

# BTS TMJOINT

DENTAL CONTACT DIGITAL ANALYZER

## Quaderno Clinico volume 1



**BTS** Bioengineering



# BTS TMJOINT

DENTAL CONTACT DIGITAL ANALYZER

## Quaderno Clinico volume 1



**BTS** Bioengineering



***“Misura ciò che è misurabile e rendi misurabile ciò che non lo è”***

***Galileo Galilei***

L'uomo per sua natura è una macchina perfetta che non viene costruita “in serie”: la perfezione risiede proprio nella sua unicità intrinseca. Per contro, qualsiasi modifica apportata a tale sistema non ha un effetto finale totalmente prevedibile. La variabilità assume un ruolo fondamentale, perché è ciò che può portare al fallimento di qualsiasi trattamento nonostante siano rispettati i migliori standard di qualità.

Da questa consapevolezza nasce l'esigenza, anche nel settore odontoiatrico, di misurare gli stati fisiologici e gli effetti dei trattamenti: poiché misurare le grandezze fisiche dei fenomeni fisiologici significa capirne l'essenza e le ragioni più profonde.

È ormai accettato dalla comunità scientifica che analizzare l'apparato stomatognatico da un mero punto di vista morfologico non è più sufficiente. All'analisi morfologica va associata infatti un'analisi funzionale, cioè la valutazione del sistema durante lo svolgimento delle sue funzioni.

Se per un'analisi morfologica è sufficiente un'indagine visiva (anche strumentale), questo non vale per un'analisi funzionale. In questo caso è necessaria una quantificazione della funzione, per poterla poi paragonare agli standard fisiologici.

BTS TMJOINT permette di valutare lo stato oclusale in modo ripetibile e affidabile e di quantificare l'equilibrio neuromuscolare: cioè di capire l'occlusione dentale da un punto di vista funzionale.

BTS TMJOINT rappresenta una rivoluzione diagnostica perché, esattamente come la radiografia, permette di vedere ciò che fino ad oggi era rimasto nascosto e solo percepibile alla palpazione (ma non quantificabile).

Non sempre però, la misurazione di una grandezza comporta un'immediata trasposizione nella pratica quotidiana e questa raccolta di quaderni clinici nasce proprio dalla necessità di attuare il “grande salto”: passare dalla teoria alla pratica. Ecco perché due clinici, il Dr. Federico Marin e il Dr. Stefano Montagna, hanno reso fruibile il loro enorme background. La loro esperienza è per noi fonte di ispirazione.

*Valeria Ferrari*  
*Product Manager*



### ***Dr. Federico Marin***

Si è laureato in Medicina e Chirurgia nel 1977 all'Università di Padova e nel 1981 ha conseguito la specializzazione in Odontoiatria all'Università di Pisa. Negli anni 1980-81 frequenta un corso di perfezionamento in parodontologia con il Dott. GF Carnevale e nel 1985 un corso di perfezionamento in ortodonzia presso la Tweed Foundation for Orthotic Research, Tucson (Arizona).

Negli anni 1990-2009 Collabora con il Prof. A. Cesarani, direttore del Dipartimento di Audiologia e Otoneurologia dell'Università di Milano, nel trattamento delle patologie disfunzionali complesse e dell'equilibrio.

Negli anni 2004-2008 Collabora con il Functional Anatomy Research Center (FARC), Laboratory of Functional Anatomy of the Stomatognathic Apparatus (LAFAS), Dipartimento di Morfologia Umana, Scuola di Medicina e Chirurgia, Università di Milano, diretto dal Prof. V. Ferrario, in qualità di Research Assistant e Tutor nel corso di perfezionamento in Indagini strumentali cranio-mandibolari e occlusione dentale.

Ha tenuto e tiene corsi e conferenze sulla neurofisiologia cranio-cervico-mandibolare, patologie disfunzionali cranio-cervico-mandibolari e correlazioni con il sistema dell'equilibrio ed Elettromiografia.



*Dr. Federico Marin*

### ***Dr. Stefano Montagna***

Laurea in Medicina e Chirurgia presso l'Università degli Studi di Parma, Specialista in Odontostomatologia presso la stessa Università. Ha conseguito il D.U.O. Diplôme Universitaire d'Orthodontie et d'Orthopédie Dento et Maxillo Faciale presso l'Université de Dijon.

Libero professionista dal 1989 con attività rivolta esclusivamente all'ortodonzia e ai problemi funzionali correlati all'occlusione.

Relatore internazionale con approccio clinico alla gestione delle diverse problematiche ortodontiche e funzionali.

Membro dell' I.FUN.A. (International Functional Association), socio S.I.D.O ( Società Italiana di Ortodonzia ) e S.F.O.D.F. ( Société Francaise d'Orthopédie Dento-Faciale ).

Coordinatore di un gruppo multispecialistico per la valutazione e la terapia dei problemi disfunzionali e delle problematiche correlate.



*Dr. Stefano Montagna*





# INDICE

INTRODUZIONE	9
REGISTRAZIONE DELL'ATTIVITÀ ELETTRICA DEL MUSCOLO	11
BIOMECCANICA MANDIBOLARE	13
INDICI PER LA VALUTAZIONE FUNZIONALE DELL'OCCLUSIONE DENTALE	15
1. ATTIV: INDICE DI ATTIVAZIONE	15
2. ASIM: INDICE DI ASIMMETRIA	17
3. TORQUE: INDICE DI TORSIONE MANDIBOLARE	19
INDICI DI SIMMETRIA, PROPOSTI DA FERRARIO ET AL.2000	21
1. POC (PERCENTAGE OF OVERLAPPING COEFFICIENT)	21
2. BAR: BARICENTRO OCCLUSALE	22
3. TORS: INDICE DI TORSIONE MANDIBOLARE	23
4. IMPACT: LAVORO MUSCOLARE PRODOTTO	24
APPLICAZIONI CLINICHE	25
ANALISI RAGIONATA DI CASI CLINICI	26
CASO CLINICO 1	26
CASO CLINICO 2	37
CASO CLINICO 3	43
CASO CLINICO 4	45
CASO CLINICO 5 (PROTOCOLLO A 6 CANALI)	55
BTS TMJOINT NEI TRATTAMENTI ORTODONTICI: APPLICAZIONI CLINICHE	63
CASO ORTODONTICO 1	64
CASO ORTODONTICO 2	74



## *Introduzione*

L'apparato stomatognatico comprende un distretto anatomico che nei mammiferi e nell'uomo supporta una serie di funzioni biologiche fondamentali, tra tutte la masticazione e la deglutizione assumono un valore particolare per l'odontoiatra.

La masticazione raggruppa l'insieme degli atti che concorrono al bere e al mangiare; con questa definizione semplificata, s'identificano alcune funzioni, quali la presa del cibo, la suzione, la triturazione del bolo mediante la ripetizione di atti motori finalizzati, la secrezione salivare, la somestesia buccale e facciale, il gusto e, quale atto finale, la deglutizione.

Questo apparato è costituito da varie strutture, ognuna delle quali presenta un'importanza morfo-funzionale: la mandibola, osso impari e mediano, che si articola al cranio mediante le articolazioni temporo-mandibolari (ATM); due diartrosi gemelle complesse che presentano sei gradi di libertà; l'organo dentale, con le strutture di sostegno (parodonto), ricche di terminazioni nervose e recettori sensitivi.

I muscoli collegati all'apparato cranio-mandibolare agiscono sulla mandibola, creando forze di reazione a livello del piano oclusale e dell'articolazione temporo-mandibolare che sono in grado di influire sulla crescita facciale. I muscoli masticatori si contraggono in modo diverso a seconda della funzione da svolgere: producono forze intense in modo rapido durante l'incisione del cibo, producono movimenti lenti e ripetitivi durante la masticazione, sviluppando un'attività contrattile di tipo isotonic; agiscono con una contrazione isometrica in massimo serramento per favorire la deglutizione, una contrazione isometrica sub-massimale per mantenere la corretta postura mandibolare (azione anti-gravitaria).

Altre strutture fondamentali, che concorrono al corretto funzionamento dell'apparato stomatognatico, sono rappresentate dai recettori sensitivi periferici (recettori dento-parodontali), diversi per morfologia, funzione, struttura, ecc., dai fusi neuromuscolari e dagli organi tendinei del Golgi, dai nocicettori, dai meccanocettori articolari, ecc.

Ogni azione dinamica che riguarda il corpo umano, come la locomozione, la deglutizione e la masticazione, sono funzioni fisiologiche perlopiù automatiche, che hanno richiesto studi approfonditi sia sul piano biomeccanico sia sensitivo.

L'odontostomatologia, per vari decenni, ha prediletto lo studio biomeccanico del complesso cranio-mandibolare, trascurando l'aspetto sensitivo. Infatti per simulare in modo approssimativo i movimenti mandibolari sono stati creati gli articolatori: strumenti meccanici che permettono di riprodurre una posizione di riferimento dei condili mandibolari nelle rispettive fosse temporali e di esplorare globalmente i movimenti della mandibola e i rapporti reciproci delle due arcate, mascellare e mandibolare. Gli articolatori facilitano l'analisi morfologica dell'occlusione dentale e la progettazione di piani occlusali armonici.

È bene non dimenticare, però, che le parti ossee non sono totalmente passive. La mandibola, come qualunque arto del corpo umano, non si "muove" in modo autonomo, ma necessita dell'azione combinata dei muscoli che spesso lavorano in coppia, in modo simmetrico e sinergico (muscoli agonisti e antagonisti).

Le ricerche condotte in ambito fisiologico sulla sensibilità del territorio trigeminale nell'uomo, hanno permesso di evidenziare la ricchezza e la diversità delle proiezioni dell'apparato masticatorio a livello del Sistema Nervoso Centrale (SNC).

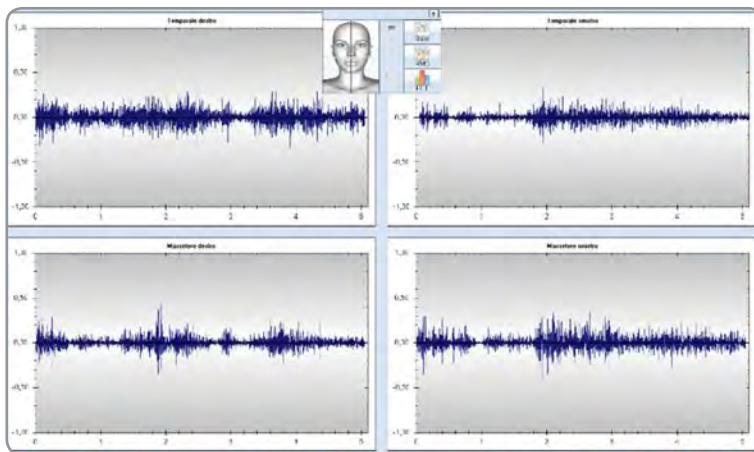
Il "sistema nervoso centrale" (SNC):

- Elabora le informazioni registrate dai recettori sensitivi periferici.
- Modula, in modo opportuno, l'attività di ogni muscolo.

## Registrazione dell'attività elettrica del muscolo

Il muscolo scheletrico è costituito da unità funzionali, le "unità motorie" (UM), ciascuna composta da un motoneurone, il cui corpo cellulare è localizzato nel SNC, dal suo assone e dalle fibre muscolari da questo innervate. Il motoneurone trasporta segnali di origine centrale (corteccia motoria) al muscolo. Questo segnale è poi trasmesso dal terminale nervoso alla fibrocellula muscolare, mediante una sinapsi chimica colinergica, la placca motrice. Le variazioni di potenziale delle unità motorie di un muscolo costituiscono l'attività elettrica, che si manifesta quando questo passa da uno stato di rilasciamento a una fase di contrazione. L'Elettromiografia di superficie (EMGs) permette di registrare quest'attività.

Dopo la registrazione del segnale elettrico, si osserva una relazione "qualitativa" tra l'ampiezza del segnale e l'ammontare della forza espressa dal muscolo stesso. (Fig.1)



*Fig.1: Tracciati elettromiografici dei muscoli Temporali Anteriori e Masseteri: questi segnali vengono definiti "grezzi" in quanto non viene effettuata nessuna elaborazione (ad eccezione dei filtri) per l'eliminazione dei rumori*

Nella pratica clinica, la valutazione del segnale registrato, definito "grezzo", permette unicamente di evidenziare l'aumento o la diminuzione della forza contrattile in un determinato periodo di tempo, oppure il turn on-off del muscolo.

BTS TMJOINT è lo strumento che permette di registrare l'attività elettrica di un muscolo durante la sua attività contrattile, elaborare i dati e rappresentare graficamente il fenomeno biologico della contrazione. Le indagini sperimentali nello studio dei muscoli della masticazione, condotte con elettrodi di superficie, hanno fornito risultati sovrapponibili ed è grazie a questi dati che l'elettromiografia

di superficie è diventata oggi una metodica affidabile e utilizzabile nella pratica clinica sia in ambito diagnostico, sia nella gestione dei piani di trattamento, nelle varie fasi operative (nelle riabilitazioni occlusali su dentatura naturale e su impianti, nella gestione dei casi disfunzionali, in ambito ortodontico nel follow-up dei casi clinici, ecc.) (Naeije, 1988) (Belser e Hannam, 1986).

In letteratura sono riportati dati che evidenziano una correlazione diretta tra la stabilità occlusale e la performance muscolare (Bakke et al., 1992) (Michler e Möller, 1992). Maggiore è la stabilità occlusale, migliore è la performance muscolare. Secondo questo principio, è possibile riclassificare l'occlusione come fisiologica o a-fisiologica, valutando l'impatto che questa può avere sull'equilibrio neuromuscolare. Una condizione non fisiologica, riferibile, ad esempio, alla presenza di contatti prematuri, di mal-posizioni dentali, di cross-bite, ecc., è in grado di modificare le informazioni propriocettive parodontali inviate al SNC, inducendolo a modificare la sequenza di accensione delle unità motorie reclutate (UM), a variarne il numero attivo e la loro durata d'azione, nel tentativo di evitare o modificare il contatto tra l'interferenza e l'elemento antagonista o compensare l'anomalia morfologica.

È pure noto che il carico relativo su ogni articolazione temporo-mandibolare non è condizionato solo dalla forza di serramento, dall'inglese "clenching", ma anche dalle modalità con cui tale forza è prodotta. È importante perciò poter quantificare il contributo relativo di ciascun muscolo o coppie di muscoli che agiscono sulla mandibola all'espressione di questa forza.

Mediante BTS TMJOINT è possibile misurare questa forza, quantificare mediante specifici indici numerici l'attività dei singoli muscoli e misurare la simmetria o asimmetria di attivazione di coppie di muscoli omologhi. È possibile, ad esempio, rilevare durante il serramento il contributo del muscolo massetere rispetto al temporale e viceversa o, in generale, l'azione dei muscoli lavoranti rispetto ai bilancianti (Ferrario e Sforza, 1994).

## Biomeccanica mandibolare

Dal punto di vista biomeccanico, la mandibola è equiparabile a una leva inter-potente di terzo tipo, che presenta più gradi di libertà. Sul piano sagittale, la mandibola compie un movimento roto-traslatorio lungo l'eminenza articolare dell'osso temporale, durante il tragitto di apertura e chiusura della bocca. Durante la masticazione, il movimento è complesso e modulato dall'azione di muscoli agonisti e antagonisti, sovra e sotto-ioidei, che svolgono un lavoro di tipo *isotonico*. Durante la deglutizione, invece, le arcate dentali entrano in contatto grazie all'azione prevalente dei muscoli sovra-mandibolari che, con una contrazione potente di tipo *isometrico*, stabilizzano la mandibola contro il mascellare per garantire una base stabile ai muscoli sovra-ioidei che, a mandibola fissa, agiscono sullo ioide innalzando la faringe, proteggendo la laringe.

Se si analizzano le risultanti delle forze prodotte dalla contrazione muscolare durante il serramento, è utile focalizzare l'attenzione sulle reazioni alle forze espresse dai muscoli elevatori che, per semplicità, si possono ricondurre alla reazione occlusale (le sollecitazioni che le forze di serramento esercitano sul piano occlusale) e alla reazione al vincolo (le sollecitazioni che gravano sull'articolazione temporo-mandibolare (Fig.2) (Ferrario e Sforza, 1994-1992).

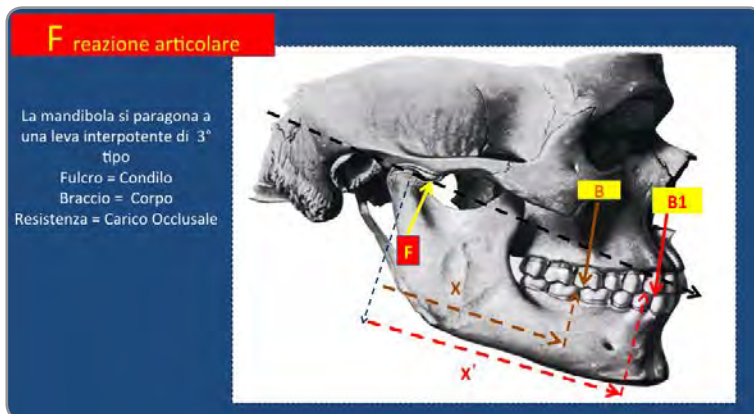


Fig.2: Durante il serramento, l'attività dei muscoli elevatori crea delle forze di reazione la cui risultante ( $F$ ) è ortogonale al piano dell'eminenza (condilo = fulcro della leva) e al piano occlusale. La forza che agisce ortogonalmente al piano dell'eminenza, valutata sul piano sagittale, aumenta in funzione della migrazione verso i settori anteriori del baricentro occlusale. La posizione del baricentro occlusale ( $B$  e  $B1$ ) condiziona il carico sul fulcro (ATM); il valore del carico aumenta o diminuisce in relazione alla potenza sviluppata dalla contrazione muscolare e all'estensione del braccio di leva ( $X$  e  $X1$ ); più aumenta il braccio, più aumenta il carico.

In condizioni di equilibrio, azione e reazione si bilanciano e non ci sono sollecitazioni gravanti sulle strutture, mentre in condizioni di disequilibrio il sistema reagisce attivando una risposta fisiologica, il compenso. In questa situazione, il complesso dei recettori sensitivi periferici può essere sollecitato a modificare la soglia di attivazione di tutte o alcune unità recettoriali, si modificano le

afferenze riferite ai centri d'ideazione del movimento (SNC). Di conseguenza un'alterazione funzionale che si protragga nel tempo può assumere l'aspetto di un'alterazione organica (click articolari, sofferenza parodontale, usura del tavolato occlusale, miofasciti, ecc.).

Una qualunque sollecitazione a livello della mandibola, spesso riferibile all'occlusione dentale è in grado di provocare uno scompenso, che può essere identificato attraverso la registrazione dell'attività elettrica dei muscoli elevatori.

Comenoto, l'analisi del segnale elettromiografico è tradizionalmente **qualitativa**, (Fig.1) ma l'evoluzione nelle conoscenze del fenomeno bioelettrico ha permesso lo sviluppo di metodiche **quantitative** che facilitano l'utilizzo dell'elettromiografia a livello clinico e permettono di confrontare i dati relativi a uno stesso soggetto, in momenti successivi (normalizzazione e standardizzazione). Alcuni autori, per facilitare l'interpretazione del segnale elettromiografico, hanno proposto l'utilizzo di indici normalizzati, pertanto adimensionali, che derivano dal rapporto delle misurazioni del voltaggio medio calcolato in un determinato intervallo di tempo ( $\mu V / \mu V$  ed espressi in %), durante la simmetrica contrazione di muscoli omologhi (Naeije, 1988), (Naeije, 1989- Ferrario et al. 1993).

Tra gli indici proposti sono presenti l'indice di Attivazione (Attiv), di Asimmetria (Asim) e Torque: il loro utilizzo clinico è utile specialmente per avere un quadro immediato riferibile alla biomeccanica mandibolare.

Nel 2000, Ferrario et al. propongono l'utilizzo di indici di simmetria muscolare espressi dal grado di sovrapposizione delle curve di attivazione di muscoli omologhi. Questi indici, rispetto ai precedenti, tengono conto dell'intera morfologia dell'onda elettromiografica in funzione del tempo e permettono di valutare la simmetria muscolare durante periodi di tempo molto brevi (25 ms). Essi costituiscono il completamento naturale dell'analisi elettromiografica quantitativa.

Gli indici proposti sono l'indice POC (Coefficiente di Sovrapposizione Percentuale), IMP (Impact), BAR (Baricentro) e TORS (torsione).

BTS TMJOINT è in grado di elaborare l'intera gamma di indici e fornire al clinico un'ampia visione dell'equilibrio neuromuscolare indotto dall'occlusione dentale.

Approfondiamo ora il significato di ogni indice.



# Indici per la valutazione funzionale dell'occlusione dentale

## 1. ATTIV: indice di Attivazione

Identifica la posizione del baricentro occlusale, valutando l'attivazione dei muscoli temporali (fascio anteriore) e masseteri, in rapporto alla loro posizione anatomica. Il muscolo temporale occupa una posizione anteriore rispetto al massetere, ed è responsabile del movimento che conduce la mandibola dalla posizione di riposo fino in prossimità del contatto occlusale. Per completare il serramento interviene l'azione isometrica del muscolo massetere (che agisce in co-contrazione con il muscolo pterigoideo interno): questa azione permette la stabilizzazione della mandibola.

Poiché il piano occlusale presenta delle curve di compenso (curva di Spee sul piano sagittale e curva di Wilson su quello frontale) si osserva, durante questo movimento, una successione di contatti fino al raggiungimento della massima intercuspidação. I contatti nei settori anteriori, a livello premolare, precederanno di un tempuscolo quelli posteriori, localizzati in prossimità della linea di azione del muscolo massetere.

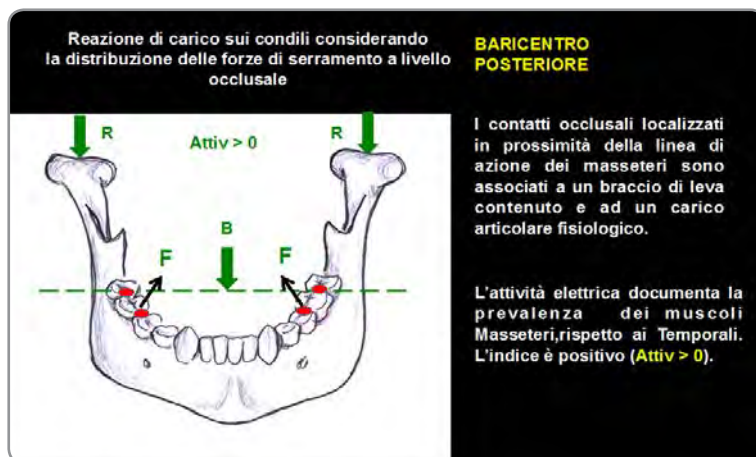
Un contatto occlusale localizzato nei settori anteriori (fino al primo, secondo premolare), definisce un baricentro occlusale anteriore ed è correlato alla prevalente attività del fascio anteriore del muscolo temporale; una prevalenza di contatti a livello molare (secondo premolare), è correlata alla attività dominante del massetere e identifica un baricentro occlusale posteriore.

