

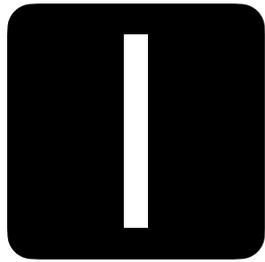


Università degli Studi di Pavia
Scuola di Specializzazione in Ortognatodonzia
Direttore: Prof. P. Gandini

**Deglutizione atipica e Froggy Mouth:
valutazione dell'efficacia
del dispositivo
mediante scansioni intraorali**

Laureanda:
Fadani Giulia
Matricola n. 476346

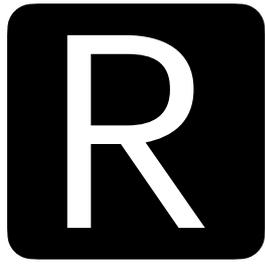
Anno accademico 2020/2021



ndice

1. Riassunto.....	5
2. Introduzione.....	7
1. La lingua.....	7
1.1 Muscoli estrinseci della lingua.....	8
1.2 Muscoli intrinseci della lingua.....	9
2. La deglutizione.....	11
2.1 Stadi della deglutizione.....	11
2.2 Meccanismo della deglutizione.....	13
2.3 Deglutizione atipica.....	16
2.4 Eziologia della deglutizione atipica.....	17
2.5 Postura linguale e malocclusioni.....	22
2.6 Deglutizione atipica e Ortodonzia.....	25
2.7 Gli studi di Eric Kandel e il Froggy Mouth.....	29
3. Froggy Mouth.....	37
3.1 Il dispositivo.....	37
3.2 Protocollo di utilizzo.....	39
3.3 Studi in letteratura.....	41
4. Scanner intraorale.....	44
3. Scopo della tesi.....	46

4. Materiali e metodi.....	47
3.1 Pazienti reclutati.....	47
3.2 Criteri di inclusione.....	47
3.3 Criteri di esclusione.....	48
3.4 Costi e Finanziamenti.....	48
3.5 Report acquisiti.....	48
3.6 Analisi statistica.....	52
5. Risultati.....	53
6. Discussione.....	62
6.1 Criticità.....	68
7. Conclusioni.....	69
8. Bibliografia.....	71
9. Ringraziamenti.....	75



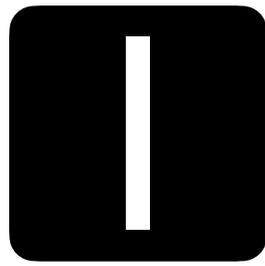
riassunto

La deglutizione atipica è un problema miofunzionale, caratterizzato da una postura linguale alterata, durante l'atto deglutitorio e a riposo, e che necessita di un trattamento multidisciplinare, al fine di eliminare interferenze dannose, che impediscono una crescita armoniosa ed eugenetica del sistema stomatognatico. Lo scopo della presente tesi di natura sperimentale, è stato quello di valutare l'efficacia del dispositivo miofunzionale FROGGY MOUTH, in un anno di terapia, in un gruppo di 16 pazienti, mediante la sovrapposizione di scansioni intraorali, acquisite nei giorni di inizio e fine trattamento.

I risultati ottenuti hanno mostrato, in un anno di utilizzo di Froggy Mouth per 15 minuti al giorno, un significativo aumento della distanza intercanina, della distanza tra i secondi molari decidui e un aumento della profondità d'arcata, con valori di significatività pari rispettivamente a $P=0,04$, $P=0,02$, $P=0,01$.

Il Froggy Mouth è risultato essere quindi un utile dispositivo, in grado di determinare un corretto riposizionamento della lingua durante la deglutizione, e di conseguenza, ripristinare la forza cen-

trifuga, importante per il giusto accrescimento del mascellare superiore, sia in senso trasversale che antero-posteriore.



Introduzione

1 LA LINGUA

La lingua è un organo di estrema importanza coinvolto in molteplici funzioni, quali masticazione, deglutizione, formulazione del linguaggio e percezione dei gusti ed è composta da una radice, una superficie dorsale convessa, una superficie inferiore e un apice.

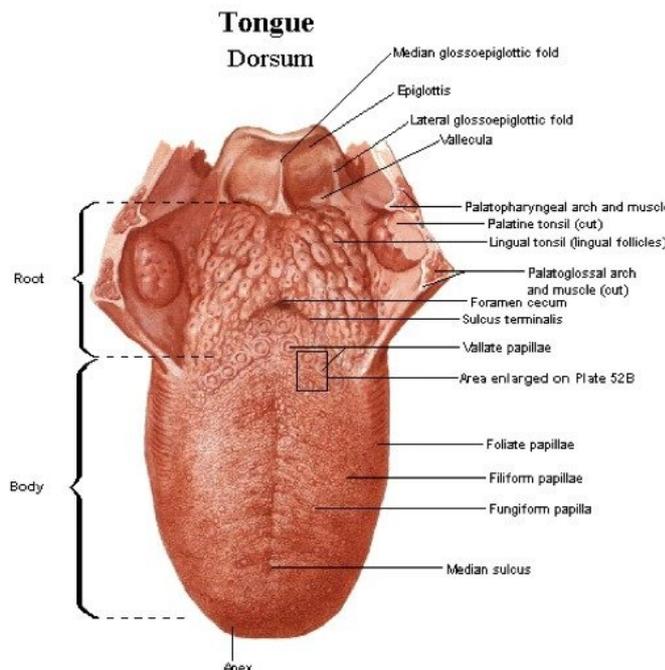


Fig 1: rappresentazione grafica dell'anatomia della lingua

Nella sua parte anteriore essa è ancorata al pavimento della bocca da un tralcio mucoso detto frenulo, mentre nella zona posteriore è collegata all'osso ioide.

L'apparato muscolare della lingua è costituito dalla muscolatura estrinseca ed intrinseca. La muscolatura estrinseca a sua volta è costituita dai muscoli genioglosso, ioglosso, stiloglosso e palatoglosso; la muscolatura intrinseca è composta dai fasci longitudinali, trasversali e dalle fibre verticali.

1.1 Muscoli estrinseci della lingua

Il muscolo **genioglosso** è il più voluminoso dei muscoli estrinseci della lingua. Origina dalla spina mentale e si irradia a ventaglio, prendendo contatto, tramite i fasci superiori, con l'apice della lingua, tramite i fasci medi con il dorso, mentre i fasci inferiori si distribuiscono a livello del margine superiore dell'osso ioide. Con i fasci anteriori abbassa e retrae l'apice linguale, con i fasci medi protrude l'intera lingua e con i fasci inferiori sposta in avanti l'osso ioide.

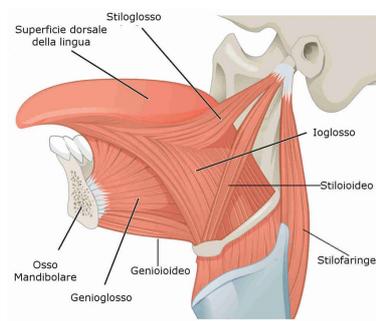


Fig 2: i muscoli della lingua

Il muscolo **ioglosso** ha una forma quadrilatera e prende origine dal margine superiore del corpo dell'osso ioide. Ha un decorso ascendente e si porta al margine laterale della lingua, qui le sue fibre muscolari si dividono in anteriori, che si portano all'apice linguale, medie, che si dirigono in avanti e si portano al setto linguale, posteriori, che hanno una direzione trasversa-

le e raggiungono il setto linguale. La sua contrazione determina l'abbassamento e la retrazione della lingua.

Il muscolo **stiloglosso** origina dal processo stiloideo, ha una forma fusiforme e decorre anteriormente e medialmente. In prossimità del muscolo ioglosso, si biforca in due porzioni: quella interna si inserisce a livello del setto linguale, l'esterna si porta all'apice linguale, quindi prende contatto anch'essa con il setto linguale. La sua contrazione sposta la lingua superiormente e dorsalmente.

Il muscolo **palatoglosso** partecipa alla costituzione dell'arco glossopalatino: origina dall'aponeurosi palatina, raggiunge l'estremità posteriore del margine laterale della lingua, qui i suoi fasci divergono trasversalmente per inserirsi al setto linguale. Esso è il costruttore degli archi glossopalatini.

1.2 Muscoli intrinseci della lingua

Il muscolo longitudinale superiore è rappresentato da una lamina impari composta da differenti fasci a direzione sagittale, la cui contrazione provoca un accorciamento della lingua.

Il muscolo longitudinale inferiore origina dalla lamina propria della base linguale. Esso è un muscolo pari che si porta alla faccia inferiore del corpo della lingua e contraendosi determina l'accorciamento della lingua con trazione dell'apice linguale verso il basso e il dietro.

Il muscolo trasverso è interposto tra il *longitudinale superiore* ed il *longitudinale inferiore*. I suoi fasci hanno un decorso trasversale che dalle due facce del setto linguale terminano fissandosi alla mucosa dei margini laterali della lingua stessa. La sua contrazione provoca un accorciamento trasversale della lingua accentuandone la convessità dorsale.

Il muscolo verticale origina dalla faccia profonda della lamina propria del dorso della lingua e si inserisce alla sottomucosa della faccia linguale inferiore. La sua contrazione appiattisce la lingua.

I muscoli della lingua sono innervati dal nervo ipoglosso ad eccezione del muscolo palatoglosso che risulta innervato da un contingente nervoso che deriva dal plesso faringeo (plesso sia motorio che sensitivo composto da fibre provenienti dal nervo glossofaringeo e vago insieme a fibre provenienti dal ganglio cervicale superiore).

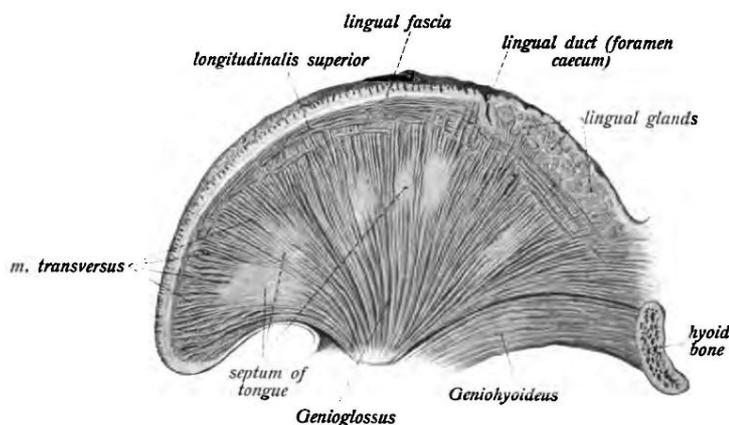


Fig 3: i muscoli della lingua

L'innervazione sensitiva si suddivide in due porzioni che corrispondono a nervi crani-

ci differenti. I 2/3 anteriori ricevono fibre sensitive dal nervo facciale, il terzo posteriore invece riceve fibre sensitive da parte del nervo glossofaringeo (1).

2 **LA DEGLUTIZIONE**

2.1 Stadi della deglutizione

La deglutizione è un meccanismo neuromuscolare complesso, che ha la funzione di trasportare il bolo alimentare, saliva e liquidi, dal cavo orale allo stomaco, grazie all'azione sinergica di muscoli e nervi (7).

