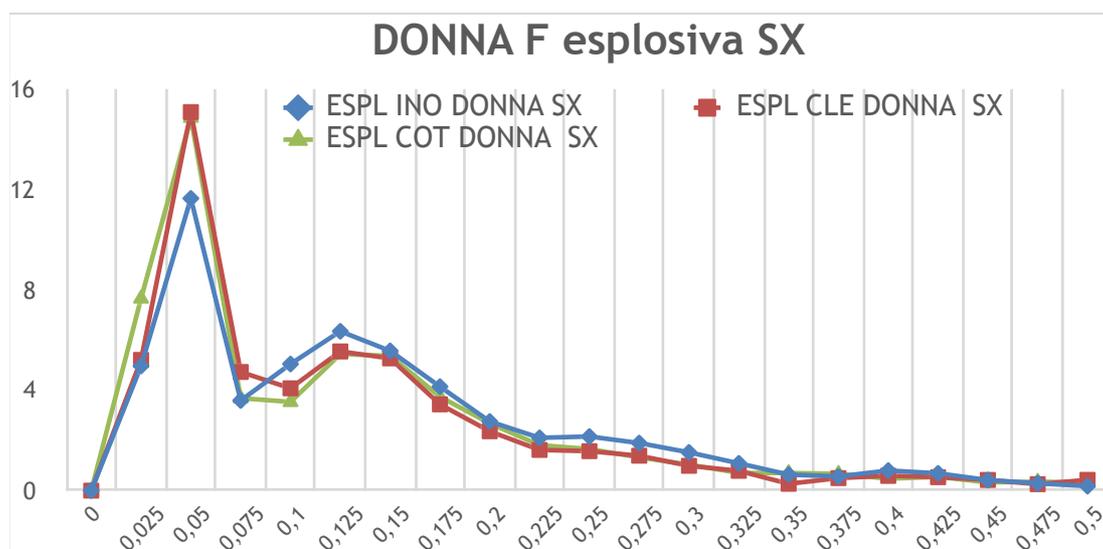


Fig. 7 - andamento forza esplosiva campione femminile, braccio sx

I più alti valori medi di forza esplosiva del campione maschile sono stati riscontrati nella condizione occlusale di CLE: 15,37 N a destra e 14,05 N a sinistra.

Analogamente nel campione femminile il picco si presenta nella condizione di CLE con i seguenti valori: 15,22 N a destra e 15,11 N a sinistra.

Sia il campione maschile che femminile hanno espresso nella condizione occlusale con cotone (COT) valori di forza esplosiva minori rispetto al CLE ma maggiori rispetto alla condizione INO.

Per il campione maschile i valori per la variabile COT sono di 13,63 N a destra e 12,87 N a sinistra.

Quelli del campione femminile sono di 13,94 N a destra e 14,88 N a sinistra.

Tabella 11 - Confronto percentuale medie della forza tra le variabili occlusali

		Media DX	Media SX
INO=100%	%CLE- INO Uomo	112,6%	131,3%
INO=100%	%COT - INO Uomo	111,8%	120,3%
CLE=100%	%COT - CLE Uomo	88,7%	91,6%
INO=100%	% CLE - INO Donna	124,8%	129,5%
INO=100%	% COT-INO Donna	114,3%	127,6%
CLE=100%	% COT-CLE Donna	91,6%	98,5%

In valori percentuali, mettendo a confronto nell'uomo la variabile CLE e la INO, risulta un +12,6% di forza a destra e un +31,3% di forza a sinistra; anche tra COT e INO viene riscontrato un aumento positivo della forza esplosiva, in particolare + 11,8% a destra e + 20,3 % a sinistra. Il COT confrontato con il CLE evidenzia invece una riduzione della forza in questa variabile, -11,3% a destra e - 8,4% a sinistra.

Nel campione femminile si nota lo stesso andamento: la variabile CLE presenta un aumento della forza esplosiva rispetto alla variabile INO pari a +24,8% a destra e + 29,5 % a sinistra. Un incremento risulta evidente anche dal confronto tra la variabile INO e COT, dove il cotone ha permesso un aumento del + 14,3% a destra e +27,6 % a sinistra.

Il CLE rispetto al cotone presenta una diminuzione dell'8,4% a destra e del 1,5% a sinistra.

Per completezza i confronti sono stati ripetuti prendendo come riferimento la distinzione tra arto dominante e non dominante. All'interno del campione erano presenti solo due soggetti mancini, un maschio ed una femmina.

Sono stati evidenziati i seguenti risultati:

Tabella 12 - Confronto percentuale medie della forza tra le variabili occlusali

			Media arto dominante	Media arto non dominante
INO=100%	%CLE- INO Uomo		112,9%	134,0%
INO=100%	%COT - INO Uomo		112,6%	118,9%
CLE=100%	%COT - CLE Uomo		99,7%	88,7%
INO=100%	% CLE - INO Donna		120,5%	125,6%
INO=100%	% COT-INO Donna		117,1%	126,1%
CLE=100%	% COT-CLE Donna		93,1%	100,3%

Dal momento che i soggetti con arto dominante sinistro erano in numero ridotto non sono state riscontrate particolari variazioni nei valori di forza e nella differenza percentuale tra i valori di forza di arto dominante e non dominante. Un dato da evidenziare è l'attenuazione degli squilibri tra le variabili occlusali nell'arto dominante rispetto a quello non dominante: ad esempio tra COT e CLE il primo valore è vicino al 100% mentre il secondo è vicino al 90%.

Nelle prove in CLE la prestazione migliora con entrambi gli arti, ma lo fa in maniera più evidente nell'arto non dominante.

E' stato effettuato il test di normalità di Shapiro - Wilk del campione maschile sommato al campione femminile (46 soggetti in totale) al tempo di 0,05 s, picco della forza esplosiva.

Tabella 13 - Test di normalità campione intero

	V 0.05 INO	V 0.05 CLE	V 0.05 COT
N	46	46	46
Shapiro-Wilk W	0,946	0,9484	0,9784
p(normal)	0,03309	0,04088	0,5411

Il campione totale in condizione INO ed in condizione di CLE non rientrano nei parametri della normalità ($p < 0,05$). Al contrario il campione in condizione COT risulta seguire un andamento normale ($p = 0,54$).

