

METODOLOGIA DELLO SPORT

Massimiliano Gollin Dipartimento di ortodonzia, PhD School, Dental School, Università di Torino; Dipartimento di Scienze cliniche e biologiche; Centro di ricerche in scienze motorie, Scuola universitaria di Scienze motorie, Università di Torino

Maria Grazia Piacino Dipartimento di ortodonzia, PhD School, Dental School, Università di Torino

Alberto Rainoldi Dipartimento di Scienze mediche; Centro di ricerche in scienze motorie, Scuola universitaria di Scienze motorie, Università di Torino

Pietro Bracco Dipartimento di ortodonzia, PhD School, Dental School, Università di Torino

ALLENAMENTO della FORZA DINAMICA e UTILIZZO del BITE

Gli effetti dell'utilizzazione di un bite nell'allenamento della forza dinamica degli arti superiori e inferiori

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di valutare la variazione della forza dinamica, sia degli arti superiori che inferiori del corpo, con e senza l'utilizzo di un bite, durante esercizi effettuati con i sovraccarichi in un periodo di otto settimane in un gruppo di sollevatori di pesi. Oggetto dello studio sono stati ventiquattro atleti praticanti allenamento con sovraccarichi. Il gruppo che ha utilizzato il bite (GW) era composto da tredici atleti di sesso maschile (media \pm DS; età 27 ± 5 anni, peso 78 ± 7 kg, statura 176 ± 4 cm). Il gruppo di controllo (GC) era composto da undici atleti di sesso maschile (media \pm DS, età 28 ± 6 anni, peso 78 ± 11 kg e altezza 175 ± 6 cm). Tutti i soggetti si allenavano mediamente da cinque anni, tre volte la settimana. I bite sono stati realizzati tramite registrazione axiografica per verificare il movimento articolare temporomandibolare con il **CADIAX® Compact** strumento diagnostico (Gamma Dental, Austria) e montati in occlusione centrica (naturale posizione di chiusura della mandibola). Il contatto dei denti è stato monitorato tramite il **T-Scan III** (Tekscan, USA). Le prove di forza non hanno richiesto fase di addestramento in quanto normalmente utilizzati nelle routine degli atleti. Gli atleti sono stati valutati prima e dopo un periodo di otto settimane di allenamento. Nessuna variazione in acuto è stata trovata all'inizio dello studio tra GW e GWO (senza bite) (Wilcoxon test) e anche tra GW e GC e GWO (senza bite) e GC (Mann-Whitney U-test). Al contrario, 8 settimane dopo, la forza è risultata significativa (Wilcoxon test), dove GW ha mostrato la maggiore variazione della performance (44%, $p < 0,001$). Gli altri incrementi percentuali medi sono stati: 37% nel GWO (senza bite) ($P < 0,001$) e 31% in GC ($p < 0,001$). I risultati permettono di concludere che l'uso del bite non ha introdotto variazioni della forza in acuto, ma ha creato variazioni della performance se utilizzato a lungo termine.

Introduzione

Per un allenatore di attività sportive agonistiche è importante reperire notizie scientifiche precise e aggiornate che lo aiutino nella programmazione dell'allenamento delle capacità fisiche (forza, resistenza, velocità e flessibilità), ma anche nell'utilizzo di strumenti che sostengano l'attività di prevenzione e l'incremento della *performance* sportiva (ad es. l'abbigliamento, l'equipaggiamento di gara, i componenti meccanici del mezzo di gara, ecc.) che sono fondamentali per una buona gestione dell'atleta. La gnatologia¹, grazie alle placche di svincolo (*bite*) ha contribuito ad attivare uno specifico filone di ricerca studiando i possibili effetti del dispositivo sulla forza muscolare (Garner, McDivitt 2008, Roettger 2009).

L'allenamento della forza rappresenta un fattore determinante della prestazione sportiva. La forza è suddivisa in *statica* e *dinamica*. La prima rappresenta la massima forza che il sistema neuromuscolare riesce ad esercitare con una contrazione volontaria contro una resistenza inamovibile. Mentre, la seconda è prodotta dall'applicazione di una forza contro una resistenza modificabile tramite il movimento. Il *bite* è un apparecchio funzionale che si sovrappone e interpone tra le arcate dentali per modificare positivamente il morso naturale, fornendo nell'atto della chiusura della mandibola, il massimo contatto generando una catena cinetica chiusa. Nato per problemi di tipo gnatologico e creato per alleviare problematiche all'articolazione temporo-mandibolare (ATM), oltre ad avere effetti curativi delle maleocclusioni e contribuire a ridurre i problemi di bruxismo², può anche essere utilizzato per modificare la posizione dei denti. Interponendosi tra loro, posizionandosi sull'arcata superiore o inferiore per stabilizzare positivamente il morso naturale e basandosi sulla fisiologia muscolo-articolare individuale è consigliato agli atleti per migliorare il rendimento in allenamento o in gara, grazie ad un migliore equilibrio dell'occlusione. Il *bite* è normalmente realizzato in polimetilmetacrilato termoindurente e deve fornire al soggetto l'occlusione più confortevole possibile durante la chiusura dei denti. Dal 1970 ad oggi un grande numero di studiosi hanno ricercato le relazioni tra l'apparato stomatognatico e la forza prodotta da altri distretti muscolari. Tuttavia, non si reperiscono lavori scientifici effettuati in modo longitudinale (cronico), che certifichino il suo utilizzo per l'incremento della forza muscolare, ma lavori in acuto che mostrano l'andamento della medesima in risposta all'azione di shock dell'agente stressante

che la ha generata (*bite*) determinando un effetto positivo o negativo non prevenibile della *performance*.