L'indice ATTIV:

- Valuta la prevalenza dei contatti sul piano sagittale, della relativa posizione del baricentro occlusale e del braccio di leva mandibolare, quando le arcate dentali sono a contatto.
- Si calcola come il rapporto tra i potenziali muscolari medi dei muscoli temporali e masseteri (*Hamsi et.al 1989*) (*Naeije e Hansson, 1991*).
- È compreso in un intervallo da -100% a +100%, calcolato sul valore medio di massima contrazione, rapportato al valore zero (0) anziché al 100%.
- Il segno (+) positivo indica la prevalenza del muscolo massetere, quindi un baricentro occlusale posteriore (Fig.3).
- Il segno (-) negativo indica la prevalenza del muscolo temporale, quindi un baricentro occlusale anteriore. (Fig. 4)

Fig.3: Identificazione schematica della posizione del baricentro nei settori posteriori:

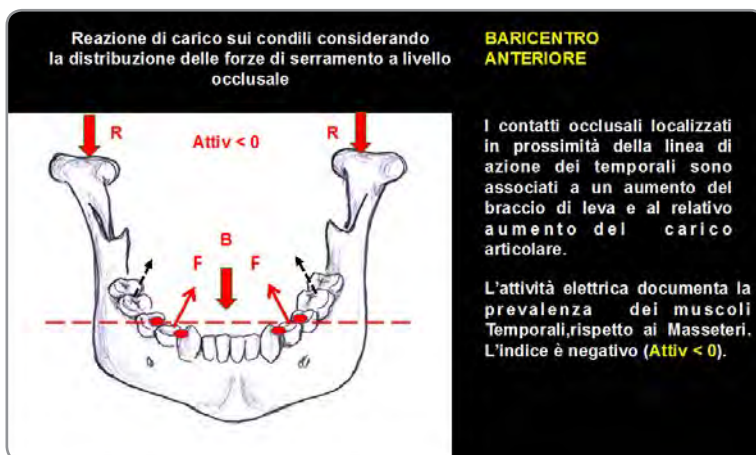
- **B - freccia verde**, posizione del baricentro.
- **F - freccia nera**, prevalenza dei contatti nei sestanti posteriori.
- **R - reazione condilare**



Una condizione occlusale caratterizzata da un baricentro posteriore (prevalenza dei masseteri,  $Attiv > 0$ ), dal punto di vista biomeccanico, è la più funzionale: mantiene il carico condilare entro limiti di normalità e il braccio di leva sul piano sagittale è contenuto entro limiti fisiologici.

Fig.4: identificazione schematica della posizione del baricentro nei settori anteriori:

- **B - freccia rossa**, posizione del baricentro.
- **F - freccia rossa**, posizione delle forze nei settori anteriori.
- **R - reazione condilare**



Una condizione occlusale caratterizzata da un baricentro anteriore (prevalenza dei temporalis,  $Attiv < 0$ ), evidenzia un aumento del braccio di leva, considerato sul piano sagittale. Quale conseguenza, il carico articolare aumenta.

Clinicamente, questa condizione protratta nel tempo, può favorire la comparsa di disturbi articolari (rumori durante i movimenti della mandibola), dolore spontaneo e/o evocato durante le manovre semeiologiche, tensione muscolare, miofasciti, ecc.

Una condizione oclusale caratterizzata da un baricentro anteriore (prevalenza dei temporali,  $Attiv < 0$ ), evidenzia un aumento del braccio di leva, considerato sul piano sagittale. Quale conseguenza, il carico articolare aumenta.

Clinicamente, questa condizione protratta nel tempo, può favorire la comparsa di disturbi articolari (rumori durante i movimenti della mandibola), dolore spontaneo e/o evocato durante le manovre semeiologiche, tensione muscolare, miofasciti, ecc.

## 2. ASIM: indice di Asimmetria

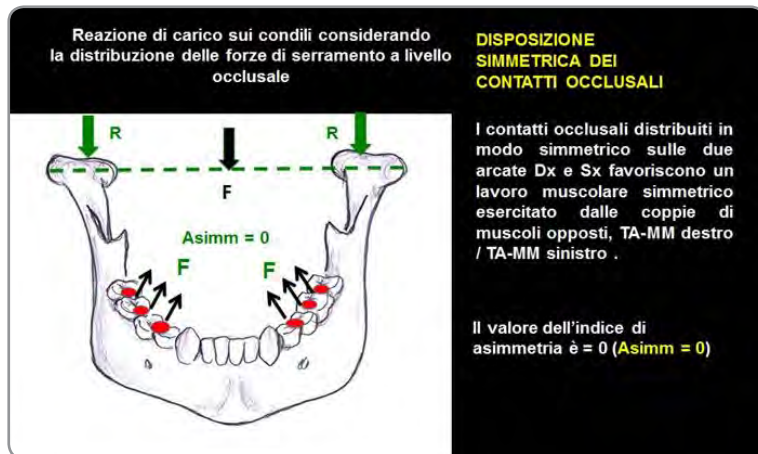
Valuta la distribuzione dei contatti oclusali sulle due arcate, destra e sinistra, e le attività svolte dai muscoli elevatori della mandibola (temporale e massetere) omolateralmente considerati, durante il serramento (clenching).

L'indice **ASIM**:

- Identifica la disposizione dei contatti oclusali considerando le due emiarcate DX e SX, sul piano frontale. Le coppie dei muscoli prese in esame sono rappresentate dai muscoli temporale e massetere.
- È compreso in un intervallo da -10% a +10% calcolato sul valore medio di massima contrazione, rapportato al valore zero (0).
- Lo zero (0) indica la simmetrica distribuzione dei contatti su entrambe le arcate DX e SX.
- Il segno (-) indica la prevalenza dei contatti oclusali a SX e una maggiore attività dei muscoli temporale e massetere di SX.
- Il segno (+) indica la prevalenza dei contatti oclusali a DX e una maggiore attività dei muscoli temporale e massetere di DX.
- È inversamente proporzionale al braccio di leva del lato dominante (lavorante).

Se l'indice ASIM è uguale o prossimo a zero, significa che i muscoli delle due emiarcate si attivano con la stessa intensità, la risultante delle forze muscolari ortogonali al piano articolare dell'osso temporale, valutata sul piano frontale, si localizza in posizione equidistante rispetto ai condili, sull'asse intercondilare. (Fig.5)

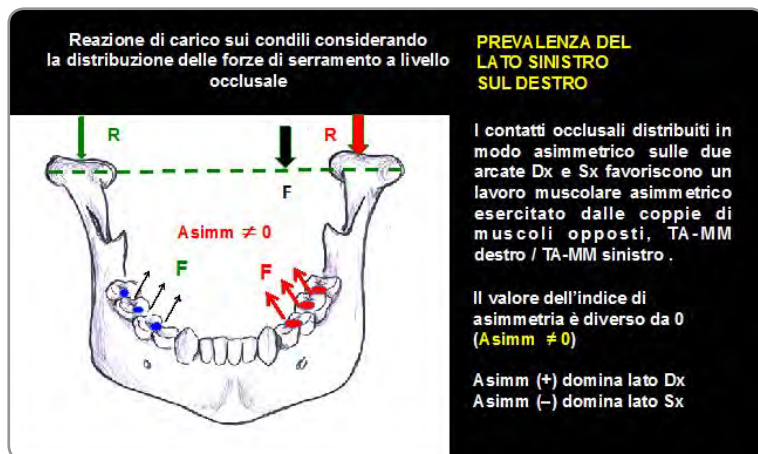
Fig. 5: I contatti occlusali sono simmetricamente distribuiti sulle due arcate (frecche nere). L'indice ASIM è uguale a zero; la risultante delle forze espresse dai muscoli durante il serramento ( $F$ ) è localizzata in posizione equidistante rispetto ai condili, sull'asse intercondilare. La forza di reazione condilare ( $R$ ) si distribuisce simmetricamente tra i due condili



Clinicamente, se all'indice ASIM di valore circa zero si associa un baricentro occlusale posteriore (indice ATTIV positivo), il sistema occlusale si trova in uno stato di buon equilibrio. Le forze di reazione condilare e occlusale sono ben distribuite, a vantaggio di un corretto carico articolare.

Al contrario, quando prevale il lavoro muscolare su un'emiarcata, generalmente sulla stessa si trovano contatti omogenei e in numero maggiore, rispetto alla controlaterale. L'indice ASIM in tali condizioni assumerà un valore positivo in caso di dominanza dell'emiarcata DX; negativo in caso di dominanza dell'emiarcata SX. Il carico condilare pertanto sarà maggiore dal lato dominante. (Fig.6)

Fig.6: L'attività muscolare del lato sinistro prevale sui controlaterali e, sullo stesso lato è presente un maggior numero di contatti. Il carico articolare risulta essere maggiore dal lato di lavoro.



Clinicamente: la persistente dominanza di un'emiarcata, legata al numero di contatti e alla prevalente attività muscolare omolaterale, induce la comparsa e le persistenza di un carico articolare asimmetrico e può modificare, nel tempo, lo schema biomeccanico. Possono comparire fenomeni di torsione mandibolare che spostano il maggior carico articolare verso il condilo controlaterale. La prevalenza di un'emiarcata rispetto all'altra, si può associare alla presenza di iper-occlusione dal lato lavorante, a ipo-occlusione dal lato contro laterale, riflessi nocicettivi (di protezione) che riducono l'attività dei muscoli ove siano presenti, ad esempio, lesioni endodontiche soggettivamente asintomatiche ma rilevabili dai nocicettori, problemi articolari, ecc.

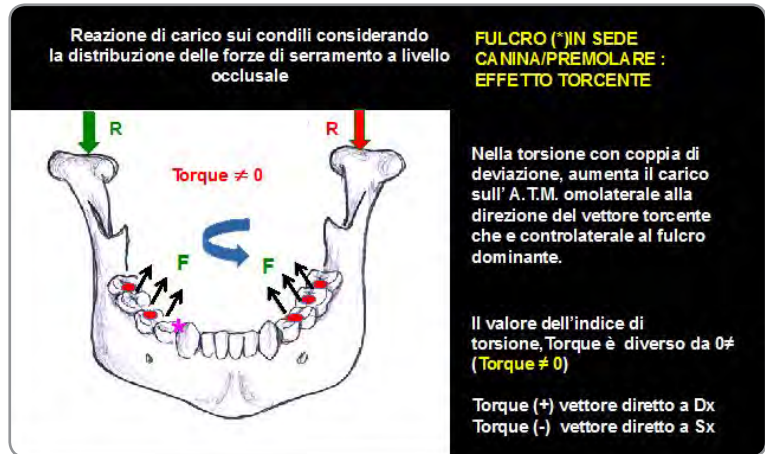
### **3. TORQUE: Indice di torsione mandibolare.**

Valutando l'azione delle coppie muscolari incrociate (temporale DX-massetere SX e temporale SX-massetere DX), la risultante genera una coppia il cui momento tende a latero-deviare la mandibola verso il muscolo temporale dominante. Di norma, i momenti generati dalle coppie di muscoli si annullano, ma se l'equilibrio si altera, compare la tendenza ad una rotazione mandibolare.

L'Indice **Torque**:

- Valuta la torsione mandibolare sul piano orizzontale, quando l'attività di muscoli opposti, temporale anteriore di un lato e massetere controlaterale, genera una coppia che tende a latero-deviare la mandibola.
- È compreso tra - 100% e + 100% calcolato sul valore medio di massima contrazione, rapportato al valore zero (0) anziché al 100%.
- Il segno (-) indica una sollecitazione che tende a deviare la mandibola con un vettore la cui risultante è diretta verso SX.
- Il segno (+) indica una sollecitazione che tende a deviare la mandibola con un vettore la cui risultante è diretto verso DX (Fig.7)

Fig.7: La presenza di un precontatto deflettente (in posizione premolare dx), genera un momento torcente mandibolare con vettore diretto a SX. Il condilo di quel lato subisce un maggior carico, rispetto a una condizione di equilibrio.



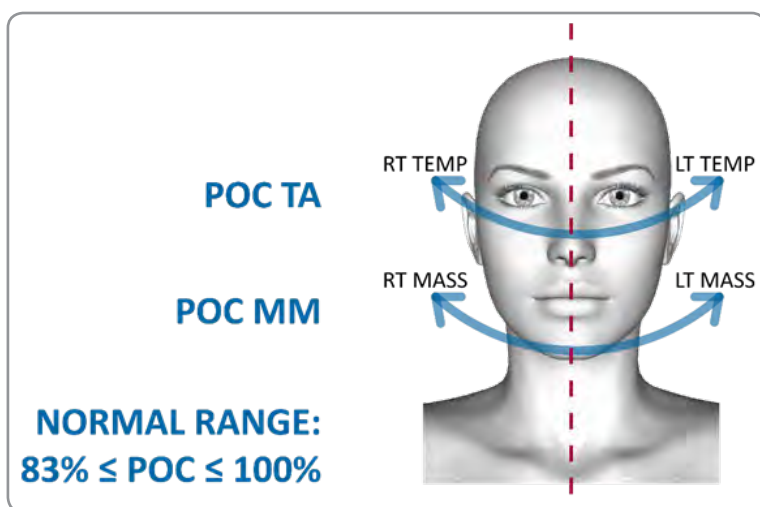
Clinicamente: questa condizione si può associare al protrarsi della dominanza di un'emiarcata nel tempo, alla presenza di precontatti deflettenti in statica e dinamica, ad anomalie morfologiche quale un cross-bite monolaterale, mal posizioni dentali, ecc. La lettura dell'indice Torque indica, in prima approssimazione, la direzione e l'entità della torsione influenzata dal contatto occlusale. Unitamente alla verifica clinica e all'indice TORS (che vedremo più avanti), il dato fornisce utili informazioni sul carico articolare, considerato sul piano frontale.



## ***Indici di simmetria, proposti da Ferrario et al.2000***

### ***1. POC (Percentage of Overlapping Coefficient):***

Si definisce un indice della simmetrica distribuzione dell'attività muscolare determinata dall'occlusione dentale. È correlato al grado di sovrapposizione delle curve di attivazione dei muscoli omologhi. I potenziali elettromiografici sono espressi come percentuale del massimo serramento volontario (MVC) su rulli di cotone e le curve di attivazione delle coppie di muscoli omologhi (Temporale DX e SX - Massetere DX e SX), sono comparate calcolando un indice di simmetria muscolare in grado di tener conto dell'intera morfologia del segnale elettromiografico. (Fig. 8)



*Fig. 8: Rappresentazione schematica dei rapporti muscolari considerati. Per il calcolo dell'indice POC TA (relativo ai muscoli ai temporali anteriori) si comparano le attività dei muscoli Temporale DX Vs. Temporale SX. Per il calcolo dell'indice POC MM (relativo ai muscoli masseteri) si comparano le attività dei muscoli Massetere DX Vs. Massetere SX.*

Se ciascuna coppia di muscoli omologhi si contraesse in perfetta simmetria, il valore del POC sarebbe pari al 100%; in natura, per definizione, la perfetta simmetria non esiste, perciò si considerano nella norma valori di POC uguale o maggiore al valore dell'83%.

## 2. **BAR: baricentro occlusale**

Valuta la posizione del baricentro occlusale. È ottenuto comparando le attività dei temporali e dei masseteri (a differenza dell'indice POC che confronta singoli muscoli omologhi). (Fig. 9)

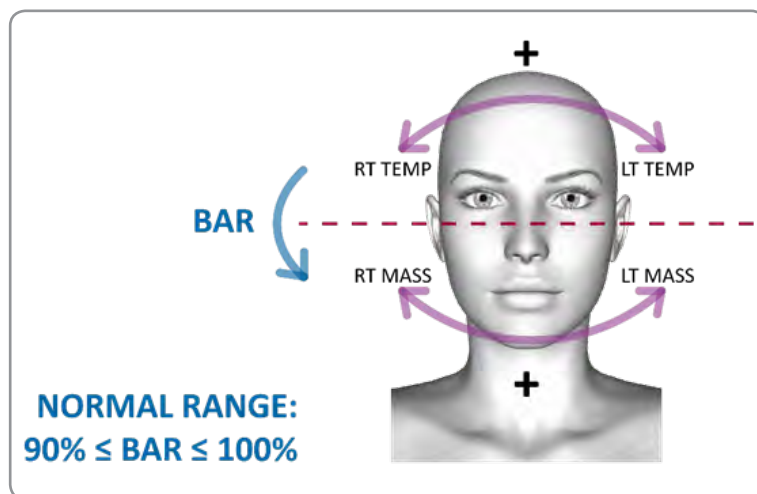


Fig. 9: Rappresentazione schematica dei rapporti muscolari considerati. Per valutare il baricentro, si comparano le attività dei muscoli Temporali Vs. Masseteri.

Quando i punti di contatto tendono a concentrarsi sui molari, i masseteri registrano una contrazione maggiore rispetto ai temporali corrispondenti (baricentro posteriore). Viceversa nella condizione occlusale in cui il baricentro si sposta nei settori antero-laterali, ovvero fino al primo-secondo premolare, i temporali esprimono forze di contrazione maggiori (baricentro anteriore). In questo caso vi è un sovraccarico bilaterale delle articolazioni che, con il passare del tempo, può portare a condizioni patologiche.

Il valore BAR nella popolazione normale esprime sempre una prevalenza di attività della coppia di muscoli masseteri rispetto a quella dei temporali.

Questa condizione viene invertita nelle seconde classi scheletriche in cui i muscoli temporali esprimono sempre una attività elettrica maggiore rispetto ai masseteri.

NB. Si differenzia dall'indice ATTIV poiché si utilizzano diversi metodi di calcolo. Tuttavia il significato fisiologico è lo stesso.



### 3. TORS: indice di torsione mandibolare

Valuta l'atteggiamento di torsione della mandibola nel piano orizzontale quando questa va in occlusione con il mascellare superiore. Si ottiene dal confronto delle attività dei muscoli incrociati: in caso di prevalenza della coppia temporale di destra e massetere di sinistra si registra un momento torcente verso destra; in caso di prevalenza della coppia temporale di sinistra e massetere di destra si registra un momento torcente verso sinistra. Fig. 10

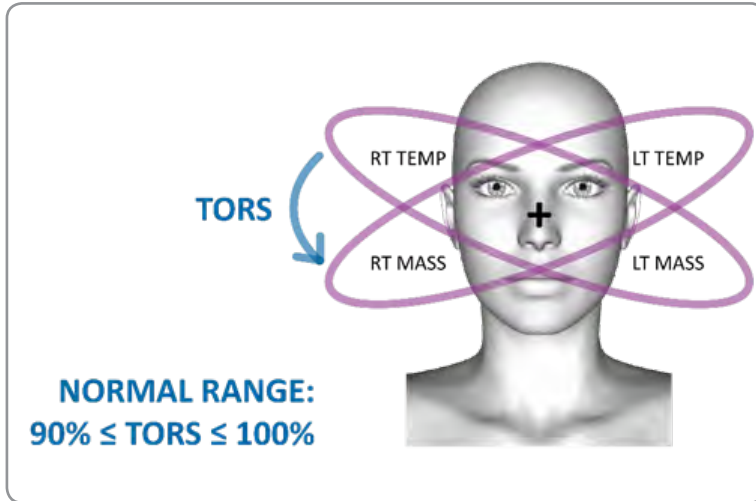


Fig. 10: Rappresentazione schematica dei rapporti muscolari considerati. Per valutare l'atteggiamento torsionale, si comparano le attività dei muscoli "incrociati" (Temporale DX + Massetere SX Vs. Temporale SX + Massetere DX).

Quando il valore dell'indice TORS è  $>90\%$ , non si verificano momenti torcenti sulla mandibola. Al contrario se questo indice è inferiore al  $90\%$ , i muscoli tendono a far torcere la mandibola verso destra o verso sinistra a seconda che prevalga l'una o l'altra coppia muscolare, a causa della presenza di fulcri occlusali.

NB. Si differenzia dall'indice TORQUE poiché si utilizzano diversi metodi di calcolo. Tuttavia il significato fisiologico è lo stesso.

#### 4. Impact: Lavoro muscolare prodotto

Valuta il lavoro sviluppato dal muscolo durante la sua attività contrattile. Il lavoro è rappresentato geometricamente dall'area sottesa alla curva di attività elettrica dei muscoli esaminati nel tempo. I valori di normalità dell'indice sono nel range 100%-115%. Fig. 11

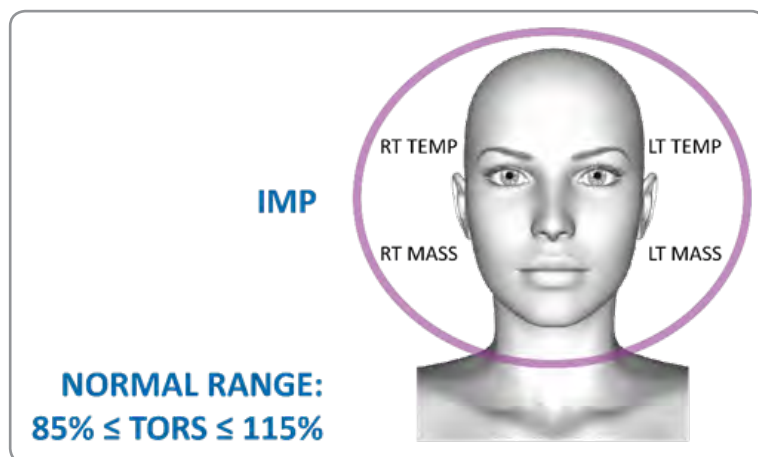


Fig.11: Rappresentazione schematica dei rapporti muscolari considerati. Per valutare il lavoro muscolare prodotto durante il serramento si analizzano le attività globali di tutti i muscoli in esame.

L'indice IMPACT è influenzato dalla stabilità occlusale poiché esiste uno stretto rapporto tra attività muscolare e numero di contatti occlusali (Bakke *et al.*, 1992). Quanto maggiore è il numero di contatti occlusali e quanto maggiore è la loro area, migliore sarà l'attività muscolare (MacDonald e Hannan, 1984).

Valori superiori alla norma, ad esempio, sono correlati ad un habitus di paziente serratore (sviluppo di parafunzioni, serramento, digrignamento). Valori inferiori alla norma possono esprimere una condizione di inibizione propriocettiva acuta e quindi presenza di dolore in MVC o cronicizzata per la presenza di un riflesso protettivo su base nocicettiva.

Se gli indici POC, TORS e BAR sono nella norma, l'indice IMP può essere di aiuto anche per il controllo della dimensione verticale (DVO), non dimenticando, però, che la sua interpretazione deve essere **associata ad una attenta e critica valutazione clinica**. La modifica della DVO, infatti, attiva la risposta propriocettiva muscolare mediata dai fusi neuromuscolari, posti in parallelo rispetto alle fibre del muscolo. Possiamo avere indicazioni sulla possibilità di aumentare (indice superiore alla norma) o di ridurre (indice inferiore alla norma) la dimensione verticale compatibilmente con la valutazione estetica del paziente e con le valutazioni cliniche indicate in letteratura.

## Applicazioni Cliniche

La diagnosi clinica si basa su un'accurata anamnesi e una altrettanto accurata valutazione semeiologica. Anamnesi e semeiotica rappresentano l'aspetto qualitativo dell'approccio al paziente.

BTS TMJOINT, in questo ambito, rappresenta l'aspetto quantitativo e diviene il fondamentale completamento dell'iter diagnostico (Fig.12).



Fig.12: Schema di una diagnosi completa

Per un'analisi accurata si consiglia la seguente sequenza clinica:

- Raccolta dei dati clinici anamnestici.
- Valutazione semeiologica accurata.
- Valutazione odonto-stomatologica completa (diagnosi parodontale, endodontica, etc.)
- Identificazione della classe dento-alveolare, scheletrica, ecc.
- Analisi dello stato oclusale, identificando la posizione dei contatti dentali presenti. È consigliabile l'utilizzo di fogli articolari specifici (Shimstock Foil 8 $\mu$ - Occlusion Foil 12 $\mu$ ), il cui spessore non influisca sulla risposta propriocettiva dento-parodontale.
- Valutazione radiografica (consigliabile).
- Registrazione elettromiografica.

# *Analisi ragionata di casi clinici*

## *Caso Clinico 1*

Paziente donna, età 30 anni. Lamenta algie facciali, tensioni al volto, episodi dolorosi con proiezione algica in regione articolare temporo-mandibolare e auricolare.

Diagnosi clinica: la raccolta dei dati anamnestici e la valutazione semeiologica, permette di formulare diagnosi di disfunzione cranio-mandibolare, in paziente che da tempo sviluppa parafunzioni, serramento e digrignamento.

La valutazione clinica, a questo punto, si integra con quella strumentale elettromiografica.

## *Analisi del Report generato da BTS TMJOINT*

### *Scheda 1*

La prima scheda contiene la rappresentazione mediante target dei muscoli analizzati: il target rosso è riferito all'attività dei Temporalis; il target blu è riferito all'attività dei Masseteri.

