



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

**FACOLTÀ DI MEDICINA E ODONTOIATRIA**

**Dipartimento di Neuroscienze Umane**

***Master di I livello in POSTUROLOGIA***

**Direttore: Prof. F. Fattapposta**

**The impact of the Froggymouth in the football players' explosive strength,  
measured by using the BaioBit system.**

Relatore

Dott. Pietro Malfatto

Correlatore

Dott. Domenico Elio Ciaccia

Candidati

Riccardo Caroprese

Gianmarco Dell'Aira

Valerio De Castro

Giuseppe Fornaro

Pier Mario Motzo

Lorenzo Ruocco

**a.a. 2023/2024**

# **INDICE**

## ***Introduzione***

### ***Linee guida italiane sul rapporto tra occlusione dentale e postura***

## ***Capitolo 1 - Cenni anatomici: fisiologia, neurofisiologia e biomeccanica***

### ***1.1 Apparato stomatognatico***

### ***1.2 Lingua e Deglutizione***

### ***1.3 Le catene miofasciali***

## ***Capitolo 2 - la Forza e le sue manifestazioni: ruolo e implicazioni nel contesto posturale***

### ***2.1 Tipologie di forza e contesto posturale***

### ***2.2 Interazione tra Forza, Apparato Stomatognatico e Sistema fasciale***

## ***Capitolo 3 - Esperienza sperimentale***

### ***3.1 Materiali e metodi***

### ***3.2 Analisi***

### ***3.3 Risultati***

### ***3.4 Discussione e conclusioni***

## ***Bibliografia***

## INTRODUZIONE

È possibile effettuare un'associazione tra disturbi posturali e malocclusioni derivante dalle relazioni funzionali e anatomiche tra il sistema stomatognatico e i sistemi di controllo della postura. Infatti, La combinazione di afferenze occlusali e trigeminali svolge un ruolo fondamentale nel controllo posturale. (MICHELOTTI, Ambra, et al., 2011).

Ogni individuo sviluppa un modello di deglutizione, un engramma che si basa sulle informazioni filogenetiche, ontogenetiche e ambientali ricevute. Il modello di deglutizione può sia stimolare che danneggiare la funzione stomatognatica.

Come l'occlusione e l'equilibrio stomatognatico possono essere considerati legati alla postura, così le funzioni linguali possono essere considerate parte dell'equilibrio corporeo globale.

La lingua costituisce un eccellente esempio dell'intima e reciproca interrelazione tra struttura e funzione. La postura e la morfologia del corpo nel suo complesso sono il risultato di questa relazione reciproca. (Scoppa F. ,2005).

Il ruolo morfogenetico della lingua, in grado di modellare le arcate e di influenzare lo sviluppo del complesso mascellare, è particolare nella fase evolutiva. Nelle fasi successive, non è raro che la lingua si comporti come una sorta di bite ortodontico naturale, assumendo un ruolo di bilanciamento e compensazione. Soprattutto in età adulta, la lingua è in grado di assumere un ruolo di compensazione, così come una disfunzione linguale può essere considerata una causa di malocclusione o può causare instabilità ortodontiche ricorrenti, nella malocclusione la lingua può agire per stabilizzare l'occlusione e quindi comportarsi in modo atipico ma compensatorio. (Scoppa F. Pirino A 2019).

Il nostro studio si propone di ricercare delle evidenze di correlazione tra occlusione e performance sportiva valutando dei soggetti di età compresa tra i 17 e i 19 anni che giocano in una squadra di calcio a 11 divisi in due gruppi: uno con

deglutizione disfunzionale (Gruppo A) e uno con deglutizione fisiologica (Gruppo B); entrambi i gruppi effettueranno un tipo di test: il contro movimento jump utilizzando come strumento di ricerca il Baiobit (<https://teethan.com/prodotti/baiobit/>) che effettuerà le misurazioni idonee. In seguito, si andrà a rieducare la deglutizione dei pazienti disfunzionali applicando il Froggymouth (<https://www.froggymouth.it/>) e dopo un mese si rivaluterà il Gruppo A che ha mantenuto il Froggymouth e il Gruppo B (anche detto gruppo controllo); verranno valutati i miglioramenti (o meno) della performance atletica nei due tipi di test utilizzando infine come strumento di confronto il Baiobit su entrambi i gruppi.

### **Linee guida italiane sul rapporto tra occlusione dentale e postura**

Nel 2017 il gruppo di studio Italiano Dolore Orofacciale e Disordini Temporomandibolari (GSID) si propone l'obiettivo di diffondere le linee guida in ambito di occlusione e postura (Manfredini & Perinetti, 2017).

#### **Criterio 1**

“Tutti i distretti muscolo scheletrici del corpo umano interagiscono tra loro – il cranio non è <<slegato>>”

L'adattamento della postura eretta umana si è realizzato, evolutivamente, appartenenza dal livello craniale (vista, occlusione, ossa mascellari e apparato vestibolare), in senso discendente verso il rachide cervicale, dorsale e lombosacrale e degli arti inferiori; a livello del cranio sono presenti la gran parte delle strutture anatomiche che regolano la postura e per questo non può essere “slegato” per tutte le analisi e test posturali.

#### **Criterio 2**

“La postura del cranio e dello scheletro sono inevitabilmente <<correlate>>, ma ogni possibile correlazione tra caratteristiche scheletriche e TMD si perde già a

livello della colonna cervicale” (Armijo-Olivo, et al., 2011).

Sebbene esistano alcune evidenze di correlazione tra occlusione e postura, questa appare limitata al tratto cranio-cervicale della colonna e tende a scomparire scendendo in direzione cranio-caudale. Sulla base di questa revisione della letteratura, non è consigliabile trattare lo squilibrio posturale mediante trattamenti occlusali o viceversa, soprattutto se le modalità terapeutiche sono irreversibili. È stato determinato se i pazienti con disturbi temporo-mandibolari (TMD) miogeni o misti (cioè, miogene più artrogeni) avessero una postura diversa della testa e del collo misurata attraverso angoli comunemente usati in contesti di ricerca clinica rispetto a individui sani. L'unica differenza statisticamente significativa nella postura craniocervicale tra pazienti con TMD miogeno e soggetti sani riguardava l'angolo occhio-trago-orizzontale, che indica una posizione più estesa della testa.

Tuttavia, la differenza, essendo molto piccola è stata giudicata non clinicamente significativa.

### **Criterio 3**

“La postura corporea è un parametro dinamico e variabile a livello intra-ed inter-individuale – alcuni parametri oscillano di più del 1000%...non può essere un esame in grado di discriminare tra miglioramenti e modifiche casuali/naturali” (Perinetti, Marsi, Castaldo, & Contardo, 2012).

Con questo criterio si valuta la ripetibilità di diversi parametri posturografici statici con riguardo all'analisi delle correlazioni tra sistema masticatorio e postura corporea. In 15 soggetti sani senza malocclusione si è registrata che solo l'area di oscillazione e la velocità hanno prodotto errori accettabili. I parametri spaziali, ovvero lo spostamento del centro di pressione dal punto teorico, hanno ottenuto risultati mediocri con errori minimi. Nella metanalisi sono stati inclusi dieci studi e sono stati calcolati un totale di 281 punteggi di variazione, con la maggior parte delle variazioni maggiori e significative osservate per i parametri spaziali. L'area di

oscillazione e la velocità mostrano un'affidabilità accettabile, ma una soglia del 25% dovrebbe essere utilizzata come variazione reale tra due diverse condizioni di registrazione, ovvero RP vs. ICP. Considerando che la maggior parte dei risultati precedenti sulle correlazioni rilevanti tra il sistema masticatorio e la postura del corpo si basano su parametri spaziali, con la più scarsa ripetibilità, le conclusioni corrispondenti dovrebbero essere interpretate con cautela.

#### **Criterio 4**

“La postura corporea è determinata ed influenzata da molteplici variabili, tra le quali la tensione muscolare ed il dolore. Non è forse plausibile che «alterazioni» posturali siano causate dalla presenza di dolore, che determina adattamenti neuromuscolari protettivi? Il modello di adattamento al dolore e le sue integrazioni dovrebbero insegnare qualcosa...” (Murray & Peck, 2007).

Tensione muscolare e dolore possono essere tra le cause dell'alterazione della postura corporea. Prove conclamate dimostrano che il dolore porti ad una maggiore attivazione muscolare con delle soluzioni che limitino il movimento in modo da poter proteggere il sistema sensomotorio da ulteriori lesioni. Ulteriori studi, invece, affermano una “mancata coerenza” con quanto detto prima, in quanto dietro al complesso sistema sensomotorio ci sia la natura multidimensionale del dolore. Esso è costituito da componenti sensoriale-discriminative, cognitivo-valutative e motivazionale – affettive a cui sono legati fattori come l'intensità e la localizzazione e altre influenze sopraspinali che governano gli effetti del dolore sull'attività motoria. Il modello attuale di adattamento del dolore è considerato un modello integrato perché fa parte di un sottoinsieme di modelli di adattamento ed afferma che il dolore può essere paragonato ad un'emozione omeostatica e ciò si traduce in una strategia ottimizzata al reclutamento di unità motorie portando con sé tutti gli aspetti sensoriale-discriminativi, cognitivo-valutativi e motivazionale – affettivi permettendo così di ridurre al minimo il dolore e a mantenere l'omeostasi.

## **Criterio 5**

“Ad oggi, nessuno strumento tecnologico o valutazione visiva si è dimostrato capace di discernere tra soggetti «malati» e «sani» – l’errore di metodo è superiore alle possibili differenze riscontrate” (Rocha, Castro, Guarda-Nardini, & Manfredini, 2017).

Sulla base di numerosi studi che hanno messo in relazione soggetti con disturbi dell’ATM unilaterale con soggetti senza alcun disturbo, è stato dimostrato che tra i due gruppi di soggetti non vi è alcuna differenza significativa in ambito posturale, ciò significa che in entrambe le situazioni viene ben conservato l’equilibrio posturale, ciò dimostra che ad oggi l’errore di metodo supera qualsiasi strumento capace di poter riscontrare le possibili differenze.

## **Criterio 6**

“Tutto questo non c’entra con l’occlusione dentale...ogni conseguente proposta terapeutica basata su approcci correttivi irreversibili non ha rationale biologico!” (Manfredini, Castroflorio, Perinetti, & Guarda-Nardini, 2012).

Il sistema neuromuscolare è capace di mettere in atto numerosi meccanismi di compensazione che regolano l’equilibrio corporeo. L’uso di approcci clinici e strumentali viene smentito dalla letteratura a causa delle numerose variabili che entrano in gioco, ciò lascia intendere che indirizzarsi verso proposte terapeutiche basate su approcci correttivi irreversibili non abbia un rationale biologico.

## **Capitolo 1 – Cenni anatomici: fisiologia, neurofisiologia e biomeccanica**

### **1.1 Apparato stomatognatico**

L’articolazione temporomandibolare è un’articolazione sinoviale che si instaura tra la fossa mandibolare (fossa glenoidea) dell’osso temporale e il condilo della mandibola. Le superfici articolari sono rivestite da fibrocartilagine e la cavità articolare è divisa in due da un disco. La maggior parte della superficie articolare

dell'osso temporale della fossa mandibolare è data dal tubercolo articolare, un rilievo ellissoidale diretto trasversalmente e sinuosamente convesso sul piano sagittale, rivolto in basso e anteriormente, situato anteriormente alla fossa mandibolare. Il limite anteriore è dato dall'apice del tubercolo articolare un rilievo trasversale, che giunge a sporgere lateralmente dall'arcata zigomatica. La fibrocartilagine articolare si estende anteriormente oltre questo rilievo, sul piano pre-glenoideo, e posteriormente si arresta subito prima della fessura squamo-timpanica. (Gray - Standring 2022 Anatomia del Gray).

### **Movimenti ATM**

La maggior parte dei movimenti dell'articolazione temporomandibolare sono combinati e si possono ricondurre a tre tipi fondamentali:

- **Movimento di elevazione e abbassamento;**
- **Movimento di proiezione anteriore e posteriore;**
- **Movimento di lateralità (triturazione);**

**Movimento di elevazione ed abbassamento.** Durante tale movimento, l'asse di movimento dell'articolazione attraversa i condili della mandibola, i due assi di movimento si intersecano a formare un angolo di circa 150°.

**Movimento di proiezione anteriore e posteriore.** Durante tale movimento la mandibola viene spinta in avanti e tirata indietro (protrusione e retrazione). Gli assi di movimento decorrono parallelamente all'asse mediano e attraverso la testa del condilo.

**Movimento di lateralità.** Durante tale movimento il condilo verso il quale avviene il movimento (lato lavorante) effettua una rotazione intorno ad un asse pressoché perpendicolare che passa attraverso la sua testa; diversamente, il condilo dal lato opposto si muove in avanti e verso l'interno in un movimento traslatorio (lato bilanciante). L'ampiezza del movimento di lateralità della mandibola viene



misurata in gradi e definita angolo di Bennet.

Muscolo, capsula e disco formano un sistema funzionale che coopera durante l'apertura e la chiusura della bocca, a bocca chiusa la testa del condilo è alloggiata nella fossa mandibolare dell'osso temporale e rimane lì fino ad una apertura di 15°, dopo i 15° la testa del condilo si sposta in avanti sul tubercolo articolare, in tal modo l'asse articolare, con decorso trasversale attraverso il condilo, si spinge in direzione ventrale. (Michael Schunke, Erik Schulte, Udo Schumacher Prometheus. 2019).

### **Muscoli masticatori**

La forza indispensabile al movimento mandibolare è assicurata da un consistente apparato muscolare (definito dei muscoli masticatori) costituito da quattro paia di muscoli: massetere; temporale; pterigoideo esterno; pterigoideo interno.

- Il massetere ha origine dall'arco zigomatico e si estende in direzione caudale fino alla faccia laterale del bordo inferiore del ramo mandibolare. È suddiviso in una porzione superficiale, con un decorso principalmente postero-anteriore, e una porzione profonda, con un decorso prevalentemente verticale. La contrazione del massetere provoca l'elevazione della mandibola ed è considerato un muscolo di potenza.
- Il muscolo temporale ha origine dalla fossa temporale e si inserisce sul processo coronoideo e sul margine anteriore del ramo mandibolare. Quando si contrae, solleva la mandibola. Questo muscolo può essere suddiviso in tre settori: il settore anteriore, con fibre principalmente verticali, solleva la mandibola verticalmente; il settore medio, con fibre principalmente oblique, solleva e protrude la mandibola; il settore posteriore, con fibre principalmente orizzontali, ha una funzione controversa.
- Il muscolo pterigoideo mediale ha origine dalla fossa pterigoidea e si estende posteriormente e inferiormente per inserirsi sulla superficie mediale dell'angolo mandibolare. La sua contrazione solleva e protrude la mandibola.
- Il muscolo pterigoideo laterale ha origine dalla lamina pterigoidea laterale

e si dirige anteriormente verso il polo mediale del condilo, inserendosi sulla capsula articolare, sul disco e sul collo del condilo. La sua contrazione induce un movimento laterale della mandibola verso il lato opposto.

- I muscoli digastrici, i muscoli sopra-ioidei ed i muscoli sotto-ioidei, pur non essendo considerati dei muscoli masticatori, hanno comunque un ruolo nella funzione masticatoria.
- Il muscolo digastrico origina dal processo mastoideo, si inserisce con il tendine intermedio sull'osso ioide e giunge alla fossetta digastrica della mandibola posta sulla superficie linguale della mandibola in prossimità della linea mediana. Con la contrazione dei digastrici la mandibola viene abbassata e protrusa. Stabilizzata la mandibola, i muscoli digastrici partecipano della deglutizione.
- I muscoli sopra-ioidei si inseriscono tra mandibola ed osso ioide; i muscoli sotto-ioidei prendono, invece, inserzione tra osso ioide, clavicola e sterno. Questi muscoli coordinano la funzione mandibolare insieme con i gruppi muscolari del capo e del collo (Martini, Tallitsch, & Nath, 2016).

### **Legamenti**

Come in qualsiasi sistema articolare, anche nell'articolazione temporo-mandibolare sono presenti dei legamenti che hanno il compito di proteggere le strutture articolari. Dal punto di vista istologico, i legamenti sono costituiti da fibre di collagene, il che li rende resistenti alla tensione. Pur non partecipando direttamente alla funzione articolare, essi agiscono come mezzi di contenimento e di limitazione del movimento articolare.

I legamenti funzionali che sostengono l'articolazione temporo-mandibolare includono: i due legamenti collaterali, il legamento capsulare, il legamento temporo-mandibolare, il legamento sfenomandibolare e il legamento stilomandibolare.

- I legamenti collaterali connettono i margini mesiale e laterale del disco ai poli del condilo. Questi legamenti limitano lo spostamento del disco dal condilo e sono responsabili del movimento a cerniera dell'articolazione temporo-mandibolare tra il disco e il condilo mandibolare.

