

# **INDAGINE CEFALOMETRICA ORTODONTICA 3D: DAL FULL SIZE AI FOV RIDOTTI**

## **Introduzione**

### **Capitolo 1**

Cenni anatomici dell'apparato stomatognatico nel FOV ridotto

### **Capitolo 2**

Nozioni base di radiologia

### **Capitolo 3**

Evoluzione delle tecniche di diagnostica per immagini in odontoiatria: la CTBC

### **Capitolo 4**

Analisi cefalometrica ortodontica tradizionale: revisione critica

### **Capitolo 5**

Analisi cefalometria ortodontica a FOV ridotto

### **Capitolo 6**

Analisi cefalometrica 3D a FOV ridotto e analisi cefalometrica 2D tradizionale: diagnostica ortodontica sagittale.

## **Bibliografia**

## Introduzione

L'ortognatodonzia è la branca specialistica medica dell'odontostomatologia volta al raggiungimento e al mantenimento nel tempo dell'equilibrio morfo-funzionale dell'apparato stomatognatico

L'iter diagnostico prevede l'utilizzo di indagini strumentali mirate che non possono prescindere da una buona conoscenza dell'anatomia delle strutture analizzate, attraverso l'imaging radiologico.

In Ortognatodonzia oltre agli esami di primo livello quali l'ortopantomografia, la teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale e postero-anteriore, oggi è sempre più richiesto il supporto di indagini di secondo livello quali la TAC CONE BEAM (CBCT), con la quale, grazie allo sviluppo di nuove tecnologie e metodologie, si è riusciti a limitare la dose radiogena con algoritmi di rendering sempre più performanti, anche attraverso la possibilità di ottenere FOV (field of view) personalizzati.

Utilizzare una CBCT a FOV ridotto in campo diagnostico ortognatodontico permette di conciliare i vantaggi evidenti dell'esame CT a un'indagine che richiede una dose radiogena nettamente inferiore.

La Scuola di Milano ha proposto un protocollo cefalometrico su CBCT a FOV ridotto che prevede l'identificazione di 21 punti cefalometrici, 11 mediani e 5 laterali e omologhi, che portano alla misurazione di valori lineari e angolari, sistema riproducibile e non influenzato dal cambiamento nella diversa posizione dei punti cranici.

Punti di forza della tecnica sono la semplicità del metodo con riduzione della dose radiogena oltre a tempi ridotti di acquisizione dell'immagine e la possibilità di individuare pochi punti di riferimento in confronto alle precedenti tecniche.

Il tracciato risulta ripetibile, accurato e confrontabile a quello di altri cefalogrammi 3D già descritti in letteratura, caratterizzati da più informazioni rispetto ai classici metodi 2D.

Il FOV ridotto deve oggi essere, quando possibile, sempre di prima scelta rispetto a FOV di grande dimensione e all'insieme dei radiogrammi 2D grazie alla dose

radiogena significativamente inferiore, ottimizzata per gli scopi ortodontici e senza coinvolgere strutture sensibili come il cristallino, la tiroide e l'ipofisi.

## Capitolo 1

### Cenni anatomici dell'apparato stomatognatico nel FOV ridotto

Le strutture scheletriche del cranio interessate dal FOV ridotto sono:

Osso sfenoide;

Osso etmoide;

Ossa nasali;

Vomere;

Osso occipitale;

Osso zigomatico;

Osso mascellare;

Osso palatino;

Mandibola;

Vertebre cervicali: Prima vertebra cervicale (atlante) e Seconda vertebra cervicale (epistrofeo)

Osso sfenoide;



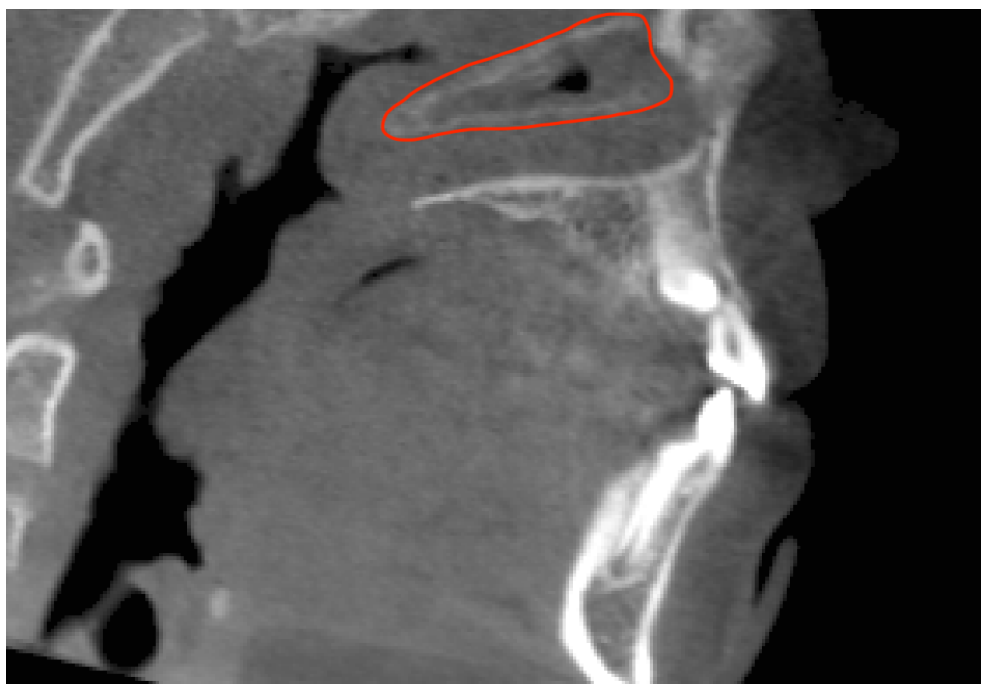
*Fig. 1.1: Osso Sfenoide in proiezione trasversale.*

Osso etmoide;



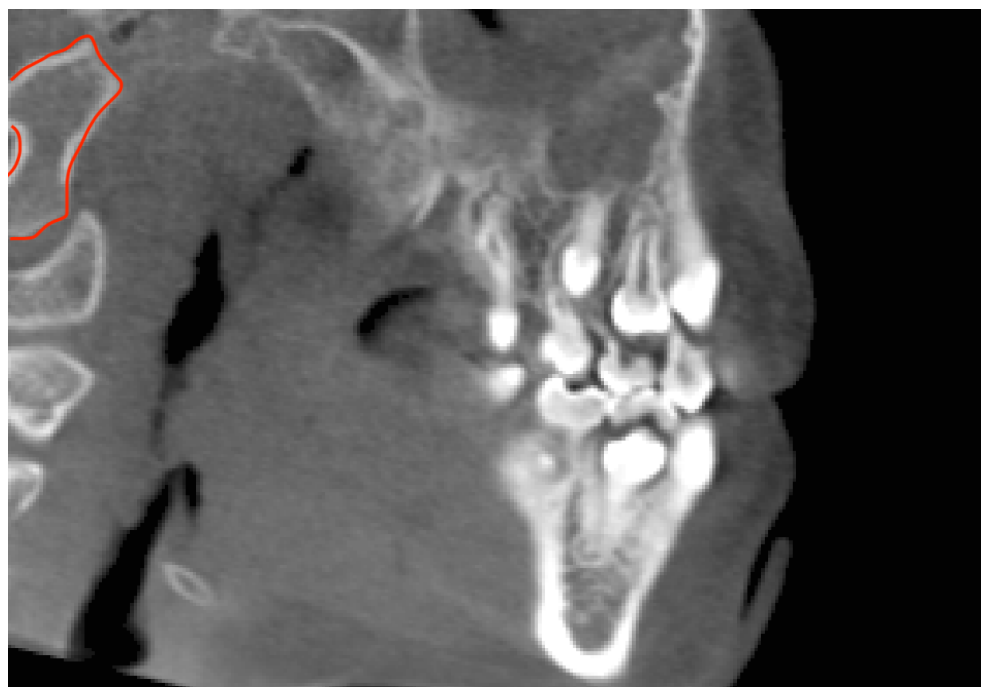
*Fig. 1.2: Osso Etmoide in proiezione trasversale.*

Vomere;



*Fig. 1.3: Osso Vomere in proiezione sagittale.*

Osso occipitale;



*Fig.1.4: Osso Occipitale in proiezione sagittale.*

Osso zigomatico;



*Fig.1.5: Osso Zigomatico in proiezione trasversale.*

Osso mascellare;



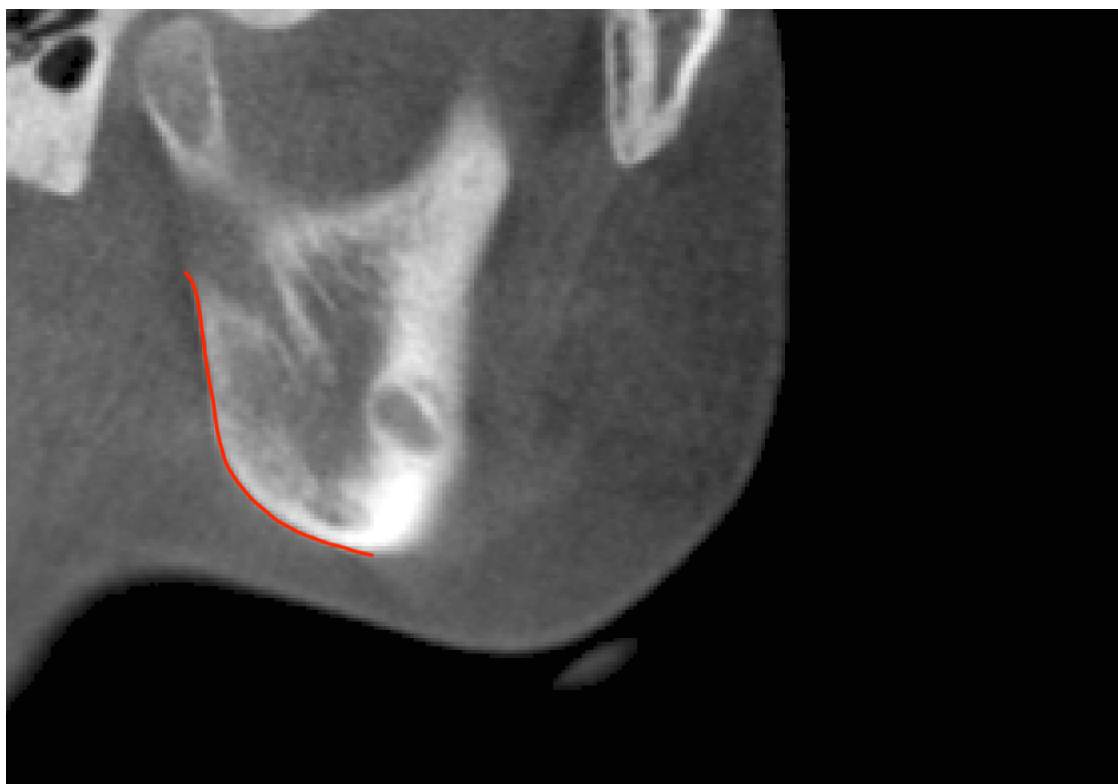
*Fig. 1.6: Seno Mascellare in proiezione trasversale.*

Osso palatino;



*Fig.1.7.: Palato in proiezione sagittale.*

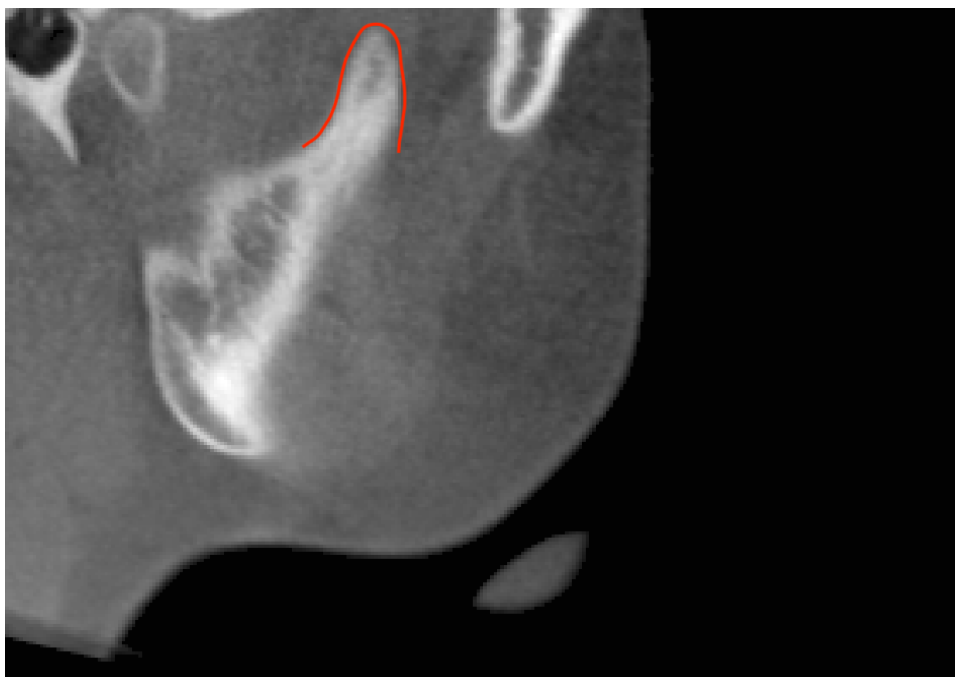
Mandibola;



*Fig. 1.8: Angolo Goniaco mandibolare in proiezione sagittale.*



Mandibola;

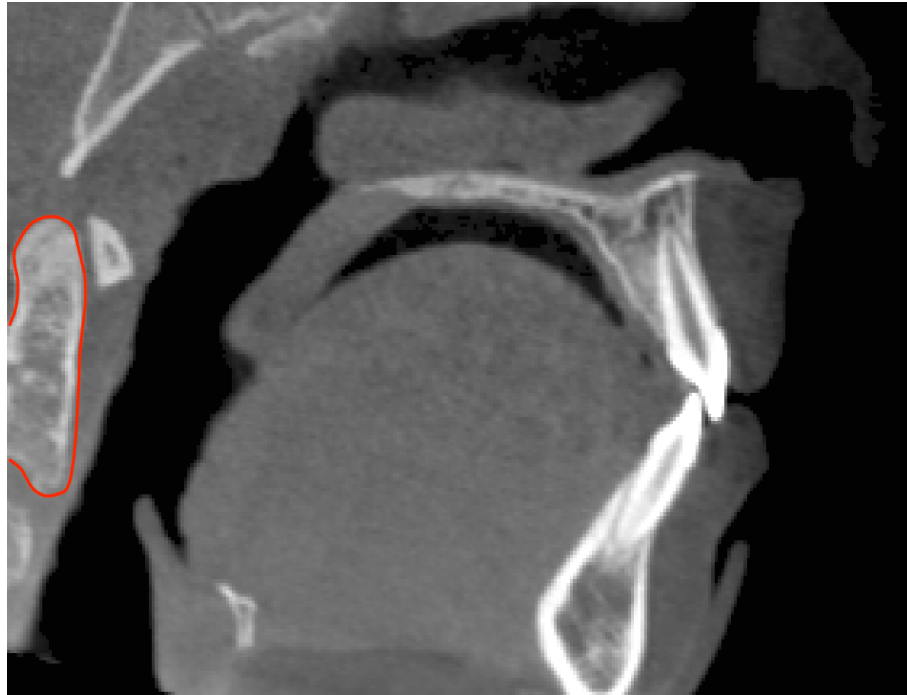


*Fig. 1.9: Processo coronoide della mandibola in proiezione sagittale.*

Vertebre cervicali: Prima vertebra cervicale ( atlante) e Seconda vertebra cervicale (epistrofeo)



*Fig. 1.10: Prima Vertebra Cervicale in proiezione sagittale.*

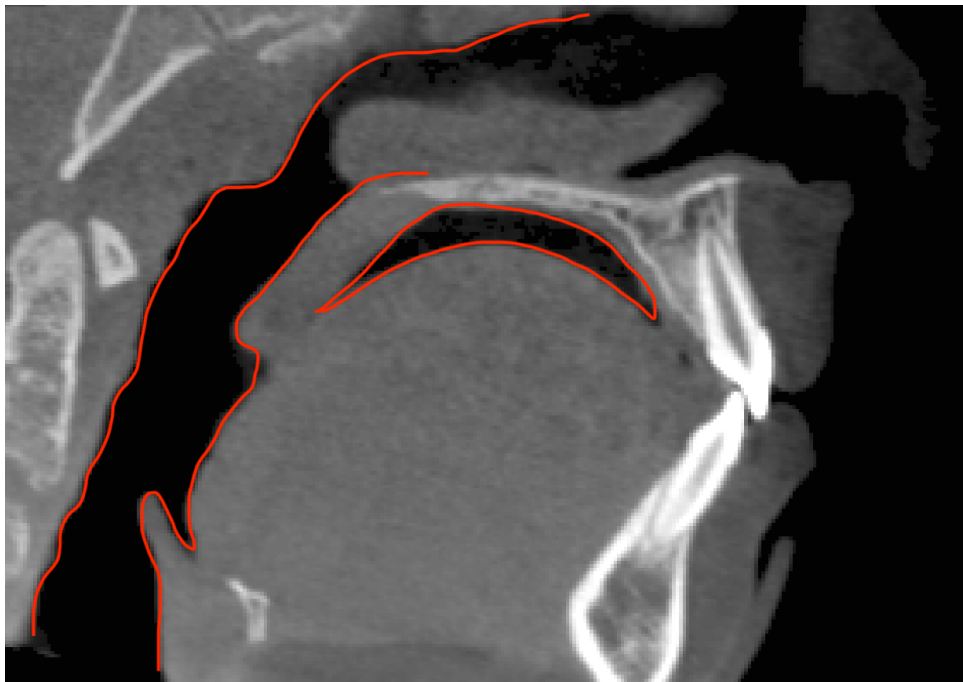


*Fig. 1.11: Seconda Vertebra Cervicale in proiezione sagittale.*

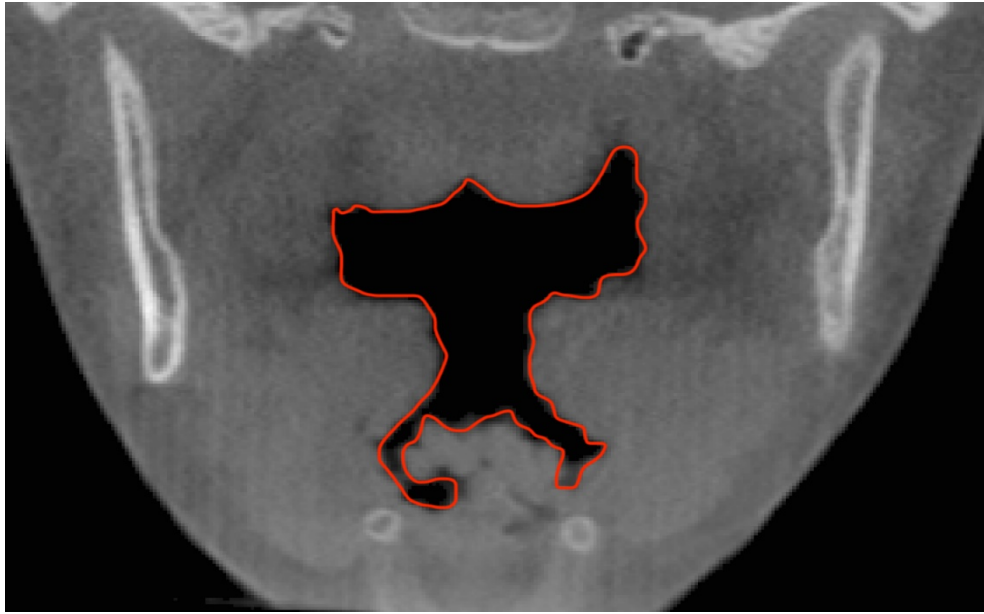
Altre strutture anatomiche interessate dal FOV ridotto sono le vie aeree caratterizzate da:

Cavità nasali;

Rinofaringe e orofaringe.



*Fig. 1.12: Vie aeree in proiezione sagittale.*



*Fig.1 1.3: Vie aeree in proiezione frontale.*



*Fig. 1.14: Vie aeree in proiezione trasversale.*

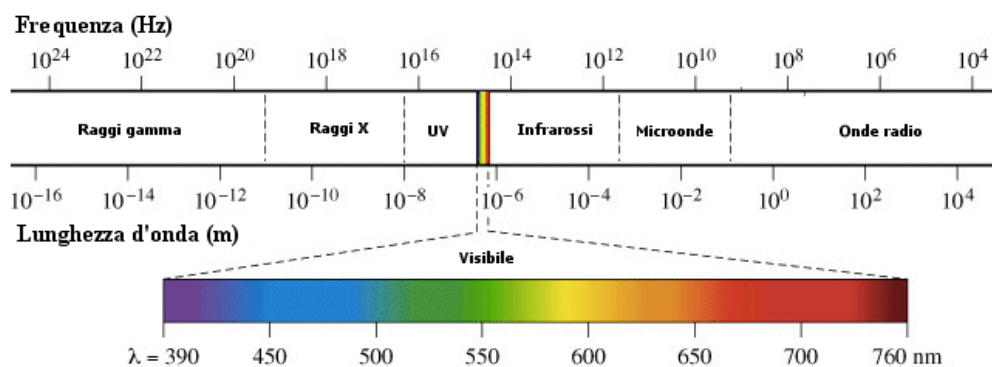
## Capitolo 2

### 2.1 Nozioni base di radiologia

#### 2.1.1 Le radiazioni ionizzanti

Le radiazioni ionizzanti sono un fenomeno fisico noto ormai da più di 100 anni, da quando cioè Wilhelm Conrad Röntgen nel 1895 scoprì l'esistenza dei raggi x e caratterizzate da due tipologie che si possono definire *corpuscolari* (particelle alfa, beta e altre di origine non solo atomica) ed *elettromagnetiche*. In campo medico si utilizzano solo le elettromagnetiche che comprendono, appunto, i raggi x.

La radiazione elettromagnetica è un insieme di onde che modulano il campo elettrico e il campo magnetico nei punti dello spazio, e si può descrivere come una forma di trasporto di energia e alcune delle manifestazioni di questo fenomeno possono essere comunemente riconosciute, ad esempio, nelle forme di luce e calore. Le radiazioni sono differenziate secondo uno spettro, a seconda della *frequenza* delle onde che le compongono che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda. È chiamata *visibile* una piccola parte di questo spettro corrispondente alle radiazioni con una lunghezza d'onda compresa tra i 390 e 790 nm, appunto visibile e riconoscibile a occhio nudo come *luce* di colori diversi, colori che dipendono proprio dalle lunghezze d'onda che la compongono (Fig. 2.1). La radiazione luminosa si descrive generalmente in termini di lunghezza d'onda mentre al di fuori di questa banda si distingue la radiazione in termini di frequenza.



*Fig. 2.1: Lo spettro elettromagnetico.*

Le microonde e le radiofrequenze sono a frequenze inferiori del visibile, e a frequenze superiori i raggi UV, i raggi X (di interesse radiografico) ed infine i raggi gamma, di origine nucleare.

Poiché l'energia trasportata dall'onda è proporzionale alla frequenza, al di fuori di questo spettro visibile e per frequenze maggiori la radiazione elettromagnetica assume la capacità di ionizzare la materia. Diventa cioè così energetica che nell'interazione con gli atomi cede energia sufficiente a strapparne gli elettroni dalle orbite più esterne caratterizzando la radiazione ionizzante.

La ionizzazione consiste proprio in questa rimozione di uno o più elettroni da un atomo o molecola, normalmente neutri, che può determinare di conseguenza un diverso comportamento chimico dell'elemento colpito. Se la molecola ionizzata è parte della materia vivente, per esempio di un tessuto o di un organo, le sue cellule possono poi comportarsi in modo anomalo dando così origine ad effetti nocivi, in particolare quando il danno è stato particolarmente grave, per esempio quando si ha la rottura di legami chimici in molecole che sono essenziali per la vita di una cellula.

Le alterazioni a livello di atomi o molecole danno origine anche all'aumento di radicali liberi che possono danneggiare chimicamente l'ambiente cellulare.

### 2.1.2 Principi biologici in Radiologia

Per comprendere alcuni aspetti principali di radiobiologia, cioè lo studio delle interazioni tra la radiazione e la materia vivente, bisogna comprendere il concetto di **dose equivalente** cioè la quantità di energia per unità di massa che la radiazione ionizzante cede a un tessuto o a un organo. L'unità di misura utilizzata per definire la dose equivalente di radiazioni secondo il Sistema Internazionale (SI) è il *sievert* (Sv), il cui eponimo è lo scienziato svedese Rolf Sievert, che ha sostituito l'unità tradizionale del rem ( $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ ).

Un'altra grandezza fisica da conoscere per valutare la "pericolosità" di una procedura radiologica è la **dose efficace**: una media pesata delle dosi ai principali organi, direttamente correlabile al rischio di insorgenza degli effetti stocastici nell'essere umano. Questa grandezza, anch'essa espressa in sievert, è molto utile per fare confronti tra metodiche diverse e va comunque considerata per il suo significato statistico e non tanto da riferire ad un singolo essere umano irraggiato, per esempio il paziente radiologico.

Normalmente l'uomo riceve in media, dall'ambiente naturale circostante, una dose efficace di circa 2 millisievert /anno, valore che varia da luogo a luogo (il millisievert (mSv) è un millesimo di sievert, cioè  $1 \text{ Sv} = 1000 \text{ mSv}$ , mentre il microsievert ( $\mu\text{Sv}$ ) è un milionesimo di sievert, cioè  $1 \text{ Sv} = 1000000 \mu\text{Sv}$ ). In alcune aree del pianeta questo fondo naturale può essere anche maggiore di decine di volte.

Come si è detto, le radiazioni possono avere degli effetti nocivi per determinare i quali è necessario considerare i seguenti fattori: la dose cui si è stati esposti, la durata dell'esposizione, il tipo di radiazione, le aree del corpo irradiate, l'età al momento dell'esposizione. Questi effetti si dividono in due categorie distinte: effetti deterministici ed effetti stocastici (probabilistici).