Tabella 14 - Test di Kruskal - Wallis

Kruskal-Wallis test for equal medians	
H (chi2):	9,204
Hc (tie corrected):	9,204
p (same):	0,01003

Il test di Kruskal-Wallis con $p = 0,01003$, quindi significativa, afferma che i campioni provengono da popolazioni diverse.

Tabella 15- Test di Mann-Whitney

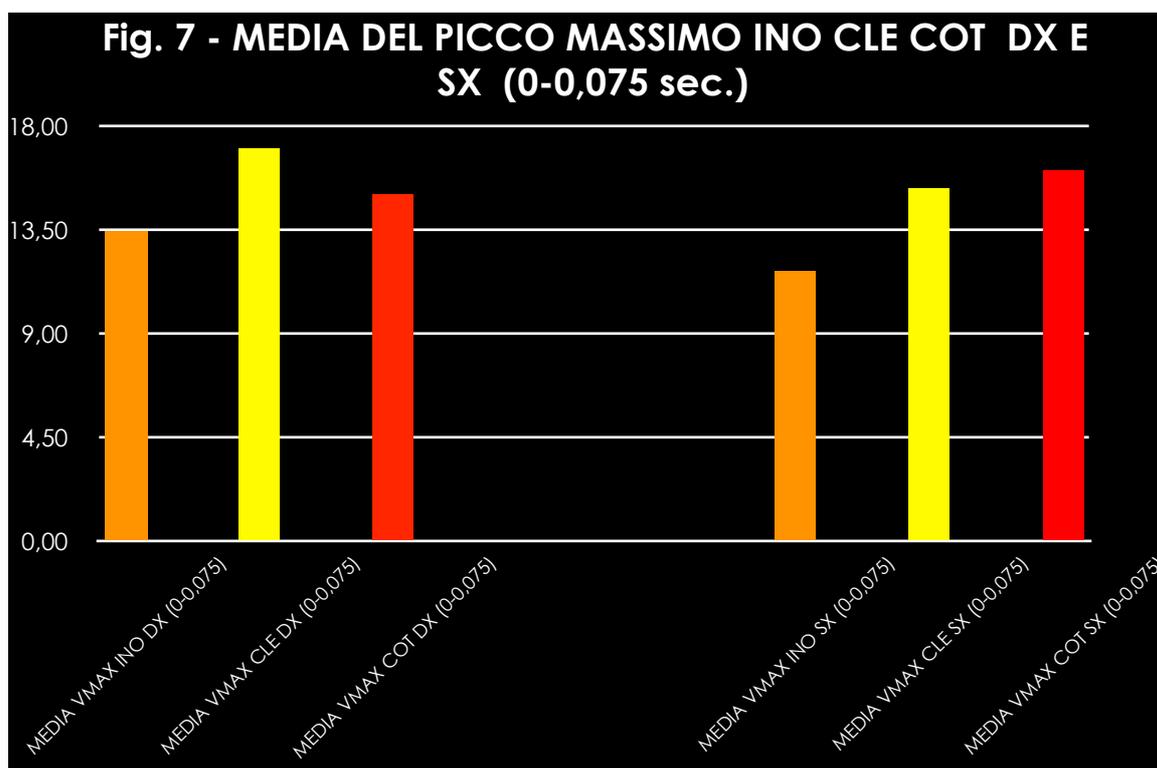
Mann Whitney Pairwise			
	V 0.05 INO	V 0.05 CLE	V 0.05 COT
V 0.05 INO		0,01634	0,0047
V 0.05 CLE	0,01634		0,9564
V 0.05 COT	0,0047	0,9564	

Il test di Mann-Whitney evidenzia differenze significative al tempo di 0,05 s tra i campioni INO e CLE e tra i campioni INO e COT. I campioni CLE e COT ,al contrario, non risultano significativamente diversi tra di loro.

Riassumendo, i test evidenziano come i tre campioni non facciano parte della stessa popolazione in base alla variabile occlusale e come questa abbia influenzato la forza sviluppata in extrarotazione dall'arto superiore

L'influenza viene rilevata in maniera evidente sia tra la condizione inocclusale e la condizione di serramento dentale forzato, sia tra la condizione inocclusale che nell'esecuzione del movimento con il cotone posizionato tra i denti.

Tra la condizione di serramento dentale forzato e la condizione di serramento con cotone non viene evidenziata invece questa differenza.



CORRELAZIONE

La correlazione misura l'associazione fra due variabili, più in particolare, misura il grado in cui due variabili "variano assieme".

Il coefficiente di correlazione r di Pearson è determinato da:

$$\rho_{AB} = \frac{\text{cov}(A, B)}{\sigma_A \cdot \sigma_B}$$

dove al numeratore troviamo la covarianza delle due variabili e al denominatore il prodotto tra le deviazioni standard delle due variabili.

È un indice sempre compreso tra -1 ed 1:

- se risulta >0 le due variabili si dicono direttamente correlate (quanto più il valore si avvicina ad 1 tanto più forte è la correlazione positiva)
- se il valore dell'indice risulta uguale a 0 le due variabili non sono correlate
- se l'indice risulta <0 le due variabili si dicono inversamente correlate (quanto più il valore si avvicina a -1 tanto più forte è la correlazione negativa)

A seconda del valore del coefficiente angolare ρ , possiamo indicarne l'intensità della correlazione:

ρ	Forza della correlazione
$0 \leq \rho \leq 0.2$	Bassa
$0.2 < \rho \leq 0.4$	Moderata
$0.4 < \rho \leq 0.65$	Alta
$0.65 < \rho \leq 1$	Altissima

Abbiamo deciso di utilizzare l'analisi della correlazione per evidenziare quali legami potessero essere presenti tra i parametri raccolti attraverso l'elettromiografo, il picco di forza esplosiva e nell'intervallo di tempo tra 0 e 0,075 s.