Linderhol, Wennström (1970), hanno studiato le correlazioni esistenti tra la forza isometrica del morso e la forza muscolare isometrica dei flessori della mano, del gomito, del tronco e del collo in 58 maschi e 14 femmine asintomatici. Tutte le correlazioni effettuate sono risultate non significative. McArdle et al. (1984), in 6 soggetti volontari di sesso maschile e 4 di sesso femminile, con un documentato mal allineamento dell'ATM, hanno verificato l'effetto della variazione dell'occlusione tramite uno specifico *bite*, la forza dei flessori della mano e degli estensori del gomito, il massimo consumo di ossigeno e la potenza anaerobica. Le prove sono state eseguite in quattro differenti condizioni sperimentali:

1. senza l'utilizzo del dispositivo ortodontico;
2. con un dispositivo ortodontico che non permetteva l'occlusione completa;
3. con un dispositivo progettato per ottimizzare la posizione della mandibola;
4. con un dispositivo che peggiorava il mal allineamento dell'ATM.

Essi hanno concluso che gli effetti positivi di un riposizionamento a breve termine dell'ATM, durante la *performance* sportiva, notati in precedenti studi, sono stati il risultato di inadeguati disegni di ricerca, piuttosto che determinati dall'apparecchio ortodontico. Shiau et al. (1990) hanno misurato la forza dei flessori delle mani in 51 pazienti sofferenti di dolori cranio-cervicali e in 28 soggetti sani. Essi hanno notato come la forza era più elevata in presenza di massima chiusura della mandibola, ma che l'utilizzo di una garza stretta tra i denti durante la massima intercuspideazione non generava un aumento dell'espressione della forza, ma spesso, una sua diminuzione. Clark et al. (1993) hanno verificato, in 12 maschi sani, una co-attivazione tra la muscolatura del massetere e lo sternocleidomastoideo (SCM) durante sforzi massimi eseguiti a denti stretti. L'esperimento ha previsto la produzione di quattro brevi massime contrazioni volontarie (MVC) generate dalla muscolatura della mandibola in posizione di massima intercuspideazione e rilevazione dell'attività elettromiografica del muscolo massetere e sternocleidomastoideo. È stato concluso che vi fosse un progressivo sviluppo della co-attivazione dello SCM parallelamente all'attivazione del massetere e che fosse necessario il 50% della massima contrazione volontaria di quest'ultimo per raggiungere il 5% dell'attività bilaterale dello SCM.

Abduljabbar et al. (1997) hanno analizzato, in un gruppo di venti soggetti volontari di sesso femminile che presentavano una disfunzione temporo-mandibolare con perdita evidente della capacità di apertura verticale della mandibola, se la forza isometrica del deltoide variava con l'utilizzo di un apparecchio ortodontico (AO). Le condizioni sperimentali sono state tre: applicando un AO che non variava la dimensione verticale della bocca, senza AO e con un AO progettato in modo individuale in grado di aumentare la dimensione verticale della bocca del paziente. I risultati hanno evidenziato che i soggetti che utilizzavano uno specifico AO incrementavano la forza del deltoide, mentre nessuna variazione significativa si è osservata nelle altre due condizioni. Wang et al. (1996) hanno dimostrato che stringendo tra i denti un "*mandibolar orthopedic repositioning appliance* (MORA)" la forza del deltoide durante l'abduzione del braccio aumentava; gli stessi risultati sono stati evidenziati da un altro gruppo di ricercatori (Abdallah et al. 2004) che, esaminando differenti posizioni della mandibola in sedici studentesse non sintomatiche, hanno trovato che stringendo un AO tra i denti la forza del deltoide incrementava. Ishijima et al. (1998) hanno esaminato in 10 pazienti privi di dentatura, la relazione tra la presenza di un supporto di occlusione (protesi dentaria) e il suo non utilizzo e la *performance* sportiva. Grazie ad una pedana di forza è stato possibile misurare il salto verticale (*Counter movement jump*, CMJ), il tempo di reazione e il tempo di elevazione del salto. Il tempo di reazione, utilizzato come indicatore di velocità, si è prolungato in modo significativo senza l'utilizzo di supporto occlusale ($P < 0,01$; +5%). I ricercatori hanno concluso che la ricostruzione di un supporto per una posizione desiderabile della mandibola avesse significato non solo per la restituzione della funzione masticatoria, ma anche per il mantenimento dell'efficienza fisica. Ehrlich et al. (1999) hanno verificato in 10 soggetti sani come la chiusura massimale della mandibola, sia in stazione seduta sia in decubito supino facesse aumentare l'attività mio-elettrica dei muscoli sternocleidomastoideo, trapezio, paravertebrali e del retto addominale. Ferrario et al. (2001), hanno indagato in un gruppo di uomini con occlusione normale e con malocclusione la forza del braccio dominante. Tramite il sollevamento di un peso all'80% del massimale individuale si eseguirono test con l'elettromiografia di superficie in differenti posizioni della mandibola: a bocca aperta senza contatto dei denti; a bocca chiusa con lieve contatto dei denti; con la massima chiusura volontaria dei denti; con la massima chiusura volon-