- I legamenti discali sono dotati di vascolarizzazione e innervazione, che trasmette informazioni sulla posizione e sul movimento articolare. Lo stiramento di questi legamenti può causare dolore.
- Il legamento capsulare circonda completamente l'intera articolazione temporo- mandibolare, trattenendo così il liquido sinoviale. È riccamente innervato e partecipa al meccanismo di feedback propriocettivo riguardante la posizione e il movimento dell'articolazione temporo-mandibolare.
- Il legamento temporo-mandibolare rinforza il lato laterale del legamento capsulare. È costituito da fibre robuste e rigide e si divide anatomicamente in una porzione obliqua esterna e una porzione orizzontale interna. Questo legamento funziona come contenimento, fulcro e protezione del tessuto retro- discale dal trauma.
- Il legamento sfenomandibolare è uno dei due legamenti accessori dell'articolazione temporo-mandibolare. Ha origine dall'osso sfenoide e si inserisce sulla lingula, una protuberanza ossea sulla superficie mediale del ramo mandibolare. Le sue funzioni rispetto alla cinetica mandibolare non sono completamente note.
- Il legamento stilomandibolare è il secondo legamento accessorio dell'articolazione temporo-mandibolare. Origina dal processo stiloideo e si dirige in avanti e verso il basso, inserendosi sul bordo posteriore della branca mandibolare. Ha il compito di limitare il movimento di protrusione.

### **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 ÷ 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

Per poter essere definita ideale l'occlusione deve presentare determinate caratteristiche, che prendono il nome da chi le ha postulate, le sei chiavi dell'occlusione di Andrews.

1° Rapporto inter-arcata: la prima delle sei chiavi è definita dal corretto contatto tra i denti dell'arcata superiore e quelli dell'arcata inferiore, in particolare dal contatto tra primo molare superiore e primo e secondo molare inferiore, e dal contatto del canino superiore con il canino e il primo premolare inferiore.

2° Angolazione delle corone: ogni dente deve avere la sua specifica angolazione mesio-distale dell'asse longitudinale rispetto al piano oclusale.

3° Torque delle corone: ogni dente deve avere la sua giusta e specifica torque. Il torque è la versione palato-vestibolare di ogni singolo elemento dentale, cioè la posizione spaziale del corpo dentale che ad esempio, in una posizione corretta, porta gli incisivi superiori ad avere la corona maggiormente vestibolarizzata rispetto alla radice

4° rotazione: Ogni dente deve essere esente da rotazioni indesiderate. Gli elementi dentali ruotati occupano, ad esempio, uno spazio maggiore o minore. Le rotazioni determinano inoltre precontatti oclusali, spostando le cuspidi di centrica in zone diverse dalle fosse.

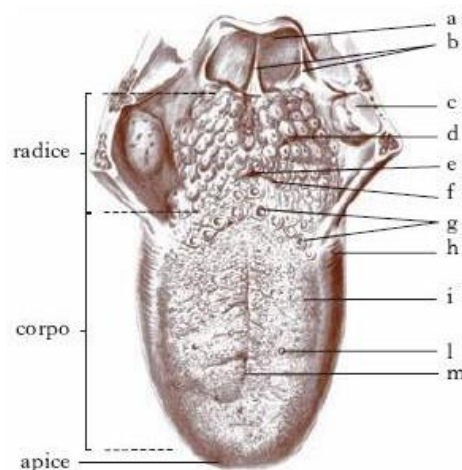
5° Punti di contatto: l'occlusione ideale deve essere caratterizzata da punti di contatto molto serrati, al fine di evitare spaziature.

6° Piano oclusale: Uno degli obiettivi del trattamento è ottenere un piano oclusale piano. Una curva di Spee profonda significa spazio per i denti mascellari. Una curva di Spee inversa determina affollamento dentario nella mandibola e spazi nel mascellare (Ash, 2007).

## 1.2 Lingua e deglutizione

### Anatomia

La lingua è costituita da uno scheletro fibroso e da muscoli striati intrinseci (originano e si inseriscono nella lingua) ed estrinseci (originano o terminano al di fuori della lingua) che si incrociano ad angolo retto. Delle parti libere, l'inferiore è liscia, mentre la superiore presenta anteriormente delle papille e posteriormente dei rilievi maggiori. Il confine tra il corpo e la radice della lingua è dato dalla V linguale. La lingua è principalmente un organo senza una struttura ossea o cartilaginea, il che le consente di mantenere un volume costante anche durante la contrazione dei muscoli. Attraverso una contrazione selettiva dei muscoli, la lingua può creare un supporto rigido che permette la contrazione di specifiche fibre muscolari, generando movimenti mirati e selettivi (Takemoto, 2001).



**Figura 1** - La lingua è situata per i due terzi anteriori nella cavità orale, per il terzo posteriore nella faringe (Enciclopedia Treccani).

La lingua si divide in tre zone Corpo, Apice e Radice, ed è rivestita da una mucosa. La mucosa è formata da epitelio pavimentoso stratificato non cheratinizzato che aderisce tenacemente alla sottostante massa muscolare, specie in corrispondenza della superficie dorsale del corpo, dove la sottomucosa è praticamente assente. Sulla superficie superiore del corpo della lingua, che appare più rugosa, si possono distinguere quattro tipi di papille: Circumvallate, Fungiformi, Foliate e Filiformi

- Le papille Circumvallate, così chiamate per la loro struttura a forma di vallo, con un

grande fossato attorno. Sulle pareti del vallo si trovano i calici gustativi e sul fondo del vallo si trovano le ghiandole di von Ebner, che producono un liquido sieroso. Questo liquido serve per lubrificare il vallo, prevenire infezioni e aiutare a sciogliere il cibo all'interno del vallo, facilitandone la percezione da parte dei bottoni gustativi. Le papille circumvallate, 10 o 12 in totale, costituiscono la cosiddetta "V linguale" e si trovano sul lato posteriore del corpo della lingua, affondate nella mucosa. Sulla superficie apicale, l'epitelio è liscio e sono presenti molti calici gustativi lateralmente, fino a circa 250.

- Le papille Fungiformi hanno una struttura bozzoluta e sono sparse tra le papille filiformi. Presentano una caratteristica forma a fungo, con un peduncolo e una superficie libera a sfera appiattita. L'epitelio è pavimentoso stratificato non cheratinizzato e spesso presenta calici gustativi sulla sommità. Le papille fungiformi sono più numerose all'apice della lingua.
- Le papille Foliate sono situate ai margini del corpo linguale, di fronte al pilastro glossopalatino. Contengono la maggior parte dei calici gustativi e presentano ghiandole a secrezione sierosa che si aprono alla loro base.
- Le papille Filiformi sono le più numerose e si trovano su tutta l'area antistante alla "V linguale" e ai margini della lingua. Sono lunghe circa 2-3 mm, hanno un asse connettivale e terminano con un'estremità epiteliale appuntita costituita da cellule piatte che si cheratinizzano all'apice della papilla. Le papille filiformi svolgono principalmente una funzione meccanica, aggrappando il cibo, e una funzione nervosa, tattile. Grazie alla loro grande quantità, contribuiscono alla grande precisione tattile della lingua.

### **Ghiandole linguali**

La lingua presenta anche ghiandole tubulo-acinose composte, a secrezione sierosa, mucosa o mista. Le ghiandole anteriori sono presenti soprattutto sulla faccia ventrale (inferiore), sboccano ai lati del frenulo linguale, sono ghiandole sottomucose e hanno secrezione mista; le ghiandole laterali sono ghiandole intramuscolari (cioè, si trovano all'interno dei fascetti muscolari della lingua) e raggiungono l'epitelio con un lungo dotto escretore; si trovano soprattutto nei margini laterali, invadono anche il muscolo palatoglosso e hanno una secrezione mista. Le ghiandole posteriori si dividono in superficiali e profonde: le superficiali sono ghiandole sottomucose che si trovano a livello della tonsilla linguale e sboccano nelle cripte epiteliali, la loro secrezione è mucosa; le profonde sono quelle di von Ebner, che si trovano nelle papille vallate e hanno una secrezione sierosa.

## Muscolatura lingua

La muscolatura della lingua si costituisce a partire dai mioblasti del miotoma occipitale che migrano nella lingua lungo le vie larghe. I muscoli della lingua si dividono in estrinseci ed intrinseci. I muscoli estrinseci connettono la lingua a strutture vicine come la mandibola, l'osso ioide, il palato, l'osso temporale e la faringe. Questi includono:

- **Genioglosso:** il muscolo genioglosso nasce dal ginocchio della mandibola inferiore che origina dal primo arco branchiale. È il più grande muscolo della lingua, a forma triangolare, che si estende nel centro della lingua e ha origine dalla spina mentale della mandibola, inserendosi poi nell'osso ioide. Le sue fibre contratte possono protrudere la punta della lingua o generare movimenti in avanti e verso l'alto o appiattare la lingua nella regione velare (Grimaldi, 2009).
- **Stiloglosso:** proviene dal primo e dal secondo arco branchiale. ha forma allungata e origina dall'apice del processo stiloideo e dalla parte alta del legamento stilomandibolare, per poi portarsi in basso, avanti e medialmente, inserendosi nell'apice e nel setto linguale. La sua contrazione solleva e spinge dorsalmente la lingua, causando un accumulo del dorsum della regione velare (Grimaldi, 2009).
- **Ioglosso:** il muscolo ioglosso è il più grande dei muscoli estrinseci della lingua. Si estende dalla mascella, dalla mandibola e dall'osso linguale fino alla base della lingua. È coinvolto nel sollevamento e nella depressione della lingua, nonché nella sua retrazione e protrusione
- **Glossopalatino:** partecipa alla costituzione dell'arco glossopalatino. Prende origine dalla faccia anteriore dell'aponeurosi palatina e raggiunge, decorrendo in basso e in avanti, l'estremità posteriore del margine laterale della lingua dove i suoi fasci divergono portandosi in parte trasversalmente per inserirsi al setto linguale e in parte dirigendosi in avanti, insieme ai fasci del muscolo stiloglosso.
- **Condroglosso** è un muscolo estrinseco della lingua; contraendosi, trae la lingua in basso e indietro. Origina dal piccolo corno dell'osso ioide e si porta in alto e in avanti; raggiunta l'estremità posteriore del margine laterale del corpo linguale, i suoi fasci si espandono terminando sul muscolo longitudinale inferiore.
- **Amigdaloglosso** è un muscolo estrinseco della lingua; contraendosi, solleva la base della lingua, applicandola contro il velo palatino. È un sottile fascio muscolare che origina dall'aponeurosi faringea, nel tratto che riveste esternamente la tonsilla palatina.

I muscoli intrinseci, invece, hanno origine e inserzione all'interno della lingua stessa, formando una matrice tridimensionale di fibre motorie. Questi includono:

- Muscolo superiore longitudinale (SL): situato subito sotto la superficie della lingua, permette il suo accorciamento e la curvatura verso l'alto della lamina.
- Muscolo inferiore longitudinale (IL): posizionato al di sotto del muscolo superiore longitudinale, consente di abbassare la punta della lingua.
- Muscolo trasverso e verticale (TV): il primo va da lato a lato della lingua, mentre il secondo si estende infero-lateralmente dal dorso della lingua, entrambi consentono l'abbassamento e l'appiattimento della superficie linguale. Questo complesso muscolare è responsabile dei movimenti fini della lingua e degli adattamenti necessari per assumere forme diverse (Grimaldi, 2009).

### **Innervazione lingua**

La lingua è innervata dai nervi cranici, che dividono la loro funzione in motoria e sensitiva.

Dal funzionamento dei 6 nervi cranici dipende una buona deglutizione.

- Nervo trigemino (5° paio) è il più voluminoso dei nervi encefalici. Deve il suo nome al tipo di distribuzione periferica che ha luogo attraverso le tre branche in cui si divide: il nervo oftalmico, il nervo mascellare e il nervo mandibolare. È un nervo misto costituito da un contingente maggiore di fibre sensitive somatiche e da un minor numero di fibre motrici somatiche. Alle tre branche del nervo trigemino si trovano annessi diversi gangli parasimpatici: il ganglio ciliare, il ganglio sfeno-palatino i gangli sottomandibolare sottolinguale e il ganglio ottico, ai quali giungono fibre pregangliari da altri nervi encefalici e il ganglio semilunare al cui margine concavo, posteriore, giungono la radice sensitiva quella motrice del trigemino; dal margine convesso, anteriore del ganglio si staccano le tre branche del trigemino: in alto e medialmente il nervo oftalmico, al centro il nervo mascellare, in basso e in fuori il nervo mandibolare
- Nervo facciale (7° paio) comprende due distinti nervi, il nervo facciale propriamente detto e il nervo intermedio del Wrisberg. Il nervo facciale propriamente detto è composto da fibre motrici somatiche che originano nel ponte, dal nucleo del nervo facciale, e provvedono all'innervazione dei muscoli mimici e di altri muscoli derivati embriologicamente dal secondo arco branchiale. Contiene inoltre fibre parasimpatiche pregangliari originate dal nucleo muconasolacrimale che recano stimoli effettori per la ghiandola lacrimale e le



ghiandole della mucosa del naso del palato. Il nervo intermedio del Wrisberg comprende fibre sensitive somatiche e viscerali che hanno un'origine comune nel ganglio genicolato e che si distribuiscono ai due terzi anteriori della lingua, dove raccolgono la sensibilità gustativa specifica e vanno inoltre ad una ristretta area cutanea del padiglione auricolare. I prolungamenti centrali di queste fibre sensitive mettono capo al nucleo del fascicolo solitario, per la sensibilità gustativa, e al nucleo della radice discendente del trigemino per la sensibilità generale. Il nervo intermedio comprende anche fibre pregangliari parasimpatiche che originano dal nucleo salivatorio superiore e recano stimoli effettori viscerali per le ghiandole sottomandibolare e sottolinguale e per le ghiandole salivari minori. Il 7° paio emerge dal tronco encefalico in corrispondenza della fossetta sopraolivare ai limiti tra bulbo e ponte; passa poi sopra il cervelletto e procede insieme al nervo statoacustico verso il meato acustico interno, dove si immettono nel canale faciale. All'uscita del canale faciale il nervo si immette nella loggia carotidea, e cede i suoi rami terminali: il tronco temporotaciale e il tronco cervico faciale

- Nervo glossofaringeo (9° paio) è un nervo misto che contiene un esiguo numero di fibre motrici somatiche che originano dal nucleo ambiguo del midollo allungato e si distribuisce al muscolo costringitore superiore della faringe e al muscolo stilofaringeo, fibre effettrici viscerali nascono nel bulbo dal nucleo salivatorio inferiore e recano stimoli secretori per la ghiandola parotide e per le ghiandole salivari minori. Le fibre sensitive somatiche, prolungamenti di neuroni del ganglio superiore raccolgono alla periferia stimoli sensitivi della mucosa della cassa del timpano, della tuba uditiva e di un ristretto territorio del padiglione auricolare e inviano alla radice discendente del nervo trigemino; le fibre sensitive viscerali infine originano dal ganglio petroso e trasmettono al nucleo del tratto solitario stimoli viscerali superficiali raccolti dai recettori gustativi del terzo posteriore della lingua. Le fibre delle quattro componenti sopra descritte emergono in corrispondenza del solco laterale posteriore del bulbo e si dirigono verso il foro giugulare; passa infine tra la vena giugulare e l'arteria carotide interna giungendo poi sulla parete laterale del faringe. Qui emette rami per la radice della lingua nella quale penetra formando un plesso di rami terminali e rami linguali
- Nervo vago o pneumogastrico (10° paio) è un nervo misto, costituito da tutte e quattro le componenti di fibre, somatiche e viscerali. È il più lungo dei nervi encefalici ed è di notevole importanza in quanto porta un grosso contingente di fibre effettrici viscerali

(parasimpatiche) che innervano la maggior parte dei visceri del torace e dell'addome. La componente effettrice viscerale è rappresentata da fibre pregangliari che originano dalla porzione media e caudale del nucleo motore dorsale del vago e recano stimoli effettori al cuore, alla parete dell'aorta e dei suoi grossi rami, alle ghiandole ed alla muscolatura liscia delle vie respiratorie, dell'apparato digerente e di una parte dell'apparato urinario; le fibre pregangliari mettono capo a gangli e ad agglomerati di cellule gangliari parasimpatiche dislocati in vicinanza dell'organo che viene innervato.

La componente di fibre motrici somatiche si distribuisce alla muscolatura striata della faringe, della laringe e della parte prossimale dell'esofago; l'origine reale delle fibre ha luogo nella porzione caudale del nucleo ambiguo, che è comune anche al nervo glosso faringeo. Le fibre sensitive viscerali del nervo vago originano nel ganglio nodoso o plessiforme: i prolungamenti periferici dei protoneuroni pseudounipolari raccolgono stimoli della sensibilità viscerale generale dal seno aortico e dal glomo aortico, oltre che dalla mucosa della laringe, della faringe, della trachea, dell'esofago e degli altri visceri toracici ed addominali. I prolungamenti centrali dei protoneuroni del ganglio nodoso si recano, nel bulbo, al nucleo del tratto solitario. Le fibre sensitive somatiche rappresentano un contingente esiguo. Hanno origine dal ganglio giugulare, raccolgono stimoli sensitivi da un piccolo territorio cutaneo dal padiglione dell'orecchio e inviano al nucleo della radice discendente del trigemino.