È possibile distinguere quattro stadi di maturazione della deglutizione, correlati allo sviluppo ed età del paziente e quindi alla maturità del suo sistema neuromuscolare: deglutizione fetale, deglutizione infantile, deglutizione mista e deglutizione di tipo adulto.

I primi rudimentali atti deglutitori iniziano attorno alla undicesima settimana di vita intrauterina ma è solo verso la sedicesima settimana di età gestazionale che la lingua assume una posizione simile a quella che il neonato adotta durante l'allattamento, ossia protrusa tra i processi alveolari edentuali, sovrastandoli medialateralmente, fin quasi a lambire il vermiglio del labbro inferiore

(6). Il feto riesce così a deglutire fino a 2 litri di liquido amniotico al giorno, processo fondamentale per il ricircolo di liquido nell'utero.

Durante tale periodo prenatale (per la deglutizione del liquido amniotico), durante il periodo neonatale (per la suzione e spremitura del capezzolo) e durante i primi anni di vita, il pattern deglutitorio ha un'origine paracorticale ed è controllato dai nervi facciali (2).

Durante i primi mesi di vita, la deglutizione è caratterizzata da una postura della lingua protrusa, spinta in avanti e dalla contrazione della muscolatura periorale. I muscoli coinvolti sono l'orbicolare e il buccinatore che, contraendosi, creano un gradiente di pressione negativa all'interno del cavo orale.

Questo schema fisiologico di deglutizione, con bocca priva di denti, è detto di suzione-deglutizione: grazie all'attivazione del nervo facciale infatti, la lingua prende contatto lateralmente con le guance e anteriormente con le labbra, e le labbra prendono contatto tra loro e si contraggono, con la conseguente creazione di un gradiente di pressione negativa nella cavità buccale (tra la porzione anteriore e quella posteriore della bocca), che garantisce il trasferimento di nutrienti e di saliva.

Il lattante costruisce le sue catene muscolari, dorsali e ventrali, in relazione alla postura della lingua, che agisce come un dia-

framma: un'erezione della testa a questo stadio avviene fisiologicamente proprio con l'aiuto della protrusione linguale (3,4,5).

Il passaggio ad una alimentazione non esclusivamente liquida, quindi l'instaurarsi della masticazione unilaterale alternata, l'eruzione dei primi denti permanenti anteriori e lo sviluppo neuromuscolare, modificano la deglutizione definibile di tipo infantile: la deglutizione matura è infatti fisiologicamente realizzata quando le arcate dentali entrano in contatto tra loro e la lingua si eleva contro la parte postero-superiore della volta palatina, per la messa in gioco del muscolo stiloglosso (13).

A labbra rilassate e denti in contatto, l'azione dello stiloglosso diminuisce l'ampiezza della lingua ed induce l'elevazione della sua parte postero-superiore. La lingua quindi, come vera e propria matrice funzionale, esercita con i suoi 17 muscoli un'azione saliente, ripetuta in modo inconscio circa una volta al minuto, sulla superficie interna dei denti, stimolando così la crescita antero-posteriore e trasversale del mascellare, mentre l'occlusione dentale permetterà alla mandibola di adattare il suo accrescimento. (7)

2.2 Meccanismo della deglutizione

La deglutizione si svolge attraverso una serie di fasi, che in modo semplicistico è possibile descrivere nel modo seguente:

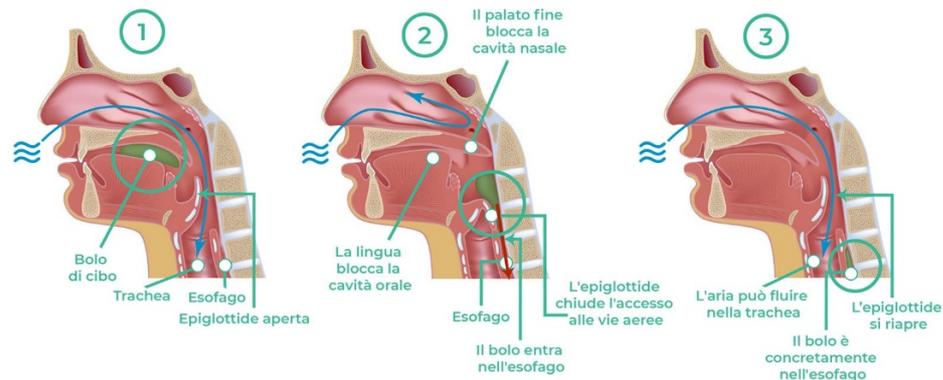


Fig 4: meccanismo della deglutizione

1. Fase di preparazione orale: un alimento o un liquido vengono introdotti nel cavo orale e attraverso masticazione e salivazione avviene la preparazione del bolo alimentare. La lingua, mediante i suoi recettori, percepisce il volume e la consistenza del bolo alimentare e comunicando con il tronco encefalico, definisce i cicli masticatori necessari alla sua elaborazione.
2. Fase orale: il bolo viene spinto contro la parte posteriore della cavità orale e l'imboccatura della faringe, grazie all'azione della lingua che si appoggia dietro la papilla retroincisale e si solleva. La posizione linguale di partenza è quasi sempre bassa e la spinta iniziale avviene con l'apice linguale che spinge, in genere, contro i denti superiori o contro quelli inferiori o verso i settori laterali e posteriori delle due arcate. Il muscolo mag-

giormente interessato è il palatoglosso, insieme ai muscoli buccinatori ed all'orbicolare delle labbra. Il suo ruolo consiste nel restringere l'istmo delle fauci al momento della deglutizione, abbassare il palato molle e retrarre la lingua.

3. Fase faringea: il palato molle si innalza per bloccare l'ingresso del bolo nelle cavità nasali, la laringe si solleva e si contraggono i muscoli delle corde vocali per proteggere le vie aeree. L'epiglottide si ribalta, mentre il bolo attraversa la zona dove si incrocia la via respiratoria e quella digestiva.
4. Fase esofagea: la spinta della lingua e un'onda peristaltica faringea spingono il bolo nell'esofago, grazie al rilasciamento dello sfintere esofageo superiore, che si contrae e permette al bolo di essere spinto nello stomaco, dove inizierà la fase digestiva. Tale fase è inconsapevole e involontaria ed è caratterizzata da un'onda peristaltica in senso cranio-caudale a 2-4 cm/s, con durata tra i 10 e i 20 secondi.

Si stima che un adulto deglutisca in media due volte al minuto durante la veglia e una volta al minuto durante il sonno, per

complessivi 2500 atti deglutitori al giorno. Ogni volta che un individuo deglutisce esercita una forza di pressione tra i 680 e i 2700 grammi con una media di 1800 grammi per ogni atto di deglutizione (40).

2.3 Deglutizione atipica

Da un punto di vista eziologico, esistono due differenti tipi di deglutizione atipica: primaria e secondaria.

La primaria è fisiologica ed è tipica dei primi anni di vita, ma quando questa persiste oltre il termine considerato fisiologico, ossia 3-4 anni di età, si parla di deglutizione disfunzionale o atipica secondaria, o ancora meglio di squilibrio muscolare orofacciale (SMOF) (7,21,22).

La deglutizione disfunzionale o SMOF ha le seguenti caratteristiche:

- labbra non sempre a contatto a riposo;
- sforzo delle labbra e dei muscoli del viso in deglutizione;
- assenza di tono dei muscoli elevatori della mandibola;
- eccessiva contrazione del muscolo mentoniero che visivamente assume l'aspetto di pelle a "buccia d'arancia";

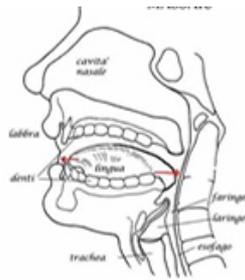
- guance poco toniche;
- alterazioni scheletriche del viso (esempio asimmetrie);
- lingua a riposo in posizione non corretta (lingua bassa, lingua tra i denti, lingua contro l'arcate superiore o inferiore);
- lingua in deglutizione che spinge contro le arcate o si interpone tra i denti;
- interposizione del labbro inferiore tra le arcate;
- movimenti consensuali di testa e collo;
- difetti di pronuncia di alcuni suoni (esempio sigmatismo e zetacismo);
- alterazioni sulla respirazione, sulla masticazione e sulla postura.
-

Tra le complicanze vi è anche un'evidente alterazione del profilo facciale e del mimetismo, accompagnato da ipertonìa del mento e ipotonia del muscolo orbicolare della bocca.

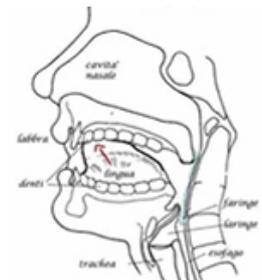
2.4 Eziologia della deglutizione atipica

L'eziologia della deglutizione atipica è multifattoriale.

Tra le cause più frequenti si ricordano:



DEGLUTIZIONE SCORRETTA



DEGLUTIZIONE CORRETTA

Fig 5: deglutizione scorretta e deglutizione corretta

- un frenulo linguale corto o l'anchiloglossia, che possono impedire il corretto posizionamento della lingua;
- abitudini viziate che non vengono tempestivamente intercettate ed eliminate come il succhiamento del dito o del ciuccio, onicofagia o l'interposizione labiale;
- abitudini alimentari scorrette, come il prolungamento della fase dell'allattamento o dell'uso del biberon, lo svezzamento ritardato e una dieta prevalentemente liquida, con scarso o assente cibo solido da dover masticare;
- problemi respiratori come la respirazione orale, dovuta ad esempio ad ipertrofia adenoidea o tonsillare, riniti frequenti e allergie che si accompagnano spesso ad asma, ostruzioni del distretto nasale, deviazione del setto nasale, ipertrofia dei turbinati o più in generale tutto ciò che causa un impedimento alla respirazione fisiologica nasale.

La respirazione nasale è infatti fondamentale anche per un corretto sviluppo del massiccio facciale: respirando con il naso, si impartisce un importante input di crescita alle fosse nasali che accrescendosi, consentono anche al mascellare superiore di crescere in senso postero-anteriore. Ad una respirazione nasale corretta corrisponde quindi anche una crescita scheletrica eugnatica, mentre ad una respirazione nasale scorretta una crescita disgnatica (7).

Respirando con il naso, la lingua riesce anche più facilmente a collocarsi, durante l'atto deglutitorio, correttamente, a livello della papilla retroincisiva, stimolando anche la crescita trasversale del palato.

Un soggetto in fase di crescita, che non riesce a respirare adeguatamente con il naso, ossia un soggetto detto respiratore orale, mantiene, per poter immettere una maggior quantità di aria, il capo iperesteso, con postura della lingua bassa. La lingua non riesce a esercitare la giusta spinta sul palato, il quale spesso si presenta con un deficit trasversale; le fosse nasali non si accrescono adeguatamente con conseguente deficit di crescita del mascellare superiore.

Questi segni rientrano in una sindrome, definita Long Face Syndrome, che associa la respirazione orale ad alterazioni ortodontiche.

Secondo vari autori infatti, i problemi di respirazione orale sono correlati ad alterazioni di vario genere che includono:

- ridotta ampiezza del mascellare superiore;
- iperspensione del capo e stiramento dei tessuti molli;
- mandibola post ruotata con aumento dell'angolo goniacco;
- postura linguale bassa;
- retroinclinazione degli incisivi inferiori;
- aumento dell'altezza inferiore del viso.

