

**Valutazione di analisi cefalometriche**

**tradizionali vs. analisi cefalometriche**

**proporzionali: effetti sulla diagnosi e**

**sulle scelte terapeutiche**

# Indice

<b>1. Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1. La “norma individuale” . . . . .	2
1.2. Scopo della tesi, materiali e metodi . . . . .	5
<b>2. Cenni di storia della cefalometria</b>	<b>7</b>
2.1. Misure e proporzioni . . . . .	8
2.2. Dal Rinascimento al ventesimo secolo . . . . .	11
2.2.1. Il ventesimo secolo . . . . .	17
2.3. La divina proporzione . . . . .	19
<b>3. Crescita cranio-facciale</b>	<b>22</b>
3.1. Corrente di pensiero genetica (1931-1946) . . . . .	23

*Indice*

3.2. Corrente di pensiero funzionalistica (1945-1990) . . . . .	25
<b>4. Analisi di Steiner</b>	<b>32</b>
4.1. Analisi scheletrica . . . . .	33
4.2. Analisi dentale . . . . .	36
4.3. Analisi dei tessuti molli . . . . .	40
<b>5. Analisi di Ricketts</b>	<b>42</b>
5.1. Analisi craniofacciale . . . . .	42
5.2. Analisi del sistema scheletrico . . . . .	45
5.3. Analisi dentale . . . . .	46
5.4. Rapporti dento-scheletrici . . . . .	48
5.5. Analisi estetica . . . . .	49
<b>6. Analisi delle controparti di Enlow</b>	<b>51</b>
6.1. Punti di repere . . . . .	53
6.2. Linee, piani ed angoli della base cranica . . . . .	53
6.3. Linee, piani ed angoli della base cranica nel tracciato neutro . . . . .	53
6.4. Analisi statica del tracciato cefalometrico . . . . .	53
6.4.1. Analisi dell'equilibrio verticale . . . . .	53

*Indice*

6.4.2. Analisi dell'equilibrio orizzontale . . . . .	53
6.5. Analisi dinamica del tracciato cefalometrico . . . . .	53
6.6. Casi clinici . . . . .	53
<b>7. Analisi architetturale di Delaire</b>	<b>54</b>
7.1. Casi clinici . . . . .	62
<b>8. Analisi di Sassouni</b>	<b>63</b>
8.1. Casi clinici . . . . .	65
<b>9. Discussione</b>	<b>66</b>
<b>10. Conclusioni</b>	<b>67</b>
<b>Appendici</b>	
<b>A. Punti di repere cefalometrici</b>	<b>69</b>

# 1. Introduzione

La *teleradiografia cefalometrica* è uno strumento incomparabile di studio, di diagnosi, di pianificazione di trattamento e di valutazione della crescita, con o senza trattamento.

Essa è principalmente usata in Ortodonzia, ma anche in Chirurgia Maxillo-Facciale, in Pedodontia, in Protesi o in Chirurgia Plastica. Si tratta di un metodo con il quale si risale dall'effetto alla causa, dalla conseguenza al principio, dal particolare al generale o dal complicato al semplice per studiare i fattori di situazione in dettaglio. È per questa logica del ragionamento che noi possiamo tentare di scoprire la vera eziologia di alcune patologie, non rilevabile superficialmente.

Il concetto di normalità in biometria è una nozione difficile da definire, ma che potrebbe definirsi come appartenente alla norma statistica. La norma ideale corrisponde ai valori medi della media aritmetica. L'intervallo di dispersione della normalità è abbastanza

## 1. Introduzione

vasto e raggruppa quasi il 70% della popolazione di cui una delle estremità possiede delle tendenze Brachifacciali e l'altra delle tendenze Dolicofacciali.

È per questo motivo che, nel corso degli anni, alcuni Autori hanno ideato tecniche cefalometriche atte ad *individualizzare* il processo diagnostico, non affidandosi più a medie statistiche di popolazione, ma sfruttando le proporzioni esistenti tra le varie componenti dell'apparato stomatognatico.

### 1.1. La “norma individuale”

Con un appropriato utilizzo, le radiografie cefalometriche possono notevolmente migliorare la diagnosi e la pianificazione del trattamento ortodontico. Vengono però principalmente utilizzate per scopi descrittivi. Dei tracciati individuali vengono paragonati con un *pattern facciale medio*, e le differenze richiedono una considerevole interpretazione. Bisogna tuttavia notare come le variazioni individuali nel posizionamento dei *punti di repere* facciali rendano il *pattern facciale medio* tutt' al più un'utile astrazione. Nel peggior dei casi, diventa un errore di semplificazione.

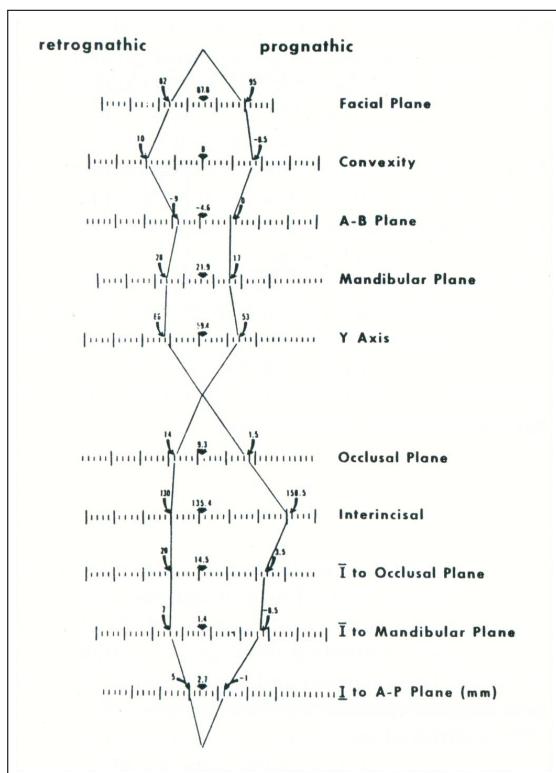
La prima analisi cefalometrica sviluppata negli Stati Uniti d'America fu quella di Dowsen<sup>1</sup>, che mirava ad illustrare la *diffusione* di tutte le misure di un individuo, disegnando

---

<sup>1</sup>biblio 46

## 1. Introduzione

questi valori su un grafico a  $\pm 1$  e  $\pm 2$  deviazioni standard da una linea verticale che rappresentava il punto centrale della distribuzione di ogni variabile (fig. 1.1). Quest'analisi enfatizzò la consistenza delle differenze individuali attorno alla media statistica, e aiutò a sviluppare modelli di studio dello sviluppo individuale della faccia che erano spesso più realistici dei risultati cefalometrici.



**Fig. 1.1.:** L'analisi di Downs enfatizza le variazioni individuali dal pattern facciale medio. Può servire come una guida all'interpretazione di analisi cefalometriche per realizzare piani di trattamento più conformi alla realtà.

Considerato che la correzione dei dismorfismi è basata sulla premessa che, con la normalizzazione della dentatura e della faccia, si migliori la funzionalità generale, la ricostruzione è condizionata dalle caratteristiche individuali del pattern facciale del singolo paziente. In altre parole, è la **norma individuale** a determinare il piano di trattamento, così come enfatizzato da Andresen nel 1931<sup>2</sup>.

Una volta riconosciuto il concetto di norma individuale, il processo diagnosti-

<sup>2</sup>biblio 47

## 1. Introduzione

co diventa un'equazione complessa. Diventa necessario identificare diverse incognite per determinare le indicazioni, e le controindicazioni, di un trattamento, e gli obiettivi dello stesso in termini di necessità e benefici. L'ortodontista deve quindi valutare:

- l'impatto psicosociale dei cambiamenti dentofacciali;
- l'impatto psicologico della malocclusione sulla funzionalità labiale, i movimenti mandibolari, la respirazione, la crescita e lo sviluppo, la masticazione e la salute orale;
- gli aspetti anatomici del disallineamento dentale, dell'occlusione e delle relazioni dentali, della forma, disarmonia o dell'asimmetria facciale, e della configurazione dei tessuti molli.

In breve, la diagnosi deve basarsi sulla valutazione del paziente *in toto*, non escludendo alcun ambito. La pianificazione del trattamento deve basarsi sul conseguimento un *optimum* estetico e funzionale per ogni singolo paziente, piuttosto che l'aderenza a norme codificate. L'occlusione ideale, e la divina proporzione, possono quindi essere, al più, degli indicatori della giusta direzione da intraprendere.

## 1. Introduzione

### 1.2. Scopo della tesi, materiali e metodi

Questo studio si propone quindi di presentare alcune tecniche di analisi cefalometrica, di seguito definite *proporzionali*, e di valutarne il differente impatto in termini diagnostici, rispetto a quelle tecniche che si basano su *valori statistici*.

In particolare, verranno prese in esame le seguenti tecniche:

- analisi proporzionali
  - analisi architettonale di Delaire
  - analisi delle controparti di Enlow
  - analisi proporzionale di Coben
  - la rosa dei venti di Sassouni
- analisi statistiche
  - Giannì
  - Ricketts
  - Steiner

Saranno prese in esame XXX teleradiografie in proiezione latero-laterale, e di ognuna verrà effettuato il tracciato cefalometrico, secondo le analisi di cui sopra. La compara-

## *1. Introduzione*

zione tra le analisi si baserà sugli eventuali diversi risultati diagnostici (? XXX), che giustifichino la maggiore complessità delle analisi “proporzionali”.

## **2. Cenni di storia della cefalometria**

Storicamente, la forma umana è stata misurata per diversi motivi: la scultura, il disegno o la pittura; oppure la relazione tra la forma e la salute, il temperamento, o i tratti comportamentali.

Gli ortodontisti e i chirurghi plastici e maxillo-facciali hanno contribuito a questi sforzi con i loro studi sul volto e il profilo umano, alla ricerca di linee guida per la ricostruzione di dismorfismi facciali e la correzione di malocclusioni. I principi base per questi studi sono stati enunciati fin dall'antichità.

Le radici della cefalometria affondano quindi nell'arte antica, grazie agli studi effettuati da artisti-scientifici che andavano alla ricerca della forma perfetta.

## 2.1. Misure e proporzioni

Ritrarre la forma umana richiede non solo talento artistico e capacità tecniche, ma anche uno stile consistente e disciplinato. Per assicurare queste premesse, gli antichi Egizi svilupparono un sistema quantitativo che definì le proporzioni del corpo umano, da usare quando venivano commissionate immagini regali e divine. Questo sistema divenne noto come *canone*<sup>3</sup>.

La teoria delle proporzioni, secondo Panofsky<sup>4</sup>, è un:

*sistema per stabilire le relazioni matematiche tra le varie componenti di una creatura vivente, in particolare degli esseri umani, cosicché questi possano diventare soggetti di rappresentazione artistica. Tali relazioni matematiche possono essere espresse dalla divisione di un intero, così come dalla moltiplicazione di un'unità; lo sforzo di determinarle può essere guidato dal desiderio della bellezza, o dall'interesse nella normalità, o infine dalla necessità di stabilire una convenzione.*

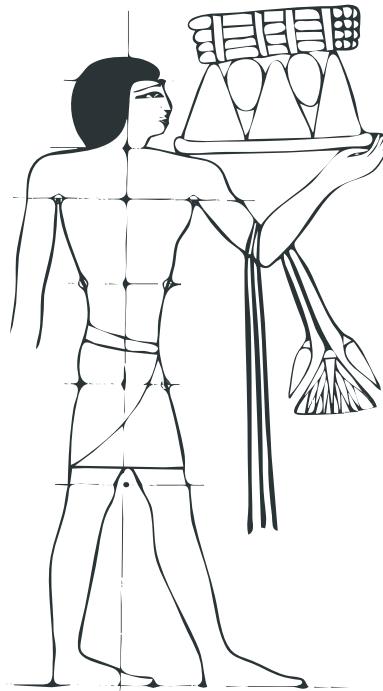
Il canone veniva disegnato con la testa, i piedi e le gambe di profilo, e il torace in visione frontale. L'unità di misura per determinare l'altezza della figura, così come

<sup>3</sup>Iversen e Shibata, *Canon and Proportions in Egyptian Art*; Müller, “Der vermessene Mensch-Anthropometrie in Kunst und Wissenschaft”; Schäfer, *Von ägyptischer Kunst*.

<sup>4</sup>Panofsky, *Meaning in the Visual Arts*.

## 2. Cenni di storia della cefalometria

livelli anatomici intermedi come il ginocchio, il tronco e la spalla, era la lunghezza del piede. I piedi erano separati tra loro di una lunghezza pari a  $\frac{2}{5}$  di piede. Venivano quindi disegnate linee orizzontali perpendicolari ad una linea verticale che divideva il corpo a metà. Il canone veniva quindi racchiuso in un sistema a griglia di quadrati con 18 linee orizzontali e 18 linee verticali. Nel tardo canone dell'arte Egizia, il corpo umano veniva racchiuso in una griglia di 22 linee orizzontali, con la linea 21 disegnata passante per la palpebra superiore.