È stato utilizzato un Normal Probability Plot, ovvero un grafico a due dimensioni in cui le osservazioni sono riportate sull'asse verticale e a ciascuna di esse viene fatto corrispondere sull'asse orizzontale il relativo quantile di una distribuzione normale standardizzata.

Se i punti del grafico si trovano approssimativamente su una linea retta immaginaria inclinata positivamente, allora possiamo affermare che i dati osservati si distribuiscono approssimativamente secondo la legge normale.

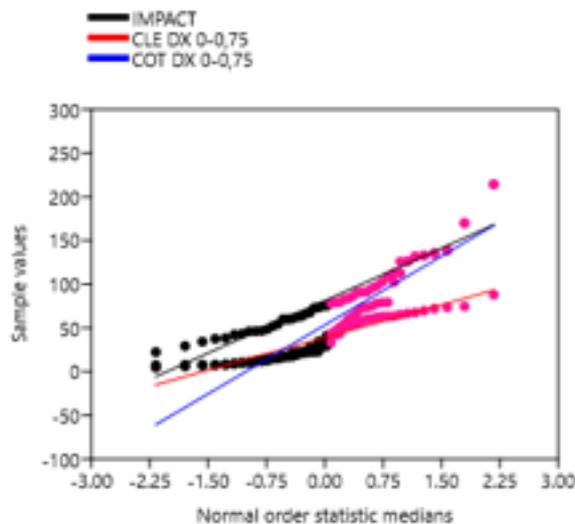


Fig. 9 - Normal Probability Plot intervallo 0 - 0,075 s

Valutiamo con il campione braccio destro nella variabile CLE e con quello COT nell'intervallo tra 0 e 0,075 s se i parametri fanno parte di un campione normale.

I coefficienti di correlazione del Normal Probability Plot sono:

- Impact = 0,95
- CLE dx = 0,95
- COT dx = 0,91

Tutti e tre sono ampiamente nella normalità e possiamo usare il test di correlazione di Bravais Pearson.

È stato adottato lo stesso procedimento per le stesse variabili nel braccio sinistro

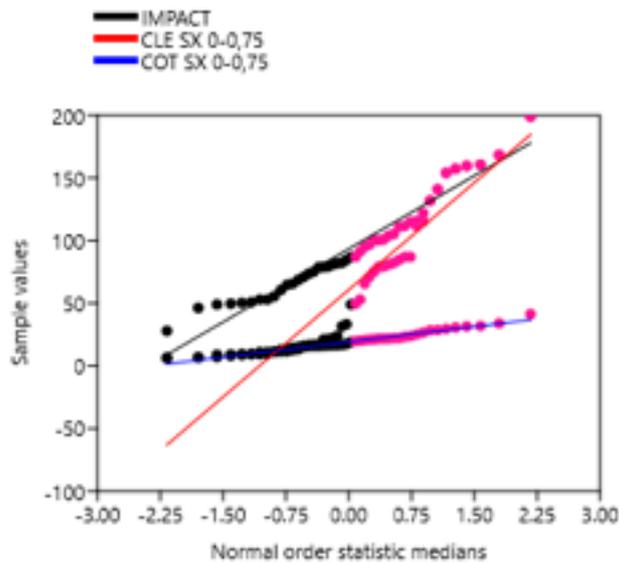


Fig. 10 - Normal Probability Plot intervallo 0 - 0,075 s braccio sx

I coefficienti di correlazione del Normal Probability Plot sono:

- Impact = 0,97
- CLE sx = 0,92
- COT sx = 0,98

Tutti e tre sono ampiamente nella normalità e possiamo usare il test di correlazione di Bravais Pearson a $t=0,05$.

Il test di Correlazione di Bravais Pearson mostra un'alta correlazione tra il campione INO con il CLE (0,68) e il COT (0,63), ed un'altissima correlazione tra CLE e COT (0,82); tutte le correlazioni sono confermati dai valori significativi delle p.

Tab. 16 - Correlazione di Pearson a 0,05 s

Correlazione Pearson			
	V 0.05 INO	V 0.05 CLE	V 0.05 COT
V 0.05 INO		1,33E-07	2,65E-06
V 0.05 CLE	0,68722		1,35E-12
V 0.05 COT	0,63048	0,82743	

C'è correlazione tra IMPACT e la Forza esplosiva?

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	IMPACT	V 0.05 CLE
IMPACT		0.052156
V 0.05 CLE	-0.28813	

Tab 17 - Correlazione IMPACT - CLE

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	IMPACT	V 0.05 COT
IMPACT		0.96
V 0.05 COT	0.0076044	

Tab 18 - Correlazione IMPACT - COT

Nel campione COT la correlazione è prossima allo 0 ma la $p=0,96$; ne consegue che l'ipotesi è rigettata e non possiamo fare affermazioni cliniche.

Nel campione CLE la variabile IMPACT - 0,288 e $p=0,05$, ne consegue che l'ipotesi è accettata: le due variabili sono moderatamente inversamente proporzionali.

C'è correlazione tra l'attivazione e la Forza esplosiva?

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	ATTIVAZIONE	V 0.05 CLE
ATTIVAZIONE		0,47826
V 0.05 CLE	-0,1072	

Tab 19 - Correlazione ATTIVAZIONE - CLE

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	ATTIVAZIONE	V 0.05 COT
ATTIVAZIONE		0,52852
V 0.05 COT	-0,095339	

Tab 20 - Correlazione ATTIVAZIONE - COT

Da questo campione non risulta una correlazione significativa tra l'attivazione e la forza esplosiva, di conseguenza l'ipotesi è rigettata.

C'è correlazione tra Il torque e la Forza esplosiva?

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	TORQUE	V 0.05 CLE
TORQUE		0,87819
V 0.05 CLE	0,023234	

Tab 21 - Correlazione TORQUE - CLE

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	TORQUE	V 0.05 COT
TORQUE		0,73878
V 0.05 COT	0,050527	

Tab 22 - Correlazione TORQUE - COT

Da questo campione non risulta una correlazione significativa tra il torque e la forza esplosiva, di conseguenza l'ipotesi è rigettata.