Il nervo vago emerge in corrispondenza del solco laterale posteriore del bulbo; dalla sede di emergenza converge in alto, lateralmente ed in avanti, piega in basso passando nel foro giugulare, e, attraversando il collo si avvicina all'arteria carotide interna e alla vena giugulare interna, costituendo il fascio vascolonervoso del collo. Alla base del collo il nervo vago di destra scende anteriormente all'arteria succlavia, il nervo vago di sinistra decorre tra l'arteria carotide comune, che gli è posta davanti e l'arteria succlavia, che è situata posteriormente. All'entrata nel torace il nervo vago di destra passa dietro alla vena cava superiore e si avvicina progressivamente alla trachea. Prosegue posteriormente al bronco destro, tra questo e il tratto terminale della vena azygos e, risolvendosi in numerosi rami fra loro anastomizzati, si dispone a ridosso della parete posteriore dell'esofago. Il nervo vago di sinistra imbecca l'apertura superiore del torace decorrendo posterolateralmente all'arteria carotide comune. Incrocia poi l'arco dell'aorta, passando tra questo e la pleura mediastinica, decorre posteriormente al bronco sinistro e, come il vago di destra, si risolve in una serie di

rami fra loro anastomizzati che scendono lungo la parete anteriore dell'esofago. I nervi vaghi entrano quindi nella cavità addominale, passando attraverso l'orifizio esofageo del diaframma. Il nervo vago di destra scende dietro l'esofago, poi dietro al cardia e prosegue sulla parete posteriore dell'addome giungendo fino al tronco celiaco, dove termina nel ganglio celiaco di destra. Al ganglio celiaco di destra giunge anche il ramo terminale del nervo grande splancnico. Nervo vago e nervo grande splancnico di destra, confluendo ai due poli opposti del granchio celiaco, formano l'ansa memorabile (di Wrisberg). Il nervo vago di sinistra si prolunga dall'esofago sulla faccia anteriore dello stomaco, suddividendosi in numerosi rami che si raggruppano nei pressi della piccola curvatura e costituiscono il plesso gastrico anteriore. Il plesso gastrico posteriore deriva dai rami collaterali del nervo vago di destra che si anastomizzano sulla faccia posteriore dello stomaco, vicino alla piccola curvatura.

- Il nervo vago invia lungo il suo decorso numerosi rami collaterali: alcuni nascono nel collo, altri nel torace altri poi nella cavità addominale.
- Rami collaterali cervicali: il nervo vago emette nel collo numerosi rami anastomotici: un ramo anastomotico per il ganglio cervicale superiore della catena dell'ortosimpatico; rami anastomotici per il nervo glossofaringeo, il nervo accessorio, il nervo ipoglosso e i primi nervi spinali. Emette poi altri importanti rami collaterali per le meningi, per i visceri del collo e del torace.
- Rami collaterali toracici: i rami collaterali della porzione toracica del nervo vago hanno, per la maggior parte, aspetto plessiforme.
- Rami collaterali addominali: la distribuzione dei due nervi vaghi nella cavità addominale avviene con modalità differente. Il vago di sinistra discende sulla faccia anteriore dello stomaco, in prossimità della piccola curvatura e si suddivide in numerosi rami fra loro anastomizzati che costituiscono il plesso gastrico anteriore. Da questo plesso nascono rami gastrici per la parete anteriore dello stomaco e rami epatici che risalgono all'ilo del fegato passando nel piccolo omento e contribuiscono alla formazione del plesso epatico. Il vago di destra cede alla parete posteriore dello stomaco alcuni rami che si anastomizzano fra loro in prossimità della piccola curvatura, formando il plesso gastrico posteriore. Da questo nascono rami gastrici per la parete posteriore dello stomaco. La maggior parte delle fibre del nervo vago scende fino al plesso celiaco dell'ortosimpatico, terminando all'estremità mediale del ganglio celiaco. Dal plesso

celiaco le fibre del nervo vago si distribuiscono, unitamente alle fibre ortosimpatiche, nelle diramazioni del plesso celiaco stesso: i plessi pari, quali il plesso frenico, surrenale, renale e ovario o spermatico; i plessi impari, quali il plesso lienale, epatico, gastrico superiore e mesenterico superiore. Sono esclusi dall'innervazione vagale la parte del colon che a seguito alla flessura sinistra, il retto, la vescica e gli organi genitali della pelvi con i corpi cavernosi.

- Nervo accessorio (11° paio) è formato esclusivamente da fibre motrici somatiche che originano dal nucleo dell'accessorio posto alla base delle corna anteriori dei primi neuomeri del midollo spinale. Si distribuisce ad una parte del muscolo trapezio e al muscolo sternocleido- mastoideo. Nasce con diverse radicole che si distaccano della faccia laterale del midollo spinale, in corrispondenza dei primi quattro segmenti cervicali. Le radicole attraversano lo spazio subaracnoideo del midollo e accollandosi in unico tronco risalgono nella cavità cranica passando per il foro occipitale. Il nervo si piega quindi in fuori verso il foro giugulare che attraversa raggiungendo così la faccia profonda del muscolo sternocleidomastoideo e del muscolo trapezio dopo aver attraversato la parte alta della fossa sopraclaveare.
- Nervo ipoglosso (12° paio) è composto esclusivamente da fibre motrici somatiche che originano dal nucleo del nervo ipoglosso sito nella parte dorsale del bulbo; innerva i muscoli della lingua e delle regioni sopra e sottoioidea, emerge poi dal bulbo nel solco anterolaterale con una serie longitudinale di radicole. Queste confluiscono in due o tre tronchi e poi formano un unico nervo che fuoriesce dalla cavità cranica passando per il canale omonimo dirigendosi verso la radice della lingua. Decorre inizialmente dietro i muscoli Stiliani e al fascio vascolo nervoso del collo, passa poi tra l'arteria carotide interna e il nervo vago situati medialmente e la vena giugulare interna posta lateralmente. Raggiunta la regione sopra ioidea, si applica sulla superficie esterna del muscolo ipoglosso, tra questo e la ghiandola sottomandibolare. Assume poi un decorso orizzontale e parallelo all'osso ioide e insieme alla vena linguale giunge alla loggia sottolinguale dove si suddivide in un ciuffo di rami terminali, rami linguali, distribuendosi ai muscoli intrinseci della lingua.

### **Deglutizione fisiologica e disfunzionale**

La deglutizione è un atto fisiologico d'importanza vitale per l'organismo umano. Si deglutisce 1400/1800 volte al giorno (circa una volta al minuto) e ad ogni atto di

deglutizione la spinta che la lingua esercita sul palato varia da trecento grammi fino ad arrivare a tre chilogrammi. Ogni atto deglutitorio mette in funzione sinergicamente 68 muscoli e durante la deglutizione si portano a contatto i denti e quindi si crea una tensione occlusale. In condizioni fisiologiche la lingua, quando si deglutisce, ha la sua estremità anteriore su di una piccola area ben determinata del palato, compresa tra la base degli incisivi centrali superiori e la prima ruga palatina, che viene chiamata "spot palatino" mentre il dorso linguale si adagia sul palato. In questa zona sfoccano le terminazioni del nervo naso-palatino (o nervo vi diano), ramo della seconda branca del nervo trigemino. Halata e Baumann hanno riscontrato nello spot palatino una grandissima concentrazione di esterocettori (Halata & Baumann, 1999), con funzione di informare il sistema nervoso centrale sulle tensioni muscolari e di conseguenza sui cambiamenti posturali della regione. La posizione della lingua e quindi l'atto deglutitorio sono dunque in grado di influenzare in modo marcato l'assetto posturale (Alghadir, Zafar, & Iqbal, 2015). Nel 1979 si è evidenziato come la neurotomia trigeminale modifichi i potenziali vestibolari, determinando un incremento nell'ampiezza del 30-50% delle onde N1 e N2, mentre la configurazione e la latenza rimangono inalterate (Petrosini, Troiani, & Zannoni, 1979).

### **Rapporto tra corteccia e deglutizione**

La deglutizione è una complessa funzione sensorimotoria che coinvolge attività volontarie e riflesse per spostare saliva, liquidi e cibi solidi dalla cavità orale, attraverso la faringe e l'esofago.

In condizioni fisiologiche, la lingua durante la deglutizione tocca il palato dietro la papilla incisale e la sua punta preme su questo punto. Quest'area è chiamata anche "spot" dai terapisti miofunzionali e sembra agire come un relè naturale tra i recettori del palato e la corteccia cerebrale. È stato riscontrato che nei pazienti che soffrono di deglutizione disfunzionale, la lingua in condizioni di riposo può essere posizionata lontano dal palato, a causa dell'attività prevalente del muscolo genioglosso, caratteristica di una lingua spesso spinta in avanti o tra le arcate dentarie. Il muscolo genioglosso è il più grande della lingua, seguito dal trasverso, che insieme rappresentano quasi il 40% della massa della lingua. Poiché entrambi i gruppi muscolari sono coinvolti nel mantenimento della pervietà delle vie aeree spostando la lingua anteriormente, ci si aspetta che causino attivazioni diverse delle aree corticali e sottocorticali rispetto alla deglutizione con

spinta della lingua contro il palato. Nella diagnosi clinica, i pazienti che non mantengono la punta della lingua sullo "spot" durante la deglutizione, presentano spesso anomalie posturali e una non corretta distribuzione del peso corporeo. La tecnica della risonanza magnetica funzionale (fMRI) viene utilizzata da oltre vent'anni per studiare le rappresentazioni corticali durante le attività di deglutizione. È stato suggerito che la deglutizione sia multifocale, essendo associata all'attivazione di regioni insulari della corteccia, della corteccia premotoria/sensoriale e del giro cingolare anteriore. È stato inoltre riportato che l'attivazione corticale è associata alla deglutizione volontaria di boli di saliva e acqua. I focolai di attivazione più importanti legati alla deglutizione corrispondono alle cortecce pericentrali e perisilviane laterali, alla corteccia cingolata anteriore (ACC) e all'adiacente area motoria supplementare (SMA), all'insula destra, all'opercolo e al precuneo. Inoltre, l'elevazione della lingua attiva un volume totale di corteccia maggiore rispetto alle attività di deglutizione, con un'attivazione significativamente maggiore all'interno dell'ACC, della SMA, del giro precentrale e postcentrale destro, della corteccia premotoria, del putamen destro e del talamo, causata dalla stimolazione dello spot palatale.

È stato documentato da decenni che esistono due tipi di movimenti di deglutizione e che quello con protrusione della lingua non è fisiologico perché si realizza con un significativo reclutamento di altri muscoli. Mancava una chiara controparte neurofisiologica che questo studio si proponeva di risolvere visualizzando il reclutamento aggiuntivo di aree neurologiche, per confermare che la deglutizione con protrusione della lingua non è efficiente da un punto di vista neuromuscolare. In futuro, altri studi potranno concentrarsi sulla deglutizione con protrusione della lingua tipica delle persone con respirazione nasale insufficiente o con apnea notturna e su tutti i casi che richiedono lo studio delle funzioni di deglutizione e respirazione con implicazioni sulla risposta cerebrale. Dall'analisi della letteratura emerge che gli studi fatti in precedenza fino ad oggi si sono occupati della valutazione della deglutizione per correlare le aree cerebrali danneggiate con la presenza o il tipo di disfagia. Molti studi si concentrano sugli effetti dell'ictus sulla deglutizione, mentre un numero minore di studi clinici si è concentrato sulla deglutizione in altre condizioni neurologiche come la malattia di Parkinson, la malattia di Alzheimer o le lesioni cerebrali traumatiche. Per quanto riguarda il controllo centrale della deglutizione atipica e fisiologica, mancano

studi clinici e quelli disponibili sono datati. Pertanto, lo scopo di questa indagine è stato quello di chiarire la rappresentazione corticale di due compiti motori legati alla deglutizione, ovvero la protrusione della lingua (deglutizione disfunzionale simulata) e l'elevazione della lingua (deglutizione fisiologica) attraverso l'uso della fMRI.

L'ipotesi era che la protrusione della lingua fosse un movimento di compensazione e non un evento fisiologico, e che quindi potesse attivare maggiormente le aree corticali e sottocorticali legate alla coordinazione del movimento, al contrario dell'elevazione della lingua, presente nella deglutizione fisiologica che quindi potesse attivare maggiormente le aree corticali sensorimotorie piuttosto che le aree sottocorticali (Scoppa F., Bianco G., Pirino A., 2020).

## **1.2 Le catene miofasciali**

Le catene miofasciali possono essere considerate un "Continuum tridimensionale di tessuti connettivi che permeano il corpo, consentendo a tutti i sistemi corporei di operare in modo integrato". Prima di conoscere le catene miofasciali, gli antichi anatomisti, hanno sempre descritto il sottocute come una struttura formata da uno strato adiposo e uno carnoso. Al di sotto di questi, vi era la "*membrana muscolorum communis*". Questa è la struttura legata ai muscoli. Solo verso la fine del diciannovesimo secolo, Camper, Colles e Scarpa, studiando la formazione di ernie inguinali, dimostrarono la presenza di uno strato fibroso nell'ipoderma che definirono "fascia".

Nel 2006 in seguito alla dissezione di alcuni cadaveri in laboratorio, Thomas Myers ha dimostrato l'esistenza delle connessioni, o catene miofasciali, riuscendo a sezionare e isolare la rete fasciale e connettivale dai tessuti molli circostanti. Secondo Myers la muscolatura non è un singolo apparato articolare, ma un'unione di fasce estese longitudinalmente in tutto il corpo che operano sinergicamente definendo postura e movimenti. Una definizione più recente, del 2019, descrive la fascia come un tessuto che contiene caratteristiche in grado di rispondere a stimoli meccanici, di supportare, dividere, penetrare, nutrire e collegare tutte le regioni del corpo. Le catene miofasciali forniscono inoltre un ambiente che consente a tutti i sistemi del corpo di svolgere importanti funzioni architettoniche e strutturali, neurologiche, di trasmissione della forza biomeccanica, morfogenesi cellulare e trasmissione del segnale".

La fascia è universalmente considerata tessuto connettivo ricco di fibroblasti e le sue

fibre di collagene presentano proprietà fisiche (elasticità, assorbimento, quantità) differenti nelle diverse direzioni. L'acqua è la componente essenziale per le fibre di collagene, svolgendo funzioni di trasporto di elementi nutritivi e favorendo reazioni bio-chimiche. Essa unita all'acido ialuronico, permette alle fibre di allungarsi ed accorciarsi. Se questa sostanza passa dalla forma liquida (SOL) a quella densa (GEL), lo scorrimento interfibrillare viene compromesso, modificando la sua viscoelasticità e generando dolore.

Le catene miofasciali le distinguiamo in superficiali e profonde. Mentre la prima viene intesa come uno strato fibroso che conferisce integrità alla cute e supporto alle strutture sottocutanee permettendone il normale scivolamento, la fascia profonda si riferisce agli strati densi e fibrosi che interagiscono con il sistema muscolare. La stretta integrazione delle catene miofasciali del nostro organismo va sempre tenuta presente. I muscoli che operano all'interno della rete fasciale seguono la trama del tessuto connettivo e formano linee tracciabili nella miofascia. La loro elasticità dipende da quella dei muscoli vicini ed è influenzata da due fattori: uno strutturale-fisico-fasciale legato alle fibre, e uno nervoso (reclutamento, sincronizzazione, coordinazione). I modelli proposti fin qui, prevedono che ogni abitudine posturale, sforzo, tensione, compensazione, oltre alla maggior parte dei movimenti, siano distribuiti lungo delle linee fasciali. Inoltre, eventi particolarmente stressanti in una regione, possono provocare una reazione a distanza.

Le catene miofasciali hanno il compito di collegare i muscoli attraverso sequenze neuro motorie permettendo movimenti globali. Inoltre, hanno il compito di informare costantemente il sistema nervoso riguardo all'orientamento dei segmenti corporei nello spazio, in termini di direzione e velocità. Ciò avviene grazie ad un sistema di stiramento-accorciamento. Il primo ad individuare le interazioni delle varie parti del corpo umano come una globalità, fu Mezieres, seguito poi da Busquet, da tutta la scuola tedesca e di Padova. È stato però Myers, nei primi anni duemila, ad individuare concatenazioni, definite linee, per il mantenimento della postura. Infatti, vi sono due connessioni miofasciali, che Myers chiama linee funzionali, per le gestualità sportive, e una profonda frontale, collegata alla respirazione diaframmatica.