taria dei denti su due rotolini di cotone (spessore 10 mm) posizionati in corrispondenza dei denti mandibolari posteriori (secondo premolare o primo molare); con la massima chiusura volontaria dei denti su un rotolino di cotone posizionato in corrispondenza dei denti mandibolari posteriori di destra (morso a destra) o di sinistra (morso a sinistra). In entrambi i gruppi la variazione della forza fu significativa nel test a denti stretti sia senza rotolini di cotone sia utilizzandone uno posizionato nella parte destra. Si concluse che un'occlusione morfologicamente alterata non sempre può peggiorare la performance muscolare di altri distretti corporei e che l'uso di supporti occlusali non sempre è vantaggioso. Lai et al. (2003), hanno determinato la relazione tra l'occlusione dentale e la performance fisica usando la pedana *Ergo-jump*. Per tale ricerca sono stati valutati 30 pazienti sofferenti di patologia cervico-facciale e 10 senza disfunzione articolare temporo-mandibolare. Il primo gruppo utilizzò un *bite* che correggeva la malocclusione, mentre il secondo gruppo utilizzava un *bite* con l'obiettivo di modificarla negativamente. I pazienti eseguivano il CMJ con e senza placca al fine di verificarne l'efficacia. L'analisi dei risultati ha indicato un effetto dei due differenti *bite* non uniforme. Si è concluso che la stessa patologia poteva causare prestazioni fisiche individuali di differente entità e che non era possibile prevedere l'effetto del *bite* in relazione alla malo o normocclusione. Raadsheer et al. (2004) hanno verificato se la forza e lo spessore dei muscoli della mandibola sono correlati con lo spessore e la forza dei muscoli del braccio e dell'arto inferiore. Inoltre, se i muscoli dell'apparato stomatognatico dipendono maggiormente da fattori di tipo generale (ad esempio genotipo, ormoni) o dalla dimensione cranio-facciale. Essi hanno concluso che la forza del morso non fosse significativamente correlata alla forza del braccio e della gamba, per lo più determinati dalla dimensione dei muscoli, ma non da parametri cranio-facciali. Nonostante gli innumerevoli studi dedicati alla variazione della forza e in relazione all'apparato stomatognatico non si evidenziano lavori che hanno valutato gli effetti del *bite* in cronico sulla forza muscolare dinamica in atleti praticanti il sollevamento pesi. Ricordando che l'allenamento necessita di tempi lunghi per la produzione dei suoi effetti, l'obiettivo di questa ricerca è stato valutare, in un gruppo di sollevatori di pesi, la variazione della forza dinamica, sia degli arti superiori che inferiori del corpo, con e senza l'utilizzo del *bite*, durante esercizi effettuati con i sovraccarichi in un periodo di otto settimane.



Figura 1 - Valutazione agiografica.



Figura 2 - Montaggio dei modelli in gesso sull'articolatore.



Figura 3 - Posizionamento del bite nel cavo orale.

Materiali e metodi

Un gruppo di ventiquattro atleti praticanti allenamento con sovraccarichi è stato reclutato per partecipare a questo studio. Esso è stato suddiviso in modo randomizzato in due gruppi.

Il gruppo che ha utilizzato il *bite* (GW) era composto da tredici atleti di sesso maschile (media \pm DS, età 27 \pm 5 anni, peso 78 \pm 7 kg e altezza 176 \pm 4 cm). Il gruppo di controllo (GC) era composto da undici atleti di sesso maschile (media \pm DS, età 28 \pm 6 anni, peso 78 \pm 11 kg e altezza 175 \pm 6 cm). Tutti i soggetti si allenavano mediamente da cinque anni, tre volte la settimana. Tutti gli atleti erano volontari e sollevatori di pesi. Prima di essere valutati, tutti i soggetti hanno firmato un consenso informato. Gli atleti erano asintomatici, con nessun trattamento ortodontico e/o chirurgia ortognatica eseguita in passato o in atto.

Inoltre, la valutazione dei muscoli della mascella e dei muscoli del collo non ha rilevato situazioni di ipo- o ipertono muscolare e dolore alla palpazione né bruxismo. Per ognuno di loro è stato creato un *bite* personalizzato. Modelli adeguati delle arcate dentali sono stati inviati a un laboratorio specialistico per la costruzione dei *bite*. Il campione è stato sottoposto ad una visita medico-sportiva agonistica per garantire le condizioni di efficienza cardiovascolare necessarie all'effettuazione in sicurezza dei test di forza e degli allenamenti ad alta intensità. Durante il periodo di allenamento i soggetti selezionati hanno mantenuto la loro normale alimentazione. Nessuno di loro al momento dello studio ha dichiarato patologie di tipo artro-osteo-muscolare, dermatologiche o metaboliche che potessero alterare la biomeccanica dei gesti atletici richiesti durante i test e gli allenamenti.

I *bite* sono stati realizzati in seguito alla registrazione agiografica e al montaggio dei modelli in gesso delle arcate dentali in articolatore. L'axiografia è una metodica strumentale (figura 1) per la valutazione della cinematica condilare e quindi dei movimenti limite mandibolari nei tre piani dello spazio per mezzo dello strumento *Cadiax® diagnostic* (Gamma Dental, Austria).

La valutazione axiografica permette di realizzare diagnosi della funzionalità articolare e muscolare del paziente e, quindi, programmare l'eventuale terapia grazie alla possibilità di montaggio dei modelli in gesso delle due arcate dentarie dei pazienti secondo l'esatto orientamento rispetto ad un piano di riferimento (axio-orbitario) su un articolatore, ovvero un riproduttore dei movimenti mandibolari, in questo caso l'articolatore *Sam 2C* (figura 2).

I *bite* (figura 3) sono stati realizzati in occlusione centrica (cioè in posizione di

chiusura naturale) con il chiaro intento di fornire al soggetto l'occlusione più confortevole durante lo sforzo fisico. I contatti della placca sono stati controllati sia in articolazione che direttamente nella bocca del paziente per mezzo del *T-scan III* (Tekscan, USA), strumento con una frequenza di campionamento di 100 Hz (figura 4).

Il *T-Scan III* permette una sofisticata analisi oclusale computerizzata, sia in massima intercuspazione (analisi statica, figura 5) sia nel progressivo raggiungimento di quest'ultima (analisi dinamica). È applicabile a tutti i movimenti mandibolari (relazione eccentrica, occlusione centrica, lateralità e protrusione). Come le cere e le cartine il *software* del sistema permette di visualizzare i contatti oclusali, ma indicando l'ordine di tempo con cui avvengono, la loro progressione e la forza con cui si verificano (figura 5).



Figura 4 – Posizione di rilevamento nel cavo orale con il T-scan III.