**Fig. 2.1.:** Uno dei primi canoni egizi.

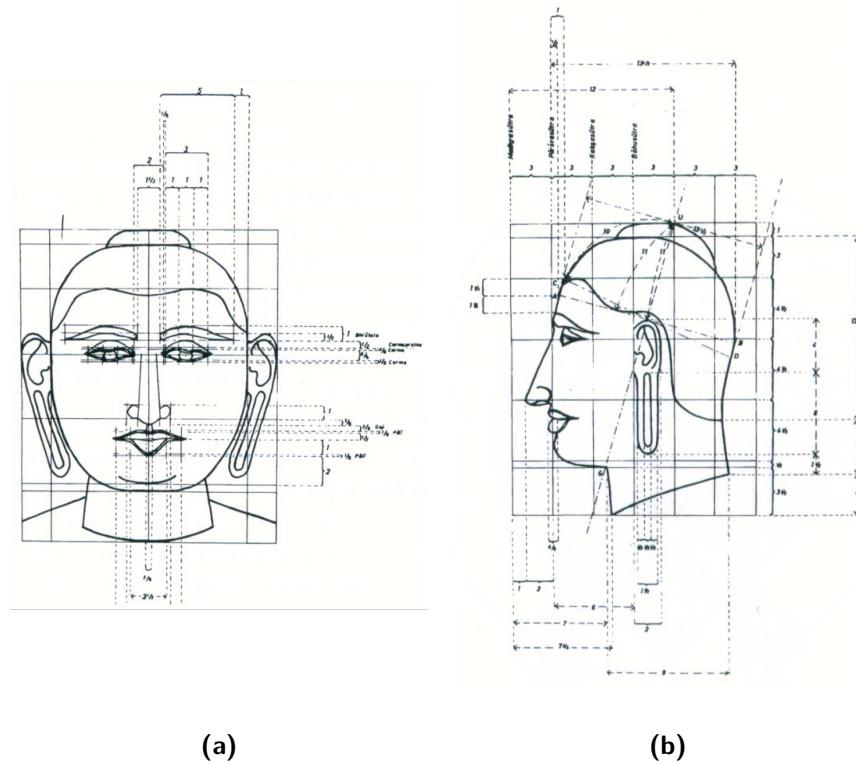
Diverse illustrazioni di arte Egizia mostrano anche come i tre riquadri superiori del canone venissero divisi a loro volta in cinque parti ognuno, per poter disegnare il volto

## 2. Cenni di storia della cephalometria

con più dettagli.

Le arti classiche dei Greci rifiutarono il rigido sistema Egizio per creare immagini della figura umana, che non era adatto a rappresentarne i movimenti. I Greci concepivano infatti l'arte come rappresentazione di un essere vivo, in contrasto agli Egizi, che cercavano di cristallizzare la figura umana per l'eternità.

Nell'iconometria Indiana, l'altezza facciale era utilizzata come modulo base dai due sistemi proporzionali, Śāriputra e Ālekhyalakṣaṇa, che riflettevano accuratamente le relazioni naturali delle diverse parti del corpo tra di loro. Il sistema Śāriputra, datato 1200 d.C., è conosciuto per le sculture in onore di Buddha (fig. 2.2).



**Fig. 2.2:** Visione frontale (a) e laterale (b) di una statua del Buddha, secondo il sistema proporzionale Śāriputra.

## 2. Cenni di storia della cefalometria



**Fig. 2.3.:** Sistema a tre cerchi concentrici nell'arte Bizantina.

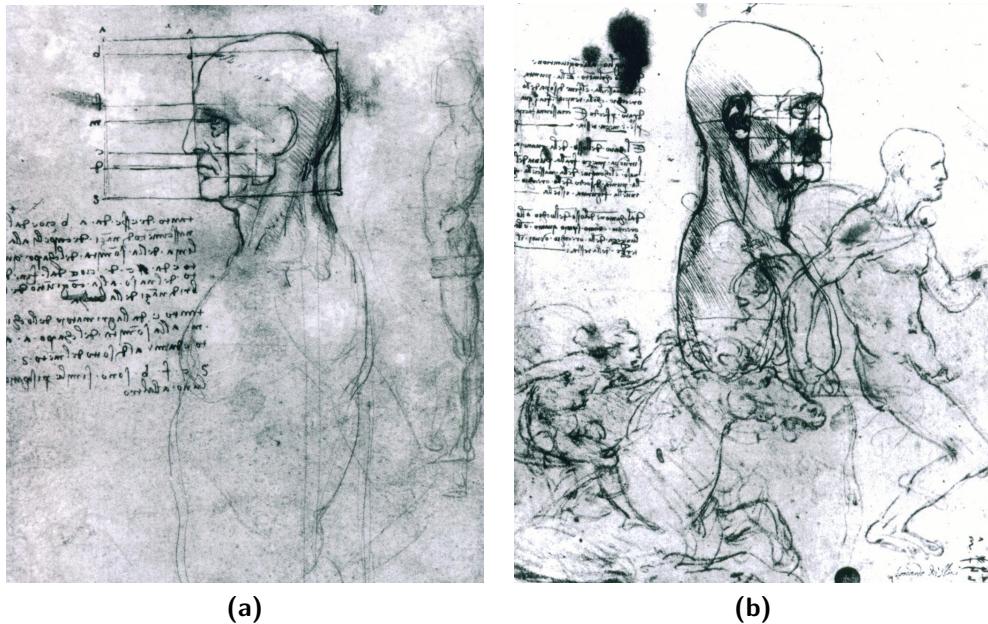
Nell'impero Bizantino, la griglia rettangolare del canone venne sostituita da uno schema di tre cerchi concentrici, con la lunghezza del naso come raggio per disegnare i due cerchi successivi. Il cerchio interno delineava la fronte e gli zigomi; il secondo cerchio, con un raggio pari a due volte il naso, definiva le misure esterne della testa, inclusi i capelli e il limite inferiore del volto. Il cerchio più esterno attraversava il giugulo e formava l'aureola.

## 2.2. Dal Rinascimento al ventesimo secolo

Lo sconvolgimento che il quindicesimo secolo portò nel pensiero artistico, nei concetti e nella tecnica è esemplificato dalle opere di Leonardo da Vinci (1459–1519) e Albrecht Dürer (1471–1528). Il lascito di Leonardo come esponente del Rinascimento va ben oltre l'Ultima Cena e la Monna Lisa. I suoi disegni includono infatti studi sulle proporzioni facciali, e la proiezione di un sistema di coordinate sul volto di un "uomo cavallo". Queste ultime figure mostrano una preferenza per le "analisi proporzionali", e si può notare che

## 2. Cenni di storia della cefalometria

ogni personaggio posa in “natural head position” (XXX).



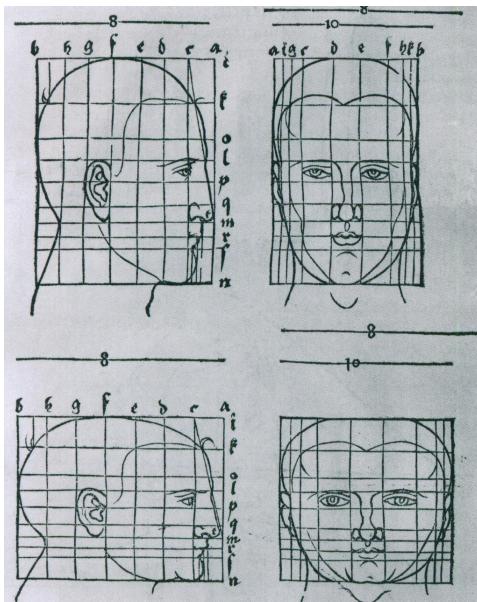
**Fig. 2.4.:** Studi sul cranio e sul volto effettuati da Leonardo da Vinci.

Gli elaborati studi di Albrecht Dürer sulla prospettiva delle proporzioni umane sono ineguagliati ad oggi; infatti, i quattro libri di Dürer sulle proporzioni “segnano un climax che la teoria delle proporzioni non ha mai raggiunto prima o avrebbe mai potuto raggiungere dopo”.<sup>5</sup>

Usando metodi strettamente geometrici, Dürer fornì un’analisi proporzionale dei volti leptoprosopici (stretti e lunghi) e dei volti euriprosopici (larghi e corti) in un sistema di coordinate in cui le linee orizzontali e verticali erano disegnate passanti per gli stessi punti facciali (fig. 2.5 nella pagina successiva).

<sup>5</sup>Panofsky, *Meaning in the Visual Arts*.

## 2. Cenni di storia della cefalometria



**Fig. 2.5:** Analisi proporzionale di Dürer di un volto leptoprosopico ed uno euriprosopico.

In aggiunta al sistema di coordinate, Dürer fece

uso di due linee – una disegnata dalla fronte tan-

gente al naso, l'altra tangente al mento e al labbro

superiore – che insieme creavano un'area trian-

olare che caratterizzava il profilo facciale attraverso

un “angolo facciale” (fig. 2.6).

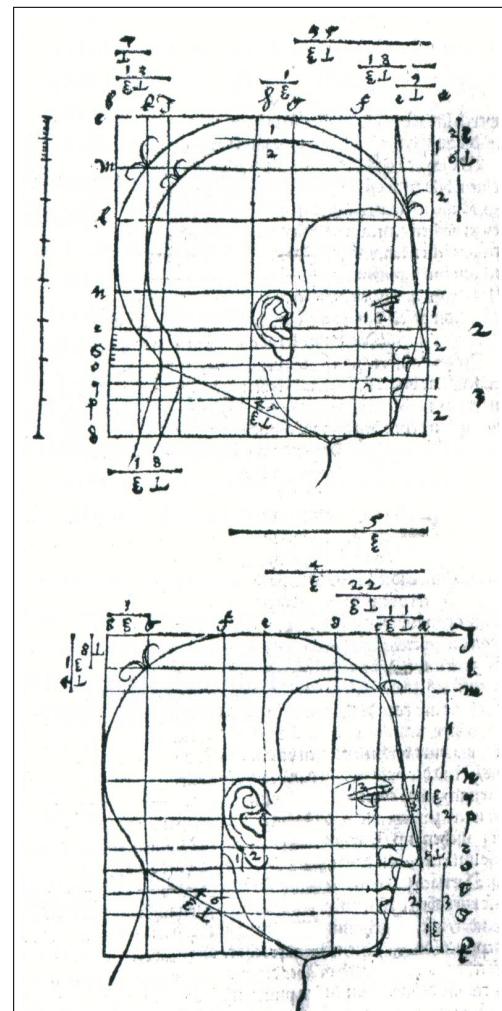
I disegni di Dürer attestano i continui sforzi nel

definire le variazioni della morfologia facciale. Uno

di questi è particolarmente significativo, e rappre-

senta un punto chiave dell'evoluzione dell'analisi

cefalometrica così come è conosciuta oggi. In esso,



**Fig. 2.6.:** Influenza dell'angolo facciale sul profilo secondo Dürer.

## 2. Cenni di storia della cefalometria

la differenza tra un profilo facciale retruso e uno protruso è mostrato da un cambiamento dell'angolo tra gli assi verticali e orizzontali di un sistema di coordinate caratterizzante la configurazione facciale di ogni soggetto. Perciò un singolo angolo diventa l'espressione della differenza nella morfologia facciale tra due individui.

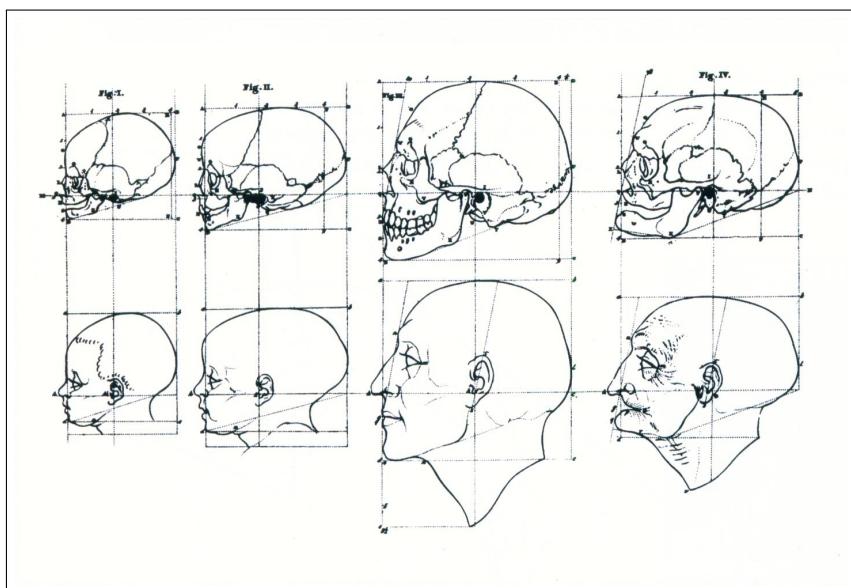
Petrus Camper (1722–1789) fu un medico e scienziato che effettuò ampi studi sui crani. Il successo dei suoi studi si basava sull'orientamento dei crani nello spazio su un piano orizzontale, passante per il meato acustico esterno e un punto al di sotto del naso. Questi punti non erano rigorosamente definiti, ma Camper veniva guidato dalla direzione del processo zigomatico. In molte delle sue illustrazioni, questo piano orizzontale veniva disegnato passante per la spina nasale anteriore.

Il *piano di Camper* divenne un piano di riferimento per le misure angolari utilizzate per caratterizzare gli andamenti evolutivi negli studi di morfologia facciale e sull'invecchiamento. Questo piano viene ancora oggi utilizzato in protesi per stimare l'angolazione del piano occlusale nei pazienti edentuli, poiché è generalmente parallelo.

Egli vide come un singolo angolo descrivesse il profilo caratteristico di una faccia. Questa cambia nella sua totalità, ma l'angolo facciale è l'indice di una deformazione generale.

## 2. Cenni di storia della cefalometria

L'angolo facciale di Camper venne prontamente accettato come una misura standard nello studio del cranio. I termini *prognatico* e *ortognatico* sono legati alle illustrazioni di Camper della forma facciale negli uomini e nei primati. Come risultato, l'angolo tra il piano orizzontale e la linea Nasion-Prosthion divenne il metodo antropologico d'elezione per determinare il tipo facciale. Il termine *prognatismo* si riferisce alla prominenza della mandibola rispetto alla fronte; *ortognatismo* si riferisce invece ad un profilo facciale piatto.



**Fig. 2.7:** Studi di Camper sulle variazioni del cranio durante la crescita

Camper studiò anche le differenze nella forma facciale legate al processo di invecchiamento (fig. 2.7). La prima morfologia esaminata fu quella di un neonato, seguita da quella di un bambino di circa 8 anni, un adulto e un anziano. I cambiamenti vennero analizzati tenendo fisso il piano orizzontale, e consistono in una crescita della parte

## 2. Cenni di storia della cephalometria

inferiore del volto fino all'età adulta, e il suo successivo accorciamento con la perdita progressiva di tutti i denti.