Gli **effetti deterministici** si manifestano negli individui esposti soltanto se la dose è stata superiore a un valore di soglia, sono *a breve termine* e risulta per questo evidente un nesso causale fra l'avvenuta irradiazione e l'effetto.

In tal caso avviene una significativa inattivazione cellulare quando non addirittura la morte di buona parte delle cellule colpite ed il danno risulta così rilevante da non poter essere compensato dai meccanismi di riparazione delle cellule sopravvissute. Ciò può dunque portare alla perdita di funzionalità in determinate aree, tessuti od organi irradiati per un periodo di diversi giorni o settimane a seconda della dose assorbita e del tipo di effetto nocivo che ne è derivato. Sono tuttavia effetti che si presentano a dosi relativamente alte che in campo medico si incontrano solo in radioterapia o in casi, piuttosto rari, di pazienti sottoposti a molteplici procedure diagnostiche ad alta dose (p.e.: TC, angiografia) oppure in incidenti con sovraesposizione.

Gli **effetti stocastici** o probabilistici sono invece effetti che possono avvenire anche a dosi molto basse e la cui probabilità di accadimento (ma non la gravità) dipende proprio dalla dose assorbita. In questo caso le cellule irradiate sopravvivono ma subiscono delle alterazioni, conservando la capacità di proliferazione. Le cellule generate dunque conserveranno tali alterazioni e potranno a loro volta degenerare provocando l'insorgenza di lesioni neoplastiche. Questi effetti si dividono a loro volta in danni somatici (tumori, linfomi, leucemie) e danni genetici (mutazioni genetiche nella progenie). Sono quindi effetti *a lungo termine* perché è caratterizzati da un lungo periodo di latenza e possono manifestarsi a distanza di anni, talora decenni, al punto che il nesso con l'irraggiamento subito non risulta più evidente. L'ipotesi più accreditata a livello scientifico, la teoria cosiddetta "lineare senza soglia" (*linear no-threshold, LNT*), basata su considerazioni statistiche, è che la probabilità che una tale manifestazione si verifichi in una popolazione di cellule è proporzionale alla dose: quindi anche ad una dose "bassa" consegue una probabilità "bassa, ma non nulla", di insorgenza di un effetto dannoso.

Va da sé che nelle pratiche mediche è a questo tipo di danno che si deve fare attenzione e l'unico modo per contenerlo è erogare la dose più bassa possibile compatibile con gli scopi clinici di una procedura.

È importante sottolineare che tutti gli studi in questo campo trattano normalmente la popolazione nel suo insieme e presentano notevoli incertezze statistiche a causa della complessità della materia. Allo stesso tempo tuttavia mettono in luce come alcuni soggetti, soprattutto i bambini, abbiano una radiosensibilità molto superiore alla media. Più precisamente, si può affermare che la stessa dose di radiazioni in un bambino presenta statisticamente una probabilità di insorgenza di effetti dannosi che è da tre a cinque volte maggiore che nell'adulto. Un altro soggetto particolarmente sensibile è ritenuto il feto e di conseguenza la donna in gravidanza

### **2.1.3 Radioprotezione**

La radioprotezione è la disciplina che studia e regola le esposizioni degli esseri umani alle radiazioni.

Per giustificare l'esposizione delle persone ai rischi connessi con l'esposizione a radiazioni si considera sempre il rapporto tra il danno e beneficio arrecato. Questo è uno dei tre principi fondamentali su cui è basata l'esposizione in campo medico ed è chiamato **principio di giustificazione**: secondo il D.Lgs 187/2000, infatti, "Le esposizioni mediche devono mostrare di essere sufficientemente efficaci mediante la valutazione dei potenziali vantaggi da esse prodotti, inclusi i benefici diretti per la salute della persona e della collettività, rispetto al danno che l'esposizione potrebbe causare, tenendo conto dell'efficacia, dei vantaggi e dei rischi di tecniche alternative disponibili, che non comportano un'esposizione alle radiazioni ionizzanti ovvero ne comportano una minore; tutte le esposizioni mediche individuali devono essere giustificate preliminarmente, tenendo conto degli obiettivi specifici dell'esposizione e delle caratteristiche della persona interessata".

Il **principio di ottimizzazione**, poi, descrive a sua volta come l'esposizione a radiazioni debba essere mantenuta a livelli più bassi possibili: "Tutte le dosi dovute a esposizioni mediche per scopi radiologici devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile e compatibile con il raggiungimento dell'informazione diagnostica richiesta, tenendo conto di fattori economici e sociali..." (DLgs



187/2000). Questo principio è mutuato da un identico concetto utilizzato per la protezione dei lavoratori, indicato con l'acronimo ALARA (As Low As Reasonably Achievable). L'ottimizzazione delle procedure mediche dipende da molti fattori ed è influenzata da molteplici aspetti, tra cui oltre la buona pratica c'è anche l'obsolescenza delle apparecchiature utilizzate: quelle più recenti offrono una maggiore accuratezza del dato diagnostico e utilizzando rivelatori più sensibili delle precedenti consentono emissioni più contenute e quindi minor dose al paziente.

La somministrazione di raggi x a scopo medico deve essere quindi ottimizzata soprattutto per i soggetti in sviluppo, i minori di 15 anni, e per le donna in età fertile.

In campo medico non esiste invece un vero principio di limitazione delle dosi, come avviene per la tutela della salute dei lavoratori. Esistono tuttavia dei **livelli diagnostici di riferimento** (LDR) che consistono in livelli di dose (o meglio di indici di dose) individuati per un certo numero di procedure, suddivisi per diverse età del paziente, che non dovrebbero essere superati nella usuale pratica clinica. In Italia gli LDR più recenti sono stati stabiliti dall'Istituto Superiore di Sanità nel 2017.

La sintesi di questi principi di radioprotezione del paziente ha portato gli operatori del settore a una crescente attenzione verso le linee guida nazionali e internazionali della diagnostica radiologica che di queste indicazioni hanno fatto i propri capisaldi

Per esempio, le metodiche radiologiche tridimensionali, TC e Cone Beam TC, particolarmente utili in alcuni casi come i traumi facciali, le anomalie morfologiche, la chirurgia ortognatica, comportano mediamente dosi di radiazioni superiori rispetto alla diagnostica 2D, ed è pertanto utile confrontarsi con le linee guida e attenersi ai principi della radioprotezione sopra descritti.

Si ricorda che questa impostazione concettuale non può comunque prescindere dall'appropriatezza nella scelta degli strumenti diagnostici, cioè in una valutazione del rapporto rischi/benefici di un esame e della sua potenziale capacità di risolvere il quesito diagnostico.

## **2.2 Le Linee Guida Ministeriali della Radiologia Odontoiatrica nell'età evolutiva**

Le linee guida ministeriali della Radiologia Odontoiatrica nella età evolutiva hanno dedicato uno specifico capitolo all'utilizzo della diagnostica radiologica in ortognatodonzia e gnatologia: "...La cone-beam computed tomography (CBCT) garantisce la rappresentazione grafica volumetrica in 3D delle strutture anatomiche ossee, nonché consente di superare le limitazioni delle comuni immagini radiografiche 2D, cioè la distorsione geometrica e la sovrapposizione delle strutture ossee e dentarie ed un erroneo posizionamento del capo del paziente nel cefalostato, in quanto, anche se esistono analisi cefalometriche 3D, per consuetudine continua a preferirsi il 2D."

La prescrizione routinaria di questo esame per i giovani pazienti è stata notevolmente limitata a singoli casi clinici, sia dalla letteratura sia da tutte le altre linee guida a seguito della dose di radiazione a cui viene sottoposto il paziente. Va sottolineato che, allo stato attuale, è di uso comune tra gli ortodontisti convertire l'immagine 3D in immagine 2D, per effettuare l'analisi cefalometrica. In ogni caso, la scelta del FOV, ai fini della prescrizione di questo esame, risulta fondamentale per non sottoporre il soggetto ad un esame non ottimizzato sotto il profilo della dose radiante con campo di acquisizione troppo esteso rispetto al distretto in esame. FOV small e FOV medium sono da preferirsi rispetto FOV large. FOV small e medium trovano indicazioni in ortognatodonzia per valutare denti inclusi, riassorbimenti radicolari causati da denti inclusi e della zona di inserimento di mini-viti in presenza di un affollamento dentario. Inoltre, la densità ossea valutata con CBCT influenza il successo dell'applicazione del mini-impianto riducendo le possibilità di distacco dello stesso.

L'uso di FOV large può trovare indicazioni in presenza di casi ortodontici complessi o gravi dismorfosi craniofacciali (IONT 5), cioè in presenza di labiognatopalatoschisi, pazienti sindromici, asimmetrie facciali etc. o, comunque, di pazienti che devono andare incontro ad interventi maggiori di chirurgia orale o maxillo-facciale. In tutti questi casi, con una singola esposizione, seppur impiegando maggior dose radiante, si ottengono tutte le informazioni necessarie per l'ortodontista, il chirurgo orale ed il chirurgo maxillo-facciale.

L'uso di FOV large per effettuare un esame cefalometrico 3D, in casi clinici semplici non è avvalorata dalla letteratura né dalle linee guida esistenti.

La Raccomandazione numero 3 di questo capitolo afferma che l'uso della CBCT per la diagnosi cefalometrica, nei pazienti ortodontici con malocclusione di grado moderato-lieve, è fortemente sconsigliato.

La Raccomandazione numero 2 limita la prescrizione della CBCT e sollecita l'utilizzo preferibilmente di FOV piccolo e FOV medio.

## Capitolo 3

### 3.1 Evoluzione delle tecniche di diagnostica per immagini in odontoiatria: la CBCT

#### 3.1.1 Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

Recentemente in campo odontoiatrico è stata introdotta la tecnologia della tomografia a raggio conico, la Cone Beam CT, che presentando alcune caratteristiche particolarmente vantaggiose (semplicità di impiego, modalità automatiche semplificate, ingombro contenuto, digitalizzazione delle immagini, costi limitati) si è rapidamente imposta come alternativa alla TC tradizionale per le ricostruzioni volumetriche del massiccio facciale o di parti di esso.

La TC a raggio conico si effettua con apparecchiature dedicate, spesso strutturalmente simili ai tomografi computerizzati tradizionali con paziente supino (come il NewTom QR, Verona), altre invece si presentano come un ortopantomografo con il paziente seduto (ad es. i modelli Accuitomo di Morita e i-CAT di Imaging Sciences) oppure in piedi (ad es. OP 3D Pro di KaVo, Galileos di Sirona; Promax di Planmeca). Con queste apparecchiature, l'intero volume è ricostruito con un'unica rotazione molto ampia, anche a 360°, di un raggio conico (da cui prende il nome di cone beam computed tomography) solidale con il sistema di rivelazione. Il raggio conico copre tutta l'area di interesse con la possibilità di scegliere diversi campi di vista (FOV = Field Of View) ( Fig. 3.1-3.2).

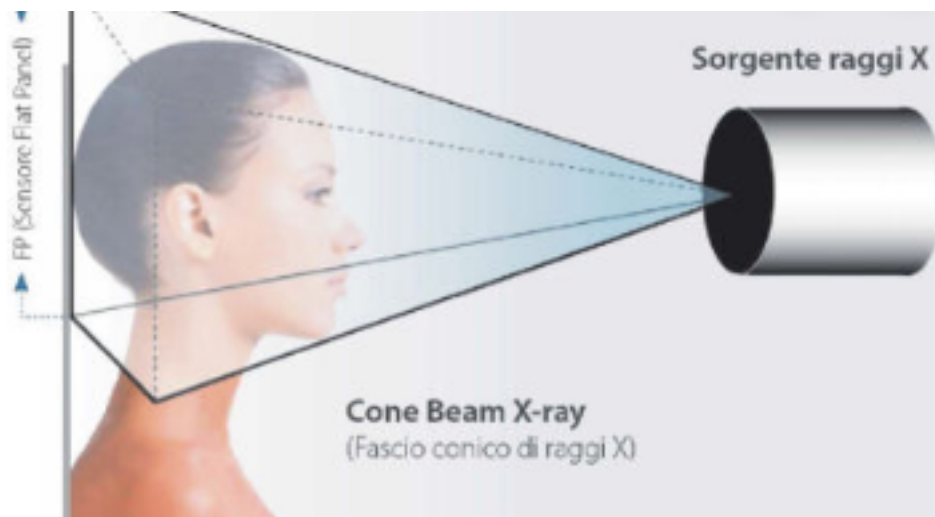
La scansione dura dai 10 ai 40 secondi a seconda dell'apparecchiatura e della definizione dell'esame; permette di visualizzare un volume cilindrico di differenti dimensioni che possono variare tra i 4 e i 24 centimetri in altezza e con diametro da 4 a 17 centimetri.

Il sistema di rilevazione utilizzato è generalmente un CCD, o sensore ad accoppiamento di carica, collegato direttamente a una work station. Questi sensori sono molto simili a quelli in uso nelle videocamere e convertono la radiazione x o

luminosa in segnale elettrico, successivamente analizzato dall'elaboratore elettronico. La provenienza di ciascun segnale dalla superficie del sensore è codificata e nota, con il computer che ricostruisce agevolmente la matrice radiografica ricevuta dal sensore e quindi l'immagine dell'oggetto attraversato dai raggi x.

Nel caso della tecnologia CBCT, i voxel, cioè gli elementi di volume ricostruiti per formare l'immagine, hanno dimensioni molto ridotte, anche inferiori a 0,15 mm di lato, quindi nettamente più piccoli di quelli utilizzati dalle macchine TC per scopi generali, e quindi la risoluzione spaziale è in genere molto buona mentre al contrario della TC presenta una risoluzione dei contrasti piuttosto limitata e quindi non consente la misurazione della densità dei tessuti molli che non sono ben rappresentati.

Il software del computer poi è in grado, scegliendo una sequenza a piacere di voxel e variandone la disposizione spaziale con un semplice cursore, di produrre come per la TC sezioni sui tre piani ortogonali: assiali, coronali e sagittali, che sono dette ricostruzioni secondarie, e anche multiplanari seguendo piani trasversali e obliqui, consentendo peraltro di ovviare a limiti di posizionamento del paziente e di centratura del distretto interessato.



*Fig. 3.1: Tecnologia di acquisizione delle immagini in CBCT*

### **3.1.2 Aspetti dosimetrici**

L'impiego sempre più frequente delle tecniche radiologiche in ortodonzia ha sollevato qualche interrogativo connesso con la potenziale pericolosità dei raggi x. Di conseguenza è necessario fare chiarezza su questo punto per comprendere l'impatto potenzialmente dannoso delle diverse tecnologie e indirizzarsi sempre verso le migliori scelte non solo diagnostiche ma anche di tutela del paziente.

Le dosi al paziente in radiologia in genere sono da considerarsi in assoluto dosi basse (tranne casi molto particolari di procedure ad alte dosi e molto prolungate o ripetute, come in radiologia interventistica o in TC) ma come abbiamo visto anche la dose più bassa si ritiene possa aumentare, per quanto minimamente, la probabilità di insorgenza di un effetto dannoso di tipo stocastico a distanza di tempo e per questo va rispettato il principio ALARA: utilizzare sempre la dose più bassa compatibile con la buona riuscita dell'esame.

Per fare utili confronti di dosi tra tecniche diverse è opportuno riferirsi alla dose efficace che, come già visto, è la grandezza che più direttamente è in relazione con il rischio e si esprime in *sievert*, (nel nostro caso con i sottomultipli *millisievert* e *microsievert*). Si ricorda tuttavia che per considerazioni più approfondite sugli aspetti dosimetrici è opportuno in qualche caso valutare anche le dosi equivalenti ai singoli organi. Questo argomento è ovviamente rimandato a testi più specifici, ma è utile ricordare come esempio che una tecnica radiografica potrebbe risultare in una dose efficace più bassa di altre ma produrre dosi maggiori ad un singolo organo incluso nel FOV, per esempio il cristallino considerato particolarmente radiosensibile, quindi la tecnica va valutata più complessivamente.

Esiste una certa variabilità nei protocolli d'esame che possono prevedere parametri di esposizione diversi (energia del fascio in kV, carico anodico in mAs, distanza fuoco-paziente in cm, ecc...) che dipendono soprattutto dalle dimensioni stesse del paziente. Inoltre, gli stessi esami possono essere effettuati con apparecchiature diverse, per esempio per filtrazione o sensibilità del detettore, quindi i valori di dose che vengono qui riportati sono da considerarsi come valori medi a scopo indicativo e sono soggetti a questa variabilità.

Nel campo della cefalometria, la tecnologia della radiografia proiettiva è quella che comporta le dosi più basse, sia nel caso delle radiografie panoramiche che per le immagini del cranio. Si parla infatti rispettivamente di dosi efficaci che possono variare, a seconda della tecnologia utilizzata, da 5 a 20  $\mu\text{Sv}$  per la panoramica ed indicativamente di 10  $\mu\text{Sv}$  per ogni singola proiezione con il craniostato.

La tecnologia della CBCT è quella che presenta la maggior variabilità negli aspetti dosimetrici. Ciò è dovuto soprattutto al gran numero di modelli in circolazione che utilizzano tecnologie diverse e che se usate per ottenere immagini molto definite necessitano per questo di un aumento di dose. Presentano, rispetto alla TC una limitazione nella scelta del FOV in quanto di solito hanno un set di dimensioni fisse di default non modificabili.

I protocolli sono i più vari, dai FOV più grandi (fino a 19 cm x 19 cm) a quelli minimi (4cm x 4 cm) e ogni modello inoltre presenta modalità di emissione variabili. Alcune apparecchiature sono dotate anche di protocolli dichiarati “a bassa dose”, che producono però immagini a minor definizione di cui va di volta in volta valutata la resa diagnostica ( fig. 4.8).

I valori medi di dose efficace variano dai 10  $\mu\text{Sv}$  per singolo dente a più di 500  $\mu\text{Sv}$  per FOV grandi, dato, quest’ultimo, che in qualche caso è superato.



*Fig. 3.2: FOV variabili delle apparecchiature CBCT*

### 3.1.3 L'impiego della Cone Beam CT a FOV ridotto in cefalometria

La CBCT recentemente ha avuto un'enorme diffusione anche perché presenta vantaggi formidabili sia per la qualità delle immagini che per la facilità nei calcoli cefalometrici e tende a soppiantare la tecnica tradizionale della telecranio. Ciò tuttavia ha sollevato più di una preoccupazione per gli aspetti di dose al paziente in quanto questa tecnologia come abbiamo visto ha comunque un impatto dosimetrico superiore rispetto alle tecniche tradizionali.

Per ovviare in parte a questa giusta preoccupazione si è formulata l'ipotesi di utilizzare la CBCT in cefalometria impiegando un FOV ridotto rispetto allo standard. Si è visto infatti che per ottenere una valutazione accurata delle strutture anatomiche del massiccio facciale è sufficiente, in un adulto, considerare FOV che partendo dal mento verso l'alto arrivano al piano di Francoforte con dimensioni verticali tra gli 11 e i 13 cm circa (queste dimensioni sono da ritenere indicative per un paziente standard).

Da un'analisi dei dati presenti in letteratura risulta che così facendo è possibile ridurre indicativamente le dosi al paziente del 20-30%, e soprattutto diminuire in modo consistente anche la dose al cristallino e alle ghiandole salivari.

In particolare, e considerando i modelli più presenti sul mercato prodotti dai principali venditori, (*Imaging Sciences, Carestream, Sirona, Planmeca, Soredex, KaVo, Morita, Cefla*) la dose efficace si riduce in media del 19,6% e la dose equivalente alle ghiandole salivari in media del 24,6% a seconda del modello di apparecchiatura. Non esistono in letteratura dati altrettanto precisi sul risparmio di dose al cristallino, organo particolarmente radiosensibile, soprattutto perché il posizionamento del FOV è particolarmente critico per l'impatto dosimetrico a quest'organo e quindi la variabilità è molto maggiore e difficilmente valutabile se non caso per caso.

Nei casi pediatrici una valutazione complessiva è molto più critica per la variabilità delle dimensioni del FOV utilizzabile, l'età del paziente varia molto e così anche le dimensioni del distretto interessato. Per questo non è possibile classificare come per l'adulto i vari FOV dividendoli tra *FOV standard* e *FOV ridotto* se non in modo molto approssimativo. Per avere comunque un'idea della riduzione di dose, si possono individuare per esempio due categorie di FOV, uno *standard* da 13 a 15 cm ed uno *ridotto* maggiore di 11 e inferiore a 13 cm. Confrontando i dati di letteratura, sempre considerando i modelli più presenti sul mercato, possiamo dire che con questa



approssimazione passando dal FOV standard a quello ridotto la dose efficace ha una diminuzione dell'ordine del 40% e la dose alle ghiandole salivari del 20% circa.

## Capitolo 4

### 4.1 Analisi cefalometrica ortodontica tradizionale: revisione critica

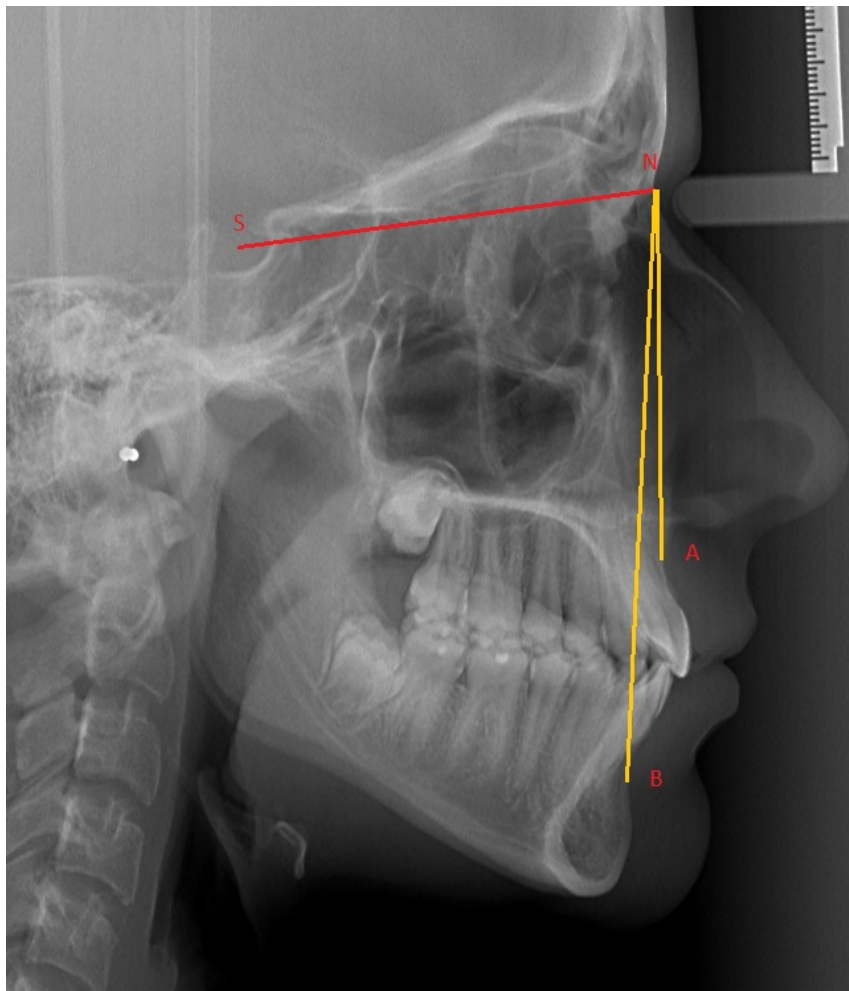
La valutazione del rapporto sagittale tra mascellare superiore e mandibola è uno dei punti chiave della diagnosi ortodontica. L'avvento della radiografia cefalometrica nel 1932 grazie a Broadbent ha indiscutibilmente agevolato questo percorso. Fin dagli anni '40 vennero proposti differenti metodi di valutazione cefalometrica del rapporto tra le basi mascellari. La difficoltà maggiore fu, e lo è tuttora, quella di scegliere dei punti di repere e dei piani di riferimento idonei alla misurazione di angoli e segmenti. La letteratura ci insegna che nessuno dei parametri sagittali fino ad ora proposti può essere considerato totalmente affidabile. La variabilità fisionomica cranio-facciale, la crescita, il trattamento ortodontico, la difficoltà nel reperire e riprodurre i punti di repere, sono in grado di influenzare le misurazioni cefalometriche, invalidandone talvolta la veridicità. L'utilizzo di un solo parametro cefalometrico per la stima del rapporto sagittale scheletrico è spesso riduttivo nonché fuorviante. La considerazione di più parametri sagittali può, al contrario, rendere più chiaro il quadro scheletrico e agevolare la scelta terapeutica. Da qui nasce la regola del "due su tre": là dove due misurazioni siano discordanti, è sempre meglio considerare un terzo parametro. Differenti piani di riferimento e punti di repere sono stati selezionati e analizzati a tale scopo. Capita spesso che due parametri siano tra loro discordanti o sovra o sottostimino la reale discrepanza mascellare. Da qui nasce la difficoltà del clinico nella scelta del parametro corretto: soltanto una valutazione accurata permetterà una corretta programmazione del trattamento. Differenti sono i metodi descritti in letteratura che hanno provato a valutare il rapporto sagittale tra mascellare superiore e mandibola e sono:

- Angolo ANB
- Angolo ANB modificato
- Indice di Wits
- Indice di Nanda

- A-B su Francoforte
- 

#### 4.1.1 Angolo ANB

L'angolo ANB è un parametro comunemente utilizzato per la valutazione del rapporto sagittale tra mascella superiore e mandibola (Fig. 4.1).



*Fig. 4.1: Angolo ANB valuta il rapporto sagittale tra mascella e mandibola.*

Venne per la prima volta introdotto da Riedel nel 1952 che lo utilizzò come piano di riferimento per la valutazione della discrepanza sagittale mascellare il piano sella-nasion, ossia quel piano che unisce il centro della fossa pituitaria (definita anche sella

turcica) dell'osso sfenoide con il punto Nasion, punto più anteriore della sutura nasofrontale. Come misura della relativa posizione del mascellare superiore sul piano antero-posteriore l'autore prese in considerazione l'angolo SNA, ossia l'angolo tra il piano di riferimento sella-nasion e il punto A di Downs. Il valore medio dell'angolo ANB risultò dallo studio di Riedel di 82°. La relativa posizione sagittale della mandibola rispetto alla base cranica venne definita tramite l'angolo SNB, ossia l'angolo tra il piano di riferimento sella-nasion e il punto mandibolare B di Downs. Il valore medio di tale angolo risultò 79.97°. La differenza tra gli angoli SNA e SNB, definita ANB, venne utilizzata da Riedel come espressione della relazione sagittale tra mascellare superiore e mandibola.