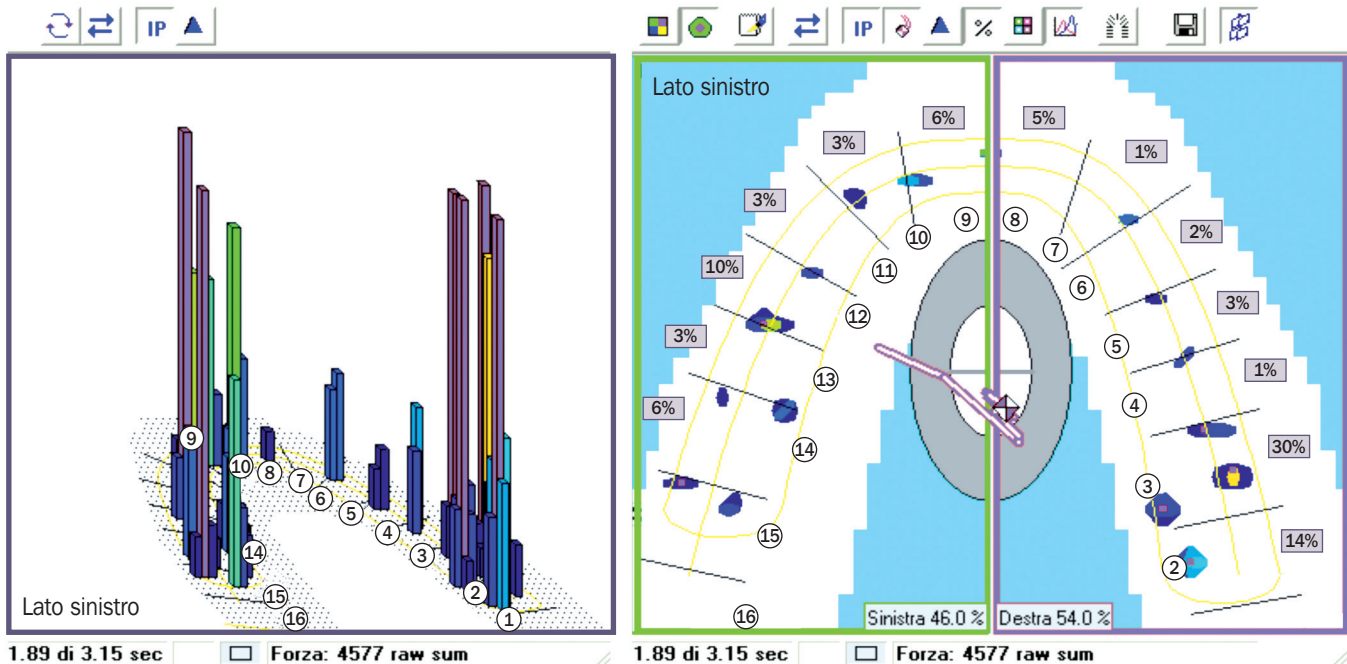


Figura 5 – Esempio di analisi computerizzata effettuata con il T-scan III.

Analisi cefalometrica

Per questa indagine è necessaria una telerradiografia del cranio in proiezione laterale. Dalla lastra si individuano precisi punti di *reper* ossei, dentali e dei tessuti molli, che in base alle loro reciproche distanze danno origine a specifiche misure angolari e lineari (Ricketts 1976, Ricketts 1976, 1981). I piani passanti per essi permettono lo studio della morfologia facciale, del suo accresci-

mento e l'individuazione del piano di occlusione. Il tracciato cefalometrico risulta indispensabile nella diagnosi preliminare e nel corso di cure ortodontiche. L'analisi cefalometrica latero-laterale è stata eseguita in accordo con Steiner, Cervera e Ricketts per la classificazione basale (Bracco, Vercellino 1980, Piancino et al. 2005, Piancino et al. 2008).

Sono stati identificati i seguenti angoli e piani cefalometrici (figura 6):

1. SN^A, angolo tra la base del cranio (sella turcica-nasion SN) e mascellare superiore (punto A).
2. SN^B, angolo tra la base del cranio (sella turcica-nasion SN) e la mandibola (punto B).
3. AN^B, angolo tra il punto A-nasion e il punto B-nasion.
4. Sn^GoGn, angolo tra la base del cranio (sella turcica-nasion SN) e il piano mandibolare (Go-Gn).

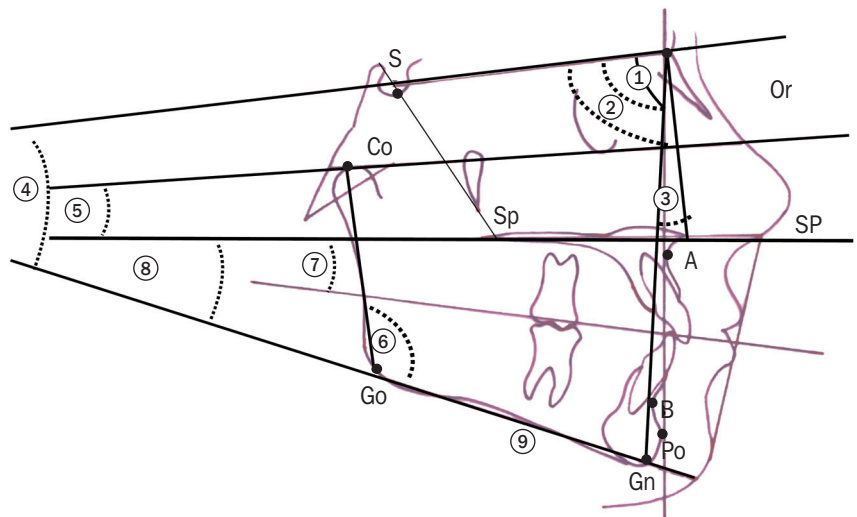


Figura 6 – Reperi ossei per l'esame cefalometrico.