I primi inoltre a descrivere la così detta *facies adenoidea*, che correla problemi respiratori e problemi scheletrici furono, del 1979, Linder e Aronson (15), secondo i quali la respirazione orale si accompagna a segni distintivi tra cui:

- viso stretto e lungo, con occhiaie;
- mimica facciale quasi assente per ipotonia muscolare;
- naso piccolo con narici ipotoniche;
- labbra flaccide, secche e screpolate;
- iperspensione del capo, finalizzata ad assicurare una maggiore pervietà delle vie aeree;
- facile affaticabilità e rendimento scolastico scarso;

- postura linguale bassa che spesso si associa e retrognatismo e postrotazione mandibolare;
- arcata mascellare stretta e affollata con riduzione delle dimensioni trasversali, con tendenza al morso incrociato;
- palato ogivale;
- morso aperto;
- incisivi superiori pro o retroinclinati e incisivi inferiori retroinclinati.



Fig 6: tipico aspetto di un soggetto con facies adenoide

In un respiratore orale quindi le malocclusioni più frequenti sono l'affollamento, il morso incrociato mono o bilaterale o il morso aperto anteriore. Questo, associato anche a retrognatismo e postrotazione mandibolare, all'aumento dell'overjet e dell'altezza del viso, favorisce l'interposizione linguale tra le arcate, nella beanza presente, con una più facile insorgenza del pattern deglutitorio atipico (12).

Pertanto, lo studio delle abitudini orali sottolinea l'importanza dell'interrelazione tra forma e funzione, e non dovrebbe essere data priorità ad una o all'altra, ma stabilite relazioni tra di loro. È

difficile infatti sempre capire quale sia la causa scatenante e cosa sia alla base dell'instaurarsi del problema: spesso sussiste una correlazione stretta tra più componenti di un quadro clinico ed è giusto inquadrare le concause nella loro complessità. (11).

2.5 Postura linguale e malocclusioni

Da una revisione della letteratura, è stato constatato però che il termine “deglutizione atipica”, viene utilizzato, dalla maggior parte degli autori, con un significato più ampio della definizione enunciata in partenza. In generale, viene considerata abitudine viziata, non solo il movimento della lingua che avviene durante la deglutizione, ma anche una postura a riposo della lingua stessa. Alla luce della revisione e di quanto emerge dagli 82 articoli analizzati, sarebbe dunque già appropriato parlare di postura linguale, o di spinta linguale o ancora, di disordini della deglutizione. (7).

È stato dimostrato, da uno studio condotto dal Dr. Davidovich, che la forza necessaria per ottenere un movimento dentale è infatti di circa 6 ore al giorno (10). La deglutizione riesce al massimo ad esplicare una forza della durata massima di 28 minuti, insufficiente quindi, secondo l'autore, a spingere gli elementi dentari e a determinare una malocclusione.

È piuttosto la postura alterata della lingua a riposo che, sebbene di forza minore, riesce ad esplicare una forza costante e protratta nel tempo, capace di modificare l'occlusione dentale. Per tale ragione sarebbe più corretto parlare di “spinta linguale”, piuttosto che di “deglutizione atipica”.

Il fatto significativo sta però nell'individuare se la postura linguale, che sia durante l'atto deglutitorio o che sia a riposo, sia causa o conseguenza dell'instaurarsi di una malocclusione o possa essere responsabile della crescita disgnatica dell'apparato stomatognatico.

La maggior parte della letteratura analizzata da questa importante revisione (7), sostiene l'ipotesi che la postura linguale possa portare a disgnazie, ma nessuno è stato però in grado di descrivere la serie di momenti biologici che porterebbero al consolidamento di un difetto strutturale.

Il rapporto tra presenza di abitudini viziate e insorgenza di alterazioni a carico dell'apparato stomatognatico, può quindi essere definito biunivoco: così come la deglutizione atipica e il persistere di abitudini viziate infantili possono ripercuotersi sul corretto sviluppo dento-scheletrico, allo stesso modo alterazioni anatomiche dell'apparato stomatognatico, possono determinare un quadro di deglutizione atipica con conseguenti alterazioni neuromuscolari. È dunque alla luce di questo rapporto di biuni-

vocità tra deglutizione atipica e malocclusione che si rende necessario un approccio terapeutico multidisciplinare, ortodontico-miofunzionale, per la risoluzione simultanea della due problematiche.



Fig 7: soggetto con postura linguale basse e deglutizione atipica

Come afferma Proffit (8), solo l'85-90% degli adulti sviluppa una deglutizione fisiologica, il resto

10-15% presenta alterazioni della deglutizione che si accompagnano a problematiche a livello occlusale.

Dal punto di vista dentale le anomalie più frequenti sono la proinclinazione degli incisivi superiori e talvolta anche inferiori, con formazioni di diastemi, overjet aumentato, overbite diminuito; scheletricamente si riscontrano discrepanze trasversali e sagittali con arcata superiore contratta e protrusa e retroposizione mandibolare, open bite, anterotazione del piano bispinale e postrotazione del piano mandibolare (7, 9).

2.6 Deglutizione atipica e Ortodonzia

Come descritto sopra, la deglutizione atipica si associa a diversi tipi di malocclusione e la risoluzione di queste è ostacolata proprio dalla spinta linguale alterata.

Fondamentale quindi per l'ortodontista la scelta di dispositivi che mirino a schermare la spinta propulsiva.

Negli anni sono stati proposti diversi apparecchi e tra questi i più utilizzati sono:

- Griglie linguali fisse o mobili;
- Speroni linguali o dissuasori;
- Perla di Tucat;
- Bionator;
- Frankel.

Altri aiuti possono essere la logopedia, con esercizi mirati alla rieducazione linguale, come l'uso di elastici appoggiati sulla punta della lingua che devono essere portati a livello della papilla retroincisiva durante l'atto deglutitorio.

La terapia miofunzionale di Garliner (33) è un inoltre percorso riabilitativo utilizzato per correggere le funzioni improprie della lingua e dei muscoli facciali, responsabili della deglutizione atipica.

Il trattamento prevede la rieducazione all'uso corretto delle unità oro-facciali: insegna al bambino a mantenere lingua e muscoli nella posizione corretta durante la deglutizione e posizionati correttamente in fase di riposo.

La terapia avviene tramite esercizi mirati e personalizzati sul paziente.

Durante tutte le fasi del percorso miofunzionale, sono importanti la costanza e l'impegno. Per questo, il sostegno di genitori e logopedista ha un peso fondamentale nella riuscita del trattamento.

Ci sono vari esercizi di logopedia per la deglutizione atipica. Ad ogni bambino possono essere raccomandati diversi set di operazioni, a seconda del profilo anatomico e della specifica disfunzione oro-facciale.

Gli esercizi prescritti vengono poi spesso modificati e adattati in funzione dei progressi del bambino.

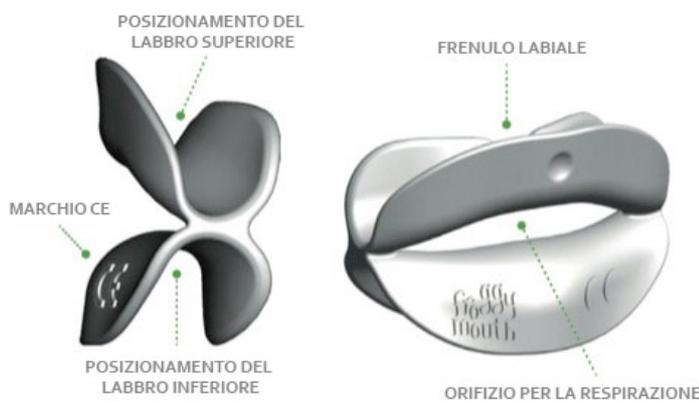
Un esempio degli esercizi utilizzati per correggere una deglutizione atipica possono essere:

- spinta verso l'alto: la punta della lingua va posizionata contro il palato, appena dietro gli incisivi superiori. Una volta trovata la posizione corretta, il bambino deve spingere verso l'alto e rimanere in posizione. L'operazione va ripetuta per diverse volte.

- spinta della lingua contro una resistenza: in questo esercizio la lingua esercita una pressione. Nello specifico, la punta della lingua va spinta con decisione contro un cucchiaino o un abbassalingua tenuto davanti alle labbra. È importante che la lingua rimanga dritta e non si pieghi verso il basso.

- Toccare il naso con la lingua: l'esercizio prevede di toccare il naso con la punta della lingua. Tale movimento non è da tutti realizzabile ma la cosa importante è che la lingua sia mantenuta tesa il più possibile verso il naso.

Tutte queste opzioni terapeutiche non sempre portano ad un successo terapeutico perché dipendono molto dalla collaborazione del paziente.



Un nuovo apparecchio, chiamato Froggy Mouth è stato proposto per la pri-

Fig 8: rappresentazione grafica del froggy mouth

ma volta dal Dr. Patrick Fellus nel 2016.

Si tratta di un piccolo dispositivo rimovibile che viene posto tra le labbra e che rieduca la lingua, stimolando il suo corretto posizionamento sul palato durante la deglutizione. È un apparecchio miofunzionale ideato partendo dagli studi condotti da Eric Kandel, premio Nobel per la medicina e dalle sue scoperte in merito ai meccanismi dell'apprendimento.

Si tratta di un piccolo dispositivo rimovibile costituito da un materiale flessibile, (elastomero termoplastico TPE), che, a differenza di altri dispositivi, non viene posto all'interno della bocca ma tra le labbra e inibisce la suzione-deglutizione, oltre a stimolare la contrazione del labbro per mantenere il dispositivo stabile.



Fig 9: paziente con froggy mouth

Pertanto, è considerato un apparecchio miofunzionale che, posizionato tra le labbra, previene il contatto bilabiale, stimola l'allenamento muscolare e costringe la lingua in una posizione corretta, grazie all'attivazione del muscolo stiloglosso, mirando a indurre un nuovo schema di deglutizione.

Il froggy mouth può essere prescritto a bambini molto piccoli in quanto non è necessario eseguire impronte o scansioni per produrre il dispositivo, ma esistono in commercio diverse taglie da scegliere sulla base della dimensione della bocca. Il dispositivo infatti, posizionato tra le labbra dovrà sfiorare gli angoli della bocca ma non causare stiramenti o divaricamenti.

2.7 Gli studi di Eric Kandel e il Froggy Mouth

Eric Kandel, premio Nobel per la Medicina nel 2000, dimostrò, nelle sue ricerche sulle “Basi fisiologiche della conservazione della memoria nei neuroni”, che acquisiamo e tratteniamo prontamente nuove informazioni, poiché i sistemi cerebrali coinvolti nei meccanismi della memoria sono rapidamente modificabili (14).

Kandel scoprì infatti, prendendo come cavia la lumaca di mare (aplysia), che i contatti tra i neuroni non erano invariabili, ma che lo stesso contatto sinaptico poteva indebolirsi o rafforzarsi a seconda del tipo di stimolo elettrico che veniva trasmesso. Le

connessioni del sistema nervoso non erano complete e fisse, piuttosto plastiche e deformabili. Esistono circuiti che si formano durante lo sviluppo e che contengono modelli di comportamento innati, ma vi sono altresì componenti del sistema nervoso che riescono a trasformarsi e mutare con l'apprendimento.