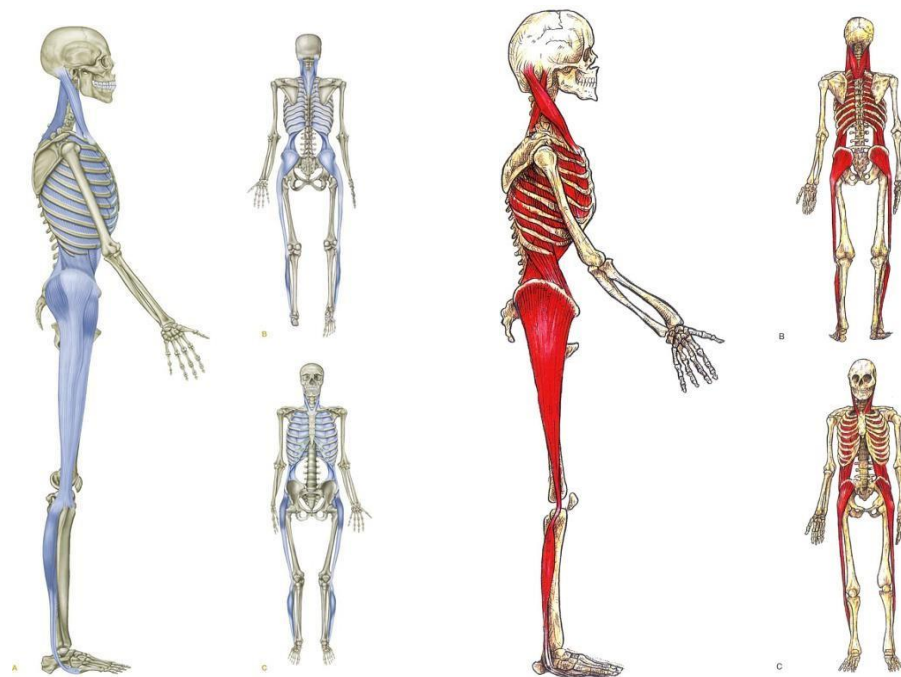
Le catene miofasciali sono: Linea superficiale posteriore; Linea superficiale frontale; Linea laterale; Linea spirale; Linea profonda frontale; Linea del braccio. In questo



elaborato, relativo all'esperienza sperimentale descritta in seguito, verranno approfondite la Linea laterale, la Linea profonda frontale, la Linea spirale e la catena linguale (o anteriore).

### **Linea laterale (LL)**

Un'altra catena che influenza postura e movimento sul piano frontale è la Linea laterale, che attraversa ciascun lato del corpo, partendo dal punto mediale e laterale della metà del piede, passando intorno e all'esterno della caviglia, salendo per il tratto laterale della gamba e della coscia, intrecciandosi lungo il tronco, fino ad arrivare al cranio, nella regione dell'orecchio. La funzione di queste due catene simmetriche poste ai lati del corpo è di bilanciare i movimenti laterali e creare un equilibrio tra le catene anteriore e posteriore. Se si contraggono contemporaneamente svolgono le funzioni della sequenza posteriore.



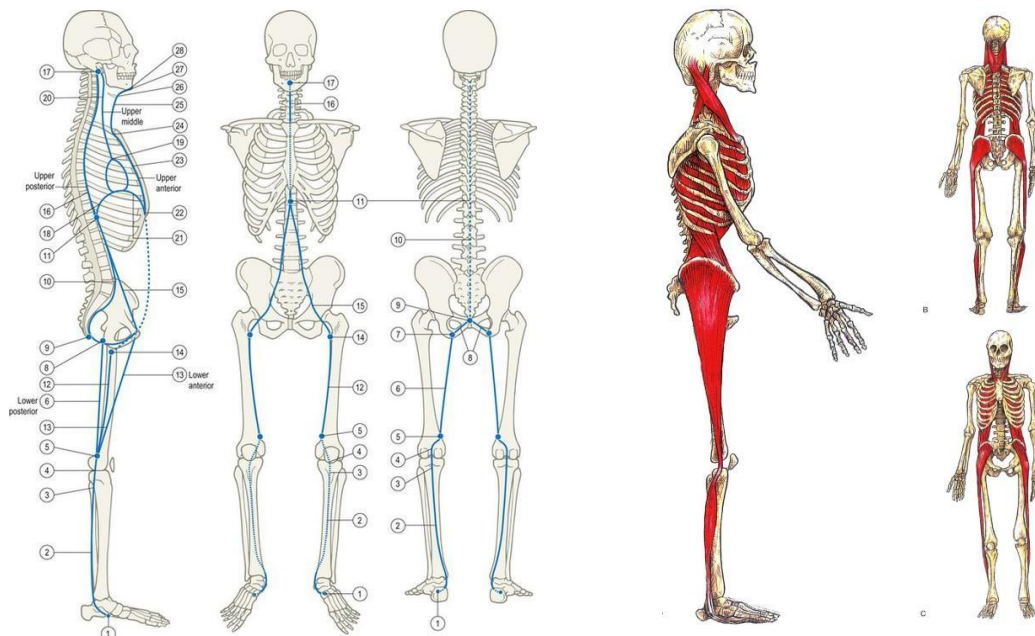
**Figura 2– Linea laterale**

La LL partecipa nella creazione di una curva laterale del corpo, flessione laterale del tronco, abduzione ai fianchi e eversione del piede, ma funge anche da freno regolabile per i movimenti laterali e le rotazionali del tronco. Quando siamo fermi in piedi in appoggio sulle due gambe la sua attivazione è simmetrica e prevalente su quelle anteriore e posteriore che intervengono per il controllo fine dell'equilibrio. In appoggio su una sola gamba avremo

l'attivazione combinata di entrambe le sequenze laterali in associazione a quella mediale che si organizzano tra loro per controbilanciare gli squilibri generati. È una sequenza che si trova molto frequentemente sovraccaricata quando deve intervenire per compensare debolezze o ipertonie delle altre catene: il suo intervento infatti "pianta" il corpo a terra ma origina anche forti sovraccarichi a livello delle articolazioni di ginocchia, anche, regione lombare e cingolo scapolare. Sono inoltre in stretta sinergia con la catena posteriore.

### **Linea profonda frontale (LFP)**

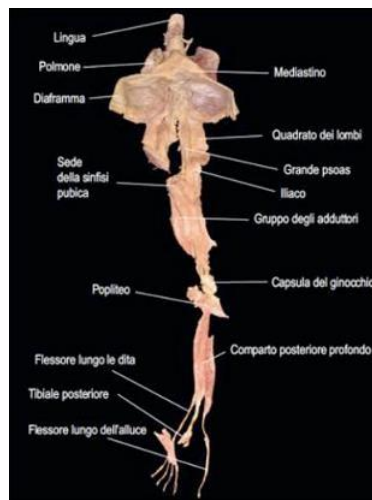
Si trova interposta tra le catene miofasciali delle Linee Laterali, la Linea Superficiale Frontale e la Linea Superficiale Posteriore. Inoltre, è circondata dall'elica delle Linee a Spirale. La LFP ha inizio nella pianta del piede, decorre posteriormente a tibia e perone, dietro l'articolazione del ginocchio e lungo il margine mediale della coscia dove prosegue verso l'alto seguendo il decorso dei muscoli adduttori, psoas, iliaco, pettineo e quadrato dei lombi. Lo psoas e il quadrato dei lombi si connettono direttamente al diaframma, che intimamente legato al pericardio mediante il tendine centrale. Dal pericardio, infine, la fascia prosegue verso l'alto connettendosi a laringe e faringe fino ai muscoli masticatori e della lingua.



**Figura 3 - Linea profonda frontale (LFP)**

Confrontata con le altre linee questa comporta una definizione in uno spazio tridimensionale piuttosto che su una semplice linea. Nella gamba la LFP include molti dei più profondi e più nascosti muscoli di supporto della nostra anatomia, sebbene la linea stessa

sia di natura fondamentale fasciale. Attraverso le pelvi la LFP ha una relazione intima con l'articolazione dell'anca, e mette in relazione l'uno con l'altro il pulsare del respiro e il ritmo del camminare. Nel tronco LFP è adagiata lungo i gangli del sistema nervoso autonomo, tra il nostro telaio neuromotori e più antichi organi di supporto cellulare all'interno della cavità ventrale. Nel collo fornisce la spinta controbilanciata alla trazione sia della FS che della LPS. Una comprensione dimensionale della LFP è necessaria per applicarla con successo a quasi tutti i metodi di terapia manuale o di movimento.



**Figura 4** – Primo tentativo di dissezione della Linea Profonda Laterale mostra la connessione continua di tessuto dalle dita del piede alla lingua, passando per lo psoas (Myers, 2022).

La LFP gioca un ruolo principale nel mantenimento della postura sollevando l'arco interno, stabilizzando ciascun segmento delle gambe, supportando la colonna lombare anteriormente, stabilizzando il petto e permettendo l'espansione e il rilassamento durante la respirazione e supportando la stabilizzazione del cranio; quest'ultima rappresenta una funzione primaria, poiché eventuali traumi a livello cervicale compromettono la salute e quindi la sopravvivenza dell'individuo. La stabilità della testa viene minacciata, in primis, dall'accelerazione positiva e in maniera minore, dall'accelerazione negativa alle quali il capo è soggetto. I muscoli del capo e del collo che contrastano l'accelerazione positiva sono quelli facenti parte dell'asse miofasciale anteriore, e in via accessoria gli SCOM (sternocleidomastoidei), i paravertebrali, il trapezio, ecc.

L'asse miofasciale anteriore, inoltre, comprende i muscoli coinvolti nell'occlusione dentale, e fa parte della LFP. Alla base della teoria delle catene miofasciali vi è il fatto che la

perturbazione di un segmento della catena si ripercuote in maniera discendente e/o ascendente sugli altri segmenti della catena stessa. Quando siamo in presenza di un alterato rapporto tra la mandibola e il mascellare superiore (malocclusione), questo squilibrio si ripercuote su tutto l'asse miofasciale anteriore e quindi su tutta la linea profonda frontale. La disfunzione di un segmento corporeo, che spesso è accompagnata da fenomeni algici, rappresenta in sostanza una perdita di comfort: il sistema posturale si modifica al fine di sgravare questa sgradevole sensazione algica. La perdita del comfort si traduce di conseguenza in un'alterazione delle catene miofasciali, che determina una perturbazione dell'economia e dell'equilibrio. La malocclusione, a sua volta, provoca una ripercussione destabilizzante su queste tre leggi e indebolisce l'asse anteriore, deputato, come affermato prima, alla funzione primaria di stabilizzazione della testa. Tutto ciò viene percepito dal SNC che, come reazione compensatoria, genera una diminuzione della forza muscolare e la perturbazione della postura in statica e in dinamica. La malocclusione causa, dunque, un indebolimento dell'asse miofasciale anteriore e si ripercuote in senso discendente verso altri distretti corporei.

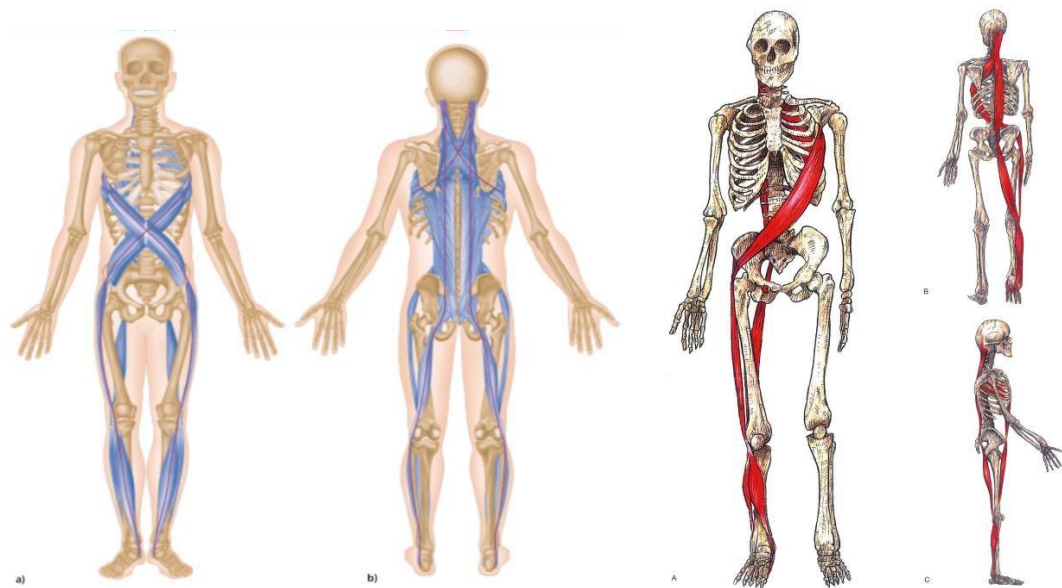
### **Linea spirale**

La linea spirale circonda il corpo come una doppia elica. Collega attraverso la parte alta della schiena ciascun lato del cranio alla spalla opposta. Prosegue intorno alle costole e forma un incrocio all'altezza dell'ombelico arrivando fino all'anca omolaterale. Dall'anca come se fosse una "corda per saltare" la Linea a Spirale percorre la coscia e la tibia anterolaterale fino all'arco mediale longitudinale. Passa sotto il piede e ritorna su per la parte posteriore ed esterna della gamba per giungere all'ischio e alla miofascia degli erettori. Termina, infine, molto vicino a dove era partita nel cranio.

La LS funziona posturalmente per avvolgere il corpo in una doppia spirale che contribuisce a mantenere il bilanciamento tra tutti i piani. La LS connette gli archi del piede con l'angolo pelvico e aiuta a determinare il movimento del ginocchio nella deambulazione. In caso di sbilanciamento la LS contribuisce a creare, compensare e mantenere le torsioni, le rotazioni e gli spostamenti laterali nel corpo.

Molta della miofascia nella LS partecipa inoltre ad altri Meridiani Cardinali (LSP, LSF, LL) come pure alla Linea Profonda del Braccio. In questo modo viene assicurato il coinvolgimento della LS in una molteplicità di funzioni e una disfunzione influenzerà la facilità di funzionamento di queste altre linee. La funzione globale di movimento della LS è

di creare e mediare spirali e rotazioni nel corpo, e di impedire che il tronco e le gambe cedano nelle contrazioni isometriche ed eccentriche.



**Figura 5 – Linea spirale**

## **CAPITOLO 2 - La Forza e le sue manifestazioni: ruolo e implicazioni nel contesto posturale**

### **2.1 Tipologie di forza e contesto posturale**

La forza rappresenta una delle qualità fondamentali del sistema muscolo-scheletrico, essenziale per l'esecuzione dei movimenti, il mantenimento della postura e il controllo dell'equilibrio corporeo. Essa non si limita a una semplice espressione di potenza muscolare, ma riflette un complesso intreccio di fattori biomeccanici, fisiologici e neuromuscolari che interagiscono per garantire stabilità, efficienza e adattamento. Nel contesto posturale, la forza assume un ruolo cruciale, poiché contribuisce a sostenere il corpo contro la forza di gravità, preservando l'allineamento ottimale delle articolazioni e prevenendo compensazioni dannose che possono compromettere la salute muscolo-scheletrica. Le diverse manifestazioni della forza – massimale, resistente, esplosiva, reattiva e isometrica – rappresentano espressioni specifiche di questa capacità, ciascuna con implicazioni uniche per il movimento e la postura. Queste tipologie, pur avendo caratteristiche distinte, sono strettamente correlate e contribuiscono insieme al mantenimento dell'efficienza biomeccanica e del controllo motorio. Una comprensione approfondita delle loro caratteristiche permette di sviluppare strategie mirate per il miglioramento delle prestazioni fisiche e per la prevenzione o la gestione delle disfunzioni posturali. Tuttavia, l'influenza della forza sul corpo umano non può essere analizzata isolatamente. Recenti evidenze

scientifiche sottolineano il ruolo di sistemi integrati, come il sistema fasciale e quello stomatognatico, nella modulazione della forza e nella trasmissione delle tensioni corporee. La fascia, con la sua struttura tridimensionale che collega e sostiene i muscoli, rappresenta un elemento chiave per la trasmissione efficiente delle forze e per il mantenimento della stabilità posturale. Allo stesso modo, l'apparato stomatognatico, attraverso le sue connessioni neuromuscolari e biomeccaniche, può influenzare direttamente la capacità di generare forza e la qualità dell'equilibrio. Verranno analizzate le diverse manifestazioni della forza, le caratteristiche principali e le implicazioni nel contesto posturale. Si approfondiranno le correlazioni tra forza, sistema fasciale e interferenze stomatognatiche, evidenziando come questi elementi interagiscano per influenzare la funzionalità globale del corpo. Dalla analisi emergerà una base teorica solida per comprendere i successivi sviluppi sperimentali e applicativi del lavoro di ricerca.

Andiamo dunque a suddividere ed analizzare a grandi linee le seguenti tipologie di forza:

- Forza massimale
- Forza resistente
- Forza reattiva
- Forza isometrica
- Forza esplosiva

## **2.2 Forza esplosiva**

La forza esplosiva è una qualità muscolare cruciale, definita come la capacità di generare elevati livelli di forza nel minor tempo possibile. Questa caratteristica è determinante in attività che richiedono movimenti rapidi, potenti e ad alta intensità, come salti, sprint, cambi di direzione o tiri esplosivi. La forza esplosiva rappresenta una combinazione di velocità e potenza muscolare, ponendosi alla base di numerose prestazioni atletiche e dinamiche nella vita quotidiana.