Il valore medio di quest'angolo risultò 2.04°. Pertanto, un angolo ANB di  $2^\circ \pm 2^\circ$  indica una classe I scheletrica, angoli maggiori di 4° indicano una classe II, angoli minori di 0° esprimono un rapporto scheletrico di classe III. Nonostante l'angolo ANB sia un metodo di valutazione semplice e immediato, è stato ampiamente criticato dalla letteratura a causa delle discrepanze spesso rilevate tra il valore misurato sul tracciato cefalometrico e l'effettiva relazione sagittale mascellare.

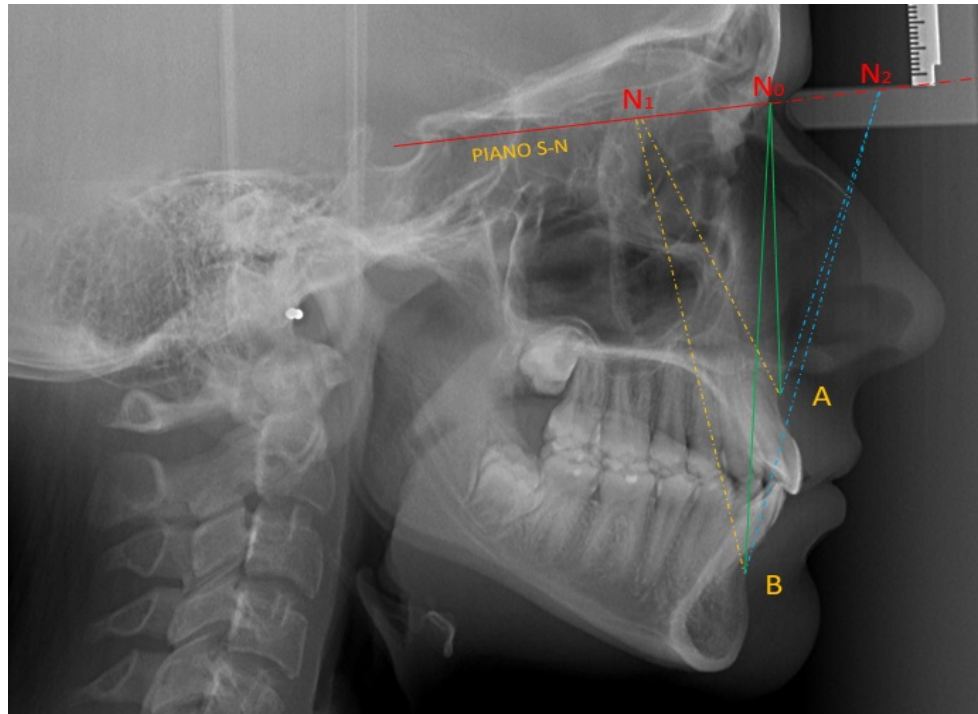
Sono stati chiamati in causa diversi fattori che possono influenzare l'angolo in particolare la posizione del punto Nasion.

La posizione del punto Nasion: sia sul piano sagittale che sul piano verticale. Se il punto nasion subisce uno spostamento in avanti il valore dell'angolo ANB si riduce, sebbene il reale rapporto tra mascellare superiore e mandibola rimanga invariato. Viceversa, una base cranica anteriore corta determina un aumento del valore angolare ANB, nonostante il rapporto mascellare rimanga invariato.

Un metodo semplice per dimostrare gli effetti della posizione sagittale del punto Nasion venne ideato da Binder. Assumendo un angolo ideale ANB di 0°, con i punti A e B giacenti sulla stessa linea verticale, il valore dell'angolo incrementa negativamente o positivamente ogni volta che il punto Nasion si sposta anteriormente o posteriormente, nonostante non si verifichi alcun cambiamento nella posizione delle basi apicali (Fig. 4.2).

Non solo lo spostamento sul piano sagittale del punto nasion (vale a dire una base cranica anteriore lunga o corta), può influenzare la veridicità dell'angolo ANB, ma anche uno spostamento su un piano verticale. Fu ancora Binder a fornire una

spiegazione, puramente geometrica, di tale influenza. Facendo riferimento all'analisi di Bjork, i punti A e B vengono posizionati nel loro rapporto ideale.



**ANGOLO A-N<sub>1</sub>-B > ANGOLO A-N<sub>0</sub>-B**

**ANGOLO A-N<sub>2</sub>-B < ANGOLO A-N<sub>0</sub>-B**

*Fig. 4.2: Effetti dello spostamento in avanti (N2) o indietro (N1) del punto Nasion sul valore dell'angolo ANB. Uno spostamento in direzione anteriore e superiore del punto Nasion determina un decremento dell'angolo ANB. Invece una base cranica corta può incrementare il valore angolare.*

Per ogni spostamento del punto nasion di 5 mm verso l'alto, l'ANB si riduce di circa mezzo grado, nonostante i punti A e B rimangano costanti. Per ogni spostamento verticale verso il basso di 5 mm del punto nasion, l'ANB incrementa di 1°.

In virtù dei suddetti fattori e di altri quali l'età, la rotazione della base cranica anteriore, il prognatismo facciale, la dimensione verticale, un angolo ANB apparentemente normale potrebbe nascondere una disarmonia scheletrica sagittale, oppure una deviazione notevole dell'angolo ANB rispetto alla norma (un angolo esageratamente alto o ridotto), potrebbe sovra o sottostimare il reale rapporto tra mascellare superiore e mandibola. L'influenza dei fattori sopra elencati potrebbe spiegare perché sia possibile riscontrare in soggetti con occlusione eccellente un valore dell'angolo ANB maggiore o minore rispetto al valore di riferimento  $2^\circ \pm 2^\circ$ .

#### **4.1.2 Angolo ANB modificato**

La discrepanza spesso rilevata tra la diagnosi clinica e la misura angolare di ANB, i numerosi fattori che possono influenzare tale angolo, l'ampio range di misurazioni spesso rilevato all'interno di una stessa classe scheletrica, fanno nascere una domanda spontanea: quando la determinazione della relazione sagittale mascellare attraverso l'angolo ANB può ritenersi affidabile?

Panagiotidis et al. partendo da questo presupposto idearono una formula per individualizzare l'angolo ANB. Secondo gli autori tra le cause responsabili della variabilità dell'angolo di Riedel, il prognatismo facciale (espresso dall'angolo SNA) e l'inclinazione del piano mandibolare hanno un ruolo di primo piano. Il valore angolare deve dunque essere corretto considerando di tali fattori.

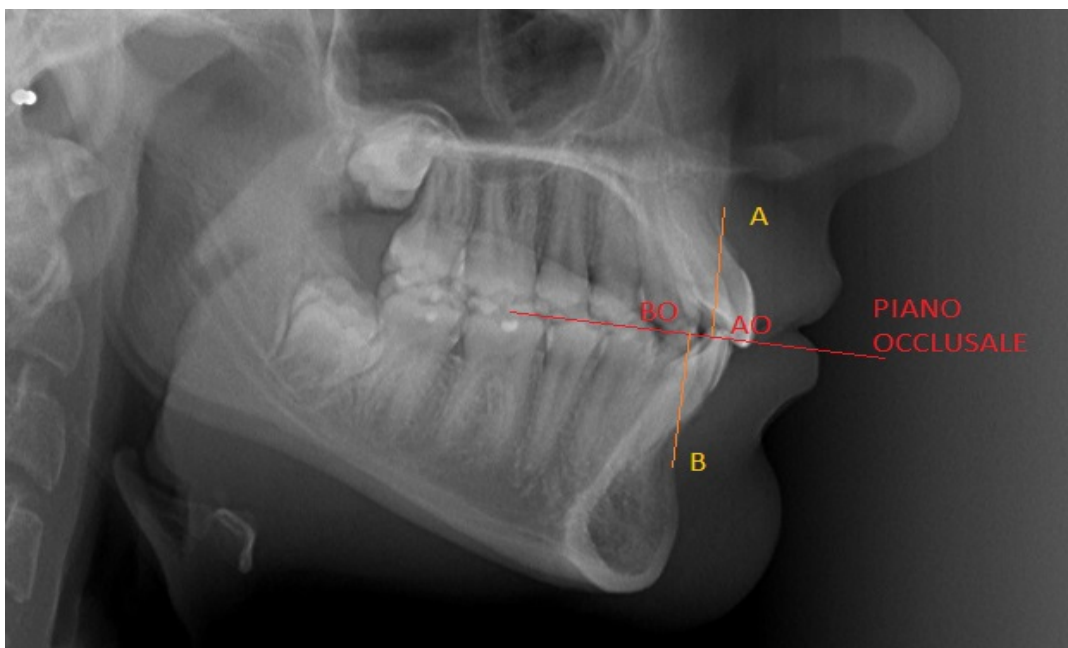
Da questa considerazione nasce la formula dell'angolo ANB modificato:

$$\text{ANB modificato} = \text{ANB misurato} + 0.5 (81.5^\circ - \text{SNA}) + 0.25(32^\circ - \text{SN-GoMe}).$$

Questa formula permette di calcolare un ANB individuale in base ai valori del prognatismo mascellare e dell'inclinazione del piano mandibolare. Il confronto tra la misura reale e quella calcolata sarà utile per stimare l'effettiva relazione sagittale. Se i valori misurati e calcolati differiscono di  $\pm 1^\circ$ , il paziente sarà in Classe I; quando la differenza supera  $1^\circ$  in senso positivo, verrà diagnosticata una II Classe scheletrica; infine se la differenza è maggiore di  $1^\circ$  ma in senso negativo, avremo una malocclusione di III Classe.

### 4.1.3 Indice di WITS: AO-BO

Relazionare mascellare superiore e mandibola ad un piano di riferimento cranico, può comunque risultare problematico a causa delle variazioni nella fisionomia cranio facciale. Per ovviare a questo problema Jacobson suggerì una nuova analisi che prese come punto di riferimento il piano occlusale: l'analisi di Wits (Wits è un'abbreviazione di Witwatersrand University, Johannesburg, South Africa).



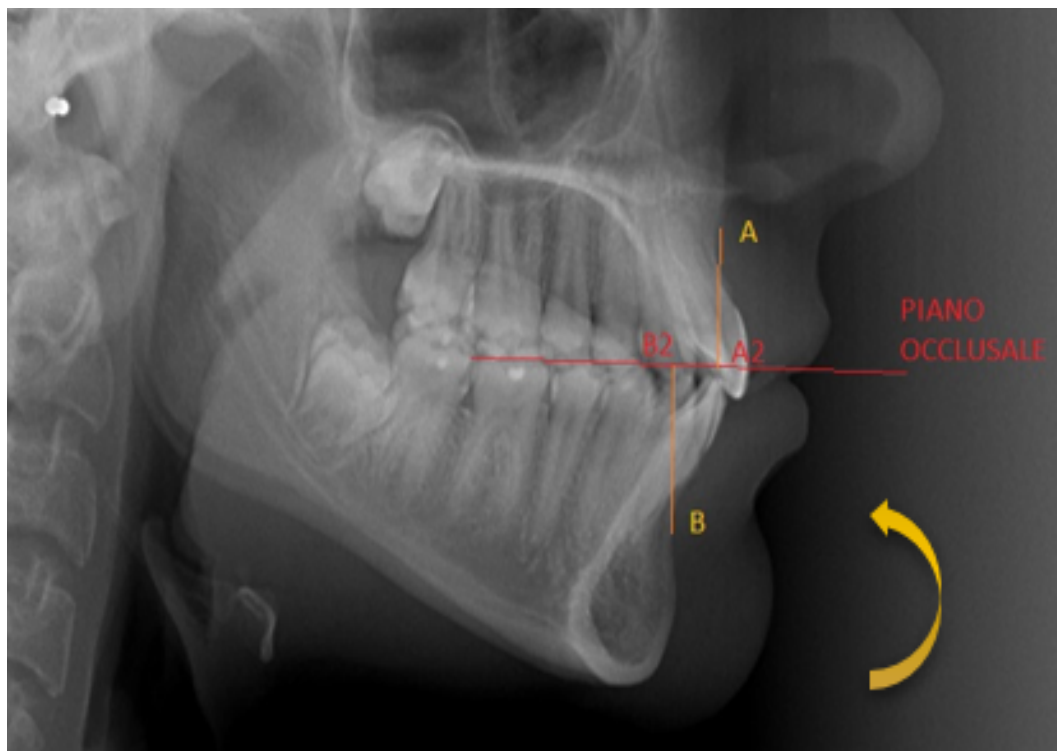
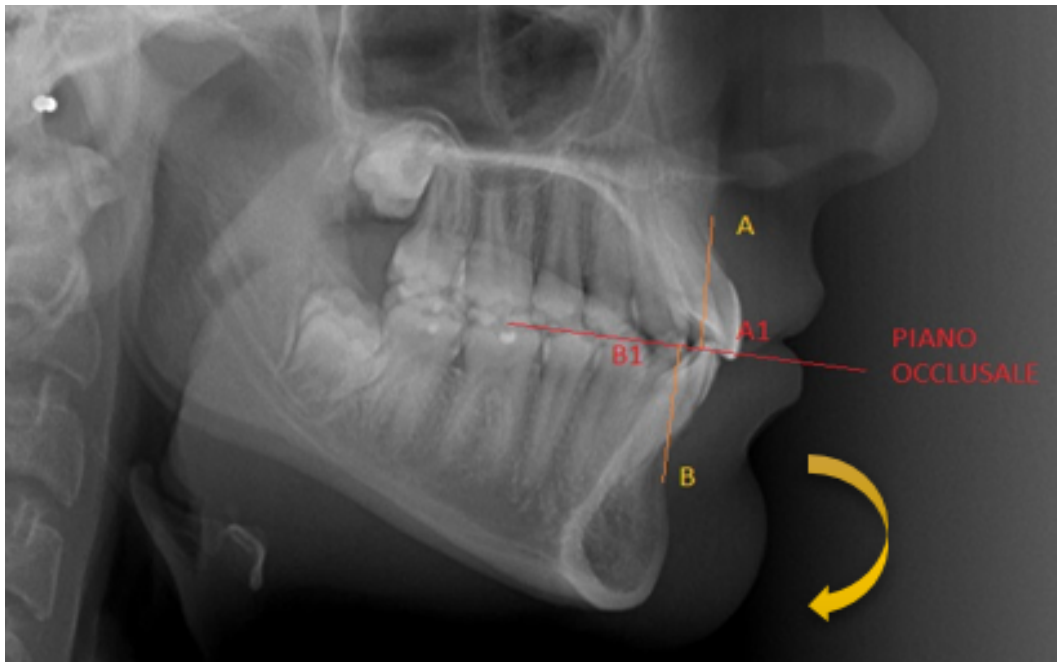
*Fig. 4.3: Il metodo implica il tracciato delle perpendicolari al piano occlusale, a partire dai punti A mascellare (AO) e B mandibolare (BO).*

Il piano occlusale scelto dall'autore è il piano di Downs (3, 28, 29), ossia quel piano tra il punto intermedio dell'intercuspidazione tra la cuspidate mesio-vestibolare del primo molare superiore e la cuspidate mesio-vestibolare del primo molare inferiore, e il punto intermedio dell'overbite incisivo. I punti d'intersezione tra le perpendicolari e il piano occlusale sono definiti AO e BO (Fig. 4.3). Jacobson utilizzò la distanza lineare tra i punti AO e BO come misura della relativa posizione antero- posteriore delle ossa mascellari. Un indice di Wits compreso tra  $0 \pm 2$  mm, indica una I Classe scheletrica, valori superiori ai 2 mm indicano una II Classe scheletrica, valori inferiori a  $-2$  mm

sono espressione di una III Classe scheletrica. Il vantaggio dell'analisi di Wits secondo Jacobson consiste nel prendere come punto di riferimento un piano strettamente correlato (dal punto di vista topografico) alle basi apicali mascellari, eliminando un piano extra-mascellare quale la base cranica (SN), le cui caratteristiche fisionomiche, variabili da soggetto a soggetto, influenzano l'angolo ANB. Nella pratica clinica l'uso del piano occlusale presenta comunque dei problemi (Fig. 4.4). Bisogna premettere che lo stesso Jacobson precisò che l'analisi di Wits non dovesse essere considerata un punto di riferimento esclusivo nella diagnosi delle disarmonie scheletriche, ma piuttosto uno strumento che potesse aiutare, con l'ausilio di altre misure, a descrivere in maniera accurata tale disarmonia.

Un primo problema consiste nell'individuare accuratamente, nella teleradiografia, i punti coinvolti nella costruzione del piano occlusale. Il fatto che l'occlusione non sia un piano, ma una curva, lo sdoppiamento delle immagini destra e sinistra, le asimmetrie facciali, la presenza dei terzi molari, la malposizione dentale o l'incompleta eruzione, i restauri dentali, possono rendere difficoltoso il compito di chi si appresta a eseguire i tracciati. La scelta del piano occlusale di Downs, secondo Jacobson non è adatta ai casi con curva di Spee profonda o con incisivi superiori e inferiori sovra o infraerotti. Inoltre, presenta il grosso svantaggio di essere direttamente correlato all'OVB incisivo, il quale varia notevolmente in un gran numero di trattamenti ortodontici. Jacobson suggerì di far uso in questi casi del piano occlusale passante per l'intercuspidazione molare e premolare (piano occlusale funzionale), e in caso di discrepanze verticali tra la posizione destra e sinistra dei denti posteriori, tracciare il piano a metà strada. Inoltre, una rotazione del piano occlusale può modificare la misura lineare AO-BO.



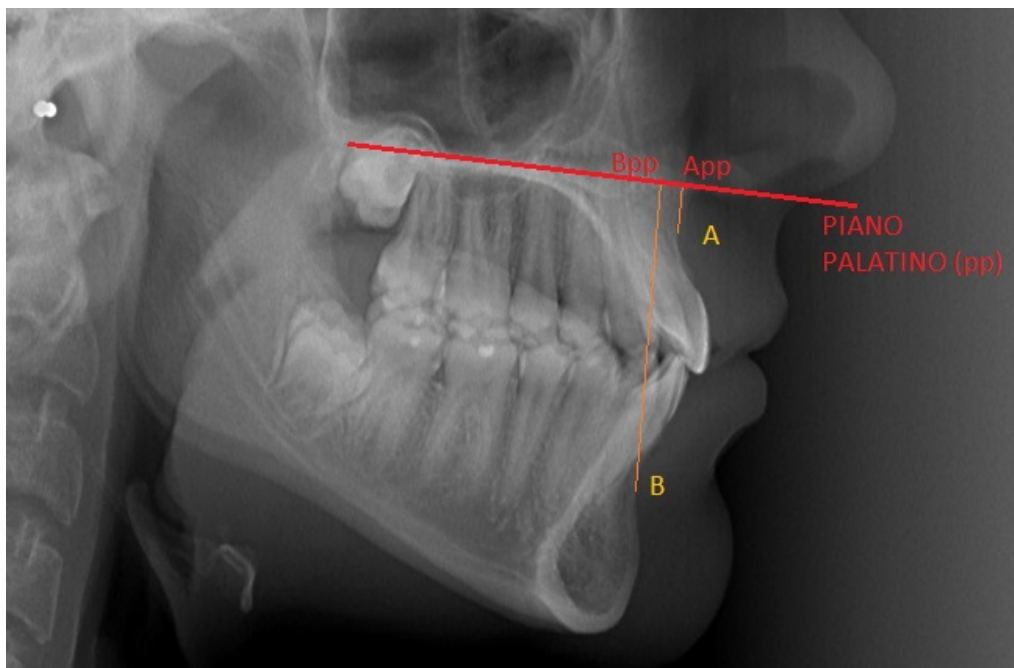


*Fig. 4.4: Una rotazione in senso orario tende a ridurre l'indice di Wits (Distanza A1-B1), viceversa una rotazione in senso antiorario comporta un incremento dell'indice (Distanza A2-B2).*

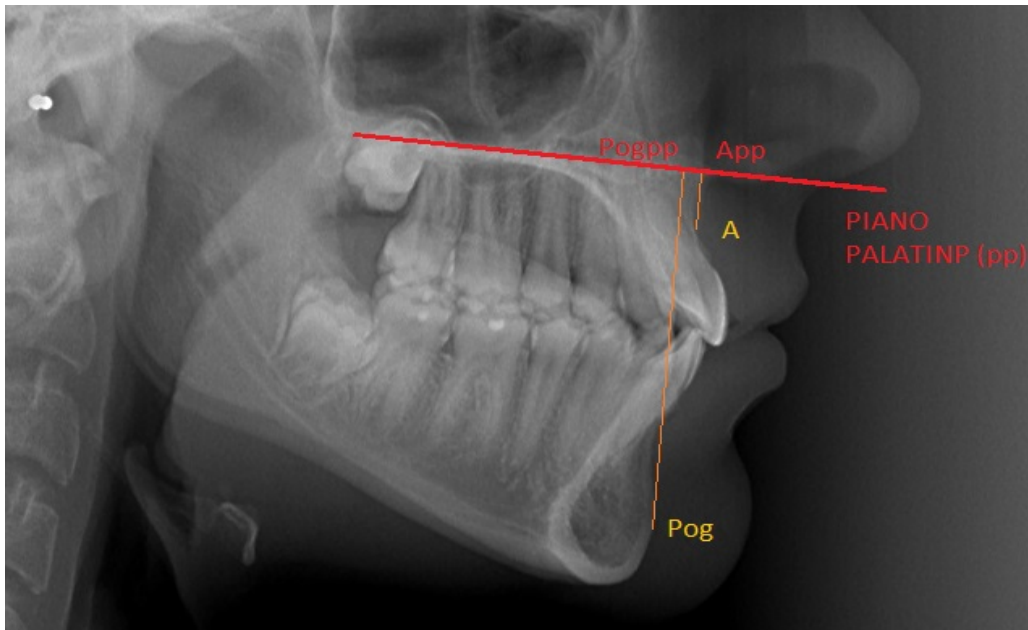
#### 4.1.4 Indice di Nanda

Nanda propose un'analisi che prevede l'utilizzo di misure lineari su un nuovo piano: il piano palatale, teso dalla spina nasale anteriore alla spina nasale posteriore. Differenti punti cefalometrici sono stati proiettati sul piano palatale e sono state calcolate le distanze lineari tra i punti d'intersezione.

- **App-Bpp:** distanza lineare tra i punti d'intersezione delle perpendicolari tese dai punti A e B sul piano palatale. Valori di App-Bpp di  $5 \pm 2$  mm indicano una I classe scheletrica, valori maggiori di sette esprimono una II classe scheletrica, valori minori di tre, indicano una III classe scheletrica (Fig. 4.5).
- **App-Pogpp:** distanza lineare tra i punti d'intersezione delle perpendicolari dei punti A e Pogonion sul piano palatale. Il valore medio registrato da Nanda fu di  $2.48 \pm 4.26$  mm. nelle femmine,  $2.41 \pm 5.40$  mm. nei maschi (Fig. 4.6).



*Fig. 4.5: Proiezione del punto A (App) e del punto B (Bpp) sul piano palatale (PP).*



*Fig. 4.6: Proiezione del punto A (App) e del punto Pog. (Pogpp) sul piano palatale (PP).*

I vantaggi dell'uso dei due parametri come riferimento nella stima delle relazioni intermascellari sono, secondo l'Autore, i seguenti :

- scelta di un piano di riferimento localizzato in prossimità delle aree prese in considerazione.
- eliminazione degli effetti della posizione del punto nasion.
- scelta di misure lineari, e non angolari, le quali risultano meno variabili e meno soggette a errori di misurazione.
- eliminazione degli effetti del movimento dentale, conseguente al trattamento o alla crescita residua, come succede per il piano oclusale.
- scarsa correlazione tra piano bispinale e angolo del piano mandibolare: ciò significa che la rotazione mascellare influisce minimamente sulle misure effettuate sul piano palatale.
- scelta di un piano di riferimento stabile, o che comunque presenti piccole variazioni nel corso della crescita.

#### 4.1.5 A-B su Francoforte.

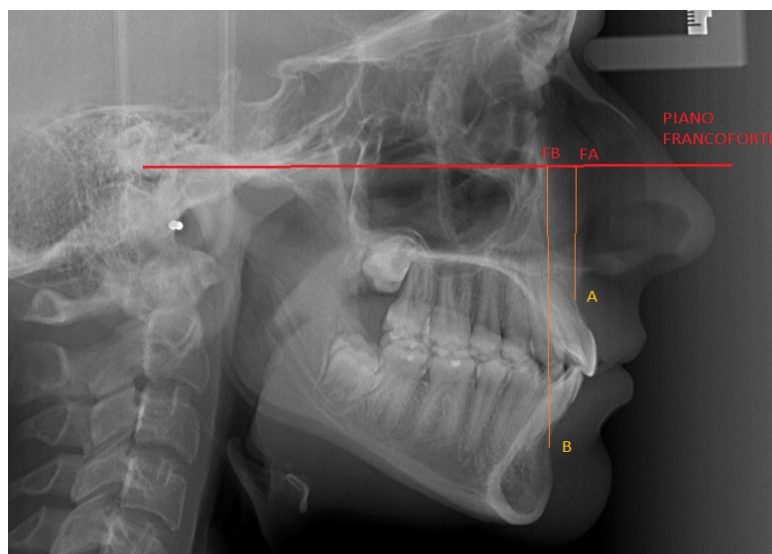
Una ulteriore metodologia per lo studio della relazione antero-posteriore dei mascellari, basata sulla valutazione lineare della distanza tra i punti A e B proiettati sul piano orizzontale di Francoforte, è stata descritta da Chang et al. nell'87. Per lo studio vennero esaminate teleradiografie in proiezione latero-laterale di cranio di 80 soggetti adulti (40 maschi e 40 femmine). Gli autori indicarono le proiezioni dei punti A e B sul piano orizzontale di Francoforte rispettivamente come AF e BF (Fig. 4.7). La distanza AF-BF venne definita positiva quando il punto AF si trova in avanti rispetto al punto BF; al contrario, la distanza AF-BF sarebbe stata negativa se il punto AF fosse situato dietro il punto BF.