In tabella sono riportati i principali indici caratterizzanti l'occlusione dentale:

- I coefficienti di simmetria di attivazione delle coppie muscolari indagate: indici POC TA (temporalis anteriori) e POC MM (masseteri).
- La posizione del baricentro occlusale, valutata in base alla prevalenza della coppia dei muscoli masseteri sui temporalis e viceversa: indice BAR.
- La torsione mandibolare, rivelatrice di un momento torcente mandibolare identificabile dall'attivazione dei muscoli temporale anteriore di un lato e massetere controlaterale: indice TORS.
- Il lavoro muscolare prodotto durante il serramento: indice IMP.

La ghiera percentuale sottostante rappresenta **l'indice globale di equilibrio neuromuscolare**: un indice che sintetizza i principali indici occlusali.

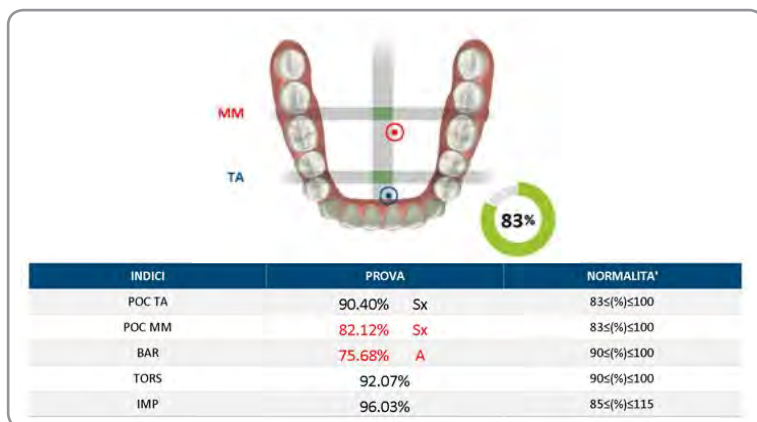


Fig. 13: La prima colonna riporta gli acronimi riferiti agli indici calcolati.

La seconda colonna riporta i valori del test effettuato.

La terza colonna riporta i valori di normalità per ognuno degli indici.

Tutti i valori presenti nel report sono espressi in percentuale poiché riferiti alla condizione oclusale normalizzata. Essi infatti sono il risultato del differenziale tra i valori basali e quelli riferiti al serramento su cotone e pertanto **identificano la reale influenza dell'occlusione dentale sull'equilibrio neuromuscolare.**

### ***Analisi degli indici:***

POC TA: valore 90.40; la coppia di muscoli presenta una attivazione simmetrica, con una lieve dominanza del temporale sinistro (SX 61.41, valore numericamente riportato nella sezione avanzate).

POC MM: valore 82.12; la coppia di muscoli presenta un valore di attivazione lievemente inferiore rispetto la norma, con una lieve dominanza del muscolo sinistro (SX 94.94, valore numericamente riportato nella sezione avanzate).

BAR: valore 75.68; indica la presenza di un baricentro oclusale collocato in posizione anteriore (A 99.63, valore numericamente riportato nella sezione avanzate). Significa che domina la coppia dei muscoli temporali rispetto ai muscoli masseteri. Ciò identifica un aumento del braccio di leva mandibolare (leva di III Tipo) che si può associare ad un aumento del carico articolare.

TORS: valore 92.07; non ci sono significativi momenti torcenti mandibolari, valutati sul piano frontale.

IMP: valore 96.03; il valore registrato rientra nei limiti della norma (85-115). Misura il lavoro muscolare complessivo (direttamente proporzionale alla forza) espresso dall'insieme dei muscoli testati.

La posizione dei target riassume, graficamente, tutti gli indici occlusali calcolati. Le fasce grigie rappresentano le bande di normalità degli indici, pertanto le intersezioni di queste fasce identificano le condizioni ideali in cui si devono trovare i target per avere un'occlusione bilanciata.

Nello specifico si osserva una tendenza alla posizione anteriore del baricentro muscolare e una lieve dominanza dell'emiarcata sinistra rispetto alla destra.

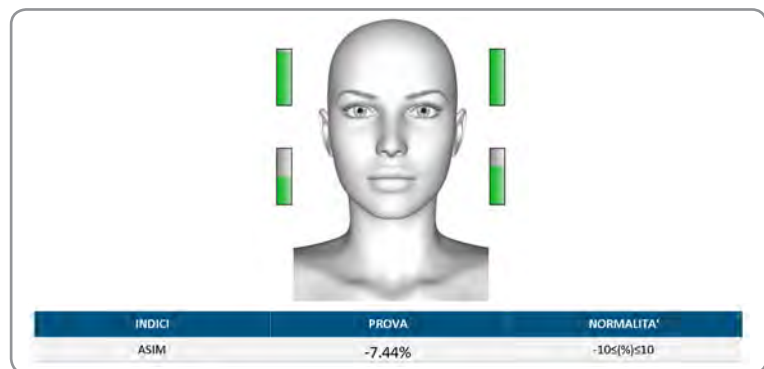
In questo specifico caso, il dato clinicamente saliente deducibile dalla lettura della prima scheda è rappresentato dal valore dell'indice BAR (baricentro occlusale anteriore e relativo carico articolare, aumentato).

### **Scheda 2**

La seconda scheda, riporta l'indice di asimmetria (Asim) e la rappresentazione dell'intensità di contrazione di ogni muscolo mediante barre verdi (vedi figura sottostante).

*Fig. 14: La prima colonna a sinistra riporta gli acronimi riferiti agli indici calcolati.*

*La seconda colonna ne esprime i valori. La terza colonna riporta i valori di normalità.*



### **Analisi degli indici:**

ASIM: valore negativo (-7.44); rientra nel range di normalità ( $0 \pm 10$ ). Si deduce che la distribuzione del carico occlusale è pressoché simmetrica sulle due arcate destra e sinistra. Dal punto di vista occlusale, i contatti dentali sono distribuiti in modo uniforme e regolare sulle due arcate. Questo indice si può analizzare anche in relazione al valore dell'indice ATTIV (presente nella sezione avanzate).

### Scheda 3

La terza scheda mostra un grafico a "torta", diviso in quattro spicchi dalla linea orizzontale SX-DX e da quella verticale TA-MM. I riquadri superiori rispetto alla retta DX-SX corrispondono schematicamente ai muscoli temporali destro e sinistro, mentre gli inferiori corrispondono ai muscoli masseteri.

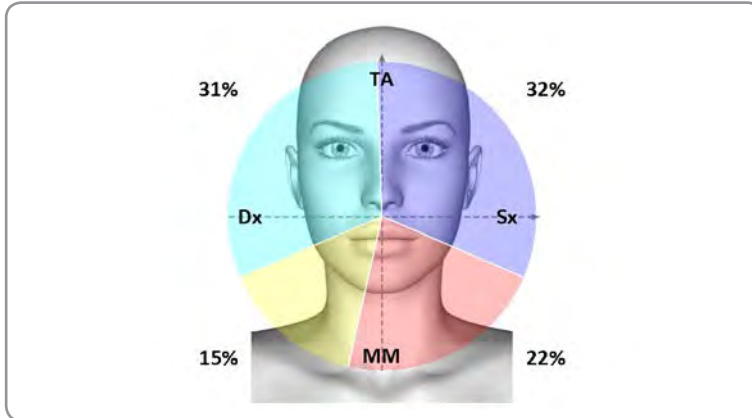


Fig. 15: il grafico a torta della scheda tre riporta unicamente i valori normalizzati.

#### **Analisi dei grafici:**

Il grafico a torta presente in questa sezione rappresenta il differenziale tra i valori basali e quelli riferiti al serramento su cotone e identifica la reale influenza dell'occlusione dentale sull'equilibrio neuromuscolare. Il processo è noto come normalizzazione/standardizzazione dei dati che per questo motivo vengono espressi in % (I grafici a torta dei dati non normalizzati sono presenti invece nella sezione avanzate).

Clinicamente la lettura, di questo grafico specifico, evidenzia la dominanza della coppia dei muscoli temporali (TA) rispetto ai masseteri (MM), in valore percentuale. Ed è riferibile ai valori dell'indice BAR.

## ***Sezione Avanzate***

Nella sezione avanzate è possibile trovare, oltre agli indici appena visti, ulteriori indici e rappresentazioni particolarmente utilizzati nell'ambito della ricerca.

Tra questi, analizziamo sinteticamente:

ATTIV: valore negativo (-24.1); conferma la posizione anteriore del baricentro occlusale (già evidenziata dal valore di BAR: 75.68). Il valore elevato conferma la presenza di un braccio di leva aumentato in modo significativo rispetto alla norma ( $0 \pm 10$ ). La considerazione clinica (come già valutato analizzando gli indici di simmetria muscolare) è quella di un carico articolare maggiore rispetto a valori ritenuti fisiologici.

Gli indici ATTIV e ASIM permettono una immediata e chiara valutazione della distribuzione e dell'entità del carico articolare. Questo dato assume particolare importanza nell'ambito delle terapie ricostruttive (protesi e conservativa), nella gestione dei casi disfunzionali, in ortodonzia, etc.

TORQUE: valore negativo (-4.78); rientra nel range di normalità ( $0 \pm 10$ ). In accordo con un valore di TORS a 92.07, indica l'assenza di vettori di torsione mandibolare significativi valutati sul piano frontale.

Inoltre in questa sezione sono riportati gli istogrammi: la rappresentazione grafica dell'area totale di sovrapposizione dell'ampiezza delle onde elettromiografiche, registrata su intervalli di 25 ms. Di fatto è la rappresentazione grafica sviluppata sui 3 secondi centrali delle prove di acquisizione del POC TA, del POC MM, del TORS e infine del BAR.



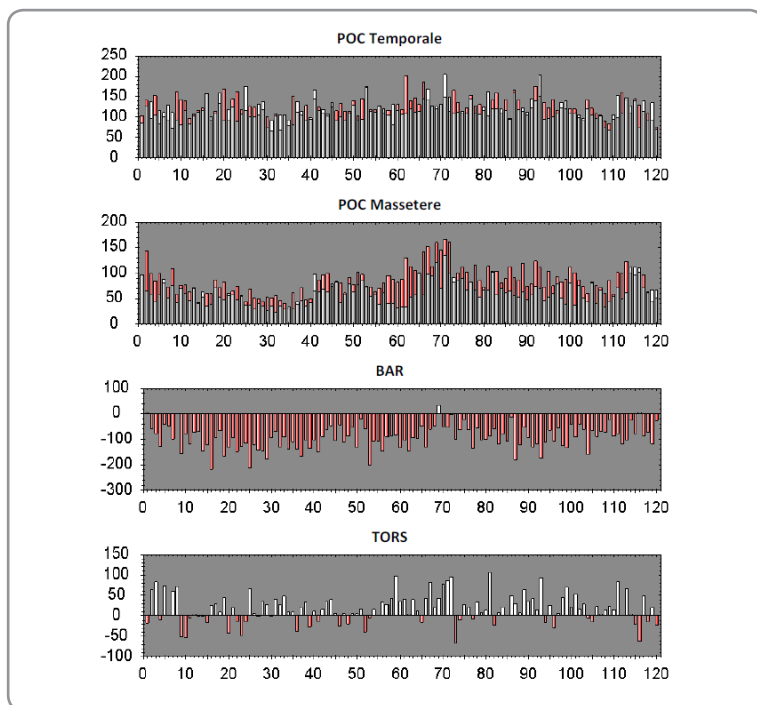


Fig. 16: Andamento temporale degli indici (istogrammi).

Per quanto riguarda gli istogrammi POC, sono rappresentati i potenziali elettromiografici riferiti ai muscoli temporali e masseteri registrati durante 3 secondi di massimo serramento volontario (MVC). L'area grigia, rappresentata da una serie di barre affiancate, costituisce l'area totale di sovrapposizione dei potenziali elettromiografici delle coppie testate. L'area grigia pertanto rappresenta graficamente la "simmetria" di attivazione dei muscoli omologhi analizzati. Le proiezioni rosse (sinistra) e bianche (destra), rappresentano, per i singoli muscoli, il relativo grado di **asimmetria**, ovvero, nell'ambito della coppia testata, quale muscolo domina rispetto all'altro.

Sia per i TA che per i MM, in questo caso, dominante è il muscolo sinistro (rosso), rispetto al destro (bianco).

Per quanto concerne gli indici TORS e BAR, in questa scheda si analizzano le proiezioni bianche (rispettivamente DX-POST) e rosse (SX-ANT).

Nell'istogramma BAR dominano le linee rosse, in modo deciso, in accordo con i valori di ATTIV (- 24.13).

Nell'istogramma TORS domina la proiezione delle linee bianche, perciò è presente una lieve tendenza a un movimento torcente verso dx, che rientra, però, nei limiti normali (Torque + 4.7).

1. Migliorare (ridurre) il carico articolare, recuperando una corretta posizione del baricentro occlusale e muscolare (riduzione del braccio di leva). Per raggiungere questo obiettivo si cercherà di creare dei contatti occlusali stabili, in prossimità della linea d'azione dei muscoli masseteri (baricentro posteriore). Gli indici guida saranno: BAR, ATTIV e ASIM.
2. Distribuire simmetricamente i contatti occlusali su entrambe le arcate dentali, destra e sinistra; l'indice guida sarà l'ASIM.
3. Mantenere il controllo della torsione mandibolare, che deve rimanere entro valori di normalità: l'indice guida sarà il TORS.

**Scelta terapeutica:** può essere l'utilizzo iniziale di una placca occlusale (bite plane, ortottico), il cui adattamento risponda ai seguenti requisiti:

- Recupero e mantenimento di un baricentro occlusale posteriore, indice BAR.
- Mantenimento dei parametri di ASIM e TORS nella norma.

**Per orientare in modo più preciso la scelta terapeutica e avere delle conferme cliniche immediate, può essere opportuno valutare le risposte del sistema neuromuscolare, mediante semplici test. Si sfrutta la plasticità del sistema modificando in modo opportuno le informazioni periferia-centro (recettori sensitivi-SNP-SNC), agendo sull'occlusione. Si possono usare spessori di altezza nota, da applicare sulle arcate dentali in posizione definita e verificare con BTS TMJOINT le variazioni del valore degli indici, raffrontandoli con il tracciato iniziale. In questo modo, semplice e non invasivo, è possibile ottenere utili indicazioni sia diagnostiche sia cliniche.**

## TEST n° 1:

### Spessore rigido di 1mm in posizione molare/II premolare

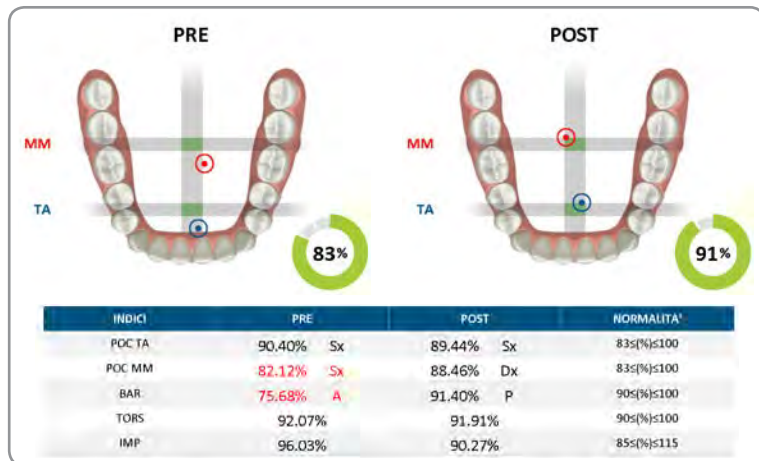


Fig. 17: Confronto tra la condizione di PRE (valori basali, CLE4-1) e POST (valori con Spessori di 1 mm, CLE4-Ab11).

Si posizionano nei sestanti posteriori, in posizione molare/secondo premolare, dei supporti rigidi di spessore noto (1 mm). In questo modo si possono modificare le informazioni propriocettive che i recettori sensitivi periferici proiettano ai centri corticali specifici (ideazione del movimento: vedi note introduttive), attraverso il territorio trigeminale. Si analizzano i valori ottenuti, confrontandoli con i dati iniziali.

Si confrontano i valori relativi alla scheda destra PRE (valori basali) con quelli relativi alla scheda sinistra POST (valori ottenuti interponendo spessori 1 mm).

POC TA: valore 89.44 (nella prova PRE 90.40); buona la simmetria di attivazione riferita alla coppia dei muscoli temporali anteriori.

POC MM: valore 88.46 (nella prova PRE 82.12); migliora la simmetria riferita alla coppia dei muscoli masseteri che rientra nei valori di normalità.

BAR: valore 91.40 (nella prova PRE 75.68); il baricentro occlusale muscolare migliora, da anteriore diventa posteriore

TORS: valore 91.91 (nella prova PRE 92.07); non vi sono momenti torcenti mandibolari.

IMP: si mantiene nella banda di normalità.

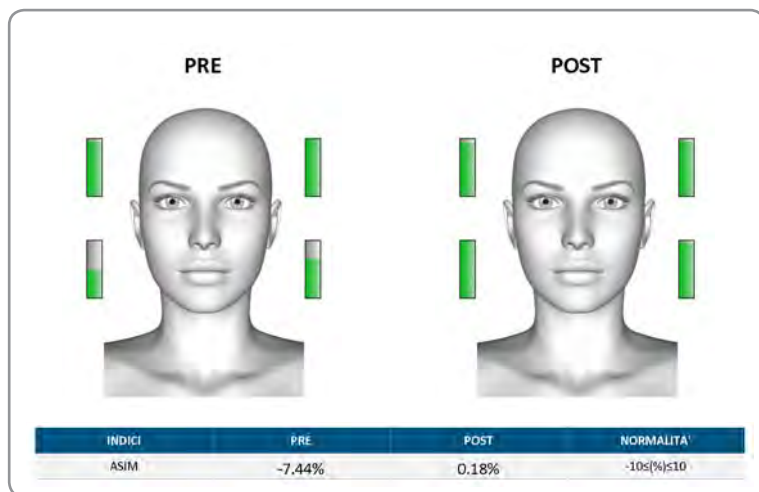


Fig. 18: Indici ottenuti nella prova di PRE (CLE4-1) e POST (Valori con Spessori di 1 mm, CLE4-Abl1).

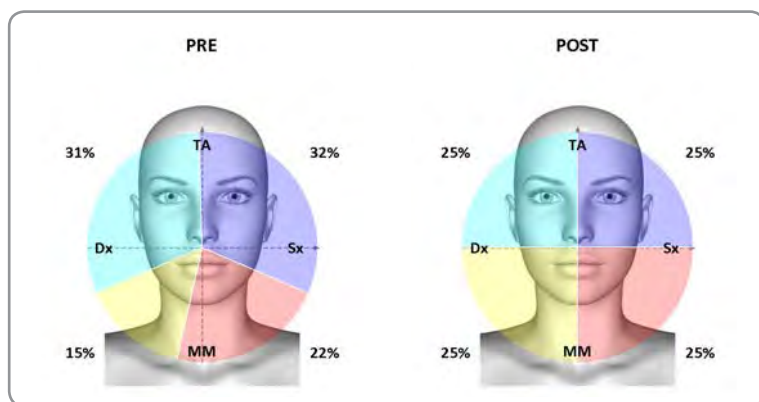


Fig. 19: PRE (Valori basali) e POST (valori con Spessori 1 mm).

**TEST n° 2:**

**Spessore rigido di 2mm in posizione molare/II premolare**

Come ulteriore test si applicano spessori maggiori, 2 mm, in posizione molare/II premolare.

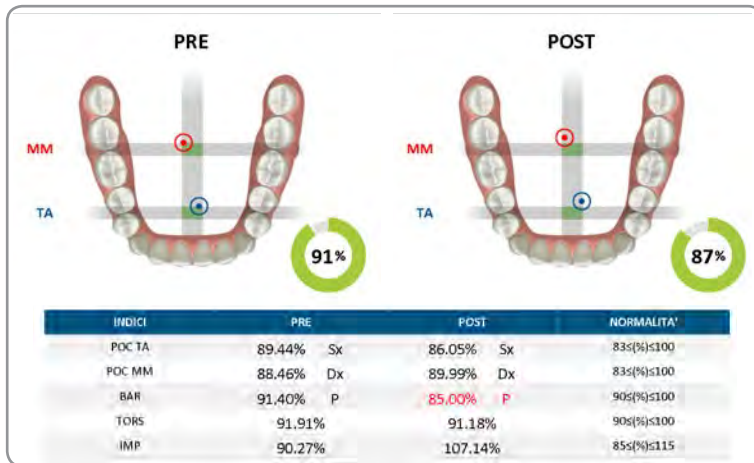


Fig. 20: Indici ottenuti nella prova di PRE (Spessori 1 mm, CLE4-Abl1) e POST (Spessori di 2 mm, CLE4-Abl2).

L'ulteriore modifica delle afferenze attiva una immediata risposta propriocettiva. I valori di alcuni indici cambiano lievemente, rimanendo nell'ambito di un buon equilibrio neuromuscolare.

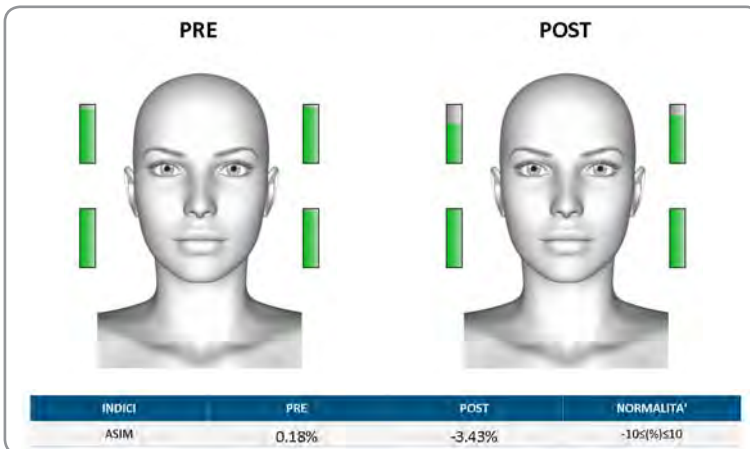
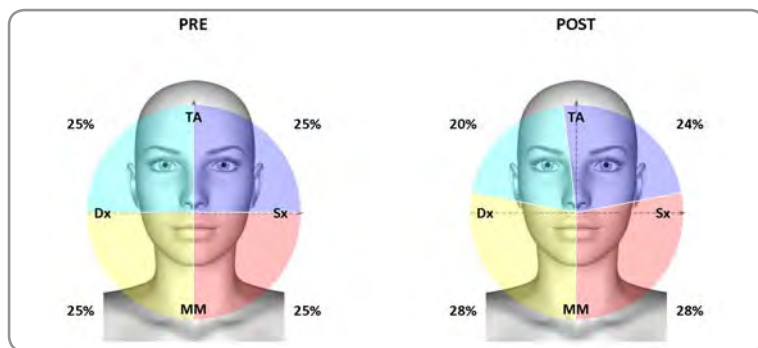


Fig. 21: Indici ottenuti nella prova di PRE (spessori 1 mm, CLE4-Abl1) e POST (spessori di 2 mm, CLE4-Abl2).

Fig. 22: Valori ottenuti nella prova di PRE (spessori 1 mm) e valori ottenuti nella prova di POST (spessori 2 mm).



La valutazione delle due registrazioni con i diversi spessori, fornisce informazioni utili per l'orientamento terapeutico. L'utilizzo iniziale di un bite plane si conferma, in questo caso, il metodo più idoneo e meno invasivo per ottenere il ricupero di un buon equilibrio neuromuscolare. Si lascia alla sensibilità e all'esperienza clinica del singolo, la scelta dell'eventuale tipo di placca e la sua gestione operativa.

È evidente il notevole valore dello strumento BTS TMJOINT nella valutazione diagnostica e nella gestione di un qualunque caso clinico. In modo semplice, veloce e preciso, è possibile leggere le risposte neuromuscolari quando si agisce sull'occlusione dentale.

Lo stesso principio analitico si applica a qualunque caso clinico:

- Gestione dei casi disfunzionali cranio-cervico-mandibolari.
- Controllo dell'equilibrio neuromuscolare indotto dall'occlusione dentale nei casi riabilitativi in protesi e in conservativa.
- Nei casi ortodontici, per misurare l'equilibrio neuromuscolare a fine trattamento.
- Nel follow-up di ogni caso clinico.

