

**Ricevuto il:**

25 marzo 2010

**Accettato il:**

11 maggio 2010

**Disponibile online:**

11 novembre 2010

# Occlusione dentale e prestazione sportiva: revisione della letteratura

## Dental occlusion and athletic performances: a literature review

A. Baldini\*, G. Cravino

Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentale (Presidente: Prof. M. Baldoni), Insegnamento di Gnatologia (Titolare: Dott. A. Baldini.), AO San Gerardo, Sezione di Posturologia e Gnatologia (Responsabile Dottor A. Baldini), Università degli Studi Milano-Bicocca

**Parole chiave:**

Occlusione

Placca occlusale

Pedana stabilometrica

Paradenti

Stabilità occlusale

**Key words:**

Occlusion

Occlusal splint

Stabilometric platform

Mouthguard

Occlusal stability

**Riassunto**

**Obiettivi.** Valutare, considerando come motore di ricerca “pubmed.com” se nello sportivo una occlusione corretta o l’applicazione di una placca possa o meno migliorare le prestazioni.

**Materiali e metodi.** Sono state considerate le parole chiave “*dental occlusion and sport*” considerando articoli fino a febbraio 2010. Inserendo queste due parole chiave sono stati trovati in letteratura 72 articoli; per la revisione bibliografica sono stati selezionati 12 lavori preferendo quelli in cui fossero implicati direttamente degli sportivi.

**Risultati.** Gli articoli considerati ai fini di questa revisione bibliografica sono stati: due studi caso-controllo, due revisioni, sette studi pilota, un articolo di considerazioni generali sull’esperienza dell’autore nell’utilizzo del boccaglio nei subacquei.

**Conclusioni.** Appare chiaro come nell’attività sportiva i muscoli del distretto cranio cervico-mandibolare vengono interessati; sul fatto che l’applicazione di uno splint nel cavo orale possa o meno migliorare le prestazioni sportive i risultati appaiono discordanti. Si può concludere che ogni atleta va valutato individualmente con appropriate valutazioni cliniche e strumentali.

© 2010 Elsevier Srl. All rights reserved.

**Abstract**

**Objectives.** A search of PubMed was performed to evaluate the hypothesis that correct occlusion or the use of a splint can improve an athlete’s performance.

**Materials and methods.** A search of PubMed based on the key words *dental occlusion* and *sport* and considering works published through February 2010 yielded 72 articles. For this review, we selected 12 of these whose main topic was athletes.

**Results.** For this review we considered two case-control studies, two reviews, seven pilot studies, and one article regarding the use of a mouthpiece in scuba divers.

**Conclusions.** It is clear that the muscles of the cranio cervico-mandibular district are involved in sports activities. It is still not clear whether insertion of a splint in the oral cavity can or cannot improve an athlete’s performances: data on this issue are discordant. We can conclude that every athlete has to be evaluated individually with appropriate clinical and instrumental methods.

© 2010 Elsevier Srl. All rights reserved.

**\*Autore di riferimento:**

alberto.baldini@unimib.it

(A. Baldini)

## Introduzione

Negli ultimi anni si leggono sempre più articoli e presentazioni di “case report” in riviste del settore medico e non, che vorrebbero dimostrare come un “bite”, inserito nel cavo orale, possa risolvere eventuali problematiche di dolore o sintomatologia algica anche in distretti anatomici lontani dall’apparato stomatognatico. Molti sportivi di svariate discipline (motociclisti, calciatori ecc.) indossano il bite anche durante le competizioni proprio con la funzione di migliorare la prestazione. È progressivamente aumentato il numero di ricerche e pubblicazione anche su riviste mediche od odontoiatriche che prendono in considerazione come i diversi fattori occlusali possano influenzare la postura del corpo e dunque le prestazioni sportive negli atleti professionisti e non. Lo scopo di questa rassegna è stato quello di valutare come l’occlusione dentale possa interferire con le prestazioni sportive ed eventualmente se uno “splint” o “bite”, come più comunemente viene chiamato, inserito nel cavo orale possa dare dei benefici prestazionali o meno ad atleti professionisti o in soggetti praticanti sport.

## Materiali e metodi

È stato utilizzato come motore di ricerca “pubmed.com”, inserendo nell’apposito box le parole chiave “*dental occlusion and sport*”, considerando lavori fino a febbraio 2010. Inserendo queste due parole chiave sono stati trovati in letteratura 72 articoli, per la revisione bibliografica sono stati selezionati 12 articoli preferendo lavori in cui fossero implicati direttamente degli sportivi. Gli articoli considerati ai fini di questa revisione sono stati: due studi caso-controllo, due revisioni bibliografiche, sette studi pilota, un articolo di considerazioni generali sull’esperienza dell’autore nell’utilizzo del boccaglio nei subacquei. Due tra gli articoli valutati sono in lingua francese, uno è in lingua italiana, i restanti sono in lingua inglese (*tabella 1*).

## Risultati

### Bite e prestazione sportiva

Il primo tra gli articoli considerati è una “revisione bibliografica” [1] che tratta i differenti punti di vista,

sino a quel momento, riguardo alla possibilità che l’utilizzo di un apposito dispositivo che mantenga la mandibola nella sua corretta posizione possa migliorare la prestazione sportiva del soggetto che ne fa uso. Il dispositivo in questione analizzato nell’articolo, chiamato *bite*, è costituito da due segmenti in resina acrilica connessi tramite una barra metallica linguale, oppure in materiale modellabile che può essere dunque adattato come un paradenti per gli sport a contatto. Tra gli esempi di come il *bite* possa risultare utile ai fini di un incremento della forza e della resistenza muscolare si ricorda Kaufman [2], che fabbricò un paradenti per gli atleti che soffrivano di mal di testa durante le gare di velocità: non solo questi dolori sono stati alleviati dall’utilizzo del dispositivo, ma è stato anche registrato un aumento della forza muscolare in fase di partenza dell’atleta. Inoltre, Kaufman [2] ha documentato casi clinici di atleti professionisti sportivi: giocatori di calcio, baseball, tennisti, giocatori di hockey e di polo e, infine, velocisti: hanno tutti dichiarato che le loro prestazioni sportive erano migliorate dall’utilizzo del *bite*.