Gli studi di Welcker (1862) sulla crescita e lo sviluppo del cranio umano, dimostrarono la discesa e rotazione della mandibola durante l'ontogenesi, attraverso una configurazione triangolare dal Basion al Gnathion (fig. 2.8)<sup>6</sup>. Questo schema triangolare fu successivamente modificato in un poligono

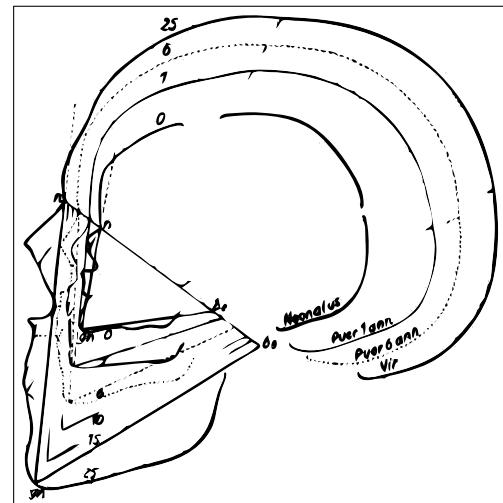
da Hellman (fig. 2.9 nella pagina successiva)<sup>7</sup> per

rappresentare la crescita facciale e per esaminare

le differenze tra individui con malocclusioni di Classe II e Classe III. Dopo Hellman,

questo poligono fu usato da Korkhaus<sup>8</sup> e da Björk (fig. 2.10 nella pagina seguente)<sup>9</sup>.

Quest'ultimo sviluppò questo poligono in quella che può essere definita l'analisi "formospazio" dello scheletro facciale; analisi che illustrò chiaramente la configurazione facciale dalla base cranica al piano mandibolare, e dall'articolazione temporomandibolare al profilo facciale.



**Fig. 2.8.: Analisi dei cambiamenti durante la crescita secondo Welcker.**

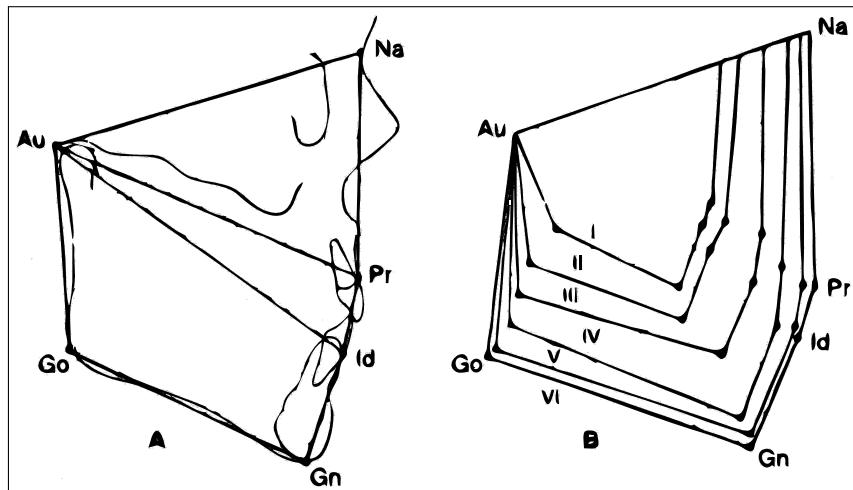
<sup>6</sup>Welcker, "Kraniologische Mitteilungen".

<sup>7</sup>Hellman, "The face in its developmental career".

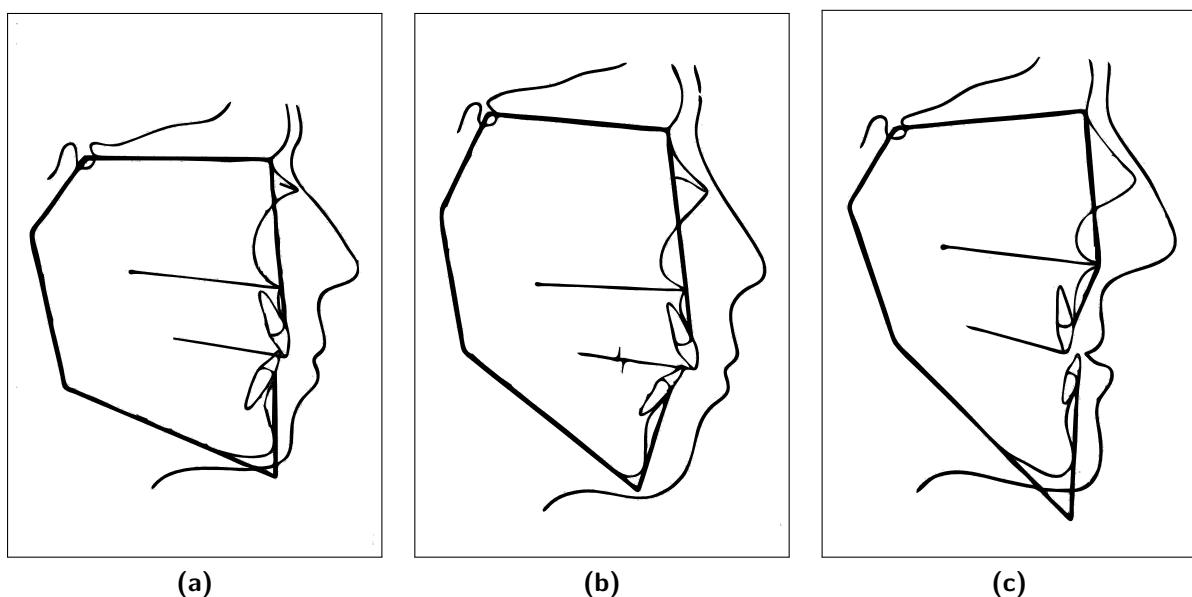
<sup>8</sup>Korkhaus, "Bruhn C. Handbuch der Zahnheilkunde".

<sup>9</sup>Björk, "The face in profile".

## 2. Cenni di storia della cefalometria



**Fig. 2.9:** Analisi della crescita facciale proposta da Hellman, usando un poligono e la linea da Nasion ad Auricolare come riferimento.



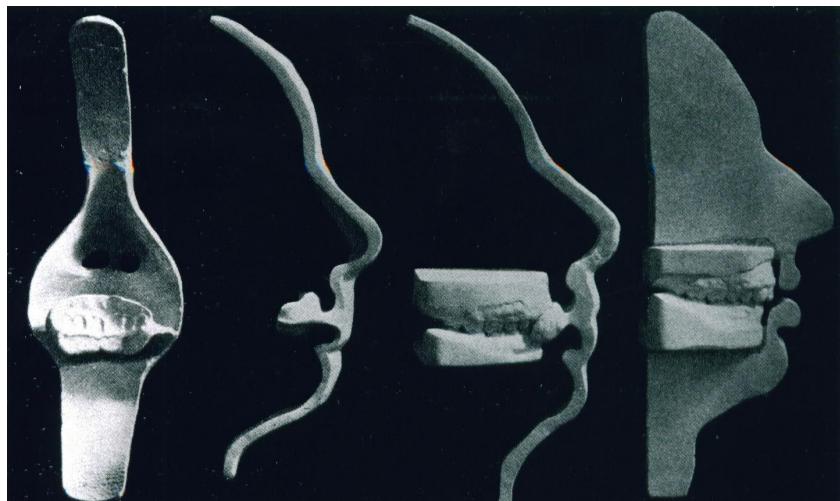
**Fig. 2.10.:** Studi di Björk sui profili facciali.

### 2.2.1. Il ventesimo secolo

L’evoluzione della cefalometria nel ventesimo secolo è universalmente collegata alla pubblicazione di Edward Angle sulle malocclusioni<sup>10</sup>, nel 1899. Angle usava le relazioni tra l’arcata superiore ed inferiore, esemplificata dall’intercuspidazione dei primi molari

<sup>10</sup>Angle, “Classification of malocclusion”.

## 2. Cenni di storia della cefalometria



**Fig. 2.11:** van Loon costruì un modello tridimensionale del profilo facciale, per poter meglio studiare i rapporti tra quest'ultimo e la dentatura del paziente.

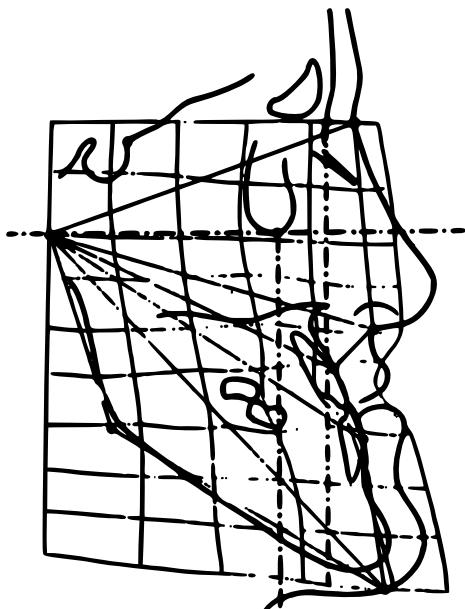
permanenti, come la base per caratterizzare i tipi di malocclusione.

Un avanzamento concettuale in senso realistico fu fatto nel 1915 da van Loon, che determinò che per una diagnosi e un piano di trattamento significativi era necessario un sistema tridimensionale che potesse determinare la relazione della dentatura con la faccia. Egli sviluppò quindi un metodo con cui la dentatura e la faccia potessero essere studiati sia separatamente, sia in relazione l'uno con l'altro. Il metodo consisteva nel prendere un'impronta parziale del profilo (fronte, naso, labbra, mento), e delle superfici labiali degli incisivi centrali superiori – quest'ultimi sarebbero serviti come chiave per il posizionamento del modello delle arcate dentarie. Questa “maschera facciale” (fig. 2.11) veniva poi posizionata su un supporto all'interno di un “cubo cranioforo”. Questo era uno strumento utilizzato dagli antropologi per studiare i crani orientati secondo il piano di Francoforte. Sebbene questa procedura fosse complessa, lunga e poco pratica, è da

## 2. Cenni di storia della cefalometria

segnalare in quanto rappresenta un passo evolutivo verso il posizionamento dei modelli dentari orientati tridimensionalmente nello spazio.

In seguito alla standardizzazione della radiografia cefalometrica agli inizi del 1900, Lucien de Coster<sup>11</sup> fu il primo a pubblicare un'analisi basata sulle relazioni di proporzionalità usate nell'antichità (fig. 2.12). De Coster utilizzò le distorsioni di un sistema di coordinate Cartesiano per mostrare le differenze di posizione dei marker in confronto alla norma<sup>12</sup>.



**Fig. 2.12.:** De Coster: analisi di un individuo con marcato prognatismo mandibolare e severa malocclusione di Classe III.

### 2.3. La divina proporzione

Fin dai primi dati disponibili, i ritratti del corpo umano sono stati guidati da sistemi di proporzionalità tra le sue parti. Questa procedura consentiva la riproduzione di relazioni armoniose tra le caratteristiche facciali e il resto del corpo.

<sup>11</sup>Coster, "The network method of orthodontic diagnosis".

<sup>12</sup>Izard, *La Practique Stomatologie VII; Orthodontie*.

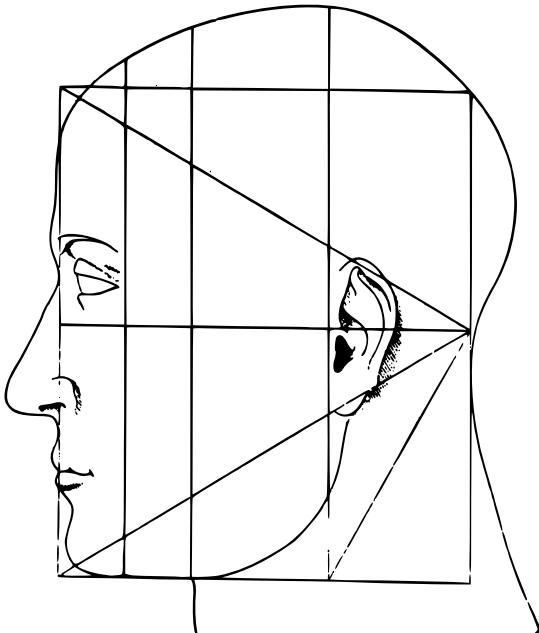
## 2. Cenni di storia della cephalometria

Nella *sezione aurea* (la “*divina proporzione*”), sviluppata dagli antichi matematici Greci, la lunghezza di una linea è divisa in due parti tali che la parte minore, divisa per la parte maggiore, è uguale alla parte maggiore divisa per la lunghezza totale. Oltre ad avere applicazioni matematiche, la sezione aurea costituisce un ideale per le valutazioni di natura estetica.

Nel 1509, Luca Pacioli<sup>13</sup>, presentò un’orazione sulla sezione aurea in ambito matematico. La sua pubblicazione conteneva un disegno di un profilo umano, inquadrato in un triangolo ed un rettangolo aureo (fig. 2.13).

Nella progettazione del volto umano, la Natura ha evidentemente trasposto la *divina proporzione* in una sequenza di relazioni armoniose tra i tessuti molli e i tessuti duri.

Ricketts<sup>14</sup> fu il primo, nella storia recente, ad esporre in dettaglio sulla relazione tra



**Fig. 2.13.:** Nel 1509, fra’ Luca Pacioli, nella sua presentazione sulla divina proporzione, mostrò un’illustrazione di un profilo umano inquadrato in un triangolo ed un rettangolo aureo.

<sup>13</sup>Pacioli, *De Divina proportione*.

<sup>14</sup>Ricketts, “Divine proportion in facial esthetics”, “The biologic significance of the divine proportion and Fibonacci series”.