## *Caso Clinico 2*

Paziente maschio, anni 52; tendenza alla III Classe scheletrica, in parziale compenso dento-alveolare. Cross-bite monolaterale a destra, segni evidenti di parafunzione con presenza di abrasioni dentali ed estese faccette di usura. Lamenta dolore acuto all'articolazione temporo-mandibolare a sinistra, che aumenta in modo considerevole durante la masticazione, condizionando l'atto motorio; ridotta apertura della bocca, a 20 mm. Fig. 23

Usa da tempo un bite plane notturno (night-guard).



*Fig.23: Vista frontale dell'arcata dentale del paziente.*

**TEST n° 1:**  
**Stato occlusale del paziente**

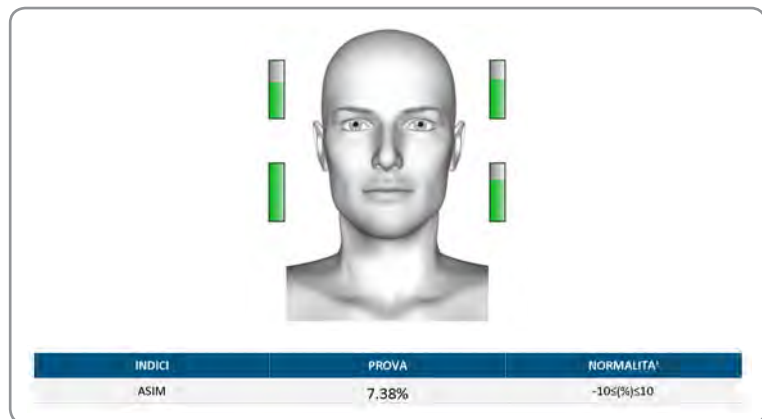
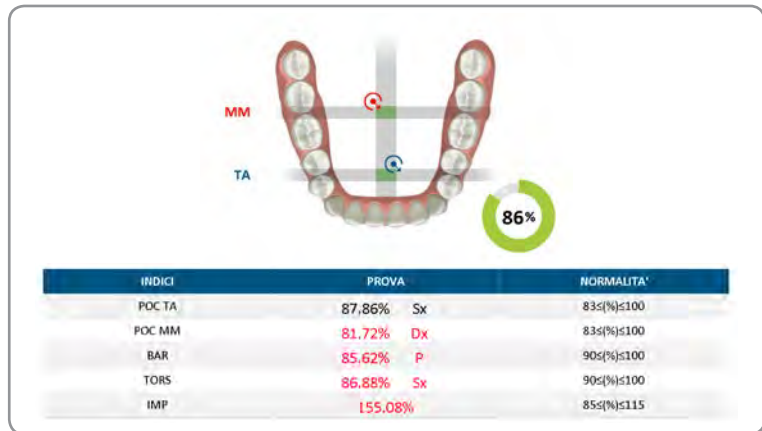


Fig.24: Stato occlusale del paziente (valori basali).

A fronte di una buona simmetria di attivazione delle coppie di muscoli TA e MM (POC), di una buona posizione del baricentro occlusale (BAR) e di una buona distribuzione dei contatti occlusali (ASIM), vi sono alcuni parametri che non rientrano nei limiti di normalità. (Fig.24)

I dati significativi, deducibili dall'esame elettromiografico e comparabili con la clinica, sono:

- Momento torcente importante, con vettore risultante diretto verso sinistra TORS 86.88.
- IMP 155, che indica, in questo caso un paziente che sviluppa parafunzioni (serramento e digrignamento).



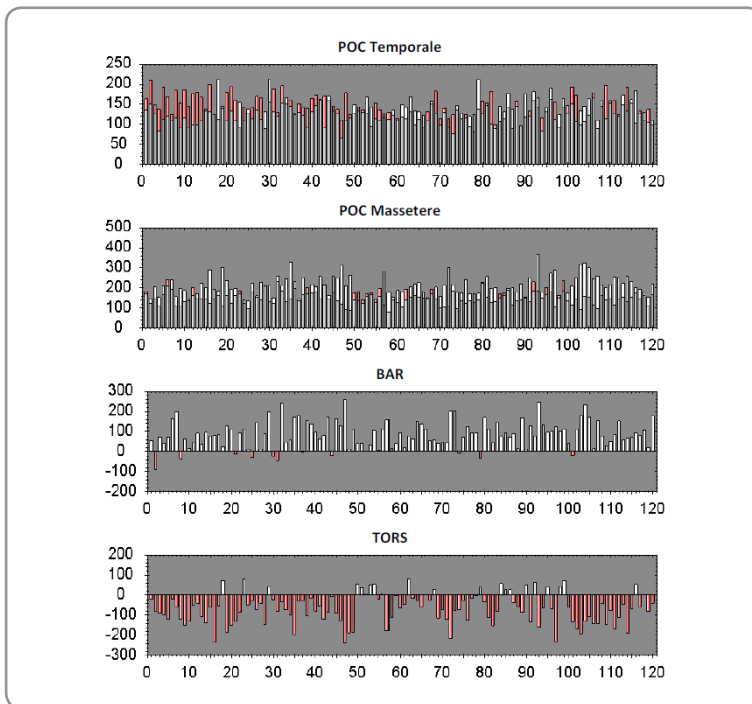
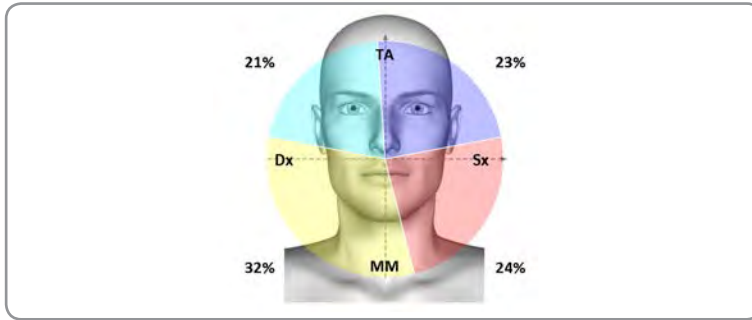


Fig.25: Stato occlusale del paziente: grafici a torta e istogrammi.

Vi è indicazione terapeutica per l'utilizzo di un bite plane con il quale:

- Correggere la torsione mandibolare (TORS);
- Mantenere il baricentro occlusale in posizione corretta (BAR);
- Mantenere i contatti occlusali distribuiti in modo equilibrato tra le due arcate DX e SX (ASIM).

Questa sequenza clinica deve, contestualmente, controllare il lavoro muscolare globale (IMP).

**TEST n° 2:**

**fine terapia (confronto Inizio/Fine terapia)**

Il trattamento prevede dunque l'uso di un bite plane applicato all'arcata inferiore, costruito con contatti occlusali posteriori distribuiti in modo equilibrato sulle due arcate DX e SX, in assenza di contatti anteriori a livello incisivo (controllo del braccio di leva).

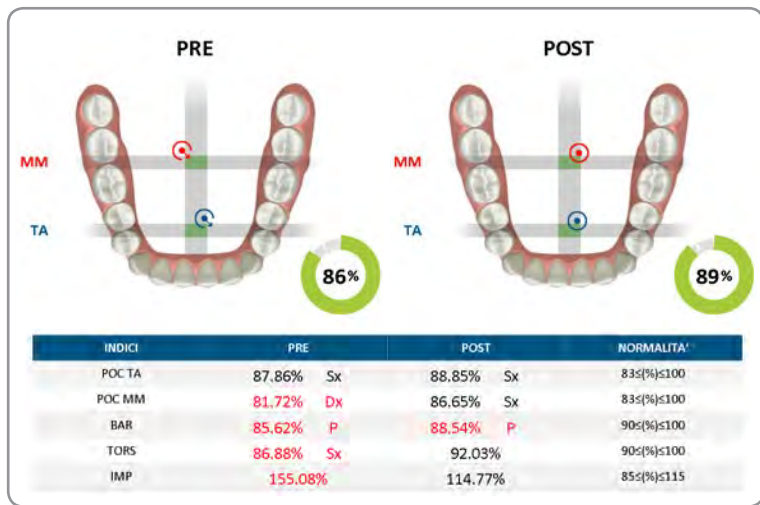


Fig.26: Confronto dello stato occlusale: inizio terapia (PRE) e fine terapia (POST).

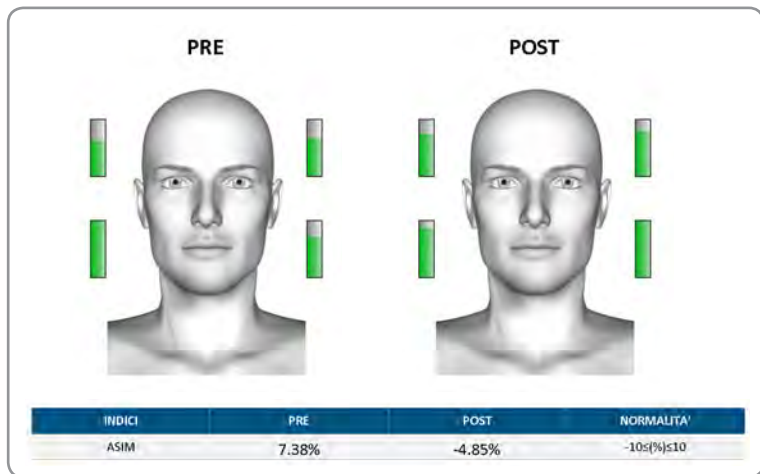


Fig.27: Confronto dell'intensità di contrazione e indici occlusali: inizio terapia (PRE) e fine terapia (POST).

Il controllo, per la durata della terapia, si avvale dell'uso di BTS TMJOINT per un preciso monitoraggio dei principi biomeccanici (baricentro occlusale, controllo della torsione mandibolare, simmetrica disposizione dei contatti occlusali) e dell'equilibrio neuromuscolare.

Si può osservare che:

- La torsione mandibolare rientra nei limiti della norma, TORS 92.03 (PRE 86.88)
- L'indice IMP 114.77% rientra nel range di normalità (PRE 155%).

Contestualmente al miglioramento dei valori degli indici, migliora la condizione clinica, scompare il dolore articolare e muscolare, la funzione masticatoria avviene senza dolore, l'apertura massima della bocca rientra nei limiti di normalità (38 millimetri).

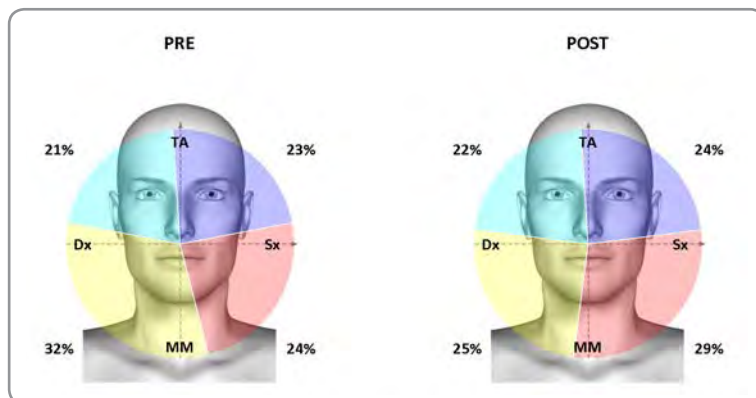
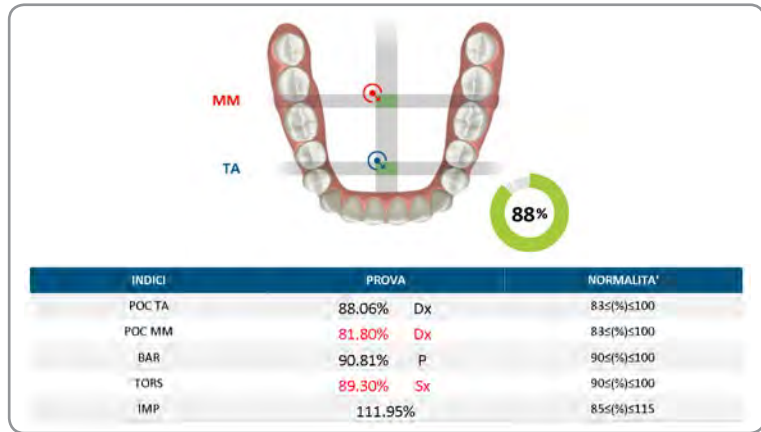


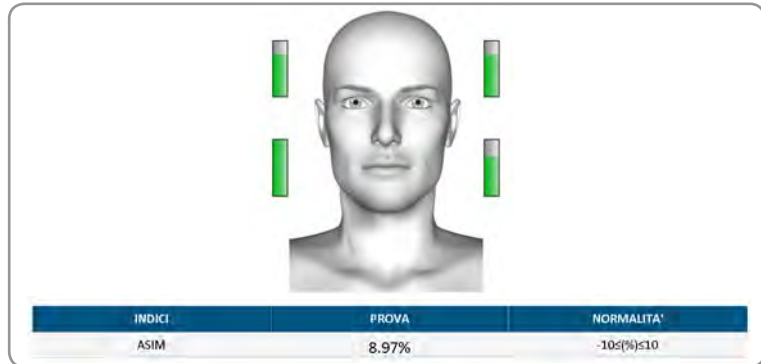
Fig.28: Confronto dei grafici a torta a fine terapia (POST)

Date le caratteristiche morfologiche e la storia clinica del paziente, può essere utile prevedere l'utilizzo di un night-guard, la cui funzione è di concorrere a mantenere il buon equilibrio neuromuscolare raggiunto.

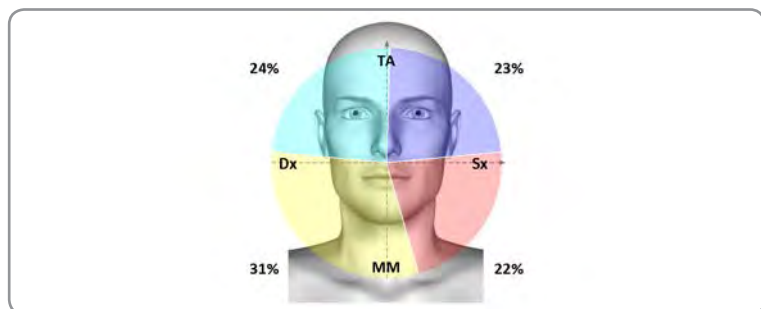
**TEST n° 3:**  
**night-guard**



*Fig.29: Valutazione occlusale del paziente con l'uso del Bite plane*



*Fig.30: Grafici a torta con Bite plane*



I valori complessivi degli indici con il bite, sono sovrapponibili a quelli ottenuti in naturale intercuspidação dentale. Il controllo periodico, a 4-6-12 mesi, successivo al completamento della fase terapeutica attiva ed eseguito con BTS TMJOINT, permette un adeguato follow-up del caso, quantificando gli effetti del trattamento nel tempo.

### Caso Clinico 3

Paziente donna, di anni 63. Edentula da anni nei quadranti superiori posteriori e nel quadrante inferiore sinistro. Lamenta sintomatologia algica a livello articolare, bilateralmente e dolori facciali ricorrenti.

All'esame obiettivo, sono presenti segni di sofferenza articolare e muscolare.

Caso protesico terminato e relativa remissione della sintomatologia iniziale:

- Quadranti: I (A) e II (B) Grande rialzo del seno mascellare con innesto di osso autologo (cresta iliaca) e impianti in posizione 1.5 - 1.6 / 2.6 - 2.7
- Sestante anteriore superiore: impianti in posizione 1.2 e 2.2
- Quadrante (III): impianti in posizione 3.5 - 3.6 - 3.7

#### TEST n° 1:

Controllo a 6 mesi dal completamento del caso

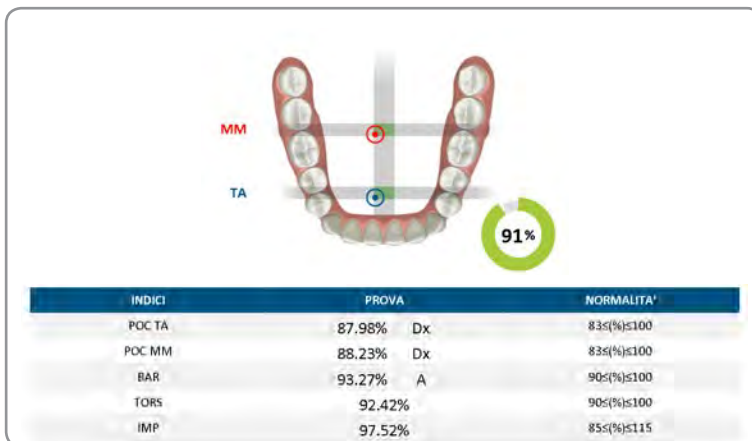
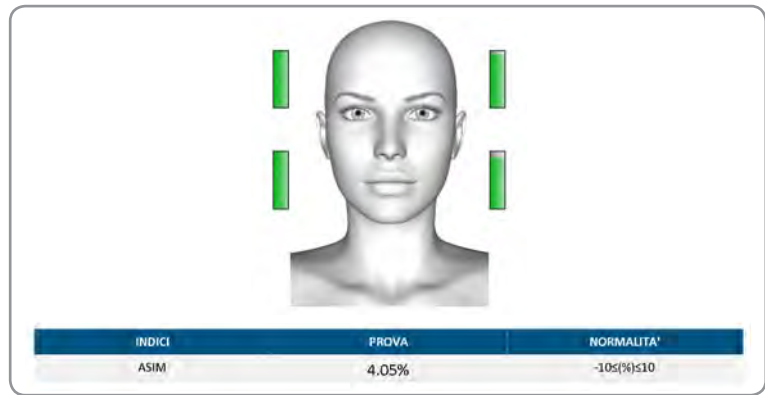
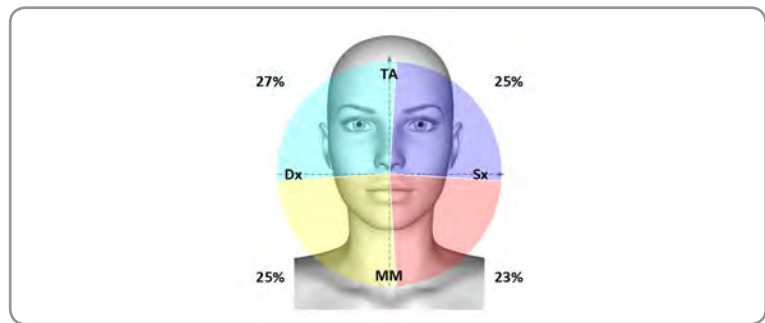


Fig. 31: stato occlusale del paziente a 6 mesi dal completamento del caso.



L'equilibrio neuromuscolare, indice di un rapporto occlusale fisiologico, appare buono: POC TA e MM, TORS, BAR, ASIM e IMP rientrano nei valori di normalità. La paziente riferisce una condizione occlusale confortevole associata ad una buona funzione masticatoria.

Fig. 32: grafico a torta.



I tracciati EMG e i valori degli indici, sono dei punti di riferimento importanti nel follow-up del caso. Poter associare alla valutazione clinica (qualitativa) quella strumentale (quantitativa), indubbiamente rappresenta per il clinico una garanzia di maggior precisione.

## ***Caso Clinico 4***

Paziente donna, di anni 65. Lamenta dolori di grado elevato diffusi al massiccio facciale, dolore alle articolazioni temporo-mandibolari, al collo e spalle, presenti da alcuni anni. Sottoposta a terapia protesica nei settori posteriori, ripetuta due volte.

Obiettivamente, si rilevano segni di sofferenza articolare (palpazione e prove di scatenamento dinamiche), dolore alla palpazione ai muscoli sovra-mandibolari, sovra-ioidei, sternocleidomastoidei, nuchali e trapezi.

A livello occlusale sono presenti:

- Corona protesica in metallo/ceramica nel quadrante 1, el.1,6
- Ponte in metallo/ceramica nel quadrante 3, su el.37.x.35
- Corone protesiche in metallo/ceramica nel quadrante 4, su el.4.5 e 4.6
- Impianto in posizione 4.7 con corona in metallo/ceramica
- Nei vari quadranti gli elementi dentali non menzionati sono elementi naturali, che presentano abrasioni diffuse con alterazione della intera morfologia occlusale, faccette da usura in posizione vestibolare. Probabile modesta riduzione della DVO.

**TEST n° 1:**  
**Stato occlusale iniziale**

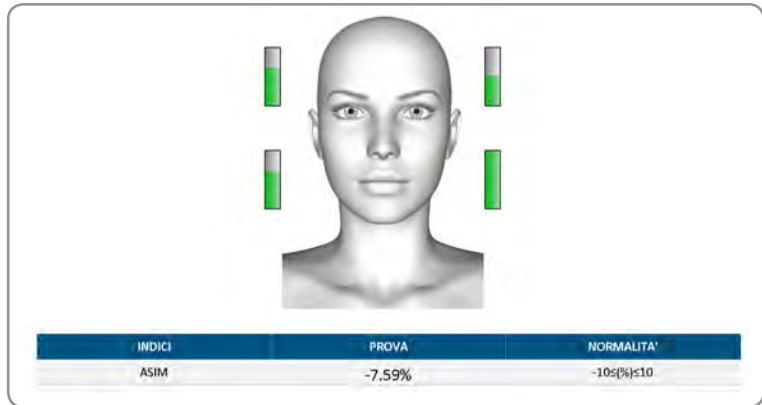
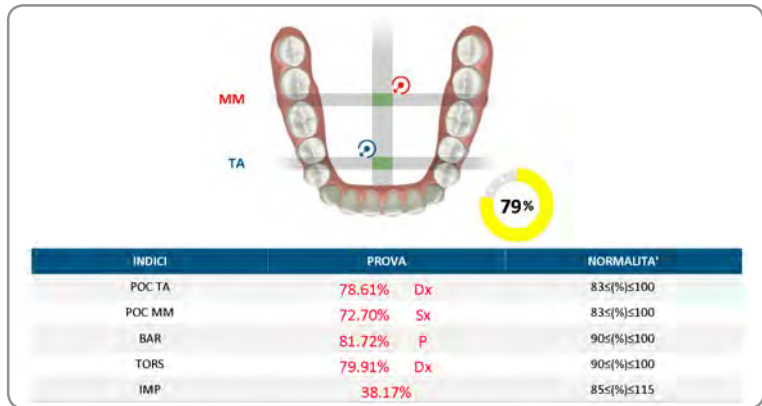


Fig.33: stato occlusale all'inizio del trattamento

In serramento massimo volontario (MVC) si evidenzia una elevata asimmetria di attivazione delle coppie TA e MM (POC). Un vettore torcente mandibolare con risultante diretta a dx (TORS). Una ridotta potenza muscolare, complessiva, molto al di sotto dei limiti normali (IMP 38).

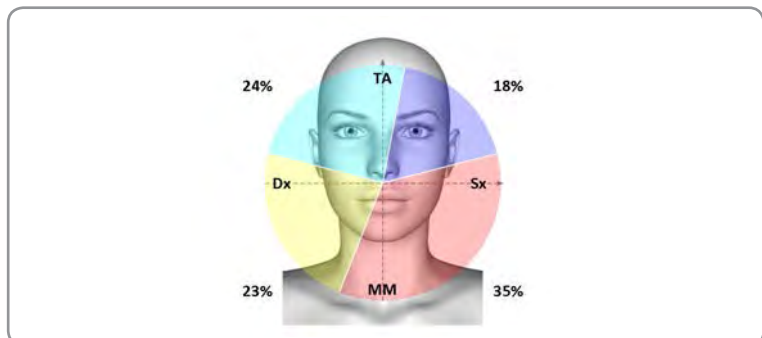


Fig.34: grafico a torta all'inizio del trattamento.



