

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA



DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE AVANZATE

**DOTTORATO DI RICERCA IN
AMBIENTE, PREVENZIONE E MEDICINA PUBBLICA
INDIRIZZO: SCIENZE BIOLOGICHE-FORENSI**

XXVIII CICLO

Tesi di Dottorato

**Su alcune discrepanze biocronologiche del metodo di
Demirjian ai fini dell'imputabilità nei "grandi minori"**

Tutor: Chiar.mo	Dottorando:
Prof. Claudio Buccelli	Dott. Antonio Tuccillo

Coordinatore Prof. Claudio Buccelli

ANNO ACCADEMICO 2014-2015

I N D I C E

INTRODUZIONE	pag.	2
MATERIALI E METODI	pag.	33
RISULTATI	pag.	53
DISCUSSIONE	pag.	69
CONCLUSIONI	pag.	86
APPENDICE	pag.	90
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARE 1	pag.	91
INFORMAZIONE SUPPLEMENTARE 2	pag.	100
BIBLIOGRAFIA	pag.	101
APPENDICE 1	pag.	108
APPENDICE 2	pag.	121

INTRODUZIONE

L'accertamento e la determinazione di età in soggetti sprovvisti di documenti o di dubbia identità rappresenta ancora oggi un fenomeno di difficile gestione e di crescente importanza soprattutto nei Paesi europei che si vedono coinvolti nel flusso di accoglienza di consistenti numeri di immigrati irregolari in particolare giovani e bambini [Eurostat European Commission. Migrants in Europe. A statistical portrait of the first and second generation. Population and social conditions, Statistical Books. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. doi:10.2785/5318, available at https://webmail-sso.unina.it/horde/imp/view.php?ctype=application%2Fpdf&actionID=view_attach&id=2&muid=%7B5%7DINBOX69378&view_token=7yPt7p-QUmFLSP0jCzn2TQ2&uniq=1447080541093].

Le statistiche sui flussi migratori hanno evidenziato che, nel corso del 2013, 3.4 milioni di persone hanno lasciato il loro paese per uno dei 28 Stati membri dell'UE. Grandi flussi migratori si sono

registrati anche in Asia, Sud e Nord America, ed Africa [Eurostat Statistics Explained. Migration and migrant population statistics, 2015. Available at http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Migration_and_migrant_population_statistics#Further_Eurostat_information (consulted on 3 September 2015); Abel GJ, Sander N. Quantifying Global International Migration Flows. *Science*. 2014;343:1520-1522. DOI: 10.1126/science.1248676].

In proposito è sempre più frequente sia l'immigrazione di un soggetto che di intere famiglie sprovviste di documento o, comunque, con documenti non validi o scaduti, in un contesto di crescente criminalità sia nell'infanzia sia nell'adolescenza.

Pertanto oggi si richiede, più spesso che nel passato, un accertamento dell'età per poter adeguatamente applicare misure legislative e correttive o concedere asilo ed altre protezioni normativamente previste [Rodríguez JV. La antropología forense en

la identificación humana. Santa Fe de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2004].

Quasi sempre i contatti con i Paesi di provenienza di soggetti immigrati non riferiscono notizie utili sia perché gli archivi non forniscono la dimostrazione dell'identità del soggetto (documenti senza foto) sia perché spesso il soggetto può fornire notizie mendaci sulle proprie generalità, sede di provenienza ed età anagrafica.

L'identificazione d'età è quel procedimento finalizzato a stabilire l'età di un individuo in tutti quei casi in cui possono sorgere dei dubbi [EASO, European Asylum Support Office. Age assessment practice in Europe, December 2013. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013. Available at <https://easo.europa.eu/wp-content/uploads/EASO-Age-ssessment-practice-in-Europe.pdf> (consulted on 3 September 2015)].

Durante l'intero processo di migrazione, i minori che non sono

in grado di dimostrare la loro età e richiedono asilo possono essere trattati come adulti e pertanto non godere di specifica tutela [Levinson A. Unaccompanied Immigrant Children: A Growing Phenomenon with Easy Few Solutions, in Migration Policy Institute, 2011; pp. 1-16. Available at <http://www.migrationpolicy.org/article/unaccompanied-immigrant-children-growing-phenomenon-few-easy-solutions> (consulted on 25 September 2015)].