Così come Kaufman [2], molti altri medici sono giunti alle sue medesime conclusioni: cioè tutti gli atleti ai quali è stato posizionato nel cavo orale un riposizionatore mandibolare hanno dimostrato un aumento dell’intensità della forza sviluppata. Tra le critiche a tali conclusioni, si riporta la mancanza di validità scientifica delle dichiarazioni degli atleti sul *bite* e la possibilità di ottenere lo stesso risultato con l’ausilio di un placebo, che psicologicamente inducesse l’atleta a migliorare la propria prestazione. Stenger [3] documentò il miglioramento delle “prestazioni sportive” di un cospicuo numero di giocatori di calcio della squadra di Notre-Dame di Parigi. I medesimi indossavano un apposito paradenti con la funzione di proteggere le arcate dai traumi “dissipando” la forza d’impatto.

Greenberg et al. [4] criticarono la validità del *bite* sostenendo che non vi fossero evidenze di validità scientifica che esso potesse avere maggiore funzione rispetto a un placebo nei pazienti che non soffrivano di disturbi all’articolazione temporo-mandibolare. Insieme ad alcuni suoi colleghi, il citato autore provò il *bite* su alcuni sportivi e un bite con effetto placebo (senza contatto occlusale e rialzo della dimensione verticale) su altri [4], giungendo alla conclusione che non fosse possibile rilevare

TABELLA I – ARTICOLI CONSIDERATI NELLA REVISIONE BIBLIOGRAFICA

Autori (ref.)	Titolo	Tipo di studio	Scopo dello studio
Jakush [1]	Può una terapia dentale migliorare la performance sportiva?	Revisione	Confronto tra opinioni contrastanti
Delbar [5]	Personalizzazione del boccaglio degli sport subacquei	Considerazioni	Sottolineare l'importanza di una personalizzazione dei boccagli per le attività subacquee ai fini di una riduzione della sintomatologia algica
Gelb, Mehta, Forgione [6]	Relazione tra forza muscolare e postura mandibolare in Odontoiatria sportiva	Revisione	Confronto tra opinioni contrastanti
Wang Ueno Taniguchi Ohyama [11]	Influenza sulla contrazione isometrica muscolare durante l'abduzione delle spalle cambiando le situazioni occlusali	Studio pilota	Indagare circa una possibile relazione tra posizione della mandibola e forza muscolare negli arti superiori del corpo
Ferrario Sforza Serrao Fragnito Grassi [12]	L'influenza delle differenti posizioni della mandibola sui parametri elettromiografici del muscolo bicipite del braccio in giovani adulti con differenti caratteristiche occlusali	Studio caso-controllo	Indagare circa l'ipotesi di una correlazione funzionale tra apparato stomatognatico e muscoli di altri distretti corporei e tra condizioni occlusali e performance neuromuscolare
Sannajust Thiery Poumarat Vanneuville Barthélémy Mondie [13]	Forze isometriche muscolari e occlusione nello sport: studio preliminare	Studio caso-controllo	Comparare le forze occlusali massimali isometriche dei soggetti sedentari e sportivi
Flavel, Nordstrom, Miles [14]	Stabilità posturale della mandibola umana durante la locomozione.	Studio pilota	Valutare i movimenti della mandibola rispetto alla maxilla durante i movimenti di tutto il corpo nella locomozione
Miles Flavel Nordstrom [15]	Stabilità posturale della mandibola umana durante la locomozione.	Studio pilota	Valutare i movimenti della mandibola rispetto alla maxilla durante i movimenti di tutto il corpo nella camminata e nel salto
Lai Deriu Chessa [16]	Influenza dell'occlusione sulle prestazioni sportive	Studio pilota	Valutare la relazione esistente tra occlusione dentale e prestazioni fisiche al fine di evidenziare connessioni tra correzione occlusale e <i>performances</i> sportive
Kimura Murakami Yamamoto Yokoyama Morita Ito Hiraba [17]	Valutazione della velocità dell'attività elettromiografica del massetere e dello sternocleidomastoideo registrata durante un'attività marziale	Studio pilota	Indagare circa la relazione funzionale tra la funzione del motore somatico generale e la funzione del motore orale
Sforza Tartaglia Solimene Morgun Kaspranskiy Ferrario [18]	Occlusione, attività del muscolo sternocleidomastoideo e oscillazione del corpo: uno studio pilota su astronauti	Studio pilota	Valutare le modificazioni indotte negli astronauti da uno splintaggio occlusale sull'attività degli sternocleidomastoidei e sulle oscillazioni del corpo
Ebben Flanagan Jensen [19]	Risultati della forza muscolare durante la masticazione in atleti di salto in lungo.	Studio pilota	Valutare se l'effetto della massima chiusura mandibolare influenza la forza sviluppata durante la <i>countermovement jump</i>

una differenza statisticamente rilevante nella forza sviluppata dai diversi gruppi, misurata per mezzo di un dinamometro. Criticata era anche la brevità dell'intervallo temporale durante il quale le prestazioni dei professionisti sportivi erano state valutate da Stenger [3]. Tuttavia, nonostante il contrasto tra le due correnti di pensiero, tutti i medici erano fermamente convinti che ulteriori indagini a riguardo fossero di fondamentale importanza. Circa la possibilità che una malocclusione potesse scatenare una reazione algica in altri distretti corporei si esprime Delbar [5], che pubblicò un articolo concernente la personalizzazione dei boccagli, utilizzati dai sommozzatori, sulla base della propria dentatura e occlusione. Un normale boccaglio non personalizzato

costringeva, infatti, il soggetto a una occlusione forzata non naturale allo scopo di mantenerlo fermo tra le arcate per respirare: tuttavia questa scomoda situazione poteva determinare disfunzioni a livello dentale, muscolare, articolare, auricolare e gengivale, con il rischio di compromissione dell'articolazione temporo-mandibolare.