C'è correlazione tra il POC T e la Forza esplosiva?

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	POC T	V 0.05 CLE
POC T		0,19679
V 0.05 CLE	0,19384	

Tab 22 - Correlazione POC T- CLE

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	POC T	V 0.05 COT
POC T		0,002704
V 0.05 COT	0,4322	

Tab 23 - Correlazione POC T - COT

In questo caso, possiamo dire che è presente un'alta correlazione tra il POCT e la variabile COT ($p < 0,05$).

C'è correlazione tra il POC M e la Forza esplosiva?

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	POC M	V 0.05 CLE
POC M		0,31474
V 0.05 CLE	0,15154	

Tab 24 - Correlazione
POC M - CLE

Correlazione lineare r di Pearson p(uncorrected)		
	POC M	V 0.05 COT
POC M		0,10239
V 0.05 COT	0,24389	

Tab 25 - Correlazione
POC M - COT

Da questo campione non risulta una correlazione significativa tra il POCM e la forza esplosiva, di conseguenza l'ipotesi è rigettata.

11. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Scopo del progetto:

- **indagare** l'eventuale influenza della variabile oclusale nello sviluppo della forza esplosiva in extrarotazione dell'arto superiore
- **svolgere** un'analisi quantitativa e qualitativa della variazione della forza esplosiva nel movimento di extrarotazione dell'arto superiore
- **individuare** eventuali correlazioni tra la variabile oclusale e lo sviluppo della forza esplosiva
- **evidenziarne** le implicazioni nell'attività motoria per il miglioramento della forza esplosiva

Dopo aver analizzato i parametri base dell'elettromiografia, i dati della forza esplosiva, possiamo affermare che è emersa un'influenza della variabile oclusale sulla forza esplosiva.

Questa affermazione si basa, come si evince dalla tabella 15 (test di Mann-Whitney), sulla differenza tra i campioni INO e CLE e tra i campioni INO e COT; i tre campioni non appartengono alla stessa popolazione; di conseguenza le diverse condizioni oclusali hanno influenzato la forza esplosiva. Si evidenzia pertanto come la differenza di forza esplosiva sia influenzata dalle due condizioni oclusali (CLE e COT) rispetto a quella inocclusale.

A maggior ragione, all'interno del campione sono stati riscontrati diversi parametri elettromiografici patologici in tutti i soggetti del campione (escluso uno). La mancata presenza di differenze significative tra la condizione di serramento dentale forzato e serramento sui cotone evidenzia, secondo la nostra opinione, quanto sia necessario uno strumento personalizzato ed individualizzato per equilibrare gli squilibri oclusali.

Dall'analisi in percentuale della variazione di forza esplosiva risultano dei cambiamenti nei valori espressi durante il test a seconda delle variabili oclusali.

Il range di aumento delle percentuali medie della forza esplosiva, tra arto dominante e non dominante, nella condizione INO confrontata alla condizione di CLE e di COT nel campione maschile varia tra + 12,6% e + 34%, mentre nel campione femminile varia tra +17,1% e + 26,1 %.

Una diminuzione di forza viene rilevata solo nel confronto tra COT e CLE; ciò significa che i soggetti hanno sviluppato una forza maggiore serrando i propri denti rispetto al serramento sul

cotone. Questo risultato potrebbe probabilmente derivare dall'incapacità delle garze di cotone di appianare completamente gli squilibri occlusali, e come si renda quindi necessario l'utilizzo di uno strumento specifico come un bite.

In aggiunta, sono stati riscontrati incrementi di forza diversi tra arto dominante e non dominante in entrambi i campioni.

Le differenze di forza, anche piuttosto elevate, presenti tra i due arti, il cui esempio più significativo si trova nel campione maschile nel confronto tra CLE ed INO (+12,9% arto dominante; +34,0 % arto non dominante) potrebbero essere dovute in primo luogo a squilibri posturali, muscolari oppure a precedenti infortuni subiti.

Dalle informazioni ricavate dai questionari compilati dai soggetti prima di effettuare i test è emerso che 4 soggetti maschili ed un soggetto femminile avevano subito vecchi traumi di spalla, che potrebbero aver causato un deficit di forza non ancora completamente risolti al momento del test, nonostante l'assenza di dolore o limitazioni funzionali.

Infine, parte della forza potrebbe essere stata dissipata proprio a causa della contrazione simultanea bilaterale degli arti superiori. Un risultato simile era stato osservato da Ohtsuki (15) nel suo studio sul decremento della forza isometrica volontaria delle braccia durante la contrazione simultanea bilaterale (in movimenti di flessione ed estensione). I risultati del suo lavoro evidenziavano come la forza isometrica massima di ogni muscolo si fosse ridotta del 6 - 25% in confronto alla contrazione unilaterale separata.

Nel metodo da noi utilizzato, parte della forza potrebbe essere stata di fatto dissipata durante l'esecuzione del test a causa del mancato appoggio dorso-lombare e plantare sullo sgabello dove i soggetti erano seduti, che ha creato una minima situazione di "instabilità". Lo scopo di questa situazione era di cercare di isolare il più possibile il movimento di extrarotazione e di ridurre al minimo il contributo di altri muscoli e compensi, quali ad esempio, la rotazione del busto per aumentare la forza in spinta.