Le incertezze sulla identificazione d'età possono determinare conseguenze ancora più gravi per i minori non identificati sottoposti a procedimento penale [Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011].

Pertanto, un'errata valutazione dell'età può esporre il minore al rischio di discriminazioni, abusi e violazioni dei suoi diritti fino ad arrivare alla drammatica conseguenza della detenzione [Venturi

D. The prominence of the body as an instrument of border control. Assessing the age of unaccompanied migrant children in the European Union. European Master's Degree In Human Rights and Democratisation, Awarded Theses of the Academic Year 2013/2014. Venice: EIUC, 2015. DOI 10.7404/eiuc.ema.20132014.05, available at <https://www.scribd.com/doc/265877203/Venturi-Thesis> consulted on 12 September 2015)].

La questione dell'accertamento di età diventa complessa quando ci si trova di fronte ad un soggetto che mostra apparentemente un'età al di sotto dei 14 anni o, comunque, inferiore ai 18.

A tal fine, il minore straniero è destinatario di una serie di norme di tutela che garantiscono il diritto a non essere espulso, evitare la permanenza nei centri di identificazione, ottenere il permesso di soggiorno, accedere al sistema scolastico e sanitario (D.Lgs 25 luglio 1998, n. 286. T. Immigrazione).

In generale, va necessariamente considerato che l'identificazione d'età non è effettuata con metodologie affidabili. Ne consegue, quindi che, in ambito forense, non è possibile stabilire non soltanto con assoluta certezza ma neanche con qualificata probabilità un'età cronologica.

La legge richiede che l'età sia certa e certificata e ciò assume grande rilevanza quando si tratta di distinguere tra persone maggiorenni o minorenni [Crawley H. When Is a Child Not a Child? Asylum, Age Disputes, and the Process Age Assessment. London: Immigration Law Practitioners Association (ILPA), 2007].

Quando mancano informazioni affidabili, la “certificazione” rilasciata al termine della procedura di identificazione d'età, per vero, fornisce un valore numerico che rappresenta il risultato di un'approssimazione basata sulle conoscenze scientifiche di esperti. Tuttavia, per poter definire lo stato giuridico di un individuo, in particolare un minore, la Legge deve considerare questo dato

numerico come l'età cronologica.

L'età rappresenta da sempre un punto di discussione quando il soggetto si avvicina alle autorità per la richiesta di asilo così come nel caso di procedimenti giudiziari e pertanto la sua valutazione dovrebbe derivare da una procedura affidabile, efficace, finalizzata alla salvaguardia di diritti [Venturi D. The prominence of the body as an instrument of border control. Assessing the age of unaccompanied migrant children in the European Union. European Master's Degree In Human Rights and Democratisation, Awarded Theses of the Academic Year 2013/2014. Venice: EIUC, 2015. DOI 10.7404/eiuc.ema.20132014.05, available at <https://www.scribd.com/doc/265877203/Venturi-Thesis>].

L'identificazione d'età si riferisce alle procedure attraverso le quali le autorità mirano a stabilire l'età anagrafica di un individuo al fine di accertare se quella persona è un adulto o un minore in

tutti i casi in cui l'età dichiarata non è documentata [EASO, European Asylum Support Office. Age assessment practice in Europe, December 2013. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013. Available at <https://easo.europa.eu/wp-content/uploads/EASO-Ageassessment-practice-in-Europe.pdf>. Separated Children in Europe Programme (SCEP). Review of Current Laws, Policies and Practices Relating to Age Assessment in Sixteen European Countries, 2012. available at <http://www.scepnetwork.org/images/17/166.pdf> (consulted on 7 September 2015)].

Attualmente, anche se il diritto internazionale non contempla norme per l'età minima richiesta al fine di garantire la tutela dei diritti dei minori in conflitto con la legge, la Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti dell'infanzia del 1989 (CRC) richiede che gli Stati fissino un'età limite, al di sotto della quale i minori non possono essere ritenuti penalmente responsabili delle loro azioni

[Parkes A. Children and international human rights law: the right of the child to be heard. New York: Routledge, 2013; pp. 151-179].