Dal punto di vista fisiologico, la forza esplosiva dipende principalmente dalla capacità del sistema neuromuscolare di reclutare rapidamente un elevato numero di unità motorie, con particolare coinvolgimento delle fibre muscolari di tipo II. Dette fibre sono chiamate anche fibre rapide, in quanto altamente specializzate per contrazioni potenti e veloci, ma meno resistenti alla fatica rispetto alle fibre di tipo I. L'attivazione simultanea e rapida delle unità motorie e delle fibre di tipo II è regolata dal sistema nervoso centrale, che ottimizza il

reclutamento e la sincronizzazione delle fibre muscolari per garantire una contrazione rapida ed efficace.

La forza esplosiva può essere suddivisa in due tipologie principali:

- Forza esplosiva reattiva: sfrutta il ciclo allungamento-accorciamento (SSC). Questo meccanismo permette di immagazzinare energia elastica durante una fase eccentrica per rilasciarla rapidamente nella successiva fase concentrica, come avviene nei salti pliometrici o nelle corse in accelerazione.
- Forza esplosiva pura: si manifesta in movimenti in cui non vi è una fase eccentrica precedente e l'energia deve essere generata esclusivamente dalla contrazione concentrica, come in uno scatto da fermo o in un movimento esplosivo isolato.

L'allenamento della forza esplosiva si basa su metodologie specifiche che stimolano il sistema neuromuscolare ad adattarsi a richieste di velocità e potenza. Esercizi pliometrici, come salti verticali, balzi laterali o drop jumps, sono particolarmente efficaci nel migliorare il SSC e nell'incrementare la capacità del corpo di generare energia elastica. Allo stesso modo, esercizi con carichi submassimali eseguiti rapidamente, come lo squat jump o il power clean, aiutano a sviluppare la forza esplosiva pura. Si tratta di una qualità muscolare che non è importante solo per le prestazioni sportive, ma anche per la gestione delle attività dinamiche quotidiane. Una forza esplosiva ben sviluppata consente, infatti, di stabilizzare rapidamente il corpo durante movimenti imprevisi o perturbazioni esterne. Ad esempio, un cambio improvviso di direzione o una caduta possono essere gestiti con maggiore sicurezza e stabilità grazie a muscoli capaci di generare forza rapidamente.

Dal punto di vista biomeccanico, la forza esplosiva richiede una solida base di forza massimale, poiché la capacità di generare potenza è direttamente influenzata dal livello di forza massimale posseduto. Un muscolo forte ha infatti un potenziale maggiore per sviluppare velocità e potenza. Inoltre, l'efficienza biomeccanica, come l'angolo ottimale di applicazione della forza e la stabilità delle articolazioni, gioca un ruolo cruciale nel massimizzare l'efficacia della forza esplosiva.

Nella pratica riabilitativa e preventiva, lo sviluppo della forza esplosiva è essenziale per migliorare la funzionalità neuromuscolare e ridurre il rischio di infortuni. Studi come quelli di Zatsiorsky e Kraemer 2006 sottolineano che un sistema muscolo-scheletrico capace di rispondere rapidamente alle sollecitazioni esterne è meno suscettibile a traumi, soprattutto

nelle articolazioni soggette a stress dinamici come ginocchia, anche e caviglie (Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. 2006).

In sintesi, la forza esplosiva rappresenta una qualità muscolare indispensabile per affrontare con successo sia le sfide atletiche che quelle della vita quotidiana. Il suo sviluppo richiede un approccio integrato che includa l'allenamento della forza massimale, esercizi pliometrici e tecniche di potenziamento neuromuscolare, con l'obiettivo di massimizzare la capacità del sistema muscolare di generare forza nel minor tempo possibile. Il miglioramento di questa qualità contribuisce non solo a incrementare le prestazioni fisiche, ma anche a garantire una maggiore sicurezza e stabilità durante i movimenti dinamici.

## **2.2 Interazione tra Forza, Apparato Stomatognatico e Sistema fasciale**

Il sistema stomatognatico, costituito da un insieme di strutture anatomiche come denti, articolazioni temporo-mandibolari, muscoli masticatori e componenti neuromuscolari, esercita una significativa influenza sulla forza e sull'equilibrio corporeo. Le connessioni biomeccaniche e neurologiche tra il sistema stomatognatico e il resto del corpo sono mediate da catene miofasciali e circuiti neuromuscolari integrati, che coordinano l'attivazione muscolare per ottimizzare il movimento e la postura.

Un esempio di questa interazione è il ruolo dell'occlusione dentale, che può alterare il reclutamento muscolare e modificare i pattern di forza, soprattutto nei muscoli stabilizzatori del core e degli arti inferiori. Alterazioni occlusali sono state associate a un incremento della variabilità posturale, con conseguenti effetti negativi sull'equilibrio e sulla capacità di eseguire movimenti esplosivi. Detto fenomeno è amplificato in presenza di disfunzioni temporo-mandibolari, che possono causare squilibri neuromuscolari e modificare la trasmissione delle forze lungo le catene cinetiche del corpo. Dal punto di vista biomeccanico, il sistema stomatognatico influisce direttamente sull'orientamento del rachide cervicale, un elemento chiave per il mantenimento della postura globale. Le disfunzioni stomatognatiche possono portare a compensazioni posturali a livello lombare e pelvico, riducendo l'efficacia dei muscoli posturali e alterando il bilanciamento corporeo. Inoltre, l'interazione con il sistema fasciale accentua questi effetti, poiché il tessuto connettivo che avvolge i muscoli e collega le diverse regioni corporee amplifica la propagazione delle forze indotte dalle disfunzioni occlusali. In ambito sperimentale, dispositivi come il Froggy-mouth sono stati utilizzati per studiare l'interferenza del sistema stomatognatico sulla forza e sull'equilibrio. Tali strumenti mirano a modulare l'attività



muscolare masticatoria e posturale, migliorando la distribuzione delle tensioni e ottimizzando il controllo neuromuscolare. I risultati di tali studi hanno evidenziato che un approccio integrato, che consideri il sistema stomatognatico nel contesto della valutazione e dell'allenamento della forza, può avere benefici significativi per il miglioramento della performance fisica e la prevenzione degli infortuni. La comprensione dell'interferenza del sistema stomatognatico sulla forza e sull'equilibrio rappresenta un aspetto fondamentale per il successivo approfondimento del lavoro sperimentale, in cui si analizzerà il ruolo del Froggymouth come strumento per ottimizzare la capacità neuromuscolare e la stabilità posturale. Tale indagine si baserà su un'analisi integrata di dati biomeccanici e fisiologici, contribuendo a chiarire ulteriormente l'importanza di un approccio sistemico nel trattamento e nell'allenamento

### **2.2.1 L'interazione tra forza e sistema fasciale**

L'interazione tra forza e sistema fasciale rappresenta un aspetto cruciale per comprendere il funzionamento del sistema muscolo-scheletrico. Il sistema fasciale, costituito da una rete tridimensionale di tessuto connettivo che avvolge muscoli, ossa e organi, gioca un ruolo fondamentale nella trasmissione e nella distribuzione delle forze all'interno del corpo. Le fasce non solo garantiscono continuità meccanica tra i muscoli, ma contribuiscono anche al trasferimento efficiente di energia durante i movimenti. Questo fenomeno è particolarmente evidente in attività esplosive come il salto, in cui la fascia immagazzina energia elastica durante la fase eccentrica per rilasciarla rapidamente nella fase concentrica. Studi come quelli di Schleip et al. hanno evidenziato che la qualità del sistema fasciale, inclusa la sua elasticità e la capacità di adattamento, può influenzare significativamente la performance e la prevenzione degli infortuni. Inoltre, il sistema fasciale è strettamente legato al controllo posturale, poiché interagisce con i muscoli stabilizzatori per mantenere l'equilibrio e rispondere a perturbazioni esterne.

Un sistema fasciale inefficiente o rigido può limitare la capacità di sviluppare forza, aumentando il rischio di compensazioni muscolari e sovraccarichi articolari. La stimolazione e l'allenamento mirato del sistema fasciale, attraverso esercizi pliometrici, stretching dinamico o tecniche come il rilascio miofasciale, possono migliorare la mobilità, il trasferimento di forza e l'efficienza neuromuscolare. In questo contesto, l'utilizzo di dispositivi come il Froggymouth assume rilevanza, poiché agisce non solo sulla biomeccanica respiratoria, ma anche sull'attivazione globale della catena miofasciale anteriore. In

particolare, la connessione posturale e funzionale può influire positivamente sulla capacità di generare forza in modo efficiente, ottimizzando la risposta neuromuscolare e l'allineamento posturale. Il presente lavoro sperimentale si propone di indagare l'effetto dell'utilizzo del Froggy-mouth sulla capacità di forza, analizzando le sue implicazioni attraverso test specifici e valutazioni biomeccaniche. Sarà interessante verificare come l'integrazione di questo dispositivo influenzi sia la forza esplosiva sia la stabilità posturale, ponendo particolare attenzione al ruolo del sistema fasciale nella trasmissione delle forze. I risultati ottenuti contribuiranno a chiarire ulteriormente l'interazione tra postura, respirazione e capacità di forza, aprendo nuove prospettive per l'allenamento e la riabilitazione.

### **Capitolo 3 – Esperienza sperimentale**

#### **3.1 Materiali e metodi**

##### **3.1.1 Partecipanti**

Il progetto di studio è stato svolto nel periodo che va dal 2 dicembre 2024 al 2 gennaio 2025.

La popolazione esaminata è stata scelta in base alle disponibilità ricevuta da parte degli atleti e della società di riferimento. Il gruppo di studio è stato scelto prendendo in considerazione:

- Ragazzi sani di una singola società sportiva e di stesso gruppo, praticanti la stessa disciplina e con età compresa tra i 17 e i 19 anni
- Tutti i ragazzi presi in esame sono stati valutati attraverso due semplici test non invasivi per selezionare due gruppi, uno con deglutizione atipica e uno con deglutizione fisiologica

Nel mese di Dicembre 2024 la società "Petriana calcio" ha acconsentito il coinvolgimento dei propri atleti del gruppo Under 19 al progetto di ricerca, permettendogli di accedere alle valutazioni di 12 atleti, tutti maschi, i quali sono stati sottoposti ai test di valutazione della deglutizione.

Dei 12 atleti testati abbiamo ottenuto una divisione in cui 6 ragazzi avevano una deglutizione fisiologica, mentre 6 ragazzi avevano una deglutizione atipica.

**Tabella n 1** - *Suddivisione dei partecipanti in "gruppo sperimentale" e "gruppo di controllo" con riferimento all'età dei partecipanti.*

Gruppo	Età
--------	-----

sperimentale	
Totale (n.6)	17- 19
Maschi (n.6)	17- 19
Gruppo di controllo	Età
Totale (n.6)	17- 19
Maschi (n.6)	17- 19

Per la partecipazione dei ragazzi minorenni è stata richiesta l'autorizzazione con firma da parte dei genitori.

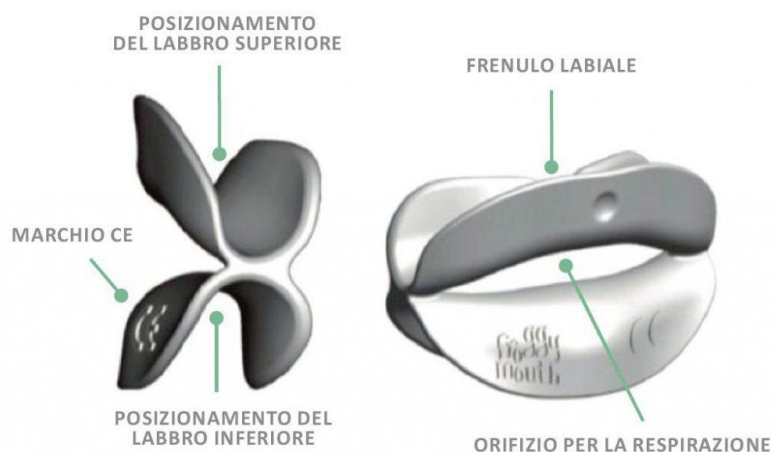
### **3.1.2 Strumentazione**

#### **Il *Froggy*mouth**

Il dispositivo ed il suo meccanismo d'azione

Il *Froggy*mouth è un dispositivo miofunzionale di un materiale flessibile (elastomero termoplastico TPE), disponibile in tre misure e tre differenti colori: S di colore blu, M di colore rosso ed L di colore viola.

Il suo utilizzo è il seguente: viene posto tra le labbra in modo da prevenire il contatto bilabiale, e stimola l'allenamento muscolare costringendo la lingua in una posizione corretta. Grazie all'attivazione del muscolo stiloglosso, il dispositivo induce un nuovo schema di deglutizione (Fadani, 2021). Il paziente, infatti, non potendo stringere le labbra, non può deglutire per aspirazione ed è quindi costretto a ricercare un nuovo modello di deglutizione. Il nuovo modello del *Froggy*mouth, integrandosi nella memoria a lungo termine, crea un nuovo circuito neuronale portando, con il tempo, ai risultati attesi.



**Figura 6 - Struttura del Froggymouth (Cernusco Dental Clinic)**

### **Cenni storici**

Il dispositivo descritto, testato con successo presso l’Ospedale pediatrico Robert Debré di Parigi, venne proposto, per la prima volta nel 2006, dal Dr. Patrick Fellus, il quale si basò sulle ricerche di Eric Kandel, premio Nobel per la Medicina nel 2000. Questi, nei suoi studi sulle “Basi fisiologiche della conservazione della memoria nei neuroni”, dimostrò come l’apprendimento richieda non tanto un lavoro dalla lunga durata, quanto un lavoro costante. Il Dr. Patrick Fellus, forte di questa e di altre acquisizioni del neurologo austriaco, propose alla comunità scientifica il *Froggymouth* e la sua modalità di utilizzo.

### **Modalità di utilizzo**

Il *Froggymouth* va posizionato tra le labbra e i denti, lasciando 2 mm circa di distanza dalla frattura labiale su entrambi i lati. Al paziente è richiesto di indossare il dispositivo per 15 minuti al giorno durante lo svolgimento di un’attività ludica, come guardare la televisione o giocare ai videogiochi, con il capo posto in posizione parallela al pavimento.

Nel presentare il dispositivo, il Dr. Patrick Fellus ha proposto anche alcune verifiche volte a monitorare il funzionamento dello stesso. Egli indica utile, a tal fine, che il paziente conti sino a 60. Se, durante questo esercizio, si vede la lingua tra le arcate dentarie ciò significa che l’automazione non ha funzionato o non ha ancora raggiunto i suoi risultati (Fellus). Questa e altre verifiche hanno portato a ritenere molto veloci i processi neuronali indotti dall’uso di *Froggymouth* (Fellus).

### **Studi della comunità scientifica**

La comunità scientifica riconosce nel *Froggymouth* un dispositivo risolutore in molti casi: morso aperto, deglutizione non corretta, respirazione orale, interposizione della lingua,

contrazione del palato, morso profondo, incisivi proclinati, protrusione della mandibola, perdita di saliva, difficoltà nella fonasi e russamento (De Filippi, Tigani, Colangelo, Cigni, Del Ponte & Cressani, 2020).

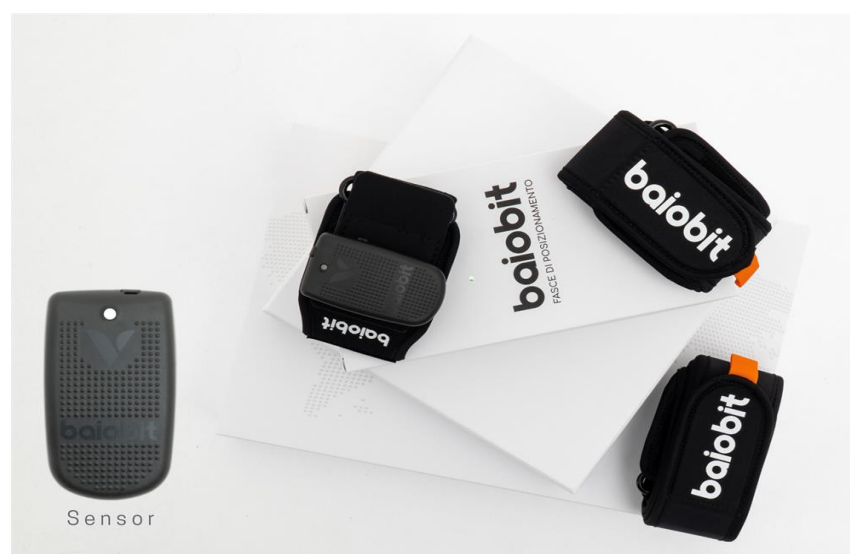
La letteratura scientifica relativa al dispositivo, e gli studi condotti anche in Italia, dimostrano come il *Froggy-mouth* porti ad un visibile miglioramento della posizione linguale, apportando benefici in tutto il corpo. Da segnalare, inoltre, come il dispositivo venga ben accettato dal paziente, bambino o adolescente, e dagli adulti; è inoltre disponibile sul mercato ad un costo accessibile e non necessita di impronte intraorali (Fadani, 2021).