Questo metodo elimina il punto nasion e non è influenzato dalla posizione dello stesso. Inoltre, il piano di Francoforte non subisce le variazioni a cui può essere soggetto il piano oclusale con conseguente influenza sulla valutazione del Wits.

Pertanto, la distanza AF-BF può essere considerata la misurazione assoluta della relazione antero-posteriore dei mascellari rispetto al piano orizzontale di Francoforte.

Gli autori conclusero che:

1. La distanza AF-BF è la misura reale della relazione antero-posteriore dei mascellari lungo il piano orizzontale di Francoforte.
2. La valutazione di Wits è una valutazione della sola relazione sagittale della dentatura lungo il piano oclusale.



*Fig. 4.7: Proiezione del punto A (FA) e del punto B (FB) sul piano Francoforte.*

## Capitolo 5

### 5.1 Analisi cefalometria ortodontica a FOV ridotto

In collaborazione con la Scuola di Specializzazione in Ortognatodonzia dell'Università degli Studi di Milano è stato elaborato un tracciato cefalometrico su CBCT a FOV ridotto, che permette di ottenere le informazioni necessarie per la diagnosi ortodontica inserendo nell'esame solo le aree di interesse al fine di ridurre al minimo la dose di radiazioni secondo i principi ALARA (as low as reasonably achievable).

Il tracciato a FOV ridotto prevede l'identificazione di 21 punti cefalometrici, 11 mediani e 5 laterali e omologhi.

#### 5.1.1 PUNTI CEFALOMETRIA A FOV RIDOTTO

- **PUNTO A (punto subspinale):** Punto di massima concavità, sulla linea mediana del piano frontale, del processo alveolare mascellare.
- **PUNTO B (punto sopramentale):** Punto di massima concavità, sulla linea mediana del piano frontale, del processo alveolare mandibolare.
- **BASION (Ba):** Punto più anteriore del grande forame occipitale (foramen magnum).
- **FA:** Proiezione del punto A sul piano orizzontale di Francoforte.
- **FB:** Proiezione del punto B sul piano orizzontale di Francoforte.
- **SPINA NASALE ANTERIORE (SNA):** Punto più prominente, sulla linea mediana, della spina nasale anteriore del mascellare.
- **SPINA NASALE POSTERIORE (SNP):** Punto medio più posteriore della spina nasale posteriore dell'osso palatino.
- **PUNTO INTERINCISIVO SUPERIORE (INI+):** Punto di contatto interprossimale tra gli incisivi centrali superiori.
- **PUNTO INTERINCISIVO INFERIORE (INI-):** Punto di contatto interprossimale tra gli incisivi centrali inferiori.

- **MENTON (Me):** Punto medio più inferiore del mento sul contorno della sinfisi mandibolare.
- **ORBITALE MEDIANO (Or Mid):** Punto medio della distanza tra orbitale destro e sinistro.
- **ORBITALE (Or D/S):** Punto più basso sul margine inferiore dell'orbita.
- **PORION (PO D/S):** Porion, il punto medio del contorno superiore del canale uditivo esterno (porion anatomico).
- **CONDILO (Cd D/S):** Punto più superiore dei condili mandibolari, valutato sia sul piano sagittale sia su quello frontale.
- **GONION (Go D/S):** Punto di massima convessità dell'angolo mandibolare, ovvero punto di incontro della retta tangente il margine posteroinferiore del corpo della mandibola con la bisettrice dell'angolo formato da due rette tracciate dal punto.
- **MASCELLARE (Mx D/S):** Punto di incontro della concavità del processo zigomatico del mascellare superiore con la linea del tuber.

### 5.1.2 DESCRIZIONE PUNTI

**PUNTO A (punto subspinale):** Punto di massima concavità, sulla linea mediana del piano frontale, del processo alveolare mascellare (Fig. 5.1)

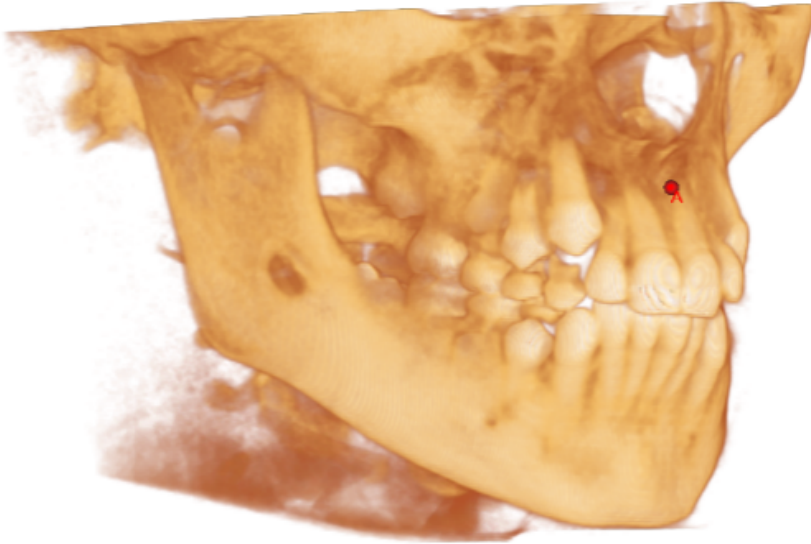


Fig. 5.1: Punto A su rendering volumetrico.

**PUNTO B (punto sopramentale):** Punto di massima concavità, sulla linea mediana del piano frontale, del processo alveolare mandibolare (Fig. 5.2).

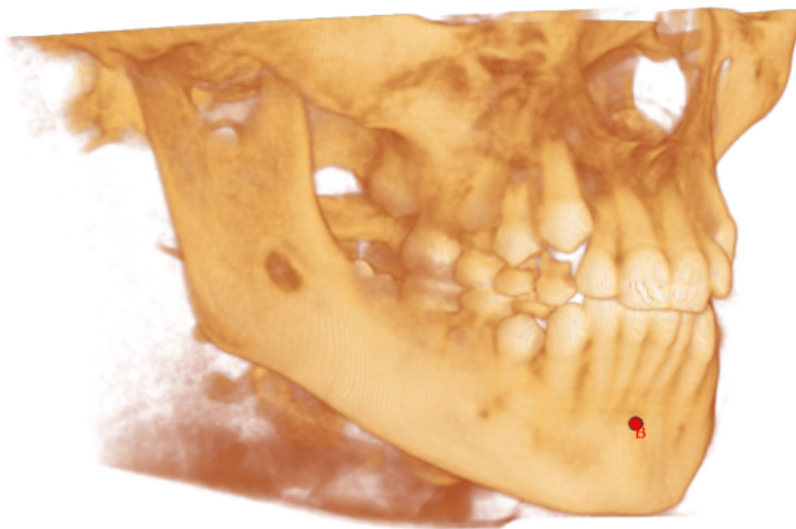


Fig. 5.2: Punto B su rendering volumetrico.

**PUNTO FA:** Proiezione del punto A sul piano orizzontale di Francoforte (Fig. 5.3).

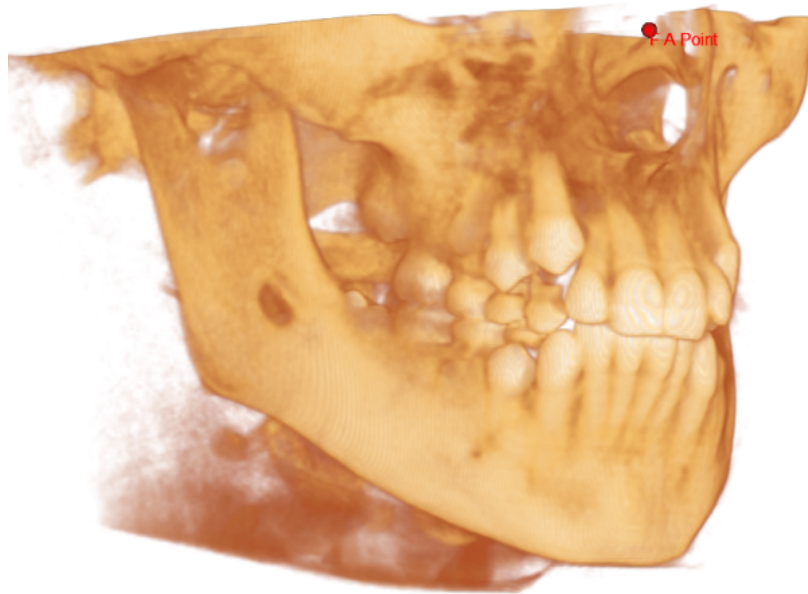


Fig. 5.3: Punto FA su rendering volumetrico

**PUNTO FB:** Proiezione del punto B sul piano orizzontale di Francoforte (Fig. 5.4).

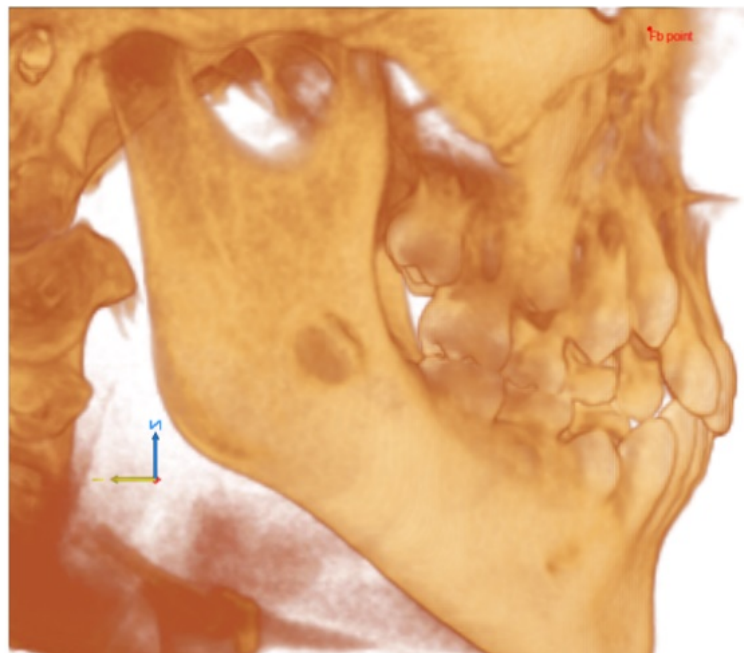


Fig. 5.4: Punto FB su rendering volumetrico.



**PUNTO BASION (Ba):** Punto più anteriore ed inferiore del grande forame occipitale (foramen magnum) (Fig.5.5).

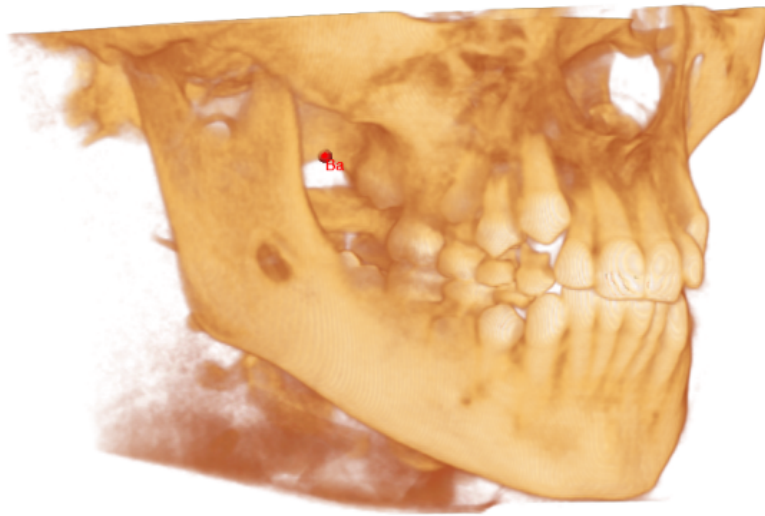


Fig. 5.5: Punto Ba su rendering volumetrico.

**PUNTO MENTON (Me):** Punto medio più inferiore del mento sul contorno della sinfisi mandibolare (Fig. 5.6).

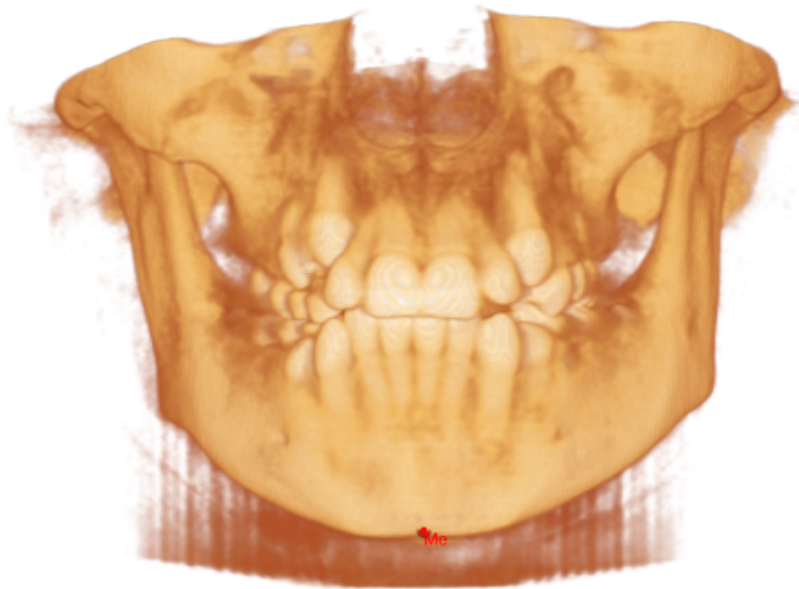


Fig. 5.6: Punto Me su rendering volumetrico.

**PUNTO SPINA NASALE ANTERIORE (SNA):** Punto più prominente, sulla linea mediana, della spina nasale anteriore del mascellare (Fig.5.7).

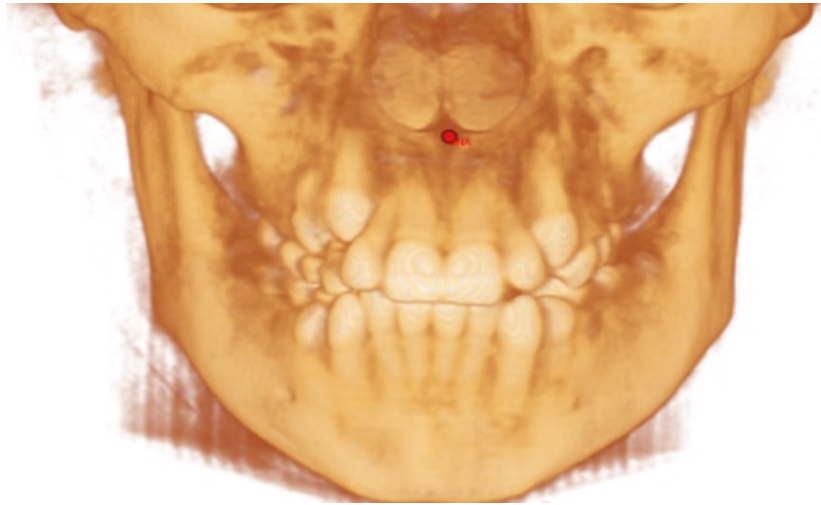


Fig. 5.7: Punto SNA su rendering volumetrico.

**PUNTO SPINA NASALE POSTERIORE (SNP):** Punto medio più posteriore della spina nasale posteriore dell'osso palatino (Fig. 5.8).

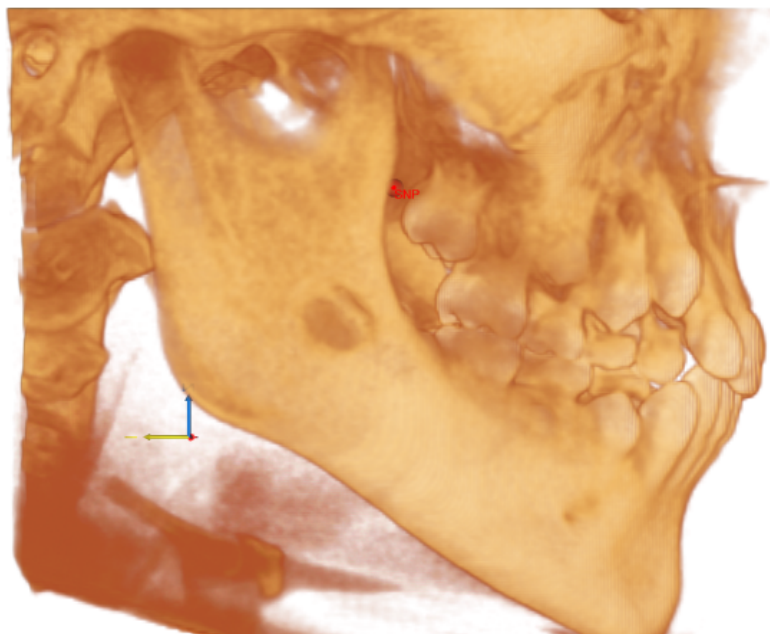


Fig. 5.8: Punto SNP su rendering volumetrico.

**PUNTO INTERINCISIVO SUPERIORE (INI+):** Punto di contatto interprossimale tra gli incisivi centrali superiori (Fig. 5.9).

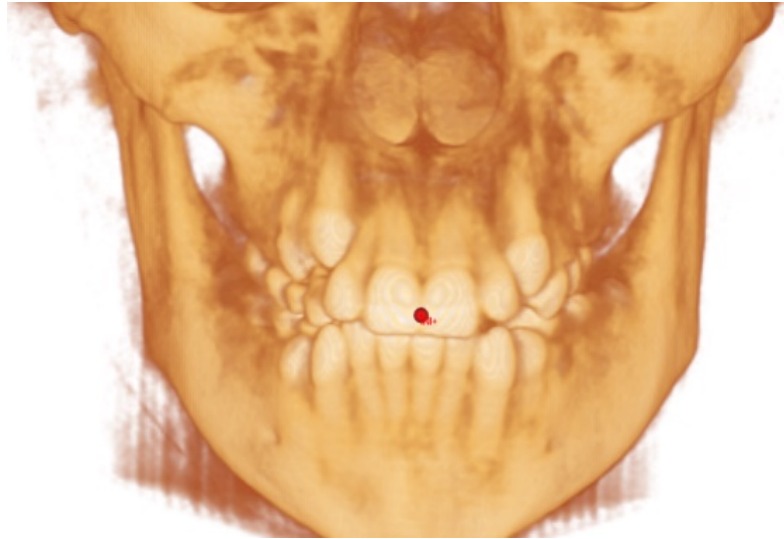


Fig. 5.9: Punto INI + su rendering volumetrico.

**PUNTO INTERINCISIVO INFERIORE (INI-):** Punto di contatto interprossimale tra gli incisivi centrali inferiori (Fig. 5.10)

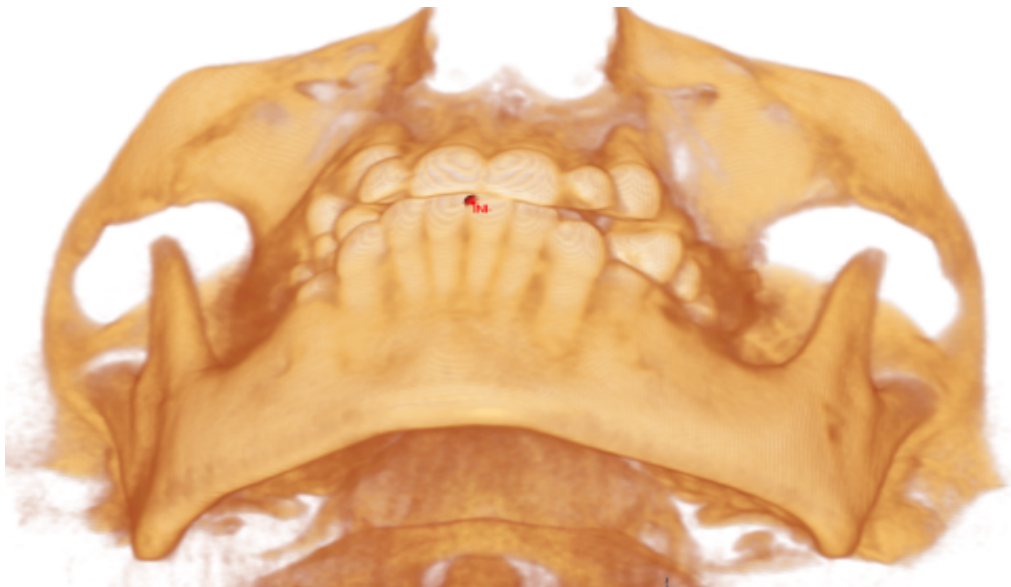


Fig. 5.10: Punto INI - su rendering volumetrico.

**PUNTO ORBITALE MEDIANO (Or Mid):** Punto medio della distanza tra il punto orbitale destro e sinistro (Fig. 5.11).

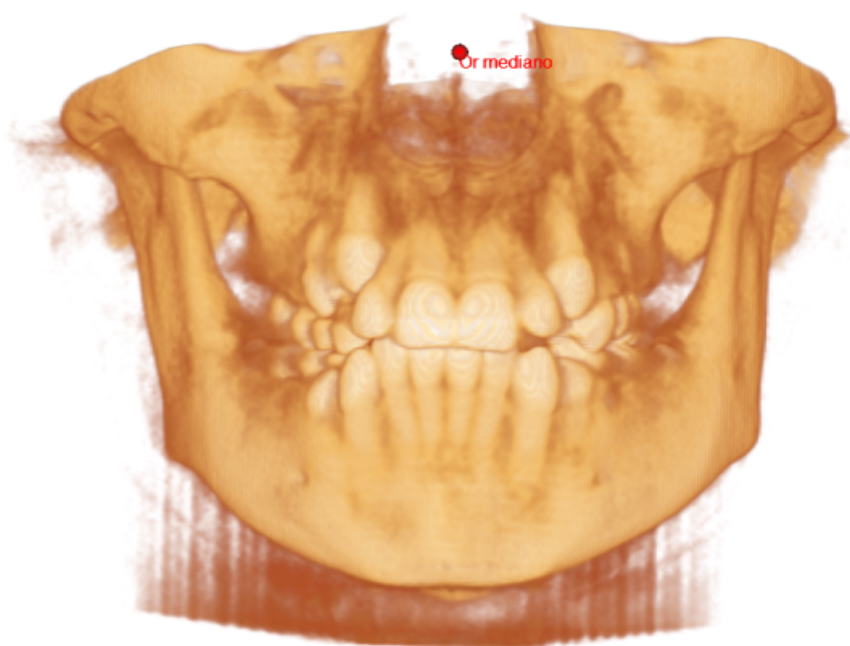


Fig. 5.11: Punto Or Mid su rendering volumetrico.

**PUNTO ORBITALE (Or D/S):** Punto più basso sul margine inferiore dell'orbita (Fig. 5.12;5.13).



Fig. 5.12: Punto Or D su rendering volumetrico.

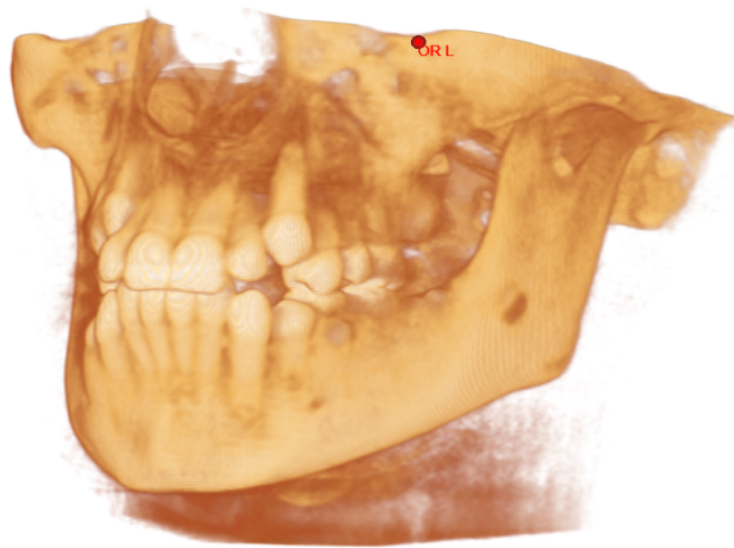


Fig. 5.13: Punto Or S su rendering volumetrico.

**PUNTO PORION (Po D/S):** Punto medio del contorno superiore del condotto uditivo esterno (porion anatomico) (Fig.5.14;5.15).

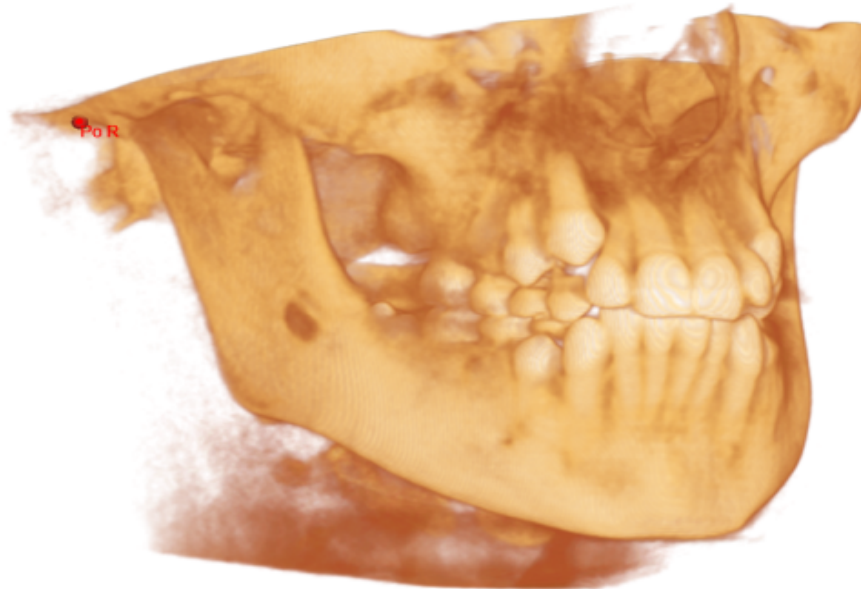


Fig. 5.14: Punto Po D su rendering volumetrico,

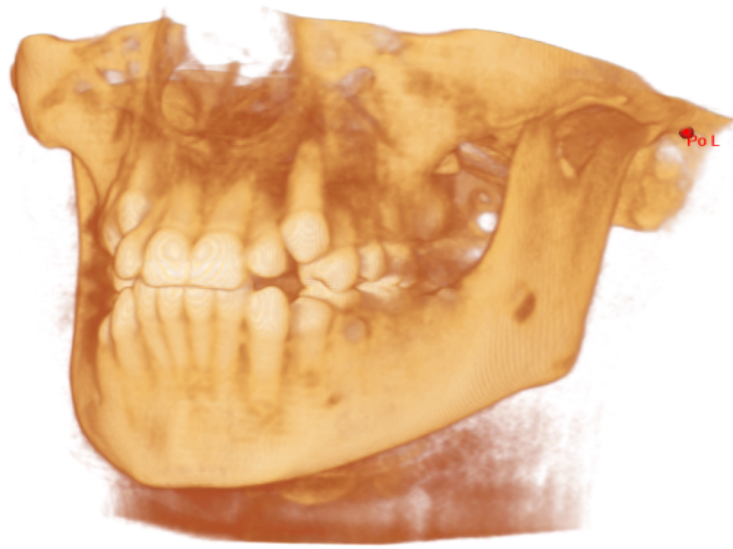


Fig. 5.15: Punto Po S su rendering volumetrico.