Quest'ultimo sembra inoltre basarsi sui cambiamenti di consistenza dei contatti sinaptici e a tal fine risulta essere proficuo e determinante l'esercizio, che rafforza le connessioni tra le cellule nervose: ciò costituisce la base della memoria, a breve o a lungo termine (17).

La memoria a breve termine è caratterizzata solo dalla modificazione della consistenza delle sinapsi esistenti: ciò che si verifica è quindi un mutamento esclusivamente funzionale. La capacità di questo tipo di memoria è quindi molto limitata, e in assenza di esercizio e di ripetizioni, le informazioni acquisite vengono trattenute solo per pochi minuti.

Differenti sono invece i meccanismi alla base della memoria a lungo termine, che prevedono la sintesi di nuove proteine e la formazione di nuove connessioni tra le cellule nervose. Grazie alla memoria a lungo termine, le informazioni vengono immagazzinate per sempre (14, 18).

Ai fini dell'engrammazione, ossia la traccia mnemonica che si forma nel sistema nervoso in seguito all'esperienza e all'ap-

prendimento, le connessioni sinaptiche all'interno dei sistemi cerebrali possono essere rafforzate o rallentate, fino a determinare cambiamenti strutturali permanenti (17).

Il Professor Kendel ha altresì dimostrato che, quando si lavora sul subconscio, non vi è alcuna necessità di lavorare a lungo, piuttosto in modo costante.

L'apprendimento infatti può avvenire:

1. **in maniera volontaria** (*attività comunque passeggera*) caratterizzata dalla stimolazione delle zone corticali, che comporta l'eccitazione delle sinapsi e conseguente rilascio di neurotrasmettitori.
2. **in maniera involontaria** (*stabilizzazione permanente di nuove acquisizioni*) caratterizzata dalla stimolazione ad origine sottocorticale, con innesco di automatismi che portano alla moltiplicazione delle sinapsi e quindi al loro aumento in termini numerici.

I meccanismi della memoria consistono quindi in cambiamenti nella trasmissione sinaptica e le modificazioni possono avvenire sia a livello pre che post-sinaptico. Sinapsi dello stesso tipo possono essere modificate in modi diversi dai diversi tipi di apprendimento. L'apprendimento influenza non solo la trasmissione sinaptica, ma anche l'eccitabilità dei neuroni: le proprietà di sca-

rica del neurone sono infatti soggette a modificazioni, contribuendo a trasformare sinapsi e circuiti neuronali.

Tali modificazioni sinaptiche, indotte dall'apprendimento, possono implicare diversi stadi temporali, contribuendo in modo specifico alle forme di memoria a breve ed a lungo termine (17).

I cambiamenti riguardanti la memoria però non influenzano solo il funzionamento sinaptico, ma promuovono anche trasformazioni strutturali nei contatti sinaptici: la memoria a lungo termine richiede trasformazioni nell'espressione genica e nella sintesi proteica, in particolare proteine prioniche (16).

Nel dettaglio, Kandel scoprì che stimolazioni ripetute in tempi ravvicinati, innescavano un dialogo tra sinapsi e nucleo in grado di attivare i fattori di trascrizione cellulare, le proteine CREB (Cyclic AMP Response Element Binding Protein), responsabili dell'attivazione dei geni codificanti per una proteina, CPEB (Cytoplasmic Polyadenylation Element Binding Protein), fondamentale per la memoria a lungo termine.

L'adenosina monofosfato ciclico (AMP ciclico), un metabolita delle cellule prodotto grazie all'enzima adenilato ciclasi a partire dall'ATP, è un importante "secondo messaggero" coinvolto nei meccanismi di trasduzione del segnale all'interno delle cellule viventi, in risposta a vari stimoli.

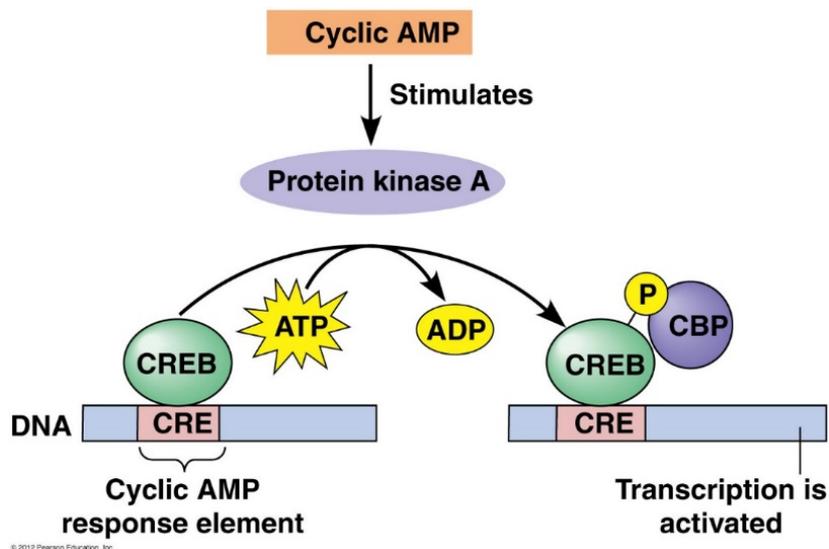


Fig 10: meccanismo d'azione della molecola cAMP

Il cAMP interagisce con diverse protein chinasi, in particolare è in grado di attivare la PKA (Protein Kinase A, anche nota come protein chinasi cAMP-dipendente), enzima normalmente presente in forma inattiva.

L'attivazione della proteina chinasi A porta all'attivazione dei fattori di trascrizione cellulare, le proteine CREB (Cyclic AMP Response Element Binding Protein), che legandosi ad alcune sequenze di DNA aumentano o diminuiscono la trascrizione di geni a valle, tra cui quelli codificanti per una proteina, CPEB, fondamentale per la memoria a lungo termine.

La proteina CPEB, coattivatore trascrizionale essenziale per la stabilizzazione della memoria a lungo termine e presente a livello sinaptico, agirà come un prione e assicurerà la trasmissione del messaggio in modo permanente (22).

Esistono due tipi di proteine CREB: CREB- 1 attivatore e CREB- 2 inibitore.

Una situazione fortemente emozionale può cortocircuitare le normali costrizioni e produrre una quantità sufficiente di molecole di MAP-chinasi, che saranno inviate al nucleo per inattivare le molecole CREB- 2 e facilitare l'attivazione delle CREB-1 e quindi l'engrammazione diretta di questa esperienza nella memoria a lungo termine.

Map-kinasi agisce in sinergia con la proteina kinasi A, al fine di avviare la memorizzazione a lungo termine (14).

Partendo dagli studi del premio Nobel Kendel e dalle sue scoperte riguardanti i meccanismi molecolari di trasferimento delle informazioni, tramite l'esercizio dalla memoria a breve termine a quella a lungo termine, il Dr. Fellus è arrivato alla conclusione che la rieducazione della deglutizione atipica disfunzionale, di tipo suzione-deglutizione, richieda la stimolazione del cablaggio neuronale ed un'engrammazione di origine sub-corticale, ideando il dispositivo miofunzionale denominato Froggy Mouth (3,4,5,13,14).

Sono infatti due le cause principali all'origine del protrarsi della suzione-deglutizione:

1. il bambino non ha mai avuto occasione di scoprire una nuova modalità di deglutizione;

2. il bambino ha scoperto la nuova modalità ma il sistema limbico, (passaggio obbligato per l'engrammazione di un nuovo pattern deglutitorio), non l'ha assimilata per molteplici possibili ragioni. In primis entrano in causa motivi psicologici come immaturità, l'abitudine viziata protratta del succhiamento del pollice, dell'uso del biberon, o un'alimentazione quasi esclusivamente morbida/liquida.

L'approccio ortodontico, secondo alcuni autori, non è in grado



Fig 11: taglie del froggy mouth

di oltrepassare lo sbarramento del sistema limbico: le terapie di rieducazione miofunzionale, in cui ad una prima fase cosciente dovrebbe seguire una fase di automatizzazione, stimolano un aumento dell'attività dei neurotrasmettitori a livello delle sinapsi interessate, rimanendo però solo nell'ambito della memoria a breve termine.

L'apprendimento consiste nel tracciare nuovi circuiti, rimodellando quelli esistenti o creandone di nuovi: il Froggy Mouth,

portato per 15 minuti al giorno davanti alla televisione (attività riconosciuta dal sistema limbico come ricompensa) obbliga il bambino a scoprire una nuova modalità di deglutizione attraverso la via sub-corticale, senza stimolare l'attività dei neurotrasmettitori ma creando nuove sinapsi (22).

Non potendo più serrare le labbra infatti, il paziente (bambino, adolescente, adulto) non sarà più capace di deglutire la saliva nella modalità suzione-deglutizione, con conseguente comparsa di una reazione brutale e immediata a livello del tronco cerebrale per trovare un nuovo “programma” di deglutizione.

Questo nuovo “programma” sarà immediatamente integrato nella memoria a lungo termine grazie alla creazione di un nuovo circuito neuronale.

Questa prima tappa sarà necessaria ma non sufficiente per l'istaurarsi dell'automatizzazione.

Il bambino avrà a disposizione 2 programmi di deglutizione della saliva, proprio come avviene in un computer, e solo l'attivazione dell'uno o dell'altro darà il via alla sua esecuzione (4, 16).

3 FROGGY MOUTH

3.1 Il dispositivo

Il Froggy Mouth è un piccolo apparecchio rimovibile realizzato in un materiale flessibile, TPE (elastomero termoplastico) che non contiene lattice o ftalati, creato dal Dr. Patrick Fellus (Specialista in Ortopedia Dentofacciale, presso CHU Robert Debré, Paris) (20).

È un dispositivo medico brevettato di Classe 1, che rispetta le disposizioni applicabili alla direttiva 93/42/CEE e al libro II del codice della sanità pubblica francese, certificato CE dal fabbricante, disponibile in tre misure:

- S - SMALL dai 3 anni e mezzo ai 6/7 anni
- M- MEDIUM dai 6/7 anni agli 11/12 anni
- ADO - ADULT oltre i 12 anni

Aiuta ad interrompere il circuito patologico della deglutizione/suzione impedendo il contatto bilabiale e obbligando la lingua a posizionarsi nel modo corretto.

Indicazioni di utilizzo:

- Deglutizione atipica/interposizione linguale tra le arcate

- Morso aperto anteriore/laterale
- Contrazione trasversale
- Crossbite anteriore/posteriore
- Overjet aumentato
- Incisivi proclinati
- Morso profondo
- Protrusione mandibolare
- Dislalie
- Bruxismo
- Postura alterata
- Respirazione orale e sindromi adenoidee
- Russamento
- Drooling (perdita incontrollata di saliva).

L'apparecchio va indossato per 15 minuti al giorno (in modo da attivare sotto il controllo del nervo trigemino i circuiti neuronali che generano i movimenti automatici) sempre durante un'attività ludica: preferibilmente davanti alla tv, alla playstation o alla consolle del computer, mantenendo una postura della testa parallela al pavimento. Kandel ha evidenziato infatti che “quando si lavora sul subconscio non c'è necessità di lavorare a lungo quanto piuttosto in modo costante” (17).