**TEST n° 2:**  
**test con Bite in uso da alcuni anni**

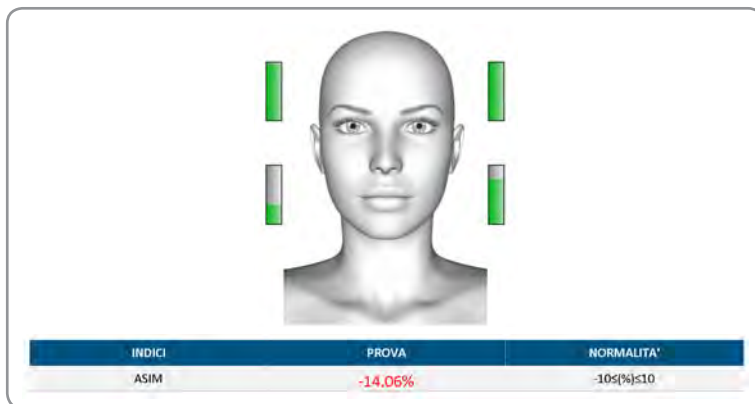
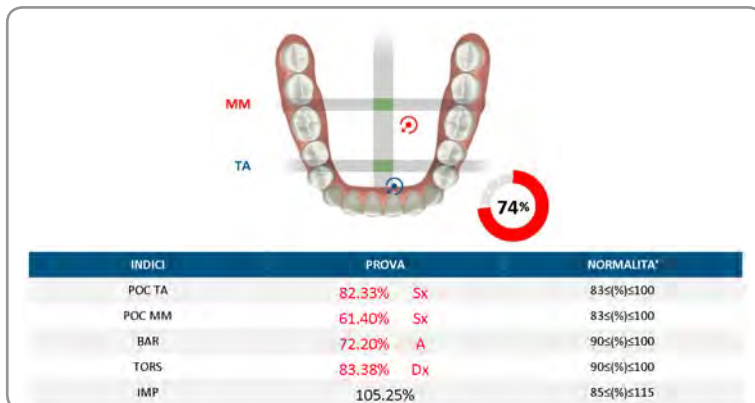


Fig.35: stato occlusale del paziente con il bite (in uso da alcuni anni).

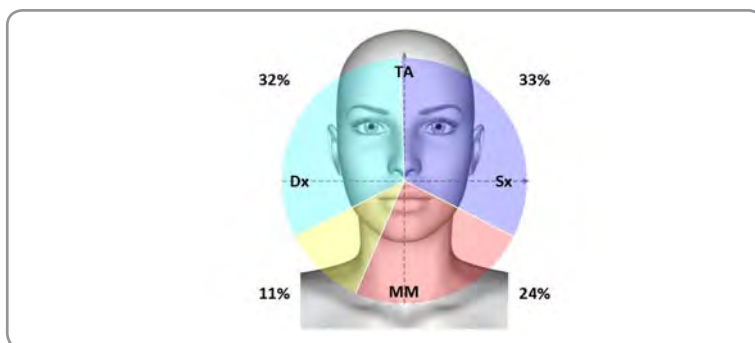


Fig.36: grafici a torta.

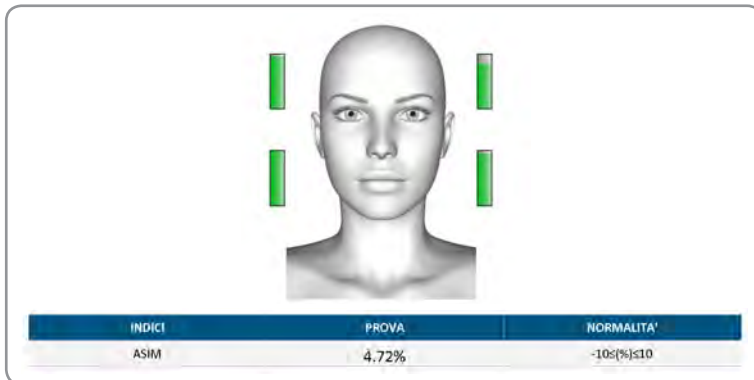
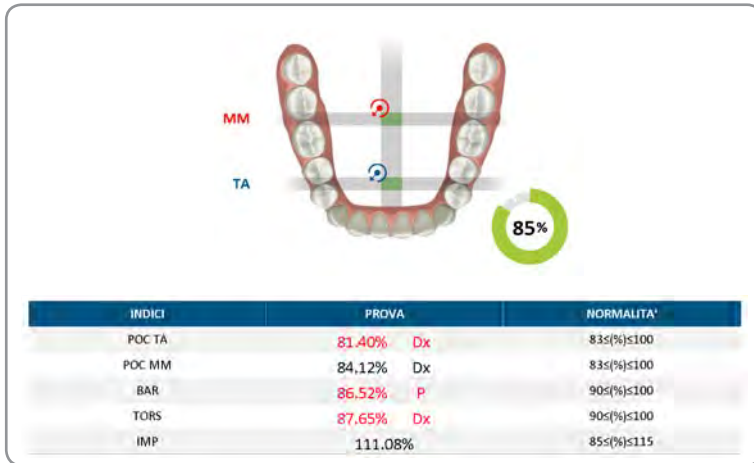
Il bite non sembra sortire alcun effetto positivo:

- La valutazione degli indici mostra evidenti asimmetrie nell'attivazione delle coppie muscolari testate, specie a carico dei masseteri (POC MM).
- Il bite sposta il baricentro occlusale in posizione anteriore, peggiorando il carico articolare (confronto con i dati clinici).
- È presente un momento torcente mandibolare con maggior vettore diretto a DX (TORS), il cui valore non si discosta dal corrispondenti valore iniziale.
- Peggiora la disposizione dei contatti occlusali prevalenti a sinistra (ASIM -14.06).
- Il valore dell'indice IMP, confrontato con i dati precedenti, pur segnando un miglioramento rispetto al valore basale in questo caso non si può considerare un dato positivo.

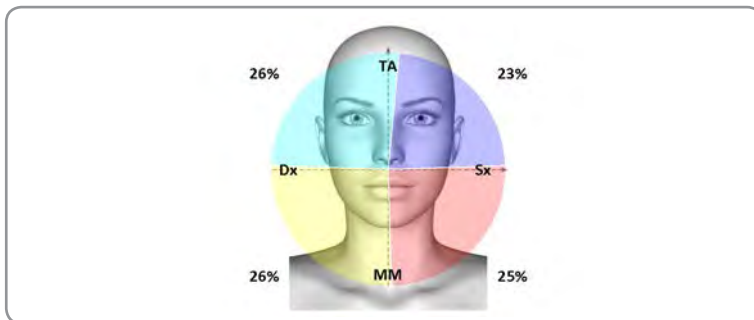
L'orientamento terapeutico sta nel ricupero di un buon equilibrio neuromuscolare, modificando le risposte propriocettive parodontali e muscolari. Si usa un bite plane inferiore, per circa 6 mesi, modificato opportunamente per raggiungere l'equilibrio neuromuscolare e controllare l'evoluzione clinica in modo non invasivo.

**TEST n° 3:**

**Stato occlusale a 6 mesi dall'inizio del trattamento, con nuova serie di corone provvisorie in situ**



*Fig.37: stato occlusale del paziente a 6 mesi dall'inizio del trattamento.*



*Fig. 38: grafici a torta.*

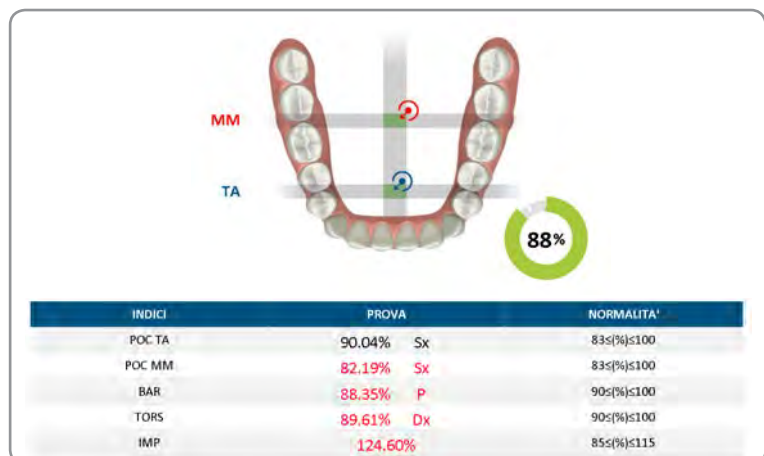
Il confronto con i dati rilevabili dalle fig.35 e 36, evidenzia:

- Significativo miglioramento dei valori di simmetria (POC TA e POC MM), con valori nella norma.
- Lieve torsione mandibolare (TORS), di intensità minore confronta con i dati iniziali.
- Distribuzione dei contatti occlusali simmetrica ed equilibrata (ASIM).
- L'indice IMP presenta un valore nella norma, quindi la forza espressa dal complesso dei muscoli testati risulta equilibrata. Nonostante la "probabile" riduzione della dimensione verticale, clinicamente deducibile dalle estese abrasioni del tavolo occlusale, la valutazione complessiva dell'equilibrio neuromuscolare e il valore dell'indice IMP, avvalorano la decisione di non apportarvi modifiche.

Il controllo di questa nuova relazione occlusale nel tempo, che sarà controllata sia clinicamente sia con controlli strumentali, potrà confermare la stabilità del caso oppure orientare verso opportune modifiche o correzioni.

### TEST n° 3:

#### Caso terminato, controllo ad 1 anno dall'inizio del trattamento



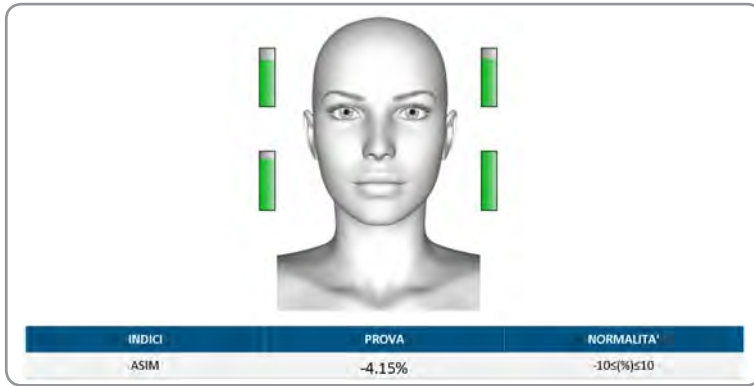


Fig.39: stato occlusale del paziente a 1 anno dalla fine del trattamento.

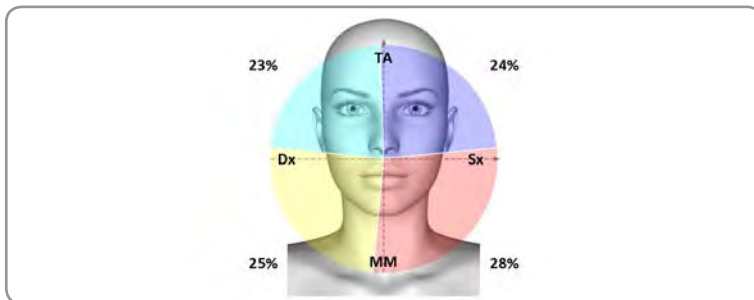


Fig.40: grafici a torta.

È stata completata la riabilitazione definitiva, previa sostituzione delle corone provvisorie con elementi definitivi in metallo-ceramica. La DVO non è stata variata rispetto ai provvisori. Come si può osservare, il caso presenta un buon equilibrio neuromuscolare, indice di una adeguata stabilità occlusale, anche se alcuni indici risultano leggermente fuori dal range di normalità.

La sintomatologia lamentata dalla paziente a livello dell'apparato stomatognatico si è ridotta a zero, perdurano sintomi a livello del sistema cervicale, ove sono presenti due ernie discali in posizione C3-C4/C4-C5.

# ***Valutazione dello stato occlusale e delle relative interferenze sui muscoli cervicali***

## ***Indice Cervical Load***

Nella valutazione clinico-strumentale dei soggetti in terapia stomatognatica, si aggiungono altri due indici a quelli precedentemente analizzati. Il **POC SCM** o indice di simmetrica attivazione dei muscoli sternocleidomastoidei destro e sinistro e il **Cervical Load (CL)**. Essi indicano **se** e **quanto** i muscoli sternocleidomastoidei si co-contraggono unitamente ai muscoli elevatori della mandibola durante il massimo serramento volontario (MVC). Il valore di questo indice presenta un range compreso tra 0% e 100%; ove zero (0%) denota assenza di attività concomitante con i muscoli della masticazione e cento (100%) indica il massimo coinvolgimento. Quindi, minore è il valore di CL, minore è l'influenza dell'occlusione dentale sulla muscolatura del collo: il valore di riferimento considerato normale è  $\leq 15\%$ . Il Cervical Load permette dunque di valutare quanto l'occlusione dentale può influire sull'equilibrio dei muscoli cervicali.

È noto e accettato in letteratura, che il controllo neuromuscolare della stabilità occlusale e dell'equilibrio dei muscoli della masticazione sono influenzati dalle afferenze parodontali (Ferrario VF, Sforza C, et al. 1999) (Santander H, Miralles R, Zuniga C, Rocabado M, et al. 1994) (Yashiro K, Miyawaki, et al. 2004).

La presenza di asimmetrie occlusali quali ad esempio, cross-bite monolaterali, sono in grado di modificare in modo significativo l'attività dei muscoli elevatori della mandibola e ridurne l'efficienza (Alarcón JA, Martín C, Palma JC, et al. 2000) (**Caso Clinico 2**). Alterati schemi occlusali, possono essere messi in relazione a disturbi che coinvolgono l'articolazione temporo-mandibolare (Ciancaglini R, Gherlone EF, et al. 2002). Rapporti occlusali non fisiologici e relazioni mandibola-mascellare non equilibrate, possono agire sulla muscolatura del collo, perlomeno in alcuni soggetti (ricordare il fenomeno dell'adattamento e compenso) (Santander H, Miralles R, Jimenez A, Zuniga C, Rocabado M, 1994) (Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, et al. 2003) (Zuniga et al. 1995).

Esiste, nell'uomo, una relazione funzionale tra il territorio trigeminale e il sistema cervicale con reciproca **co-attivazione e inibizione** a livello dei muscoli della mandibola, collo e spalle, durante l'esecuzione di determinate azioni motorie, quali ad

esempio, masticazione, deglutizione, attività parafunzionali (serramento e digrignamento), etc... (Shiau & Chai, 1990) (Browne et al. 1993) (Santander et al. 1994).

Allo stesso tempo, i movimenti del collo e della testa sono spesso concomitanti ai movimenti di apertura e chiusura della mandibola (Eriksson, Zafa & Nordh, 1998) e modifiche nella postura della testa sembrano poter influire sulla traiettoria dei movimenti mandibolari (Goldstein et al. 1984) e influenzare l'attività dei muscoli della masticazione (Forsberg et al. 1985 – Ormeno et al. 1997 – Santander et al. 1997).

Un buon controllo della postura della testa favorisce una corretta deglutizione (Bazzotti 1998) e l'equilibrio della testa e della colonna cervicale è stato messo in relazione con la morfologia cranio-facciale e dentale (Forsberg et al 1985 – Hellsing et al. 1987 – Nobili & Adversi, 1996 – Mirallesi et al. 1997 – Huggare, 1998 – Solow & Sonnesen, 1998).

Relazioni significative sono state rilevate tra forme di algie cervicali e disfunzioni temporo-mandibolari (Zuniga et al. 1995 – Ciancaglini et al. 1999), con sovrapposizione di sintomi di derivazione stomatognatica e cervicale in molte forme di patologia cranio-mandibolare e cervicale (De Wijer et al. 1996).

Il massimo serramento volontario (MVC) normalmente provoca la co-attivazione dei muscoli sternocleidomastoidei (Clark et al. 1993 – Santander et al. 1994 – Zuniga et al. 1995 – Ehrlich et al. 1999). L'entità di questa attivazione dipende sia dalla posizione del corpo (Ormeno et al. 1997 – Ehrlich et al. 1999), sia dalla morfologia del tavolo occlusale e dalla disposizione dei contatti stessi (quantomeno in soggetti con disordini temporo-mandibolari) (Santander et al. 1994 – Zuniga et al. 1995). Alcuni autori hanno rilevato, in modo particolare, che contatti occlusali retrusivi aumentano i potenziali elettromiografici.

In conclusione, i dati scientifici presi in esame evidenziano l'esistenza di una relazione funzionale tra gli apparati stomatognatico e cervicale. Modifiche strutturali e/o funzionali che interessino uno dei due distretti, possono avere ripercussioni immediate o tardive, reciproche. In ogni caso è bene ricordare che l'organismo umano è in grado di mettere in atto fini meccanismi di compenso e adattamento, perciò, a parità di stimolo, ogni soggetto mette in atto risposte individuali. Per questo motivo l'analisi clinica accurata è un momento diagnostico fondamentale, ma è molto utile parimenti poter indagare quali reali coinvolgimenti i sistemi cranio-mandibolare e cervicale possano reciprocamente presentare.

Il protocollo d'esame con BTS TMJOINT prevede a tal proposito l'utilizzo di 6 canali di registrazione e di aggiungere all'usuale protocollo di valutazione dei muscoli sovra-  
mandibolari, due elettrodi posizionati lungo il corpo dei muscoli sternocleidomastoidei, con orientamento parallelo alla direzione delle fibre muscolari (Ferraio VF, Sforza C, et al. 2003).



## ***Caso Clinico 5 (Protocollo a 6 canali)***

Paziente donna, età 50 anni. Lamenta episodi di dolore ricorrente riferiti alla regione peri-auricolare e articolare temporo-mandibolare, associati a tensione in zona cervicale, spesso associata a dolore che prevale al risveglio e difficoltà motoria cervicale (rotazione del capo). Avverte contatti a livello degli incisivi che creano una sensazione poco confortevole. La paziente associa la comparsa progressiva dei disturbi, al restauro conservativo dei quadranti posteriori, avvenuta alcuni anni prima.

Obiettivamente: sono presenti segni di parafunzione (faccette da usura diffuse agli elementi di entrambe le arcate). Sono dolenti alla palpazione i muscoli elevatori della mandibola, i muscoli sternocleidomastoidei e quelli della regione nucale e cervicale. Sono presenti segni di sofferenza articolare.

**TEST n° 1:**  
**Stato occlusale iniziale**

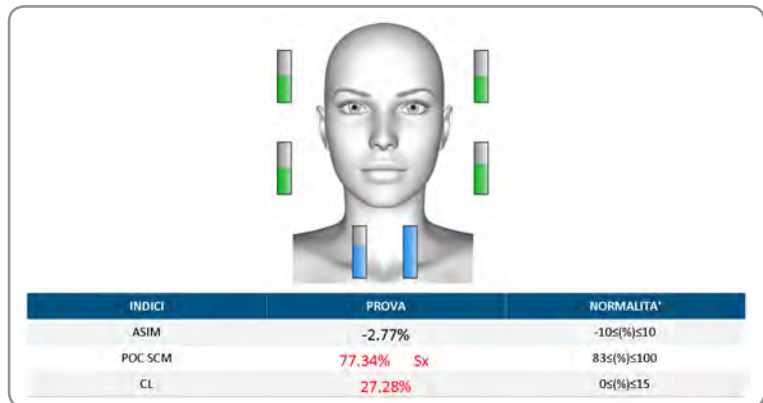
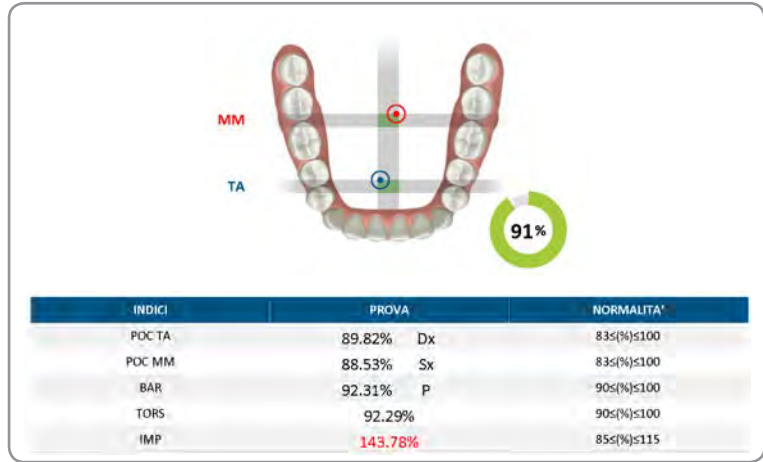


Fig.41: stato occlusale iniziale del paziente (indici occlusali e cervicali).

La valutazione strumentale evidenzia:

- Buona simmetria di attivazione delle coppie muscolari (POC TA e POC MM).
- Baricentro occlusale correttamente posizionato (BAR).
- Non sono presenti momenti di torsione mandibolare (TORS).
- Simmetrica distribuzione dei contatti occlusali sulle due arcate DX e SX (ASIM).

I valori fuori norma sono rappresentati da:

- IMP elevato, 144%: il valore è in accordo con l'habitus di un paziente "serratore" che ha sviluppato e continua a sviluppare parafunzioni.

- POC SCM 77.34%: indica una asimmetrica co-attivazione della coppia di muscoli SCM, valutata durante il massimo serramento volontario (MVC), con prevalenza del muscolo di sinistra.
- CL (Cervical Load) 27.28%: il valore è maggiore rispetto la norma ( $\leq 15\%$ ). Questo indice permette di valutare quanto l'occlusione dentale può influire sull'equilibrio dei muscoli cervicali.

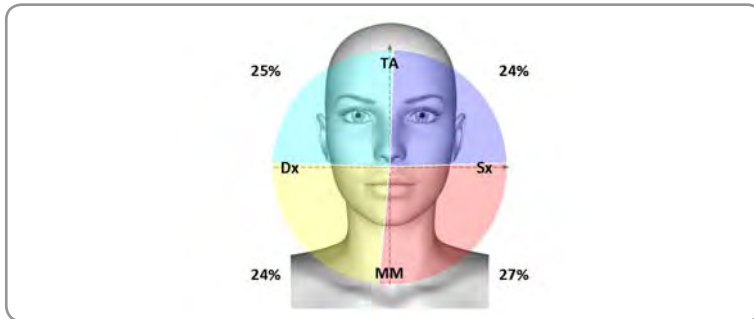


Fig.42: grafico a torta.

Concettualmente questa analisi si basa sulla relazione funzionale esistente tra il territorio trigeminale e cervicale nell'uomo. Alla base di queste misure sta la reciproca co-attivazione e inibizione dei sistemi muscolari coinvolti nella dinamica mandibolare e cervicale; il muscolo "sentinella" è rappresentato dallo sternocleidomastoideo che è lo specchio dell'attività dei muscoli cervicali.

Il primo obiettivo clinico è identificare l'effettiva esistenza di questo reciproco rapporto. A tal proposito è utile procedere con una simulazione che non modifica irreversibilmente la relazione cranio-mandibolare, né la morfologia del piano oclusale. Si applicano degli spessori intra-arcata nei quadranti posteriori (come precedentemente già descritto), modificando le informazioni propriocettive occluso-cervicali.

Il controllo dei valori dell'indice POC SCM quantifica la simmetria o asimmetria di attivazione della coppia dei muscoli sternocleidomastoidei durante il massimo serramento (MVC). Questo indice rende conto della influenza che l'apparato stomatognatico può esercitare sulla muscolatura cervicale.

L'analisi dell'indice CL (Cervical Load) quantifica l'entità reale di tale influenza, sempre durante il massimo serramento volontario (MVC), attraverso la co-contrazione dei muscoli SCM. Come già menzionato è possibile "fotografare" la condizione puntuale tenendo conto dei possibili fenomeni di compenso e adattamento.