**PUNTO CONDILO (Cd D/S):** Punto più superiore dei condili mandibolari, valutato sia sul piano sagittale sia su quello frontale (Fig. 5.16;5.17)

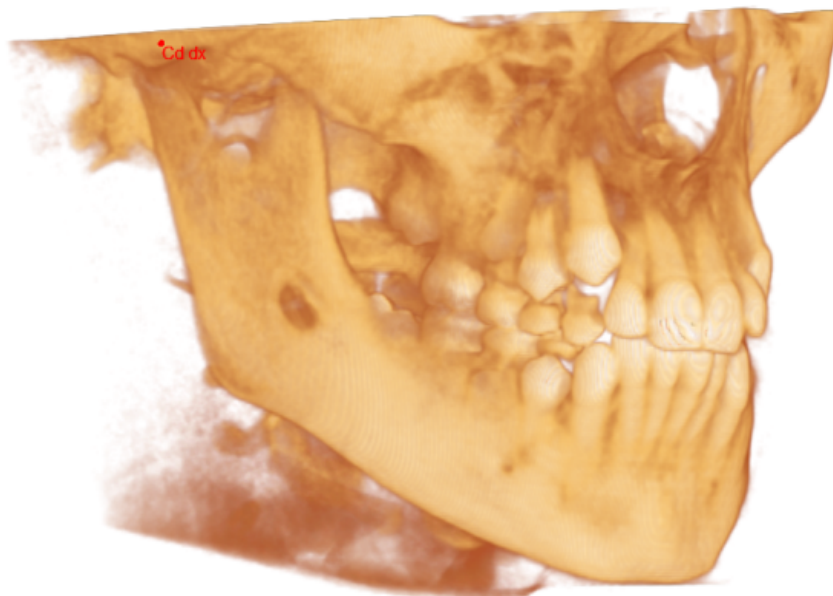


Fig. 5.16: Punto Cd D su rendering volumetrico.

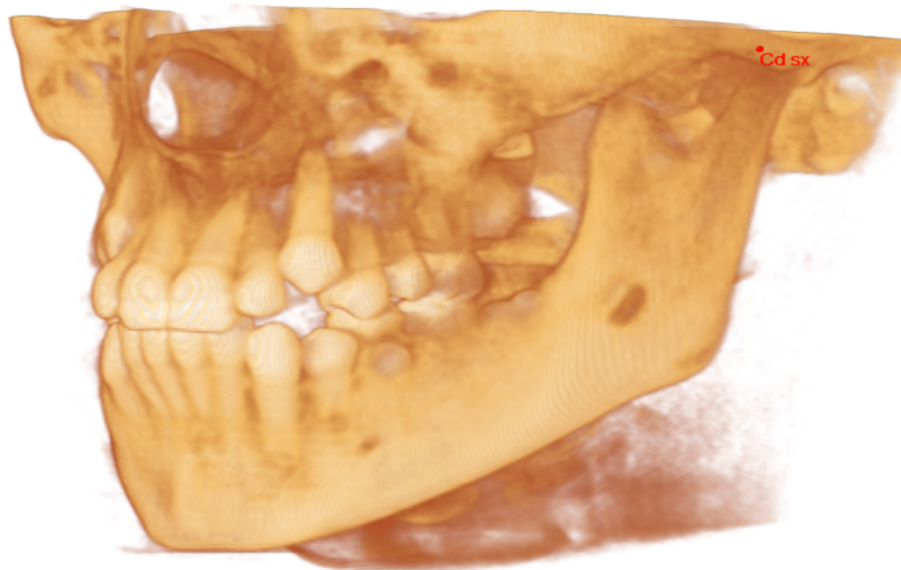


Fig. 5.17: Punto Cd S su rendering volumetrico.

**PUNTO GONION (Go D/S):** Punto di massima convessità dell'angolo mandibolare, ovvero punto geometrico costruito in corrispondenza del punto di incontro della tangente alla branca ascendente della mandibola (passante per il punto condilo) con il piano della mandibola (piano tangente al bordo inferiore passante per il punto mento) (Fig. 5.18; 5.19).

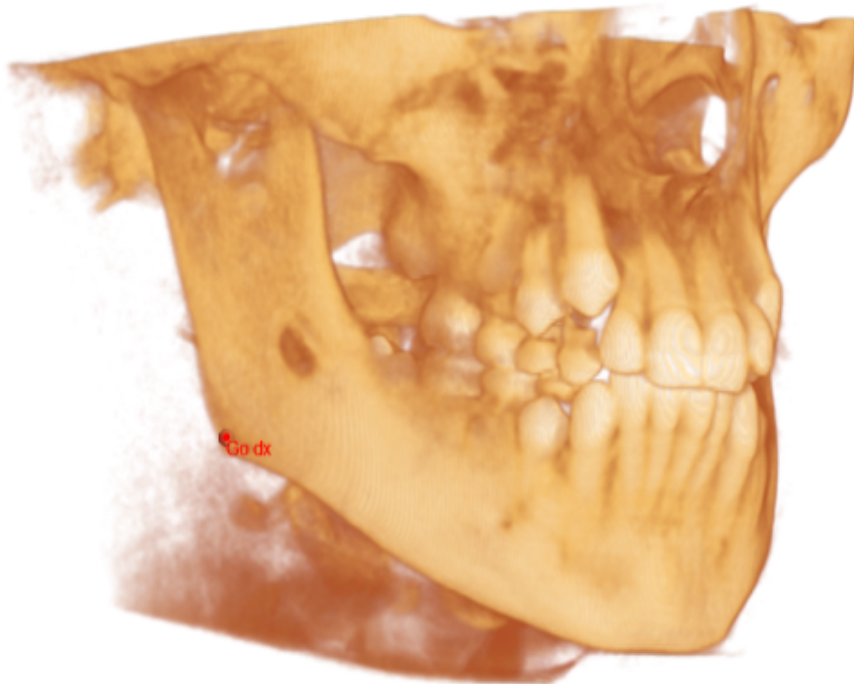


Fig. 5.18: Punto Go D su rendering volumetrico.



Fig. 5.19: Punto Go S su rendering volumetrico.

**MASCELLARE (Mx D/S):** Punto di incontro della concavità del processo zigomatico del mascellare superiore con la linea del tuber (Fig.5.20; 5.21).



Fig. 5.20: Punto Mx D su rendering volumetrico.



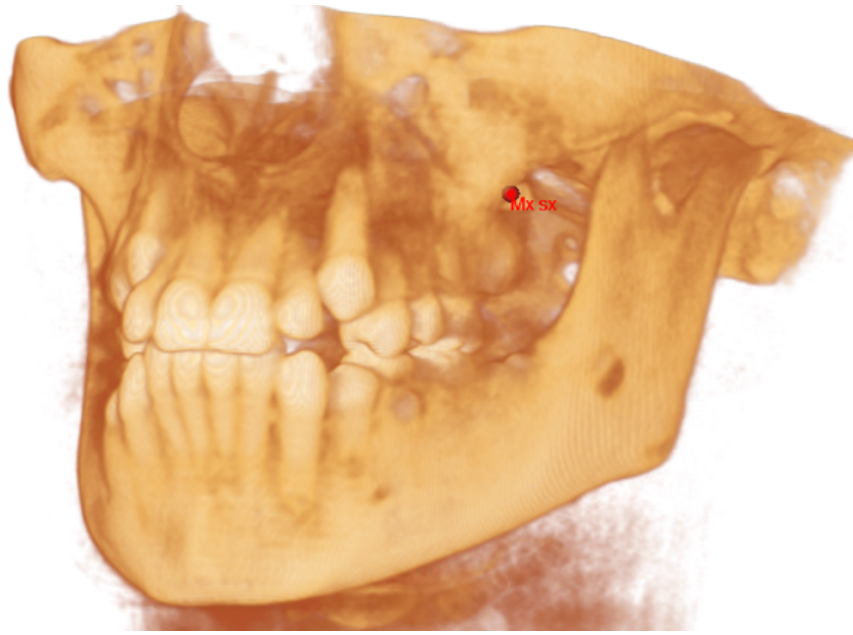


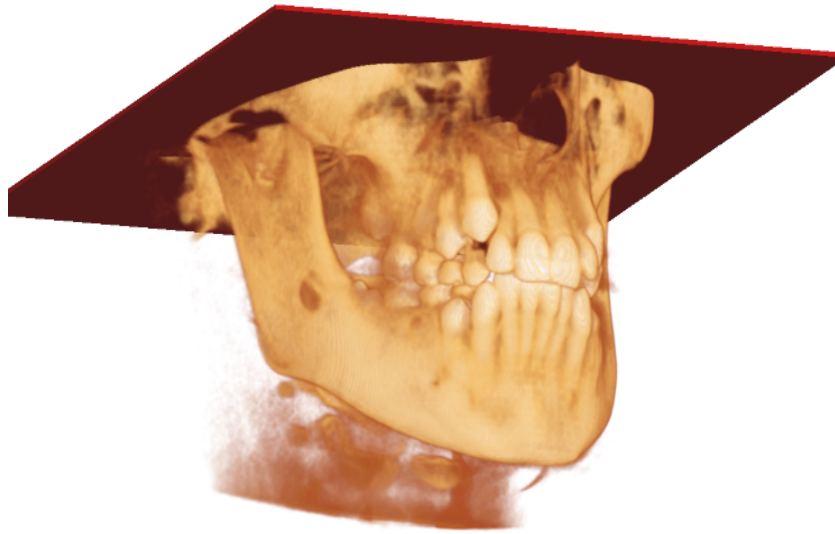
Fig. 5.21: Punto Mx S su rendering volumetrico.

## **DEFINIZIONE DEI PIANI DI RIFERIMENTO**

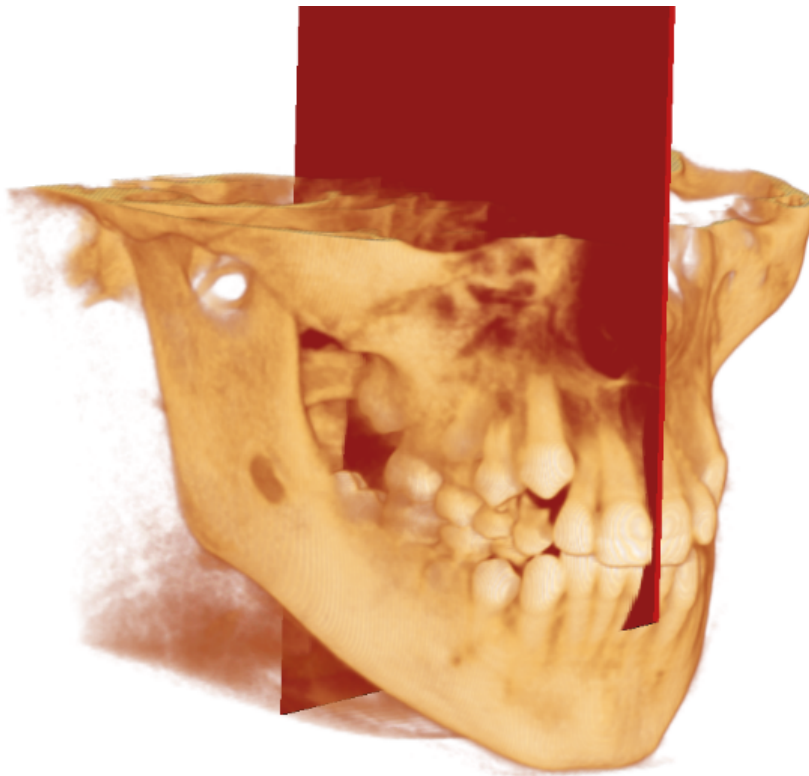
Prima della identificazione dei punti, per ottenere la posizione x, y, z di ciascun punto del cranio, la posizione del mascellare superiore e della mandibola nello spazio tridimensionale sono state determinate valutando i seguenti tre piani di riferimento.

- **PIANO DI FRANCOFORTE:** Piano di Francoforte (Fh), passante per i punti Porion destro e sinistro e Orbitale Mediano; si estende anteriormente dal bordo superiore del canale uditivo esterno (Porion) al margine superiore del bordo orbitale inferiore (Orbitale) (Fig. 5.22);
- **PIANO SAGITTALE MEDIANO:** Piano passante per i punti Basion e Orbitale Mediano, perpendicolare al piano di Francoforte (Fig. 5.23);
- **PIANO CORONALE:** Piano perpendicolare ai precedenti, passante per il punto Basion (fig. 5.24).

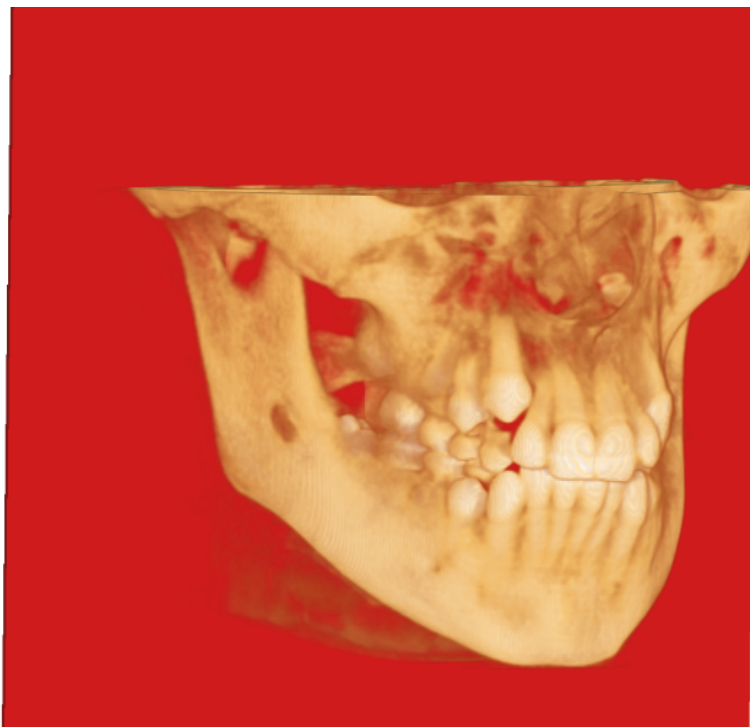
Questo sistema di riferimento si è dimostrato ripetibile e non è influenzato dal cambiamento nella posizione dei punti cranici a causa della crescita. I punti di riferimento vengono identificati inizialmente in una sola sezione (coronale, assiale o sagittale) successivamente la posizione di ciascun punto viene confermata nelle altre due sezioni. La posizione di ogni punto viene infine verificata anche sul rendering volumetrico 3D generato dal programma.



*Fig. 5.22: Piano di Francoforte.*



*Fig. 5.23: Piano Sagittale Mediano.*



*Fig. 5.24: Piano Coronale.*

### **Misurazioni Sagittali, Verticali, Trasversali**

Valori cefalometrici lineari e angolari sono stati studiati sulle indagini a FOV ridotto e confrontati con quelli ottenuti tramite l'analisi cefalometrica 2D. Questo studio presenta un nuovo approccio semplificato per la diagnosi 3D tramite CBCT a FOV ridotto, consentendo di individuare velocemente le principali anomalie morfologiche attraverso la valutazione di pochi punti di riferimento dalle quali ottenere misurazioni di tipo lineare e angolare, sul piano sagittale, verticale e trasverso.

### **MISURAZIONI LINEARI SAGITTALI**

1. FA-FB
2. Go dx-Me
3. Go sx-Me
4. SNP-A

### **MISURAZIONI LINEARI VERTICALI**

1. Me- Piano Francoforte
2. SNA- Piano Francoforte
3. SNA-Me
4. Go dx- Piano Francoforte
5. Go sx- Piano Francoforte
6. Cd dx-Go dx
7. Cd sx-Go sx

### **MISURAZIONI TRASVERSALI**

1. Cd dx-Piano Sagittale
2. Cd sx-Piano Sagittale
3. Mx dx-Piano Sagittale
4. Mx sx-Piano Sagittale
5. Go dx-Piano Sagittale
6. Go sx-Piano Sagittale
7. INI+ -Piano Sagittale
8. INI- -Piano Sagittale

### **MISURAZIONI ANGOLARI**

1. Piano Francoforte - SNP-A
2. Piano Francoforte – Go dx-Me
3. Piano Francoforte – Go sx-Me
4. SNP-A - Go dx-Me
5. SNP-A - Go sx-Me
6. Cd dx-Go dx-Me
7. Cd sx-Go sx-Me

## MISURAZIONI LINEARI

**DISTANZA FA-FB:** Distanza tra la proiezione dei punti subspinale (A) e sopramentale (B) sul piano di Francoforte (Fig. 5.25).

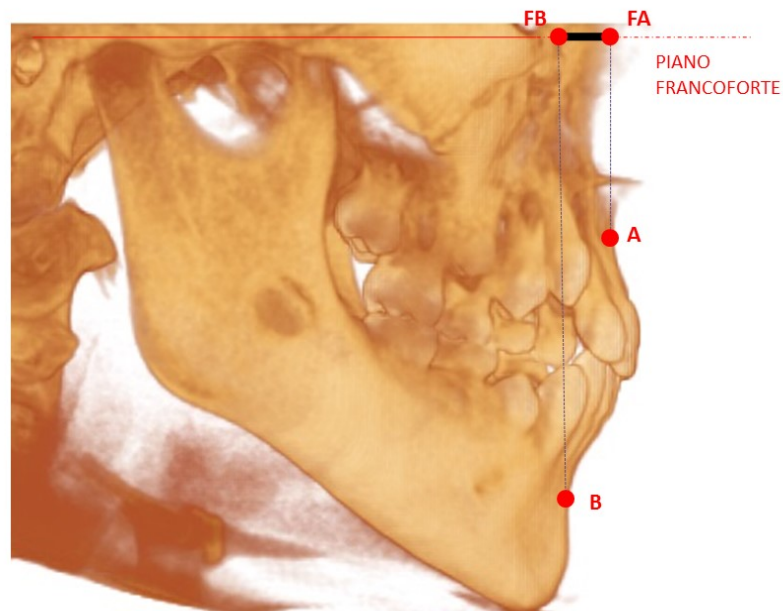
Indica la relazione antero-posteriore tra il mascellare superiore e la mandibola, ovvero la classe scheletrica (I, II, III classe).

**Valore normale:**

**FA-FB:  $(2,5 \pm 2,5)$  mm, indica una I classe scheletrica.**

Valori aumentati, indicano una II classe scheletrica.

Valori diminuiti, indicano una III classe scheletrica.



*Fig. 5.25: DISTANZA FA-FB  $(2,5 \pm 2,5)$  mm.*

**LUNGHEZZA DEL CORPO MANDIBOLARE (Go D/S - Me):** Distanza tra i punti goniaci destro e sinistro (Punti Go D/S) e il punto Menton (Me) (Fig. 5.26; 5.27). Indicano la lunghezza del corpo mandibolare destro e sinistro.

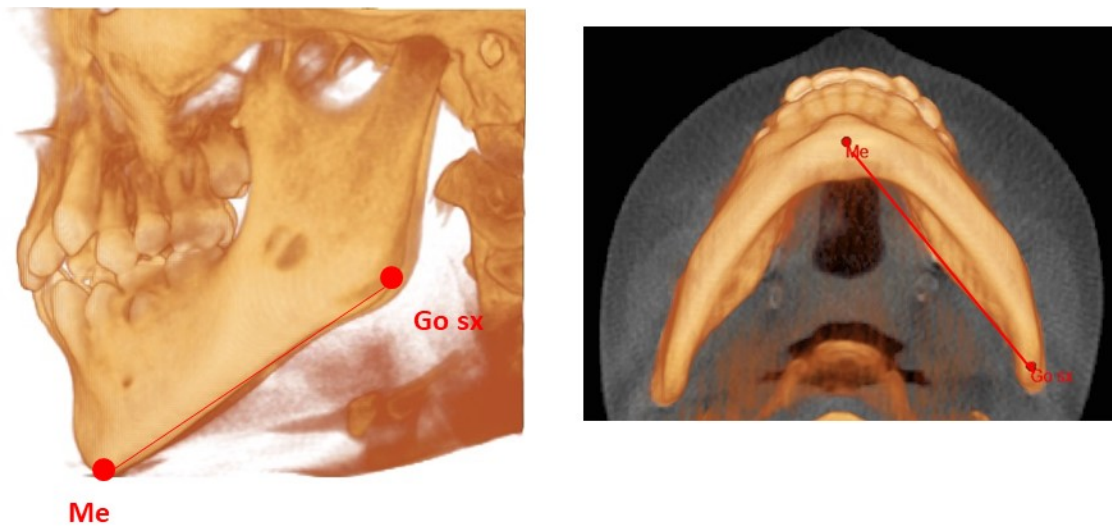
**Valore normale:**

**Go D – Me: (76 ± 5) mm      Go S – Me: (77 ± 5) mm**

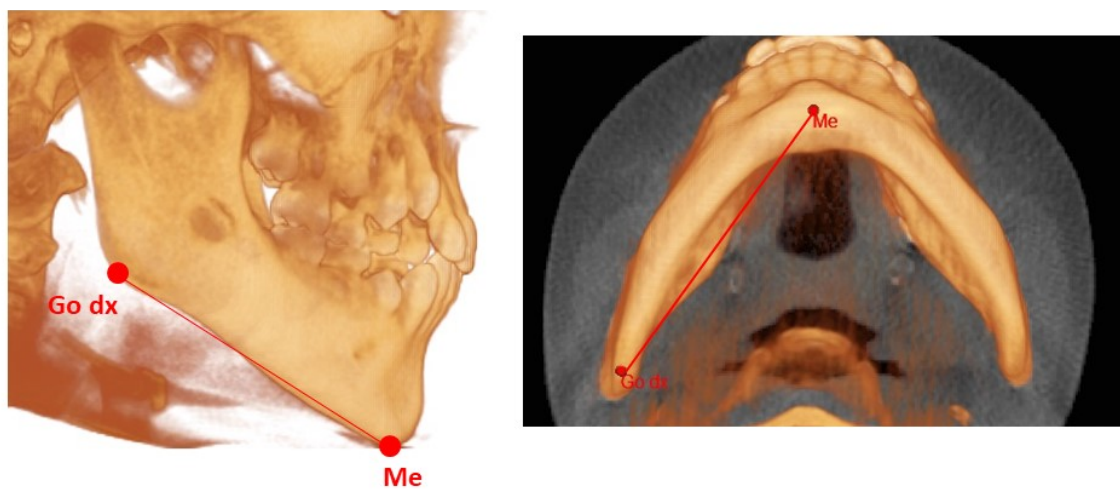
Valori aumentati, indicano un ipersviluppo mandibolare.

Valori diminuiti, indicano un iposviluppo mandibolare.

Il confronto tra le due lunghezze controlaterali fornisce indicazioni circa eventuali asimmetrie mandibolari che possono influenzare i rapporti scheletrici antero-posteriori.



*Fig. 5.26: Go D – Me (76 ± 5) mm*



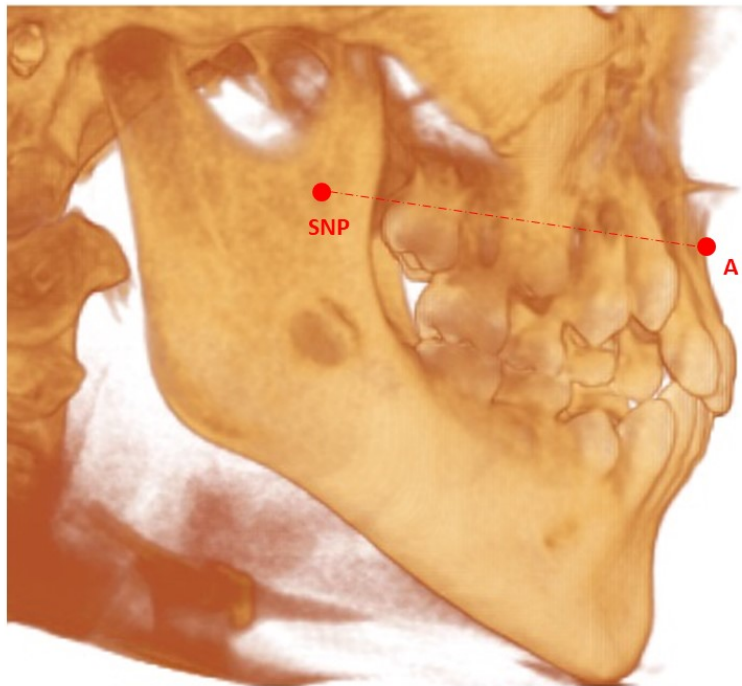
*Fig. 5.27: Go S – Me (77 ± 5) mm*

**LUNGHEZZA MASCELLARE SUPERIORE (SNP-A):** Distanza tra la spina nasale posteriore (SNP) e il Punto A. Indica la lunghezza mascellare (Fig. 5.28; 5.29). Un aumento o una diminuzione della lunghezza del mascellare superiore incidono sul rapporto antero-posteriore tra le basi scheletriche.