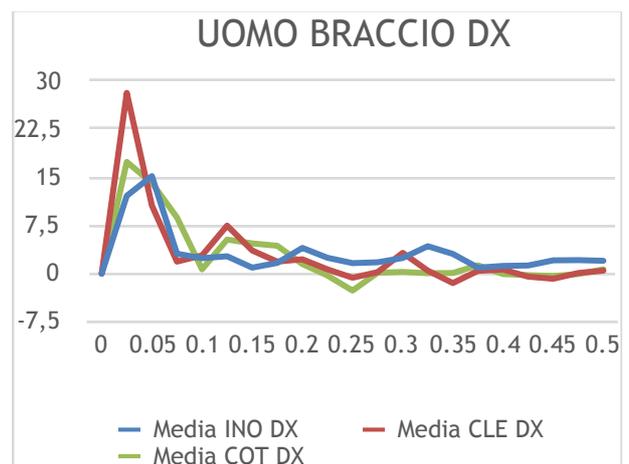
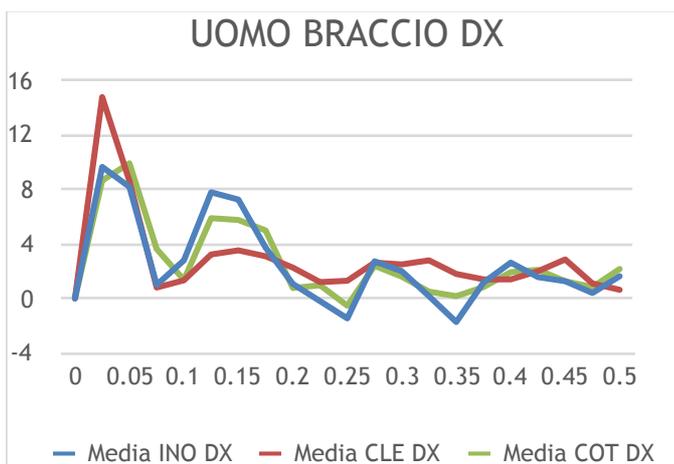
Per quanto riguarda le correlazioni tra la variabile occlusale e lo sviluppo della forza esplosiva sono emersi due valori significativi: nel campione CLE la $p= 0,05$ rende significativo il valore di IMPACT - 0,288. Ne consegue che la variabile CLE è moderatamente inversamente proporzionale alla variabile di IMPACT. Nella nostra ipotesi iniziale l'impact doveva essere direttamente proporzionale al CLE. È nostra ipotesi pensare che questa inversione di correlazione sia da

attribuire alla presenza in tutti i soggetti di una malocclusione, pertanto l'effetto risulta inverso, a dimostrazione che più un soggetto stringe i denti più manifesta risulta la sua malocclusione e più cala la forza del braccio.

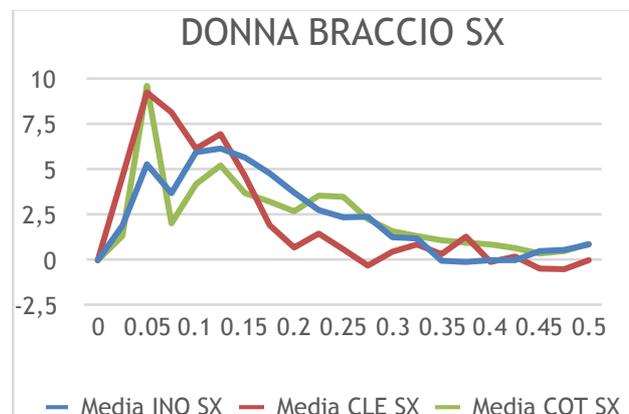
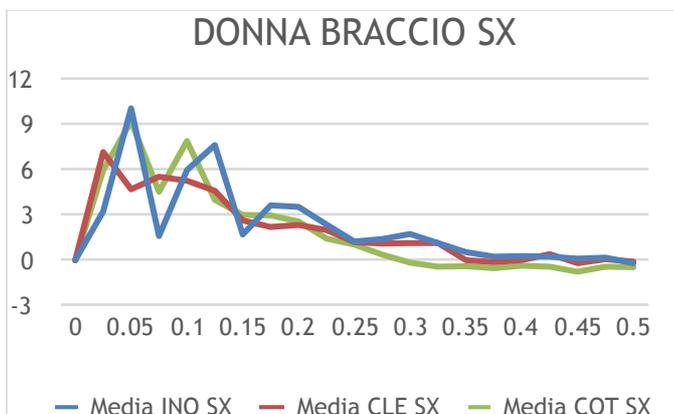
Il secondo caso riguarda la correlazione tra il POCT e la variabile COT; in questo caso la $p < 0,05$ rende significativa l'alta correlazione tra le due variabili (0,4322). In clinica: significa che più la contrazione dei muscoli temporali è simmetrica, più aumenta il valore dell'impatto dentale. Ciò è in linea con la nostra ipotesi iniziale.

Abbiamo notato nei grafici della forza esplosiva dei campioni interi (maschi braccio destro e sinistro; femmine braccio destro e braccio sinistro) che dopo il picco iniziale della forza esplosiva a 0,05 s era presente un ulteriore picco di minore intensità seguito nuovamente da un calo della forza.

La nostra curiosità statistico-scientifica ci ha spinti ad analizzare la forza esplosiva destra e sinistra di ciascuno dei 23 soggetti: è stato evidenziato che mentre il grafico medio presentava solo un "secondo" picco, nei grafici individuali erano presenti 3-4 picchi di minore intensità in tutti i



soggetti. A titolo di esempio riportiamo alcuni grafici.



Il primo picco si evidenzia in quasi tutti i soggetti a 0,05 s, segue poi una discesa nell'intervallo di tempo tra 0,075 e 0,1; a 0,1 s la curva risale fino a 0,15 s per poi scendere di nuovo.

Sembra che ogni 0,05 s il sistema vada a creare un picco di forza, sempre minore.

Questa alternanza di picchi potrebbe esprimere la difesa del sistema del massimo consumo di ossigeno nel progressivo reclutamento delle fibre.