In gran parte dei paesi europei l'età minima per la responsabilità penale è di 14 anni, il che significa che nessuna persona al di sotto dei 14 anni che commette un reato può essere imputabile [Child Rights International Network (CRIN). Minimum ages of criminal responsibility in Europe, available at <https://www.crin.org/en/home/ages/europe> (consulted on 9 September 2015)].

Inoltre, per il minore di età compresa tra i 14 e i 18 anni, la responsabilità penale dovrà essere provata caso per caso, soprattutto mediante la valutazione della maturità psicologica del soggetto. Solo nel caso in cui è stato raggiunto la maggiore età (18 anni) l'individuo è considerato pienamente responsabile [Thevissen P. Dental Age Estimation in Sub-adults: Striving for an Optimal Approach. Leuven: Leuven University Press, 2013].

In Italia, l'art 97 del codice penale prevede che *“non è imputabile chi, nel momento in cui ha commesso il fatto, non aveva compiuto i quattordici anni”*.

Il legislatore ha così introdotto una presunzione assoluta di non imputabilità per il minore infraquattordicenne che è in assoluto da ritenere incapace di intendere e di volere e quindi non sottoponibile a pena, in ragione della sua presunta immaturità.

Diverso invece il contenuto dell'art. 98, primo comma del codice penale, a norma del quale: *“è imputabile chi, nel momento in cui ha commesso il fatto, aveva compiuto i quattordici anni, ma non ha ancora i diciotto, se aveva la capacità di intendere e di volere; ma la pena è diminuita”*.

Con questa norma il legislatore ha voluto richiamare l'attenzione su un aspetto importante, la maturazione mentale del soggetto, la quale per l'agente ultraquattordicenne dovrà essere valutata caso per caso.

In altri termini il legislatore fa cadere la presunzione assoluta di incapacità naturale del minore ed abbraccia, invece, l'orientamento a favore di una presunzione relativa; è come se l'art. 98 disponesse che nel soggetto di età dai quattordici ai diciotto anni l'incapacità si presume fino a prova contraria la cui presenza consente, come è desumibile dalla norma stessa, l'applicazione di una pena ancorché diminuita.

Dunque, l'età anagrafica del soggetto rappresenta un elemento di assoluto rilievo in sede giudiziaria penalistica in quanto essa vincola il giudizio di imputabilità dell'indagato/imputato.

Negli U.S.A. le soglie di interesse giuridico, come in Italia, sono i 14 ed i 18 anni; in altri paesi come la Germania e la Spagna sono imputabili i soggetti tra i 14 ed i 17 anni. In Giappone le età di interesse giuridico sono i 14, i 16 ed i 20 anni.

Nello specifico, l'età della responsabilità penale è stata

abbassata dagli iniziali 16 anni agli attuali 14 anni, in seguito ad alcuni delitti commessi da adolescenti e dopo una violenta campagna di criminalizzazione della gioventù attuata dalla stampa; allarme in buona parte ingiustificato dato che il tasso di criminalità giovanile in questo Paese è inferiore rispetto a quello degli altri Paesi industrializzati.

Ne consegue che l'età rappresenta il primo importante pre-requisito per determinare l'imputabilità del soggetto e per decidere se questo debba essere giudicato da una Corte Ordinaria o da un Tribunale Minorile.

Pertanto l'identificazione di età è necessaria ai fini della valutazione del travalicamento o meno della soglia cronologica del quattordicesimo o diciottesimo anno di età, per stabilire l'acquisizione della imputabilità e della capacità civile.

Per imputabilità si intende la idoneità ad essere imputato di un reato: *“nessuno può essere punito per un fatto previsto dalla legge*

come reato se, al momento in cui lo ha commesso, non era imputabile. È imputabile chi ha la capacità di intendere e di volere” (art. 85 C.P.).