**Valore normale: SNP-A ( $44 \pm 3$ ) mm.**

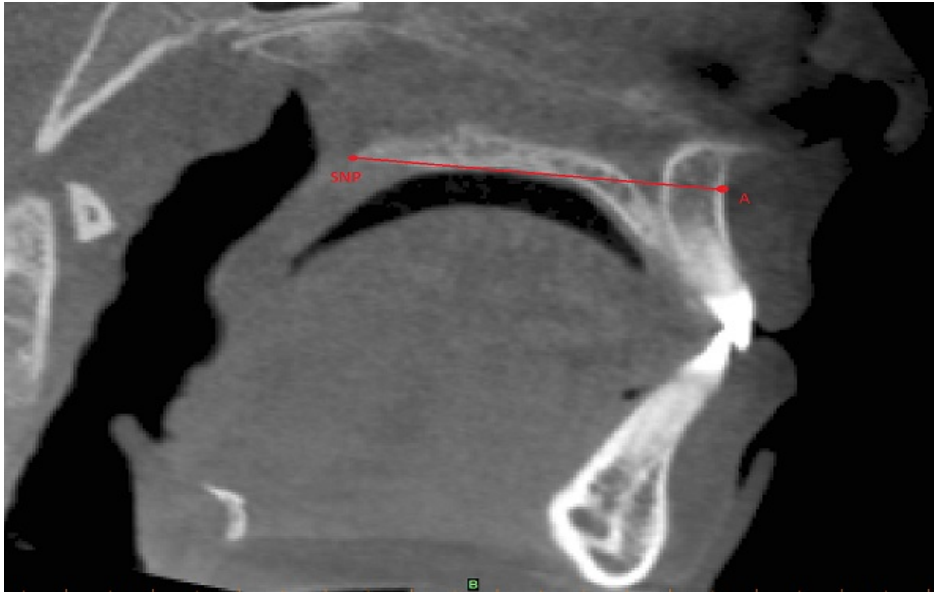
Valori aumentati, indicano un ipersviluppo mascellare.

Valori diminuiti, indicano un iposviluppo mascellare.



*Fig. 5.28: SNP - A ( $44 \pm 3$ ) mm*

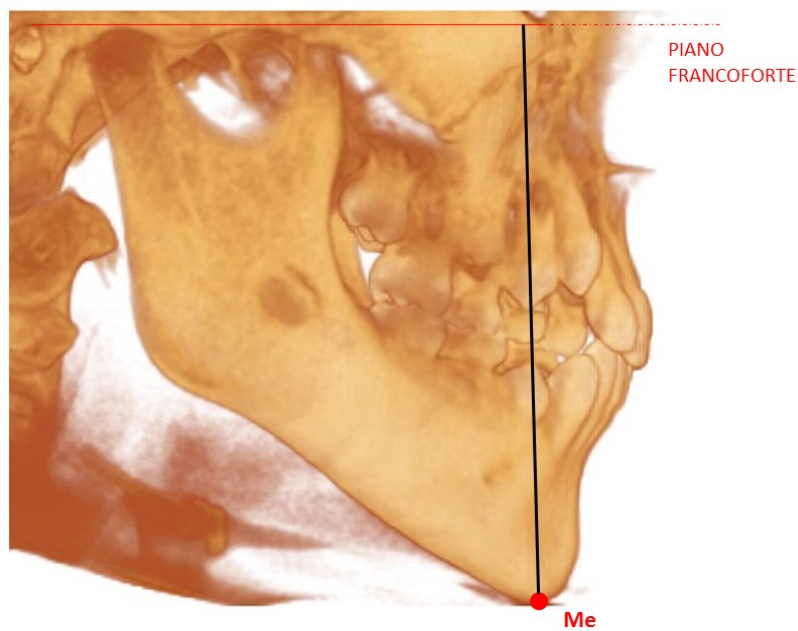




*Fig. 5.29: SNP - A ( $44 \pm 3$ ) mm*

**ALTEZZA FACCIALE ANTERIORE TOTALE:** Distanza dal piano di Francoforte del punto Menton (Me) (Fig. 5.30). Indica il valore della dimensione verticale anteriore totale.

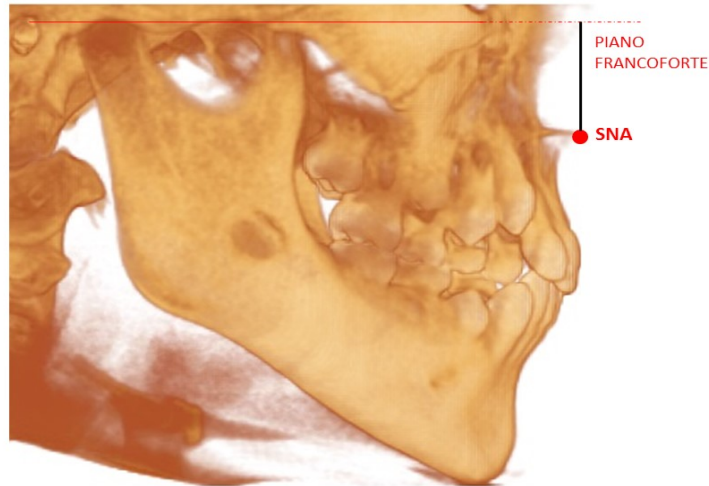
**Valore normale ( $84 \pm 9$ ) mm.**



*Fig. 5.30: Piano di Francoforte - Me ( $84 \pm 9$ ) mm.*

**ALTEZZA FACCIALE ANTERIORE SUPERIORE:** Distanza dal piano di Francoforte del punto Spina Nasale Anteriore (SNA) (Fig. 5.31). Indica il valore della dimensione verticale anteriore superiore.

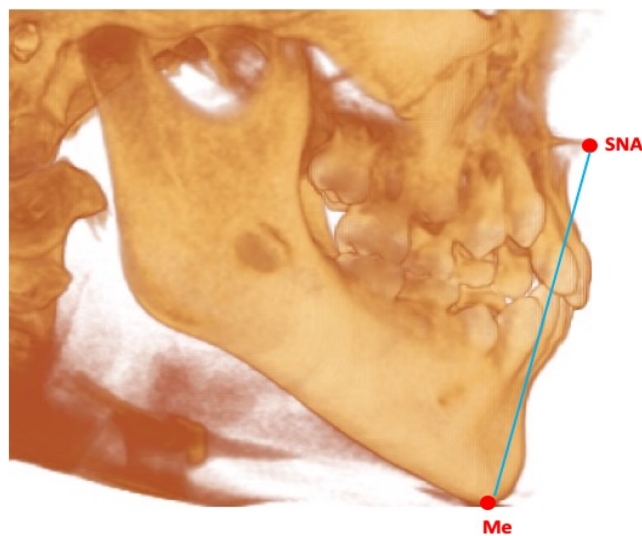
**Valore normale ( $25 \pm 4$ ) mm.**



*Fig. 5.31: Piano di Francoforte – SNA ( $25 \pm 4$ ) mm.*

**ALTEZZA FACCIALE ANTERIORE INFERIORE (SNA - Me):** Distanza tra il punto Spina Nasale Anteriore (SNA) e il punto Menton (Me) (Fig. 5.32). Indica il valore della dimensione verticale anteriore inferiore.

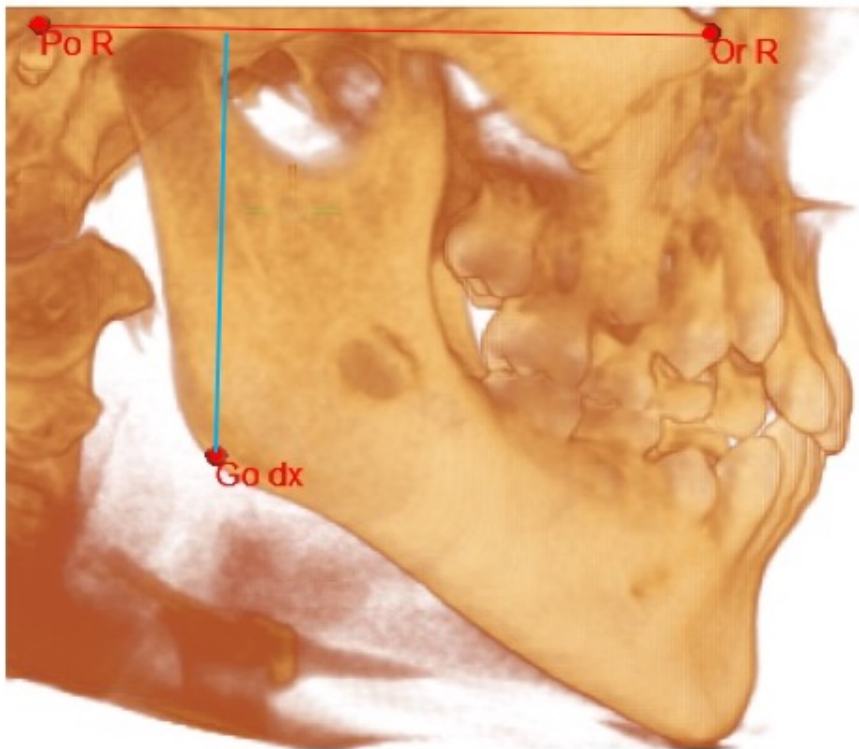
**Valore normale ( $59 \pm 5$ ) mm.**



*Fig. 5.32: Piano di Francoforte – Me ( $59 \pm 5$ ) mm.*

**ALTEZZA FACCIALE POSTERIORE (Go D/S - Piano di Francoforte):** Distanza dal piano di Francoforte dei punti goniaci destro e sinistro (Go D/S) (Fig. 5.33; 5.34). Indicano il valore della dimensione verticale posteriore. Il confronto tra altezza verticale anteriore totale e posteriore definisce le condizioni di normovertebite, open-bite o deep-bite scheletrico.

**Valore normale ( $42 \pm 6$ ) mm.**



*Fig. 5.33: Go D - Piano di Francoforte ( $42 \pm 6$ ) mm.*

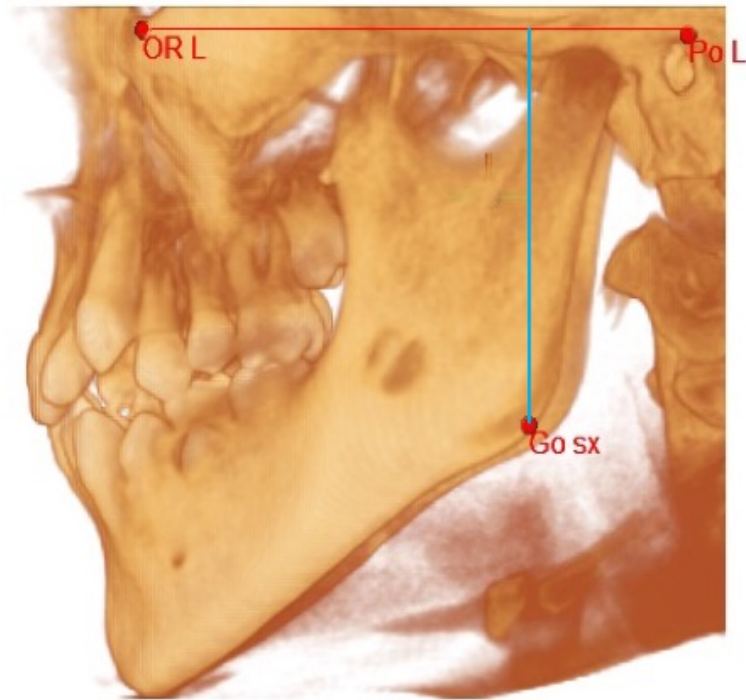


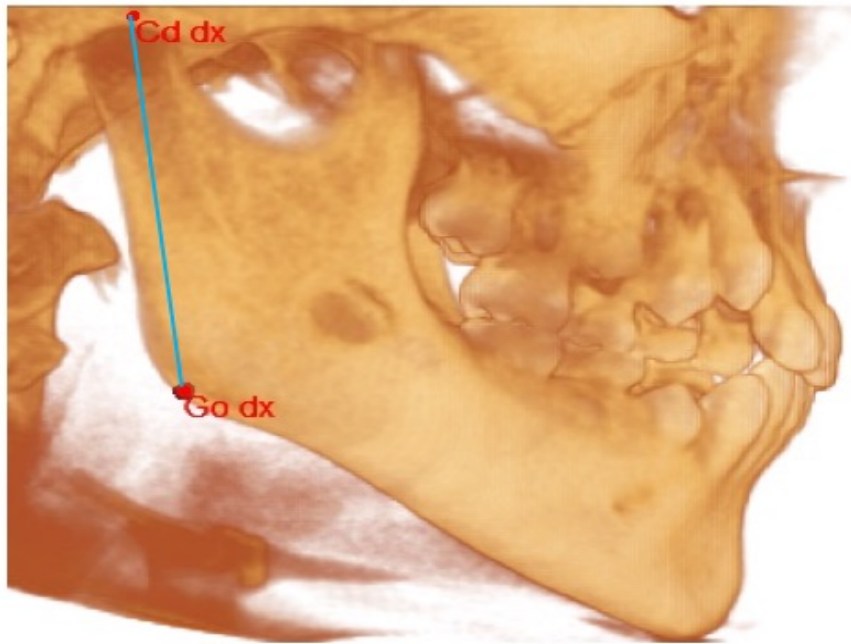
Fig. 5.34: Go S - Piano di Francoforte ( $42 \pm 6$ ) mm.

**ALTEZZA DEL RAMO MANDIBOLARE (Cd D/S - Go D/S):** Distanza tra i punti condilari destro e sinistro (Cd D/S) e i punti goniaci destro e sinistro (Go D/S) (Fig. 5.35; 5,36). Differenze significative tra le misurazioni omologhe indicano la presenza di un'asimmetria dei rami mandibolari.

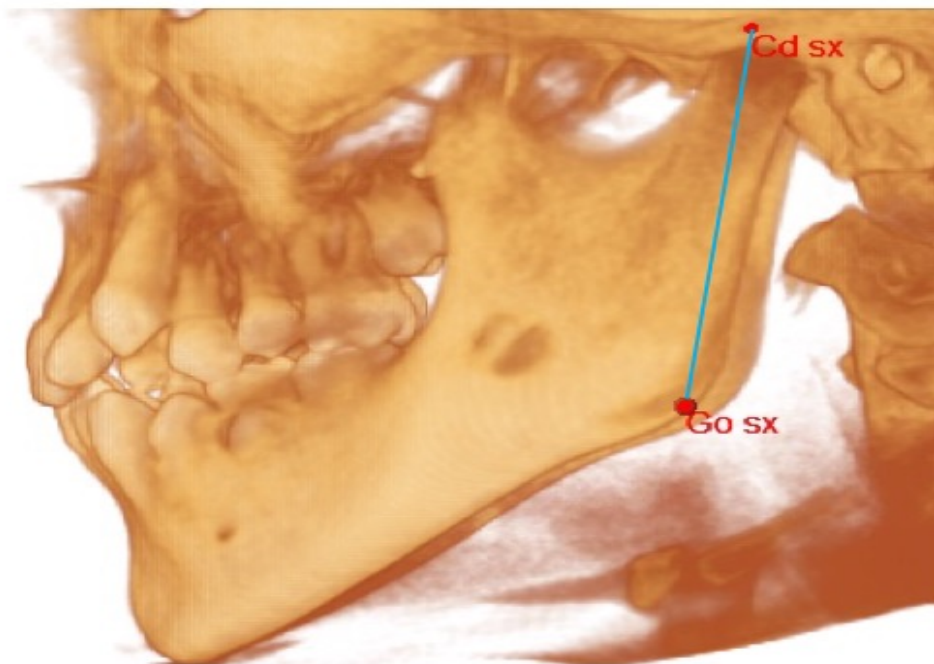
**Valore normale ( $50 \pm 9$ ) mm.**

Valori aumentati, indicano un ipersviluppo del ramo mandibolare. Si associano più frequentemente a rapporti di classe III.

Valori diminuiti, indicano un iposviluppo del ramo mandibolare. Valori diminuiti associati a un aumento dell'angolo goniaco indicano un pattern di crescita in di III classe long face.



*Fig. 5.35: Cd D - Go D ( $50 \pm 9$ ) mm.*



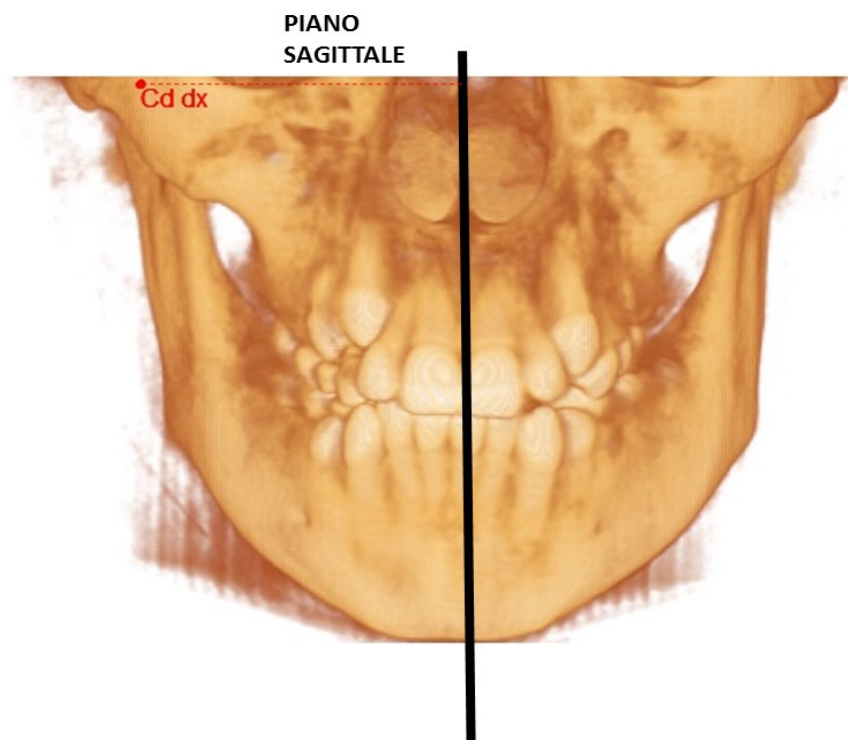
*Fig. 5.36: Cd S - Go S ( $50 \pm 9$ ) mm.*

**DISTANZA CONDILARE (Cd D/S - Piano Sag):** Distanza dal piano sagittale mediano dei punti condilari destro e sinistro (Cd D/S) (Fig. 5.37; 5.38). Differenze significative tra le misurazioni omologhe indicano la presenza di una dismetria dei rami mandibolari. Valori alterati in senso verticale indicano dismetria in senso cranio-caudale per valori diversi da  $(0 \pm 2)$  mm.

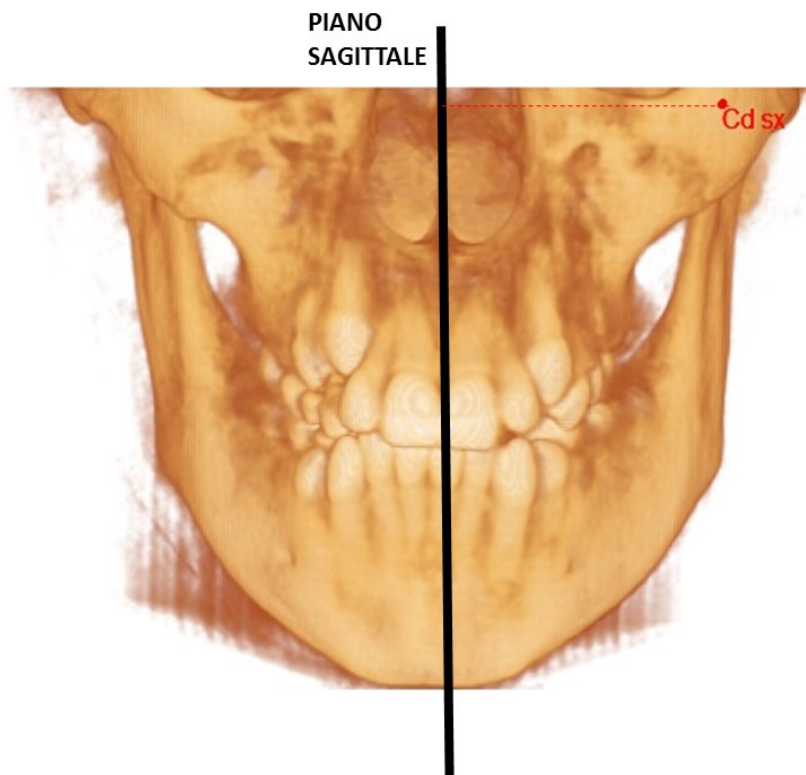
**Valore normale:**

**Cd - Go D:  $(50 \pm 9)$  mm**

**Cd - Go S:  $(50 \pm 9)$  mm**



*Fig. 5.37: Cd D - Piano Sag  $(50 \pm 9)$  mm.*



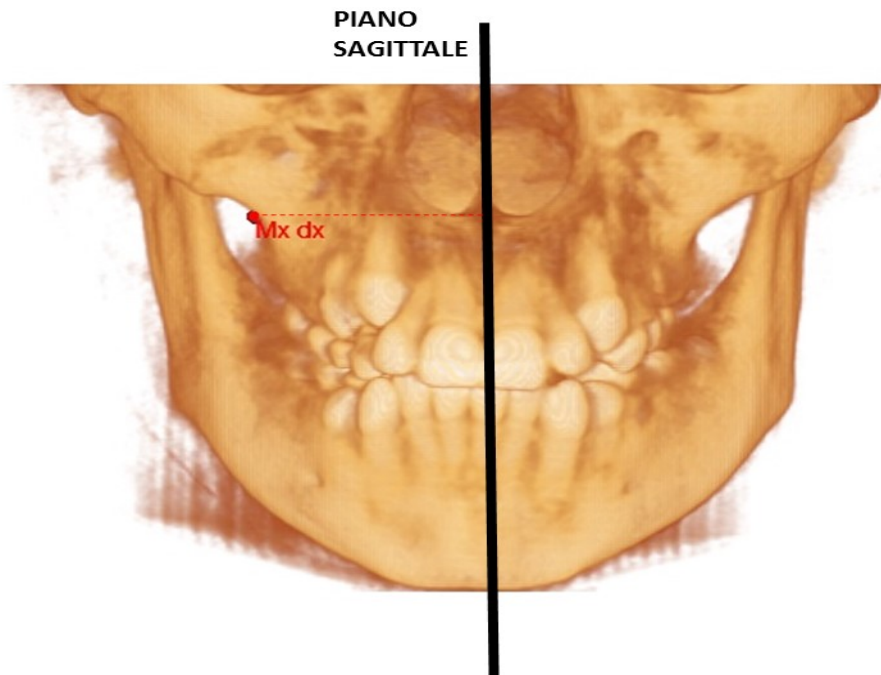
*Fig. 5.38: Cd S - Piano Sag ( $50 \pm 9$ ) mm.*

**AMPIEZZA MASCELLARE SUPERIORE (Mx D/S - Piano Sag):** Distanza dal piano sagittale mediano dei punti maxillari destro e sinistro (Mx D/S) (Fig. 5.39; 5.40). Differenze di valori indicano una dimetria dei due mascellari. Valori alterati in senso verticale indicano dismetria in senso cranio-caudale per valori diversi da ( $0 \pm 2$ ) mm.

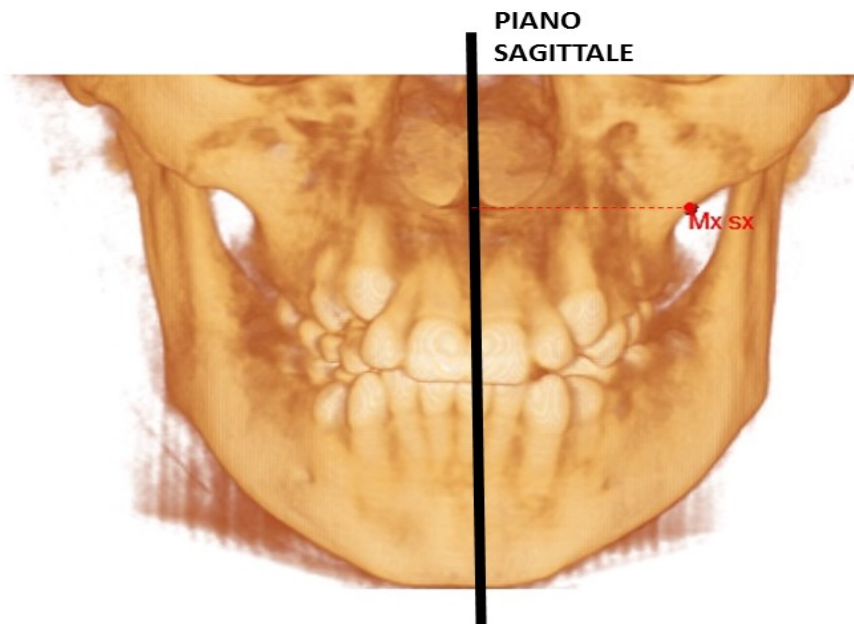
**Valore normale**

**Mx D - Piano Sag: ( $28,5 \pm 2$ ) mm**

**Mx S - Piano Sag: ( $28,5 \pm 2$ ) mm**



*Fig. 5.39: Mx D - Piano Sag ( $28,5 \pm 2$ ) mm.*



*Fig. 5.40: Mx S - Piano Sag ( $28,5 \pm 2$ ) mm.*

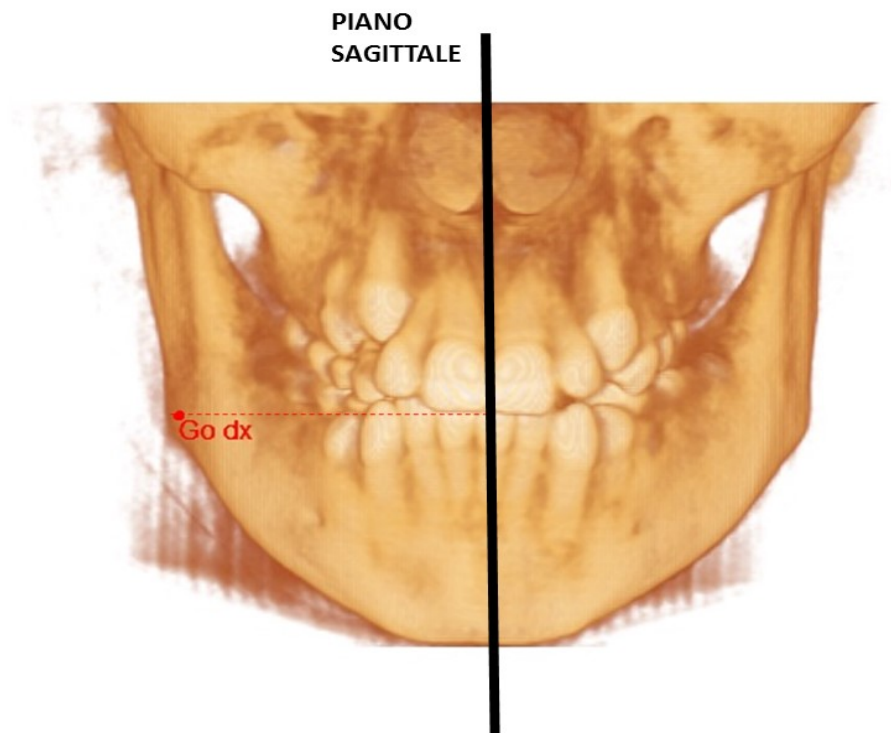


**DISTANZA BIGONIACA (Go D/S - Piano Sag):** Distanza dal piano sagittale mediano dei punti goniaci destro e sinistro (Go D/S) (Fig. 5.41; 5.42). Valori differenti, tra lato destro e sinistro indicano una dismetria condilare. Valori alterati in senso verticale indicano dismetria in senso cranio-caudale per valori diversi da  $(0 \pm 2)$  mm.

