

# **APPLICAZIONE DELL'ANTROPOLOGIA DEL GENOMA ALLA TERAPIA NON ESTRATTIVA**

**SIDO – Società Italiana di Ortodonzia**

**Autori: Felice Festa, Dario Donataccio, Redi Gerxhani, Antonios  
Filippakos, Gianluigi Fiorillo, Monica Macrì**

## **Indice:**

1. Introduzione
2. Review su cambiamenti morfologici e dimensionali dell'arcata dentaria antica
3. Analisi 3D e comparazione delle misurazioni lineari tra crani di Opi e pazienti ortodontici abruzzesi
  - a) Scopo del lavoro
  - b) Materiali e metodi
  - c) Analisi statistica
  - d) Risultati
  - e) Discussione e Conclusioni
4. Bibliografia

# 1. Introduzione

Il cambiamento nel corso dell'evoluzione della specie umana è stato, e continua ad essere, uno strumento fondamentale, messo a disposizione dalla natura stessa, in grado di garantire la sopravvivenza dell'uomo sulla Terra. La morfologia del nostro organismo rispecchia millenni di adattamenti e cambiamenti che hanno significativamente modificato forma e funzione delle strutture del nostro corpo. Attraverso lo studio di fossili di crani antichi si può determinare con precisione l'ammontare di tali variazioni, e soprattutto rintracciare i fattori chiave determinanti del loro verificarsi. Lo studio della forma d'arcata antica rivela informazioni interessantissime riguardanti la morfologia dento-scheletrica dei nostri antenati. Ovviamente, paragonando il materiale fossile con le dimensioni e le forme odierne dell'uomo, possiamo rintracciare un chiaro trend evolutivo. L'antropologia dentale studia gli elementi dentari e le relative arcate dentarie appartenenti a fossili risalenti a qualsiasi epoca. Le arcate dentarie antiche sono indicatori plurivalenti dell'evoluzione dell'uomo: infatti la loro forma e le loro dimensioni delineano aspetti genetici, fenomeni adattativi, variabilità popolazionistica, dieta, fenomeni stressogeni, attività funzionali e condizioni culturali nonché socio-comportamentali. Il nostro lavoro inizierà con la descrizione dettagliata delle varie tecniche antropologiche messe al servizio dell'odontoiatria e di tutti i cambiamenti registrati nella forma e nelle dimensioni delle arcate dentarie nel corso di studi fossili di crani risalenti alle principali epoche della storia e della preistoria dell'uomo. Per ogni era saranno evidenziati eventuali fattori ambientali e socio-comportamentali, plausibili

cause delle differenze registrate rispetto al campione umano odierno. Inoltre un'intera sezione definisce il ruolo che la genetica svolge nella determinazione dei tratti morfologici e fenotipici propri dell'uomo del XXI secolo e delle eventuali differenze rispetto al passato. La sezione sperimentale utilizza un software computerizzato 3D di ultima generazione per indagare circa le modificazioni che le due arcate hanno avuto nel corso dei secoli; il paragone tra due popolazioni della stessa area geografica, appartenenti a tappe della storia dell'uomo completamente differenti e le eventuali discrepanze rintracciate, forniranno una chiave di lettura nuova e maggiormente consapevole del trattamento ortognatodontico.

## **2. Review sui cambiamenti morfologici e dimensionali dell'arcata dentaria antica**

Nel corso degli anni sono stati condotti, in diverse parti del mondo, analisi quantitative e qualitative su crani fossili. Diversi sono le finalità di questi lavori ma con l'obiettivo comune di comparare tali reperti con le caratteristiche anatomiche e funzionali dell'apparato stomatognatico proprie dell'uomo moderno. L'importanza di tali studi e la loro valenza in ambito non solo odontoiatrico, ma anche medico e antropologico, risulta essere cruciale nell'impostazione del trattamento ortognatodontico odierno. Infatti è possibile, analizzando i risultati di tali lavori, indagare circa l'evoluzione del nostro apparato masticatorio, partendo dai primi ominidi fino ad arrivare all'uomo del XXI secolo. L'area di applicazione di tale valenza scientifica spazia dall'analisi delle patologie dento-alveolari e l'indagine circa le loro cause, all'eziopatogenesi dell'affollamento dentario; o ancora

all'insorgenza e alla prevalenza delle malocclusioni; e così come ai disturbi funzionali muscolari legati ad una minore o maggiore attività muscolare.