**TEST n° 2:**  
**Spessori rigidi (1 mm) in posizione molare.**

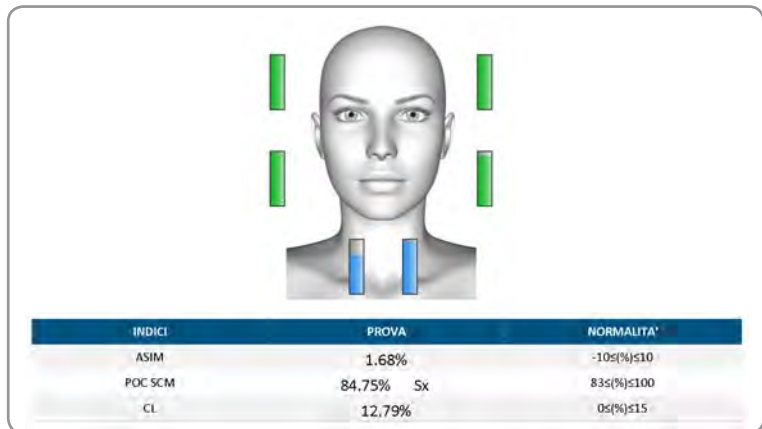
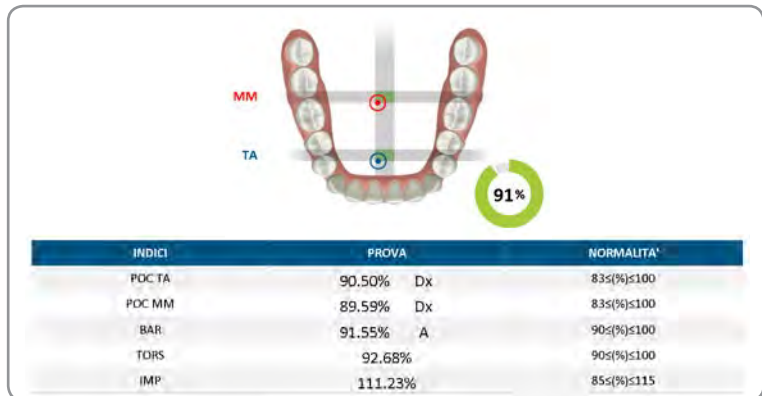


Fig.43: stato occlusale del paziente con spessori da 1 mm (indici occlusali e cervicali).

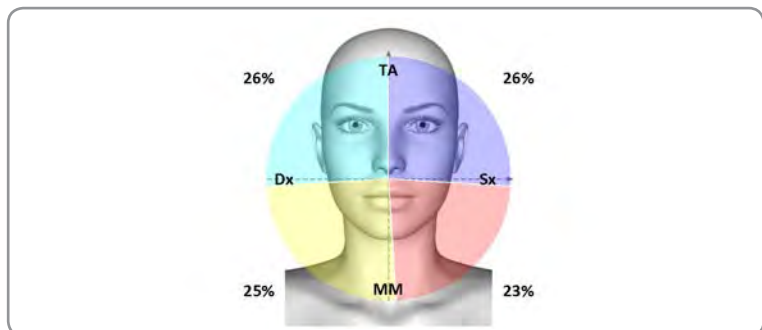


Fig.44: grafico a torta.

Gli indici riferiti all'equilibrio cervicale, che presentavano valori anomali, rientrano nei limiti di normalità (confronto con Fig.41 e 42). L'analisi dei valori dell'indice POC SCM e soprattutto dell'indice CL depone per la presenza di un reciproco rapporto

di co-attivazione tra i muscoli sovra-mandibolari e cervicali, in questo soggetto. Si può ritenere, a ragion veduta, che l'uso di un bite plane opportunamente costruito e finalizzato possa concorrere a migliorare globalmente l'equilibrio neuromuscolare.

### TEST n° 3:

#### Serramento su bite a 1 mese dall'inizio del trattamento

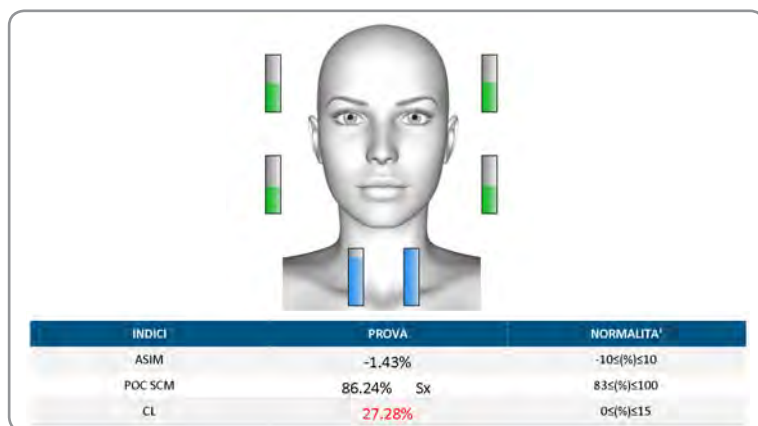
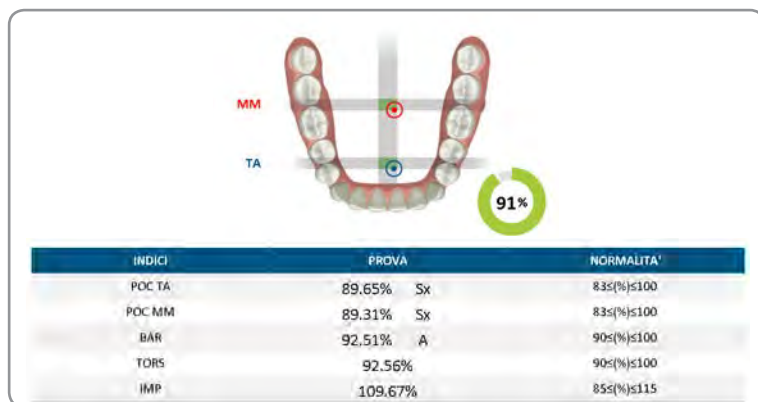


Fig.45: stato occlusale del paziente (indici occlusali e cervicali).

L'utilizzo del bite mantiene nei limiti della norma i parametri riferiti alla simmetria muscolare (POC), alla posizione del baricentro (BAR), al controllo dei momenti torcenti (TORS), alla simmetria dei contatti occlusali (AS). Il lavoro complessivo (IMP) espressa dai muscoli testati risulta equilibrato e parimenti migliora la simmetria di co-attivazione dei muscoli SCM (POC SCM), con relativa riduzione del valore dell'indice CL.

Unitamente al miglioramento della sintomatologia inizialmente riferita dalla paziente e dei segni clinico-semeiologici, questi dati evidenziano un miglior rapporto reciproco nella co-attivazione dei muscoli del distretto stomatognatico e cervicale.

#### TEST n° 4:

Stato occlusale (senza bite) a 1 mese dall'inizio del trattamento

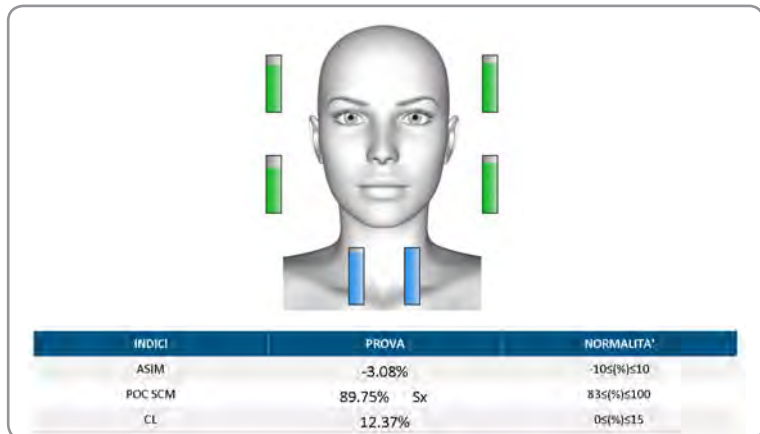
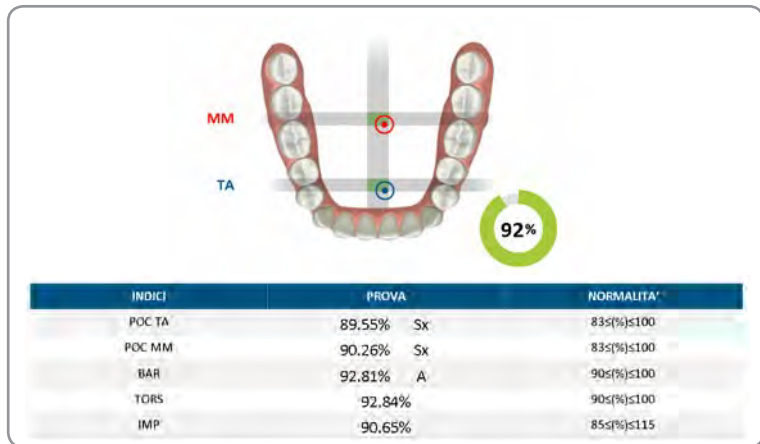


Fig.46: Stato occlusale senza bite a 1 mese dall'inizio del trattamento.

Anche in condizioni di serramento basale (senza bite) si può osservare un miglioramento degli indici IMP, POC SCM e CL. Il rinnovato equilibrio neuromuscolare, interessa i muscoli cervicali. L'azione terapeutica condotta agendo sull'occlusione dentale e modificando le risposte propriocettive, corregge il rapporto di reciproca co-attivazione dei muscoli dell'apparato stomatognatico e cervicale.

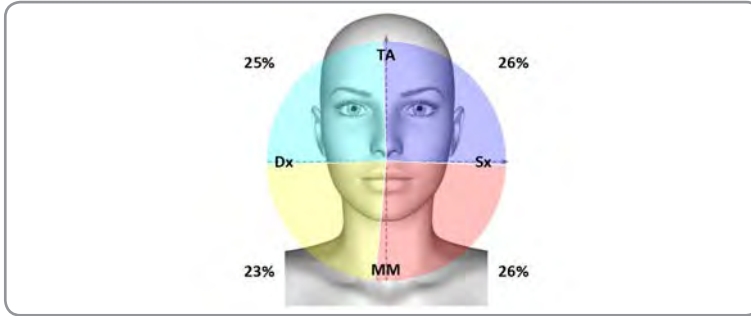


Fig.47: grafici a torta.

Speculando sui dati riferiti all'indice IMP, che nel tracciato su bite presenta un valore di 109% mentre in quello basale presenta un valore di 90% e analizzando la morfologia del piano occlusale che può essere modificata migliorando la morfologia dei precedenti restauri, è possibile attuare alcuni test.

**TEST n° 5:**

**Serramento su spessori selettivamente posizionati entro i limiti del tavolo occlusale in corrispondenza dei molari.**

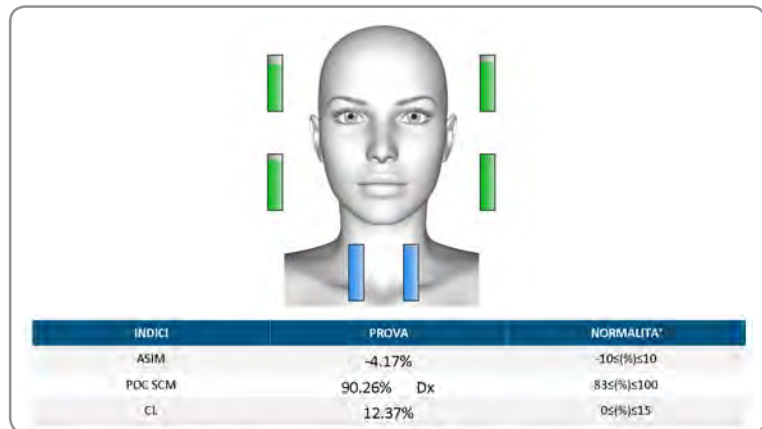
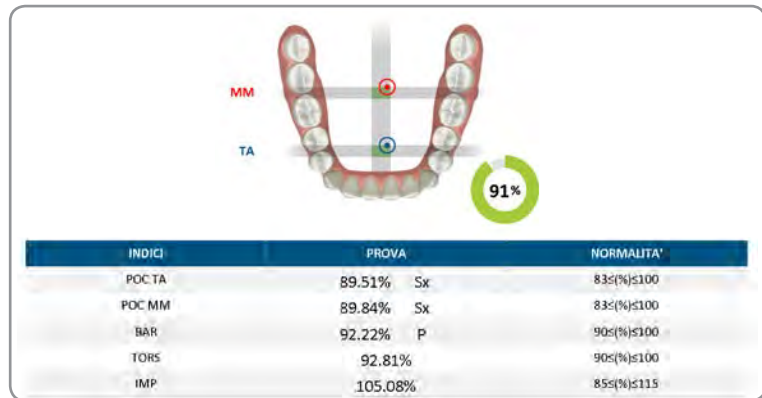


Fig.48: stato occlusale con spessori.

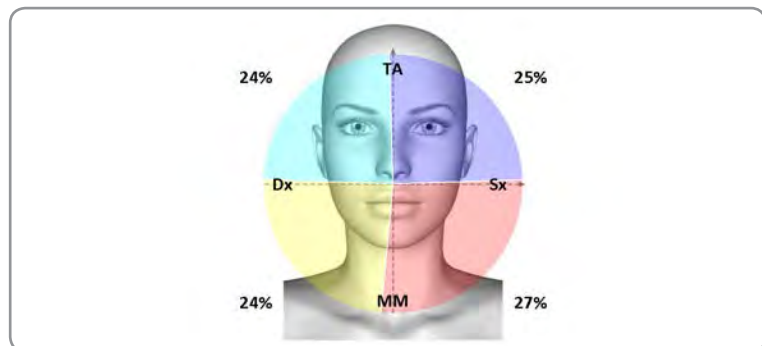


Fig.49: grafici a torta

La modifica della morfologia dei precedenti restauri può permettere di “migliorare” il valore dell’indice IMP, da 90% a 105%. Qualora si decida di procedere in tal senso, i tracciati dedotti da BTS TMJOINT forniscono una guida fine e precisa.



## ***BTS TMJOINT nei trattamenti ortodontici: applicazioni cliniche***

I tessuti molli esercitano una influenza significativa sul movimento dentale, in particolare quando intervengono forze muscolari.

Quando si considera l'effetto della forza muscolare sui denti, si è spesso abituati a considerare solo le forze che si sviluppano perpendicolarmente all'asse del dente (spinta della lingua, del labbro, delle guance...). Anche le forze tangenti all'asse del dente (cioè quelle del serramento) possono determinare un'importante azione sulla posizione tridimensionale dei denti in quanto sono forze che derivano dall'azione simultanea e coordinata di più muscoli (pensiamo anche solo ai Masseteri e Temporali) che possono esprimere forze risultanti che agiscono in obliquo rispetto all'asse del dente.

Un appoggio dentale ben distribuito favorisce un lavoro muscolare equilibrato e simmetrico. Il trattamento ortodontico può anche determinare un alterato equilibrio muscolare qualora ci sia una prevalenza d'appoggio da un lato o sul piano antero-posteriore. Come conseguenza, si manifesterà un lavoro muscolare sbilanciato che esprimerà forze oblique sul dente e la recidiva potrà essere il tentativo "fisiologico" di recuperare un corretto equilibrio neuromuscolare. Consideriamo, inoltre, che questo ha un effetto maggiore nel periodo subito dopo lo sbandaggio, caratterizzato da una maggiore mobilità dei denti dato che l'osso non è ancora strutturalmente stabile. Se viene applicata una contenzione fissa per impedire lo spostamento dentale, potranno insorgere danni a tessuti molli o duri conseguenti agli effetti biomeccanici sulla mandibola e sulle articolazioni.

Alla fine del trattamento ortodontico, così come è importante sapere se la spinta linguale o quella del labbro sono state corrette, è importante sapere quale tipo di forza viene esercitata dalla muscolatura della masticazione ovvero la sua distribuzione sul piano oclusale per capire se ci sono le condizioni che possono favorire una minore stabilità del trattamento o creare le premesse per una futura alterazione organica (rumori articolari, problemi parodontali, dolori muscolari).

## Caso Ortodontico 1

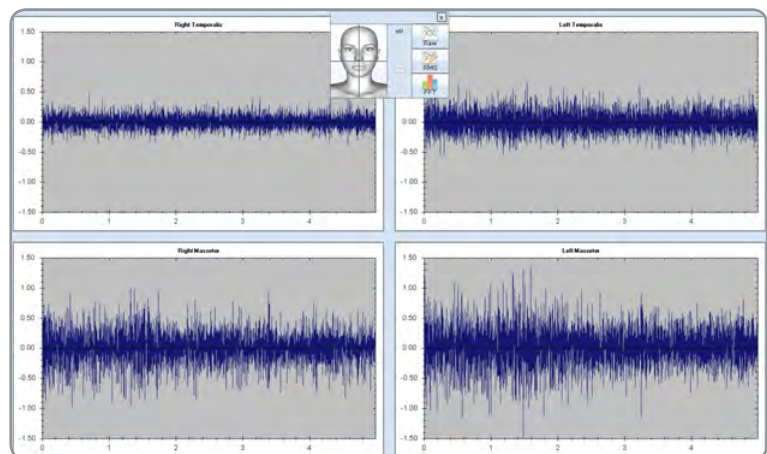
Paziente di anni 17 sesso femminile. Fase terminale del trattamento: gli ultimi mesi vengono utilizzati come auto-stabilizzazione lasciando solo un sezionale a livello dei denti frontali in modo che i settori posteriori si ingranino spontaneamente (fig. 50).

La paziente, interrogata, si lamenta di lieve difficoltà nella masticazione e saltuario dolore in zona sub-occipitale associato a sensazione di instabilità. La palpazione muscolare risveglia dolore a diversi muscoli del collo e della masticazione. E' presente un lieve rumore articolare a sinistra.



Viene effettuato un esame dell'equilibrio muscolare mediante l'indagine dei Temporali Anteriori e dei Masseteri per valutare se la sintomatologia può trovare giustificazione in un appoggio dentale non corretto. Infatti il trattamento ortodontico stesso può determinare, con il cambio della posizione dentale, delle nuove afferenze parodontali che possono influire negativamente sull'equilibrio neuromuscolare.

Dall'analisi con BTS TMJOINT si può evidenziare una differenza tra massimo serramento sui cotonei (COT, cotton test) e massimo serramento sui denti (CLE, clenching test) in particolare a carico dei muscoli masseteri (fig. 51 e fig. 53).



*Fig.51: segnale grezzo durante la prova di serramento sui rulli di cotone (cotton test).*

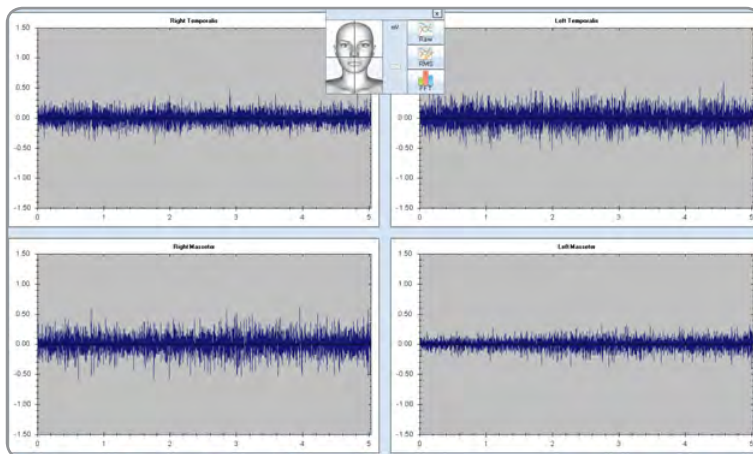


Fig. 52: segnale grezzo durante la prova di massimo serramento permettendo l'intercuspidazione dentale (Clenching test).

Il contatto dentale, quindi, sembra determinare una riduzione di capacità contrattile nei muscoli masseteri o generare una reazione di difesa con riduzione dell'attività.

Questa osservazione esige un approfondimento per capire e quantificare il rapporto occlusione-attività muscolare. L'approfondimento, per essere utile a livello clinico, deve fornire indicazioni su come l'azione muscolare viene distribuita sul piano occlusale: sul piano frontale si valuta la simmetria destra e sinistra, sul piano sagittale la distribuzione antero-posteriore e sul piano orizzontale per scoprire se sono presenti delle torsioni nel sistema.

Questi dati ci permettono di individuare l'area di prevalenza del contatto dentale e gli eventuali effetti biomeccanici sul sistema mandibolo-articolare

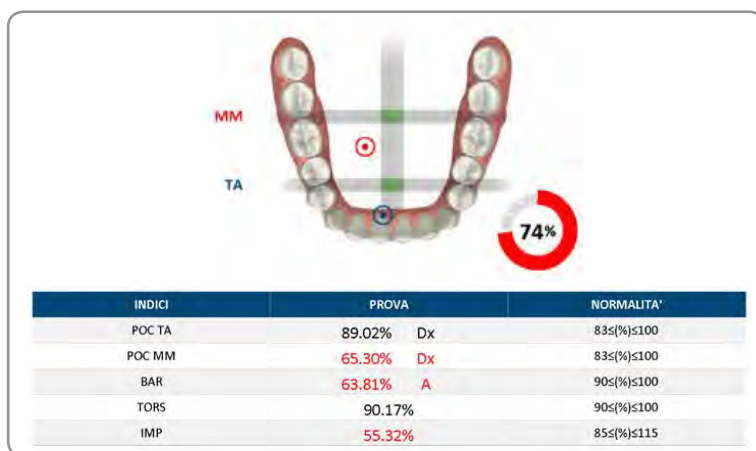


Fig. 53: prima scheda del report.

Nella prima scheda del report (Fig. 53) il POC ci dà indicazioni su ciò che avviene sul piano frontale della simmetria. Il POC TA è nei limiti della norma (quindi i temporali anteriori lavorano in maniera simmetrica), mentre il POC MM è fuori dal range di normalità, indicando una maggiore attivazione del muscolo di destra (anche il temporale anteriore di destra appare maggiormente attivato anche se entro valori normali).

Siccome il POC TA è espressione dell'influenza dei contatti dentali anteriori (incisivi e canino/primo premolare), il valore nella norma ci dice che l'appoggio dentale destro e sinistro nella zona anteriore dovrebbe essere simmetrico. Il POC MM, al contrario, indica una netta prevalenza del massetere di destra (l'attività dei masseteri destro e sinistro si sovrappone solo per il 65.3%, essendo la restante parte dell'attività elettrica a carico del massetere di destra). Questo può essere espressione, sul piano frontale, di un maggiore contatto dentale destro o minore sinistro.

Sul piano sagittale, il BAR permette di valutare l'eventuale sbilanciamento dell'attività muscolare in senso antero-posteriore in quanto è ottenuto calcolando il coefficiente di sovrapposizione percentuale tra l'attività complessiva della coppia dei temporali e le attività complessive della coppia dei masseteri.

Il dato fuori range indica una prevalenza relativa dell'attività dei temporali anteriori con un conseguente avanzamento del baricentro muscolare (A). Questo crea un braccio di leva lungo e determina il possibile sovraccarico funzionale bilaterale delle articolazioni temporo-mandibolari.

N.B. Bisogna notare che il significato del valore del BAR va sempre rapportato alla classe scheletrica del paziente: in un soggetto di classe I, i valori normali di BAR esprimono una lieve prevalenza di attività dei muscoli masseteri in quanto l'attività dei masseteri è maggiore in condizioni normali (quindi prevalenza posteriore - P che si accentua nelle classi III). In una classe II vi è una prevalenza di attività dei muscoli temporali (quindi prevalenza anteriore - A).

Nel caso in esame siamo in presenza di una prima classe scheletrica per cui il dato di anteriorizzazione del baricentro è da considerare non adeguato alla situazione. Possiamo ipotizzare che l'appoggio anteriore determini un maggiore carico articolare.

Il TORS, esprime lo "spostamento laterale" della mandibola (sul piano orizzontale). Bisogna notare che lo "spostamento" della mandibola non è reale perché siamo in condizioni statiche (quindi qualsiasi eventuale scivolamento è già avvenuto) ma esprime solo una distribuzione delle forze sul piano orizzontale. L'eventuale presenza di una torsione comporta un sovraccarico funzionale delle articolazioni temporo-mandibolari e un'anomala sollecitazione

dei recettori parodontali che si adeguano aumentando la soglia di risposta a favore di un mantenimento del carico anomalo e quindi dell'applicazione di una forza "obliqua" sui denti.

In questo caso abbiamo un valore nei limiti della norma che indica l'assenza di fulcri dentali.

Il valore IMP basso indica una riduzione globale del lavoro muscolare possibile espressione di dolore o della presenza di una de-attivazione muscolare per la presenza di una spina irritativa.

Graficamente ritroviamo riassunti i dati appena discussi. L'incrocio delle linee orizzontali con la verticale indica la posizione "ideale", dell'equilibrio muscolare perfetto (target blu= attività dei temporalis anteriori, target rosso=attività dei masseteri). La fascia grigia indica il range di variabilità della norma. L'assenza di frecce nel target definisce la mancanza di torsioni nel sistema.