La capacità di intendere è l'attitudine a rendersi conto delle conseguenze degli atti compiuti, a comprendere i motivi, il significato e le relazioni col mondo esteriore e quindi a prevedere la portata e le conseguenze delle proprie azioni (la coscienza dell'agire); la capacità di volere è la facoltà di autodeterminarsi in base a motivi conosciuti e di scegliere liberamente la condotta adatta allo scopo (la libertà dei propri atti). In sostanza è la prerogativa che ogni soggetto ha di poter scegliere se attuare o meno un'azione criminosa, di controllare gli istinti e di non cadere nella tentazione di infrangere la legge (Puccini. Istituzioni di Medicina Legale. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2005; M. Bacci, L'imputabilità in Medicina Legale e delle Assicurazioni di Buccelli et al. Piccin Editore, Padova, 2014).

Affinché sussista l'imputabilità è necessario il contemporaneo possesso di entrambe le facoltà di intendere e di volere; viceversa per escluderla è sufficiente la mancanza di una sola delle due.

È evidente che le importanti ricadute penalistiche e/o civilistiche in tali contesti rendono ragione della necessità di pervenire all'identificazione dell'età quanto più prossima a quella reale.

L'identificazione è quindi quella procedura di accertamento attraverso la quale si giunge a riconoscere o a individuare una persona in base ad una sufficiente quantità di elementi probatori.

Si distinguono usualmente una identificazione generica, la quale si avvale di dati forniti dall'esame diretto, senza comparazione con altri elementi precedentemente raccolti (identificazione di specie, razza, sesso, età, statura, attività lavorativa), ed una identificazione individuale, attraverso la quale si constata invece se una persona sia quella cui corrispondono

determinati caratteri biologici acquisiti in precedenza (Medicina Legale e delle Assicurazioni di GA Norelli, C Buccelli, V Fineschi. Piccin Editore, Padova, 2014).

In particolare l'identificazione individuale o specifica è costituita da indagini che si basano sul confronto dei dati rinvenuti sul soggetto da identificare (cadavere, autore di reato, figlio nell'accertamento di paternità) relativi a diverse epoche di vita.

Il riconoscimento individuale della persona può avvenire mediante analisi comparativa e/o deduttiva di caratteri somatici (impronte digitali, indagine odontologica, connotati e contrassegni), biologici (polimorfismi genetici, affezioni patologiche) ed extrabiologici (immagini di foto e radiografiche, ricostruzione facciale), assunti e registrati in tempi diversi. Nell'approccio comparativo è possibile effettuare un confronto tra analoghe caratteristiche individuali riferite a diverse epoche di vita ricercando eventuali corrispondenze o similitudini; nello studio

deduttivo possono essere ricercati elementi che confermino o avvalorino informazioni preventivamente raccolte (fornite da medico curante, familiari, conoscenti, o desumibili da cartelle cliniche, certificati, schede odontoiatriche ecc.) circa aspetti fisiologici, patologici e terapeutici del soggetto da identificare (P. Di Lorenzo, Identificazione individuale in Medicina Legale e delle Assicurazioni di GA Norelli, C Buccelli, V Fineschi. Piccin Editore, Padova, 2014).

Il processo d'identificazione dell'età, allo stato, è affrontato attraverso l'analisi di dati concernenti lo sviluppo somatico, la maturità sessuale, lo stato del sistema pilifero e della cute, ma soprattutto mediante indagini esploranti il grado di maturazione scheletrico e degli elementi dentari.

Siffatte metodiche accertative dell'età del soggetto richiedono competenze specialistiche di natura medico-legale, odontoiatrica, radiologica, antropologica, auxologia (L. Ferrante, R Cameriere.

Statistical methods to assess the reliability on measurements in the procedures for forensic age estimation. *Int. J Legal Med* (2009) 123:277-283).

Relativamente alla determinazione dell'età ossea, il processo di sviluppo e di ossificazione è da tempo perfettamente conosciuto e i parametri del grado di maturazione scheletrica, desumibili attraverso l'indagine radiologica, sono ritenuti tra i più attendibili in quanto presentano una minore variabilità e quindi una migliore correlazione con l'età reale.