Il gruppo degli Australopitechi generò due rami evolutivi fondamentali, e perdurò per circa 2,5 milioni di anni, diversificandosi ecologicamente. Gli australopitechi presentavano degli incisivi maggiormente proinclinati al momento della loro eruzione, rispetto all'uomo odierno.<sup>1</sup> Comunque sia, essi presentavano incisivi relativamente più piccoli combinati a dei premolari e dei molari certamente più ampi.<sup>2</sup> I canini invece erano, anch'essi relativamente piccoli e Lucas riportò che la loro riduzione potesse esser dovuta alla grandezza maggiore dei denti situati distalmente ad essi.<sup>3</sup> Rispetto ai primi ominini, oggi, l'uomo presenta le maggiori dimensioni a livello del primo molare e la grandezza complessiva di tutti gli elementi dentari ridotta.<sup>4</sup> Nei nostri lontani antenati, i secondi molari erano i più grandi tra i molari e i terzi erano molto simili ad essi per dimensione. Campbell disse che il piano occlusale elicoidale risulterebbe dalla differenza antero-posteriore nella larghezza delle arcate dentarie superiore ed inferiore. Nei primi anni '60, studiando i fossili di Olduvai, appartenenti all'*Homo habilis*, notò un leggero cambiamento a livello della dentizione, virante verso una forma maggiormente elicoidale rispetto ai crani appartenenti ai predecessori dell'*Homo habilis*<sup>5</sup>. Infatti Wallace<sup>6</sup> mostrò la totale assenza dello stesso da resti di australopitechi rinvenuti in Sud Africa, mentre mostrò la presenza del piano elicoidale nell'*Homo* di Swartkrans. Recenti studi hanno così dimostrato che questo tratto antropologico è in grado di distinguere il genere *Homo* dal suo predecessore, l'Australopiteco. Tobias<sup>7</sup> dimostrò la presenza di una maggiore larghezza trasversale dell'arcata mascellare a livello del terzo molare per gli australopitechi e a livello del secondo molare per il genere *Homo*. La riduzione della grandezza della parte posteriore del mascellare coincide con la diminuita larghezza presente a livello del terzo molare, e si accompagna ad un aumento della stessa a livello dei premolari e del primo molare. Si ipotizzò che questa riduzione della zona posteriore dell'arcata mascellare, con la conseguente comparsa della forma elicoidale, sia strettamente legata alla transizione dagli australopitechi all'*Homo habilis*<sup>8</sup>. La

protuberanza del mento è una delle caratteristiche evolutive che differenzia l'Homo Sapiens dai suoi predecessori. Infatti il mento protrudente era assente negli ominidi e nell'uomo di Neanderthal.<sup>9</sup> Alcuni autori ricollegano questa caratteristica dell'Homo Sapiens alla capacità di sopportare maggiori forze da scaricare sulla mandibola<sup>10</sup>, mentre altri autori, come lo stesso Liberman<sup>11</sup> non attribuiscono al mento questa valenza funzionale. Nell'australopiteco, l'articolazione resta in avanti ma fu sollevata in alto; mentre nell'Homo erectus essa è riposizionata indietro e leggermente più in basso. Con l'Homo sapiens l'ATM è riposizionata anteriormente e questi ben definiti cambiamenti nella posizione di quest'ultima, durante il processo evolutivo della nostra specie, sono almeno in parte collegati alla variazione della dieta e del processo di bio-trasformazione del cibo. Testimonianze del periodo del paleolitico inferiore ci giungono dagli scavi di Dmanisi, piccolo villaggio medievale della Georgia, a 93 km a sud-ovest della capitale Tbilisi, nella valle del fiume Mashavera. Lo studio di Margvelashvili<sup>12</sup> indagò circa le caratteristiche dei resti fossili di questi antenati risalenti al Pleistocene, tra l'altro per la prima volta rinvenuti al di fuori del territorio continentale africano. Le mandibole ritrovate mostravano dei caratteri tipici dei primissimi Homo habilis, come una lunga e stretta arcata dentaria a forma di U. Le analisi dimostrarono che gli ominidi di Dmanisi presentavano caratteristiche morfologiche molto simili ai loro predecessori africani; a dimostrazione di ciò, occorre evidenziare la presenza di incisivi laterali superiori marcatamente più piccoli dei corrispondenti centrali superiori, tratto questo tipico anche degli Australopithecini. Anche i denti posteriori presentavano caratteristiche primitive quali premolari fortemente asimmetrici con larga superficie oclusale, cuspidi linguali accessorie e creste biforcute vestibolari a livello dei premolari superiori. Tutti questi tratti fanno pensare a delle arcate dentarie appartenente ai primissimi esemplari del genere Homo, se non addirittura ai loro predecessori, come anche dimostrato da Martín-Torres nel 2006<sup>13</sup>. Tuttavia nei resti di Dmanisi abbiamo una riduzione netta delle dimensioni dentali e delle larghezze dei relativi processi alveolari a partire dal primo molare fino ad arrivare al terzo molare<sup>12</sup>. Passando al paleolitico superiore,

non possiamo che rifarci agli studi condotti sui crani di Predmosti in Repubblica Ceca, di particolare interesse in quanto, al pari di Atapuerca, presenti in territorio europeo. Anche se buona parte del patrimonio archeologico appartenente a Predmosti andò distrutto durante la Seconda Guerra Mondiale, l'Università di Praga riuscì comunque a condurre accurate analisi craniometriche di cinque crani adulti lungo la loro faccia laterale. I crani appartenenti al paleolitico superiore erano significativamente più lunghi sul piano sagittale, e la componente maschile presentava anche un'altezza maggiore, sul piano frontale, rispetto all'uomo moderno. La faccia presentava un corpo mandibolare marcatamente più esteso e l'angolo goniaco era invece più acuto, associati ad una maggiore ripidità del ramo mandibolare. Tali cambiamenti sono associati all'ante-rotazione o rotazione oraria del terzo medio e inferiore della faccia, che produce una maggiore protrusione di entrambi i mascellari. Questo studio ha confermato i principali cambiamenti tra le popolazioni del paleolitico e l'uomo di oggi, ossia una riduzione pressoché tridimensionale delle arcate dentarie.<sup>14</sup> Carlson<sup>15</sup> mostrò che i cambiamenti rinvenuti nella forma dei crani di Nubia avvenuti negli ultimi 5.000 anni possono essere ricondotti a tre relativamente differenti patterns di variazione morfologica. Il più importante di essi risulta in una rotazione della volta cranica e della faccia a livello della fossa cranica media, in modo tale da ottenere una volta cranica relativamente più corta, alta e dislocata maggiormente in senso antero-posteriore rispetto alla faccia. D'altro canto, rispetto all'era mesolitica, l'autore ritrovò anche un cambio di posizione del terzo medio e del terzo inferiore della faccia; entrambi dislocati in una marcata posizione antero-superiore. Infine, l'ultimo pattern di variazione riguarda le dimensioni e la forma dei muscoli masticatori che, così come dimostrato dai loro siti di inserzione osteo-tendinei, presentano una riduzione e un nuovo orientamento rispetto alle popolazioni del Mesolitico. Moore e colleghi<sup>16</sup> trovarono che le mandibole dei soggetti di origine britannica si ridussero in termini di dimensioni dal Neolitico fino al XX secolo, soprattutto per quanto riguarda le dimensioni del ramo mandibolare. Simili risultati ottenne Lavelle<sup>17</sup>, il quale dimostrò un' importante