## *2. Cenni di storia della cefalometria*

la struttura e la crescita della faccia e la divina proporzione e la serie di Fibonacci.

### **3. Crescita cranio-facciale**

Le teorie di crescita rappresentano le ipotesi postulate nel corso dell’evoluzione scientifica al fine di spiegare e identificare i fattori responsabili dello sviluppo del complesso cranio-facciale.

Per meglio utilizzare le tecniche di analisi cefalometrica più avanti descritte, l’ortodontista deve conoscere i comuni meccanismi di crescita, per sapere in quale momento è necessario intervenire, e capire le condizioni che possono favorire la stabilità del risultato terapeutico o, al contrario, causarne la recidiva.

L’analisi dell’evoluzione storica sull’argomento ha permesso di dividere le teorie di crescita in tre gruppi principali:

1. corrente di pensiero genetica (1931-1946)

3. *Crescita cranio-facciale*
2. corrente di pensiero funzionalistica (1945-1990)
3. corrente di pensiero sintetica o del consenso (1970)

### **3.1. Corrente di pensiero genetica (1931-1946)**

Le prime teorie sul processo di crescita ritenevano che il meccanismo principale era sotto un costante e rigoroso controllo genico. Tale condizione metteva fortemente in discussione l'efficacia dell'ortopedia dento-facciale in generale, e di quella funzionale in particolare.

La crescita del cranio è predeterminata, e non è soggetta ad alcuna influenza esterna, pertanto anche le dismorfosi dento-maxillo-facciali sono manifestazioni di caratteri ereditari.

#### **Teoria della predeterminazione genetica<sup>15</sup>**

La prima teoria postulata nel corso della letteratura affermava che le disgrazie esistono prima della nascita, codificate nei geni, e che durante la crescita post-natale non migli-

---

<sup>15</sup>Broadbent, “A new x-ray technique and its application to orthodontia”, “The face of the normal child”; Brodie, “Behavior of normal and abnormal facial growth patterns”, “Facial patterns: a theme on variation”.

### 3. Crescita cranio-facciale

rano e non peggiorano, pertanto quando un neonato nasce con una disgnazia, questa permane tutta la vita, e non può essere trattata in alcun modo.

#### **Ipotesi suturale<sup>16</sup>**

Le suture, la cartilagine e il periostio sono “centri autonomi” di crescita sotto il controllo genico, e non influenzabili da fattori locali né dalla terapia. Ci si sposta quindi da una teoria in cui tutto è sotto il controllo genico, ad una in cui l’attività genica si limita a quei tessuti capaci di generare osso.

#### **Ipotesi del setto nasale<sup>17</sup>**

Tale ipotesi si basa sul ruolo svolto dalle strutture cartilaginee del cranio durante lo sviluppo fetale, e sulla possibilità che esse continuino il loro ruolo di guida dello sviluppo anche post-nascita.

Il controllo genico si sposta quindi sulle strutture cartilaginee, che diventano le uniche responsabili del processo di crescita cranio-facciale.

In particolare, la cartilagine del setto nasale è responsabile della crescita del mascellare superiore: con il suo sviluppo, si ha una spinta verso il basso e in avanti della premaxilla

---

<sup>16</sup>Weinmann e Sicher, “Bone and bones. Fundamentals of bone biology.”

<sup>17</sup>Scott, *Dentofacial development and growth*.

### *3. Crescita cranio-facciale*

e, insieme alla *cartilagine di Meckel*, partecipa in modo preponderante alla formazione della faccia.

La limitazione dell'influenza genica alle sole cartilagini apre quindi la strada ad una possibile influenza esterna sulle suture, sfruttabile in ambito terapeutico.

## **3.2. Corrente di pensiero funzionalistica (1945-1990)**

La corrente funzionalistica mette in evidenza l'importanza della funzione nella realizzazione della crescita cranio-facciale, spostando l'attenzione dal pensiero genetico a quello funzionale.

L'influenza genetica è comunque presente in tutto lo sviluppo biologico; i tessuti hanno però un loro grado di plasticità e quindi sono influenzabili da fattori estrinseci al genoma.

Se la funziona rappresenta il fattore più importante per la crescita, sarà anche quello che alterandosi causerà una disgnazia; pertanto la riabilitazione della corretta funzione determina il recupero dell'equilibrio.

### 3. Crescita cranio-facciale

#### **Ipotesi della matrice funzionale<sup>18</sup>**

In questa teoria, è la funzione ad avere una influenza diretta su forma, dimensione e posizione dei tessuti scheletrici; anche se esiste un controllo genico durante la fase iniziale della ossificazione, questo continua poi a livello funzionale. Le strutture ossee e cartilaginee non sono infatti dotate di un proprio schema di crescita, ma si accrescono secondariamente ai tessuti che li circondano (*matrici funzionali*).

Secondo Moss, esistono delle funzioni vitali (tra cui masticazione, fonazione, deglutizione), ed ognuna di queste è svolta grazie a tessuti, organi, spazi e strutture scheletriche e cartilaginee. L'insieme delle entità anatomiche necessarie per eseguire una specifica funzione viene detta *componente cranica funzionale*: ciascuna di queste è costituita da due elementi – la *matrice funzionale*, che svolge la funzione propria; e l'*unità scheletrica* che svolge la funzione di protezione e di sostegno.

La grandezza, la forma e la posizione di ogni unità scheletrica rappresentano una risposta compensatoria alle richieste della matrice funzionale; l'unità scheletrica non è quindi direttamente regolata dal genoma, ma viene modulata dalla matrice funzionale.

Moss distingue due matrici funzionali:

---

<sup>18</sup>Moss e Salentijn, “The primary role of functional matrices in facial growth”; Moss e Young, “A functional approach to craniology”.

### 3. Crescita cranio-facciale

1. la *matrice funzionale periostale*, tipicamente associata a muscoli, vasi sanguigni, nervi e ghiandole;
2. la *matrice funzionale capsulare*, costituita da capsule o involucri di tessuti non scheletrici che includono la loro unità scheletrica.

La crescita a livello della matrice funzionale *periostale* è di tipo *trasformativo*, e si realizza attraverso processi di apposizione e riassorbimento osseo, che inducono una modificaione della forma e della dimensione della propria unità scheletrica. Le matrici di questo tipo hanno quindi influenza su *microunità scheletriche* che, prese insieme, formano un intero osso.

Un esempio è la mandibola, che risulta costituita da 5 microunità: condilare, coronoidea, angolare, alveolare e basale. Il muscolo temporale è la matrice dell'unità coronoidea; il massetere e pterigoideo interno di quella angolare; i denti sull'unità alveolare, mentre il fascio vascolonervoso del canale mandibolare agisce sull'unità basale.

Per quanto riguarda le matrici funzionali capsulari, nel distretto cranio-facciale si riconoscono:

1. *matrice funzionale capsulare neurocranica*, che rappresenta il volume della massa cerebrale;

### 3. Crescita cranio-facciale

2. *matrice funzionale capsulare orofacciale*, di nostra pertinenza, che rappresenta il volume degli spazi funzionanti delle cavità oro-naso-faringee, orbitali e uditive.

La crescita a livello delle matrici *capsulari* è di tipo *traslativo*, cioè attraverso un processo di riposizionamento della propria unità scheletrica. La sfera d'influenza è rappresentata dalle *macrounità scheletriche*. Ciascuna matrice funzionale capsulare, e ciascuna capsula, contiene quindi le matrici funzionali periostali e le rispettive microunità scheletriche.

Lo sviluppo di tutte le unità scheletriche cranio-facciali è quindi una combinazione di due tipologie di crescita:

1. *trasformativa*, dovuta ai cambiamenti in forma e dimensione delle microunità scheletriche, in risposta allo stimolo delle matrici funzionali periostee;
2. *traslativa*, dovuta ad un ricollocamento nello spazio delle macrounità scheletriche, in risposta all'aumento volumetrico degli spazi funzionanti e della massa cerebrale.

L'insieme della crescita trasformativa e della crescita traslativa permette il mantenimento dell'equilibrio tra matrici funzionali e unità scheletriche, tale da realizzare una *crescita armonica*.

### 3. Crescita cranio-facciale

#### **Teoria del servosistema o teoria cibernetica<sup>19</sup>**

Allo scopo di comprendere i meccanismi dello sviluppo craniofacciale, Petrovic e coll. hanno sviluppato la *teoria del servosistema*, utilizzando il vocabolario proprio della cibernetica.

La cibernetica è una scienza che ha come obiettivo la comprensione sistematica della realtà, facendo confluire insieme una serie di nozioni e problemi patrimonio comune di più discipline (biologia, ingegneria, psicologia, meccanica). Tale scienza opera attraverso un circuito, il *servosistema*, caratterizzato da un insieme di *segnali di controllo* e *di comando*, che schematizza come la trasmissione di tali segnali porta al verificarsi di un fenomeno.

La crescita delle differenti regioni del cranio diventa quindi la risultante dell'interazione di un insieme di avvenimenti e di meccanismi di feedback, che permettono al sistema di autoregolarsi.

Petrovic ha quindi sintetizzato le sue idee nella teoria cibernetica dei processi di controllo della crescita cranio-facciale, attraverso la costruzione di un *servosistema*.

In generale, all'interno di un servosistema esiste un *comparatore periferico* che opera un

---

<sup>19</sup>Petrovic, “Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating occlusion. Cybernetic model.”; Petrovic, Stutzmann e Gasson, “The final length of the mandible: is it genetically determined?”

### 3. Crescita cranio-facciale

confronto tra un *input* (variabile indipendente) e un *output* (variabile controllata), e invia un messaggio al *comparatore centrale*, che regola i fattori di controllo di un determinato fenomeno per mantenere l'equilibrio. Nel servosistema ideato da Petrovic, il comparatore periferico è rappresentato dall'*occlusione*, quello centrale è il *sistema nervoso centrale*, l'*input* è il *mascellare superiore*, e l'*output* è la *mandibola*.

L'*occlusione*, quindi, opera un confronto tra la posizione del *mascellare superiore* e la posizione della *mandibola*, e invia un messaggio al *sistema nervoso centrale*, che regola i fattori di controllo della crescita per mantenere l'equilibrio.

Il *mascellare superiore* è considerato la variabile indipendente in quanto è controllato solamente da fattori estrinseci generali (ormoni), e non può in alcun modo essere influenzato da fattori locali. La *mandibola*, invece, oltre a subire il controllo ormonale, è anche sottoposta a fattori estrinseci locali (muscoli, legamenti).

## **Analisi convenzionali**

## **4. Analisi di Steiner**

L'introduzione dell'analisi di Downs stimolò diversi ricercatori e clinici a sviluppare le proprie analisi: quello che ne seguì fu una proliferazione di marker cefalometrici che non fecero altro che confondere i clinici. Cecil C. Steiner selezionò quelli che per lui erano i parametri più significativi, e sviluppò un'analisi che credeva potesse fornire il massimo numero di informazioni cliniche con il minor numero di misurazioni.

Vennero quindi scelte alcune misure, e furono determinate delle medie statistiche su un numero di pazienti normo-occlusi.

Nell'analisi delle teleradiografie latero-laterali, Steiner propose la valutazione separate di varie parti del cranio, nello specifico i tessuti scheletrici, i tessuti dentali e i tessuti molli. L'analisi scheletrica si propone di porre in relazione la mascella e la mandibola tra di loro e con le ossa del cranio. L'analisi dentale mette in relazione gli incisivi superiori e

#### 4. Analisi di Steiner

inferiori con le rispettive basi ossee e tra di loro. Infine, l'analisi dei tessuti molli fornisce un mezzo per valutare il bilanciamento e l'armonia del profilo facciale inferiore<sup>20</sup>.

A tutt'oggi, questa è la tecnica più utilizzata, data la relativa semplicità e velocità d'esecuzione.

### 4.1. Analisi scheletrica

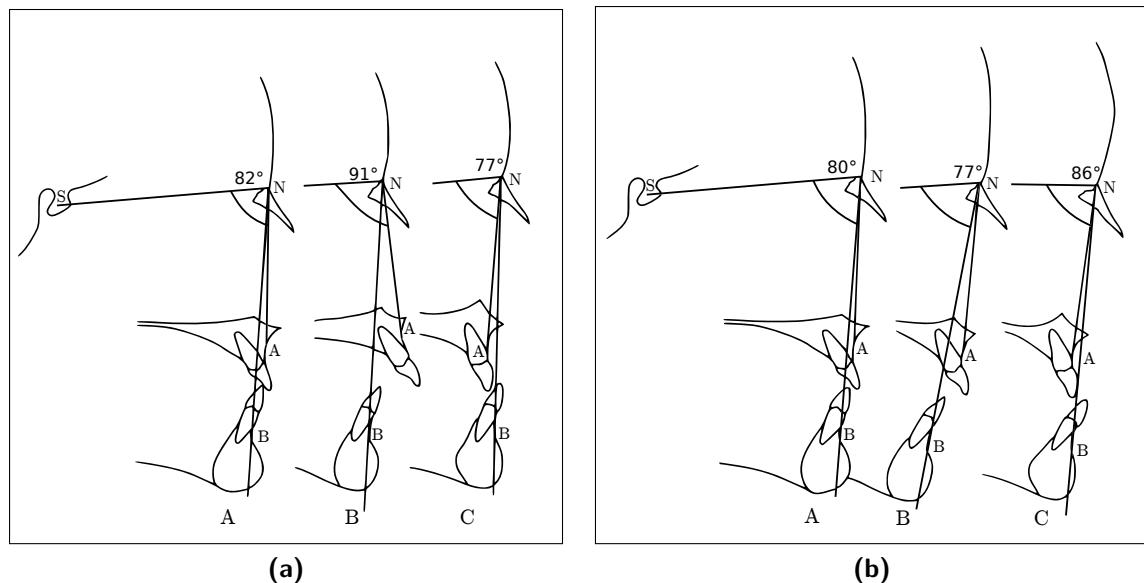
Nelle analisi antropologiche tradizionali, così come nell'analisi di Downs, il piano di riferimento era il *piano di Francoforte*. Sulle teleradiografie latero-laterali è però spesso difficile identificare i punti Porion e Orbitale, per la determinazione di tale piano. Steiner scelse quindi la **base cranica anteriore** (Sella-Nasion) come piano di riferimento della sua analisi. Il vantaggio di utilizzare due punti “mediani” è che si muovono minimamente quando la testa devia dalla posizione di profilo, o quando la testa ruota nel cefalostato.