- 5. $SpP^{\circ}CoOr$, angolo tra il mascellare superiore (SpP: piano compreso tra parte anteriore e posteriore della spina nasale) e piano di Francoforte orizzontale (tra piano orbitale e Porion).
- 6. $CoGo^{\circ}GoGn$, angolo tra il ramo verticale della mandibola e il corpo mandibolare.
- 7. $SpP^{\circ}Oc$, angolo tra mascellare superiore e il piano occlusale.
- 8. $SpP^{\circ}GoGn$, angolo tra mascellare superiore e piano mandibolare (Go-Gn).
- 9. GoGn, lunghezza della mandibola.
- 10. A:Po, questa misura lineare è determinato dalla differenza tra la distanza del punto A proiettato su SpP e la distanza del punto Po proiettato su SPP e la sua verticale ($A:Po = AV - PoV$).

Test di forza

I test di forza sono stati effettuati con macchine isotoniche, panche e bilancieri della ditta *Technogym*. Gli esercizi e i gruppi muscolari misurati sono riportati nella tabella 1.

Indipendentemente dall'esercizio utilizzato, il test misura il numero massimale di kg sollevabili con 5 ripetizioni massimali (5RM). Il protocollo per lo svolgimento del test è così organizzato: dieci minuti di riscaldamento cardiovascolare al 70% della frequenza cardiaca massima teorica; per gli esercizi con gli arti superiori 3 serie da 20 ripetizioni di circonduzioni delle spalle; per gli esercizi per gli arti inferiori 3 serie da 20 ripetizioni di circonduzioni della coscia. Successivamente si eseguono le seguenti serie di lavoro con i carichi calcolati percentualmente in relazione al massimale teorico di ogni atleta ($100\% = 1RM$) rispetto alla migliore *performance* effettuata

Prima sessione di test			
Esercizi	Bench press	Lat machine	Curl bar
Muscoli	Pettorali	Dorsali	Bicipiti
Seconda sessione di test			
Esercizi	Overhead press	Push down	Squat
Muscoli	Spalle	Tricipiti	Quadricipiti

Tabella 1 – Gli esercizi e i gruppi muscolari valutati.

sulle 5 RM (85% di 1RM, Poliquin 1997) nelle due settimane antecedenti i test: 20 ripetizioni con il 15% di 1RM, recupero 1 minuto; 10 ripetizioni con il 25% di 1RM, recupero 1 minuto; 6 ripetizioni con il 50% di 1RM, recupero 2 minuti; 6 ripetizioni con il 65% di 1RM, recupero 2 minuti; 5 ripetizioni con il 75% di 1RM, recupero 3 minuti; 5 ripetizioni con l'85% di 1RM, alla ricerca del massimo carico sollevabile, recupero 3 minuti. Un'eventuale seconda serie da 5RM è stata richiesta se non veniva raggiunto l'esaurimento con la prima. Sono state ritenute valide solo le ripetizioni portate a termine. Il calcolo della forza sub-massimale è stato ottenuto moltiplicando le 5RM per i kg sollevati.

Nella seconda valutazione è stato utilizzato il carico misurato nella prima sessione di test richiedendo agli atleti il massimo numero di ripetizioni eseguibili. Non è stato effettuato alcun esercizio di *stretching* statico prima dell'esecuzione dei test per evitare possibili cali della forza (Kokkonen et al. 1997).

1RM =
= kg sollevati con 5RM (due settimane prima dei test) $\times 100/85$ (percentuale da tabella secondo Poliquin 1997)

Tabella 2 – Proporzioni per il calcolo del massimale teorico.

Nel tentativo di evitare che la sequenza di tutti i test eseguiti con e senza *bite* potesse modificare i risultati introducendo un *bias*, gli atleti sono stati divisi in due gruppi: uno di sette e l'altro di sei soggetti. Tutti gli esercizi sono stati divisi in due giorni e ripetuti due volte nella stessa settimana. Ciò significa che nel primo giorno il primo gruppo ha eseguito la metà degli esercizi senza *bite* e il secondo giorno la seconda parte di esercizi con *bite*, il secondo gruppo ha eseguito gli esercizi nell'ordine inverso. Dopo un giorno di riposo la sequenza delle prove è stata invertita e ripetuta (tabella 2).

Gruppo campione	7 atleti	Esercizio	Gruppo muscolare	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì
		Bench press	Pettorale	Senza bite		Riposo	Con bite	
		Lat machine	Gran dorsale	Senza bite		Riposo	Con bite	
		Overhead press	Deltoide	Senza bite		Riposo	Con bite	
		Curl bar	Bicipite brachiale		Con bite	Riposo		Senza bite
		Push down	Tricipite brachiale		Con bite	Riposo		Senza bite
		Squat	Quadricipite femorale		Con bite	Riposo		Senza bite
	6 atleti	Esercizio	Gruppo muscolare	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì
		Bench press	Pettorale	Con bite		Riposo	Senza bite	
		Lat machine	Gran dorsale	Con bite		Riposo	Senza bite	
		Overhead press	Deltoide	Con bite		Riposo	Senza bite	
		Curl bar	Bicipite brachiale		Senza bite	Riposo		Con bite
		Push down	Tricipite brachiale		Senza bite	Riposo		Con bite
		Squat	Quadricipite femorale		Senza bite	Riposo		Con bite

Tabella 3 – A partire dalla prima colonna di sinistra sono evidenziati i due gruppi di atleti, gli esercizi utilizzati, i muscoli testati, i giorni della settimana nei quali gli atleti hanno eseguito i test con e senza bite.

Il GC ha fatto gli stessi test una sola volta all'interno della settimana. Le prove di forza non hanno richiesto un periodo di esercizio preparatorio per eliminare i primi miglioramenti dovuti al cosiddetto "effetto apprendimento", essendo gli esercizi utilizzati normalmente effettuati dagli atleti. Le sessioni di test sono state realizzate due volte: prima e dopo le otto settimane di allenamento.