riduzione delle dimensioni della mandibola, confrontando crani appartenenti ai romano-britannici con adulti del diciannovesimo secolo; senza trovare tuttavia corrispondenti variazioni negli elementi dentari. Un importante restringimento sul piano trasversale delle mandibole fu ritrovato da uno studio giapponese, che mostrò anche una forte riduzione dimensionale nelle aree di attacco delle fibre muscolari masticatorie, inclusi il processo coronoideo e l'angolo goniaco.<sup>18</sup> Lo spessore laterale del corpo mandibolare anche mostrò una certa riduzione<sup>19</sup> e il tutto fu confermato anche da altri studi condotti in Giappone.<sup>20-21</sup> Uno degli studi maggiormente interessanti, riguardante l'era protostorica, fu condotto in Grecia da Evangelos Argyropoulos<sup>22</sup>. Il suo campione di greci moderni consisteva in 54 nativi ellenici, cresciuti tra Atene e il Pireo, con un'età media di quattordici anni. In tutto quaranta crani costituivano il campione greco antico e tutti appartenevano ad adulti, anche se l'attribuzione del sesso non era del tutto completa. Il materiale rappresentante degli antichi Greci proveniva dalla collezione di crani dei musei di Iraklion, capoluogo dell'isola di Creta e di un'altra città dell'isola, Caena. Considerando le misurazioni angolari, si osservò che 12 su un totale di 14 misurazioni non rivelavano nessuna differenza statisticamente significativa tra i due gruppi. Tuttavia il valore di SNA e delle rette A-Pg, espressione di prognatismo mascellare, era più alto nel campione antico e presentava una certa significatività statistica ( $P < 0,05$ ). L'angolo SNA è l'angolo compreso tra il punto S (sella turcica), il nasione (N) e il punto A (punto sovraspinale della mascella), mentre la retta A-Pg congiunge il punto sovraspinale della mascella con il Pogonion, ossia il punto più sporgente della sinfisi mentoniera, visto dal piano medio-sagittale. Il risultato di tale dato suggerisce che il processo alveolare mascellare era maggiormente protruso nel campione antico, nonostante le misurazioni angolari del prognatismo mandibolare erano praticamente uguali tra i due gruppi. Le informazioni ricavate dalle arcate dentarie respingono una maggiore convessità dell'arcata superiore nel campione protostorico. Tuttavia, nonostante la maggior parte delle misurazioni angolari sembrano non differire significativamente tra i due gruppi, una differenza eclatante la ritroviamo nelle relative misurazioni

lineari; soprattutto quelle riguardanti l'altezza e la larghezza facciale. Infatti i dati estrapolati da tali misurazioni indicano una differenza più che significativa tra i due gruppi ( $P < 0,001$ ), e i crani antichi mostrano grandezze decisamente maggiori, suggerendo anche una riduzione delle arcate dentarie protrattasi durante l'età del bronzo fino ai giorni nostri. I crani minoici presentavano, infatti, anche maggiori lunghezze sia della mandibola che del mascellare superiore, rispetto ai greci moderni.

Lindsten<sup>23</sup> condusse nel 2002 uno studio che comparava le dimensioni delle arcate dentarie e del resto del cranio tra quattro differenti gruppi. Il primo di essi comprendeva dei crani della collezione Schreiner del Dipartimento di Anatomia dell'Università di Oslo. La collezione consiste di crani provenienti da diverse aree della Norvegia e la maggior parte di essi è datata tra il tredicesimo e il quindicesimo secolo. In tutto il campione comprendeva 48 esemplari. Il secondo gruppo invece era costituito da 73 bambini di nove anni, nati negli anni '80, appartenenti al popolo Sami, definiti anche Lapponi, residenti nel nord della Norvegia e del resto della Scandinavia settentrionale. Queste famiglie crescevano i loro bambini in maniera tradizionale: la loro dieta era fatta di cibi duri sin dalla più tenera età e spesso i loro bambini mangiavano carni secche e pane duro.<sup>24</sup> Gli ultimi due gruppi invece comprendevano un totale di 190 bambini di nove anni residenti ad Oslo e nati sempre negli anni '80, quindi appartenenti ad un gruppo sociale maggiormente urbanizzato e consumatore di generi alimentari più morbidi e cariogeni. Dai risultati si evince che le distanze intercanine mascellari non presentavano differenze tra i gruppi, anche se quelle mandibolari dei crani risultava leggermente più piccola rispetto agli altri tre gruppi. Anche la profondità delle arcate e gli angoli intermolari erano meno estesi nei crani rispetto ai gruppi odierni. Tuttavia le distanze assolute intermolari, misurate a livello delle cuspidi mesiobuccali erano maggiori nei fossili. Oltre a questa riduzione di distanza tra i due molari destra e sinistra, i risultati a livello della distanza intercanina inferiore, che si presentava aumentata negli ultimi anni, mostra una tendenza odierna all'insorgenza di cross-bites posteriori, ossia di morsi crociati posteriori dove vi è un'alterazione del normale rapporto cuspidе-fossa a livello dei