### **Il Baiobit**

Il "*Baiobit*" è un innovativo dispositivo medico totalmente wireless. È un sensore inerziale ovvero uno strumento di analisi, semplice e non invasivo, utile per lo studio delle patologie che coinvolgono il sistema motorio, il cammino e la stabilità postural.

Il report immediato sui vari distretti dell'apparato locomotore, fornisce dettagliate informazioni utili all'intervento terapeutico. La validità delle misurazioni dei sensori inerziali è un prerequisito fondamentale per implementare in modo affidabile il loro utilizzo nella pratica clinica.

Con il relativo software dedicato, nella pratica clinica il paziente riceve un feedback sonoro e visivo, così da poter migliorare l'esecuzione del dato esercizio sin da subito. Come tutti i sensori inerziali MEMS, è soggetto a varie fonti di errore, quindi è essenziale correggere gli errori che si manifestano tramite tecniche di calibrazione per migliorarne l'accuratezza e l'affidabilità (Ru X, Gu N, Shang H, Zhang H, 2022).



**Figura 7 - Baiobit sensore inerziale**

## **Cenni storici**

Il termine “sensore inerziale” deriva propriamente dal concetto di inerzia. Questi sensori si basano sul primo principio della dinamica a scopo di misurare direttamente accelerazioni e velocità angolari degli oggetti, e indirettamente velocità lineare, posizione e orientamento, svolgendo opportune nel tempo. All'interno degli accelerometri è presente una piccola massa di prova sospesa e collegata ad una struttura fissa. Quando l'accelerometro subisce un'accelerazione, la tendenza della massa a mantenere il suo stato di moto a causa dell'inerzia fa sì che essa si sposti rispetto alla struttura fissa o, meglio, dal punto di vista di un sistema di riferimento inerziale, la massa resta ferma oppure mantiene il suo moto rettilineo uniforme mentre la struttura fissa subisce una accelerazione. Questo spostamento viene misurato e convertito in un segnale elettrico interpretato poi come una misura dell'accelerazione. (Patrick L. Walter, 2006).

Solamente negli ultimi decenni, con l'ascesa della micromeccanica, i sensori inerziali essendo facilmente indomabili, sono entrati nel campo della riabilitazione. Una grossa mano per il terapeuta/operatore che avendo dati oggettivi alla mano, si trova a fronteggiare le richieste dei pazienti sull'andamento terapeutico.

## **Revisione letteratura**

Una attenta revisione degli articoli presenti nella comunità scientifica non afferma l'utilità o meno del dispositivo, in quanto presenti ancora pochi articoli a riguardo. In riferimento ai sensori inerziali in genere invece, come sostiene l'articolo citato in precedenza (inerziali sensor)

### **3.1.3 Test di valutazione**

#### **Counter Movement Jump (CMJ)**

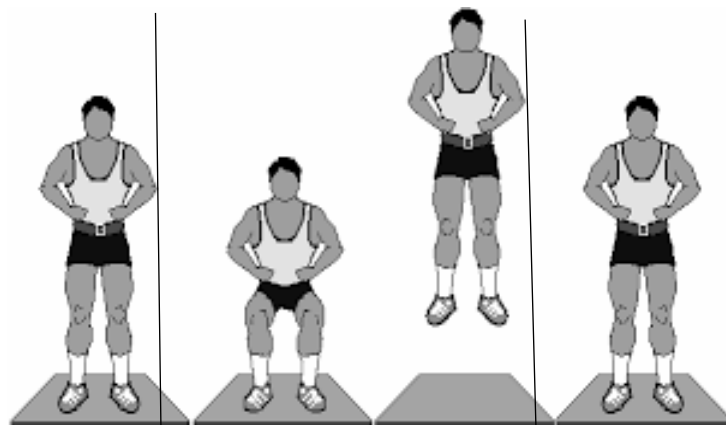
Il Counter Movement Jump (CMJ) è un test di salto verticale che permette di misurare la forza esplosiva degli arti inferiori del corpo. Questo test è molto affidabile nel fornire informazioni sulla forza reattiva degli arti inferiori (Young, 1995).

Il CMJ test (bipedalico) può essere analizzato tramite Baiobit

L'ambiente dove viene eseguito deve essere idoneo al fine di evitare che condizioni atmosferiche o superfici bagnate/scivolose possano ostacolare l'esecuzione. Bisogna decidere prima di iniziare il test se includere o meno l'uso del braccio-swing, poiché potrebbe migliorare le prestazioni del 10% (Cheng, Wang, Chen, Wu, & Chiu, 2008). Il CMJ è

caratterizzato da un contro movimento iniziale (CM) prima della fase di stacco (Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996).

Nel presente studio l'esecuzione del test prevede, senza utilizzo di qualsiasi scarpa, la partenza in posizione eretta, in appoggio bipodalico e con mani sui fianchi. Da questa posizione, i soggetti sono stati istruiti a piegare velocemente le gambe fino ad un angolo di circa 90° per poi eseguire un salto verticale e cercare di esprimere la massima capacità di elevazione.



**Figura 8** – Fasi del test Counter Movement Jump

Nell'esecuzione del test vengono osservate:

- Il posizionamento corretto iniziale
- Il focus visivo orientato in avanti
- La fase di atterraggio che deve essere nello stesso punto da dove è partito

### **3.1.4 Procedura**

#### **Tempo 0 (T0)**

I soggetti che hanno dato l'autorizzazione sono stati convocati in data 2 Dicembre 2024 presso l'A.S.D Petriana Calcio di Roma (RM) per effettuare il test del Counter Movement Jump (CMJ) valutato con il Baiobit. Successivamente, è stato consegnato il Froggymouth ai soggetti facente parte del gruppo sperimentale e chiesto di indossare il Froggymouth per 15 minuti al giorno per un mese durante lo svolgimento di attività ricreative (Guardare Tv, giocare ai Videogames, leggere, ecc...). Non avendo la possibilità di controllare di persona, l'intero trattamento è stato monitorato tramite sondaggi di WhatsApp, dove i soggetti dovevano comunicare l'utilizzo giornaliero del Froggymouth.

#### **Tempo 1 (T1)**

In data 2 Gennaio 2025 i ragazzi sono stati nuovamente convocati presso l'A.S.D. Petriana Calcio di Roma (RM) per svolgere i test finali sempre del Counter Movement Jump (CMJ) per valutare le variazioni dei dati raccolti il mese precedente, nuovamente tramite il Baiobit.

### **3.2 Analisi**

L'analisi dei dati è stata condotta utilizzando il Baiobit sistem col quale abbiamo misurato molti fattori che potessero andare ad influenzare sulla forza esplosiva dell'atleta attraverso il Contro Movimento Jump (CMJ):

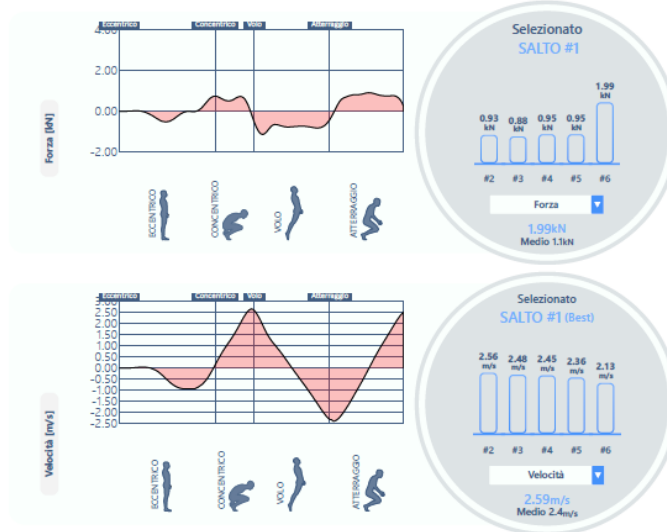
- Forza Massima (kN)
- Picco di velocità (m/s)
- Altezza massima (cm)
- Rateo sviluppo forza (N/s)
- Potenza totale (w)
- Forza al distacco (% BW)
- Rigidezza (N/m)
- Indice di reattività
- Indice di impatto
- Tilt Anca (°)
- Inclinazione pelvica la distacco (°)
- Inclinazione pelvica all'atterraggio (°)
- Obliquità anca (°)
- Obliquità pelvica al distacco (°)
- Obliquità pelvica all'atterraggio (°)
- Rotazione anca (°)
- Rotazione pelvica al distacco (°)
- Rotazione pelvica all'atterraggio (°)

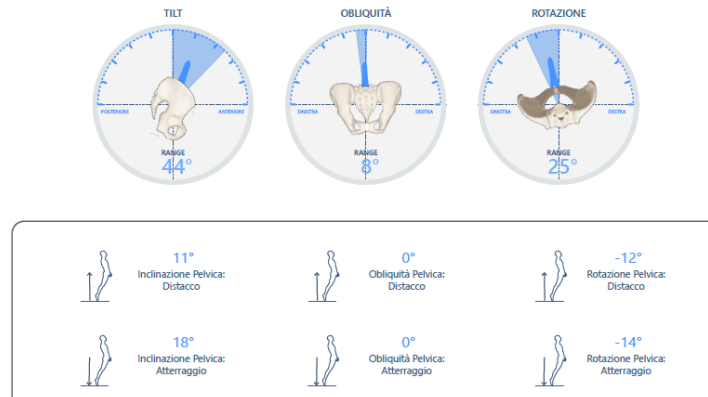




Figura 9- Dati Baiobit Sistem

Counter Movement Jump Test 02/01/2025 18:37  
Bipodalico





**Figura 10** - Dati BaioBit Sistem

I dati sono stati calcolati sia nel tempo T0 che nel tempo T1. Nei dati che vanno dalla forza massima fino all'indice di impatto, è stata calcolata variazione percentuale avvenuta tra T0 e T1 tramite la formula:

VARIAZIONE PERCENTUALE:  $((\text{Valore Finale} - \text{Valore iniziale}) / \text{Valore iniziale}) \times 100$

Questa formula ci ha permesso di vedere l'incremento o il decremento dei dati in percentuale.

Per vedere il miglioramento o il peggioramento delle componenti delle anche, abbiamo sottratto i valori di T0 ai Valori di T1 con la formula:

DIFFERENZA DI = T1 - T0

### 3.3 Risultati

Per ogni valore verrà riportata la tabella con T0 e T1 di entrambi i gruppi e la tabella con la sua variazione percentuale.

**Tabella n 2** - FORZA MASSIMA (k/N)

G.Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice Soggetto	Forza massima (kN)	Forza massima (kN)	Forza massima (kN)
1	1,62	1,33	-17,9
2	1,55	1,77	14,2
3	1,69	1,63	-2,2

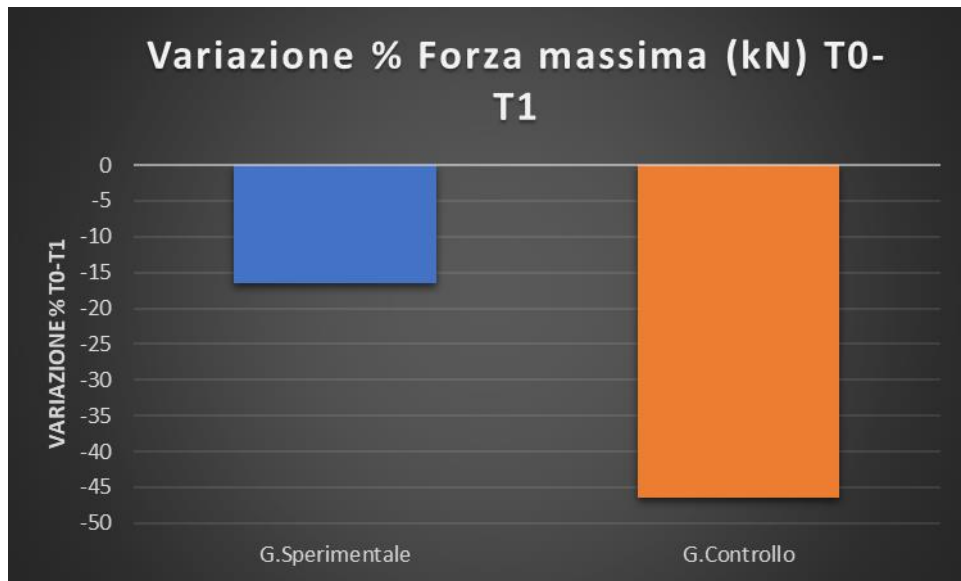
4	2,13	1,22	-42,7
5	0,9	0,9	0
6	1,53	1,01	-33,9
MEDIA	1,57	1,31	-16,56

**Tabella n 3**

G.Control lo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Forza Massima (kN)	Forza Massima (kN)	Forza Massima (kN)
7			
8	1,31	1,17	-10,69
9	0,81	0,79	-2,47
10	1,63	1,99	22,09
11	0,91	0,82	-9,89
12	1,73	1,33	-23,12
MEDIA	2,278	1,22	-46,45

**Tabella n 4**

Gruppi	V.% Forza massima (kN)
G. Sperimentale	-16,56
G. Controllo	-46,45



**Figura n 11** - Grafico Baiobit Sistem

**Tabella n 5**

PICCO DI VELOCITA' (m/s)

G.Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice Soggetto	Picco di velocità (m/s)	Picco di velocità (m/s)	Picco di velocità (m/s)
1	2,42	2,39	-1,24
2	2,76	2,24	-18,8
3	3,08	2,54	-17,5
4	3,43	2,76	-19,5
5	2,57	2,53	-1,5
6	2,74	2,3	-16
MEDIA	2,83	2,46	-13,08

**Tabella n 6**

G.Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Picco di velocità (m/s)	Picco di velocità (m/s)	Picco di velocità (m/s)

7	2,98	2,64	-11,4
8	2,81	2,77	-1,42
9	2,48	2,28	-8,06
10	2,36	2,59	9,74
11	2,42	2,35	-2,89
12	2,52	2,26	-10,32
MEDIA	2,595	2,481	-4,39

**Tabella n 7**

Gruppi	V.% Picco di velocita (m/s)
G.Sperimentale	-13,08
G.Controllo	-17,54

**Tabella n 8 - ALTEZZA MASSIMA (cm)**

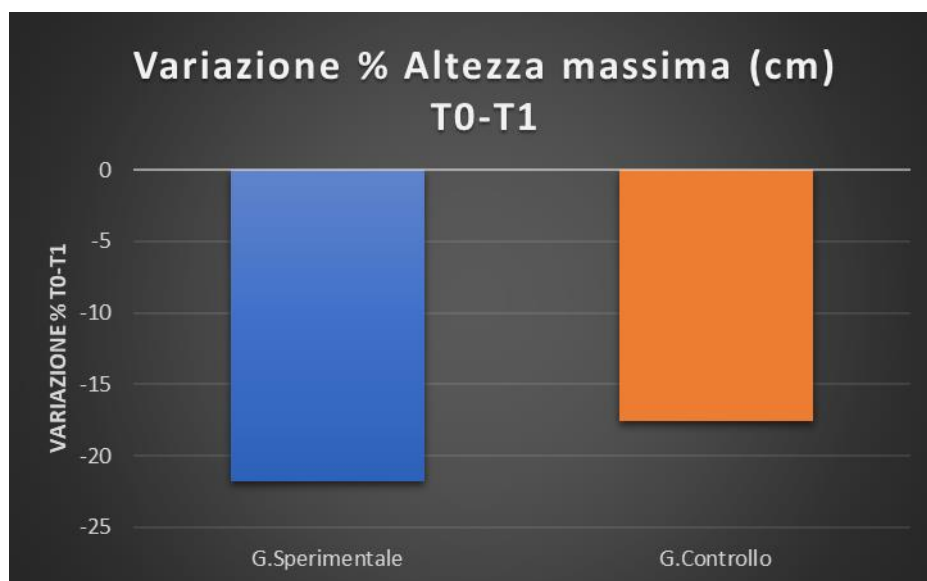
G.Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Altezza Massima (cm)	Altezza Massima (cm)	Altezza Massima (cm)
1	29,4	27,1	-7,8
2	37,5	27,1	-27,3
3	43,4	28,2	-35,6
4	33,2	24,8	-25,3
5	28,2	25,9	-8,1
6	39,2	31,9	-18,62
MEDIA	35,15	27,5	-21,76

**Tabella n 9**

G.Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice Soggetto	Altezza Massima (cm)	Altezza massima (cm)	Altezza massima (cm)
7	44,1	30,6	-30,6
8	38,7	31,9	-17,57
9	42,1	28,2	-33,03
10	27	28,2	4,44
11	31,3	27,1	-13,41
12	32,5	31,9	-1,85
MEDIA	35,95	29,65	-17,54