Risale al 1995 la *review* di Gelb et al. [6] che tratta l'argomento "MORA" (*mandibular orthopedic repositioning appliance*) con le critiche dei medici più scettici e le prove a supporto della validità di questo tipo di dispositivo, raccolte da un cospicuo numero di medici. Questo lavoro riprende i concetti introdotti da Kaufman [2], dei quali già Jakush aveva discusso nel suo lavoro [1] e li amplia descrivendo

due studi dell'anno 1984 [7,8]. Entrambi questi studi testavano l'utilizzo del *bite*: in uno la dimensione verticale è stata aumentata di circa 2-3 mm in tutti gli sportivi, mentre nell'altro la porzione occlusale del *bite* occupava lo spazio libero tra le arcate dei soggetti, regolando i punti di contatto in occlusione centrica. Nel primo studio nessuno dei soggetti ha perso forza muscolare dopo posizionamento del *bite*, nel secondo studio la metà dei soggetti testati che soffrivano di click articolare all'ATM hanno tratto beneficio dal posizionamento del *bite* interarcata. Gli autori di questo articolo, inoltre, hanno considerato uno studio condotto da Jabbar et al. [9], volto a determinare la forza bilaterale degli arti superiori e del distretto scapolo omerale di sportivi di sesso femminile con disturbi dell'ATM inserendo uno splint tra le arcate dentali.

Un ulteriore interessante studio considerato da Gelb et al. [6] è quello di Al-Abbasi et al. [10] che, nella prima parte di un suo esperimento, ha testato alcuni sportivi in posizione seduta, con la testa libera di muoversi e i denti in *rest position* e massima intercuspidação. I test sono stati effettuati con differenti tipologie di *bite*: le conclusioni indicano che, in occlusione centrica, con l'ausilio di un normale *bite* interposto tra le arcate, la forza sviluppata dal muscolo sternocleidomastoideo può aumentare nonostante la posizione. Tuttavia, un *bite* che pone in posizione di "testa a testa" gli incisivi centrali, o comunque che distanzi tra loro gli elementi dentali, permette allo sternocleidomastoideo di raggiungere la sua forza di contrazione massima.

## Occlusione dentale e forza muscolare

Interessante l'esperimento di Wang et al. [11]: scopo degli autori è di valutare l'esistenza di una possibile correlazione oggettivamente quantificabile tra l'occlusione dentale e la forza muscolare sviluppata a livello degli arti superiori. Sono stati considerati per questo lavoro sette soggetti, ai quali è stata eseguita l'elettromiografia ad alcuni gruppi muscolari della parte alta del corpo, ed è stata misurata la forza di abduzione delle spalle in quattro diverse situazioni occlusali: *rest position*, massima intercuspidação, massima intercuspidação con un placebo e massima intercuspidação con *bite*. I soggetti valutati nello studio non presentavano anamnesi

positiva per terapie pregresse di disturbi all'ATM; i *bite* sono stati costruiti per l'arcata superiore sulla base di una valutazione dello spazio libero tra le arcate presente durante il sorriso, in modo da alterare lievemente la dimensione verticale dei soggetti, mentre il placebo è stato fabbricato nello stesso materiale resinoso del *bite* ma in modo da non interferire con la superficie occlusale degli elementi dentali né alterare la dimensione verticale. L'EMG è stata eseguita ai seguenti muscoli: masseteri destro e sinistro, temporali destro e sinistro, trapezio, deltoide, bicipite, tricipite, estensore dell'avambraccio e flessore dell'avambraccio. Le analisi statistiche dimostrano che la forza sviluppata a livello degli arti superiori con il *bite*, che permette al soggetto di assumere la normale posizione di riposo o *rest position*, è significativamente maggiore rispetto alla forza sviluppata durante l'abduzione senza il dispositivo inserito nel cavo orale, sia nella situazione di massima intercuspidação, sia con il placebo e sia nella normale *rest position*.

Non si discosta molto da questo lavoro lo scopo del più recente esperimento condotto da Ferrario et al. [12] su due gruppi di soggetti, un gruppo con parametri di occlusione nella norma e l'altro con evidenti alterazioni dell'apparato stomatognatico (uno o più denti mancanti, *crossbite* ecc.) ai fini di valutare la correlazione funzionale tra apparato stomatognatico e i muscoli di altri distretti corporei, e tra le varie condizioni occlusali e la performance neuromuscolare. I soggetti esaminati sono 29 giovani uomini che praticano regolarmente uno o più sport; per ognuno di loro sono state considerate sei posizioni dell'articolazione temporo-mandibolare: a bocca aperta, senza contatto tra i denti; bocca chiusa, con leggero contatto dentale, massima intercuspidação, massima intercuspidação con due rulli di cotone (spessore di 10 mm) interposti tra i denti posteriori, massima intercuspidação con un solo rullo di cotone posto sul lato destro o sinistro dei denti mandibolari posteriori. Durante ogni prova il paziente doveva utilizzare l'arto dominante per sollevare un carico di peso precedentemente valutato sulla base della sua corporatura, per il maggior tempo possibile. I soggetti sono stati incoraggiati a svolgere al meglio l'attività ed erano nel contempo incitati verbalmente. Il muscolo bicipite del braccio dominante è stato esaminato tramite