In ambito medico-forense risultano elaborate diverse metodiche identificative di età strutturate sullo studio del grado di maturazione degli elementi dentari basate sull'impiego di indagini radiografiche od anche su osservazioni microscopiche (trasparenza della dentina; apposizione di cemento secondario; presenza di dentina secondaria; riassorbimento radicolare; aumento della trasparenza radicolare) ed analisi istochimica (racemizzazione

dell'acido aspartico; quantificazione di peptidi dentali solubili in acido cloridrico a concentrazioni diverse; determinazione dell'aumento del contenuto di nitrogeno nello smalto e dei fluoruri nel cemento dei denti; determinazione del decremento dei carbonati nel cemento dei denti).

Lo studio dell'apparato stomatognatico, in particolare della dentatura, è di grande utilità poiché i denti, considerati singolarmente e/o nella loro globalità, presentano caratteristiche quanti-qualitative vantaggiose ai fini identificativi per diversità di numero, forma, dimensione, struttura complessiva, rapporti con i mascellari, alta resistenza agli insulti fisico-chimici quali calore, fenomeni putrefattivi, etc. 10. (Buccelli C., Stara C.R.G., Di Lorenzo P.: "I contributi dell'odontoiatria nella identificazione personale". Doctor Os. 2004; XV(4): 404-5).

Con riferimento alla determinazione dell'età l'analisi maturativa dell'apparato stomatognatico risulta essere il più

accurato indicatore di età, specie nella fase di vita compresa tra la nascita e l'adolescenza (12-14 anni) per la ridotta influenza esercitata da fattori ambientali e patologici sullo sviluppo dentale (EMI, 1979; Angelini Rota, 1997; Mappes M.S., Harris E.F., Behrents R.G.: "An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification". Am. Orthod. Dentofac. Orthop., 101,145, 1992. In Giusto Giusti: "Trattato di Medicina Legale". CEDAM, Padova, 1999; D.L. Anderson, D.D.S., M.Sc., G.W. Thompson, D.D.S., Ph D., and F. Popovich, S.D.S., M,Sc. Age og Attainment of Mineralization Stages of the Permanent Dentition).

In tale ambito riveste particolare importanza il ricorso a tecniche e metodiche odontostomatologiche.

In merito va detto che i metodi d'identificazione dentale sono andati acquisendo sempre maggiore affidabilità e pertanto, nell'ambito delle scienze forensi, si è andata sviluppando una branca autonoma, denominata "odontologia forense" (Fèdèration

Dentaire Internationale (FDI), 1962).

In ambito odontoiatrico forense, a partire dagli anni '40, risultano elaborate diverse metodiche identificative di età su soggetti in fase di crescita strutturate sullo studio dello sviluppo dentario (grado di maturazione e stadio eruttivo) desunto dalla lettura di indagini radiografiche dentarie (ortopantomografia, rx endorale, teleradiografia).

La maggioranza di tali metodiche ricorre, in via esclusiva all'impiego dell'ortopantomografia (OPT): Schour e Massler; Nolla; Demirjian et al.; Gustafson e Koch; Ubelaker; Portigliatti Barbos et al.; Robetti e Antonucci Ferrara; Harris et al.; Kullman et al.; Mornstad et al.

I metodi di Moorees et al. e di Johanson adoperano l'rx endorale, quello di Van der Linden e Duterloo la teleradiografia.

L'attribuzione dell'età su base odontoiatrica è dotata di un maggiore grado di affidabilità nell'età della permuta della

dentizione; essa si basa sullo studio della mineralizzazione e della chiusura dell'apice dei diversi elementi dentari nelle due serie, decidua e permanente, ed è rilevabile dall'ortopantomografia; il processo è più precoce nel sesso femminile, ad esclusione dei denti del giudizio, per i quali la tendenza si inverte. Inoltre non si sono evidenziate differenze statisticamente significative negli stadi di maturazione dentaria tra diverse popolazioni (Gleiser I., Hunt E.E.: "The permanent mandibular first molar; its classification, eruption and decay". Am. J. Phys. Anthrop., N.S., 13, 253, 1955; Nolla C.M.: "The development of the permanent teeth". J. Dent. Child., 27,254,1960.; Anderson D.L., Thompson G.W., Popovitch F.: "Age of attainment of the mineralization stages of the permanent dentition". J. For. Sci., 21, 191, 1976; Harris et al., 1990; . Grandi M., Cattaneo C.: "L'identificazione del cadavere e dei resti umani". In Giusto Giusti: "Trattato di Medicina Legale e Scienze Affini". CEDAM, Padova, 1999; Pinchi V., Manetti G., Franchi E.,