**Mascella** I punti A e B vengono considerati come i limiti anteriori delle basi apicali rispettivamente della mascella e della mandibola. Perciò, per determinare la posizione della mascella rispetto alla base cranica, viene calcolato l'angolo  $\widehat{SNA}$ , il cui valore medio è  $82^\circ$  (fig. 4.1a nella pagina seguente). Se il valore angolare è maggiore, la mascella è si

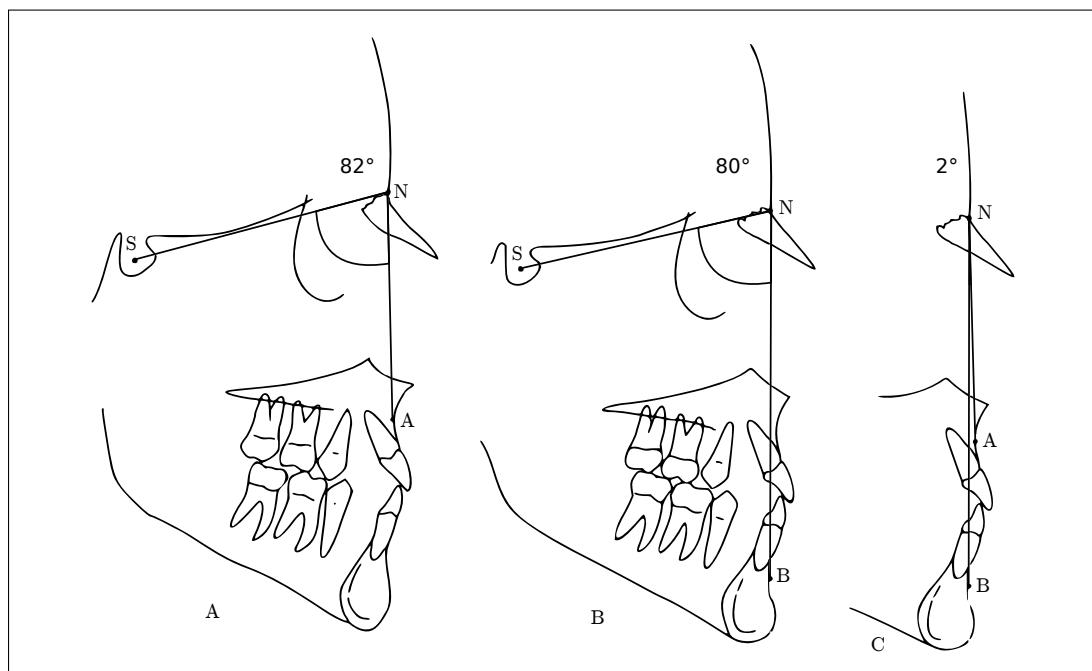
---

<sup>20</sup>Steiner, “Cephalometrics for you and me”, “Cephalometrics in clinical practice”, “The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment”.

#### 4. Analisi di Steiner



**Fig. 4.1.:** (a)  $\widehat{SNA}$ : profilo normale, profilo retruso, profilo protruso. (b)  $\widehat{SNB}$ : profilo normale, profilo retruso, profilo protruso.



**Fig. 4.2.:** l'angolo interincisale  $\widehat{ANB}$  è dato dalla differenza tra  $\widehat{SNA}$  e  $\widehat{SNB}$ .

#### 4. Analisi di Steiner

trova in posizione anteriore rispetto alla base cranica. Di contro, se il valore inferiore, la mascella si troverà posizionata posteriormente.

**Mandibola** Per valutare la posizione della mandibola, viene calcolato l'angolo  $\widehat{SNB}$  (valore medio  $80^\circ$ , fig. 4.1b). Un angolo minore indica una mandibola retrusa, un angolo maggiore indica una mandibola protrusa.

**Relazione tra mascella e mandibola** Valutando i valori  $\widehat{SNA}$  e  $\widehat{SNB}$ , solitamente è possibile riconoscere il segmento osseo malposizionato. Il valore più significativo è, comunque, l'angolo  $\widehat{ANB}$ , che fornisce informazioni sulla posizione dei due segmenti ossei uno relativo all'altro (fig. 4.2 nella pagina precedente).

Steiner sosteneva come  $\widehat{SNA}$  non fosse importante quanto  $\widehat{SNB}$  e  $\widehat{ANB}$ , in quanto indica solamente una retrusione o protrusione rispetto alla base del cranio. Piuttosto, è più importante la discrepanza tra mascella e mandibola. Il valore medio dell'angolo  $\widehat{ANB}$  è di  $2^\circ$ : un valore maggiore indica una *tendenza* alle *Classe II scheletrica*, e più è grande questo valore, più difficile sarà correggere la malocclusione. Valori minori dell'angolo, e valori sotto lo zero, indicano che la mandibola è protrusa rispetto alla mascella, suggerendo una *Classe III scheletrica*.

#### 4. Analisi di Steiner

**Piano occlusale** Il piano occlusale viene disegnato attraverso la zona delle cuspidi sovrapposte tra i primi premolari e i primi molari. Questo piano viene utilizzato per la misura dell'angolo con il piano *S-N*. Il valore medio è di 14°.

**Piano mandibolare** Il piano mandibolare viene disegnato tra gonion (*Go*) e gnathion (*Gn*). L'angolo del piano mandibolare, che si forma tra questo e il piano *S-N*, ha un valore medio di 32°. Valori eccessivamente elevati o ridotti suggeriscono un modello di crescita rispettivamente iper- o ipodivergente. Questo modello di crescita può influenzare la riuscita del trattamento, ed è quindi saggio anticipare tali problemi.

## 4.2. Analisi dentale

Soltanamente l'analisi dentale serve a confermare le valutazioni cliniche già compiute. D'altro canto, esistono numerosi casi in cui le valutazioni radiografiche differiscono notevolmente da quelle cliniche.

**Posizione incisivo superiore** La posizione degli incisivi superiori viene determinata correlando i denti alla linea *N-A*. È possibile considerare due valori: il primo riguarda l'angolazione dell'asse del dente e viene calcolato misurando il valore in gradi dell'angolo

#### 4. Analisi di Steiner

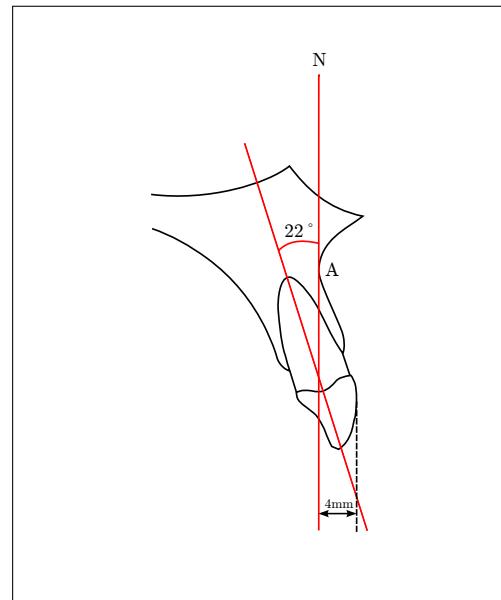
tra  $N-A$  e l'asse del dente. Il secondo valuta il posizionamento relativo, misurato in millimetri tra  $N-A$  e la superficie più labiale.

Usando questo metodo, gli incisivi centrali superiori dovrebbero essere posizionati in modo tale da avere la superficie più labiale ad una distanza di 4mm dalla linea, e un'inclinazione di  $22^\circ$ .

La sola valutazione dell'angolazione dell'incisivo superiore non è infatti sufficiente a dare un giudizio sulla posizione dei denti: potrebbe infatti capitare che l'angolazione sia corretta, ma che il dente sia traslato in avanti o indietro rispetto alla linea  $N-A$  (fig. 4.4a).

Allo stesso modo, la sola rilevazione della distanza millimetrica della superficie più labiale non è sufficiente. Non è difficile immaginare un incisivo a 4mm di distanza, ma inclinato diversamente (fig. 4.4b).

**Posizione incisivo inferiore** Allo stesso modo che per l'incisivo superiore, per valutare la posizione dell'incisivo inferiore si misurano la distanza millimetrica tra superficie più



**Fig. 4.3.:** Posizione e angolazione “ideale” dell’incisivo superiore secondo Steiner

#### 4. Analisi di Steiner

labiale e linea  $N-A$ , e valore angolare tra questa e asse maggiore del dente.

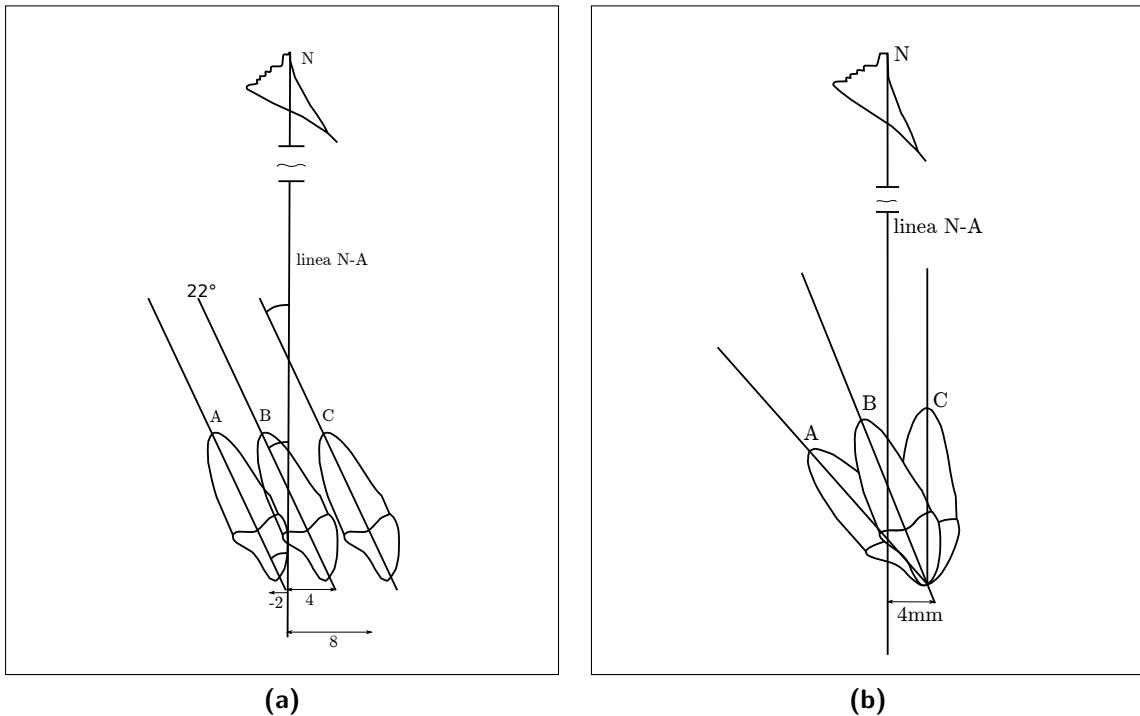
**Angolo interincisale** L'angolo interincisale (fig. 4.5 nella pagina seguente) mette in relazione la posizione degli incisivi centrali superiore e inferiore. Il valore medio è  $130^\circ$ : valori minori o maggiori indicano una necessità di variazione dell'inclinazione di uno o entrambi gli incisivi.

**Distanza tra  $N-A$  e il mento** Visto il generoso contributo del mento al profilo facciale, è necessario tenerlo in considerazione nella valutazione cefalometrica. Il grado di prominenza del mento contribuisce al posizionamento dei denti in arcata. Idealmente, secondo Holdaway<sup>21</sup>, la distanza tra la linea  $N-A$  e il mento dovrebbe essere uguale alla distanza tra la stessa linea e la superficie più labiale dell'incisivo inferiore (fig. 4.6 nella pagina successiva). Una discrepanza di 2mm tra questi valori è accettabile, 3mm è meno desiderabile, ma ancora tollerabile. Una discrepanza superiore ai 4mm, invece, richiede generalmente un intervento.

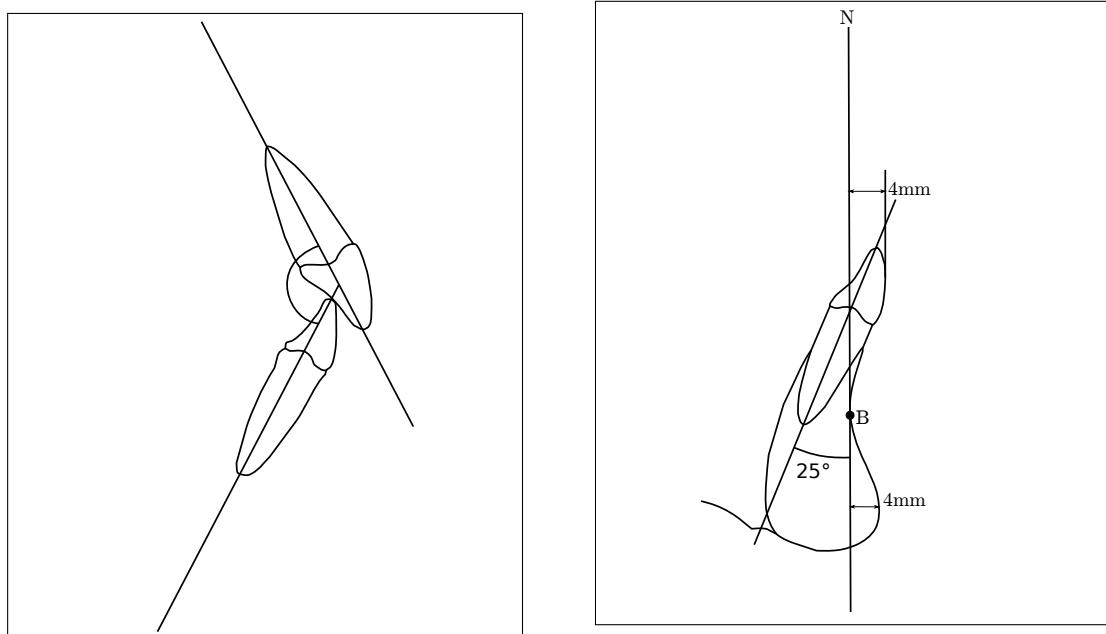
---

<sup>21</sup>citazione? p. 91

#### 4. Analisi di Steiner



**Fig. 4.4.:** Inclinazione e posizione dell'incisivo superiore, in relazione alla linea  $N-A$ : (a) inclinazione corretta, ma posizione variabile; (b) posizione corretta, ma inclinazione variabile.