3.2 Protocollo di utilizzo

Sul sito ufficiale del Froggy Mouth, (www.froggy-mouth.it), è consultabile il protocollo ufficiale di utilizzo del dispositivo, che prevede quattro fasi (20):

1. Posizionamento del dispositivo

Non bisogna fornire al paziente troppe istruzioni durante il posizionamento del dispositivo. Il paziente deve indossare il Froggy Mouth mentre guarda la televisione per 15 minuti al giorno, in modo che la sua attenzione sia interamente catturata dallo schermo e che lo sguardo e il piano linguale siano orizzontali. Libri e tablet non sono indicati, perché implicano che la testa venga inclinata verso il basso. È necessario comunque assicurarsi che la lingua sia in grado di trovare i punti di riferimento fisiologici tipici della normale occlusione.

2. Engrammazione

È utile spiegare ai genitori che i bambini, proprio come i computer, hanno due programmi che controllano la deglutizione. Le labbra contratte portano al programma obsoleto, mentre i denti chiusi e le labbra rilassate portano a quello nuovo, al quale bisogna aspirare. Se il bambino continua a salivare eccessivamente, occorre far presente che la lingua non sta lavorando nel modo corretto, in quanto spinge in avanti la saliva anziché verso il

fondo della bocca, dove dovrebbe essere deglutita. Per ottenere la sequenza deglutitoria corretta è necessario che entri in gioco il muscolo stiloglosso. Questo muscolo, che spinge la parte posteriore della lingua verso l'alto e all'indietro e la restringe allo stesso tempo, di sovente non è mai stato utilizzato nel deglutito-
le patologico. È bene prendere uno specchietto orale, spingerlo verso il basso oltre la linea linguale chiedendo al paziente di opporsi alla pressione e di cercare di spingere lo specchietto verso l'alto, può essere un buon esercizio. Ripetere l'esercizio due o tre volte per creare una nuova immagine motoria. Se a partire dalla seconda sessione si ottengono buoni risultati, chiedere ai genitori di monitorare la posizione delle labbra. È molto più semplice per un bambino infatti controllare le labbra che controllare i diciassette muscoli della lingua. È sufficiente che i genitori ripetano al bambino tre volte al giorno "giusto, proprio così" e "attento, hai le labbra contratte": in questo modo vengono stimolati i circuiti cortico-corticali del cervelletto, che correggono i gesti erronei e ottimizzano la giusta sequenza.

3. Automatismo

Prima di far accomodare il bambino, controllare il rilassamento della parte inferiore del volto per verificare se il nervo trigemino si sia sostituito all'azione del nervo facciale. Se il bambino

spinge la lingua tra le labbra anche solo una volta durante la visita, significa che non ha ancora raggiunto questo passo.

4. Monitoraggio successivo

Una volta acquisita la sequenza di deglutizione fisiologica, la frequenza d'uso del dispositivo può diminuire gradualmente ma si consiglia comunque di continuare con l'utilizzo una volta a settimana per circa 3 mesi.

3.3 Studi in letteratura

Essendo il Froggy Mouth un dispositivo di recente ideazione e immissione sul mercato attualmente non sono ancora numerosi gli articoli presenti in letteratura che abbiano analizzato i suoi effetti ad ampio raggio.

Gli studi realizzati negli articoli consultabili (2,3,4,5,6, 13,14,21,22) sono stati condotti o su singoli pazienti, quindi case report, o su gruppi di pazienti in fase di crescita e hanno analizzato il dispositivo solo da un punto di vista clinico, senza avvalersi di misurazioni oggettive.

Uno studio condotto su un gruppo considerevole di pazienti è stato realizzato da Di Vecchio, da Manzini e collaboratori presso l'Università degli Studi di Roma nel 2019 (6), prendendo in esame 370 pazienti.

A ciascuno di questi è stato consegnato un questionario da compilare a casa, affinché i medici curanti, durante gli appuntamenti di controllo, monitorassero quei parametri non rilevabili in poltrona.

	FIRST CONTROL AT 3 MONTHS	SECOND CONTROL AT 6 MONTHS	THIRD CONTROL AT 9 MONTHS
- THE CHILD REFERS SARACHE?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS HAVING DIFFICULTIES BREATHING?	Yes No	Yes No	Yes No
- STAYS WITH THE MOUTH OPEN DURING THE DAY?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS SUCKING THE FINGER?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS SUCKING THE PACIFIER?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS SUCKING THE INFERRIOR LIP?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS SLEEPING WITH THE MOUTH OPEN?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS SNORING?	Yes No	Yes No	Yes No
- SHOWS EYE BAGS?	Yes No	Yes No	Yes No
- KEEPS SWEATING AT NIGHT?	Yes No	Yes No	Yes No
- HAS DIFFICULTIES IN WAKING UP IN THE MORNING?	Yes No	Yes No	Yes No
- HAS NOCTURNAL ENURESIS?	Yes No	Yes No	Yes No
- HAS CHAPPED LIPS?	Yes No	Yes No	Yes No
- REFERS NIGHTMARES?	Yes No	Yes No	Yes No
- THE PATIENT SLEEPWALKS?	Yes No	Yes No	Yes No

- PATIENT TALKS DURING SLEEP?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- PATIENT REFERS FREQUENT NOCTURNAL AWAKENINGS?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- YOU NOTE STAINS OF SALIVA ON THE PILLOW?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- THE PATIENT HAS NOCTURNAL APNEAS?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- THE PATIENT PUTS THE TONGUE BETWEEN THE ARCADES WHEN SPEAKING/SWALLOWING?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- THE PATIENT IS HYPERACTIVE?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- THE PATIENT HAS DIFFICULTIES IN CONCENTRATING?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- THE PATIENT REFERS MUSCLE TONE DISTURBANCES?	Yes	No	Yes	No	Yes	No
- THE PATIENT REFERS HEADACHES?	Yes	No	Yes	No	Yes	No

INFERIOR LIP SUCKING	YES	NO
SLEEPS WITH THE MOUTH OPEN	YES	NO
SNORING	YES	NO
EYE BAGS	YES	NO
NOCTURNAL SWEATING	YES	NO
DIFFICULTIES IN WAKING UP IN THE MORNING	YES	NO
NOCTURNAL ENURESIS	YES	NO
CHAPPED LIPS	YES	NO
NIGHTMARES	YES	NO
SLEEPWALKING	YES	NO
TALKS DURING SLEEP	YES	NO
FREQUENT NOCTURNAL WAKE UPS	YES	NO
SALIVA STAINS ON PILLOW	YES	NO
SLEEP APNEAS	YES	NO
THE CHILD POSITIONS THE TONGUE FORWARD WHILE SPEAKS OR SWALLOWS	YES	NO
HYPERACTIVITY	YES	NO
TROUBLE CONCENTRATING	YES	NO

PROBLEMS DURING BREATH HYPOXIA	YES	NO
MULTIPLE YES	YES	NO
OTHER	YES	NO

ORTHOPAEDIC AND POSTURAL DIAGNOSIS

TORTICOLLIS	
EVIDENT POSTURAL ASYMMETRIES	
FLAT HEAD SYNDROME	
ORTHOPAEDIC VISITS OR TREATMENTS	
IF YES, WHY?	
PHYSICAL THERAPY VISITS OR TREATMENTS	
IF YES, WHY?	
PSYCHOLOGIC VISITS OR TREATMENTS	
IF YES, WHY?	
OTHER	

ALLERGIC DIAGNOSIS

ORTHODONTIC THERAPEUTIC PLAN

USE OF FROGGY MOUTH APPLIANCE

- > AS UNIQUE APPLIANCE
- > AS SUPPORT IN ORTHOPHONIC RETRAINING
- > COORDINATE IN THE ORTHODONTIC THERAPY

Fig. 12: questionario consegna ai pazienti

Dallo studio è emerso che l'apparecchio determina effetti clinici positivi nella risoluzione di malocclusioni come morso aperto, contrazione palatale trasversale, morso incrociato, morso profondo.

Grazie alla valutazione del questionario si è evinto inoltre che il Froggy Mouth ha aiutato a risolvere altri problemi come il russamento, la scialorrea, ha diminuito le apnea notturna e ha aiutato a migliorare la respirazione nasale.

Il confronto delle fotografie extraorali ha mostrato un cambiamento del viso, del collo e delle spalle.

Nel 2020 il Dott. Quinzi e collaboratori (2) hanno realizzato uno studio analizzando 40 pazienti trattati con Froggy Mouth, 15 minuti al giorno, secondo il protocollo ufficiale previsto dall'inventore P. Fellus.

I risultati sono stati soddisfacenti e hanno mostrato, nell'arco di 6 mesi, un miglioramento del pattern deglutitorio, della mimica facciale e un aumento del valore medio della forza del muscolo orbicolare.

Questo valore è stato misurato posizionando tra le labbra del paziente un bottone legato ad un filo, alla cui estremità opposta, era agganciato un dinamometro, (Correx, Haag-Streit Diagnostics, Koeniz, Svizzera). L'operatore formato, aveva il compito di tirare il filo e quindi il bottone, mantenendosi parallelo al suolo, fino a quando le labbra del paziente non erano in grado più di trattenerlo.

Tutti i dati presenti in letteratura mostrano risultati positivi, sottolineando inoltre la facilità di utilizzo e il favorevole rapporto costi-benefici.

4

SCANNER INTRAORALE

Lo scanner intraorale è uno scanner 3D, ovvero un sistema di misurazione tridimensionale utilizzato per catturare oggetti del mondo reale, in modo che possano essere analizzati nel mondo digitale.

Nello specifico, lo scanner intraorale è un apparecchio che raccoglie informazioni sulla forma e le dimensioni delle arcate dentarie (o sulla posizione di impianti dentari) attraverso la sola emissione di un fascio luminoso: esso infatti proietta un fascio o griglia luminosa (luce strutturata o raggio laser) sulla superficie dei denti (o degli scanbodies implantari), e cattura, attraverso telecamere ad alta risoluzione, la distorsione che tale fascio subisce quando colpisce queste strutture. Le informazioni raccolte da queste telecamere vengono processate da un potente software, che ricostruisce in maniera accurata il modello 3D delle strutture desiderate. In particolare, dalla genesi di una “nuvola di punti” si passa alla creazione di una mesh poligonale, rappresentazione fisica dell’oggetto scansionato; la scansione è poi rielaborata per ottenere il modello 3D definitivo.

Tecnicamente, lo scanner intraorale è perciò classificato come uno scanner 3D attivo, poiché emette una fonte luminosa e rielabora la

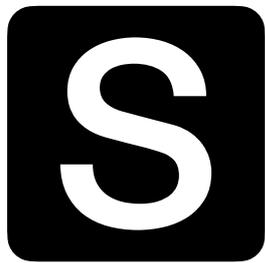
distorsione subita dalla stessa ad opera delle superfici dell'oggetto, per creare un modello 3D virtuale dello stesso (32).

Il primo ad ipotizzare l'acquisizione di una impronta ottica, fu, negli anni '70, il dott. F. Duret, considerato per questo il padre della moderna odontoiatria digitale.

Uno dei vantaggi più evidenti che reca l'utilizzo dello scanner intraorale, è la riduzione drastica di disagi per i pazienti, molto spesso riluttanti all'idea della presa dell'impronta coi metodi tradizionali; col progresso tecnologico inoltre si è riusciti ad eliminare la fase di opacizzazione degli elementi da scansare, che anni fa avveniva con la distribuzione di polvere sugli elementi dentari, agevolando ancora la condizione del paziente.