**Tabella n 10**

Gruppi	V.% Altezza massima (cm)
G.Sperimentale	-21,76
G.Controllo	-17,54

**Figura n 12 – Grafico dati Baiobit sistem**

**Tabella n 13 - RATEO SVILUPPO FORZA (N/s)**

G. Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Rateo sviluppo forza (N/s)	Rateo sviluppo forza (N/s)	Rateo sviluppo forza (N/s)
1	3266,39	5139,51	57,35
2	1028,55	63,35	-93,87
3	4342,02	2694,12	-37,96
4	5031,89	2058,63	-59,13
5	246,51	913,38	270,71
6	1231,92	635,79	-48,34
MEDIA	2524,546667	1917,463333	-24,05

**Tabella n 14**

G. Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Rateo sviluppo forza (N/s)	Rateo sviluppo forza (N/s)	Rateo sviluppo forza (N/s)
7			
8	2256,76	1930,83	-14,44
9	2662,44	1557,26	-41,54
10	891,05	643,55	-27,77
11	1112,16	2750,22	147,3
12	3318,24	3182,88	-4,08
MEDIA	2048,13	2012,948	-1,72

**Figura n 15**

Gruppi	V.% sviluppo (N/s)	Rateo forza
G.Sperimentale	-24,05	
G.Controllo	-1,72	

**Tabella n 16 - POTENZA TOTALE (W)**

G. Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Potenza totale (W)	Potenza totale (W)	Potenza totale (W)
1	1875,94	1522,75	-18,83
2	2467,23	1975,06	-19,94
3	2633,99	1958,77	-25,65
4	2176,77	1699,08	-21,93
5	1589,28	1609,88	1,3
6	2303,99	1768,43	-23,28
MEDIA	2174,533333	1755,661667	-19,26



**Tabella n 17**

G. Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Potenza totale (W)	Potenza totale (W)	Potenza totale (W)
7	2252,52	2021,36	-10,26
8	2303,88	2089,82	-9,29
9	1704,49	1557,74	-8,61
10	1937,78	2037,26	5,14
11	2003,1	2342,04	16,91
12	2038,83	1955,41	-4,1
MEDIA	2040,1	2000,605	-1,94

**Tabella n 18**

Gruppi	V.% Potenza totale (w)
G.Sperimentale	-19,26
G.Controllo	-1,94

**Tabella n 19 - FORZA AL DISTACCO (% BW)**

G. Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Forza al distacco (% BW)	Forza al distacco (% BW)	Forza al distacco (% BW)
1	239,93	258,99	7,95
2	273,76	221,58	-19,05
3	219,04	231,84	5,85
4	216,64	247,89	14,42
5	242,01	235,18	-2,82
6	299,31	246,14	-17,77
MEDIA	248,4483333	240,27	-3,29

**Tabella n 20**

G. Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Forza al distacco (% BW)	Forza al distacco (% BW)	Forza al distacco (% BW)
7	260,04	246,92	-5,04
8	264,95	254,2	-4,06
9	200,9	190,24	-5,31
10	208,49	220,8	5,91
11	207,49	211,95	2,15
12	243,87	201,36	-17,46
MEDIA	230,9566667	220,9116667	-4,35

**Tabella n 21**

Gruppi	V.% Forza al distacco (% BW)
G.Sperimentale	-3,29
G.Controllo	-4,35

**Tabella n 22 - RIGIDEZZA (N/m)**

G. Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Rigidezza (N/m)	Rigidezza (N/m)	Rigidezza (N/m)
1	3538,82	2981,71	-15,75
2	4236,31	3918,83	-7,49
3	6356,89	3114,93	-50,97
4	3182,58	3462,43	8,79
5	3329,48	3938,38	18,29
6	5709,49	3518,22	-38,39
MEDIA	4392,261667	3489,083333	-20,57

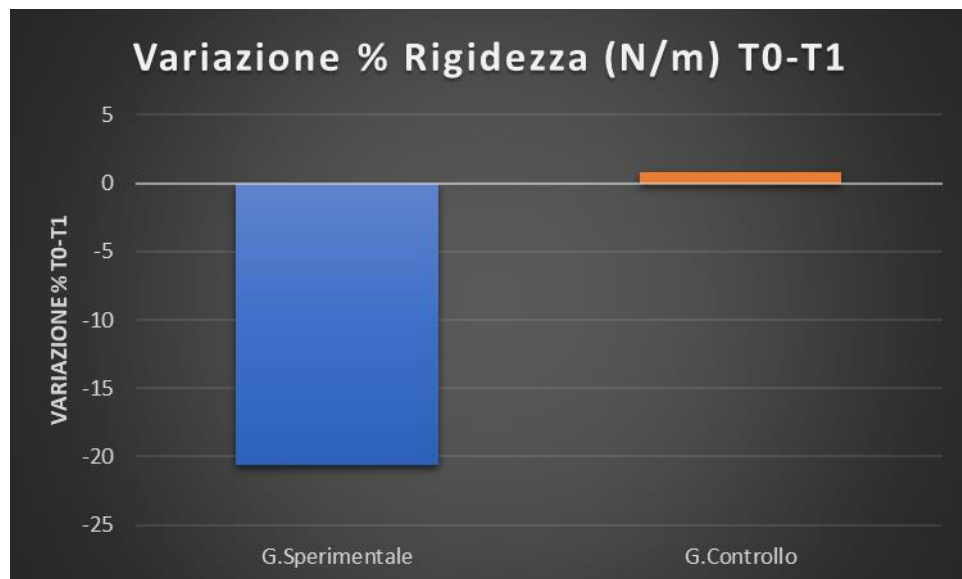
**Tabella n 23**

G. Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Rigidezza (N/S)	Rigidezza (N/S)	Rigidezza (N/S)
7	12844,43	4802,27	-62,68
8	5023,49	5587,84	11,24
9	3179,08	2124,01	-33,2
10	4165,3	4650,39	11,64

11	5339,32	13240,18	147,77
12	3763,07	4175,16	10,95
MEDIA	5719,115	5763,308333	0,77

**Tabella n 24**

Gruppi	V.% Rigidezza (N/m)
G.Sperimentale	-20,57
G.Controllo	0,77



**Figura n 13 – Grafico dati Baiobit sistem**

**Tabella n 25 - INDICE DI REATTIVITA'**

G. Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Indice di reattività	Indice di reattività	Indice di reattività
1	0,85	0,73	-14,12
2	0,99	0,77	-22,22

3	1,25	0,72	-42,4
4	0,75	0,7	-6,67
5	0,84	0,89	5,95
6	1,39	0,91	-34,48
MEDIA	1,011666667	0,786666667	-22,2

**Tabella n 26**

G.Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice Soggetto	Indice di reattività	Indice di reattività	Indice di reattività
7	1,33	1,01	-24,06
8	1,09	1,05	-3,67
9	0,8	0,66	-17,5
10	0,78	0,86	10,26
11	1,01	1,63	61,39
12	0,94	0,94	0
MEDIA	0,991666667	1,025	3,43

**Tabella n 27**

Gruppi	V.% Indice di reattività
G.Sperimentale	-22,2
G.Controllo	3,43

**Tabella n 28 - INDICE DI IMPATTO**

G. Sperimentale	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Indice di impatto	Indice di impatto	Indice di impatto
1	1,12	1,01	-9,82
2	1,02	1,09	6,86
3	1,28	1,31	2,34
4	1,6	1,03	-35,63
5	0,99	1,01	2,02
6	1,02	1,01	-0,98
MEDIA	1,171666667	1,076666667	-8,11

**Tabella n 29**

G. Controllo	T0	T1	Variazione percentuale
Codice soggetto	Indice di impatto	Indice di impatto	Indice di impatto
7	1,1	1	-9,09
8	1,05	1	-4,76
9	1,06	1,02	-3,77
10	1,1	1,13	2,73
11	1,05	0,99	-5,71

12	1,23	1,22	-0,81
MEDIA	1,09833333	1,06	-2,75

**Tabella n 30**

Gruppi	V.% Indice di impatto
G.Sperimentale	-8,11
G.Controllo	-2,75

**Tabella n 31 - TILT ANCA (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Tilt pelvico (°)	Tilt pelvico (°)	Tilt pelvico (°)
1	21	34	13
2	47	39	-8
3	43	27	-16
4	65	65	0
5	28	22	-6
6	39	38	-1
MEDIA	40,5	37,5	-3

**Tabella n 32**

G.Controllo	T0	T1	T1-T0
Codice	Tilt pelvico (°)	Tilt pelvico (°)	Tilt pelvico (°)

Soggetto			
7	72	44	-28
8	35	27	-8
9	55	47	-8
10	66	44	-22
11	77	57	-20
12	45	49	4
MEDIA	58,3	44,6	-13,67

**Tabella n 33**

Gruppi	Tilt pelvico (°) T1-T0
G.Sperimentale	-3
G.Controllo	-13,67

**Tabella n 34 - INCLINAZIONE PELVICA: DISTACCO (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Inclinazione pelvica: distacco (°)	Inclinazione pelvica: Distacco (°)	Inclinazione pelvica: distacco (°)
1	-4	-7	-3
2	-8	3	11
3	-1	5	6
4	-12	-10	2
5	0	6	6
6	5	13	8
MEDIA	-3,33	1,66	4,9

**Tabella n 35**



G.Controllo	T0	T1	T1-T0
Codice Soggetto	Inclinazione pelvica: distacco (°)	Inclinazione pelvica: Distacco (°)	Inclinazione pelvica: Distacco (°)
7	5	13	8
8	5	-2	-2
9	0	3	-2
10	2	11	9
11	10	9	-1
12	0	-16	-16
MEDIA	3,66	3	-0.66

**Tabella n 36**

Gruppi	Inclinazione pelvica: distacco (°) T1-T0
G.Sperimentale	4,9
G.Controllo	-0,66

**Tabella n 37 - INCLINAZIONE PELVICA: ATTERRAGGIO (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Inclinazione pelvica: atterraggio (°)	Inclinazione pelvica: atterraggio (°)	Inclinazione pelvica: atterraggio (°)
1	2	-4	-6
2	6	8	2
3	7	5	-2
4	4	6	2
5	3	3	0
6	14	14	0

MEDIA	6	5,3	-0,7
-------	---	-----	------

**Tabella n 38**

G.Controllo	T0	T1	T1-T0
Codice Soggetto	Inclinazione pelvica: atterraggio (°)	Inclinazione pelvica: atterraggio (°)	Inclinazione pelvica: atterraggio (°)
7	21	21	0
8	6	10	4
9	11	7	-4
10	4	18	16
11	15	18	3
12	11	2	-9
MEDIA	11,33	12,66	1,33

**Tabella n 39**

Gruppi	Inclinazione pelvica: atterraggio (°) T1-T0
G.Sperimentale	-0,7
G.Controllo	1,33

**Tabella n 40 - OBLIQUITA' PELVICA (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Obliquità pelvica (°)	Obliquità pelvica (°)	Obliquità pelvica (°)
1	17	5	-12
2	15	12	-3

3	15	8	-7
4	20	8	-12
5	22	7	-15
6	14	9	-5
MEDIA	17,16	8,16	-8,94

**Tabella n 41**

G.Control lo	T0	T1	T1-T0
Codice Soggetto	Obliquità pelvica (°)	Obliquità pelvica (°)	Obliquità pelvica (°)
7	16	19	-3
8	17	11	-6
9	6	7	1
10	19	8	-11
11	14	9	-5
12	17	16	-1
MEDIA	14,83	11,66	-3,17

**Tabella n 42**

Gruppi	Obliquità pelvica (°) T1-T0
G.Sperimentale	-8,94
G.Controllo	-3,17

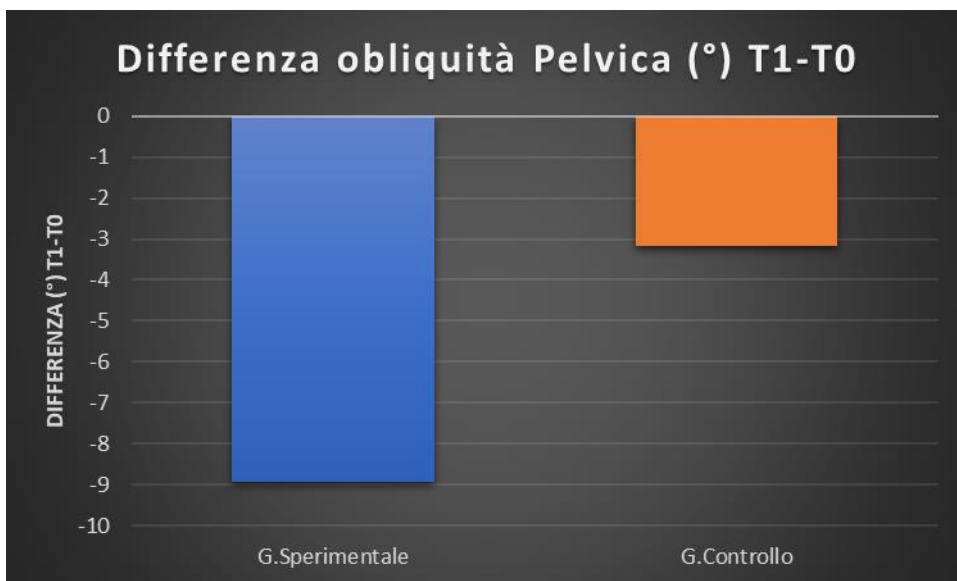


Figura n 14 - Grafico dati Baiobit sistem

Tabella n 43 - OBLIQUITA' PELVICA: DISTACCO (°)

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Obliquità pelvica: distacco (°)	Obliquità pelvica: Distacco (°)	Obliquità pelvica: distacco (°)
1	0	2	2
2	0	-2	-2
3	1	1	0
4	-4	0	4
5	2	0	-2
6	4	0	-4
MEDIA	0,5	0,16	-0,34

Tabella n 44

G.Controllo	T0	T1	T1-T0
-------------	----	----	-------

Codice soggetto	Obliquità pelvica: distacco (°)	Obliquità pelvica: distacco (°)	Obliquità pelvica: distacco (°)
7	3	-1	-4
8	-1	-2	-1
9	1	0	-1
10	2	0	-2
11	4	0	-4
12	1	4	3
MEDIA	1,66	0,16	-1,5

**Tabella 45**

Gruppi	Obliquità pelvica: distacco (°) T1-T0
G.Sperimentale	-0,34
G.Controllo	-1,5

**Tabella n 46 - OBLIQUITA' PELVICA: ATTERRAGGIO (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Obliquità pelvica: atterraggio (°)	Obliquità pelvica: atterraggio (°)	Obliquità pelvica: atterraggio (°)
1	6	1	-5
2	0	-4	-4
3	0	0	0
4	1	0	-1
5	1	0	-1

6	7	1	-6
MEDIA	2,5	-0,3	-2,8

**Tabella n 47**

G.Controllo	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Obliquità pelvica: atterraggio (°)	Obliquità pelvica: atterraggio (°)	Obliquità pelvica: atterraggio (°)
7	2	2	0
8	-2	0	2
9	0	0	0
10	5	0	-5
11	2	0	-2
12	0	5	5
MEDIA	1,16	1,16	0

**Tabella n 48**

Gruppi	Obliquità pelvica: atterraggio (°) T1-T0
G.Sperimentale	-2,8
G.Controllo	0

**Tabella n 49 - ROTAZIONE PELVICA (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Rotazione pelvica (°)	Rotazione pelvica (°)	Rotazione pelvica (°)
1	34	18	-16
2	25	15	-10

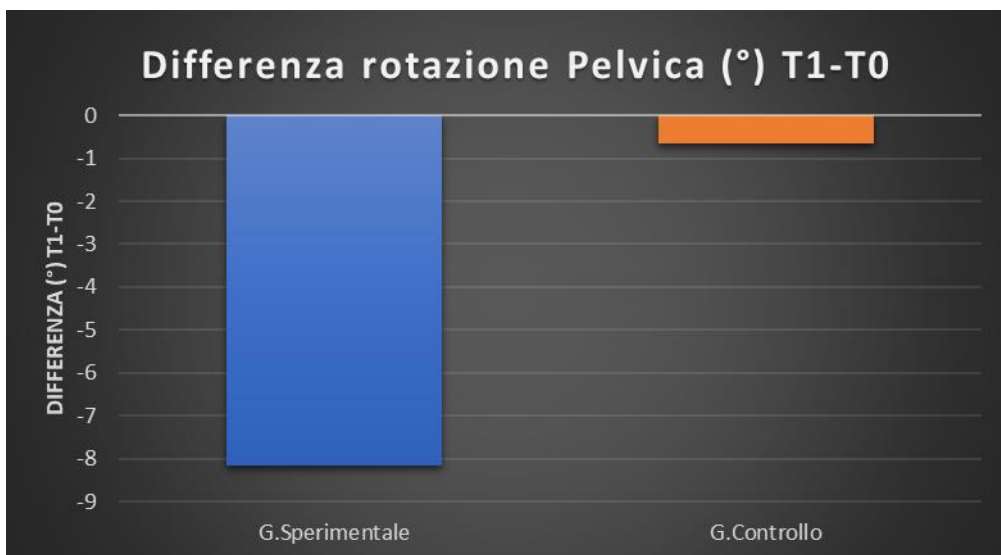
3	16	22	6
4	37	18	-19
5	21	18	-3
6	29	22	-7
MEDIA	27	18,83	-8,17