Ricordiamo che la forza esplosiva è la capacità del sistema neuromuscolare di esprimere elevati gradienti di forza nel minor tempo possibile, evidenziata da una salita il più ripida possibile della

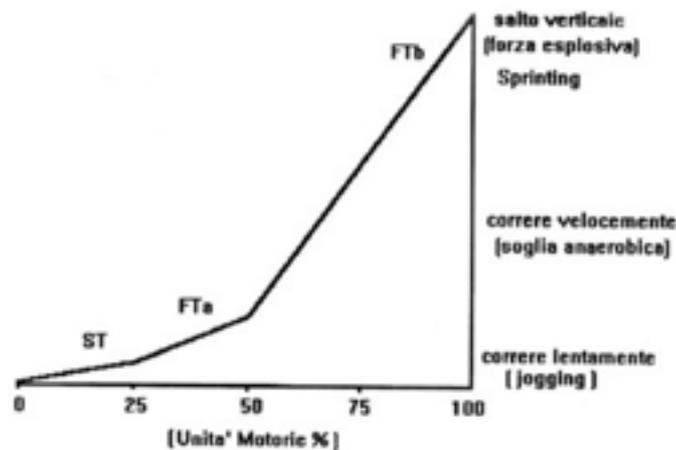


Fig. 11 - Modello ipotetico di reclutamento delle unità motorie lente (ST), intermedie (FTa) e veloci (FTb).
(da: Stuart ed Enoka 1983)

curva forza-tempo.

Questo tipo di forza è fortemente influenzata dalla capacità di reclutamento delle unità motorie e dalla percentuale di fibre veloci presenti nel muscolo; ricerche di tipo biochimico dimostrano che il grado di espressione dell'impulso iniziale di forza è direttamente correlato con la quota percentuale di fibre IIb, diversamente da quanto accade per lo sviluppo del massimo (picco) di forza che viene prodotto sia dalle IIa che dalle quelle lente (14).

Tra le fibre a contrazione rapida, quelle di tipo II b mostrano il tempo più rapido di contrazione e di conseguenza anche la più elevata velocità di contrazione. Un allenamento adeguato permette di allenarle selettivamente e di renderle specificamente utilizzabili per determinati movimenti di forza

rapida. Anche la dimensione della sezione trasversale delle fibre muscolari a contrazione rapida è importante in quanto influisce sulla forza contrattile delle fibre muscolari reclutate

La forza esplosiva è inoltre influenzata dalla coordinazione intramuscolare ed intermuscolare e soprattutto dalla frequenza di scarica e sincronizzazione. Quest'ultima, nello specifico, è particolarmente utile nel miglioramento della forza esplosiva, in quanto può essere definita come la capacità di reclutare tutte le fibre nello stesso istante.

Come implicazione motoria nella pratica, si suggerisce di andare a lavorare sul punto in cui cala la forza esplosiva, realizzabile attraverso (23):

- un miglioramento della forza massimale
- esercizi esplosivi come salti e balzi
- carichi 20-30% con massima velocità di esecuzione
- carichi 50-60%. con massima velocità di esecuzione (6-10 ripetizioni).

Per quanto riguarda la capacità di esprimere forza, dopo aver analizzato la media dei comportamenti dei soggetti, vogliamo riportare un paio di esempi che non seguono lo stesso andamento, allo scopo di fare delle considerazioni pratiche riguardanti la performance individuale.

Soggetto maschile, età 23 anni, 183 cm, 80 kg, BMI 23 kg/m² . Arto dominante destro. Sport praticato: allenamento a corpo libero. Presenta

media INO dx 80,37 N

media INO sx 64,77 N

media CLE dx 66,7 N

media CLE sx 62,30 N

media COT dx 58,73 N

media COT sx 58,57 N

Mentre in media i soggetti presentano valori di forza più elevati in condizione di serramento dentale rispetto alle altre; il soggetto riportato presenta valori di forza in condizione inoclusale maggiori rispetto alla condizione di CLE e COT, più evidenti al braccio destro rispetto al braccio sinistro.

Si può ipotizzare come lo squilibrio oclusale presente non gli abbia permesso di aumentare il suo livello di forza tramite i contatti dentali, così come l'utilizzo delle garze di cotone applicate durante i test non siano state sufficienti ad appianarlo. Il soggetto potrebbe trarre beneficio dopo visita

specifica gnatologica con il possibile utilizzo di un bite specifico.

Riportiamo un altro esempio: soggetto femmina, 22 anni, 158 cm, 52 kg, BMI 20,8 kg/m². Arto dominante destro. Sport praticato: pesistica. Presenta:

media INO dx 54,10 N

media INO sx 60,63 N

media CLE dx 52,07 N

media CLE sx 50,27 N

media COT dx 54,13N

media COT sx 52,57 N

Questo soggetto segue l'esempio precedente, presentando valori di forza in condizione inocclusale maggiori rispetto alle altre due variabili, più evidenti con il braccio sinistro.

Possiamo applicare la stessa riflessione iniziale dell'esempio precedente, ovvero che, a bocca aperta, escludendo il fattore di squilibrio oclusale, abbia sviluppato una forza maggiore.

Possiamo aggiungere che, praticando pesistica come sport, sia abituata a mantenere un solido appoggio plantare durante lo sforzo fisico e che, di conseguenza, il mancato appoggio plantare previsto appositamente nell'esecuzione dei test sia stato limitante. Limitazione dovuta sia al gesto specifico diverso, sia dalla mancata compensazione dell'organismo attraverso il recettore del piede.

In conclusione, come seconda analisi, le criticità emerse dal progetto sono il numero ridotto di soggetti del campione e la mancanza di due dinamometri sincronizzati che avrebbero permesso di rilevare lo sviluppo di forza dei due arti in contemporanea .

Possiamo supporre che l'utilizzo del cotone non sia stato sufficiente ad appianare gli squilibri oclusali presenti e che i valori riscontrati potrebbero essere stati limitati da questa situazione.

Dai questionari compilati da tutti i volontari, è emersa la presenza di alcune non recenti recidive a traumi e lesioni generali: 3 casi su 12 nel campione maschile e 3 casi su 11 nel campione femminile. Pur non conoscendo le dinamiche nel particolare, le recidive potrebbero essere collegate con la situazione di malocclusione. A titolo esemplificativo è possibile riportare il caso presentato al *XXVI International Conference on Sports Rehabilitation and Traumatology* (15) svoltosi a Barcellona nel maggio 2017, dove è stata trattata l'esperienza di un calciatore italiano di serie B, il quale presentava spesso dolori e distrazioni muscolari a livello dei muscoli adduttori e dei tricipiti surali. Sottoposto ad una visita gnatologica, venne diagnosticata una severa forma di malocclusione,

risolta poi attraverso l'utilizzo, durante allenamenti e partite, di un dispositivo bite personalizzato. Questo caso fa riflettere come una situazione di corretta occlusione non solo possa influire sullo sviluppo della forza, ma possa essere fondamentale anche nella prevenzione degli infortuni e, di conseguenza, come una collaborazione con degli specialisti nel settore si riveli uno strumento molto utile per allenatori e tecnici sportivi ai fini di migliorare le performance ed il benessere dei loro atleti.