elettromiografia durante la contrazione isometrica: le onde elettromiografiche sono state controllate visivamente dagli operatori tramite il display del computer. Il fattore "posizione dell'articolazione" e occlusale è risultato statisticamente significativo solo per la durata temporale dell'attività; in entrambi i gruppi il maggior risultato in termini di durata si è verificato nella prova di massima intercuspidação, mentre il minor tempo con la mandibola con un rullo di cotone tra le arcate dal lato destro. Nei due gruppi analizzati tutti i soggetti hanno all'incirca sostenuto la prova con lo stesso peso massimo, ma il gruppo dei soggetti che presentavano una malocclusione è stato inaspettatamente in grado di praticare l'esercizio per un tempo più lungo rispetto ai soggetti con una normale occlusione. Inoltre, sono state rilevate alcune differenze nel *pattern* di contrazione dei muscoli esaminati: in media nei soggetti del gruppo "mal occlusione" l'ampiezza dell'EMG è risultata maggiore, con uno slittamento del picco dello spettro verso frequenze minori. L'incremento delle modificazioni dell'ampiezza del segnale collegate al tempo è risultato simile per i due gruppi analizzati, ma il decremento del picco delle frequenze è risultato significativamente più veloce tra i soggetti del gruppo "mal occlusione" rispetto agli individui del gruppo "occlusione normale". I risultati ottenuti dal presente studio sono alquanto inaspettati: probabilmente i soggetti ai quali mancano uno o più denti posteriori hanno potuto sviluppare con il tempo alcuni meccanismi di adattamento compensatori che non si sono mostrati quando la mandibola dei soggetti in questione si trovava nella posizione di massima intercuspidação con i rulli di cotone interposti tra le arcate. Inoltre, la durata temporale è risultata particolarmente influenzata dalle differenti posizioni della mandibola ma entrambi i gruppi hanno potuto sostenere lo stesso peso per il maggior tempo durante il momento di massima intercuspidação.

In conclusione da questo studio si evince che un'occlusione morfologicamente alterata non sempre peggiora la performance muscolare di altri distretti corporei, e che l'utilizzo di supporti occlusali come i rulli di cotone non comporta necessariamente un beneficio, anzi in alcuni casi può addirittura essere nocivo. Seguendo questo ragionamento gli autori non concordano con la politica dell'uso diffuso

di un *bite* per qualunque situazione sportiva, ma ogni singolo individuo dovrebbe essere valutato in modo specifico.

Uno sforzo fisico intenso o la competizione sportiva possono essere fonte di stress, l'attività elettromiografia del muscolo massetere in situazione di stress è significativamente più importante rispetto a una condizione non stressante: su questa considerazione si basa il lavoro di Sannajust et al. [13] che valuta le forze occlusali massimali isometriche di soggetti sedentari e sportivi, distinguendoli per sesso, dal momento che è evidente la relazione tra serramento della mandibola e attività sportiva, come già riscontrato da altri autori.

Sono stati selezionati ai fini di questo studio 25 soggetti suddivisi in due gruppi: sedentari e sportivi, a loro volta distinti in due sottogruppi in base al sesso, con dentatura sana, completa, senza evidenti malocclusioni o disarmonie. Ai soggetti è stata misurata l'attività elettromiografica masseterina in due situazioni differenti nelle quali dovevano raggiungere il massimo livello di contrazione muscolare il più rapidamente possibile allo scopo di reclutare il numero maggiore di unità motorie e mantenere uno sforzo massimo per 10 secondi, oltre i quali comparivano delle contratture muscolari che avrebbero inficiato i risultati ottenuti.

Non sono state rilevate delle variazioni significative nei valori della forza massimale tra i due test praticati nello stesso modo a tre minuti di intervallo (ciò indica che questo intervallo di riposo è stato sufficiente a ottenere un recupero muscolare completo) ma è emersa una differenza significativa tra la forza sviluppata dai soggetti di sesso femminile e quella sviluppata dai soggetti maschili: questa diversità è sovrapponibile alla proporzione esistente, in un dato muscolo, a livello dei muscoli dell'apparato locomotore.

Nessuna differenza tra il gruppo dei soggetti sportivi e il gruppo dei soggetti sedentari, malgrado una tendenza all'aumento negli sportivi, diversamente da quanto si poteva ipotizzare. Si è constatato, inoltre, che la forza sviluppata dai soggetti maschili è stata nettamente superiore (25%) alla medesima sviluppata dai soggetti femminili nella prima ripetizione dell'esercizio, mentre durante la seconda ripetizione non sono state registrate differenze significative. Per contro i soggetti sportivi femminili mostravano

una diminuzione significativamente maggiore delle sedentarie: questa caratteristica non è stata rilevata all'interno del gruppo maschile.

### **Attività dell'apparato stomatognatico durante l'attività sportiva**

In uno studio condotto da Flavel et al. [14] si è cercato di valutare l'entità dei movimenti mandibolari rispetto al complesso maxillare durante l'attività locomotoria che coinvolge tutto il corpo, a diversi livelli di velocità e pendenza. Sono stati reclutati 12 adulti in normali condizioni fisiche che non manifestassero problematiche neurologiche, vestibolari o dentali.

Le persone testate hanno dovuto camminare e correre su un *tapis-roulant* a diversi livelli di pendenza, in salita, in discesa e in piano. Lo schema di movimenti mandibolari durante l'attività motoria è risultato sovrapponibile per tutti i soggetti testati. Le principali osservazioni di questo studio sono che la mandibola ha un movimento di tipo verticale in entrambi i sensi, verso l'alto e verso il basso rispetto al complesso cranio-maxillare, durante ogni tipologia di esercizio e velocità di camminata/corsa; inoltre questi movimenti, così come la decelerazione del capo, aumentano quando il piede appoggia al suolo.