molari<sup>27</sup>. Questo significa che la distanza intercanina è importante per lo sviluppo di tali cross-bite e la tendenza è stata attribuita ad abitudini viziate, in particolare al succhiamento del dito, tipiche dei nostri giorni.<sup>28</sup> I bambini Sami venivano, come già detto, cresciuti in maniera tradizionale ed erano nomadi nel periodo estivo per il pascolo delle renne; ciò non significa che su di essi non c'era nessun tipo di influenza della società urbanizzata, ma possiamo affermare che anche se i moderni confort erano a loro accessibili, essi continuavano ad avere delle abitudini tipiche della tradizione. Uno stile di vita più legato alle proprie radici e una richiesta masticatoria maggiore hanno sicuramente contribuito alla minore presenza nei Sami di discrepanze occlusali trasversali.<sup>25-26</sup>

### **3. Analisi 3D e comparazione delle misurazioni lineari tra crani di Opi e pazienti ortodontici abruzzesi**

#### **a) Scopo del lavoro**

Opi è un comune italiano di 441 abitanti della provincia dell'Aquila in Abruzzo. Poco ad est del paese di Opi, nel cuore del Parco Nazionale d'Abruzzo, lungo il fiume Sangro, si sviluppa la necropoli arcaica di Val Fondillo fatta oggetto nel 1994 di una prima campagna di scavo da parte della Sovrintendenza Archeologica d'Abruzzo; l'intervento ha interessato un'area pari all'1% circa della presunta estensione del sepolcro. Lo scavo ha riportato alla luce 47 tombe a inumazione caratterizzate da cassone in pietra calcarea o da semplice fossa terragna. La necropoli di Val Fondillo, databile al VI secolo a.C. con attardamenti nel V secolo, si colloca in una zona di confine tra le antiche popolazioni dei Marsi e dei Sanniti-Pentri. I crani fossili, rinvenuti da tale scavo e messi a disposizione dal Museo d'Antropologia dell'Università di Chieti sono stati analizzati con il software Dolphin e comparati con soggetti abruzzesi, pazienti del reparto di Ortodonzia e Gnatologia della Clinica Odontoiatrica dell'Unich. Lo scopo di tale lavoro consiste nel:

- ricercare differenze quantitative statisticamente significative nelle dimensioni trasversali e angolari, tali da giustificare il trend genetico ed ambientale di riduzione delle arcate dentarie; in primis dell'arcata mascellare
- rapportare eventuali differenze al possibile ruolo svolto da fattori genetici influenzanti lo sviluppo e la crescita delle due arcate dentarie
- interpretare eventuali risultati alla luce dei principi della moderna ortognatodonzia, e rilevare eventuali implicazioni nel trattamento ortodontico odierno.

## **b) Materiali e metodi**

Il seguente studio paragona due gruppi composti rispettivamente: il primo da 9 crani adulti provenienti tutti dalla stessa area geografica, ossia da Opi, in Abruzzo, datati tra il 300 e il 200 a.C.; e il secondo da 9 individui adulti, pazienti del reparto di Ortognatodonzia della Clinica Odontoiatrica del Dipartimento di Scienze Orali dell'Università di Chieti, con età media di 27 +/- 5 anni, precisamente dai 24 ai 37 anni. Entrambi i gruppi contengono individui sia del sesso maschile che di quello femminile.

Per essere inclusi, per entrambi i gruppi, i soggetti dovevano presentare:

- Incisivi centrali superiori e inferiori permanenti totalmente erotti o comunque persi post-mortem
- Canini superiori e inferiori permanenti totalmente erotti o comunque persi post-mortem
- Primi molari superiori e inferiori permanenti totalmente erotti o comunque persi post-mortem
- Permuta completa e quindi assenza di denti decidui

- Assenza di precedenti trattamenti ortodontici, per quanto riguarda il campione dei pazienti ortodontici
- Sutura sfeno-basilare chiusa ed usura dentale accentuata, per quanto riguarda i crani di Opi<sup>226</sup>

Per ognuno di essi, sono state eseguite delle TC cone beam analizzate attraverso il software Dolphin, nelle stesse condizioni di lavoro e con l'ausilio dello stesso personale odontoiatrico. Con tale software i crani e le teste dei pazienti sono stati dapprima orientati secondo il Piano di Francoforte, complessivamente nei tre piani dello spazio. Quindi dopo averli orientati sui piani frontale, sagittale e trasversale, per ognuno di essi è stata ricavata una cefalometria in proiezione laterale ed è stata condotta una cefalometria secondo la tecnica MBT. L'analisi cefalometrica secondo la tecnica MBT<sup>TM</sup> di Richard P. McLaughlin, John Bennett ed Hugo J. Trevisi permette di analizzare variabili fondamentali per la formulazione della diagnosi e del piano terapeutico come la tipologia facciale, la direzione di crescita; è, inoltre, possibile valutare i risultati del trattamento ortodontico analizzando il tracciato pre- e post-trattamento<sup>29</sup>. McLaughlin, Bennett e Trevisi nel codificare la loro analisi hanno integrato i dati proposti da C.C. Steiner con alcuni di quelli indicati da James A. McNamara al fine di ottenere un confronto di elementi utili per poter elaborare la miglior diagnosi possibile nei pazienti a fine crescita. L'analisi registra una vasta varietà di punti, piani, linee ed angoli, e quelli di nostro interesse sono:

Punti ossei o scheletrici in senso stretto:

- Sella turcica (S): punto situato al centro della sella turcica.
- Punto nasion (N): punto più anteriore della sutura naso-frontale.
- Punto A: punto più posteriore della concavità anteriore dell'osso mascellare, tra spina nasale anteriore e processo alveolare.

- Punto B: punto più posteriore della concavità anteriore della mandibola, tra processo alveolare e pogonion osseo.
- Punto orbitale (Or): punto più basso del pavimento dell'orbita oculare, in corrispondenza con il margine orbitario esterno.
- Porion (Po): punto più alto del margine superiore del condotto uditivo esterno.
- Spina nasale anteriore (ANS): punto più anteriore del mascellare superiore a livello del palato.
- Spina nasale posteriore (PNS): punto più posteriore sul palato osseo.
- Punto basion (Ba): punto più posteriore ed inferiore dell'osso occipitale sul bordo anteriore del forame occipitale.
- Punto pogonion (Pg): punto più anteriore della convessità della sinfisi mandibolare.
- Punto menton (Me): punto più basso del bordo inferiore della sinfisi.

#### Punti per Costruzione:

- Punto gnathion (Gn): punto di incontro del margine antero-inferiore della mandibola con la bisettrice dell'angolo formato dalla retta NPg e dalla retta passante per Me e tangente al bordo inferiore del ramo mandibolare.
- Punto gonion (Go): punto d'intersezione del piano mandibolare con la linea tangente al bordo più distale del condilo ed al bordo più distale del ramo.

#### Punti Dentali

- Punto incisale superiore (IS): punto localizzato in corrispondenza dell'estremità coronale dell'incisivo superiore.
- Punto incisale inferiore (II): punto localizzato all'estremità coronale dell'incisivo inferiore.

- Punto radicolare superiore (RS): punto localizzato all'estremità radicolare dell'incisivo superiore.
- Punto radicolare inferiore (RI): corrisponde all'estremità radicolare dell'incisivo inferiore.
- Punto occlusale posteriore (OCLP): punto di mezzo del segmento che unisce i punti di contatto delle cuspidi vestibolari dei primi molari superiore ed inferiore.
- Punto occlusale anteriore (OCLA): punto di mezzo del segmento che unisce i punti incisali superiore ed inferiore.

Le misure verticali prese in considerazione dagli autori della MBT™ sono le seguenti:

- Go-Gn-SN: Angolo formato dall'incontro dei piani Go-Gn e S-N. Il valore normale secondo Steiner è  $32^\circ \pm 2^\circ$ , valori aumentati indicano divergenza aumentata, valori diminuiti indicano divergenza diminuita.
- FMA: Angolo formato dall'incontro del piano di Francoforte e del piano Mandibolare. Il valore normale è di  $26^\circ \pm 2^\circ$ , valori aumentati indicano divergenza aumentata, valori diminuiti indicano divergenza diminuita.
- MMA: Angolo formato dall'incontro del piano bispinale con il piano mandibolare, il valore normale è di  $28^\circ \pm 2^\circ$ , valori aumentati indicano divergenza aumentata, valori diminuiti indicano divergenza diminuita.

La misurazione degli angoli SNA ed SNB e la loro differenza indicano la posizione in senso sagittale del mascellare superiore (punto A) e della mandibola (punto B) tra di loro e rispetto alla base cranica anteriore. Avremo:

- SNA: il valore normale secondo Steiner è di  $82^\circ \pm 2^\circ$  valori aumentati indicano protrusione del mascellare (II classe), valori diminuiti retrusione del mascellare (III classe).

- SNB: il valore normale secondo Steiner è di  $80^\circ \pm 2^\circ$  valori aumentati indicano protrusione mandibolare (III classe), valori diminuiti retrusione mandibolare (II classe).

- ANB si misura come differenza tra gli angoli SNA e SNB (valore normale  $2^\circ \pm 2^\circ$ ), valori aumentati indicano II classe scheletrica, valori diminuiti indicano III classe scheletrica

- I-Mandibular Plane Angle (IMPA): angolo formato dall'incontro dell'asse dell'incisivo inferiore e il piano mandibolare ( $95^\circ$ ) aumentati indicano vestibolo-versione frontali, valori diminuiti indicano linguo-versione frontali inferiori.

Delle varie misurazioni è stato considerato appunto il valore dell'IMPA.

il Triangolo di Tweed è basato sull'analisi della posizione dell'incisivo inferiore rispetto al piano di Francoforte e al piano mandibolare Go-Me. I lati del triangolo sono il piano di Francoforte, il piano mandibolare Go-Me e l'asse lungo dell'incisivo inferiore prolungato fino al piano di Francoforte e al piano mandibolare. gli angoli del triangolo sono:

- IMPA (incisor mandibular plane angle) formato tra l'asse lungo dell'incisivo inferiore prolungato rispetto agli altri due piani e il piano mandibolare, con un valore medio di  $90^\circ \pm 5^\circ$ .