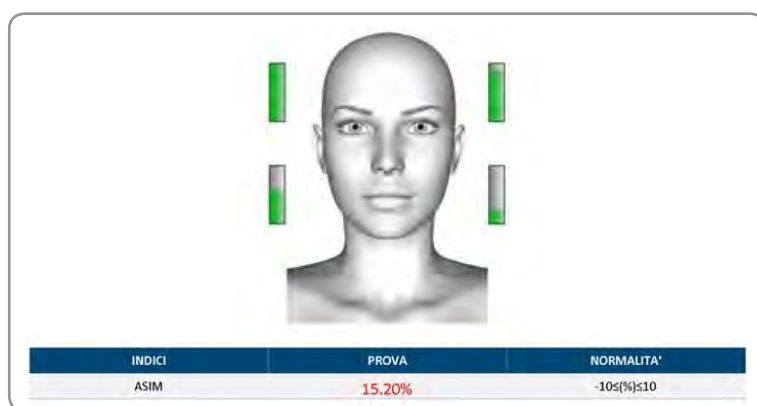
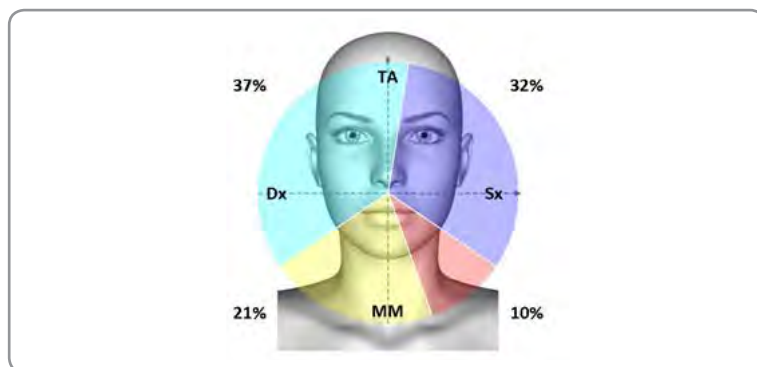


Fig. 54: seconda pagina del report.

Nella seconda schermata (Fig. 54), a completamento dell'analisi della simmetria di distribuzione delle forze sul piano frontale, è presente il valore ASIM che definisce la prevalenza di lato dell'attività muscolare (valore negativo = maggiore appoggio sinistro; valore positivo = appoggio prevalente destro). Il valore di 15.20 è al di fuori del range di normalità e conferma una attività globalmente maggiore sul lato destro facendo ipotizzare un maggiore contatto dentale sul lato destro. Questo potrebbe determinare, dal punto di vista biomeccanico, un carico maggiore sul condilo sinistro.

Fig. 55: terza schermata del report.



L'ultima schermata (Fig. 55) conferma la riduzione di attività globale della muscolatura durante il clench dei muscoli masseteri, visibile anche globalmente nel valore dell'IMP.

La riduzione generale dell'attività, in assenza di dolore al serramento, fa sospettare la presenza di una spina irritativa che determina una de-attivazione muscolare. La spina irritativa potrebbe essere un precontatto nell'area oclusale di destra giustificato dai valori di una attività maggiore sul lato destro. Tale contatto non determina torsioni (il TORS è nel range di normalità).

E' possibile che sia presente un riflesso protettivo di de-attivazione con compenso muscolare per evitare un reale sovraccarico articolare limitando le possibili problematiche strutturali soprattutto a livello articolare sinistro.

### Sezione Avanzate

Nella sezione avanzate, il BAR viene completato con il dato ATTIV che quantifica lo spostamento antero-posteriore del baricentro definendo il carico trasmesso ai condili. Un valore positivo (maggiore appoggio nella zona molare) comporta un carico sul condilo basso (tanto più il valore positivo è alto, tanto più il carico sul condilo è basso); viceversa un valore negativo (maggiore appoggio nella zona anteriore) definisce una condizione biomeccanica con maggiore sovraccarico condilare (più il valore negativo è alto, maggiore è il carico a livello dell'articolazione).

Il valore TORS viene affiancato dal valore TORQUE che definisce meglio le caratteristiche della eventuale torsione, assente nel nostro caso.

I valori TA% e MM% riportano percentualmente l'attività elettrica dei vari muscoli parametrata al valore più alto (il TA di destra che viene raffigurato con la barra completa).

## TEST n° 1:

### test con cartine occlusali e molaggio selettivo

Si procede, pertanto, alla verifica con cartine occlusali di un eventuale precontatto sul lato destro che possa agire come spina irritativa. Viene evidenziato un primo contatto a livello del 46 (attività del massetere di destra) accompagnato da un contatto anche sul 34 (attività del temporale anteriore di sinistra).

Viene chiesto alla paziente di rimanere ferma con la mandibola mantenendo il contatto sul punto evidenziato sul 46. In tale condizione la muscolatura inizia a tremare segno evidente della componente di irritazione a partenza dal contatto sul 46.

Si decide di effettuare un molaggio selettivo per eliminare la piccola interferenza sul 46. L'eliminazione di tale contatto rende ancora più evidente, per mezzo delle cartine, il contatto residuo sul 34 che viene eliminato.

La risposta muscolare è positiva in quanto all'esame elettromiografico si evidenzia una ripresa dell'attivazione dei masseteri, in particolare sul lato sinistro a testimonianza di un recupero di contatto dentale a sinistra (Fig. 56).

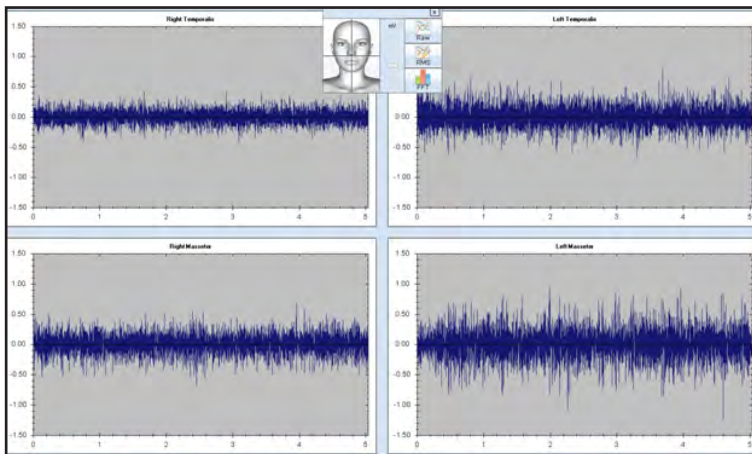
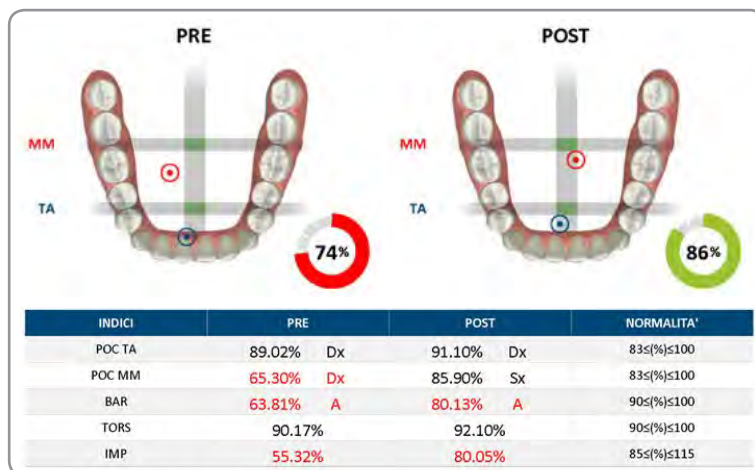


Fig. 56: dato grezzo dopo il molaggio selettivo.

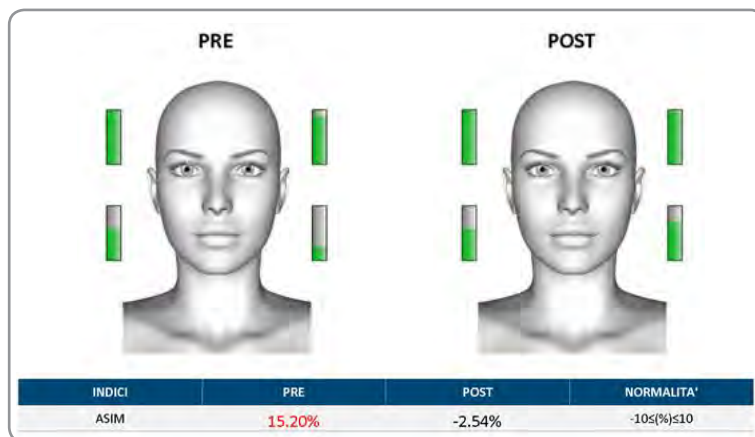


Fig. 57: confronto tra prova di PRE (prima del molaggio) e POST (dopo il molaggio).



Come si evince dalla Fig. 57, il valore POC MM si normalizza con tendenza ad utilizzare (nel range di normalità) il lato sinistro. Il valore del BAR testimonia una tendenza verso la normalità del valore. Rimane invariato il TORS sempre nel range di normalità con lieve miglioramento verso l'ideale. L'IMP appare migliorato anche se ancora fuori range.

Fig. 58: seconda schermata del report PRE-POST molaggio.



Il valore ASIM (Fig. 58) è rientrato nella norma.



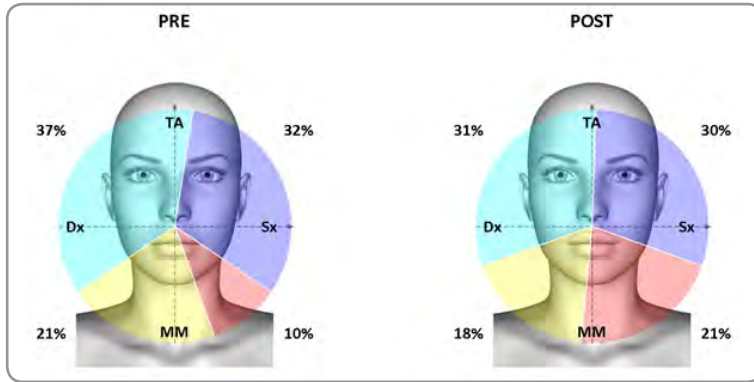


Fig. 59: terza schermata del report PRE-POST molaggio.

Anche i valori nella terza schermata del report indicano un miglioramento della simmetria e della distribuzione antero-posteriore dell'attività muscolare.

La tendenza ad un netto miglioramento e la scomparsa del tremore muscolare al contatto dentale sono già un indice importante di risposta clinica. Molto spesso un ulteriore passo verso il miglioramento, l'organismo lo fa spontaneamente per cui non sempre è necessario ricercare una normalizzazione completa ma basta eliminare la componente maggiore del problema (la spina irritativa) che l'organismo trova spontaneamente un ulteriore miglioramento. Si decide di non effettuare ulteriori modifiche.

## **TEST n° 2:**

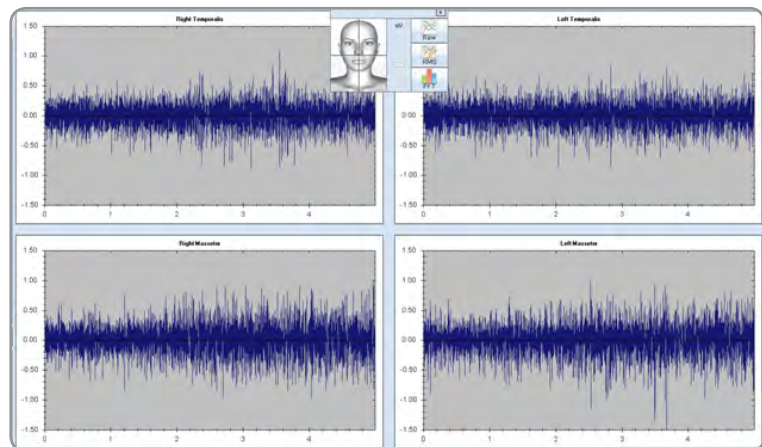
### ***controllo a 6 settimane dalla fine delle terapie***

A distanza di 6 settimane la paziente si presenta riferendo la scomparsa della sintomatologia dolorosa sub-occipitale e delle saltuarie sensazioni di instabilità. Sono assenti dolori muscolari alla palpazione. Permane un saltuario lieve rumore all'articolazione di sinistra. Non sono riferiti dolori spontanei.

Il quadro elettromiografico mostra un ulteriore miglioramento avvenuto spontaneamente con normalizzazione di tutti i parametri (Figure 60).

Viene programmato lo sbandaggio ortodontico a fine terapia.

In queste condizioni di equilibrio muscolare si ha la possibilità di una migliore stabilità del risultato.



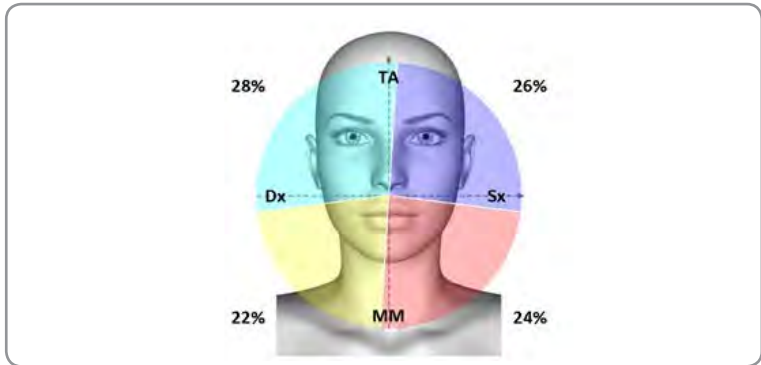
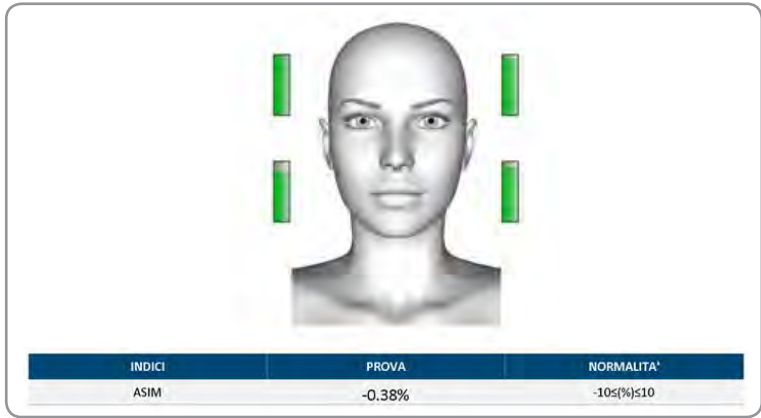
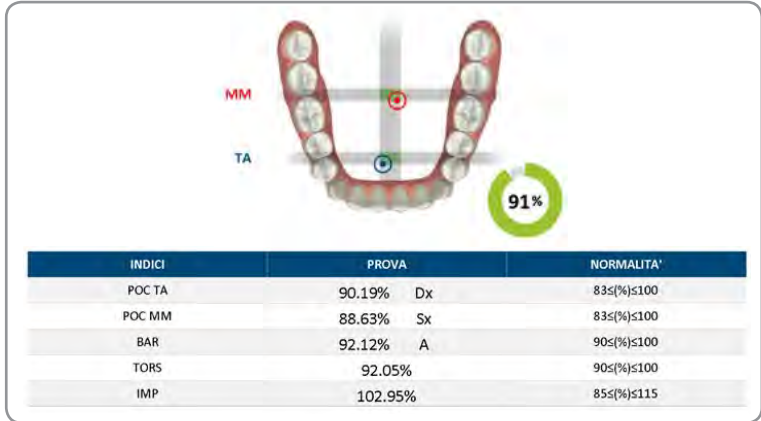


Figure 60: Controllo del paziente dopo 6 settimane (sbandaggio ortodontico a fine terapia).

## *Caso Ortodontico 2*

Gli apparecchi funzionali hanno il compito di migliorare, ove possibile, le condizioni propriocettive dell'ambiente orale e l'equilibrio del lavoro muscolare in modo da stimolare un diverso rapporto tra mandibola e mascellare superiore. Se ben progettato, l'apparecchio funzionale è ben tollerato dal paziente ed è difficile che l'apparecchio si rompa a livello delle parti più deboli. Diversamente, in alcuni casi, l'apparecchio non è tollerato dal paziente e possono presentarsi problemi quali la perdita notturna, formazione di lesioni mucose, rotture di parti dell'apparecchio, fino allo spostamento indesiderato dei denti qualora si prosegua col suo utilizzo nonostante i disagi espressi dal paziente (pensando che sia solo un pretesto per non metterlo).

Uno dei motivi per cui l'apparecchio funzionale non è tollerato dal paziente è la presenza di una forzatura, da parte dell'apparecchio, che determina un disequilibrio muscolare non tollerato dall'organismo che reagisce cercando di recuperare lo stato di equilibrio precedente.

BTS TMJOINT può essere utilizzato per definire la situazione iniziale dell'equilibrio muscolare e per verificare se e quali modifiche intervengono nel momento in cui viene utilizzato l'apparecchio funzionale.

Analizziamo il caso di una paziente di anni 14, di sesso femminile. Classe II scheletrica con arretramento posturale della mandibola (Fig. 61). L'obiettivo del trattamento funzionale è quello di favorire un avanzamento della mandibola prima di iniziare con l'apparecchio fisso per la correzione dentale. Come apparecchio funzionale viene utilizzato un SN2.

La paziente, interrogata, non riferisce dolori spontanei né difficoltà nella masticazione; viene riferito unicamente digrignamento notturno. La palpazione muscolare risveglia un lieve dolore a diversi muscoli del collo e della masticazione.



*Fig. 61: Stato preliminare del paziente.*

Viene effettuato un esame preliminare con BTS TMJOINT dell'equilibrio muscolare mediante l'indagine dei Temporalis Anteriori e dei Masseteri per valutare come l'occlusione influenzi l'attività di tali muscoli e l'equilibrio neuromuscolare.

In ambito ortodontico l'obiettivo dell'esame è quello di capire da che equilibrio muscolare si parte e se l'utilizzo dell'apparecchio può migliorarlo per approdare ad un risultato finale con una possibilità di maggiore stabilità.

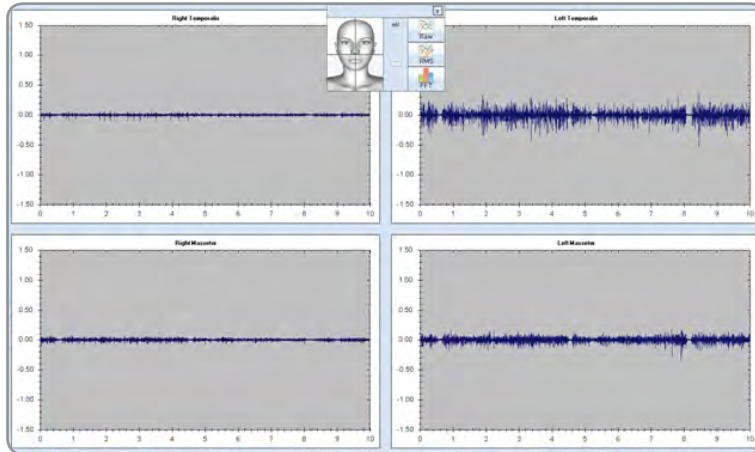


Fig. 62: segnale grezzo durante il serramento sui rulli di cotone (COT test).

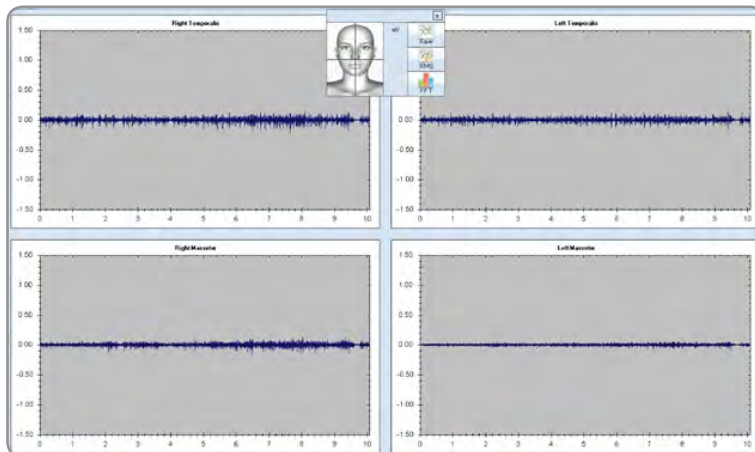


Fig. 63: segnale grezzo durante il naturale serramento (CLE test).

Dall'analisi dell'attività elettrica muscolare nell'elettromiogramma si può evidenziare una attività molto ridotta sia sui cotoni (COT test) che sui denti (CLE test) (Fig. 62 e Fig. 63). Il contatto dentale, quindi, sembra determinare una riduzione di capacità contrattile nei muscoli in generale che, nel tempo, ha condizionato la capacità di lavoro muscolare che rimane ridotta anche cambiando la superficie di appoggio con i cotoni. (Ricordiamo, come fattore

aggiuntivo, che l'alimentazione odierna è prevalentemente morbida, per cui la muscolatura della masticazione si sta progressivamente indebolendo).

L'analisi dei dati deve fornire indicazioni sulle caratteristiche di distribuzione dell'attività muscolare e, nel caso i valori siano fuori range, suggerire, insieme alla valutazione clinica, le caratteristiche "funzionali" dell'apparecchio in quanto questo dovrebbe stimolare un recupero dell'attivazione della muscolatura. Questo è fondamentale anche perché, se la muscolatura ha una attività ridotta, l'efficacia (ossia l'effetto terapeutico) dell'apparecchio viene ridotta in quanto esercitata indirettamente tramite l'azione muscolare (diversamente sarebbe un apparecchio ortopedico).

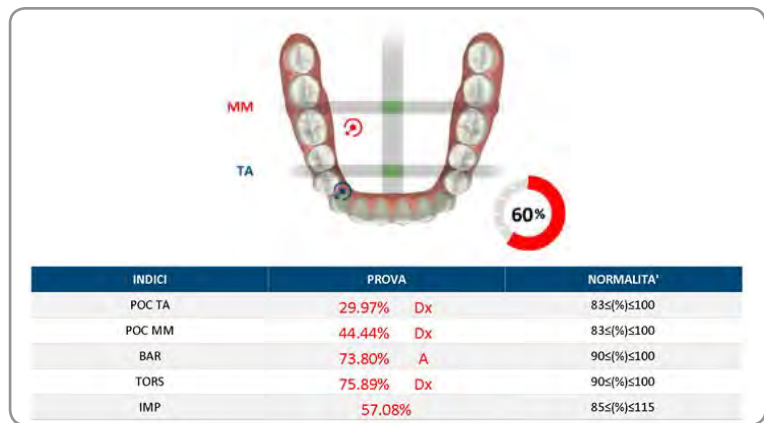


Fig. 64: prima schermata del report.

Nella prima schermata del report (Fig. 64) il POC TA e il POC MM appaiono marcatamente fuori range, indicando una attivazione differente tra i temporalis anteriori di destra e sinistra così come tra i masseteri destro e sinistro. In entrambi i casi c'è una prevalenza dell'attività di destra. Questo può essere espressione, sul piano frontale, di un maggiore contatto dentale destro o minore sinistro.

Anche il BAR risulta al di fuori della normalità (73.80%) e indica una prevalenza relativa dell'attività dei temporalis anteriori con un conseguente avanzamento del baricentro muscolare (A). Questo crea un braccio di leva lungo e determina il possibile sovraccarico funzionale bilaterale delle articolazioni temporo-mandibolari.

Bisogna notare che il significato del valore del BAR va sempre rapportato alla classe scheletrica del paziente: nel caso in esame siamo in presenza di una seconda classe scheletrica per cui il dato di anteriorizzazione del baricentro è da considerare meno importante.

Il TORS fuori norma indica anche qui una attività disequilibrata con presenza di una torsione della mandibola.

Il valore IMP basso indica una riduzione globale del lavoro muscolare possibile espressione di semplice debolezza muscolare o della presenza di una de-attivazione muscolare per la presenza del contatto dentale non corretto.

Graficamente ritroviamo riassunti i dati appena discussi con spostamento del baricentro muscolare in avanti e a destra e la presenza di un momento torcente verso destra sulla mandibola rappresentato dalle frecce del target.