Uno studio degli stessi autori conferma i risultati del precedente [15] mostrando che esiste una lieve componente di movimento verticale della mandibola rispetto al capo dopo l'appoggio delle dita dei piedi a terra e che questo non evoca risposte riflesse nei muscoli elevatori della mandibola.

Tuttavia, saltando e atterrando su un solo piede il ginocchio deve essere completamente disteso e la caviglia deve essere flessa; di conseguenza l'impatto dell'atterraggio è assorbito dai muscoli antigravitari del ginocchio e della caviglia, mentre il restante sobbalzo è trasmesso fino al cranio. Questa trasmissione non è confortevole, in quanto l'appoggio del calcagno è normalmente evitato durante le attività come la discesa delle scale ed è fisiologicamente seguito da un lieve movimento della mandibola rispetto al mascellare superiore verso il basso, dopo il quale la mandibola medesima non solo si muove nuovamente verso l'alto ma addirittura supera la sua normale posizione verticale. Questo superamento indica che il movimento verso

l'alto non è solamente il risultato delle forze elastiche ma deve anche essere la conseguenza dell'attivazione di riflessi muscolari. I dati suggeriscono che la contrazione riflessa dei muscoli di chiusura della mandibola agisce in concomitanza con le forze viscoelastiche, allo scopo di arrestare il movimento mandibolare verso il basso e fissarla nella sua normale posizione posturale.

Per quello che concerne la locomozione invece i riflessi di stiramento contribuiscono al controllo della postura mandibolare durante un potente stimolo gravitazionale, ma la questione più interessante è capire se è possibile controllare la mandibola durante le attività più convenzionali come camminare e correre.

Nel presente studio l'apertura mandibolare durante ogni passo è risultata lenta e poco ampia e ha inoltre evocato una risposta riflessa irregolare in solo tre dei soggetti testati e solo durante il raggiungimento della velocità più elevata. Si evince che non vi è una significativa attivazione riflessa del massetere neanche durante la camminata veloce, dunque i riflessi di stiramento non contribuiscono alla postura mandibolare durante la camminata. Invece la lieve ampiezza delle oscillazioni indotte dagli spostamenti verso il basso della mandibola dopo l'appoggio del piede suggeriscono che la dislocazione mandibolare è minimizzata da meccanismi di viscoelasticità. Comunque in un soggetto che corre la maggior parte delle forze trasmesse al cranio e alla mandibola dall'impatto dell'atterraggio fa sì che la mandibola si sposti di più e più velocemente verso il basso. Questo movimento stira i muscoli di chiusura della mandibola ad alte velocità e larga ampiezza e ne evoca risposte riflesse. L'eccitazione riflessa del massetere è seguita da un movimento della mandibola verso l'alto. Come nel salto anche nella camminata/corsa avviene il superamento della posizione iniziale della mandibola, indicando che il movimento verso l'alto è in parte il risultato dell'attività di muscoli, oltre che di meccanismi elastici passivi. Correndo a diverse velocità e a diverse inclinazioni territoriali si ottengono tipologie varie di forze agenti a livello mandibolare e di conseguenza diverse tipologie di riflessi di stiramento: un soggetto che cammina a velocità moderata la mandibola è principalmente sostenuta da meccanismi passivi di viscoelasticità dovuti ai tessuti molli dell'area peri-orale. In un

soggetto in corsa l'aumento delle forze di inerzia agisce a livello mandibolare provocandone dislocazioni più ampie e più veloci che danno l'avvio a riflessi di stiramento di breve latenza a livello dei muscoli di elevazione mandibolare. La consistenza di questi riflessi dipende dalla velocità dello stiramento iniziale indotto dai muscoli di chiusura mandibolare, mentre la risultante contrazione muscolare tende a far tornare la mandibola nella sua posizione originaria. L'efficacia della risposta è dimostrata dall'osservazione che l'entità del massimo movimento verso il basso della mandibola è solitamente inferiore a 1 mm durante la corsa.

### Occlusione dentale e prestazione sportiva

Scopo del lavoro di Lai et al. [16] è di valutare la relazione esistente tra l'occlusione dentale e le prestazioni fisiche valutata per mezzo della pedana stabilometrica, al fine di evidenziare se realmente esistono connessioni tra la correzione oclusale e le variazioni di *prestazioni* sportive. Questa pedana è solitamente utilizzata dalle società sportive per la valutazione delle capacità fisiche e delle prestazioni degli atleti, permettendo anche di registrare il tempo di volo che ha impiegato il soggetto a effettuare un salto e lo spostamento verticale del suo centro di gravità.

Sono stati selezionati per questo studio due gruppi di pazienti non praticanti sport a livello agonistico: un gruppo con disturbi cranio-cervico-facciali con incoordinazione condilo-meniscale, click iniziale in apertura, I o II classe dentale con instabilità oclusale e modificazioni posturali correlate con l'occlusione, e un secondo gruppo di soggetti senza alcuna patologia o disturbo. Dopo la visita gnatologica è stata preparata una placca in resina dotata di guida canina e contatti oclusali che nel gruppo di pazienti con patologie/disturbi era tesa a correggere le malocclusioni, mentre negli altri la provocava inserendo uno spessore maggiore di circa 2 mm in corrispondenza del canino e del primo premolare di destra. Ai soggetti è stato chiesto di effettuare due esercizi sulla pedana di cui sopra, *counter movement jump*, che consente di valutare la forza esplosiva degli arti inferiori e *mechanical power test*, atto a valutare la potenza meccanica, alternando gli esercizi con la

placca e senza placca.

I risultati hanno evidenziato che la forza elastica è direttamente proporzionale all'elevazione raggiunta. Inoltre, all'interno del gruppo di pazienti con malocclusioni è emerso che, mediamente, vi è una discrepanza del 5% nei tempi di volo, del 10,27% nell'altezza raggiunta e dell'11,94% nella potenza meccanica, con un miglioramento delle prestazioni dei soggetti disfunzionali con l'utilizzo del *bite*; per quanto riguarda invece i pazienti esenti da patologia dell'ATM, è stato evidente un peggioramento delle loro prestazioni sportive con l'utilizzo delle correzioni oclusali.