- FMA (Francfort mandibular angle) formato tra il piano di Francoforte e il piano mandibolare, con un valore medio  $25^\circ$ .

- FMIA (Francfort mandibular incisor angle) formato tra il piano di Francoforte e tra l'asse lungo dell'incisivo inferiore prolungato rispetto agli altri due piani, con un valore medio di  $65^\circ$ .

Inoltre, sempre con il software Dolphin, i crani e le testa sono stati orientati secondo una proiezione sub-mento-vertice scorrendo il cursore del mouse, sui tre piani

dell'immagine. Sono state ricavate diverse trans-axials, ossia proiezioni assiali. Utilizzando diverse altezze di tali proiezioni sono state condotte diverse misurazioni lineari a livello sia della mandibola che del mascellare superiore. Attraverso l'opzione *digitize/measurement* del programma abbiamo ricavato le distanze lineari trasversali tra i primi molari, sia superiori che inferiori, quindi le distanze 16-26 e 36-46, per entrambi i campioni; inoltre abbiamo registrato le distanze lineari trasversali intercanine, ossia 13-23 e 33-43; ed infine la distanza lineare compresa tra la linea mediana dentale interincisiva ed il primo molare presente nella corrispettiva emiarcata di destra; quindi le distanze ricavate furono la distanza tra la linea mediana interincisiva superiore e il 16 e la distanza tra la linea mediana interincisiva inferiore e il 46.

Tuttavia in molti crani, come ben si nota dalle proiezioni, molti primi molari sono andati persi durante gli scavi o comunque dopo il loro ritrovamento. A testimonianza di ciò la presenza di un cospicuo processo alveolare, che sarebbe andato perduto se il dente fosse risultato mancante prima della morte degli individui. Per tali crani si è dimostrato che il centro della superficie oclusale dei molari corrispondeva al centro del loro corrispondente alveolo. Per tale motivo abbiamo condotto le nostre misurazioni lineari utilizzando delle proiezioni trasversali passanti per la superficie radicolare degli elementi dentari, considerando come punto di repere il centro geometrico compreso tra le radici degli stessi. Tra l'altro nel caso in cui il dente mancasse, perché perso post-mortem, è stata preso come riferimento il centro dell'alveolo. Inoltre per le linee mediane interincisive, il punto di repere è stato individuato a livello della cresta alveolare compresa tra le radici dei due centrali, in modo tale da rispettare il piano d'acquisizione delineato sia a livello dei molari che dei canini. Le misurazioni lineari sono state, così come per l'IMPA, comparate tra i due gruppi, registrando per ciascun soggetto i rispettivi valori.

### **c) Analisi statistica**

Per registrare l'errore dovuto all'identificazione dei punti di repere, sono state eseguite misurazioni ripetute di 9 dei 18 soggetti, scelti a caso. La varianza d'errore è stata calcolata attraverso la formula di Dahlberg<sup>228</sup>:

$$\delta = \sqrt{(\Sigma d^2 / 2N)}$$

dove d indica la differenza tra le misurazioni ripetutesi e N il numero dei cefalogrammi eseguiti. Le differenze tra i due gruppi di valori sono stati riportati in termini, inizialmente, di deviazione standard, media e mediana. Infine è stato applicato il t test di Student; tuttavia data la non eccessiva grandezza dei due campioni in esame, esso è stato affiancato e convalidato da un test statistico non parametrico per la valutazione di due campioni correlati, il test U di Mann-Whitney. Il test di Mann-Whitney è uno dei più potenti test non parametrici per verificare, in presenza di valori ordinali provenienti da una distribuzione continua, se due campioni statistici provengono dalla stessa popolazione. Inoltre, se si applica il test di Mann-Whitney in presenza di dati per i quali si potrebbe utilizzare il test parametrico t di Student, allora la sua potenza-efficienza è attorno al 95% sia per campioni piccoli che campioni grandi. Tutte le misurazioni statistiche, a partire dalla semplice statistica descrittiva, fino al calcolo del test non parametrico, sono state effettuate attraverso il software specialistico SPSS 16.0 EV.

### **d) Risultati**

Per ogni misurazione è stato eseguito un istogramma riportante i diversi dati statistici ricavati attraverso il software SPSS 16.0 EV. Naturalmente le differenze riscontrate sono state analizzate dal punto di vista statistico; sono stati presi due diversi

parametri per stabilire la significatività statistica del p-value ricavato dalle analisi condotte con il test di Mann-Whitney:

- differenza significativa per  $p < 0,05$
- differenza altamente significativa per  $p < 0.01$

Nella seguente tabella sono stati riportati i valori dei p-values ottenuti per ciascuna comparazione all'interno dei diversi gruppi di misurazioni e con colori diversi è stata indicata la presenza o meno di significatività statistica ed anche il suo grado:

- colore nero: assenza di significatività statistica, quindi  $p > 0.05$ , con una probabilità maggiore del 50% che il risultato ottenuto sia imputabile a bias di misurazione, o più semplicemente al caso.
- colore celeste: presenza di significatività statistica, quindi  $p < 0.05$ , con una probabilità minore del 50% che il risultato ottenuto sia imputabile a bias di misurazione, o più semplicemente al caso.
- colore rosso: presenza di alta significatività statistica, quindi  $p < 0.01$ , con una probabilità minore del 10% che il risultato ottenuto sia imputabile a bias di misurazione, o più semplicemente al caso.