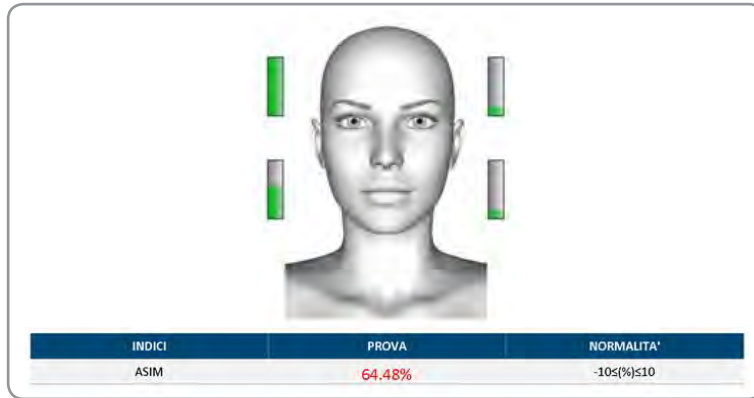


Fig. 65: seconda schermata del report.

Nella seconda schermata (Fig. 65) troviamo, a migliorare la comprensione dell'importanza dell'effetto biomeccanico della distribuzione delle forze, il valore ASIM (64.13) che definisce la prevalenza di lato dell'attività muscolare a destra. Il valore di 64.13 è marcatamente al di fuori del range di normalità e indica un marcato effetto biomeccanico sulla mandibola e sulle articolazioni temporo-mandibolari (vedi riferimenti sulla biomeccanica).

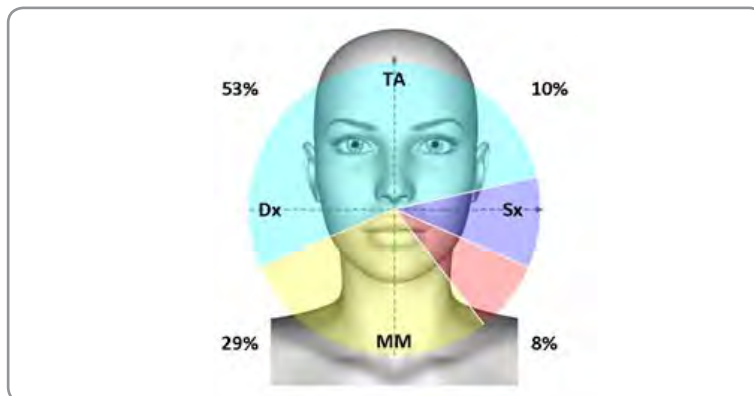


Fig. 66: terza schermata del report.

L'ultima schermata (Fig. 66) conferma la riduzione di attività globale della muscolatura (IMP 57%) durante il clench sui denti, visibile anche singolarmente per i singoli muscoli in particolare a sinistra.

La valutazione di tutti questi indici ci informa sul disequilibrio muscolare presente all'inizio del trattamento e, nel caso di utilizzo di un apparecchio funzionale che non modifichi tale comportamento, ci indica la possibilità di una riduzione della sua efficacia terapeutica.

### **Sezione avanzate**

Il BAR viene completato con il dato negativo di ATTIV (-23,63) che quantifica in maniera lo spostamento anteriore del baricentro definendo il carico trasmesso ai condili.

Il valore TORS viene affiancato dal valore negativo TORQUE (-22.28) che definisce l'importanza biomeccanica della torsione, importante nel nostro caso.

I valori TA% e MM% riportano percentualmente l'attività elettrica dei vari muscoli (maggiore in quelli di destra) parametrata al valore più alto (il TA di destra che viene raffigurato con la barra completa).



## TEST n° 1:

### apparecchio funzionale SN2

Viene inserito un apparecchio funzionale SN2 (Fig. 67) per favorire il riposizionamento anteriore della mandibola: controlliamone l'effetto a livello muscolare (Fig. 68-69-70-71).



Fig. 67: inserimento di un apparecchio funzionale SN2.

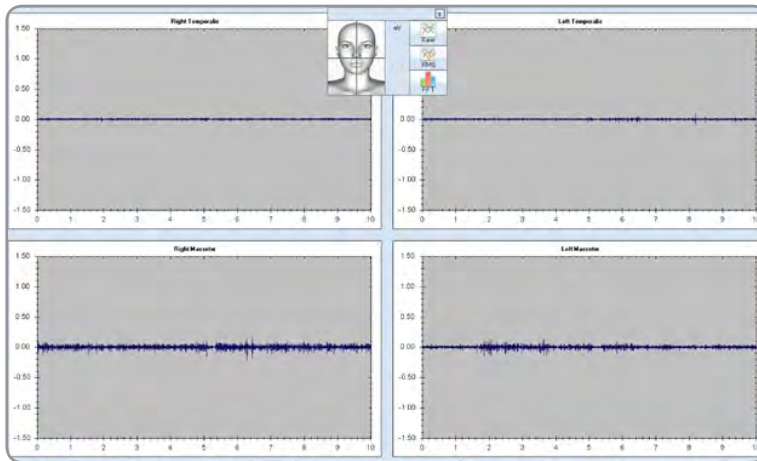


Fig. 68: segnale grezzo registrato dopo l'inserimento dell'apparecchio funzionale.

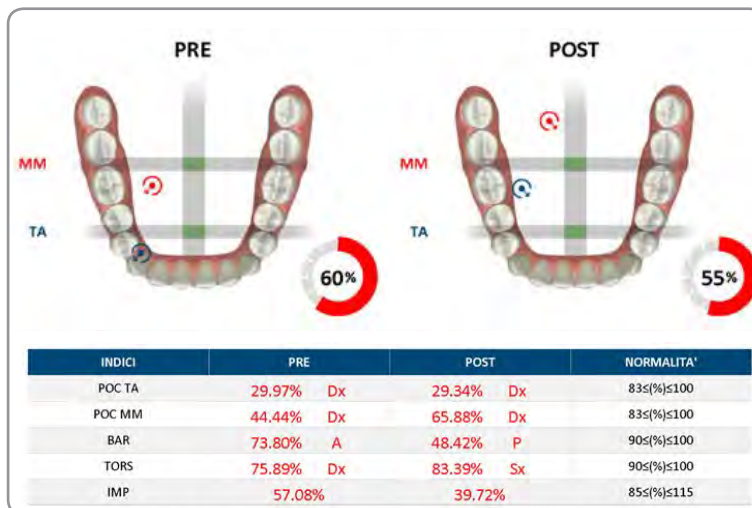


Fig. 69: prima pagina del report di confronto PRE e POST inserimento dell'apparecchio funzionale.

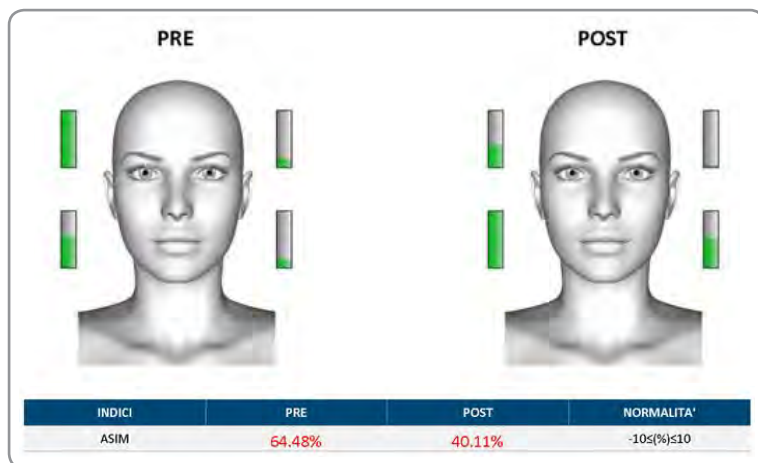


Fig. 70: seconda pagina del report di confronto PRE e POST inserimento dell'apparecchio funzionale.

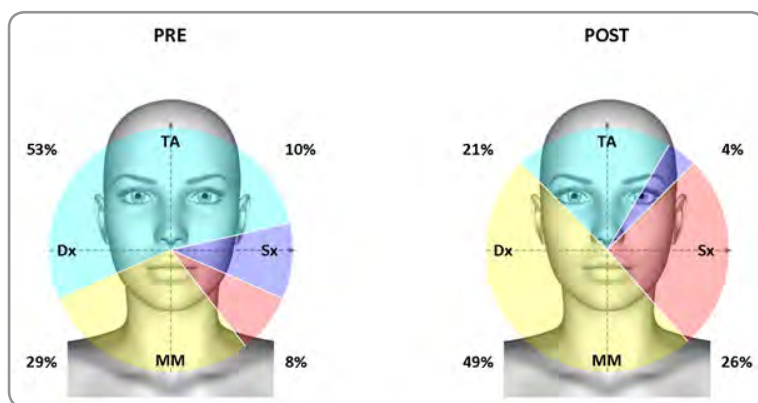


Fig. 71: terza pagina del report di confronto PRE e POST inserimento dell'apparecchio funzionale.

Si osserva una tendenza al miglioramento di alcuni dati: POC MM e TORS (con effetto torcente verso sinistra che cambia i carichi biomeccanici). Il valore ATTIV si inverte di segno, allontanandosi ulteriormente dal range di normalità, indicando un marcato spostamento del baricentro nella zona di appoggio posteriore.

I dati indicano un appoggio maggiore sul lato destro (ASIM 40.11), nella zona posteriore (BAR 48.42), con riduzione dell'attività dei temporali anteriori e una ulteriore riduzione dell'attività globale (IMP 40).

Viene valutato l'appoggio dentale sull'apparecchio e viene evidenziato un contatto eccessivo sulla resina di destra che determina un lieve scivolamento della mandibola verso sinistra al serramento (confermato dal TORS 83%).

## TEST n° 2:

### eliminazione del contatto

Si provvede all'eliminazione del contatto e si rivaluta la situazione muscolare (Figure 72).

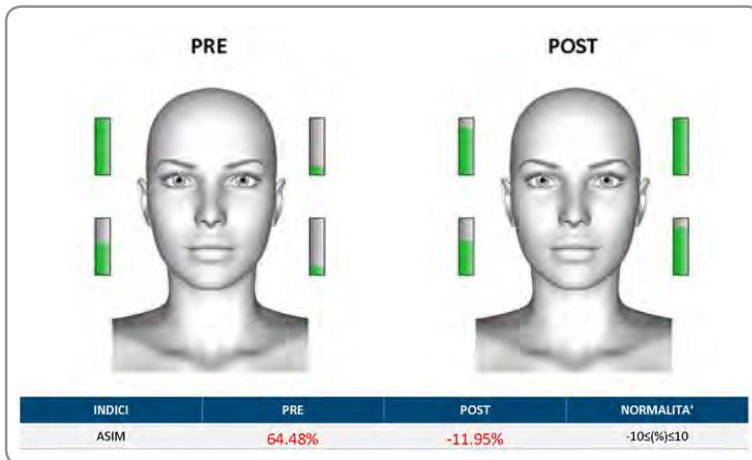
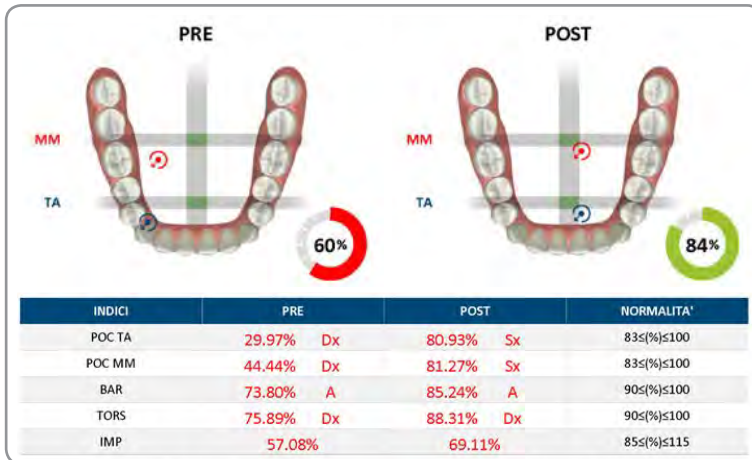


Fig. 72: confronto PRE e POST eliminazione del contatto.

In questa nuova condizione tutti gli indici risultano tuttora fuori range di normalità ma molto migliorati rispetto la condizione occlusale precedente. Dal confronto delle prove si evince che è stata raggiunta una condizione occlusale più equilibrata per il paziente specifico.



## BIBLIOGRAFIA

1. Ferrario VF, Sforza C, D'Addona A, Miani A Jr.  
Reproducibility of Electromyographic measures: a statistical analysis.  
*J Oral Rehabil.* 1991 Nov;18(6):513-21. PubMed PMID: 1845607.
2. Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr, D'Addona A, Barbini E.  
Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people.  
Statistical evaluation of reference values for clinical applications.  
*J Oral Rehabil.* 1993
3. Ferrario VF, Sforza C.  
Biomechanical model of the human mandible in unilateral clench: distribution of temporomandibular joint reaction forces between working and balancing sides.  
*J Prosthet Dent.* 1994 Aug;72(2):169-76. PubMed PMID: 7932264.
4. Ferrario VF, Sforza C.  
Coordinated electromyographic activity of the human masseter and temporalis anterior muscles during mastication.  
*Eur J Oral Sci.* 1996 Oct-Dec;104(5-6):511-7. PubMed PMID: 9021318.
5. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G.  
The influence of crossbite on the coordinated electromyographic activity of human masticatory muscles during mastication.  
*J Oral Rehabil.* 1999 Jul;26(7):575-81. PubMed PMID: 10445477.
6. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Colombo A, Schmitz JH.  
The effects of a single intercuspal interference on electromyographic characteristics of human masticatory muscles during maximal voluntary teeth clenching.  
*Cranio.* 1999 Jul;17(3):184-8. PMID: 10650405.
7. Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V.  
An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects.  
*J Oral Rehabil.* 2000 Jan;27(1):33-40. PubMed PMID: 10632841.
8. 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 Aug;28(8):732-9. PubMed PMID: 11556954.
9. Ferrario VF, Marciandi PV, Tartaglia GM, Dellavia C, Sforza C.  
Neuromuscular evaluation of post-orthodontic stability: an experimental protocol.  
*Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2002;17(4):307-13. PMID: 12596694.

10. *Ferrario VF, Serrao G, Dellavia C, Caruso E, Sforza C.*  
Relationship between the number of occlusal contacts and masticatory muscle activity in healthy young adults.  
*Cranio.* 2002 Apr;20(2):91-8. *PubMed PMID:* 12002835.
11. *Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM, Dellavia C.*  
Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients.  
*J Oral Rehabil.* 2002 Sep;29(9):810-5. *PubMed PMID:* 12366533.
12. *Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, Tartaglia GM.*  
Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle.  
*J Oral Rehabil.* 2003 Jan;30(1):34-40. *PubMed PMID:* 12485381.
13. *Ferrario VF, Tartaglia GM, Maglione M, Simion M, Sforza C.*  
Neuromuscular coordination of masticatory muscles in subjects with two types of implant-supported prostheses.  
*Clin Oral Implants Res.* 2004 Apr;15(2):219-25. *PubMed PMID:* 15008934.
14. *Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM.*  
Single tooth bite forces in healthy young adults  
*J Oral Rehabil.* 2004 Jan;31(1):18--22.
15. *Ferrario VF, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM.*  
Maximal bite forces in healthy young adults as predicted by surface electromyography.  
*J Dent.* 2004 Aug;32(6):451-7. *PubMed PMID:* 15240063.
16. *Sforza C, Tartaglia GM, Solimene U, Morgun V, Kaspranskiy RR, Ferrario VF.*  
Occlusion, sternocleidomastoid muscle activity, and body sway: a pilot study in male astronauts.  
*Cranio.* 2006 Jan; 24(1):43---9.
17. *Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP, Sforza C.*  
The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults.  
*J Oral Rehabil.* 2006 May;33(5):341-8. *PubMed PMID:* 16629892.
18. *Ferrario VF, Tartaglia GM, Luraghi FE, Sforza C.*  
The use of surface electromyography as a tool in differentiating temporomandibular disorders from neck disorders.  
*Man Ther.* 2007 Nov;12(4):372-9. *Epub* 2006 Sep 14. *PubMed PMID:* 16973402.
19. *Sforza C, Zanotti G, Mantovani E, Ferrario VF.*  
Fatigue in the masseter and temporalis muscles at constant load.  
*Cranio.* 2007 Jan;25(1):30-6. *PubMed PMID:* 17304915.
20. *Dellavia C, Romeo E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Sforza C, Ferrario VF.*

Electromyographic evaluation of implant-supported prostheses in hemimandibulectomy-reconstructed patients.  
*Clin Oral Implants Res.* 2007 Jun;18(3):388-95. Epub 2007 Feb 13.  
PMID: 17298492.

21. *Ries LG, Alves MC, Bérzin F.*  
Asymmetric activation of temporalis, masseter, and sternocleidomastoid muscles in temporomandibular disorder patients.  
*Cranio.* 2008 Jan;26(1):59-64. PMID: 18290526.
22. *Tartaglia GM, Moreira Rodrigues da Silva MA, Bottini S, Sforza C, Ferrario VF.*  
Masticatory muscle activity during maximum voluntary clench in different research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD) groups.  
*Man Ther.* 2008 Oct;13(5):434-40. Epub 2007 Jul 20. PubMed PMID: 17643338.
23. *Tartaglia GM, Testori T, Pallavera A, Marelli B, Sforza C.*  
Electromyographic analysis of masticatory and neck muscles in subjects with natural dentition, teeth-supported and implant-supported prostheses.  
*Clin Oral Implants Res.* 2008 Oct;19(10):1081-8. PubMed PMID: 18828826.
24. *Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM.*  
Commentary to Suvinen and Kempainen (JOR 2007;34:631-44).  
*J Oral Rehabil.* 2009 Jan;36(1):9-10. PubMed PMID: 19207367.
25. *De Felício CM, Sidequersky FV, Tartaglia GM, Sforza C.*  
Electromyographic standardized indices in healthy Brazilian young adults and data reproducibility.  
*J Oral Rehabil.* 2009 Aug;36(8):577-83. Epub 2009 Jun 22. PubMed PMID: 19548958.
26. *Sforza C, Tartaglia G.M, Lovecchio N, Ugolini A, Monteverdi R, Gianni AB, Ferrario VF.*  
Mandibular movements at maximum mouth opening and EMG activity of masticatory and neck muscles in patients rehabilitated after a mandibular condyle fracture.  
*J Craniomaxillofac Surg.* 2009 Sep;37(6):327---33.
27. *Di Palma E, Leopardi M, Alonzi S, Lucci M, Parziale V, Chimenti C.*  
Immediate effects of an occlusal splint of stabilization on the masticatory muscles activity in dysfunctional patients.  
*Ortognatodonzia Italiana vol. 16, 2-2009.*
28. *Di Palma E, Gasparini G, Pelo S, Tartaglia GM, Sforza C.*  
Activities of Masticatory Muscles in Patients Before Orthognathic Surgery  
*Journal of Craniofacial Surgery: May 2010 -- Vol. 21 -- Is. 3 -- pp 724-726*

29. Botelho AL, Silva BC, Gentil FH, Sforza C, da Silva MA.  
Immediate effect of the resilient splint evaluated using surface electromyography in patients with TMD.  
*Cranio*. 2010 Oct; 28(4):266-73. PubMed PMID: 21032981.
30. Sforza C, Montagna S, Rosati R, DE Menezes M.  
Immediate effect of an elastomeric oral appliance on the neuromuscular coordination of masticatory muscles: a pilot study in healthy subjects.  
*J Oral Rehabil*. 2010 Nov;37(11):840-7. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02114.x. PubMed PMID: 20529177.
31. Rodrigues-Bigaton D, Berni KC, Almeida AF, Silva MT.  
Activity and asymmetry index of masticatory muscles in women with and without dysfunction temporomandibular.  
*Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2010 Nov-Dec;50(7-8):333-8. PMID: 21284371.
32. Krechina EK, Lisovskaia VT, Pogabalo IV.  
Electromyographic evaluation of functional status of temporal muscles and mastication muscles in patients with close position of frontal teeth in cases of different occlusion. [Article in Russian]  
*Stomatologiya (Mosk)*. 2010;89(3):69-71. PMID: 20559240.
33. Botelho AL, Gentil FH, Sforza C, da Silva MA.  
Standardization of the electromyographic signal through the maximum isometric voluntary contraction.  
*Cranio*. 2011 Jan; 29(1):23-31. PubMed PMID: 21370766.
34. Tartaglia GM, Lodetti G, Paiva G, De Felício CM, Sforza C.  
Surface electromyographic assessment of patients with long lasting temporomandibular joint disorder pain.  
*J Electromyogr Kinesiol*. 2011 Aug;21(4):659-64. Epub 2011 Apr 3. PubMed PMID: 21463956.
35. Sforza C, Rosati R, De Menezes M, Musto F, Toma M.  
EMG analysis of trapezius and masticatory muscles: experimental protocol and data reproducibility.  
*J Oral Rehabil*. 2011 Sep;38(9):648-54.
36. Lodetti G, Mapelli A, Musto F, Rosati R, Sforza C.  
EMG spectral characteristics of masticatory muscles and upper trapezius during maximum voluntary teeth clenching.  
*J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Feb; 22(1): 103---9.
37. De Felício CM, Ferreira CL, Medeiros AP, Rodrigues Da Silva MA, Tartaglia GM, Sforza C.  
Electromyographic indices, orofacial myofunctional status and temporomandibular disorders severity: A correlation study.  
*J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Apr;22(2):266-72. Epub 2011 Dec 27. PubMed PMID: 22206640.



38. *Dellavia C, Francetti L, Rosati R, Corbella S, Ferrario VF, Sforza C.*  
Electromyographic assessment of jaw muscles in patients with All-on-Four fixed implant-supported prostheses.  
*J Oral Rehabil.* 2012 39; 896-904.
  
39. *Vieira Silva CA, Rodrigues da Silva MAM, de Oliveira Melchior M, de Felício CM, Sforza C, Tartaglia GM.*  
Treatment for TMD with Occlusal Splint and Electromyographic Control: Application of the FARC Protocol in a Brazilian Population.  
*The Journal of Craniomandibular Practice.* July 2012 39, No.3; 218-226.
  
40. *Castroflorio T, Falla D, Tartaglia GM, Sforza C, Deregibus A.*  
Myoelectric manifestations of jaw elevator muscle fatigue and recovery in healthy and TMD subjects.  
*J Oral Rehabil.* 2012 Sep; 39(9):648---58.
  
41. *Mapelli A, Sidequersky FV, Annoni I, de Felício CM, Tommasi DG, Ferrario VF.*  
Maximum voluntary clenching and unilateral chewing in patients with mild-moderate TMD.  
*Italian Journal Of Anatomy and Embryology.* 2012 115. Vol. 117 n.2 (supplement).
  
42. *De Felício CM, Mapelli A, Sidequersky FV, Tartaglia GM, Sforza C.*  
Mandibular kinematics and masticatory muscles EMG in patients with short lasting TMD of mild-moderate severity.  
*J Electromyogr Kinesiol.* 2013 23; 627–633.
  
43. *Tartaglia GM, De Felício CM, Sforza C.*  
Commentary to Manfredini et al. *J Oral Rehabil.*  
*Journal of Oral Rehabilitation* 2013 40; 481—482.
  
44. *Castroflorio T, Mesin L, Tartaglia GM, Sforza C, Farina D.*  
Use of electromyographic and electrocardiographic signals to detect sleep bruxism episodes in a natural environment.  
*IEEE J Biomed Health Inform.* 2013 Nov; 17(6):994---1001.







**BTS BIOENGINEERING CORP.**

147 PRINCE STREET - SUITE 10  
BROOKLYN NY 11201 USA  
INFO: +1 929 261 6665  
HELPDESK: +1 646 575 0426

[WWW.BTSBIOENGINEERING.COM](http://WWW.BTSBIOENGINEERING.COM)  
[INFO@BTSBIOENGINEERING.COM](mailto:INFO@BTSBIOENGINEERING.COM)

**BTS S.P.A.**

VIALE FORLANINI 40  
20024 GARBAGNATE M.SE MI ITALY  
TEL +39 02 366 490 00  
FAX +39 02 366 490 24