Ragionando sui risultati ottenuti si può dedurre che i muscoli elevatori della mandibola, agendo come muscoli antigravitazionali, sono deputati al mantenimento della postura mandibolare tramite il riflesso mio tattico tonico, che si estrinseca per attivazione dei propriocettori degli stessi muscoli elevatori dell'ATM e dei recettori parodontali. Il controllo della postura della mandibola origina però anche da altre strutture nervose che, in sinergia con quelle trigeminali, concorrono a un adeguamento della posizione della mandibola in relazione alla posizione del capo e a quella dei vari segmenti corporei nello spazio. Si può dunque ipotizzare che i sistemi coinvolti nel controllo della postura nello spazio e in particolare il labirinto vestibolare abbiano una certa influenza sull'attività dei muscoli elevatori della mandibola.

Il mantenimento di un tono posturale non corretto necessita di un maggiore dispendio energetico con rendimento muscolare inferiore in alcuni distretti. Per ottenere la massima forza muscolare nell'attività fisica il soggetto ricerca varie posizioni mandibolari, in quanto la mandibola deve essere stabilizzata per quello specifico atto e in quella specifica posizione che garantisce il miglior equilibrio posturale per quello specifico movimento.

Da non sottovalutare è la diversa reazione dei soggetti presentanti la stessa patologia alla correzione oclusale: ciò è la conseguenza del fatto che non tutte le problematiche cranio-mandibolari hanno ripercussioni sull'atteggiamento posturale totale dell'individuo, ma i meccanismi di compenso possono bloccare la patologia a un livello più distrettuale, senza conseguenze corporee generali. Compito del medico, secondo gli autori, confermata la diretta correlazione tra apparato stomatognatico

e muscolo-scheletrico, nonché la crescente importanza dei dispositivi occlusali nelle attività sportive, è l'individuazione di pazienti che potrebbero migliorare la propria prestazione sportiva.

Nello studio di Kimura et al. [17] sono stati eseguiti due esperimenti: per il primo sono stati reclutati sei uomini cintura nera di karate altamente allenati con dentizione in completa salute e nessun sintomo all'articolazione temporo-mandibolare. I partecipanti allo studio sono stati invitati a eseguire una mossa di karate che coinvolgesse svariati muscoli, ma ne è stata considerata l'attività elettromiografia di quattro solamente, ai fini dell'esperimento, oltre al massetere: il muscolo tricipite del braccio, il bicipite, antagonista del tricipite, il dorsale e lo sternocleidomastoideo. L'esercizio è stato ripetuto dieci volte aumentando progressivamente la velocità d'esecuzione. Al termine dell'esperimento le attività elettromiografiche degli stessi muscoli sono state registrate durante la massima contrazione volontaria nelle condizioni seguenti: massima intercuspazione, massima rotazione del capo verso destra e verso sinistra, massima estensione e flessione del gomito.

Per il secondo esperimento sono stati reclutati 12 volontari allo scopo di testare gli effetti dei movimenti del capo rispetto al tronco valutando l'attività elettromiografica degli stessi muscoli della prova precedente, mentre i partecipanti allo studio svolgevano l'esercizio dell'esperimento precedente ma prima con la rotazione del capo in una direzione opposta al tronco per stabilizzare la posizione del capo stesso e tenere l'obiettivo a mira, e in seguito ruotando sia testa sia tronco nella stessa direzione cosicché l'obiettivo andasse fuori mira. Anche per questa prova gli esercizi sono stati ripetuti dieci volte incrementando progressivamente la velocità d'esecuzione.

Le conclusioni sono state che il muscolo massetere, nonostante non fosse direttamente coinvolto nel movimento esaminato, ha mostrato un'intensa attività durante il movimento e la somma dell'EMG del massetere è variata in proporzione alla velocità di questo movimento in questione con un coefficiente di correlazione molto elevato. Sebbene coefficienti di correlazione significativi tra le attività masseterine e la velocità della mossa di karate non implicano necessariamente l'esistenza di interrelazioni

funzionali tra questi, alcune lievi implicazioni dovrebbero comunque essere considerate. In aggiunta alle attività masseterine, anche lo sternocleidomastoideo è risultato estremamente attivo e intimamente correlato all'attività del massetere.

L'importanza funzionale delle attività dello sternocleidomastoideo durante il movimento del braccio è probabilmente collegata al movimento del capo in una direzione opposta a quella del tronco. Questa nozione può essere applicata allo sternocleidomastoideo di sinistra, ma secondo gli autori sono necessari ulteriori studi per determinare l'importanza funzionale dell'attività dello sternocleidomastoideo destro, nonché le attività coordinate tra massetere e sternocleidomastoideo durante i movimenti del braccio. Il movimento analizzato nello studio è caratterizzato dal non colpire l'obiettivo e dal mantenimento dell'avambraccio in una rigida posizione di estensione in posizione finale. In questo senso esiste una sottile differenza tra la natura dei movimenti delle braccia inerenti la tecnica di karate considerata, e altre attività sportive come la boxe. Infatti, molti risultati ottenuti dallo studio in questione sono paragonabili a quelli ottenuti con altri sport.