| <u>misurazione effettuata e differenze rilevate</u> | <u>valore di p-value</u> |
|---|--------------------------|
| IMPA  | 0.006                    |
| Distanza 16 - 26                                    | 0.008                    |
| Distanza 13 - 23                                    | 0.004                    |
| Distanza 16 - LMS                                   | 0.035                    |
| Distanza 46 - LMI                                   | 0.055                    |
| Distanza 46 - 36                                    | 0.002                    |
| Distanza 43 - 33                                    | 0.004                    |

*Tabella 1*

## e) **Discussione e Conclusioni**

Nelle misurazioni effettuate, le due arcate dentarie sono state considerate indipendentemente l'una dall'altra. Entrambi i campioni sono stati accuratamente preparati e sezionati attraverso il software computerizzato Dolphin. Partendo dalle misurazioni riguardanti il mascellare superiore, si evince una netta riduzione delle dimensioni trasversali, avvenuta nel corso dei secoli, all'interno della popolazione osservata, ossia la popolazione abruzzese. In particolare la distanza tra i due primi molari superiori, 16-26, si è ridotta in maniera drastica nel corso dei secoli. Infatti i dati raccolti rivelano medie di tali distanze pari a 49.878 mm nel gruppo dei crani di Opi e pari a 44.944 mm nei pazienti ortodontici dei giorni nostri, prima che essi avessero effettuato alcun tipo di trattamento ortodontico. Applicando il test statistico di Mann-Whitney, attraverso il software dedicato SPSS 16.0, si è ricavato un p-value pari a 0.008. Tale valore è altamente significativo, in quanto molto minore dei convenzionali livelli di significatività statistica, pari a  $p < 0.05$  e  $p < 0.01$ . Anche per la distanza trasversale compresa tra i canini mascellari, 13-23, abbiamo riscontrato tra i due gruppi una differenza statistica altamente significativa, pari a  $p = 0.004$ . La misura della distanza lineare compresa tra la linea mediana interincisiva superiore e il centro geometrico della superficie oclusale dell'elemento 16 ha rivelato un valore di  $p = 0.041$ , valore ritenuto significativo. Tali dati rivelano una riduzione uniforme della grandezza dell'arcata mascellare e del complesso del mascellare superiore, nella sua interezza. Infatti oltre ad aver considerato misurazioni trasversali riguardanti la larghezza dell'arcata mascellare, e misurazioni lineari riguardanti la lunghezza della medesima struttura; abbiamo effettuato ogni misurazione nei tre piani dello spazio, grazie al software 3d Dolphin.

Per quanto riguarda la mandibola, invece, troviamo altamente significative la riduzione sia della distanza trasversale 46-36, intermolare, sia la riduzione della distanza trasversale 43-33, con valori rispettivamente pari a  $p = 0.002$  e  $p = 0.004$ . Tali

valori suggeriscono una riduzione della larghezza dell'arcata ma per quanto riguarda la distanza tra la linea mediana interincisiva inferiore e il primo molare dell'emiarcata mandibolare destra, il 46, la differenza tra i due campioni in termini di riduzione odierna di tale valore non è risultata essere significativa, con  $p=0,055$ .

La misurazione angolare dell'IMPA effettuata su entrambi i gruppi si è rivelata di fondamentale importanza. L'IMPA, come già accennato in precedenza, indica l'angolo formato tra il piano mandibolare Go-Me e l'asse lungo dell'incisivo inferiore. Tale valore risulta essere congruo con una situazione di stabilità occlusale ed ortodontica quando rientrante nel range di  $85^\circ < x < 95^\circ$ .

Nell'analisi della variazione di tale angolo tra i due campioni presi in esame nel nostro studio abbiamo riscontrato una differenza significativa tra i due valori. Si è passati da una media di  $94,655^\circ$  per i crani di Opi ad una media di  $85,122^\circ$  nel gruppo dei pazienti del nostro reparto. Tale valore avvalorava l'ipotesi che la mandibola sia rimasta ancorata alla sua antica struttura ed alla sue antiche dimensioni. Infatti la riduzione del valore dell'IMPA indica una plausibile perdita di torque degli incisivi inferiori, che si mostrano maggiormente reclinati oggi rispetto ai tempi passati. Già Luther<sup>30</sup>, comparando dei crani risalenti al medioevo con gruppi di pazienti inglesi, notò che, prendendo come riferimento il piano mandibolare anatomico, gli incisivi inferiori erano maggiormente proclinati nel gruppo dei resti fossili. Ciò conferma i nostri dati e avvalorava che tale riduzione sia continuata nel corso dei secoli, durante il Medioevo e tutte le altre epoche, fino ai giorni nostri. Tale riduzione dell'IMPA, inoltre avvalorava il fatto che il mascellare superiore si sia ridotto nella sua lunghezza maggiormente rispetto alla mandibola. Infatti la posizione assunta dall'incisivo inferiore indica un compenso dentale ad una III classe scheletrica, dovuto al prognatismo mandibolare ed alla retrognazia del mascellare superiore. Infatti diminuendo il proprio torque, gli incisivi inferiori sono in grado di contattare i loro antagonisti, e rispettare in tal modo overjet ed overbite.