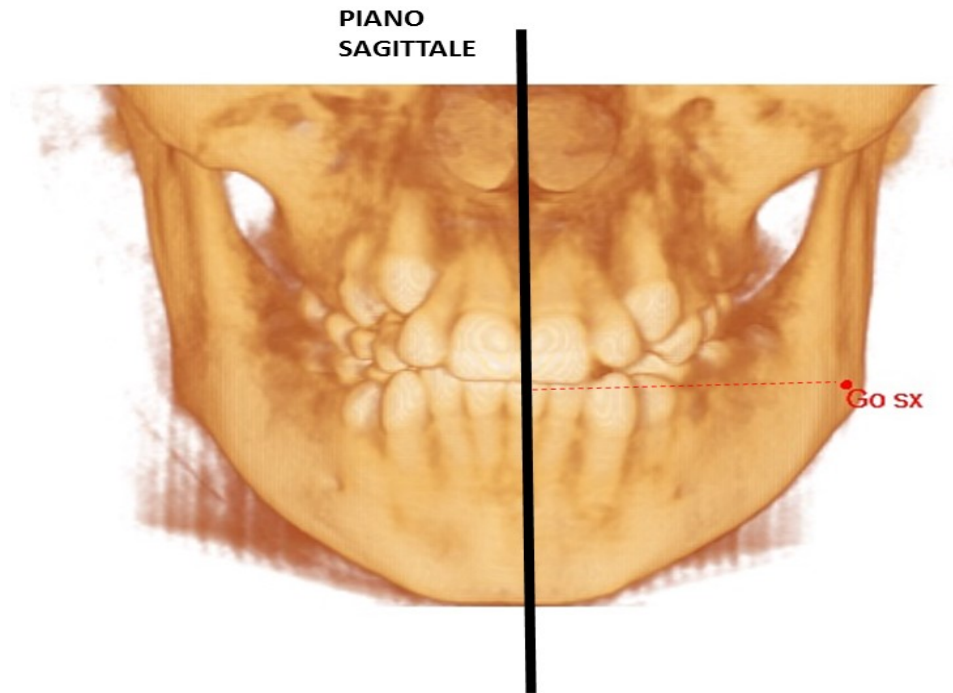
**Valore normale**

**Go D - Piano Sag:  $(41 \pm 4)$  mm**

**Go S - Piano Sag:  $(41 \pm 4)$  mm**



*Fig. 5.41: Go D - Piano Sag  $(41 \pm 4)$  mm.*



*Fig. 5.42: Go S - Piano Sag ( $41 \pm 4$ ) mm.*

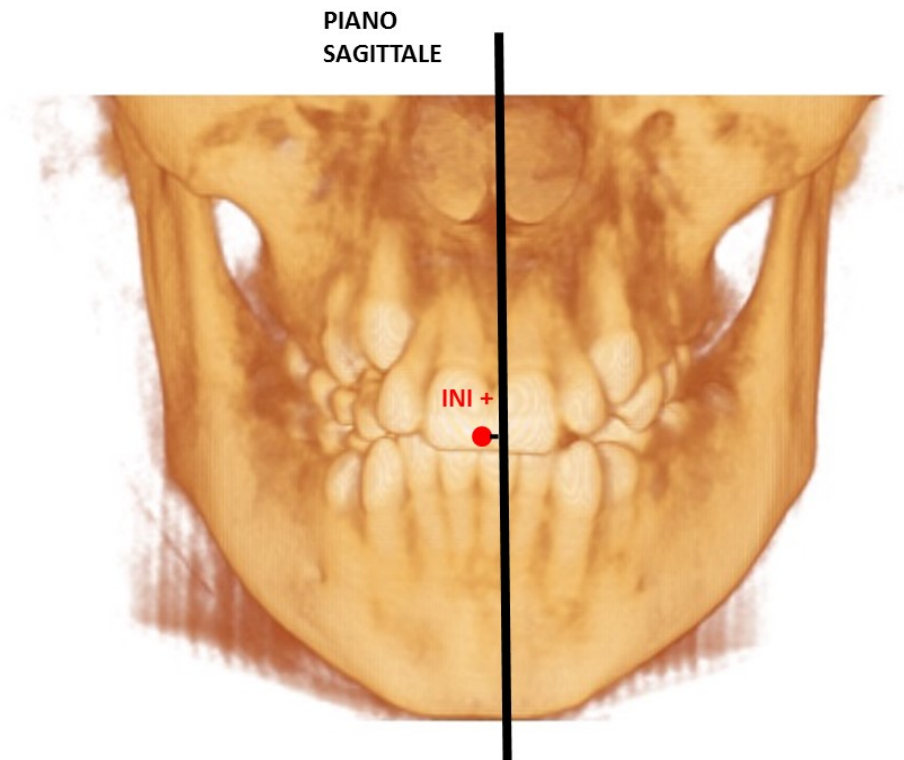
**MISURAZIONI DI SIMMETRIA DENTALE SUPERIORE (INI+ - Piano Sag):**

Distanza dal piano sagittale mediano del Punto interincisivo superiore (INI+) (Fig. 5.43).

**Valore normale:**

**INI+ - Piano Sag: ( $2 \pm 2$ ) mm**

Valori aumentati o diminuiti rappresentano una deviazione della linea mediana dell'arcata dentale superiore.



*Fig. 5.43: INI+ - Piano Sag ( $2 \pm 2$ ) mm.*

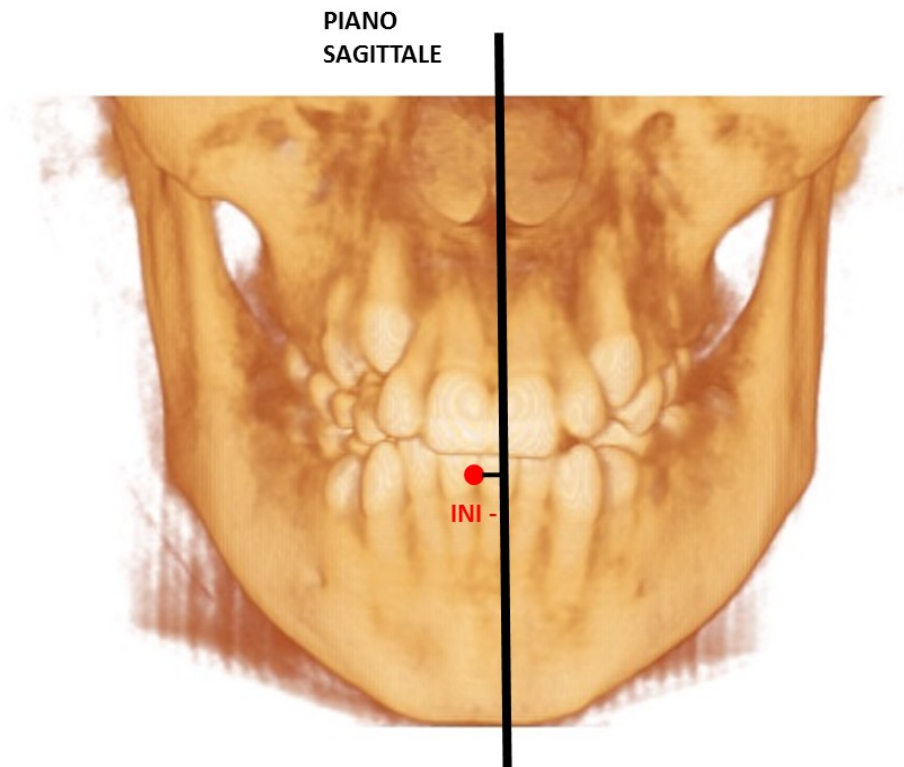
**MISURAZIONI DI SIMMETRIA DENTALE INFERIORE (INI- - Piano Sag):**

Distanza dal piano sagittale mediano del punto interincisivo inferiore (INI-) (Fig. 5.44).

**Valori normali:**

**INI- - Piano Sag: ( $2 \pm 2$ ) mm**

Valori aumentati o diminuiti rappresentano una deviazione della linea mediana dell'arcata dentale inferiore.



*Fig. 5.44: INI- - Piano Sag ( $2 \pm 2$ ) mm.*

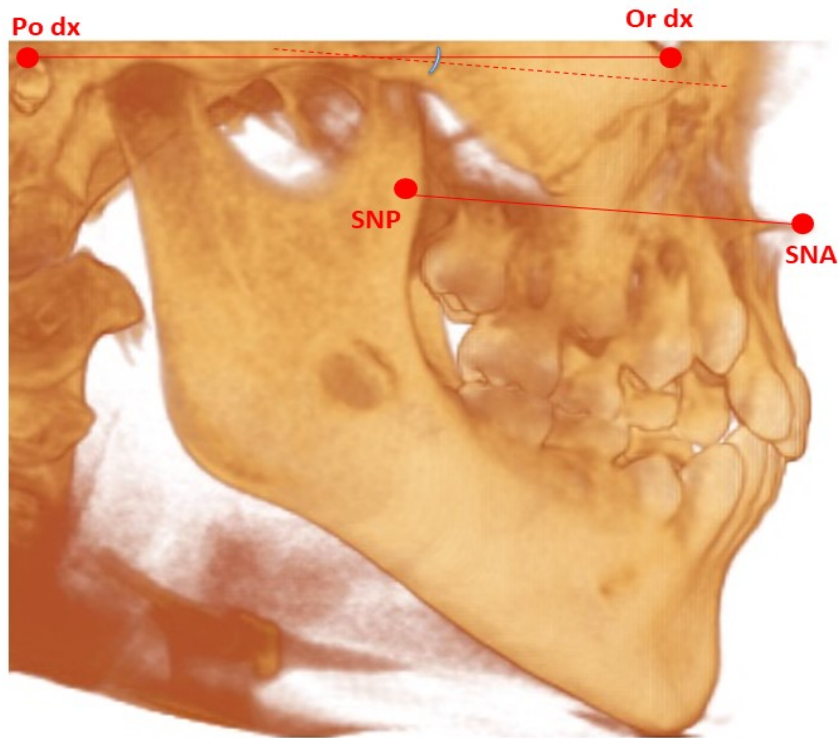
**PIANO DI FRANCOFORTE – PIANO PALATALE (Po D/S-Or Mid  $\wedge$  SNP-SNA):** Angolo formato tra il piano di Francoforte e il piano palatale (Fig. 5.45).  
Indica l'inclinazione del mascellare superiore.

**Valore normale:**

**( $1 \pm 3,5$ ) °, i due piani sono pressoché paralleli.**

Valori aumentati, indicano una post-inclinazione del piano palatale.

Valori diminuiti, indicano una ante-inclinazione del piano palatale.



*Fig. 5.45: Po D/S-Or Mid ^ SNP-SNA (1 ± 3,5) °*

**PIANO DI FRANCOFORTE – PIANO MANDIBOLARE (Po D/S-Or Mid ^ Go D/S - Me):** Angoli formati tra il piano di Francoforte e i piani mandibolari (Fig-5.46;5.47). destro e sinistro. Indica l'inclinazione della mandibola.

**Valore normale:**

**Piano di Francoforte ^ Go D - Me: (26 ± 4,5) °**

**Piano di Francoforte ^ Go S - Me: (26 ± 4,5) °**

Valori aumentati, indicano una post-inclinazione del piano mandibolare.

Valori diminuiti, indicano una ante-inclinazione del piano mandibolare.

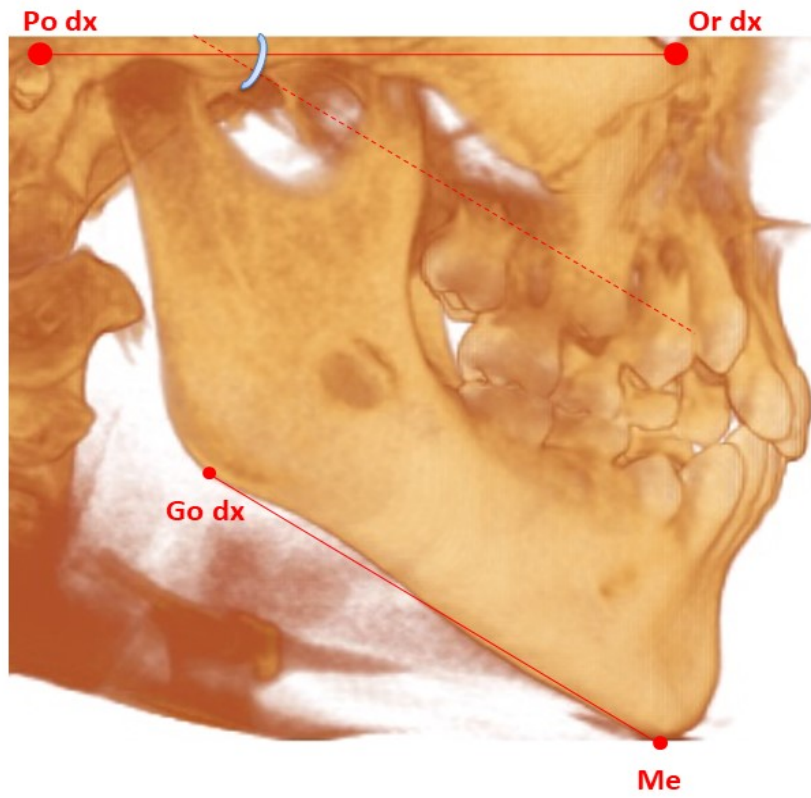


Fig. 5.46:  $Po D - Or Mid \wedge Go D - Me: (26 \pm 4,5)^\circ$

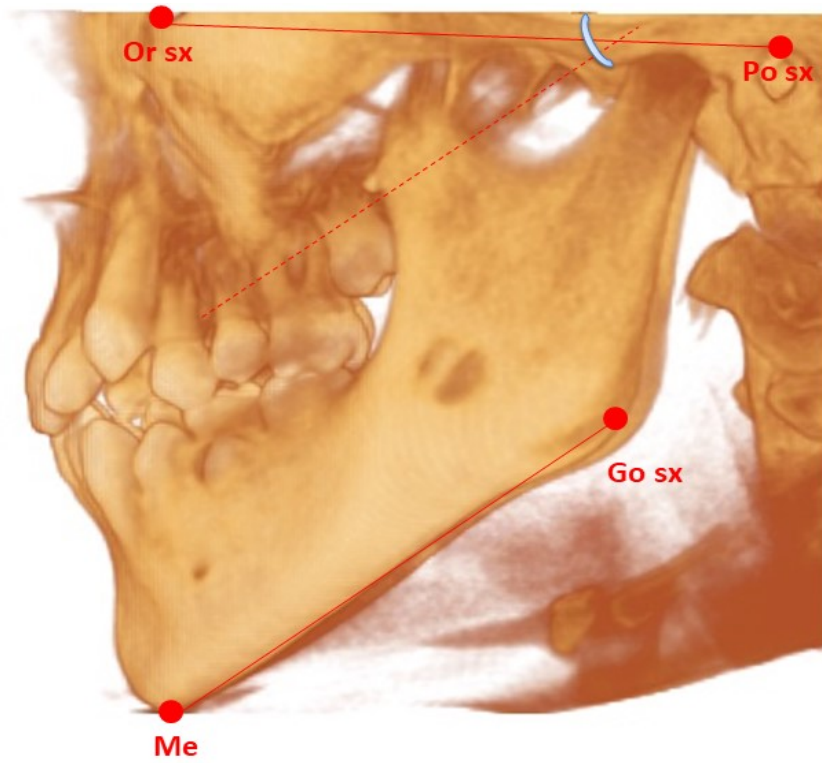


Fig.5.47:  $Po S - Or Mid \wedge Go S - Me: (26 \pm 4,5)^\circ$

**ANGOLO DELLA DIVERGENZA (intermascellare) (SNP-SNA ^ Go D/S - Me):**

Angoli tra il piano palatale e i piani mandibolari destro e sinistro (Fig. 5.48; 5.49).

Indica la divergenza tra i mascellari.

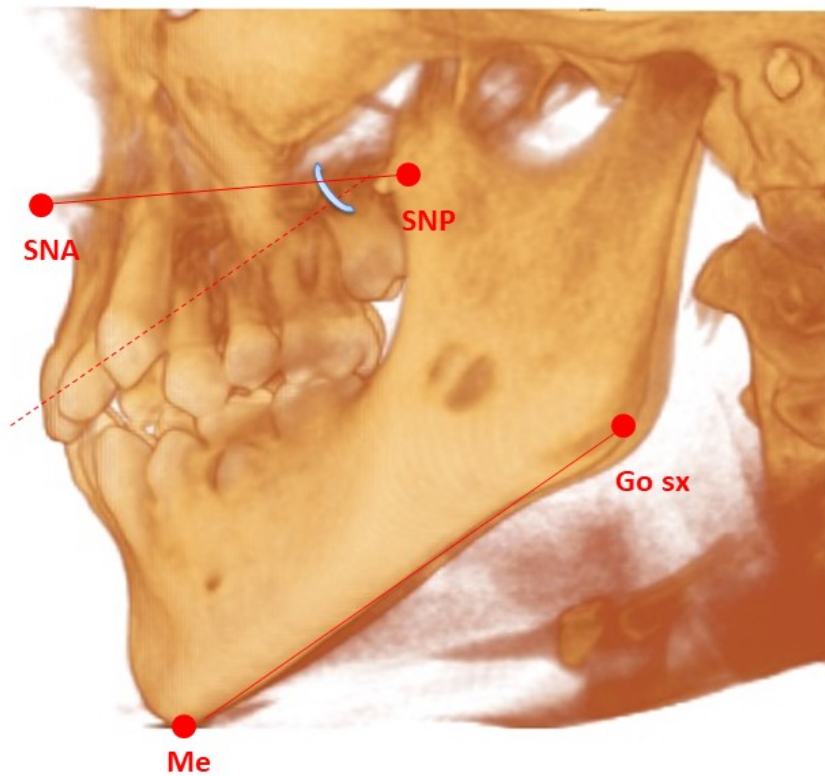
**Valore normale:**

$$\text{SNP-SNA} \wedge \text{Go D - Me: } (41 \pm 3)^\circ$$

$$\text{SNP-SNA} \wedge \text{Go S - Me: } (41 \pm 3)^\circ$$

Valori aumentati, indicano una diagnosi di iperdivergenza.

Valori diminuiti, indicano una diagnosi di ipodivergenza.



*Fig. 5.48: SNP-SNA ^ Go D - Me: (41 ± 3) °*

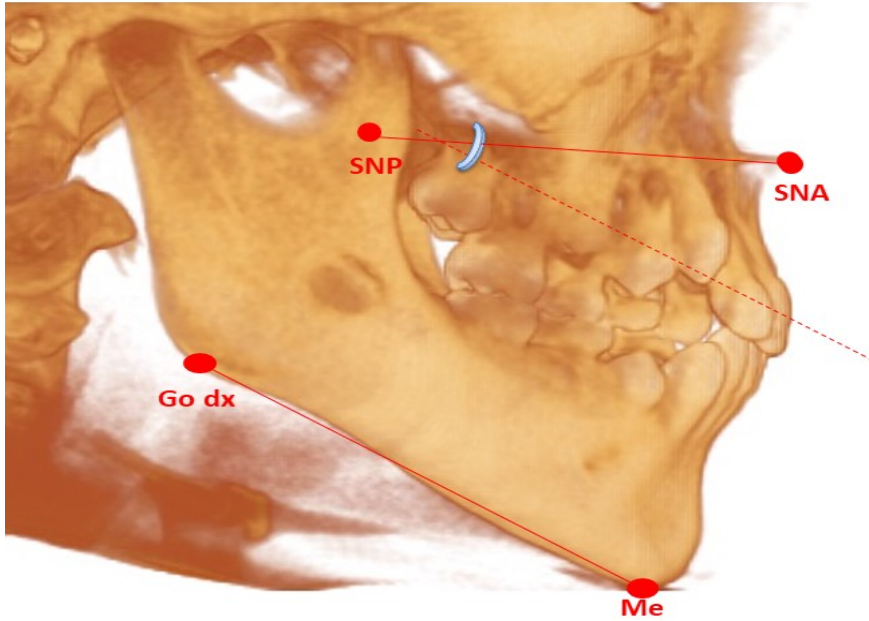


Fig. 5.49:  $SNP-SNA \wedge Go S - Me: (41 \pm 3)$

**ANGOLO GONIACO TOTALE (Cd D/S - Go D/S  $\wedge$  Go D/S - Me):** Angolo tra il ramo e il corpo mandibolare (Fig. 5.50; 5.51). Indica l'inclinazione della mandibola. Le differenze tra destra e sinistra indicano asimmetria. L'aumento o la riduzione dell'angolo può influenzare la relazione sagittale intermascellare;

**Valore normale:**

$$Cd D - Go D \wedge Go D - Me: (120 \pm 7)^\circ$$

$$Cd S - Go S \wedge Go S - Me: (120 \pm 7)^\circ$$

Valori aumentati, indicano una post-rotazione mandibolare.

Valori diminuiti, indicano una ante-rotazione mandibolare.



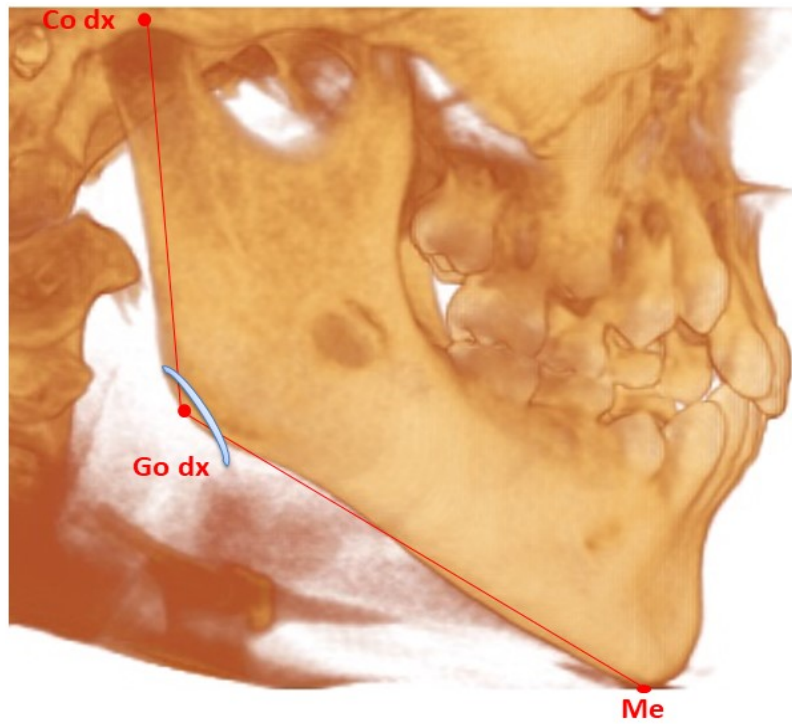


Fig 5.50:  $Cd D - Go D \wedge Go D - Me: (120 \pm 7)^\circ$

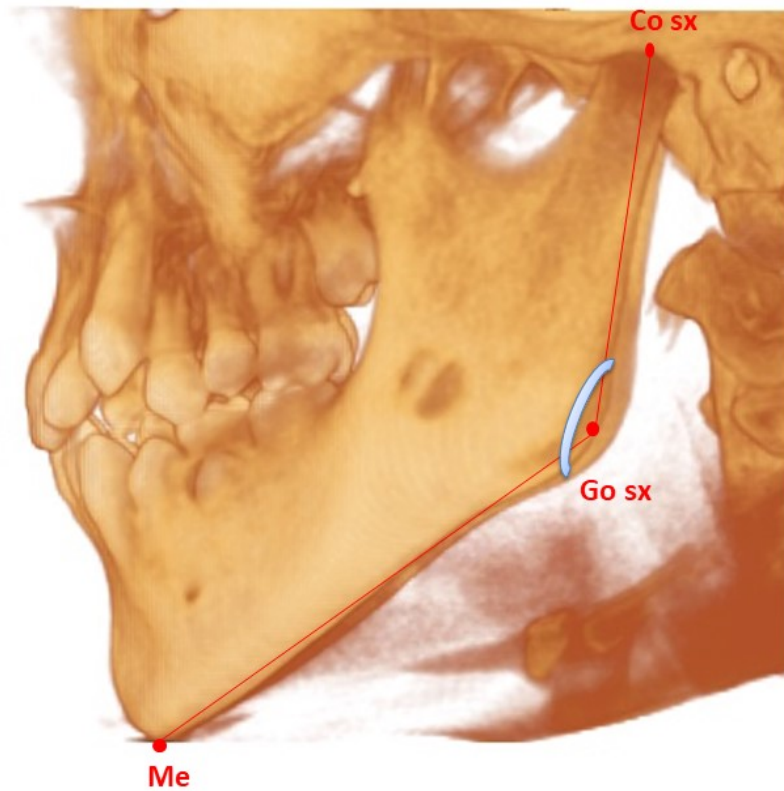


Fig 5.51:  $Cd S - Go S \wedge Go S - Me: (120 \pm 7)^\circ$

## Capitolo 6

### **Analisi cefalometrica 3D a FOV ridotto e analisi cefalometrica 2D tradizionale: diagnostica ortodontica sagittale.**

#### **6.1 Introduzione**

L'introduzione della tecnologia Tac Cone Beam in odontoiatria nel 1998 ha permesso di sviluppare diverse tecniche diagnostiche cefalometriche in 3D per la diagnosi ortodontica e ortodontico-chirurgica.