Le modificazioni indotte dalla forza di gravità sui *pattern* di movimento di testa, tronco ed estremità sono state lungamente studiate, tuttavia sui muscoli masticatori la quantità di dati è esigua. Alle normali condizioni di gravità le informazioni provenienti dal collo e dall'apparato stomatognatico giocano un importante ruolo nel bilanciamento e nel mantenimento dell'equilibrio corporeo. Nella sperimentazione condotta da Sforza et al. [18] è stato applicato uno splintaggio occlusale al fine di standardizzare l'attività elettromiografia dei muscoli elevatori della mandibola. Il suo effetto immediato sul *pattern* di contrazione dei muscoli sternocleidomastoidei e sulle oscillazioni del centro di pressione dei piedi è stato registrato in un gruppo di 11 astronauti di sesso maschile, analizzati in normali condizioni di gravità.

I soggetti analizzati erano in buona salute e non presentavano alcuna patologia dell'apparato stomatognatico né del collo. I *bite* occlusali sono stati realizzati a partire dalle impronte delle arcate dentarie degli astronauti: si trattava di splintaggi mandibolari che ricoprivano solamente le superfici occlusali dei denti posteriori, modificanti i contatti dentali al



fine di ottenere una contrazione dei muscoli elevatori della mandibola e del collo una contrazione più simmetrica durante la massima intercuspidação. Il protocollo prevedeva la registrazione dell'attività elettromiografia di massetere, temporale anteriore e sternocleidomastoideo di entrambi i lati, con e senza *bite* interposto tra le arcate dentarie. Le oscillazioni corporee, indicate dalle modificazioni della posizione del centro di pressione dei piedi, sono state misurate a occhi aperti e a occhi chiusi, con e senza *bite*.

In quasi tutti i soggetti una o più coppie di muscoli hanno mostrato un'attività asimmetrica durante la massima intercuspidação senza *bite* indossato. La posizione di massima intercuspidação con il *bite* inserito nel cavo orale invece ha portato a un'attività maggiormente equilibrata e simmetrica di tutte le coppie muscolari analizzate in tutti i soggetti. In media l'area di oscillazione del centro di pressione dei piedi è risultata maggiore senza lo splintaggio rispetto alla medesima area valutata nel soggetto con il *bite* interposto tra le arcate dentarie, indifferentemente rispetto alla modalità occhi aperti/chiusi.

Una relazione statisticamente significativa tra le modificazioni indotte nell'elettromiografia e nel centro di pressione dei piedi con lo splintaggio occlusale è stata rilevata per il muscolo sternocleidomastoideo con gli occhi chiusi: maggiore risultava l'incremento nella simmetria muscolare, minore l'area di oscillazione nella condizione con il *bite* nel cavo orale piuttosto che senza quest'ultimo. Nello studio in questione la variabilità tra i diversi soggetti testati è emersa rispetto all'altezza dei soggetti medesimi, risultando correlata all'area di oscillazione: per gli astronauti più alti la differenza tra la condizione con e senza *bite* è risultata più evidente.

La relazione tra simmetria della contrazione del muscolo sternocleidomastoideo e il bilanciamento posturale del corpo è stata rinvenuta in modo particolarmente evidente con il soggetto in condizione occhi chiusi; questo risultato è in contrasto con precedenti studi che invece mostravano una correlazione significativa tra oscillazioni corporee e splintaggio occlusale in modalità occhi aperti. Probabilmente negli astronauti analizzati nello studio considerato l'integrazione centrale dei vari input (vestibolare, visivo, propriocettivo) può aver subito delle

modificazioni causate dallo specifico addestramento e dall'esperienza in situazioni gravitazionali diverse. A ogni modo le conclusioni più rilevanti di questo studio non differiscono da quelle di studi precedenti: una posizione maxillo-mandibolare più simmetrica causa minori oscillazioni corporee. Un'ultima considerazione degli autori di questa indagine riguarda la possibilità di investigare quali possano essere gli effetti di una modificazione reversibile a livello delle superfici occlusali sulla riduzione delle oscillazioni del corpo durante o subito dopo un viaggio in condizioni di gravità non basali.

Ebben et al. nel 2008 [19] hanno notato che durante situazioni che richiedono una particolare forza o potenza muscolare è piuttosto comune tra gli atleti serrare i denti, con un conseguente sviluppo di tensione muscolare a livello dei muscoli di volto e collo, ed attivare alcuni muscoli anche tramite una manovra di Valsalva modificata, presumibilmente al fine di ottenere un potenziale vantaggio ergonomico.

Scopo del loro studio è di indagare circa l'esistenza di un fenomeno di simultanea attivazione-potenziamento valutando l'effetto della massima chiusura mandibolare per determinare se questa pratica influenzi la percentuale di sviluppo della forza, la velocità di raggiungimento del picco di forza massima, e il picco stesso, durante il *countermovement jump*.

Sono stati reclutati per questa indagine 14 atleti di sesso maschile e femminile: questi soggetti durante il test hanno eseguito il *countermovement jump* al di sopra di una pedana che valutasse la forza sviluppata, nelle due condizioni di riposo mandibolare o *rest position* e in massima intercuspidação. Durante la condizione di chiusura mandibolare è stato chiesto ai soggetti di raggiungere la loro massima contrazione volontaria dei muscoli di elevazione della mandibola, serrando al massimo un paradenti durante il movimento verso il basso che precede la spinta del salto verso l'alto. Durante l'esecuzione del salto in modalità *rest position* invece ai soggetti è stato chiesto di eseguire il salto a bocca leggermente dischiusa, per evitare il serramento. In entrambe le condizioni è stato chiesto agli atleti di eseguire un salto quanto più possibile alto.