## 4. Bibliografia

1. HAILE-SELASSIE Y., Late Miocene hominids from the Middle Awash, Ethiopia. *Nature* 2001; 412: 178-181
2. McHENRY HM., Introduction to the fossil record of human ancestry. In: Hartwig WC (ed) *The Primate Fossil Record*, 2002: pp 401-406
3. GRINE FE., MARTIN LB., Enamel thickness and development in *Australopithecus* and *Paranthropus*. In Grine FE (ed) *The evolutionary history of the robust Australopithecines*, pp 3-42, 1988
4. LUCAS PW, CONSTANTINO WE, WOOD BA.. Inferences regarding the diet of the extinct hominids: structural and functional trends in dental and mandibular morphology within the hominid clade. *J Anat* 2008; 212: 486-500
5. BRACE CL., ROSENBERG K., HUNT KD., Gradual change in human tooth size in the late Pleistocene and post-Pleistocene. *Evolution* 1987; 41: 705-720
6. KENNETH P. CAMPBELL., Anthropology Sub-Department, British Museum (Natural History), Cromwell Road, London, S.W.7.
7. WALLACE JA., Dietary adaptation of *Australopithecus* and early *Homo*. In RH Tuttle (ed) . *Paleoanthropology, morphology and paleoecology*. Mouton: The Hague, 202-223
8. TOBIAS PV. The natural history of the helicoidal occlusal plane and its evolution in early *Homo*. *Am J Phys Anthropol*. 1980 Aug; 53 (2): 173-87
9. SCHWARTZ JH., TATTERSALL I., The human chin revisited: what is it and who has it? *J Hum Evol* 2000; 38: 367-409

10. DAEGLING DJ., Functional morphology of the human chin. *Evol. Anthropol.* 1993; 1 : 170-177.
11. LIEBERMAN DE., Testing hypotheses about recent Human Evolution from skulls: integrating morphology, function, development and phylogeny. *Curr Anthropol* 1995; 36: 159-97
12. MARGVELASHVILI A., The morphological description of the dental remains from the Early Paleolithic site of Dmanisi (Georgia)
13. MARTINON-TORRES M., Evolucion del aparato dental en hominidos: estudio del los dientes humanos del pleistoceno de Sierra de Atapuerca (Burgos). University of Santiago de Compostela. 2001-2006
14. VALEMINSKA'J., BRUZEK J., VELEMINSKY P., BIGONI L., SEFCAKOVA A., KATINA S., Variability of the Upper Paleolithic skulls from the Predmosti near Prerov (Czech Republic): craniometric comparison with recent human standards.
15. CARLSON DS., Temporal variation in Prehistoric Nubian crania. Unpublished Ph.D. Dissertation. University of Massachusetts, 1974
16. MOORE W.J., LAVELLE C.L., SPENCE T.F., Changes in the size and shape of human mandible in Britain. *Br Dent J*, 1968, 125: 163-169
17. LAVELLE C.L., A comparison between the mandibles of Romano-British and nineteenth century periods. *Am J Phys Anthropol.* 1972, 36: 213-220
18. KAIFU Y., Changes in mandibular morphology from the Jomon to modern periods in Eastern Japan. *Am J Phys Anthropol.* 1997, 104: 227-243
19. KAIFU Y., Temporal changes in corpus thickness of the Japanese mandibles. *Bull Natl Sci Mus Ser D.* 2000, 26: 39-44
20. KAIFU Y., Regional variation in mandibular morphology of the Jomon people. *Bull Natl Sci Mus*, 1995, 21: 37-50

21. MAEDA T., Mandibular ramus morphology of the Jomon people from Hokkaido. *Anthropol Sci*, 2002, 110:27-40
22. ARGYROPOLOUS E, SASSOUNI V, XENIOTOU A., A comparative cephalometric investigation of the Greek craniofacial pattern through 4,000 years. *Angle Orthod*. 1989 Fall;59(3):195-204.
23. LINDSTEN R., OGAARD B., LARSSON E., BJERKLIN K., Transverse dental and dental arch depth dimensions in the mixed dentition in a skeletal sample from the 14th to the 19th century and Norwegian children and Norwegian Sami children of today., *Angle Orthod* 2002; 72: 439-448
24. LARSSON E., Orthodontic aspects on feeding of young children. A comparison between Swedish and Norwegian-Sami children. *Swed Dent J*. 1998; 22: 117-121
25. BRIN I., ZWILLING-SELLAM O., HARARI D., KOYOUMDJISKY-KAYE E., BENBASSAT Y., Does a secular trend exist in the distribution of occlusal patterns?. *Angle Orthod*. 1998; 68: 81-84
26. CORRUCINI RS., An epidemiologic transition in dental occlusion in world populations. *Am J Phys Anthropol*. 1983; 62: 317-324
27. OGAARD B., LARSSON E., LINDSTEN R., The effect of sucking habits, cohort, sex, intercanine arch widths, and breast or bottle feeding on posterior crossbite in Norwegian and Swedish 3-year-old children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994; 106: 161-166
28. LARSSON E., Sucking, chewing, and feeding habits and the development of crossbite: a longitudinal study of girls from birth to 3 years of age. *Angle Orthod*. 2001; 71: 116-119
29. GENTILE A., FANELLI G., Analisi cefalometrica secondo la tecnica MBT™ di Richard P. McLaughlin, John Bennett ed Hugo J. Trevisi

30. LUTHER F., A cephalometric comparison of medieval skulls with a modern population Eur J Orthod 1993; 15: 315-325

onic