L'evoluzione dello scanner intraorale ha interessato anche il suo aspetto fisico, rendendolo più confortevole al suo scopo, ovvero sono state ridotte le dimensioni del beccuccio apicale, agevolando così la rilevazione di tutte le superfici (30,31,32).

Oggi in commercio si trovano molteplici scanner prodotti da svariate aziende: quello sfruttato per il presente studio è uno scanner prodotto dalla azienda 3 Shape, modello TRIOS 3 BASIC.



copo del lavoro

Lo scopo di questa tesi di natura sperimentale è stato quello di valutare l'efficacia del dispositivo Froggy Mouth in un gruppo di pazienti in fase di crescita, mediante la sovrapposizione delle scansioni intraorali, acquisite mediante uno scanner intraorale, il giorno della consegna dell'apparecchio (t 0) e dopo 1 anno di terapia (t 1).

I parametri presi in esame sono stati: la distanza intercanina, la distanza tra le cuspidi palatali mesiali dei quindi decidui, l'overjet, l'overbite e la profondità d'arcata, ossia la distanza tra il punto interincisivo superiore e la retta passante per il punto più distale della corona dei secondi molari decidui.



ateriali e metodi

3.1 Pazienti reclutati

I soggetti inclusi nel presente studio clinico, sono pazienti afferenti ad uno studio privato di Manerbio (Bs), in cura tra gennaio 2019 e dicembre 2021.

3.2 Criteri di inclusione

Sono stati inclusi in questo studio pazienti di età compresa tra i 5 e i 12 anni, che non fossero mai stati sottoposti a terapia ortodontica e che non fossero in cura con altri dispositivi ortodontici.

All'esame clinico tutti i pazienti mostravano evidenti segni di deglutizione atipica, quali, l'interposizione della lingua tra le arcate durante l'atto deglutitorio e la contrazione della muscolatura periorale durante la deglutizione.

Sono stati reclutati pazienti indipendentemente dalla classe dentale o scheletrica di partenza, in presenza o assenza di open bite anteriore o laterale, per un totale, iniziale di 19 pazienti.

3.3 Criteri di esclusione

Sono stati esclusi dallo studio i pazienti in cura presso un logopedista o che avessero fatto in passato terapia logopedica mirata alla risoluzione della deglutizione atipica.

Durante lo studio tre pazienti sono stati esclusi, in quanto si è reso necessario iniziare una nuova fase ortodontica con altri dispositivi.

3.4 Costi e Finanziamenti

Per il presente studio non sono stati necessari finanziamenti in quanto i soggetti inclusi sono pazienti privati del Dott. Manzini, afferenti allo studio dentistico privato.

3.5 Report acquisiti

I 16 pazienti restanti sono stati monitorati ogni 2 mesi per verificarne la collaborazione e scattare fotografie intraorali.

Le serie di fotografie intraorali ha previsto::

- frontale;
- laterali di destra e sinistra,
- overjet;

- overbite;
- oclusale dell'arcata superiore;
- oclusale dell'arcata inferiore.

Sono state acquisite, per ciascun paziente, due scansioni intraorali, mediante scanner intraorale (azienda produttrice 3-Shape, modello TRIOS 3 BASIC) il giorno di consegna del Froggy Mouth (t 0) e dopo 1 anno di terapia (t 1), allo scopo di sovrapporle e calcolare, oggettivamente i seguenti parametri:

- distanza intercanina, ossia la distanza lineare tra le cuspidi dei canini superiori;
- distanza lineare tra le cuspidi mesio-palatali dei secondi molari decidui superiori;
- overjet;
- overbite;
- profondità d'arcata superiore, ossia la distanza tra il punto interincisivo superiore e il punto di intersezione tra la retta passante per il punto più distante della corona dei secondi molari decidui e la perpendicolare passante per il punto interincisivo.

Lo scanner 3 Shape TRIOS BASIC sfrutta la tecnologia della microscopia confocale ed ultrafast optical sectioning. La fonte luminosa è luce strutturata-infrarossi e non necessita di opacizzazione per la rilevazione delle immagini.

Grazie all'opzione TRIOS "Patient Monitoring" e al software "Ortho Analyzer" è stato inoltre possibile sovrapporre le scansioni acquisite per uno stesso paziente, analizzando così i cambiamenti delle arcate nel tempo, dopo aver sezionato le arcate nei punti desiderati, i valori di interesse attraverso il comando "misurazioni".

L'iter che conduce quindi alla misurazione prevede:

1. sovrapposizione delle 2 impronte: nell'immagine n. 16 è possibile vedere un esempio relativo all'arcata superiore;

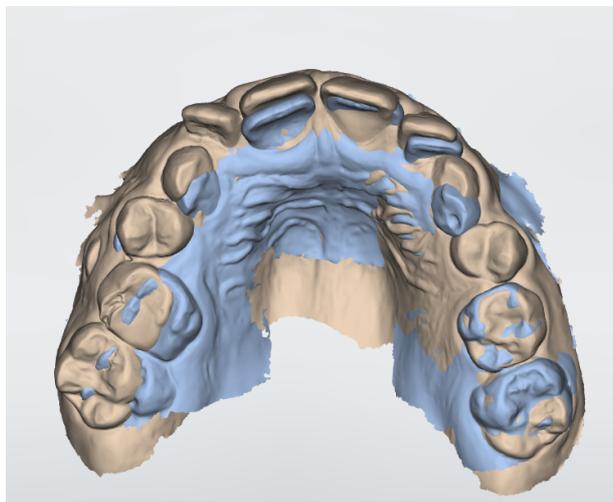


Fig. 15: scansione tempo 0, blu; scansione tempo 1, marrone.

2. sezione delle arcate nel punto di interesse, mediante relativo comando (fig. 17);

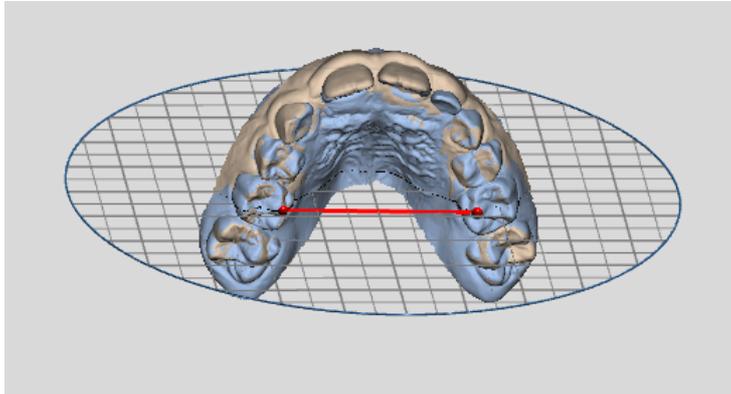


Fig. 16: sezione dell'arcata superiore a livello delle cuspidi palatali dei secondi molari decidui.

3. risultato della sezione e misurazione con apposito cursore (fig. 18).

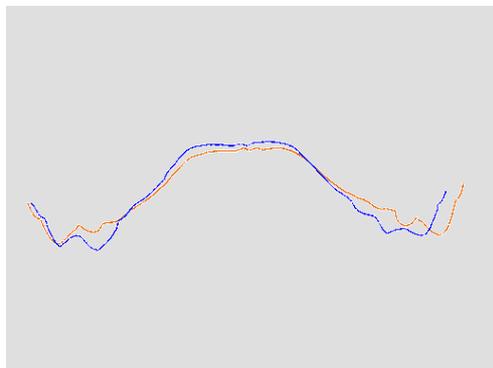


Fig. 17: sezione Si decidui



Fig. 18: misurazione OJ:
linea blu tempo 0, linea
rossa tempo 1.

3.6 Analisi statistica

L'analisi dei dati è stata condotta presso il Laboratorio di Prove Sperimentali dell'UDA di Ortognatodonzia e Odontoiatria Infantile del Dipartimento di Scienze Clinico-Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche dell'Università degli Studi di Pavia. L'analisi è stata effettuata con il software R (R version 3.1.3, R Development Core Team, R Foundation for Statistical Computing, Wien, Austria) calcolando la statistica descrittiva per ogni variabile che comprendeva: media, deviazione standard, mediana, valori minimo e massimo, misurati per ciascun gruppo.

Per tutti i parametri testati, è stato applicato un test t per misure ripetute.

Sono state effettuate delle regressioni lineari per valutare l'effetto della profondità di arcata sui diametri anteriori e posteriori.

Per tutti i test la significatività è stata posta per $P < 0.05$.



isultati

I valori ottenuti dalle misurazioni effettuate con i software “ Patient Monitoring” e “Orto Analyzer”, mediante scanner intraorale 3-Shape, sono riportati nelle tabelle sottostanti.

- Tabella 1: mostra i valori al tempo 0 e al tempo 1 relativi alla distanza lineare tra le cuspidi dei canini superiori;

Tabella 1-distanza intercanina

	d intercanina t. 0 in mm	d intercanina t. 1 in mm
Pz 1	30,66	34,52
Pz 2	28	32,46
Pz 3	35,09	35,10
Pz 4	36,18	35,66
Pz 5	31,61	31,63
Pz 6	32,88	34
Pz 7	27,6	27,70
Pz 8	29,7	32,37
Pz 9	33,20	33,20
Pz 10	29,52	30,81
Pz 11	33,25	33,25
Pz 12	30,31	30,60
Pz 13	34,44	32,31
Pz 14	34,12	35,44
Pz 15	32,92	35
Pz 16	30,20	30,50

- Tabella 2: mostra i valori al tempo 0 e al tempo 1 relativi alla distanza lineare tra le cuspidi mesio-palatali dei II molari decidui;

Tabella 2- distanza tra II molari decidui

	d tra 5°-5° t. 0 in mm	d tra 5°-5° t. 1 in mm
Pz 1	34,40	34,31
Pz 2	33,77	35,73
Pz 3	34,65	34,65
Pz 4	34,95	37,03
Pz 5	36,7	36,7
Pz 6	36,3	39,33
Pz 7	35,56	36,8
Pz 8	35,27	35,4
Pz 9	35,37	37,06
Pz 10	31,75	31,75
Pz 11	34	34
Pz 12	34,8	34,8
Pz 13	38,53	39,13
Pz 14	38,10	38,35
Pz 15	37,23	37,55
Pz 16	28,9	34,50

- Tabella 3: mostra i valori al tempo 0 e al tempo 1 relativi all' over jet;

Tabella 3- Over Jet

	OJ t. 0	OJ t. 0
Pz 1	1,66	2,80
Pz 2	5,95	5.07
Pz 3	4,68	3,50
Pz 4	4,85	5.01
Pz 5	3,97	2,60
Pz 6	-2,16	2,87
Pz 7	-1,41	0,42
Pz 8	5,74	4,73
Pz 9	4,25	3,10
Pz 10	3,52	3,26
Pz 11	7,43	7,40
Pz 12	4,22	4,34
Pz 13	4,12	3,74
Pz 14	3,52	3,38
Pz 15	3,34	3,34
Pz 16	3,48	3,46

- Tabella 4: mostra i valori al tempo 0 e al tempo 1 relativi all'overbite;

Tabella 4- Over Bite

	OB t. 0	OB t. 0
Pz 1	0,51	1,50
Pz 2	1,66	0,75
Pz 3	1,16	2,02
Pz 4	3,10	2,23
Pz 5	-1,64	-2,70
Pz 6	1,01	2,57
Pz 7	1,84	0,18
Pz 8	2,71	3,41
Pz 9	0,79	1,68
Pz 10	3,38	3,66
Pz 11	0,37	0,46
Pz 12	2,18	1,93
Pz 13	1,61	2,03
Pz 14	0,84	1,04
Pz 15	-0,6	0,6
Pz 16	-1,66	-1,17

- Tabella 5: mostra i valori al tempo 0 e al tempo 1 relativi all' profondità d'arcata, ossia la distanza tra il punto interincisivo superiore e il punto di intersezione tra la retta passante per il punto più distante della corona dei secondi molari decidui e la perpendicolare passante per il punto interincisivo.