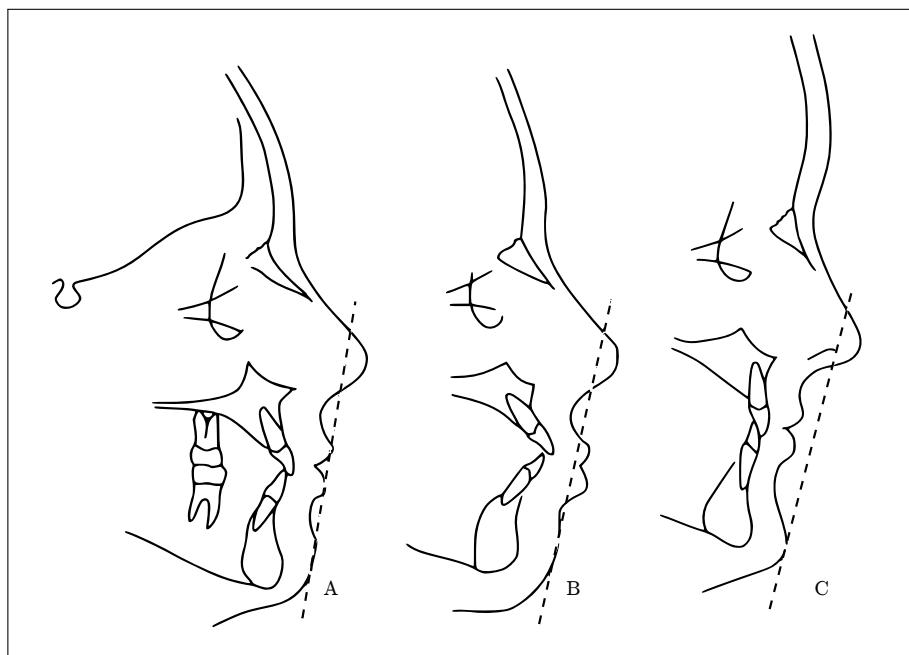


**Fig. 4.5.:** Angolo interincisale  $\widehat{ANB}$

**Fig. 4.6.:** Rapporto tra incisivo inferiore, linea  $N-A$  e mento.

### 4.3. Analisi dei tessuti molli

L'analisi dei tessuti molli consiste in una registrazione grafica delle osservazioni cliniche effettuate durante l'esame del paziente. Essa include una valutazione dell'adattamento dei tessuti al profilo osseo sottostante, tenendo in considerazione dimensioni, forma e postura delle labbra. Viene inoltre analizzato lo spessore dei tessuti molli sulla sinfo mentoniera e sulla struttura nasale, e al loro rapporto con la parte inferiore della faccia.



**Fig. 4.7.:** Linea S di Steiner: (a) labbra in equilibrio, (b) labbra protruse, (c) profilo retruso

Steiner, Ricketts, Holdaway e Meddfield hanno sviluppato criteri e linee di riferimento per l'armonia del profilo facciale. Sebbene non possa esistere un concetto uniforme di cosa costituisca un profilo ideale, la *linea S* di Steiner (fig. 4.7) è molto usata

#### *4. Analisi di Steiner*

nell'ortodonzia odierna per determinare l'equilibrio dei tessuti molli facciale. Le labbra, secondo Steiner, dovrebbero toccare una linea passante dal contorno del mento al punto mediano di una S formata dal bordo inferiore del naso. Questa linea viene chiamata *linea S*.

Labbra posizionate oltre questa linea tendono alla protrusione, e il trattamento richiesto solitamente prevede un retroposizionamento dentale o scheletrico. Se invece le labbra sono posizio- nate posteriormente, il paziente ha un profilo generalmente interpretato come "concavo", la cui correzione ortodontica prevede un avanzamento dei denti, causando un avanzamento delle labbra.

# 5. Analisi di Ricketts

## 5.1. Analisi craniofacciale

**Angolo facciale di Downs** dato dal piano facciale (*Na-Po*) col piano di Francoforte, indica la posizione più o meno avanzata della mandibola sul piano sagittale. Il valore medio è  $87^\circ$  a 9 anni, aumenta di  $1^\circ$  ogni 3 anni. La deviazione standard è  $\pm 3^\circ$ .

**Asse facciale di Ricketts** linea che congiunge il punto *PT* con lo *Gnathion*. Questa linea forma un angolo con il piano della base del cranio (*Na-Ba*) nella parte postero-inferiore il cui valore medio normale è di  $90^\circ$ , con una deviazione standard di  $\pm 3^\circ$ . Indica la traiettoria di crescita della mandibola: in avanti crescita orizzontale antioraria, in dietro e in basso crescita oraria, in avanti e in basso crescita neutrale; esprime la posizione della mandibola sul piano verticale.

## 5. Analisi di Ricketts

**Angolo della conicità facciale** o angolo piano facciale-piano mandibolare: indicativo dello sviluppo in altezza della parte posteriore della faccia. Ha un valore medio di  $68^\circ$ , con una deviazione standard di  $\pm 4^\circ$ . Un angolo superiore indica un soggetto ortognatico (brachi-facciale), un angolo inferiore un soggetto prognatico (dolico-facciale).

**Angolo piano di Francoforte-piano mandibolare** esprime il grado di inclinazione mandibolare, e la posizione verticale della mandibola. Ha un valore medio di  $26^\circ$ , che diminuisce con l'età, con una deviazione standard di  $\pm 4^\circ$ . Un angolo superiore indica un soggetto prognatico (dolico-facciale), un valore inferiore un soggetto ortognatico (brachi-facciale).

**Angolo piano di Francoforte-piano Na-A** è la profondità mascellare, indica la posizione più o meno avanzata del mascellare superiore sul piano sagittale. Ha un valore medio di  $90^\circ \pm 3^\circ$ .

**Angolo piano Na-CF con il piano CF-A** è l'altezza mascellare superiore, indica la posizione del mascellare superiore sul piano verticale. Ha un valore medio di  $54^\circ$ , che aumenta di  $1^\circ$  ogni 3 anni. La deviazione standard è  $\pm 3^\circ$ .

## 5. Analisi di Ricketts

**Angolo piano di Francoforte con il piano bispinale** è indicativo dell'orientamento del mascellare superiore verso l'alto o verso il basso. Ha un valore medio di  $1^\circ \pm 3^\circ$ .

**Angolo Na-Ba con il piano di Francoforte** angolo supero-anteriore, esprime il grado di inclinazione della base cranica. Ha un valore medio di  $26^\circ \pm 2^\circ$ . Valori superiori indicano una crescita verso il basso del Basion (crescita antioraria); valori inferiori indicano una crescita in dietro del Basion (crescita oraria).

**Lunghezza base cranica anteriore** misurata tra il punto *CC* e il punto *Na*. Ha un valore medio di  $56 \pm 3$  mm a 10 anni, e aumenta di 0,8 mm ogni anno. Valori superiori indicano che il soggetto è di tipo prognatico (dolico-facciale), valori inferiori che il soggetto è ortognatico (brachi-facciale).

**Altezza facciale posteriore** distanza *CF-Go*, ha un valore medio di  $56 \pm 4$  mm. Valori superiori indicano un aumento in altezza del ramo mandibolare, valori inferiori ne indicano un accorciamento.

**Posizione del Porion** distanza tra il Porion e il piano pterigoideo verticale. Valore medio di  $39 \pm 2$  mm, aumenta di 0,5 mm per anno.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup>FIXME: a che età è la media?

## 5. Analisi di Ricketts

**Angolo piano  $CF-Xi$  con la linea verticale pterigoidea** dà la posizione del ramo mandibolare, ha un valore medio di  $15 \pm 3^\circ$ . Valori superiori indicano una crescita posteriore della mandibola, valori inferiori una crescita anteriore.

**Angolo dell'arco mandibolare** formato dal prolungamento dell'asse del corpo mandibolare con l'asse condilare. Il valore medio è di  $27 \pm 5^\circ$  a 9 anni; valori superiori indicano che la mandibola è orientata orizzontalmente, mentre valori inferiori indicano che la mandibola è orientata in basso e indietro, cioè il corpo mandibolare è molto inclinato.

**Lunghezza del corpo mandibolare** è data dalla distanza  $Pm-Xi$ . Il valore medio è di 66mm a 9 anni, con un range di variazione dai 64 ai 70mm. Indica il grado di sviluppo mandibolare: valori inferiori indicano che la mandibola è corta, valori superiori indicano una mandibola lunga.

## 5.2. Analisi del sistema scheletrico

**Convessità** è data dalla distanza del punto  $A$  dal piano facciale. Valori medi normali sono da 3 a 5mm, con una deviazione standard di  $\pm 2\text{mm}$ . La convessità è indicativa della posizione del mascellare superiore in rapporto alla mandibola. Essa è positiva quando

## 5. Analisi di Ricketts

il punto *A* è anteriore al piano facciale, e indica un modello scheletrico di Classe II. È invece negativa quando il punto *A* è posteriore al suddetto piano, e indica un modello scheletrico di Classe III. La convessità diminuisce con l'età, soprattutto in pazienti con un buon potenziale di crescita orizzontale.

**Altezza facciale inferiore** è data dal valore dell'angolo *SNA-Xi-Pm*, il cui valore medio normale è di  $47 \pm 4^\circ$ . Quest'angolo non si modifica con la crescita.

### 5.3. Analisi dentale

**Relazione dei molari sul piano sagittale** viene calcolata la distanza tra le superfici distali dei primi molari superiori ed inferiori, misurati sul piano occlusale. Valori medi sono:

- Classe I: -3mm;
- Classe II: 0mm o maggiore;
- Classe III: -6mm.

Valori negativi sono indicativi di una posizione distale dei molari superiori rispetto agli inferiori.

## 5. Analisi di Ricketts

**Relazione dei canini sul piano sagittale** è data dalla distanza tra le cuspidi dei canini misurata sul piano occlusale.

- Classe I:  $-2 \pm 0,7\text{mm}$ ;
- Classe II:  $+1\text{mm}$ ;
- Classe III:  $-5 \pm 3\text{mm}$ .

### **Rapporto tra incisivi superiori ed inferiori sul piano antero-posteriore (*overjet*)**

distanza sagittale dei margini incisivi misurata sul piano occlusale. Valore medio  $2,5 \pm 2,5\text{mm}$ .

**Rapporto verticale tra incisivi superiori ed inferiori (*overbite*)** distanza verticale tra i margini incisivi, misurata perpendicolarmente al piano occlusale. Valore medio  $2,5 \pm 2\text{mm}$ .

**Angolo interincisivo**, formato dagli assi degli incisivi. Valore medio  $130 \pm 6^\circ$ . Per i soggetti prognatici il valore normale varia da  $115^\circ$  a  $125^\circ$ , per i soggetti ortognatici da  $135^\circ$  a  $145^\circ$ .

## 5.4. Rapporti dento-scheletrici

**Posizione del primo molare superiore** data dalla distanza tra la superficie distale del sesto superiore e il piano pterigoideo verticale. Il valore medio normale è uguale all'età del paziente  $+ 3 \pm 3\text{mm}$ .

**Posizione dell'incisivo inferiore in relazione ai mascellari** data dalla distanza del margine incisale inferiore dalla linea *A-Po*, con un valore medio di  $2,4 \pm 2\text{mm}$ . La misura è positiva quando l'incisivo è davanti alla linea *A-Po*, negativa quando è indietro.

**Inclinazione dell'incisivo inferiore** misurata dall'angolo che l'asse incisivo inferiore forma con la linea *A-Po*. Ha un valore medio di  $22 \pm 4^\circ$ ; valori superiori indicano un tipo scheletrico prognatico (dolico-facciale), valori inferiori un tipo ortognatico (brachifacciale).

**Inclinazione dell'incisivo superiore** misurata dall'angolo che l'asse incisivo superiore forma con la linea *A-Po*. Ha un valore medio di  $28 \pm 4^\circ$ , e dev'essere parallelo all'asse facciale.

**Inclinazione del piano occlusale** è data dall'angolo che il piano occlusale forma con l'asse del corpo mandibolare. Ha un valore medio di  $22^\circ$  a 8 anni e  $20^\circ$  a 12 anni, e

## *5. Analisi di Ricketts*

diminuisce di  $0,5^\circ$  ogni anno. Ha una deviazione standard di  $\pm 2^\circ$ .

## **5.5. Analisi estetica**

**Rapporto del labbro inferiore con la linea estetica E di Ricketts** il cui valore medio è  $-2 \pm 2\text{mm}$ . Con il labbro in posizione normale va da  $-2$  a  $0\text{mm}$ . Il labbro si dice retruso se è oltre i  $-3\text{mm}$ , altrimenti è protruso oltre i  $3\text{mm}$ .