Sempre sul tema interdisciplinarietà, ritengo che sarebbe opportuno anche prendere in considerazione il sistema tonico-posturale nella sua completezza, ovvero analizzando anche il recettore plantare ed oculare, entrambi strettamente collegati con l'apparato stomatognatico.

Il sistema tonico posturale è un sistema antigravitario, di equilibrio statico, equilibrio dinamico, sensoriale e di adattamento; risulterebbe quindi utile proporre, nel caso, anche esercizi propriocettivi

Come precedentemente detto, la scelta di eseguire il movimento in una posizione così "limitante" è stata appositamente studiata per evitare l'influenza di altri muscoli e di strategie di compenso, ma sarebbe ugualmente interessante eseguire un'analisi in base al movimento sport-specifico (piedi a terra, fase di volo...).

Sulla base della mia esperienza personale e delle lezioni frequentate durante il corso di laurea, ritengo che alcuni sport di tipo esplosivo potrebbero assolutamente beneficiare di quanto esposto in questa tesi.

Analizzando i video del gesto specifico (ad esempio nel sollevamento pesi, nel salto triplo, nel salto in alto...) e prendendo in esame il tempo impiegato ad esprimerlo, constatiamo che il gesto si conclude entro il primo secondo.

Basandoci sui risultati del nostro studio, potrebbe essere possibile aumentare la percentuale di forza espressa nel primo decimo di secondo, attraverso una visita gnatologica, che vada ad analizzare i meccanismi e le caratteristiche occlusali specifiche al fine di creare un dispositivo personalizzato o di consigliare altri tipi di trattamenti.

Inoltre, sulla base della mia esperienza lavorativa in palestra, in particolare in sala pesi, ho rilevato che stringere i denti durante uno sforzo risulta essere un meccanismo spontaneo nella maggior parte dei casi.

Dai risultati ottenuti nello studio, risulta che in media nella condizione occlusale di serramento (CLE) la forza aumenta, ma è anche vero che in alcuni soggetti la forza in questa condizione

subisce un calo rispetto alla condizione inoclusale (esempi riportati a pag 58 - 59).

Ipoteticamente quindi, questi soggetti non solo non trarranno beneficio da questo gesto, ma andranno addirittura a peggiorare la propria performance.

Una visita gnatologica risulterebbe utile non solo nell'ottica di proporre un dispositivo personalizzato, ma anche per comprendere i fattori di interferenza soggettivi.

Infine, la differenza di espressione di forza riscontrata tra arto dominante e non dominante, fornisce un ulteriore spunto di riflessione riconducibile all'interno della sala pesi. Un soggetto con un deficit di forza in uno dei due arti superiori nell'utilizzo del bilanciere per lo svolgimento di alcuni esercizi, raggiungerà prima l'affaticamento con l'arto più debole e questo impedirà il proseguimento delle ripetizioni. Lo stesso ragionamento è applicabile allo svolgimento di esercizi con manubri bilaterali; in questo caso lo squilibrio muscolare verrebbe ulteriormente accentuato dalla componente di coordinazione e di maggiore instabilità intrinseca nei manubri rispetto ad altri attrezzi.

Una soluzione pratica potrebbe essere lo svolgimento di esercizi monolaterali che permettano di lavorare maggiormente sull'arto debole attraverso alcune strategie quali l'utilizzo di carichi diversi o l'esecuzione di un maggior numero di ripetizioni o serie nell'arto più debole.

12. ALLEGATI

Questionario Gnatologico Protocollo di Ricerca Clinica Prof. M. Fogli

1	DOLORE QUANDO MUOVI LA BOCCA?	SI	NO	SE SI, QUANDO?
2	LA MANDIBOLA SCHIOCCA?	SI	NO	SE SI, QUANDO?
3	TI SI E' MAI BLOCCATA LA MANDIBOLA?	SI	NO	SE SI, QUANDO?
4	ALLA MATTINA TI SVEGLI CON I MUSCOLI DELLA FACCIA CONTRATTI?	SI	NO	SE SI, QUANTE VOLTE?
5	MAL DI TESTA?	SI	NO	SE SI, DOVE?
6	STRINGI O DIGRIGNI I DENTI?	SI	NO	SE SI, QUANDO?
7	FISCHI NELL'ORECCHIO (ACUFENI)?	SI	NO	SE SI, QUANTE VOLTE?
8	DOLORE ALL'ORECCHIO (OTALGIA)?	SI	NO	SE SI, QUALE?
9	VERTIGINI O SENSAZIONE D'INSTABILITA'?	SI	NO	SE SI, QUANTE VOLTE?
10	PROBLEMI ALLA VISTA?	SI	NO	SE SI, QUALI?
11	DOLORE AL COLLO O SPALLE?	SI	NO	SE SI, QUALE, QUANDO, DA QUANTO?
12	SENSAZIONE DI SCOSSE ALLE DITA DELLA MANO (PARESTESIE)?	SI	NO	E SI, QUALE?
13	DOLORE IN ALTRE PARTI DEL CORPO?	SI	NO	SE SI, QUALI?
14	HAI SUBITO OPERAZIONI CHIRURGICHE?	SI	NO	SE SI, QUALI?
15	PORTI UN BITE O PARADENTI?	SI	NO	SE SI, DA QUANTO?
16	HAI MESSO L'APPARECCHIO AI DENTI?	SI	NO	SE SI, QUALE E QUANDO? ANCORA IN USO?
17	CHE TIPO DI ATTIVITA'/SPORT FAI?			
18	DA QUANTI ANNI?			
19	SEDUTE DI ALLENAMENTO SETTIMANALI? (SEGNALA ANCHE EVENTUALE PARTITA)			
20	ORE DI ALLENAMENTO SETTIMANALI?			
21	HAI MAI SUBITO INCIDENTI (IN GENERALE)?	SI	NO	SE SI, QUALI?
22	HAI MAI SUBITO TRAUMI SPORTIVI?	SI	NO	SE SI, QUALI?
23	HAI MAI AVUTO RECIDIVE DELLO STESSO TRAUMA?	SI	NO	SE SI, QUALI?