Tabella 5- Ampiezza d'arcata (Arch Width)

	ArchWidth t. 0	ArchWidth t. 1
Pz 1	28,61	35,08
Pz 2	31,08	29
Pz 3	32,73	33,29
Pz 4	29,61	31,64
Pz 5	28,92	34,43
Pz 6	28,21	30,85
Pz 7	24,62	28,55
Pz 8	27,46	30,17
Pz 9	30,59	32,15
Pz 10	28,45	29,24
Pz 11	31,25	31,52
Pz 12	31,56	31,69
Pz 13	35,42	32,84
Pz 14	28,33	30,83
Pz 15	40	42
Pz 16	27,18	28,04

Le statistiche descrittive e inferenziali sono di seguito riportate.

Il test t ha dimostrato la presenza di differenze significative (P<0.05) per alcune variabili testate.

Le regressioni lineari non sono risultate significative.

	Mean	SD	Min	Mdn	Max	Significance T0vsT1
33T0	31.86	2.54	27.60	32.25	36.18	
33T1	32.78	2.19	27.70	32.83	35.66	<u>0.04</u>
55T0	35.02	2.35	28.90	35.11	38.53	
55T1	36.07	2.05	31.75	36.22	39.33	<u>0.02</u>
OJT0	3.57	2.46	-2.16	4.05	7.43	
OJT1	3.69	1.49	0.42	3.42	7.40	<u>0.77</u>
OBT0	1.08	1.49	-1.66	1.09	3.38	
OBT1	1.26	1.61	-2.70	1.59	3.66	<u>0.43</u>
ArchWidthT0	30.25	3.62	24.62	29.27	40.00	
ArchWidthT1	31.96	3.35	28.04	31.58	42.00	<u>0.01</u>

	Mean	SD	Min	Mdn	Max
Delta33	0.9293 75	1.6749 03	-2.13	0.295	4.46
Delta55	1.0506 25	1.5490 1	-0.09	0.285	5.6
DeltaArch	1.7062 5	2.3798 23	-2.58	1.78	6.47
	P Value				
Delta33 ~ DeltaAr-	0.374				
Delta55 ~ DeltaAr-	0.559				
Delta33 ~ Delta55	0.7731				

Dalle tabelle si evince che i valori per i quali P è significativo sono tre:

- l'aumento della distanza intercanina (**P=0,04**);
- l'aumento della distanza tra le cuspidi mesio-palatali dei secondi molari decidui (**P=0,02**);
- La profondità d'arcata (**P=0,01**).

L'aumento medio delle distanze, dal tempo 0 al tempo 1, è risultato essere infatti di:

- distanza intercanina: **0,93 mm**
- distanza tra le cuspidi mesio-palatali dei secondi molari decidui: **1,05 mm**
- profondità d'arcata: **1,7 mm**

Non è risultato invece significativa la variazione dei valori di overjet e overbite, dal tempo 0 al tempo 1, per i quali rispettivamente P è risultato essere, 0,77 e 0,43.

Per quanto concerne le correlazioni tra la profondità totale d'arcata e le distanze 3-3 e 5-5, e tra i valori 3-3 e 5-5, non è emerso nessun dato saliente, pertanto non sembra sussistere un legame tra la variazione di queste misure.

I valori di P calcolati sono infatti tutti maggiori di 0,05 e nel dettaglio sono risultati:

- 3-3/profondità d'arcata: $P=0.37$
- 5-5/profondità d'arcata: $P=0,56$
- 3-3/5-5: $P=0,77$



discussione

È ampiamente descritto in letteratura, quanto sia stretto il connubio tra forma e funzione, e quanto questi due aspetti si influenzino reciprocamente, soprattutto durante lo sviluppo.

Fu Moss a formulare la teoria della matrice funzionale, che presume che la crescita del cranio sia una risposta alle esigenze funzionali e agli stimoli neurotrofici, mediata dai tessuti molli (34).

Se le multifunzioni stomatognatiche, quali respirazione, deglutizione, masticazione e fonazione sono correttamente sviluppate, la crescita avviene in modo eugnatico.

Quando una noxa patogena, quale un'abitudine viziata, interferisce sul loro corretto sviluppo, anche la crescita cranio-facciale ne risente e si instaurano una serie di meccanismi che portano a malocclusioni.

Un soggetto che presenta un pattern di deglutizione atipico, o meglio una spinta linguale atipica, o che a riposo mantiene la lingua in una posizione bassa, sviluppa malocclusioni, più frequentemente un deficit trasversale del mascellare superiore, associato talvolta anche a cross bite, open bite anteriore, proincli-

nazione degli incisivi superiori e inferiori con comparsa di diastemi.

La deglutizione è infatti fisiologicamente realizzata, quando le arcate dentali entrano in contatto tra loro, e la lingua si eleva contro la parte postero-superiore della volta palatina, per la messa in gioco del muscolo stiloglosso (13). La lingua quindi, se correttamente collocata, è in grado di impartire un fondamentale input al mascellare superiore, che, anche grazie a tale forza centrifuga, si accresce adeguatamente sia in senso trasversale che antero-posteriore.

In un soggetto con deglutizione atipica, quindi, viene a mancare tale forza e di conseguenza la crescita può essere alterata, con comparsa di malocclusioni.

Dalla letteratura si evince quanto in soggetti privi di abitudini viziate, ci sia un aumento dimensionale, durante la crescita, del palato, della distanza intercanina, intermolare, della profondità d'arcata e della circonferenza di arcata (35).

In particolare la distanza intercanina sembra aumentare, tra i 6 e i 18 anni, di massimo 5 mm, la distanza intermolare aumenta fino ad un massimo di 4 mm, mentre l'incremento del perimetro d'arcata si aggira attorno ad 1 mm (35).

Altri studi, consultabili in letteratura, affermano che l'aumento della distanza intercanina, tra i 9 e i 12 anni, ossia durante l'ul-

tima fase della permuta, sia in media di 0.959 mm, l'aumento della distanza intermolare sia in media di 1,46 mm e che la profondità d'arcata abbia mediamente un incremento di 0,58 mm (36).

In altri studi l'aumento della distanza 3-3, tra i 10 e i 14 anni, è stimata di 3,21 mm, mentre da 5-5 di 2,16 mm (39).

Va specificato però che la profondità d'arcata, intesa come la distanza tra il punto interincisivo superiore e la retta passante per il punto più mesiale dei primi molari superiori, non è influenzata soltanto dalla crescita e dallo sviluppo dell'arcata mascellare, ma anche dal movimento mesio-distale e dall'inclinazione del primo molare superiore (38), che può avvenire durante la permuta. Talvolta infatti un'eccessiva mesioinclinazione del molare, in questa fase, porta ad una diminuzione del valore in questione, in quanto viene spinto in avanti il punto di riferimento, falsando il dato. È per tale ragione che in altri studi, questa misurazione non sembra avere un cambiamento significativo, con $P > 0,05$ (37).

Così come la letteratura è unanime nell'affermare che durante la crescita ci sia un incremento dimensionale, sia trasversale che anteroposteriore del mascellare superiore, così è compatta nel descrivere malocclusioni e assenza di fondamentali input di cre-

scita, nei soggetti che presentano abitudini viziate, come la deglutizione atipica o la respirazione orale.

È proprio alla luce del rapporto di biunivocità, che sussiste tra forma e funzione, quindi tra deglutizione atipica e malocclusioni, che si rende necessario un approccio terapeutico multidisciplinare, personalizzato, che affronti la problematica in tutte le sue sfaccettature, sia dal punto di vista miofunzionale che ortodontico.

In letteratura sono stati utilizzati diversi apparecchi per la correzione della deglutizione atipica, come l'apparecchio Fraenkel, Bionator, speroni linguali e apparecchi di guida alle eruzioni. Questi dispositivi sembrano ottenere risultati clinicamente validi ma richiedono una maggiore compliance da parte del paziente, comportano difficoltà nella vita quotidiana, ad esempio durante la fonazione, o possono comportare, talvolta, lesioni intraorali.

Anche la logopedia sembra dare risultati soddisfacenti (41) richiedendo però un maggior tempo di trattamento, nonché una maggiore collaborazione del paziente. Essa inoltre non è efficace nei bambini molto piccoli, di circa 3-4 anni.

Il trattamento miofunzionale, in un recente studio di Begnoni (42), è risultato essere un'alternativa terapeutica di successo.

Il dispositivo Froggy Mouth, ideato dal Prof. Fellus, partendo dagli studi sull'apprendimento, condotti da Kandel, è considerato un

apparecchio miofunzionale che, posizionato tra le labbra, previene il contatto bilabiale, stimolando l'allenamento muscolare e costringendo la lingua in una posizione corretta, mirando così a indurre un nuovo schema di deglutizione. Presenta molteplici vantaggi, tra cui la facilità d'uso, costi ridotti, nessuna necessità di impronte intraorali, tradizionali o digitali, e di intervento manuale dei genitori durante il trattamento.

Gli studi presenti in letteratura (2,3,4,5,6, 13,14,21,22) che hanno analizzato il suo funzionamento, hanno mostrato risultati soddisfacenti nella risoluzione di malocclusioni, come morso aperto, contrazione palatale trasversale, morso incrociato e morso profondo. È emerso inoltre che il Froggy Mouth ha aiutato a risolvere altre problematiche come il russamento, la scialorrea, ha diminuito le apnee notturne e ha aiutato a migliorare la respirazione nasale. Un altro dato analizzato è stato la forza delle labbra, misurata in centiNewton, e rilevata mediante un dinamometro, ed è emerso che dopo 6 mesi di trattamento con il Froggy Mouth, questa subisce un incremento, passando da una media di 190.30 cN a 489,38 cN.

Obiettivo di questa tesi sperimentale è stato quello di valutare l'efficacia del dispositivo Froggy Mouth dopo un anno di terapia, mediante la sovrapposizione di scansione intraorali, acquisite nei giorni di inizio e fine terapia. I valori analizzati sono stati la di-

stanza intercanina, la distanza tra le cuspidi palatali dei secondi molari decidui, la profondità d'arcata, overjet e overbite.

Ad oggi, non sono presenti ricerche in letteratura che abbiano preso in esame questi stessi valori: non sono ancora stati pubblicati studi, che abbiano misurato, in modo quantitativo e con metodiche oggettivabili, le variazioni d'arcata nei pazienti deglutitori atipici. Non esiste quindi, allo stato attuale, per questo studio, un gruppo controllo, per poter fare dei confronti.