Analisi statistica

Per determinare gli effetti che l'uso prolungato del *bite* ha creato sulla prestazione di forza è stata utilizzata la statistica non-parametrica. Il test di Mann-Whitney per gruppi indipendenti è stato impiegato per analizzare i dati tra GW e GC all'inizio e alla fine della ricerca e per confrontare i valori cefalometrici. Il test di Wilcoxon per gruppi dipendenti è stato utilizzato per comparare i valori di forza con e senza l'utilizzo del *bite* in ogni esercizio sia prima dell'inizio dell'allenamento, sia per l'analisi longitudinale (in cronico) in GW, GWO, e GC dopo otto settimane di allenamento. La significatività statistica è stata fissata a $P = 0,05$. Le analisi sono state eseguite utilizzando il programma *GraphPad Prism 5* (GraphPad Software, USA).

Risultati

I valori della forza espressi prima dell'inizio dell'allenamento (T1) con e senza il *bite* sono stati confrontati (Wilcoxon test), sia per ogni singolo esercizio ($N = 13$ soggetti, 6 esercizi) sia per l'intera serie di dati ($N = 78$ valori). La tabella 4 riporta le differenze percentuali trovate in ogni esercizio con e senza l'utilizzo del *bite*, calcolate come segue:

Esercizi	Muscoli	GW>GWO	GW<GWO	P level	% Difference
Bench press	Pettorale	2	0	0,5	-0,8
Lat machine	Gran dorsale	3	1	0,9	0,9
Overhead press	Deltoide	4	0	0,3	-1,3
Curl bar	Bicipite brachiale	3	0	0,3	-1
Push down	Tricipite brachiale	3	0	0,3	-1,8
Squat	Quadricipite	4	1	0,6	-0,8

Tabella 4 – La tabella riporta gli esercizi utilizzati, i muscoli analizzati, il numero di soggetti per i quali è stata trovata la forza in GW maggiore che in GWO, il numero di soggetti per i quali è stata trovata la forza in GW inferiore che in GWO, i livelli di P ottenuti con il test di Wilcoxon e infine le differenze percentuali.

$$(GWO-GW) / GW \cdot 100, \text{ dove } GWO = \text{no bite e } GW = \text{con bite}$$

Non sono state trovare variazioni significative in ogni esercizio effettuato: *Bench press* (ns; -1%); *Lat machine* (ns; +1%); *Overhead press* (ns; -1,3%); *Curl bar* (ns; -1%); *Push down* (ns; -2%); *Squat* (ns; -1%). Tuttavia, tranne che per l'esercizio di *Lat machine*, i risultati sembrerebbero indicare una variazione percentuale negativa, cioè una diminuzione della forza togliendo il

bite (tabella 4). Per cercare di valutare questa osservazione si è proceduto riunendo insieme tutte le prove con e senza *bite*. L'analisi mediante il Wilcoxon test ha evidenziato valori di forza maggiori con l'utilizzo del *bite* GW che senza GWO (1%, $P < 0,05$). Nel 4% dei casi (3 su 78) la forza in GWO era maggiore che in GW (10,0%); nel 24,4% dei casi (18 su 78) la forza in GWO era inferiore che in GW (-5,2%), e nel 73,1% dei casi (57 su 78) nessun effetto del *bite* è stato osservato (tabella 5).

Effeti in acuto del bite	Casi	Differenza %
GWO maggiore di GW	3/78	10,0
GWO minore di GW	18/78	-5,2
GWO ≈ GW	57/78	0,0

Tabella 5 – La tabella mostra il numero di casi e la differenza percentuale nelle tre diverse condizioni sperimentali quando gli esercizi sono stati riuniti insieme: GWO maggiore di GW; GWO inferiore di GW, nessuna differenza tra GWO e GW.

Esercizi	Muscoli	GW>GWO	GW<GWO	P level	% Difference
Bench press	Pettorale	10	0	0,01	-17
Lat machine	Gran dorsale	10	1	0,001	-19
Overhead press	Deltoide	7	1	0,05	-8
Curl bar	Bicipite brachiale	8	1	0,05	-16
Push down	Tricipite brachiale	9	1	0,001	-13
Squat	Quadricipite femorale	9	1	0,01	-17

Tabella 6 – La tabella riporta gli esercizi utilizzati, i muscoli analizzati, il numero di soggetti per i quali è stata trovata la forza in GW maggiore che in GWO, il numero di soggetti per i quali è stata trovata la forza in GW inferiore che in GWO, i livelli di P ottenuti con il test di Wilcoxon e infine le differenze percentuali.

Effetti in acuto del bite	Casi	Differenza %
GWO maggiore di GW	6/78	8,0
GWO minore di GW	53/78	68,0
GWO = ~ GW	19/78	24,0

Tabella 7 – La tabella mostra il numero di casi e la differenza percentuale nelle tre diverse condizioni sperimentali a T2 quando gli esercizi sono stati riuniti insieme: GWO maggiore di GW; GWO inferiore di GW, nessuna differenza tra GWO e GW.

Esercizi	Δ GC T1-T2 (%)	p	Δ WO T1-T2	p	Δ W T1-T2	p	Δ Bite T1-T2 (Δ W- Δ WO)
Bench press	27	P<0,001	33	P<0,001	42	P<0,001	9%
Lat machine	29	P<0,001	32	P<0,001	43	P<0,001	11%
Overhead press	33	P<0,001	42	P<0,001	45	P<0,001	3%
Squat	36	P<0,001	41	P<0,001	45	P<0,001	4%
Curl bar	31	P<0,001	35	P<0,001	42	P<0,001	7%
Push down	30	P<0,001	39	P<0,001	45	P<0,001	6%

Tabella 8 – La tabella mostra le variazioni di forza statisticamente significativa (test di Wilcoxon) e la differenza percentuale di ciascuna condizione sperimentale in tutti gli esercizi testati.