Norelli G.A.: “La maturazione radiografica dell’ottavo nello studio dell’età del vivente”. *Zacchia*, 18, 261, 2000; Piscozzi P.: “Il ruolo dei terzi molari nell’accertamento della maggiore età”. *Minerva Med. Leg.*, 120, 199, 2000.; Di Lorenzo P., Policino F., Laino A., Quaremba G., Graziano V.: “Su una esperienza comparativa di metodiche radiografiche per l’identificazione di età in soggetti in fase di crescita”. *Atti del XXXIII Congresso Nazionale S.I.M.L.A. “La metodologia medico-legale nella prassi forense”*, Brescia, 25-28 ottobre 2000. Giuffrè Editore, Milano 2002; H.M. Liversidgem N. Chaillet, H. Mornstad, M. Nystrom, K. Rowlings, J Taylor, & G. Willems. Timing of Demirjian’s tooth formation stages. *Annals of Human Biology*, July-August 2006; 33(4): 454-470).

In età successiva la valutazione è basata su altri parametri: l’usura del dente, l’apposizione di dentina secondaria, il conteggio delle annullazioni del cemento, la trasparenza di carie radicolari (si trovano sulle radici, generalmente coperte dall’osso nel

giovane, scoperte nell'anziano a causa della migrazione del legamento parodontale in senso apicale).

L'ortopantomografia (OPT) consente di documentare fedelmente il grado di mineralizzazione dei denti e di verificarne l'avvenuta eruzione; allo stesso tempo consente di dimostrare la presenza di fenomeni patologici ovvero di usura dello smalto, che possono verificarsi nel tempo (Manson-Hing, 1982, Wod, 1982, Radiologia Forense Buccelli et al.).

Inoltre l'OPT rispetto all'esame radiografico endorale presenta i seguenti vantaggi: maggiore rapidità di esecuzione, migliore veduta di insieme delle due arcate dentarie, minore esposizione alla fonte radiogena, maggiore diffusione di impiego (Radiologia Forense, Buccelli et al.).

La maggior parte di tale metodiche perviene all'attribuzione di età attraverso il confronto tra la fase di sviluppo degli elementi dentari determinata con un diagramma o un schema, espressivi di

specifiche età (R. Cameriere, L. Ferrante, H.M. Liversidge, J.L.Prieto, H. Brkic Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. Forensic Science International, 2007).

Tuttavia alcuni metodi, in via complementare o esclusiva, utilizzano equazioni matematiche di correlazione.

La maggioranza di tali studi considera gli elementi dentari di una sola emiarcata di un lato; tale limitazione trova giustificazione nell'accertato fenomeno della simmetria di sviluppo relativa ai denti in posizione omologa (corrispondenti in arcata contro laterale).

In particolare, per quanto di nostro interesse, il metodo elaborato da Demirjian et al. (di seguito DEM) mostra un elevato grado di accuratezza nello studio della maturazione dentaria, specialmente nella fascia di età compresa tra 0 e 16 anni [Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund

(UNICEF), Child Protection Section, 2011. - Panchbhai AS. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. Dentomaxillofac Radiol. 2011;40:199-212. doi: 10.1259/dmfr/19478385. Pinchi V, Norelli GA, Pradella F, Vitale G, Rugo D, Nieri M. Comparison of the applicability of four odontological methods for age estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. J Forensic Odontostomatol. 2012;30:17-25. -Priyadarshini C, Puranik MP, Uma SR. Dental Age Estimation Methods: A Review. Int J Adv Health Sci. 2015;1:19-25].