I risultati ottenuti hanno mostrato, in un anno di utilizzo di Froggy Mouth per 15 minuti al giorno, un significativo aumento della distanza intercanina, della distanza tra i secondi molari decidui e un aumento della profondità d'arcata, con valori di significatività pari rispettivamente a $P=0,04$, $P=0,02$, $P=0,01$.

È presumibile quindi ipotizzare, che andando a riposizionare correttamente la lingua durante la deglutizione, grazie al dispositivo miofunzionale, il palato riceva le adeguate forze centrifughe per il suo accrescimento, sia in senso trasversale che antero-posteriore.

I valori infatti emersi dalla presente ricerca, sono in linea con gli studi presenti in letteratura, in cui i pazienti reclutati non mostravano abitudini viziate e presentavano una deglutizione definita fisiologica.

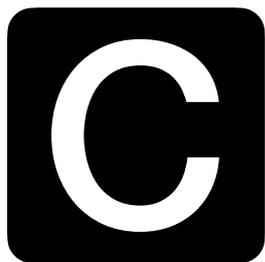
Non è invece emerso un valore significativo per overjet e overbite (con $P > 0,05$) nonostante la media dei valori, calcolate a inizio e fine terapia, migliori lievemente.

Rispettivamente infatti i valori medi, a t0 e t1, dell'overjet sono di 3,57 mm e 3,69 mm; i valori medi, a t0 e t1, dell'overbite, sono rispettivamente di 1.08 mm e di 1,26 mm.

6.1 Criticità

Nonostante il presente studio sperimentale abbia fornito buoni risultati, sussistono delle criticità:

- Numero di pazienti limitato;
- Valori soggetti a possibili errori umani: seppur il valore finale in millimetri venga fornito in automatico dal software, il posizionamento del cursore, nei punti desiderati, è a carico dell'operatore, e quindi possibile soggetto ad errori;
- Collaborazione non sempre testabile del paziente e comunque affidata al suo feedback e a quello dei genitori.



onclusioni

Il Froggy Mouth è risultato essere un utile dispositivo miofunzionale, in grado di determinare un corretto riposizionamento della lingua durante la deglutizione, e di conseguenza, ripristinare la forza centrifuga importante per il giusto accrescimento del mascellare superiore, sia in senso trasversale che antero-posteriore.

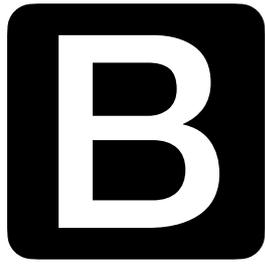
Dallo studio sperimentale è emerso che, dopo un anno di terapia con il Froggy Mouth, indossato 15 minuti al giorno, in posizione seduta, davanti alla televisione o computer, ci sia un significativo aumento della distanza intercanina, della distanza tra i secondi molari decidui e della profondità d'arcata.

In linea con gli altri studi presenti in letteratura, che hanno analizzato i suoi vantaggi, si è ottenuto un visibile miglioramento della posizione linguale.

Il dispositivo è stato ben accettato dal paziente e dai genitori, presenta il vantaggio di essere reperibile a bassi costi e di non necessitare di impronte intraorali, essendo presente sul mercato in tre taglie differenti, adatte a 3 diverse fasce d'età.

Non ha controindicazioni, risultando quindi adatto anche a bambini molto piccoli.

Il limite di questa tesi sperimentale è il numero circoscritto di pazienti esaminati: sarà necessario quindi ampliare la ricerca.



ibliografia

1. Gray – Drake, Anatomia del Gray, Elsevier Masson 2009.
2. Vincenzo Quinzi, Alessandro Nota, Eleonora Caggiati, Sabina Saccomanno, Giuseppe Marzo and Simona Tecco, “Short-Term Effects of a Myofunctional Appliance on Atypical Swallowing and Lip Strength: A Prospective Study” , J Clin Med. 2020 Aug; 9(8): 2652.
3. Fellus, P.” Dynamic and postural changes in the tongue: Influence on facial growth.” *Mondo Ortod.* 1989, 14, 791–798.
4. Fellus, P. “From digit-sucking-cum-deglutition to deglutition in dentate subjects”. *Orthod. Fr.* 2016, 87, 89–90
5. Fellus, P. “Tongue disfunction and abnormal development”. *Orthod. Fr.* 2006, 77, 105–112.
6. S. Di Vecchio, P. Manzini, E. Candida, M. Gargari, “Froggy mouth: a new myofunctional approach to atypical swallowing”, *European Journal of Paediatric Dentistry* vol. 20/1-2019.
7. Maspero C., Prevedello C., Giannini L., Galbiati G., Farronato G, “Deglutizione atipica: revisione della letteratura”, *Minerva Stomatologica* 2014 June;63(6):217-27.
8. Proffit W. *Ortodonzia moderna*. Second edition. Milano: Elsevier Masson; 2001.
9. Tahereh Jalaly, Farzaneh Ahrari , Foroozandeh Amini, “Effect of Tongue Thrust Swallowing on Position of Anterior Teeth”, *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2009 Summer; 3(3): 73–77.
10. V. Krishnan, Z. Davidovitch “Biological mechanisms of tooth movement: Second edition”, February 2015.

11. C. M. de Lemos, et al. "Study of the Relationship Between the Dentition and the Swallowing of Mouth Breathers", *International Archives of Otorhinolaryngology*, 2006 Vol. 10 Num. 2.
12. A. R. Barata, G. Kizi, V. Alves, L. Proença & A., "Association between mouth-breathing and atypical swallowing in young orthodontic patients at Egas Moniz Dental Clinic", *Annals of Medicine ISSN: (Online) Delgado Journal*.
13. Fellus P. "Sucking and swallowing", *J Dentofacial Anom Orthod*, 2015;18:110.
14. Fellus P. "The role of biochemistry and neurophysiology in the education of deglutition", *Medical and Clinical Archives*, 2017, ISSN: 2515-1053.
15. S. Linder, Aronson, "Respiratory Function in Relation to Facial Morphology and the Dentition", *Journal of Orthodontics*, April 1, 1979.
16. A. Piccini et al, "APache Is an AP2-Interacting Protein Involved in Synaptic Vesicle Trafficking and Neuronal Development", *Cell Reports*, vol. 21, issue 12, 2017.
17. E.R. Kandel, "Alla ricerca della memoria", Codice, Torino, 2010.
18. Helene Marie, "Meccanismo molecolari della memoria", XXI Secolo (2010)
19. P. Manzini, et al. "Tongue rehabilitation through the froggy mouth device: case series", *J Biol Regul Homeost Agents*, Jan-Feb 2020;34.
20. www.froggy-mouth.it.
21. P. Fellus, "Suction deglutition to swallowing deglutition by cortical or subcortical networks", *Dental, Oral and Craniofacial Research*, 2016.
22. P. Fellus, "How biochemistry and neurophysiology are involved in the re-education of deglutition", *Jpn J Med* 2018, 2:1
23. Fraser C. "Tongue thrust and its influence in orthodontics". *Int. J. Orthod. Milwaukee*. (2006); 17 (1): 9-18.

24. Sfondrini G., Gandini P., Sfondrini MF, et al. "Ortognatodonzia terapia". Edizione Martina 2008, Bologna.
25. Manzini P. Et al. "Tongue rehabilitation through the froggy mouth device: case series". *J Biol Regul Homiest Agents*. Jan-Feb 2020, 34: 142-150
26. Silva m, manton D. " Oraò habits-part1: the dental effects and management of nutritive and non-nutritive sucking". *J Dent Child*. Sep-Dec 2014: 133-9.
27. Dodds WJ. " The physiology of swallowing, Dysphagia (1989).
28. Capozzi L. Et at, " La deglutizione atipica: contributo clinico-terapeutico". *Ann stonato*. (Roma). (1966).
29. Crevier-Buchman L. Et al. " Fisiologia della deglutizione normale", *EMC-otorinolaringoiatr*. 2007; 6(4).1-12.
30. Hidemichi K. Et al. "Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review," Volume 64, Issue 2, April 2020, Pages 109-113.
31. Isidora Christopoulou, "Intraoral Scanners in Orthodontics: A Critical Review, *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Feb; 19(3): 1407.
32. Mangano F., "Gli scanner intraorali", *Infodent3*, 2017. info-dent.it.
33. Levrin Luca, "Terapia miofunzionale orofacciale", ottobre 2019.
34. Moss ML. "The differential roles of periosteal and capsular functional matrices in orofacial growth", *Eur J Orthod* 2007;29:96-101.
35. Donald J. Ferguson Jeffrey A. Dean, "Growth of the Face and Dental Arches", in *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent (Tenth Edition)*, 2016.
36. F. Louly, P. R. A. Nouer, G. Janson, and A. Pinzan, "Dental arch dimensions in the mixed dentition: a study of Brazilian children from 9 to 12 years of age," *Journal of Applied Oral Science*, vol. 19, no. 2, pp. 169–174, 2011.

37. O. H. Alkadhi, S. F. Almahfouz, H. A. Tokhtah, and L. A. Binhuwaishel, "Dental arch dimensions in Saudi adults," *International Journal of Dentistry*, vol. 2018, Article ID 2190250, 10 pages, 2018.
38. Dapeng Yang,^{1,2} Shuran Liang,¹ Ke Zhang,¹ Weimin Gao,³ and Yuxing Bai, Hindawi, "Research Article Evaluation of Growth and Development of Late Mixed Dentition Upper Dental Arch with Normal Occlusion Using 3-Dimensional Digital Models", *Journal of Healthcare Engineering Volume 2019*, Article ID 4191848, 8 pages
39. Jucienne Salgado Ribeiro et al. "Evaluation of transverse changes in the dental arches according to growth pattern: a longitudinal study", *Dental Press J. Orthod.* 17 (1) • Feb 2012.
40. 11. Garliner D. Importanza di una corretta deglutizione. In: *La lingua, madre di tutti i mali*. San Benedetto del Tronto: Futura Publishing Society, 1996:31-7.
41. Giuca, M.R.; Pasini, M.; Pagano, A.; Mummolo, S.; Vanni, A. Longitudinal study on a rehabilitative model for correction of atypical swallowing. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 2008, 9, 170–174.
42. Begnoni, G.; Dellavia, C.; Pellegrini, G.; Scarponi, L.; Schindler, A.; Pizzorni, N. The efficacy of myofunctional therapy in patients with atypical swallowing. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2020, 277, 2501–2511.



ingraziamenti

Un sincero ringraziamento va alla Prof.ssa P. Gandini, per i suoi insegnamenti, professionali e di vita. Un'insegnante capace di far crescere e guidare. Per non essersi mai limitata a spiegare, bensì ispirare; per avermi consegnato le chiavi del dubbio e della curiosità, "la forma più pura di insubordinazione", che, sono certa, mi aiuteranno ad aprire ancora molte porte.

Un ringraziamento alla Prof.ssa F. Sfondrini e al Prof. A. Scribante, per la disponibilità sempre dimostratami.

Grazie al Dott. P. Manzini, per questi anni di collaborazione, per i consigli e gli insegnamenti e per aver permesso la realizzazione di questa tesi sperimentale.

Grazie al Prof. S. Beccari, per avermi dato la possibilità di frequentare il suo studio e per il suo modo gentile, pacato, rispettoso e paterno con cui mi ha trasmesso tanto sapere.

Grazie a tutti i tutor e ai compagni della clinica, per avermi affiancato e fatto crescere in questi anni.