Questionario Gnatologico
Protocollo di Ricerca Clinica Prof. M. Fogli

COGNOME E NOME (STAMPATELLO)

.....

DATA DI NASCITA/...../..... ALTEZZA cm. PESO Kg

NOTE:

.....

DATA ESAME/...../ 2018

TEST IN SUCCESSIONE RANDOM

Legenda: 1÷3 COT

4÷6 CLE

7÷9 INO

TEST Braccio Sx Extrarotazione

Braccio Dx Extrarotazione

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

13. BIBLIOGRAFIA

1. G. Chiarugi, L. Bucciante; *Istituzioni di anatomia dell'uomo*, Volume I, Tomo II ;1973
2. F. H. Martini, M. J. Timmons, R. B. Tallitsch "Anatomia Umana", quinta edizione, casa editrice EdiSES 2016
3. P. Malpezzi; "*Rilievi sui movimenti rotatori e traslativi dei condili nelle escursioni mandibolari sul piano verticale*" JADA - RIS vol.1 N.10 – 1985
4. H. Linderholm, A. Wennström, "*Isometric bite force and its relation to general muscle force and body build*", Acta Odontol. Scand., 28, 1970, 5, 679-689.
5. J.M. Stenger, "*Physiologic dentistry with Notre Dame athletes*", Basal Facts 1977; 2(1) 8-18.
6. S.D. Smith, "*Adjusting mouthguards kinesiologically in professional football players*", NY State Dent J 1982; 48(5):298-301.
7. A.G. Forgione, R. N. Mehta, C.F. McQuade, L.W. Westcott; "*Strenght and bite, part II: testing isometric strength using a mora set to functional criterion*", Journal of craniomandibular practise, Volume 10, Fascicolo 1, 1992
8. E. F. Abdallah, N. R. Mehta, A.G. Forgione, R. E.Clark; "*Affecting Upper Extremity Strength by Changing Maxillo-Mandibular Vertical Dimension in Deep Bite Subjects*", The Journal of Craniomandibular Practise, 2004
9. A. M. Chakfa, N. R. Mheta, A. G. Forgione, E. A. Al-Badawi, S.L. Lobo, K. H. Zawawi, articolo "*The effect of stepwise increases in vertical dimension of occlusion on isometric strenght of cervical flexors and deltoid muscles in nonsynmptomatic females*" in "Cranio: the journal of craniomandibular practice", 2002 (PubMed)
10. Khoa Truong Quang Dang, Hoa Le Minh, Hai Nguyen Thanh and Toi Vo Van; "*Analyzing surface EMG signals to determine relationship between jaw imbalance and arm strength loss*" BioMedical Engineering OnLine 2012
11. V. D'Erme, M. Basile, A. Rampello, C. Di Paolo, "*Influence of occlusal splint on competitive athletes performances*", Annali di Stomatologia 2012; III (3/4): 113-118

12. P. Malpezzi, S. Uliari, J. Mayers, M. Spiridonova, G. Grossi, F. Terranova, G. Collini, L. Amabile, E. Bernardi, G. Mazzoni, F. Conconi, G. Grazi, articolo *“Influence of a Custom-Made Maxillary Mouthguard on Gas Exchange Parameters During Incremental Exercise in Amateur Road Cyclists”*, in *“The Journal of Strength and Conditioning Research”*, 2015
13. H. Gelb, N. R. Mehta, A. G. Forgione, articolo *“The Relationship Between Jaw Posture and Muscular Strength in Sports Dentistry: A Reappraisal”*, in *“The Journal of Craniomandibular Practice”*, 1996
14. C. Bosco; P.V.; *“Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles”* Eur J Appl Physiol Occup Physiol”; 41(4):275-84; 1979
15. G. Biolo, P. Malpezzi, articolo *“Effect of Cervical Stabilization Using Malpezzi Parabite in a Professional Football Player”*, presentato al *XXVI International Conference on Sports Rehabilitation and Traumatology*, 2017
16. T. Ohtsuki, *“Decrease in human voluntary isometric arm strength induced by simultaneous bilateral exertion”*, Behavioural brain research, Volume 7, Fascicolo 2, 1983
17. A. Roncari; *“Project Exercise”*, Project Invictus, Volume I; 188-190; 2017
18. B. Bricot, B. *“La riprogrammazione posturale globale”*, Statipro, 1998
19. Appunti del corso di *“Chinesiologia”*, facoltà di S.T.A.M.P.A. di Ferrara, A. S. 2016/2017
20. Appunti del corso di *Gnatologia* - P. Malpezzi - 2018
21. Appunti del corso *“Il laureato in scienze motorie nel recupero delle lesioni muscolo scheletriche”* facoltà di Scienze Motorie di Ferrara, A. S- 2017/2018
22. Appunti del corso di *Fitness* della Facoltà di Scienze Motorie di Udine, anno 2014/2015

SITOGRAFIA

23. <https://www.posturologiaweb-it.it/postura-e-apparato-stomatognatico/>
24. <http://www.fisiobrain.com/web/2009/appunti-di-fisiologia-dellapparato-stomatognatico>
25. <http://www.malpezziamabile.it>
26. <http://online.scuola.zanichelli.it/barbonecorpoumano/category/volume-II>
27. http://homes.di.unimi.it/scotti/ita/md_biotech_estrazione/allegati/student.pdf
28. <http://www.dsa.unipr.it/soliani/capu9.pdf>

14. RINGRAZIAMENTI