Esso prevede lo studio, mediante OPT, di sette elementi dell'emiarcata mandibolare sinistra: I1 (incisivo centrale), I2 (incisivo laterale), C (canino), PM1 (1° premolare), PM2 (2° premolare), M1 (1° molare) e M2 (2° molare), escluso il terzo molare in quanto considerato elemento poco affidabile perché soggetto ad anomalie di forma, eruzione e formazione rispetto agli altri denti [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of

Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

Detto metodo richiede, a differenza di altre metodiche, la preventiva determinazione del sesso del soggetto esaminato il che implica la conoscenza o la necessità di accertamento di tale parametro.

Successivamente, per ogni dente esaminato si individua la fase evolutiva raggiunta in riferimento comparato rispetto ad una delle otto fasi di maturazione previste dalla comparsa dei punti di calcificazione (stadio A) fino alla chiusura degli apici radicolari (stadio H).

A ciascuna fase maturativa di ogni singolo elemento dentario è attribuito un punteggio differenziato per sesso, desunto da un studio di correlazione con il grado di maturità scheletrica secondo Tanner.

La somma dei punteggi relativi a ogni dente realizza uno score espressivo della maturità dentale globale, che riportato su apposite

tabelle di conversione fornisce l'età dentaria ricercata (Radiologia Forense, Buccelli et al.).

Tuttavia la letteratura specialistica in tema di accertamento dell'età segnala limiti di affidabilità della predetta procedura in quanto il sistema è ritenuto utile per conoscere la deviazione della maturità dentale individuale in ambito clinico ma non adeguato per la determinazione dell'età in ambito forense (Sherrer B. Biostatistique. Morin G, Editor Montreal, Quebec, 1984; Teivens A, Mornstad H. A modification of the Demirjian method for age estimation in children. J Forensic Odontostomatol 2001;19:26-30; Nils Chaillet, Arto Demirjian. Dental maturity in south France: A comparison between Demirjian's method and polynomial functions. J Forensic Sci, Sept. 2004, Vol. 49, No. 5).

Si aggiunga, poi, che il predetto metodo non tollera i dati mancanti (Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Hum Biol 1973;45(2):211-27) come

l'esclusione del terzo molare, spesso assente, che rappresenta un adeguato elemento per lo studio della maturità dentale superati i 16 anni di età (Nolla CM. The development of permanent teeth. J Dent Child 1960;27:254).

La diffusa applicazione della procedura d'identificazione dell'età attraverso il metodo di Demirjian su minori di diverse popolazioni ha mostrato una costante sovrastima, probabilmente attribuibile a un leggero ritardo nella maturazione dentale nel campione franco-canadese adoperato da Demirjian [Eid RM, Simi R, Friggi MN, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to years using Demirjian's method. Int J Paediatr Dent. 2002;12:423-8.- Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age assessment in Belgian children: Demirjian's technique revisited. J Forensic Sci. 2001;46:893-895].

Inoltre, molti autori indicano che il suddetto metodo ha dei limiti di affidabilità nell'identificazione dell'età cronologica a causa

della mancanza di dati di riferimento relativi ai bambini di diversi paesi [Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011].

Diversi autori considerano questo metodo utile a verificare la deviazione dalla maturità dentale, ma manca la precisione nella valutazione dell'età come richiesto in ambito forense [Sherrer B. Biostatistique. Montreal: Morin G. Éditeur. 1984, p 850. - Chaillet N, Demirjian A. Dental maturity in south France: A comparison between Demirjian's method and polynomial functions. J Forensic Sci. 2004;49:1059-1066].

Essendo la valutazione dell'età un problema critico nel caso di minori non identificati coinvolti nelle procedure di asilo o contesti medico-legali, abbiamo voluto verificare matematicamente, l'adeguatezza delle combinazioni riguardanti i punteggi medi di maturazione dentale negli stadi proposti da Demirjian (DEM) e

collaboratori [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

In questo modo, testando la correlazione tra grado di sviluppo dentale e l'età reale abbiamo trovato discrepanze biocronologiche sorprendenti che rendono il metodo di Demirjian (da ora in poi chiamato DEM) non idoneo per valutare l'età di soggetti minori, in particolare nei casi in cui è necessaria individuare una soglia minima di età ai fini dell'imputabilità.

MATERIALI E METODI

Questo studio è stato approvato dal Comitato Etico per le attività Biomediche dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Azienda Ospedaliera Universitaria Federico II (Protocollo 257/15).