**Tabella n 50**

G.Control lo	T0	T1	T1-T0
Codice Soggetto	Rotazione pelvica (°)	Rotazione pelvica (°)	Rotazione pelvica (°)
7	21	17	-4
8	18	34	16
9	18	14	-4
10	33	25	-8
11	25	17	-8
12	21	25	4
MEDIA	22,66	22	-0,66

**Tabella n 51**

Gruppi	Rotazione pelvica (°) T1-T0
G.Sperimentale	-8,17
G.Controllo	-0,66



**Figura n 14** – Grafico dati Baiobit sistem

**Tabella n 52** ROTAZIONE PELVICA: DISTACCO (°)

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Rotazione pelvica: distacco (°)	Rotazione pelvica: Distacco (°)	Rotazione pelvica: distacco (°)
1	-17	-6	11
2	-5	0	5
3	0	5	5
4	-12	-6	6
5	4	18	14
6	-3	0	3
MEDIA	-5,5	1,83	7,33

**Tabella n 53**



G.Controllo	T0	T1	T1-T0
Codice Soggetto	Rotazione pelvica: distacco (°)	Rotazione pelvica: distacco (°)	Rotazione pelvica: distacco (°)
7	-7	1	8
8	-2	0	2
9	-8	0	8
10	-6	-12	-6
11	0	5	5
12	-3	-2	1
MEDIA	-4,33	-1,33	3

**Tabella n 54**

Gruppi	Rotazione pelvica: distacco (°) T1-T0
G.Sperimentale	7,33
G.Controllo	3

**Tabella n 55 - ROTAZIONE PELVICA: ATTERRAGGIO (°)**

G.Sperimentale	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Rotazione pelvica: atterraggio (°)	Rotazione pelvica: atterraggio (°)	Rotazione pelvica: atterraggio (°)
1	-20	-5	15
2	-6	2	8
3	2	2	0
4	-9	-4	5
5	-5	9	14

6	-4	-2	2
MEDIA	-7	0,33	-6,67

**Tabella n 56**

G.Controllo	T0	T1	T1-T0
Codice soggetto	Rotazione pelvica: atterraggio (°)	Rotazione pelvica: atterraggio (°)	Rotazione pelvica: atterraggio (°)
7	-6	-5	1
8	0	-1	-1
9	-10	3	-7
10	-3	-14	-11
11	0	1	1
12	-3	-3	0
MEDIA	-3,66	-3,16	-0,5

**Tabella n 57**

Gruppi	Rotazione pelvica: atterraggio (°) T1-T0
G.Sperimentale	-6,67
G.Controllo	-0,5

### 3.4 Discussione e conclusioni

L'obiettivo del presente studio è stato quello di indagare i possibili effetti del trattamento della deglutizione disfunzionale sulla forza esplosiva in giovani atleti. È stato quindi proposto un protocollo giornaliero che prevedeva l'utilizzo del dispositivo Froggymouth su una popolazione di giovani atleti di calcio a 11.

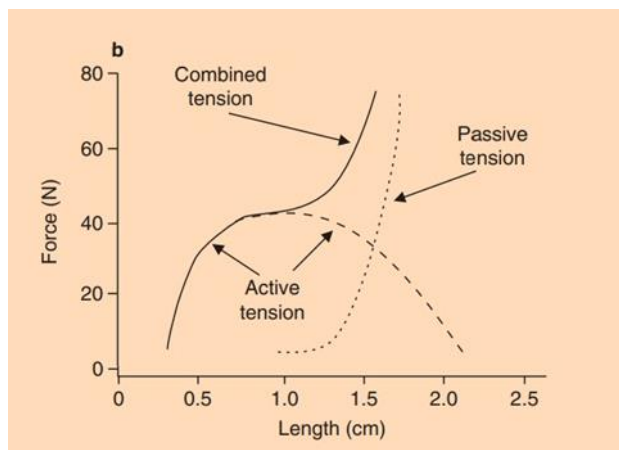
La forza esplosiva è stata analizzata nelle componenti di forza massima, altezza massima raggiunta e rigidità. Inoltre, il Baiobit sistem ci ha permesso di valutare l'obliquità e l'inclinazione del bacino su ogni atleta durante il contro movimento jump.

La ricerca ha previsto una prima valutazione delle componenti della forza esplosiva dei 12 soggetti idonei alla partecipazione. Si è poi effettuata una seconda valutazione comparativa tra il campione sperimentale di n. 6 atleti che per un mese ha utilizzato il froggymouth, ed i 6 del gruppo controllo. In particolare, sono state analizzate attraverso il contro movimento jump i valori di: Forza massima, altezza massima, rigidità, obliquità pelvica e inclinazione pelvica. I dati registrati sono poi stati valutati e messi a confronto.

I risultati del Counter Movement Jump (CMJ) mostrano che il gruppo sperimentale dopo un mese di trattamento (T0-T1) ha mostrato un decremento della forza massima del gruppo sperimentale minore del gruppo di controllo. Nel dettaglio, il gruppo sperimentale ha diminuito la capacità di generare forza massima del 16,56%, mentre per il gruppo di controllo la diminuzione è stata del 46,45%.

Il lavoro sperimentale condotto ha messo in luce una significativa riduzione della forza muscolare, in entrambi i gruppi, sperimentale e di controllo, in seguito a un periodo di inattività di 10 giorni. Tale osservazione è coerente in relazione a quanto riportato nella letteratura scientifica, in modo particolare nello studio di Hakkinen (Hakkinen K, Komi PV. 1983.), in cui si evidenzia che un periodo di *detraining* conduce a una significativa riduzione della forza muscolare. Il decremento sembra essere attribuito alla riduzione degli adattamenti neuromuscolari raggiunti in precedenza.

Oltre alla forza massima, tramite il *baiobit sistem* abbiamo misurato sia altezza massima che rigidità. Questi due fattori sono collegati tra di loro tramite il grafico di tensione-lunghezza (figura n 16) dal quale emerge che alla riduzione della rigidità, data dall'utilizzo del froggymouth (Fadani, 2021), consegue una riduzione del salto, poiché si vanno a perdere gli elementi passivi del muscolo (forza elastica) che darebbero maggiore altezza. Infatti, nel gruppo sperimentale è stato riscontrato un decremento del 21,76% dell'altezza massima con un decremento del 20,57% della rigidità. Mentre nel gruppo di controllo c'è stata una diminuzione del 17,54% dell'altezza massima con un incremento della rigidità dello 0,77%.



**Figura n 15** - Grafico tensione-lunghezza

PARAMETRO	FORMULE O DEFINIZIONE
STIFFNESS STIFF	$\frac{M \times \pi (FT + CT)}{\text{contactTime}^2 \left( \frac{FT + CT - CT}{\pi} - \frac{CT}{4} \right)}$ <p>dove            FT = tempo di volo            CT = tempo di contatto</p>

**Figura n 16** - Formula calcolo della rigidezza del Baiobit sistem (Dellau, G., et al., 2004.)

Il *Baiobit sistem* ci ha permesso di monitorare il cambiamento della rotazione e dell'inclinazione del bacino negli atleti nei tempi T0 e T1. Abbiamo osservato che nel gruppo sperimentale c'è stato un decremento medio di 8,94° nell'obliquità pelvica mentre nel gruppo di controllo c'è stato un decremento medio di 3,17°. Per quanto riguarda la rotazione abbiamo riscontrato un decremento medio di 8,17° nel gruppo sperimentale e solo dello 0,66° nel gruppo di controllo.

**Limiti della ricerca**

Tra i limiti del presente studio abbiamo riscontrato i seguenti: il campione ridotto di soggetti testati, 12 atleti, di cui 6 del gruppo controllo e 6 del gruppo sperimentale; la durata dello studio, poiché di norma un trattamento di deglutizione disfunzionale dovrebbe essere

esteso per un tempo maggiore di un mese (durata del presente studio), al fine di rieducare la corretta attività deglutitoria; la modalità di monitoraggio del trattamento del gruppo sperimentale, che per necessità è avvenuto a distanza mediante comunicazione giornaliera tramite messaggistica Whatsapp, che non dà completa certezza dell'utilizzo del dispositivo Froggymouth. Inoltre, durante il mese di controllo c'è stato un periodo di inattività di 10 giorni.

### **Ricerca futura**

Ricerche future potrebbero estendere il protocollo sperimentale a campioni di popolazione più ampi, omogenei o anche disomogenei, indagando quindi l'effetto del trattamento anche su popolazioni diverse per età, sesso, disciplina sportiva, ecc. Si potrebbe inoltre proporre uno studio che analizzi le variazioni prestative con un trattamento a lungo termine. La ricerca, inoltre, dovrebbe prevedere un monitoraggio più efficace, come l'uso di videoregistrazioni durante l'utilizzo del dispositivo Froggymouth, in modo da valutare anche il corretto posizionamento del dispositivo e la postura assunta durante il trattamento.

### **Conclusioni**

Questo studio è risultato dal comune interesse dei membri del gruppo di ricerca sull'interazione tra apparato stomatognatico - in particolare la lingua -, postura e forza esplosiva. Dunque, scopo del presente studio è stato quello di analizzare e testare sul campo come la correzione di una deglutizione disfunzionale/atipica, mediante l'utilizzo del dispositivo Froggymouth, potesse influenzare alcune componenti della forza esplosiva su un gruppo di giovani atleti praticanti il calcio a 11. Dai dati ottenuti è emerso che dopo l'utilizzo del Froggymouth abbiamo ottenuto una riduzione di forza massima su entrambi i gruppi (minore nel gruppo sperimentale), un decremento nella rigidità nel gruppo sperimentale e un incremento nel gruppo controllo, e un netto decremento nei gradi di obliquità e rotazione del bacino nel gruppo sperimentale.

## Bibliografia:

Alghadir, A., Zafar, H., & Iqbal, Z. (2015). Effect of tongue position on postural stability during quiet standing in healthy young males. *Somatosens Mot Res*, 32(3), 183-186.

Armijo-Olivo, S., Rappoport, K., Fuentes, J., Gadotti, I., Major, P., Warren, S., . . . Magee, D. (2011). Head and cervical posture in patients with temporomandibular disorders. *Journal of orofacial pain*, 25(3), 199-209.

Ash, M. (2007). Occlusion, TMDs, and dental education. *Head & face medicine*, 3(1).

Bobbert, M., Gerritsen, K., Litjens, M., & Van Soest, A. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and science in sports and exercise*, 28(11), 1402-1412.

Cheng, K., Wang, C., Chen, H., Wu, C., & Chiu, H. (2008). The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance - A simulation study. *Journal of Biomechanics*, 41, 1847-1854.

Dalleau G, Belli A, Viale F, Lacour JR, Bourdin M. A simple method for field measurements of leg stiffness in hopping. *Int J Sports Med*. 2004 Apr;25(3):170-6. doi: 10.1055/s-2003-45252. PMID: 15088239.

De Filippis A., Tigani C., Colangelo B., Cigni L., Del Ponte L., Cressani P. (2020), Deglutizione Atipica: utilizzo del Froggy mouth nei pazienti con Artrite idiopatica giovanile, 27° Congresso Nazionale Collegio dei Docenti Universitari di discipline Odontostomatologiche, Milano 10 – 12 settembre 2020.

Fabio Scoppa, Sabina Saccomanno, Gianluca Bianco , Alessio. Pirino

Tongue Posture, Tongue Movements, Swallowing, and Cerebral Areas Activation: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study.

*Applied Sciences*,

2020, 10, 6027; DOI:10.3390

Fadani G. (2021), Deglutizione atipica e Froggy Mouth: valutazione dell'efficacia del dispositivo mediante scansioni intraorali, Università degli Studi di Pavia Scuola di Specializzazione in Ortognatodonzia, Anno accademico 2020/2021.

Fadani, G. (2012). FROGGYMOUTH. Tratto da FROGGYMOUTH - Let's unlock potential:

<https://www.froggy-mouth.it/pubblicazioni>

Fellus P., Simultaneous rehabilitation of tongue position and of breathing: a physiological necessity, le journal de froggy.

Fellus P., The stress factor: serving or at the expenses of memory?, le journal de froggy.

Fellus, P. (2017). The role of biochemistry and neurophysiology in the reeducation of deglutition.

Fellus, P. (2019). How biochemistry and neurophysiology are involved in the re-education. Japan Journal of Medicine, 2(1), 326-329.

Gray - Standring - Brani - Billi – Castellucci-2022 Anatomia del Gray - Le basi anatomiche per la pratica clinica

Grimaldi, M. (2009). L'insieme è la somma delle parti. Considerazioni preliminari su dati articolatori della lingua ottenuti tramite Ultrasuoni ed Articolografo Elettromagnetico 3D. Brescia: EDK Editore.

Hakkinen K, Komi PV. Electromyographic changes during strength training and detraining. Med Sci Sports Exerc. 1983;15(6):455-60. PMID: 6656553.),

Halata, Z., & Baumann, K. (1999). Sensory nerve endings in the hard palate and papilla incisiva of the rhesus monkey. Anat Em bryol, 199(5), 427-437.

Kandel, E. (2017). Alla ricerca della memoria. La storia di una nuova scienza della mente. (G. Olivero, Trad.) Torino: Codice.

Manfredini, D., & Perinetti, G. (2017). Linee guida italiane sul rapporto tra occlusione dentale e postura. Evidence Based Dentistry.

Manfredini, D., Castroflorio, T., Perinetti, G., & Guarda-Nardini, L. (2012). Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where we are now and where we are heading for. Journal of oral rehabilitation, 39(6), 463-471.

Marie, H. (2010). Meccanismi molecolari della memoria. Tratto da Enciclopedia Treccani:

[https://www.treccani.it/enciclopedia/meccanismi-molecolari-della-memoria\\_%28XXI-Secolo%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/meccanismi-molecolari-della-memoria_%28XXI-Secolo%29/)

- Martini, F., Tallitsch, R., & Nath, J. (2016). Anatomia umana (V ed.). EdiSES.
- McGill, S. M. 2007. Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation  
Medical and Clinical Archives, 1(1), 1-3.
- MICHELOTTI, Ambra, et al. Dental occlusion and posture: an overview. Progress in orthodontics, 2011, 12.1: 53-58
- Mora, F., Segovia, G., & dell'Arco, A. (2007). Aging, plasticity and environmental enrichment: structural changes and neurotransmitter dynamics in several areas of the brain. Brain research reviews, 55(1), 78-88.
- Murray, G., & Peck, C. (2007). Orofacial pain and jaw muscle activity: a new model. Journal of orofacial pain, 21(4), 263-288.
- Myers, T. (2022). Meridiani Miofasciali. Milano: Tecniche Nuove.
- Patrick L. Walter (2006), Texas Christian University, Ft. Worth, Texas, "The History of the Accelerometer
- Perinetti, G., Marsi, L., Castaldo, A., & Contardo, L. (2012). Is postural platform suited to study correlations between the masticatory system and body posture? A study of repeatability and a meta-analysis of reported variations. Progress in orthodontics, 13(3), 273-280
- Petrosini, L., Troiani, D., & Zannoni, B. (1979). Compensation of labyrinthine lesions: effects of trigeminal neurotomy on vestibular field potentials. Physiol Behav., 23(4), 785-789.
- Prometheus. Atlante di anatomia. Testa, collo e neuroanatomia di Michael Schunke , Erik Schulte, Udo Schumacher
- Rocha, T., Castro, M., Guarda-Nardini, L., & Manfredini, D. (2017). Subjects with temporomandibular joint disc displacement do not feature any peculiar changes in body posture. Journal of oral rehabilitation, 44(2), 81-88
- Ru X, Gu N, Shang H, Zhang H. MEMS Inertial Sensor Calibration Technology: Current Status and Future Trends. Micromachines (Basel). 2022 May 31;13(6):879



Schleip, R., Findley, T. W., Chaitow, L., & Huijing, P. A. (Eds.). (2012). *Fascial Fitness: Fascia-Oriented Training for Body Awareness and Resilience*. Elsevier.

SCOPPA, Fabio. Glosso-postural syndrome. *Annali di Stomatologia*, 2005, 54.1: 27-34

SCOPPA, Fabio; PIRINO, ALESSIO. Is there a relationship between body posture and tongue posture? Glosso-postural syndrome between myth and reality. *Acta Medica Mediterranea*, 2019, 35: 1897-1907

Takemoto, H. (2001). Morphological analyses of the human tongue musculature for three-dimensional modeling. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR*, 44(1), 95-107

Wilk, K. E., et al. 1996. Isokinetic testing and exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*

Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Study Athletics*, 10, 88-96.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. 2006. *Science and Practice of Strength Training*