# **Analisi proporzionali**

## 6. Analisi delle controparti di Enlow

Quest'analisi rappresenta il metodo cefalometrico secondo Donald Enlow, in cui le varie parti facciali e craniche vengono paragonate le une alle altre: il soggetto in esame viene confrontato con sé stesso, e non con la media della popolazione.

Prima di descrivere il metodo dettagliatamente è necessario soffermarsi su due termini: *dimensione* (orizzontale e verticale) e *allineamento* (tipo di rotazione) dell'osso.

La *dimensione* rappresenta la misura assoluta di una lunghezza; una determinata zona può essere lunga o corta rispetto al suo combaciamento con le altre parti vicine.

L'*allineamento* rappresenta la misura relativa di una lunghezza che, proiettata su un piano di riferimento, ha subito una rotazione; qualsiasi movimento di rotazione infatti può aumentare o diminuire la misura della proiezione di una dimensione.

## *6. Analisi delle controparti di Enlow*

Pertanto, per poter analizzare tra loro due controparti non è sufficiente conoscerne la dimensione, ma è necessario anche valutarne l'allineamento e comprendere quanto questo influisca sulle loro effettive dimensioni.

Il principio razionale di questa analisi è il confronto tra la dimensione verticale e/o la dimensione orizzontale di una parte con la sua controparte specifica. Se esse corrispondono, esiste un equilibrio dimensionale; al contrario se divergono, lo squilibrio che ne risulta può causare un effetto di retrusione o di protrusione della parte coinvolta.

Nell'analisi delle controparti di Enlow sono previste due fasi:

1. una *statica*, in cui ogni parte è paragonata alla sua controparte senza considerare le medie della popolazione (tracciato funzionale);
2. una *dinamica*, in cui il soggetto viene confrontato con un tracciato ideale.

*6. Analisi delle controparti di Enlow*

## **6.1. Punti di repere**

## **6.2. Linee, piani ed angoli della base cranica**

## **6.3. Linee, piani ed angoli della base cranica nel tracciato neutro**

## **6.4. Analisi statica del tracciato cefalometrico**

### **6.4.1. Analisi dell'equilibrio verticale**

### **6.4.2. Analisi dell'equilibrio orizzontale**

## **6.5. Analisi dinamica del tracciato cefalometrico**

## **6.6. Casi clinici**

## 7. Analisi architetturale di Delaire

L'analisi cefalometrica proposta da Delaire è un'analisi architettonica e strutturale che considera linee verticali e orizzontali tracciate a partire da punti di repere anatomici, non convenzionali.

Per poter utilizzare tale analisi sarà necessario avere una buona teleradiografia, perché il tracciato prende in esame le strutture cranio-maxillo-rachidee.

Si distinguono le strutture craniche da quelle mascellari, le prime individuate dalle sigle da C1 a C4, le seconde da CF1 a CF8, rispettivamente *linee craniche* e *linee cranio-facciali*.

C1 suddivide la parte cranica da quella maxillo-rachidea, e ne indica la sua lunghezza.

## *7. Analisi architetturale di Delaire*

Viene tracciata fino ad un punto OI (occipitale inferiore), dal quale si traccia la tangente alla parte prominente dell'occipite.

C1 si traccia a partire dal punto M, che è il punto di unione delle ossa naso-frontomassellare sulla parte inferiore della sutura stessa e passante per il punto di incontro tra il condilo zigomatico e quello temporale, punto CT.

*C2*, che indica la lunghezza della volta cranica nella proporzione 80-85% della lunghezza di C1, si traccia perpendicolarmente a partire dal punto di mezzo M-OI, cioè di C1; nella norma dovrebbe cadere dietro il condilo, punto CP, cioè separare la parte rachidea dalla parte maxillo-mandibolare.

La parte mandibolare è a sua volta il 40% e la massellare il 60% del tratto MCP, sempre considerando la norma. Se C2 non è tangente al bordo posteriore del condilo si può fare subito una considerazione sul mancato equilibrio della parte rachidea e maxillo-mandibolare a favore della parte rachidea, per esempio nelle terze classi a crescita verticale o di quella massellare nei casi di terza classe a crescita orizzontale, nelle retrognazie e nei deep-bite. Così pure la proporzione 40-60% tra i massellari può variare ed esprimere squilibri tra le due parti, per esempio una proporzione maggiore a favore del massellare nelle prognazie superiori.

## 7. Analisi architetturale di Delaire

*C3*, tracciata dal punto M, passante per i processi clinoidei posteriori fino all'occipite, è la linea della base cranica, piano di riferimento delle strutture sottostanti.

*C4*, linea del clivus, va dalla metà dei processi clinoidei posteriori al bordo posteriore del dente dell'epistropheo. *C4* definisce insieme a *C3* l'angolo posteriore della base cranica. Il valore si aggira intorno a 114° nelle femmine e 112° nei maschi per l'angolo posteriore, mentre l'angolo anteriore definito da *C3* a *C1* è di circa 22°.

Di tutto il tracciato, la struttura più importante da individuare, tracciare e considerare è il *pilastro anteriore*, che corrisponde ad una struttura anatomica ben definita dall'addensamento trabceolare di rinforzo in corrispondenza della branca anteriore del mascellare. Si tratta di una struttura paramediana ma unica nelle teleradiografie latero-laterali.

Il pilastro anteriore è espresso dalla linea *CF1* tracciata da Fm, cioè un millimetro e mezzo dietro M in corrispondenza della perpendicolare a *C3*, abbassata dalla cresta di rinforzo sul fondo del seno frontale (talvolta sono individuabili due creste e la perpendicolare a *C3* si abbassa a partire dal punto di mezzo tra queste).

## 7. Analisi architetturale di Delaire

Lungo il suo percorso, la linea CF1 incontra in punto orbitale inferiore e il canale palatino anteriore, corrispondente quasi sempre all'apice del canino permanente o all'hipomoclion del canino in formazione.

Questi tre punti, soprattutto nelle terze classi, non sono ben allineati e il pilastro anteriore si fa passare per il punto Fm e orbitale inferiore. Il pilastro anteriore è quello che subisce maggiori alterazioni nelle varie patologie seguendo le alterazioni del mascellare superiore, che può avere un aggetto verso l'esterno normale, aumentato o diminuito. Esistono dunque due pilastri anteriori: quello *reale*, dato dalle strutture che si considerano sulla teleradiografia, e quello *ideale*, che considera lo sviluppo che il mascellare dovrebbe avere se tutte le strutture fossero nella norma. Dal confronto si ha la conoscenza della deviazione nella patologia considerata.

Calcolare l'aggetto del pilastro anteriore nella norma è facile sapendo che la sua crescita in avanti aumenta con l'età e il suo valore angolare, calcolato tra C1 e CF1, varia da  $80^\circ$  nei bambini più piccoli a  $90^\circ$  negli adulti, con valori leggermente inferiori nelle femmine. L'angolo normale ideale sarà tracciato considerando l'età del paziente, o anche aggiungendo al valore dell'angolo della base anteriore del cranio il valore di 65. Inoltre il pilastro ideale è tangente all'apice dell'incisivo inferiore, e taglia la sifosi tra il terzo medio e quello posteriore.

## 7. Analisi architetturale di Delaire

Il primo dato diagnostico ci è riferito dal confronto tra pilastro reale e ideale; il secondo, più importante, è dato dal punto di tangenza del pilastro ideale e la sifosi. Se cade sul bordo posteriore della sifosi si può dire che la mandibola è grande; se cade davanti, che è piccola. Però questi valori non solo devono essere correlati tra loro, ma devono essere valutati altri dati, per esempio, la rotazione della mandibola – perché in caso di rotazione posteriore, una mandibola più grande della norma può essere tagliata da CF1 tra terzo medio e terzo posteriore della sifosi o nella sua parte anteriore.

Altra situazione da considerare, sempre in relazione a CF1, è una mandibola piccola ma anteposta, che si troverà in posizione di normalità rispetto a CF1. Questo dato sarà controllato dalla posizione del bordo posteriore della mandibola rispetto al bordo anteriore del tratto cervicale.

Oltre al pilastro anteriore vanno considerati gli altri due pilastri, il medio e il posteriore.

Il medio, o *CF2*, è il segmento che congiunge il bregma al punto Pts. Pts è il punto di mezzo del tratto postero-superiore della fessura pterigo-mascellare che si ottiene tracciando la bisettrice dell'angolo formato da C1 e la retta tangente al processo pterigoideo

## 7. Analisi architetturale di Delaire

dello sfenoide.

La parte terminale di CF2 divide la mandibola in due parti uguali. Se le due parti non sono uguali ci si può trovare in presenza di una mandibola piccola o retroposta (parte anteriore diminuita o postruotata). Se la parte posteriore è più piccola, la mandibola può essere in protrusione oppure aumentata di volume.

Il pilastro posteriore, o *CF3*, si traccia parallelamente a CF2 perché così è orientato nelle strutture normali, partendo dal punto di tangenza di C1 con il condilo, cioè il punto Cp.

Anche del pilastro posteriore se ne tracciano due, uno ideale, parallelo, e uno reale, tangente al bordo posteriore della mandibola, sempre partendo dal punto Cp. Nei casi di normalità di posizione mandibolare i due coincidono, nel caso contrario possono indicare: una mandibola retroposta o anteposta, eccessi di sviluppo della zona dell'angolo mandibolare o un'eccessiva inclinazione della branca montante con apertura dell'angolo.

*CF4* è la linea del piano bispinale. Nella norma sono allineati con l'articolazione occipito-rachidea, il dente dell'epistrofeo e l'arco dell'atlante, la spina nasale posteriore e quella anteriore.

## 7. Analisi architetturale di Delaire

In un'età vicina alla pubertà il dente dell'epistrofeo e l'arco dell'atlante sono tagliati nella loro parte superiore, ma in un bambino di giovane età si trovano al di sotto della congiungente i condili occipitali e la linea bispinale. La ragione risiede nel fatto che nel processo di crescita le vertebre cervicali si sviluppano più verso l'alto che il basso. Dunque tutti questi punti possono coincidere o meno. Quando nessun punto coincide con l'articolazione occipito-rachidea si devono tracciare diverse linee passanti per i diversi punti, cioè si costituisce una *banda* e la linea di mezzo sarà quella alla quale ci si riferisce.

Da CF4 risulta evidente la posizione della spina nasale anteriore, che può trovarsi verso l'alto, come nei morsi aperti, o verso il basso, nei morsi chiusi. La stessa sorte può subire la spina nasale posteriore che, a seconda dei movimenti della lingua, può orientarsi verso l'alto o verso il basso.

L'altezza facciale è espressa da *CF5*, che è tracciata a partire dal punto SNA, reale se si colloca sul piano bispinale, oppure ideale se si trova sul CF4 ricavato dalla fascia. Da questo punto s'innalza una perpendicolare sino al punto N, o meglio Na', perché la retta giace al di fuori del cranio e, nei casi di ipamaxillia grave, talvolta all'interno.

*CF5*, misurato da Na' a Met', viene calcolato raddoppiando la distanza SNA-Na' e aggiungendo un nono della misura trovata. Il punto trovato Met' viene riportato sul

## 7. Analisi architetturale di Delaire

pilastro ideale, tracciando una perpendicolare da Met' al pilastro stesso, e viene indicato con Met.

*CF6* indica il piano mandibolare tracciato da Met e tangente alla squama dell'occipitale. Incontra *CF4* in un punto OM. Questa linea indica lo sviluppo del bordo inferiore della mandibola, il grado dello sviluppo del ramo perlopiù diminuito nelle iperdivergenze, lungo per esempio in certe grandi sindromi come l'acromegalia e in certi casi di «long face» a ramo lungo. Evidenzierà anche il grado di post-rotazione mandibolare, il cui bordo eccederà dal piano mandibolare stesso.

Il piano occlusale espresso da *CF7* si presenta in due modi: reale e ideale; quello reale corrisponde al piano occlusale di Ricketts, mentre quello ideale corrisponde alla metà della distanza tra SNA e Met', che si congiunge indietro nel punto OM.

Rimane da considerare il *CF8*, tracciato parallelo a C3 a partire dalla SNA, reale o ideale, sino a raggiungere la zona dell'angolo che potrà coincidere o no col vertice dell'angolo. Ci dà utili indicazioni sull'angolo e sulla lunghezza del ramo della mandibola e la lunghezza di questo in relazione a quella della branca montante del mascellare.

## *7. Analisi architetturale di Delaire*

Nella norma, il ramo mandibolare è più lungo del mascellare.

La ricchezza degli elementi considerati, e soprattutto il fatto che gli elementi scheletrici siano cranio-maxillo-rachidei, permette una grande elaborazione di dati: correlando gli uni agli altri si può, per via induttiva e deduttiva, porre le basi per una buona diagnosi.

### **7.1. Casi clinici**

## 8. Analisi di Sassouni

L'analisi di Sassouni (1955, 1969) è una *analisi archiale*, una delle prime a considerare il complesso dentofacciale come un'unica unità all'interno del pattern individuale<sup>23</sup>.

L'analisi di Sassouni, detta da alcuni autori la *rosa dei venti*, si basa sul disegno di quattro archi, con centro O (definito come il punto di convergenza della parallela alla linea sopraorbitale, del piano palatale, del piano occlusale e del piano mandibolare):

**arco anteriore** passante per N;

**arco basale** passante per A;

**arco mediofacciale** passante per Te;

**arco posteriore** passante per Sp.

---

<sup>23</sup>figura?

## 8. Analisi di Sassouni

Quest'analisi prevede una *valutazione visiva* delle tendenze indicative di una faccia ben proporzionata:

1. convergenza delle linee parallele al margine sopraorbitale;
2. convergenza dei piani palatale, occlusale e mandibolare verso il punto O;
3. l'arco anteriore dovrebbe passare per SNA, il margine incisale dell'incisivo superiore e Pog;
4. l'arco basale dovrebbe passare per il punto B;
5. l'arco mediofacciale, indicativo della posizione dei primi molari, dovrebbe passare tangente alla superficie mesiale del primo molare superiore, quando l'arco anteriore passa per SNA;
6. l'arco posteriore, indicativo della posizione posteriore della mandibola, dovrebbe passare da Go.