Nuovi protocolli e tecnologie delle apparecchiature sono state sviluppate per ridurre l'esposizione radiogena dell'esame Tac Cone Beam e nonostante ciò ancora oggi l'indicazione rispetto alla radiologia tradizionale ( Teleradiografia del cranio ) è limitata a casi di severe asimmetrie, presenza di elementi inclusi e gravi malformazioni maxillo-facciali.

I principi di giustificazione ALARA ( as low as reasonably achievable) e più recentemente ALADA ( as low as diagnostically acceptable) hanno portato a ricercare tecniche ed esami che coniugassero la precisione diagnostica alla minore esposizione radiogena possibile.

La tecnica cefalometrica del fov ridotto consente di effettuare una diagnosi ortodontica accurata con una riduzione dell'esposizione radiogena totale e di alcuni organi sensibili ( cristallino).

Scopo di questo studio è stato quello di confrontare la diagnosi ortodontica scheletrica sagittale effettuata con la tecnica della cefalometria a fov ridotto rispetto a quella effettuata con le tecniche cefalometriche tradizionali, in particolare relazionando il risultato ottenuto dalla misura lineare Fa-Fb del fov ridotto con il risultato dell'angolo ANB e dell'indice di Wits ottenuto nel tracciato 2D.

## 6.2 Materiali e metodi

Sono state esaminate n. 43 tac cone beam eseguite per diagnosi ortodontica e chirurgica e di questi ne sono stati selezionati per lo studio solamente n.35 ( 14 maschi, 21 femmine con età media 19,37 +- DS 11,76) in quanto n.8 esami non erano utilizzabili per questo studio per mancanza di numerosi elementi dentari, esame eseguito a bocca aperta o qualità insufficiente dell'esame.

I criteri di esclusione comprendevano severe asimmetrie, scarsa qualità dell'esame e mancanza di numerosi elementi dentari.

I files DICOM degli esami sono stati ricostruiti in immagini 3D grazie a un software ( Mimics Research software v.17.0 ( NV, Technologielaan 15,3001, Leuven, Belgium) dove sono state eseguite le misurazioni 3D.

Sono stati identificati 21 punti cefalometrici, 11 mediani e 5 laterali e omologhi e prima della identificazione dei punti, per ottenere la posizione x, y, z di ciascun punto del cranio, la posizione del mascellare superiore e della mandibola nello spazio tridimensionale sono state determinate valutando i seguenti tre piani di riferimento.

- **PIANO DI FRANCOFORTE:** Piano di Francoforte (Fh), passante per i punti Porion destro e sinistro e Orbitale Mediano; si estende anteriormente dal bordo superiore del canale uditivo esterno (Porion) al margine superiore del bordo orbitale inferiore (Orbitale);
- **PIANO SAGITTALE MEDIANO:** Piano passante per i punti Basion e Orbitale Mediano, perpendicolare al piano di Francoforte;
- **PIANO CORONALE:** Piano perpendicolare ai precedenti, passante per il punto Basion..

Questo sistema di riferimento si è dimostrato ripetibile e non è influenzato dal cambiamento nella posizione dei punti cranici a causa della crescita. I punti di riferimento vengono identificati inizialmente in una sola sezione (coronale, assiale o sagittale) successivamente la posizione di ciascun punto viene confermata nelle altre

due sezioni. La posizione di ogni punto viene infine verificata anche sul rendering volumetrico 3D generato dal programma.

Al fine di confrontare i risultati per la diagnosi scheletrica sagittale sono state effettuate le misurazioni per ciascun paziente della distanza Fa-Fb, dell'angolo ANB e dell'indice di Wits:

- 1) **DISTANZA FA-FB:** Distanza tra la proiezione dei punti subspinale (A) e sopramentale (B) sul piano di Francoforte.

Indica la relazione antero-posteriore tra il mascellare superiore e la mandibola, ovvero la classe scheletrica (I, II, III classe).

**Valore normale:**

**FA-FB: (2,5 ± 2,5) mm, indica una I classe scheletrica.**

Valori aumentati, indicano una II classe scheletrica.

Valori diminuiti, indicano una III classe scheletrica.

## 2) ANGOLO ANB

L'angolo ANB è un parametro comunemente utilizzato per la valutazione del rapporto sagittale tra mascellare superiore e mandibola.

Il valore medio di quest'angolo è risultato in letteratura 2.04°. Pertanto, un angolo ANB di  $2^{\circ} \pm 2^{\circ}$  indica una classe I scheletrica, angoli maggiori di  $4^{\circ}$  indicano una classe II, angoli minori di  $0^{\circ}$  esprimono un rapporto scheletrico di classe III. Nonostante l'angolo ANB sia un metodo di valutazione semplice e immediato, è stato ampiamente criticato dalla letteratura a causa delle discrepanze spesso rilevate tra il valore misurato sul tracciato cefalometrico e l'effettiva relazione sagittale mascellare probabilmente a causa della posizione del punto Nasion sia sul piano sagittale che sul piano verticale.

In virtù dei suddetti fattori e di altri quali l'età, la rotazione della base cranica anteriore, il prognatismo facciale, la dimensione verticale, un angolo ANB apparentemente normale potrebbe nascondere una disarmonia scheletrica sagittale, oppure una deviazione notevole dell'angolo ANB rispetto alla norma (un angolo esageratamente alto o ridotto), potrebbe sovra o sottostimare il reale rapporto tra mascellare superiore e mandibola. L'influenza dei fattori sopra elencati potrebbe spiegare perché sia

possibile riscontrare in soggetti con occlusione eccellente un valore dell'angolo ANB maggiore o minore rispetto al valore di riferimento  $2^\circ \pm 2^\circ$ .

### 3) INDICE DI WITS: AO-BO

Jacobson suggerì una analisi che prese come punto di riferimento il piano oclusale: l'analisi di Wits (Wits è un'abbreviazione di Witwatersrand University, Johannesburg, South Africa).

Il piano oclusale scelto dall'autore è il piano di Downs (3, 28, 29), ossia quel piano tra il punto intermedio dell'intercuspidazione tra la cuspidè mesio-vestibolare del primo molare superiore e la cuspidè mesio-vestibolare del primo molare inferiore, e il punto intermedio dell'overbite incisivo. I punti d'intersezione tra le perpendicolari e il piano oclusale sono definiti AO e BO (Fig. 4.3). Jacobson utilizzò la distanza lineare tra i punti AO e BO come misura della relativa posizione antero- posteriore delle ossa mascellari. Un indice di Wits compreso tra  $0 \pm 2$  mm, indica una I Classe scheletrica, valori superiori ai 2 mm indicano una II Classe scheletrica, valori inferiori a  $-2$  mm sono espressione di una III Classe scheletrica.

L'analisi statistica è stata effettuata confrontando i risultati di classe scheletrica delle tre misurazioni sagittali fra loro calcolando la concordanza secondo la Kappa di Cohen pesata e considerando i seguenti parametri:

- se k assume valori inferiori a 0, allora non c'è concordanza;
- se k assume valori compresi tra 0-0,4, allora la concordanza è scarsa;
- se k assume valori compresi tra 0,4-0,6, allora la concordanza è discreta;
- se k assume valori compresi tra 0,6-0,8, la concordanza è buona;
- se k assume valori compresi tra 0,8-1, la concordanza è ottima.

Valori di P minori di 0,05 sono stati considerati statisticamente significativi.

## 6.3 Risultati

I risultati finali delle misurazioni sono riportati in tabella 1 mentre le tabelle di contingenza con le relative elaborazioni statistiche nelle tabelle 2,3 e 4.

I risultati descrivono una perfetta concordanza ( $K=1$ ) fra le risultanze di classe scheletrica dei valori di Fa-Fb e ANB e una discreta concordanza di queste due con l'indice di wits ( $K$  circa 0,6).

Il valore P dei tre confronti presenta significatività statistica in quanto minore di 0,05.

**Tabella n. 1**

Nome	Measurement	Units	Pre-Op 3D	Pre-Op 2D	ANB	WITS
A. M.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
B.T.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
C. E.	Fa - Fb	mm	1,54 (I)	1,54	1,6 (I)	1,9 (I)
C. A.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
C. A.	Fa - Fb	mm	10,47 (II)	9,68	7,5 (II)	7,1 (II)
C. M.	Fa - Fb	mm	4,76 (I)	4,76	3,6 (I)	1,1 (I)
C. O.	Fa - Fb	mm	3,61 (I)	3,61	1,6 (I)	0,2 (I)
C. G.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
C. A.	Fa - Fb	mm	6,73 (II)	6,73	7,5 (II)	0,1 (I)
DC. G.	Fa - Fb	mm	5,51 (II)	5,51	7,3 (II)	1,6 (I)
DG. M.	Fa - Fb	mm	0,14 (I)	0,14	3,6 (I)	neg2 (I)
F.D.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
F. K.	Fa - Fb	mm	1,66 (I)	1,66	3,7 (I)	2,7 (I)
F.F.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
G. R.	Fa - Fb	mm	0,38 (I)	0,38	0,4 (I)	1,4 (I)
G.C.	Fa - Fb	mm	1,98 (I)	1,98	3,9 (I)	2 (I)
G. M.	Fa - Fb	mm	0,8 (I)	0,80	0,7 (I)	neg 1,2 (I)
G.A.	Fa - Fb	mm	7,23 (II)	7,23	6,9 (II)	4,1 (II)
G.L.	Fa - Fb	mm	2,79 (I)	2,79	3,6 (I)	neg0,5 (I)
G.M.	Fa - Fb	mm	0,82 (I)	0,82	1,3 (I)	2 (I)
G.M.	Fa - Fb	mm	0,9 (I)	0,80	3,9 (I)	3,3 (II)
G.C.	Fa-Fb	mm	neg. 0,15 (III)	neg 0,15	neg2 (III)	neg,4,5 (III)

LR.B.	Fa - Fb	mm	4,81 (I)	4,81	1,3 (I)	neg 1,9 (I)
L.S.	Fa - Fb	mm	5,21 (II)	5,21	10,1 (II)	7,1 (II)
L.A.	Fa - Fb	mm	8,78 (II)	8,78	8,6 (II)	2,1 (II)
M.E.	Fa - Fb	mm	4,47 (I)	4,47	2,4 (I)	4 (II)
M.PP.	Fa - Fb	mm	4,83 (I)	4,83	2 (I)	2,3 (II)
M.F.	Fa - Fb	mm	0,31 (I)	0,31	0,3 (I)	neg 3,4 (III)
P.CB.	Fa - Fb	mm	7,88 (II)	7,88	4,4 (II)	4,7 (II)
P.M.	Fa - Fb	mm	6,05 (II)	6,05	5,9 (II)	neg2 (II)
P.M.	Fa - Fb	mm	6,36 (II)	6,36	4,1(II)	7 (II)
P.M.	Fa - Fb	mm	1,56 (I)	1,56	2,6 (I)	neg0,7(I)
P.F.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/
Q.A.	Fa - Fb	mm	3,19(I)	3,19	3,8 (I)	1,2 (I)
S.D.	Fa - Fb	mm	neg2,46 (III)	neg2,46	neg1 (III)	neg 1,2 (I)
S.A.	Fa - Fb	mm	2,02 (I)	2,02	3,1 (I)	0,7 (I)
S.S.	Fa - Fb	mm	0,16 (I)	0,16	3,3 (I)	neg3,1(III)
T.M.	Fa - Fb	mm	1,57 (I)	1,57	4 (I)	neg1,5 (I)
T.M.	Fa - Fb	mm	4,01 (I)	4,01	4 (I)	neg1,8 (I)
T.A.	Fa - Fb	mm	0,43 (I)	0,43	2,1 (I)	neg1,1 (I)
T.A.	Fa - Fb	mm	7,59 (II)	7,59	7,5 (II)	4,4 (II)
V.A.	Fa - Fb	mm	TAC non utilizzabile	/	/	/

Tabella n. 2 ( Fa-Fb vs ANB)

Cohen's Kappa								
	Fa-Fb				Peso disaccordi			
ANB	Seconda	Prima	Terza	Totale				
Seconda	10	0	0	10	0	1	4	
Prima	0	23	0	23	1	0	1	
Terza	0	0	2	2	4	1	0	
<b>Totale</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>35</b>				
Concordi	10	23	2	35				
By Chance	2,85714286	15,1142857	0,11428571	18,0857143				
Kappa	1				0	0	0	0
					0	0	0	
					0	0	0	
	2,85714286	6,57142857	0,57142857		0	6,57142857	2,28571429	20,3428571
	6,57142857	15,1142857	1,31428571		6,57142857	0	1,31428571	
	0,57142857	1,31428571	0,11428571		2,28571429	1,31428571	0	
								Kpesato 1
			<i>Kappa with Quadratic Weighting</i>					
			<i>.95 Confidence Interval</i>					
			Observed Kappa	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit	z	P-value
			1	0	1	1	-∞	0





## 6.4 Discussione

Il protocollo cefalometrico 3D proposto basato sul Fov ridotto è un sistema riproducibile e non influenzato dal cambiamento nella diversa posizione dei punti cranici.

I tempi ridotti di acquisizione dell'immagine con riduzione dell'esposizione radiogena e la possibilità di individuare punti di riferimento più accurati, rispetto alle precedenti tecniche, sono due caratteristiche che contribuiscono ai vantaggi di questa metodologia. Il tracciato risulta ripetibile, accurato e confrontabile a quello di altri cefalogrammi 3D già descritti in letteratura, caratterizzati da più informazioni rispetto ai classici metodi 2D.

In questo studio è stata analizzata la proposta innovativa di utilizzare la distanza A-B su Francoforte nella valutazione della classe scheletrica; questa misura lineare, già studiata in letteratura, è stata riproposta in chiave innovativa associata a un'indagine tridimensionale.

La distanza A-B su Francoforte è una misura lineare della discrepanza sagittale tra mascellare superiore e mandibola, ottenuta dalla proiezione dei punti A e B sul piano di Francoforte. Questa soluzione è nata per l'esigenza di studiare un metodo che consentisse una corretta diagnosi della classe scheletrica in mancanza di punti cefalometrici craniali tradizionalmente utilizzati quali sella e nasion, non inclusi nell'acquisizione a FOV ridotto.

In questo tipo di studio viene analizzata la possibilità di superare i limiti per la valutazione della classe scheletrica riguardanti l'angolo ANB, dovuti alla disposizione spaziale delle basi mascellari rispetto al punto N della base cranica e l'indice di Wits in riferimento alla posizione degli elementi dentari.

Come per la cefalometria tradizionale, i valori da considerare patologici sono quelli che si discostano dalle medie e dalle relative deviazioni standard.

I risultati ottenuti con questa analisi indicano il massimo livello di concordanza nella diagnosi scheletrica ortodontica sagittale fra misurazione Fa-Fb e angolo ANB mentre valori leggermente minori di concordanza sono ottenuti in rapporto all'indice di Wits, molto probabilmente per i limiti di attendibilità dello stesso precedentemente esposti.

I dati ottenuti con cefalometria a fov ridotto, opportunamente interpretati dal clinico specialista e valutati insieme ad altri record diagnostici e all'esame clinico, possono

fornire importanti indicazioni per la formulazione di una diagnosi di classe scheletrica e di un relativo piano di trattamento quanto più corretti ed affidabili.

## **6.5 Conclusioni**

L'indagine radiologica è fondamentale per un corretto iter diagnostico ortognatodontico. Il progresso scientifico negli anni ha fornito indagini sempre più accurate per una ottimale visione dell'anatomia delle strutture analizzate con il minimo costo biologico.

In Ortognatodonzia oltre alle radiografie di primo livello quali l'ortopantomografia delle arcate dentarie, la teleradiografia del cranio in proiezione latero-laterale, postero-anteriore e assiale, oggi è sempre maggiormente richiesto il supporto di indagini di secondo livello quali la CBCT.

L'utilizzo dei FOV ridotti nella diagnosi ortognatodontica presenta notevoli vantaggi: l'analisi indirizza l'attenzione del clinico verso le regioni cranio-facciali più importanti e proprie del campo di interesse odontoiatrico anche da un punto di vista medico legale permettendo di escludere organi sensibili quali il cristallino, la tiroide e l'ipofisi.

La CBCT a FOV ridotto può essere utilizzata per evidenziare problematiche odontoiatriche quali la presenza di elementi inclusi, trasposizioni ed inserimento di TADs, e sarà possibile utilizzare il medesimo esame anche per la diagnostica ortodontica senza effettuare ulteriori indagini radiografiche di I livello.

La cefalometria 3D è stata studiata non solo in acquisizioni CBCT che comprendessero tutto il cranio, ma ora anche a FOV ridotto.

Questa analisi presenta un nuovo approccio semplificato alla diagnosi 3D tramite CBCT, consentendo di individuare rapidamente le principali anomalie scheletriche attraverso la valutazione di relativamente pochi punti cefalometrici e rendono tale metodo applicabile nella pratica quotidiana.

L'utilizzo di protocolli radiografici tridimensionali, in determinate situazioni cliniche, per diminuire il tempo di esposizione e la dose radiogena somministrata al paziente possono avvalersi dell'uso di FOV ulteriormente ridotti, chiamati "minori

predeterminati” di differente ampiezza. Sono classificati come tali i FOV di dimensioni 8x10 8x8 e 6x8 che risultano particolarmente utili nella valutazione strumentale di pazienti pediatrici in crescita.

Tipico il caso di utilizzo di CBCT precedentemente ottenute dal paziente per valutare unicamente le discrepanze ossee al fine di diagnosi ortodontica. In caso di morfologia facciale con dimensione verticale ampia tali protocolli potrebbero escludere dall'immagine i punti Or e Por, di conseguenza potrebbe non essere possibile determinare la classe scheletrica attraverso le metodiche descritte. In questo caso le misure necessarie dovrebbero essere ottenute tramite la proiezione dei punti A e B su altri piani di riferimento specificatamente usati per analisi con acquisizioni con tracciati entro la morfologia del paziente esposta al FOV minori già prescritti. Tali immagini possono essere dunque ottenute attraverso FOV minori rispetto al FOV cranio-facciale ridotto, pur mantenendo i requisiti minimi necessari per una corretta diagnosi ortodontica, ovvero; espressione e quantificazione del rapporto scheletrico di Classe tra il mascellare superiore e inferiore.

L'utilizzo di queste analisi deve essere considerato anche nel caso in cui il paziente abbia già effettuato una CBCT prescritta per altro scopo clinico e che non comprenda i punti necessari ad ottenere il piano di Francoforte; per non dover ripetere altri esami come la teleradiografia in proiezione latero-laterale e postero-anteriore, aumentando così la dose di raggi assorbita dal paziente, l'utilizzo di analisi con FOV minori è clinicamente sufficiente allo scopo ortodontico pur nella consapevolezza di una minore precisione diagnostica in riferimento alle basi mascellari.

Le analisi di riferimento, nel caso in cui non fosse possibile ottenere i punti necessari a tracciare il piano tridimensionale di Francoforte, sono descritte in letteratura da Nanda e da Jacobson e propongono rispettivamente le proiezioni del punto A e del punto B sul piano SNP/ SNA bidimensionale e le proiezioni sul piano oclusale.

In futuro la ricerca dovrà sicuramente orientarsi verso esami tridimensionali con dose assorbita più bassa possibile e ciò sarà possibile solo migliorando le tecnologie delle attuali apparecchiature CTCB ed elaborando un metodo di analisi tridimensionale il più semplice possibile eventualmente utilizzando FOV sempre più ridotti o esami diagnostici alternativi come la risonanza magnetica nucleare.

## Bibliografia

- Baumrind S, Frantz: The reliability of head film measurements 1. Landmark identification. *Am. J. Orthod.* 1971; 60: 111-127.
- Binder RC: The geometry of cephalometrics. *J. Clin. Orthod.* 1979; 13: 258-263.
- Bishara SE: Longitudinal cephalometric standards from 5 years of age to adulthood. *Am. J. Orthod.* 1981; 79: 35-44.
- Bjork A: The face in Profile. *Svensk Tandlakare- Tidskrift.* Vol. 40, 5 B, Berlingska Boktryckeriet- Lund, 1947.
- Broadbent BH: A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931; 1: 45-66.
- Broadbent BH: The face of the normal child. *Angle Orthod.* 1937; 7: 183-208.
- Chang H.P., 1987. Assessment of anteroposterior jaw
- Downs W.B.: Analysis of the Dentofacial profile. *Angle. Orthod.* 1956; 26: 191-212.
- Downs W.B.: The role of cephalometrics in orthodontic case analysis and diagnosis. *Am. J. Orthod.* 1952; 38: 162-182.
- Downs WB: Variations in facial relationship: their significance in treatment and prognosis. *Am. J. Orthod.* 1948; 34: 812-840.
- Farronato G., Esposito L., Grossi F., Maspero C., *Cefalometria 3D - Ortognatodonzia*, Mondostudio Edizioni, 2019
- Farronato G., *Ortognatodonzia*, Edi. Ermes, 2013
- Farronato G. e coll., *Cefalometria 3D a FOV ridotto*, Ed.2019
- Ferrazzini G: Critical evaluation of the ANB angle. *Am. J. Orthod.* 1976; 69: 620-626.
- Foley TF, Stirling DL, Hall-Scott J: The reliability of three sagittal reference planes in the assessment of Class II treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1997; 112: 320-329.
- Frank MS: The occlusal plane: reliability of its cephalometric location and its changes with growth [Thesis], Oklahoma City. University of Oklahoma, 1983.
- Freeman RS: A radiographic method of analysis of the relation of the structures of the lower face to each other and to the occlusal plane of the teeth. M.S.D. Thesis, Northwestern Univ. D.S., 1950.
- Freeman RS: Adjusting ANB angles to reflect the effect of maxillary position. *Angle Orthod.* 1981; 51: 162-171.

Hall-Scott J.: The maxillary-mandibular planes' angle (MM) bisector: a new reference plane for A.P. measurement of the dental bases. *Am J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1994; 105: 583-591.

Hussels W, Nanda RS: Analysis of factors affecting angle ANB. *Am. J. Orthod.* 1984; 85: 411-423.

Jamison J.E., Bishara S.E., Peterson L.C., De Kock W.H., Kremenak C.R.: Longitudinal changes in the maxilla and the maxillary-mandibular relationship between 8 and 17 years of age. *Am. J. Orthod.* 1982; 82: 217-230.

Jenkins DH: Analysis of orthodontic deformity employing lateral cephalostatic radiography. *Am. J. Orthod.* 1955; 41: 442-452.

Kim, Y. H.: Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. *Am. J. Orthod.* 1974; 65:586-611.

Lloyd E. Dubrul, *Anatomia orale di Sicher*, Edi-Ermes, 1982

Marco Artico, Paolo Castano, Amelia Cataldi, Mirella Falconi, Francesca Milintenda, Lucia Formigli, Paolo Onori, Stefano Papa, Antonio Pellegrini, Alessio S. Pirino, *Anatomia Umana Principi*, Edi-Ermes, 2006

Mills, P. B.: A grid and visual head positioning as adjuncts to cephalometric analysis. *Am. J. Orthodont.* 1968; 54: 21-31.

Moorrees, C. F. A.: Normal variation and its bearing on the use of cephalometric radiographs in orthodontic diagnosis. *Am. J. Orthod.* 1953; 39: 942- 950.

Nanda RS: Cephalometric assessment of sagittal relationship between maxilla and mandible. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1994; 105: 328-344.

*Orthopedics*, 92(2), 117-122

Riedel R.A.: An analysis of dentofacial relationship. *Am. J. Ortod.* 1957; 43: 103-119.

Riedel RA: The relation of maxillary structures to cranium in malocclusion and in normal occlusion. *Angle Orthod.* 1952; 22: 140-145.

Riolo ML, Moyers RE, Mc Namara JA, Hunter WS: *An atlas of craniofacial growth: cephalometric standards from the University of Michigan*, 1974.

SarhanOA:RotationaleffectofSNonthedentoskeletal pattern within the range of normal. *Angle Orthod.* 1986; 59: 43-49.

Schudy FF: The control of vertical overbite in clinical orthodontics. *Angle Orthod.* 1968; 138: 19- 39.

- Gianni E. La nuova ortognatodonzia. Padova: Piccin; 1980.
- McNamara JA, Brudon WL. Orthodontic and Orthopedic treatment in the mixed dentition. Ann Arbor: Needham Press; 1993.
- Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. Br J Oral Surg 1981;19(3):180-96.
- Kiliç N, Kiki A, Oktay H. A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. Eur J Orthod 2008;30(1):67-72
- DuBrul Lloyd. Anatomia Orale di Sicher. Milano: Edi Ermes; 1988.
- Rossi G. Manuale di Otorinolaringoiatrica. Milano: Minerva Medica; 1975.
- Farronato G. Odontostomatologia per l'igienista dentale. Padova: Piccin; 2007.
- Oliveira NL, Da Silveira AC, Kusnoto B, Viana G. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: a comparison of 2 kinds of palatal expanders. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126(3):354-62.
- Proffit W. Ortodonzia moderna. Seconda edizione. Milano Elsevier Masson 2001.
- Maspero C, Galbiati G, Del Rosso E, Farronato M, Giannini L. RME: effects on the nasal septum. A CBCT evaluation. European Journal of Paediatric Dentistry 2019; 20 (2): 123 – 126.