Valori cefalometrici	GW (media \pm SD)	GWO (media \pm SD)	P
AN^B (°)	1 \pm 2	1 \pm 2	ns
SN^A (°)	82 \pm 3	81 \pm 4	ns
SN^B (°)	81 \pm 2	80 \pm 3	ns
SN^GoGn (°)	30 \pm 5	29 \pm 6	ns
SpP^CoOr (°)	0 \pm 4	-1 \pm 4	ns
CoGo^GoGn (°)	119 \pm 6	119 \pm 6	ns
A:Po (mm)	5 \pm 5	3 \pm 5	ns
Go:Gn (mm)	82 \pm 5	78 \pm 4	ns
SpP^Oc (°)	8 \pm 4	6 \pm 3	ns
SpP^GoGn (°)	25 \pm 5	22 \pm 4	ns

Tabella 9 – Valori cefalometrici e risultati del Mann-Whitney U-test.

Alla fine delle otto settimane di training (T2) l'analisi della forza appare invertita.

Variazioni significative sono state trovate in ogni esercizio effettuato senza l'utilizzo del bite (tabella 6). *Bench press* (P<0,01; -17%); *Lat machine* (P<0,001; -19%); *Overhead press* (P<0,05; -8%); *Curl bar* (P<0,05; -16%); *Push down* (P<0,001; -13%); *Squat* (P<0,01; -17%). Così come fatto per i dati raccolti a T1 si è proceduto riunendo insieme tutte le prove con e senza bite. L'analisi

mediante il Wilcoxon test ha evidenziato valori di forza maggiori con l'utilizzo del bite (+15%, P <0,0001). Nel 7,7% dei casi (6 su 78) GWO era maggiore di GWB (13,9%) nel 67,7% dei casi GWO era inferiore di GW (53 su 78) e nel 24,4% (19/78) non è stato osservato alcuno effetto del bite (tabella 7). L'analisi longitudinale dei dati di ogni test condotta confrontando i risultati a T1 vs T2 (Wilcoxon test) ha evidenziato risultati significativi (P<0,001) in tutte le condizioni sperimentali (GW, GWO e GC Tabella 8).

Analisi dei dati cefalometrici

L'analisi statistica dei valori cefalometrici (Mann-Whitney U-test), effettuata tra il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo, non ha evidenziato differenze significative (tabella 9).

Discussione

L'obiettivo della ricerca è stato quello di analizzare l'effetto che procura il *bite*, costruito in axiografia, durante un allenamento con sovraccarichi effettuato per otto settimane e valutato per mezzo di test di forza sia per la parte superiore che inferiore del corpo. Nella prima sessione di test, effettuata all'inizio dello studio (T1) le valutazioni sono state realizzate nel gruppo sperimentale, sia utilizzando il *bite* (GW) sia togliendolo (GWO) e nel gruppo di controllo (GC). L'analisi dei dati ha messo in luce una variazione non significativa della forza nei differenti test effettuati sia per la parte superiore che inferiore del corpo in tutti i soggetti che hanno utilizzato il *bite*. Anche il confronto tra GW vs GC ha messo in risalto una variazione non significativa dei test di forza sottolineando l'omogeneità dei gruppi di partenza. Ritornando al confronto fatto a T1 tra GW e GWO i dati rilevati sono in accordo con altri ricercatori che, in diverse condizioni sperimentali, hanno valutato che stringere tra i denti rullini di cotone, *bite* o dispositivi ortodontici non ha generato variazioni significative della forza isometrica (Linderholm, Wennström 1970, McArdle et al. 1984, Ferrario et al. 2001, Lai et al. 2003). I dati ottenuti a T1 non possono essere attribuiti all'effetto apprendimento essendo gli atleti a conoscenza della biomeccanica necessaria all'esecuzione degli esercizi.

Tuttavia, la tendenza alla variazione percentuale negativa di tutti i test tranne uno, il *Lat machine*, ha suggerito di accorpare tutte le prove effettuate, aumentando il campione statistico. In questo caso si è trovata una variazione significativa del +1% ($P < 0,05$), che nonostante la sua debole rilevanza ha permesso di ipotizzare come un gruppo campione più grande avrebbe evidenziato, con l'utilizzo del *bite*, un incremento significativo della forza muscolare, ma non in tutti i soggetti come osservato da Ferrario et al. (2001) e Lai et al. (2003). Per promuovere un aumento della forza dinamica, indipendentemente dall'utilizzo del *bite*, sono necessarie almeno dalle due alle quattro settimane di allenamento (Jones 1989). Infatti, analizzando i dati rilevati in T2 dopo otto settimane di allenamento, per circa cinque ore alla settimana è risultata una variazione statisticamente significativa dell'espressione della forza in tutte le condizioni osservate (GW, GWO, GC), ma in misura maggiore nel gruppo che ha utilizzato il *bite* (GW).

Precisamente, la variazione media percentuale evidenzia in GW un incremento pari al 43%; mentre in GWO la variazione è del 37% e in GC diminuisce al 32%. I risultati ottenuti evidenziano quindi che un allenamento mirato e periodizzato in modo specifico incrementa la forza muscolare, e che l'u-

tilizzo del *bite* ne favorisce un'accentuazione. La situazione osservata ci porta a ipotizzare che l'effetto del *bite*, generando negli atleti un'occlusione più stabile (aumento del numero di contatti occlusali) e determinando una catena cinetica chiusa a livello occlusale riduca al minimo la dispersione della forza non solo del tratto superiore, ma anche di quello inferiore del corpo. Inoltre, la differenza tra GW e GWO mette in evidenza come l'abitudine all'utilizzo del *bite* determini, alla sua rimozione, un calo della forza generando una condizione di instabilità sull'intero organismo. A T2 la condizione sperimentale GW vs GWO, mette in luce una variazione statisticamente significativa nell'espressione della forza in ogni esercizio effettuato che avvalorerà l'ipotesi che il *bite* abbia provocato un cambiamento positivo della forza. In concordanza con il procedimento realizzato a T1 si è proceduto riunendo insieme tutte le prove con e senza *bite*. L'analisi mediante il Wilcoxon test ha evidenziato valori di forza maggiori con l'utilizzo del *bite* (+15%, $P < 0,0001$). In ultima analisi le variazioni non significative dei valori cefalometrici calcolate secondo Steiner, Cervera e Ricketts per la classificazione basale (Bracco, Verzellino 1980, Piacino et al. 2005, Piacino et al. 2008) hanno evidenziato come la morfologia del cranio non ha interferito sulla produzione della forza, sottolineando che l'utilizzo del *bite* realizzato in occlusione centrica ha favorito nel campione sperimentale una migliore espressione della forza muscolare.