Verticalmente, l'altezza facciale superiore e quella inferiore dovrebbero coincidere, sia anteriormente che posteriormente. La lunghezza Go-Pog dovrebbe essere pari alla base cranica (Sp-N, lungo il raggio), estendendosi tra l'arco anteriore e quello posteriore.

## 8. Analisi di Sassouni

re. L'angolo tra il piano della base cranica e il piano palatale dovrebbe essere uguale all'angolo palatomandibolare.

Quest'analisi fornisce un metodo analitico rapido, semplice e conveniente, sebbene localizzare il punto O possa essere talvolta difficile.

**Tabella 8.1.:** Punti e piani specifici dell'analisi di Sassouni

<b>Punti di repere</b>		
O	Punto O	L'intersezione o il punto di convergenza della parallela al piano sopraorbitale, il piano palatale, il piano occlusale e il piano mandibolare.
Si	Pavimento della sella	Il punto più basso del contorno della sella turcica.
Sp	Dorso della sella	Il punto più posteriore sul profilo della sella turcica.
Te	Temporale	L'intersezione della lamina cribrosa dell'etmoide e la parete anteriore della fossa infratemporale con il punto superiore del tetto dell'orbita.
<b>Piani</b>		
Me-Go	Mention-Gonian	Rappresenta l'estensione della base mandibolare.
Ar-Go	Piano del ramo	Rappresenta la lunghezza del ramo mandibolare.
Te-ClinAnt	Piano sopraorbitale	Linea tangente a Te e al processo clinoideo anteriore dello sfenoide.
Or-ClinAnt	Parallela al piano sopraorbitale	Linea tangente a Si parallela al piano sopraorbitale.
	Piano infraorbitale	Linea tangente ad Or e al processo clinoideo anteriore dello sfenoide.
	Piano ottico	Costruito disegnando la bisettrice dell'angolo formato dai piani sopra e infraorbitale.
	Lunghezza mascellare	Distanza lineare (mm) da SNA a SNP.
	Lunghezza mandibolare	Distanza lineare (mm) da Go a Pog.

## 8.1. Casi clinici

## **9. Discussione**

# **10. Conclusioni**

# **Appendici**

## A. Punti di repere cefalometrici

**Fronto-mascellare** Punto mediano di unione tra osso frontale, osso  
FM mascellare e osso nasale.

**Sutura sfeno-etmoidale** Punto mediano di intersezione del profilo anteriore della  
Se cresta sfenoidale con il pavimento della fossa cranica  
media.

**Fessura pterigo-mascellare** Punto più basso della fessura pterigo-mascellare (area  
mascellare bilaterale radiotrasparente a forma di goccia).

**PTM**

*A. Punti di repere cefalometrici*

<b>Articolare di Björk</b>	Punto bilaterale di intersezione tra il bordo inferiore
<b>Ar</b>	del massiccio sfeno-occipitale e la superficie posteriore dei condili. Non rappresenta una struttura ossea ma un'immagine radiografica di sovrapposizione tra due strutture ossee: si identifica con l'articolazione temporomandibolare dove il condilo emerge dalla cavità glenoidea.
<b>Contatto molare</b>	Punto bilaterale di contatto molare disto-occlusale delle
<b>Cm</b>	cuspidi dei primi molari permanenti.
<b>Contatto molare deci- duo</b>	Punto bilaterale di contatto molare disto-occlusale delle
<b>cm</b>	cuspidi dei secondi molari decidui.

*A. Punti di repere cefalometrici*

<b>Sottospinale di Downs</b>	Punto mediano più retruso della concavità anteriore del
<b>A</b>	mascellare, tra la spina nasale anteriore e il processo alveolare.
<b>Prosthion superiore</b>	Punto mediano più sporgente del processo alveolare del
<b>SPr</b>	mascellare, tra gli incisivi centrali superiori.
<b>Sopramentale di Downs</b>	Punto mediano più retruso della concavità anterio-
<b>B</b>	re della mandibola, tra il processo alveolare e la prominenza sifisaria anteriore.
<b>Prosthion inferiore</b>	Punto mediano più sporgente del processo alveolare
<b>IPr</b>	della mandibola, tra gli incisivi centrali inferiori.
<b>Menton</b>	Punto mediano più basso situato sulla curva inferiore
<b>Me</b>	della sifisi.

*A. Punti di repere cefalometrici*

<b>Gonion</b>	Punto bilaterale di costruzione geometrica
<b>Go</b>	dall'intersezione di due rette: una passante dal Menton al punto più basso del margine posteroinferiore della mandibola, l'altra dal punto Articolare al punto più sporgente del margine posteriore del ramo della mandibola.
<b>Tuberosità linguale</b>	Punto bilaterale ottenuto dall'intersezione del piano occlusale con il margine anteriore del ramo mandibolare; rappresenta l'abitacolo per l'ultimo molare (primo, secondo o terzo molare a seconda della fase di maturazione della dentatura).
<b>Sella</b>	Centro geometrico della sella turcica.
<b>S</b>	

*A. Punti di repere cefalometrici*

**Basion** Punto più basso e posteriore dell'osso occipitale.

**Ba**

**Pogonion** Punto più anteriore della sifissi mentoniera.

**Pg**

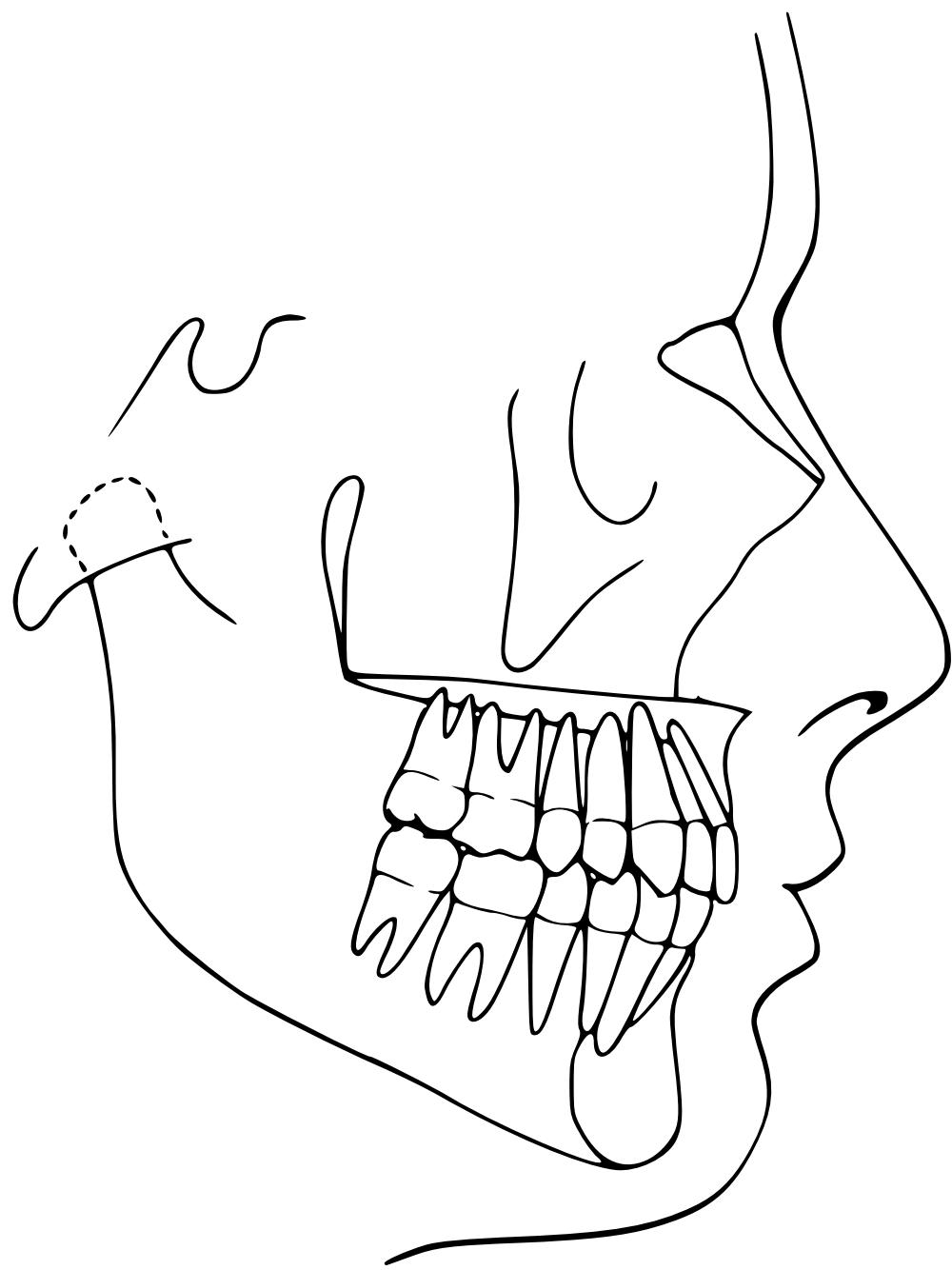
**Spina nasale anteriore** Punto più anteriore della spina nasale anteriore.

**SNA**

**Spina nasale posteriore** Punto più posteriore sul palato osseo.

**SNP**

A. Punti di repere cefalometrici



**Fig. A.1.:** Punti di repere cefalometrici

# Bibliografia

Angle, E. H. "Classification of malocclusion". *Dental Cosmos* 41 (1899), pp. 248–64.

Björk, A. "The face in profile". *Svensk Tandläk Tidskr* 40 (1947), pp. 55–66.

Broadbent, B. H. "A new x-ray technique and its application to orthodontia". *Angle Orthod* 1.2 (1931), pp. 45–47.

Broadbent, B. H. "The face of the normal child". *Angle Orthod* 7.4 (1937), pp. 209–33.

Brodie, A. G. "Behavior of normal and abnormal facial growth patterns". *Am J Orthod Oral Surg* 27.11 (1941), pp. 633–47. DOI: 10.1016/S0096-6347(41)90225-9.

Brodie, A. G. "Facial patterns: a theme on variation". *Angle Orthod* 16 (1946), pp. 75–87.

Coster, L. de. "The network method of orthodontic diagnosis". *Angle Orthod* 9 (1939), pp. 3–29.

## Bibliografia

- Cozza, P. e M. Mucedero. *Sviluppo e crescita cranio-facciale*. A cura di Società Editrice Universo. 2006. ISBN: 8889548258.
- Enlow, D. H. *Crescita cranio facciale - Manuale atlante*. A cura di Editrice Cides Odonto. 1986.
- Hellman, N. "The face in its developmental career". *Dent Cosm* 77 (1935), pp. 1–25.
- Iversen, E. e Y. Shibata. *Canon and Proportions in Egyptian Art*. 2<sup>a</sup> ed. Aris e Phillips, 1975.
- Izard, G. *La Practique Stomatologie VII; Orthodontie*. Masson et Cie, 1943, pp. 195–197.
- Korkhaus, G. "Bruhn C. Handbuch der Zahnheilkunde". Verlag von JF Bergmann, 1939. Cap. Gebiss- Kiefer- und Gesichtsorthopädie.
- Moss, M. L. e L. Salentijn. "The primary role of functional matrices in facial growth". *Am J Orthod* 55.6 (1969), pp. 566–77. DOI: 10.1016/0002-9416(69)90034-7.
- Moss, M. L. e R. W. Young. "A functional approach to craniology". *Am J Phys Anthropol* 18 (1960), pp. 281–92. DOI: 10.1016/0002-9416(61)90166-X.
- Müller, H. W. "Der vermessene Mensch-Anthropometrie in Kunst und Wissenschaft". Heinz Moos Verlag, 1973. Cap. Der Kanon in der ägyptischen Kunst, pp. 9–31.
- Pacioli, L. *De Divina proportione*. 1509.
- Panofsky, E. *Meaning in the Visual Arts*. The Overlook Press, 1974, pp. 61–65, 103–105.

## Bibliografia

- Petrovic, A. "Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating occlusion. Cybernetic model." *Trans Eur Orthod Soc* 50 (1974), pp. 69–75.
- Petrovic, A., J. Stutzmann e N. Gasson. "The final length of the mandible: is it genetically determined?" *Craniofacial Biology* 10 (1981), pp. 105–26.
- Ricketts, R. M. "Divine proportion in facial esthetics". *Clin Plast Surg* 9 (1982), pp. 401–22.
- Ricketts, R. M. "The biologic significance of the divine proportion and Fibonacci series". *Am J Orthod* 81 (1982), pp. 351–70. DOI: [10.1016/0002-9416\(82\)90073-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90073-2).
- Schäfer, H. *Von ägyptischer Kunst*. 4<sup>a</sup> ed. Otto Harrassowitz, 1963.
- Scott, J. H. *Dentofacial development and growth*. Elsevier, 1967. ISBN: 0080124739.
- Steiner, C. C. "Cephalometrics for you and me". *Am J Orthod* 39.10 (1953), pp. 729–55. DOI: [10.1016/0002-9416\(53\)90082-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(53)90082-7).
- Steiner, C. C. "Cephalometrics in clinical practice". *Am J Orthod* 29 (1959), p. 8.
- Steiner, C. C. "The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment". *Am J Orthod* 46.10 (1960), pp. 721–35. DOI: [10.1016/0002-9416\(60\)90145-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(60)90145-7).

*Bibliografia*

- Weinmann, J. P. e H. Sicher. “Bone and bones. Fundamentals of bone biology.” *Am J Orthod* 42.5 (1956), pp. 394–5. DOI: 10.1016/0096-6347(47)90310-4.
- Welcker, H. “Kraniologische Mitteilungen”. *Arch Anthrop* 1 (1866), p. 89.