I risultati indicano che la chiusura mandibolare produce un effetto di potenziamento dell'abilità dell'atleta a eseguire il salto, come messo in

evidenza dall'aumento della forza sviluppata e dalla diminuzione del tempo necessario al raggiungimento del picco di forza massima durante l'esecuzione del *countermovement jump* in modalità massima intercuspidação. In particolare la percentuale di forza sviluppata ha subito un incremento del 19,5% in condizione massima intercuspidação, mentre il tempo per il raggiungimento del picco di forza massima ha subito una riduzione del 20,15%. Non è stata registrata invece una differenza statisticamente significativa del picco massimo di forza tra le due diverse modalità di esecuzione del salto. Dai risultati di questo studio si evince dunque che i gruppi muscolari delle zone inferiori del corpo subiscono l'influenza della chiusura mandibolare. Tra le applicazioni pratiche che i risultati di questo studio possono suggerire si deve sottolineare la possibilità che gli atleti, durante l'allenamento del *countermovement jump* così come durante una gara, possano ottenere un vantaggio in termini di potenza muscolare dalla semplice posizione mandibolare di massima intercuspidação dentale durante la fase di discesa verso il basso che precede lo slancio del salto.

## Discussione e conclusioni

Concludendo, numerose sono le pubblicazioni a supporto dell'ipotesi di una relazione funzionale tra muscoli masticatori e gruppi muscolari di altri distretti corporei coinvolti in svariate attività sportive. In particolare nelle attività sportive appaiono sempre interessati anche i muscoli del sistema cranio-cervico-mandibolare. Non è chiaro come agiscano i meccanismi fisiopatologici che mettono in correlazione l'occlusione con la prestazione sportiva: lo dimostra il fatto che in uno degli articoli considerati [12] le prestazioni sportive di un gruppo di soggetti con documentata malocclusione erano migliori rispetto al gruppo con una occlusione corretta. Anche per quanto riguarda la valutazione se l'utilizzo di un *bite* possa migliorare o meno le prestazioni sportive i risultati appaiono discordanti. Si devono però distinguere due situazioni: lo sportivo disfunzionale a livello dell'ATM e lo sportivo asintomatico. Nel caso dello sportivo disfunzionale le valutazioni sembrano dimostrare i benefici

dell'inserimento di uno *splint* anche sull'attività sportiva, mentre la situazione non appare così chiara nello sportivo asintomatico. In quest'ultima situazione ogni sportivo andrebbe analizzato individualmente, clinicamente e strumentalmente, per valutare e considerare con attenzione l'eventuale reale beneficio dell'applicazione di uno *splint* nel cavo orale.

## Conflitto d'interessi

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto d'interessi

## Finanziamenti allo studio

Gli Autori dichiarano di non avere ricevuto finanziamenti per la stesura del lavoro.

## Bibliografia

1. Jakush J. Divergent views: can dental therapy enhance athletic performance? J Am Dent Assoc 1982;104(3):292-8.
2. Kaufman RS. Case reports of TMJ repositioning to improve scoliosis and the performance by athletes. NY State Dent J 1980;46(4):206-9.
3. Stenger JM. Physiologic dentistry with Notre Dame athletes. Basal Facts 1977;2(1):8-18.
4. Greenberg MS, Cohen SG, Springer P, Katwick JE, Vegso JJ. Mandibular position and upper body strength: a controlled clinical trial. J Am Dent Assoc 1981;103(4):576-9.
5. Delbar P. Personnalisation des embouts intra-buccaux dans les sports subaquatiques. Inf Dent 1983;65(16):1389-92.
6. Gelb H, Mehta NR, Forgione AG. The relationship between Jaw Posture and muscular strength in sports dentistry: a reappraisal. Cranio 1996;14(4):320-5.
7. Schubert MM, Guttu RL, Hunter LH, Hall R, Thomas R. Changes in shoulder and leg strength in athletes wearing mandibular orthopedic repositioning appliances. J Am Dent Assoc 1984;108(3):334-7.
8. Yates JW, Koen TJ, Semenick DM, Kuffinec MM. Effect of a mandibular orthopedic repositioning appliance on muscular strength. J Am Dent Assoc 1984;108(3):331-3.
9. Jabbar A, Mehta N, Forgione A. Relationship between mandibular position and strength of extremities. J Dent Res 1994;73:114.

10. Al-Abbasi H, Mehta NR, Forgione AG, Clarck E. Effect of vertical dimension and mandibular position on sternocleidomastoid strength. *J Dent Res* 1995;74:29.
11. Wang K, Ueno T, Taniguchi H, Ohyama T. Influence on isometric muscle contraction during shoulder abduction by changing occlusal situation. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1996;43(1):1-12.
12. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Fragnito N, Grassi G. The influence of different jaw positions on the endurance and electromyographic pattern of the biceps brachii muscle in young adults with different occlusal characteristics. *J Oral Rehabil* 2001;28(8):732-9.
13. Sannajust JP, Thiery C, Poumarat G, Vanneuville G, Barthélémy I, Mondie JM. Forces occlusales maximales isométriques et sport-Etude préliminaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2002;103(3):141-7.
14. Flavel SC, Nordstrom MA, Miles TS. Postural stability of the human mandible during locomotion. *J Biomech* 2003;36(6):759-64.
15. Miles T, Flavel S, Nordstrom M. Control of human mandibular posture during locomotion. *J Physiol* 2004;554(1):216-26.
16. Lai V, Deriu F, Chessa G. Influenza dell'occlusione sulle prestazioni sportive. *Minerva Stomatol* 2004;53(1-2):41-7.
17. Kimura K, Murakami H, Yamamoto M, Yokoyama T, Morita T, Ito Y, Hiraba K. Velocity-dependent EMG activity of masseter and sternocleidomastoideus muscles during a ballistic arm thrusting movement. *Hum Mov Sci* 2007;26(1):48-67.
18. Sforza C, Tartaglia G, Solimene U, Morgun V, Kapranskiy R, Ferrario V. Occlusion, sternocleidomastoid muscle activity, and body sway: A pilot study in male astronauts. *Cranio* 2006;24(1):43-9.
19. Ebben WP, Flanagan EP, Jensen RL. Jaw Clenching Results in Concurrent Activation Potentiation During the Countermovement Jump. *J Strength Cond Res* 2008;22(6):1850-4.