Conclusioni

La ricerca effettuata ha dimostrato che un *bite* personalizzato, realizzato in occlusione centrica tramite axiografia che generi il massimo numero di contatti occlusali e che sia bilanciato per mezzo del *T-scan III*, è in grado di modificare l'espressione della forza sia nel tratto superiore che inferiore del corpo se utilizzato a lungo termine. Questo risultato, non si verifica in acuto, non essendoci stato sufficiente tempo di adattamento biomeccanico oltre che fisiologico, all'utilizzo del *bite* durante gli esercizi di forza.

Gli Autori: Massimiliano Gollin, Dipartimento di ortodonzia, PhD School, Dental School, Università di Torino; Dipartimento di Scienze cliniche e biologiche; Centro di ricerche in scienze motorie, Scuola universitaria di Scienze motorie, Università di Torino; Maria Grazia Piacino, Dipartimento di ortodonzia, PhD School, Dental School, Università di Torino; Alberto Rainoldi, Dipartimento di Scienze cliniche e biologiche; Centro di ricerche in scienze motorie, Scuola universitaria di Scienze motorie, Università di Torino; Pietro Bracco, Dipartimento di ortodonzia, PhD School, Dental School, Università di Torino.

Indirizzo degli Autori:
massimiliano.gollin@unito.it

Bibliografia

- Abdallah E.F., Mehta N. R., Forgione A. G., Clark R. E., Affecting upper extremity strength by changing maxillo-mandibular vertical dimension in deep bite subjects, *Cranio*, 22, 2004, 4, 268-275.
- Abduljabbar T., Mehta N. R., Forgione A. G., Clark R. E., Kronman J. H., Munsat T. L., George P., Effect of increased maxillo-mandibular relationship on isometric strength in TMD patients with loss of vertical dimension of occlusion, *Cranio*, 15, 1997, 1, 57-67.
- Bracco P., Verzellino V., Classificazione basale di 150 soggetti diagnostici secondo Ricketts, Steiner e Cervera, *Minerva Stomatologica*, 29, 1980, 1, 1-38.
- Clark G.T., Browne P. A., Nakano M., Yang Q., Co-activation of sternocleidomastoid muscles during maximum clenching, *J. Dental Res.*, 1993, 72, 1499-1502.
- Ehrlich R., Garlick D., Ninio M., The effect of jaw clenching on the electromyographic activities of 2 neck and 2 trunk muscles, *J. Orofac. Pain*, 13, 1999, 2, 115-120.
- Ferrario V.F., 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.*, 28, 2001, 8, 732-739.
- Garner D. P., McDivitt E., The effects of mouthpiece use on salivary cortisol levels during exercise, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 40, 2008, 5, S468.
- Ishijima T., Hirai T., Koshino H., Konishi Y., Yokoyama Y., The relationship between occlusal support and physical exercise ability, *J. Oral Rehabil.*, 25, 1998, 468-471.
- Jones D. A., Rutherford O. M., Parker D. F., Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training, *Q. J. Ex. Physiol.*, 74, 1989, 233-256.
- Kokkonen J., Nelson A. G., Cornwell A., Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance, *Res. Q. Exerc. Sport*, 69, 1997, 4, 411-415.
- Lai V., Deriu F., Chessa G., The influence of occlusion on sporting performance, *Minerva Stomatol.*, 2004; 53, 41-47.
- Linderholm H., Wennström A., Isometric bite force and its relation to general muscle force and body build, *Acta Odontol. Scand.*, 28, 1970, 5, 679-689.
- McArdle W. D., Goldstein L. B., Last F. C., Spina R., Lichtman S., Meyer J. E., Berger A. I., Temporomandibular joint repositioning and exercise performance: a double-blind study, *Med Sci Sports Exerc.*, 1984, 16, 228-233.
- Piacino M. G., Farina D., Talpone F., Castroflorio T., Gassino G., Margarino V., Bracco P., Surface EMG of jaw-elevator muscles and chewing pattern in complete denture wearers, *J. Oral Rehabil.*, 32, 2005, 12, 863-870.
- Piacino M. G., Roberi L., Frongia G., Reverdito M., Slavicek R., Bracco P., Computerized axiography in TMD patients before and after therapy with 'function generating bites', *J. Oral Rehabil.*, 35, 2008, 2, 88-94.
- Poliquin C., *The Poliquin Principle*, Dayton, Ohio, Dayton Writers Group, 1997, 8-9.
- Raadsheer M. C., Van Eijden T. M., Van Ginkel F. C., Prah Andersen B., Human jaw muscle strength and size in relation to limb muscle strength and size, *Eur. J. Oral Sci.*, 112, 2004, 5, 398-405.
- Ricketts R. M., Schulhof R. J., Bagha L., Orientation-sella-nasion or Frankfort horizontal, *Am. J. Orthod.*, 69, 1976, 6, 648-654.
- Ricketts R. M., Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years, *Angle Orthod.*, 51, 1981, 2, 115-150.
- Roettger M., Performance enhancement and oral appliances, *Compend. Contin. Educ. Dent.*, 30, 2009, Spec 2, 4-8.
- Shiau Y. Y., Chai H. M., Body posture and hand strength of patients with temporomandibular disorder, *Cranio*, 8, 1990, 244-251.
- 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.*, 43, 1996, 1, 1-12.