A tal fine è stato messo a punto un algoritmo basato sulla teoria dei grafi orientati [Busacker RG, Saaty T. Finite Graphs and Networks, An Introduction with Applications. New York: Mc Graw-Hill, 1965. - Roy B. Algebre modern et théorie des graphes. Paris: Dunod, 1969], integrato con l'analisi combinatoria [33. Parzen E. Modern Probability Theory and Its Applications. New York: J. Wiley & Sons, 1960 - Riordan J. Introduction to Combinatorial Analysis. New York: J. Wiley & Sons, 1958].

Con esso è stato possibile valutare tutte le combinazioni dei punteggi proposti da Demirjian e collaboratori [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227] che “portano” ad una età prefissata (vedi **Informazione supplementare 1** per il programma che gira su

piattaforma Matlab®, ver. R2008b).

Tale combinazione di punteggi individuati per la determinazione dell'età dell'individuo viene effettuata attraverso la valutazione a mezzo OPT di 8 gradi di maturazione dei 7 denti permanenti all'arcata mandibolare sinistra (I1, I2, C, PM1, PM2, M1 e M2).

Per meglio spiegare il nostro approccio, definiamo, innanzitutto, il concetto di grafo orientato e il suo significato.

Definizione 1: "Path" (o grafo) è una combinazione di denti e stadi di maturazione che partendo da I1 continua a I2 e coinvolgendo ciascun dente conduce a M2.

La definizione di cui sopra descrive i passi seguiti dall'esperto durante il processo di accertamento dell'età, tenendo conto che il metodo di DEM impone inoltre la seguente importante limitazione:

Condizione 1: Il percorso è orientato se a partire da I1 conduce a M2 includendo uno e solo uno stadio maturativo per ogni dente coinvolto (Fig 1A).

Figura 1 - Esempi di percorso (grafo orientato) secondo la definizione 1 e Condizione 1. A. Percorso corretto che corrisponde sia alla Definizione 1 sia alla Condizione 1; B. Questo percorso non rispetta la condizione 1 in quanto sceglie, allo stesso tempo, due fasi distinte di maturazione (G e H) per lo stesso dente (C).

A				B			
	F	G	H		F	G	H
M ₂			◆	M ₂			◆
M ₁		◆		M ₁		◆	
PM ₂		◆		PM ₂		◆	
PM ₁		◆		PM ₁		◆	
C		◆		C		◆	◆
I ₂	◆			I ₂	◆		
I ₁	◆			I ₁	◆		

La Fig. 1B mostra un esempio di percorso errato, dovuto a un doppio stadio di maturazione (G e H) valutati al canino (C).

In buona sostanza, un percorso può essere inteso come quella possibile (anche da un punto di vista biologico) combinazione di

punteggi che mediamente guida all'età oggetto d'indagine e per la quale gli stadi di maturazione mediamente sono quelli rilevati dallo studio di DEM; condotto su una popolazione molto ampia e su soggetti sani cioè che non presentano problemi patologici circa l'accrescimento dentale.

Al fine di concentrarsi principalmente sulla soglia dell'età legale dei 14 anni [Pinchi V, Norelli GA, Pradella F, Vitale G, Rugo D, Nieri M. Comparison of the applicability of four odontological methods for age estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. J Forensic Odontostomatol. 2012;30:17-25] si è fatto riferimento solo a tre stadi di maturazione dentale (F, G e H).

Pertanto, il ragionamento che segue si riferisce a una matrice (Γ) composta da 7 righe (7 denti, in ordine ascendente da I1 → M2) e 3 colonne (3 stadi di maturazione: F, G e H, rispettivamente), dove gli elementi sono i punteggi determinati da DEM (Tab. 1).

Tabella 1 - Punteggi ponderati per le fasi di maturazione di 7 denti (lato sinistro mandibola, maschi) proposti da Demirjian et al.[Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

	F	G	H
M₂	13.2	13.6	15.4
M₁	12.3	17	19.3
PM₂	12.8	13.2	14.4
PM₁	12.3	12.7	13.5
C	10	11	11.9
I₂	7.8	11.7	13.7
I₁	4.1	8.2	11.8

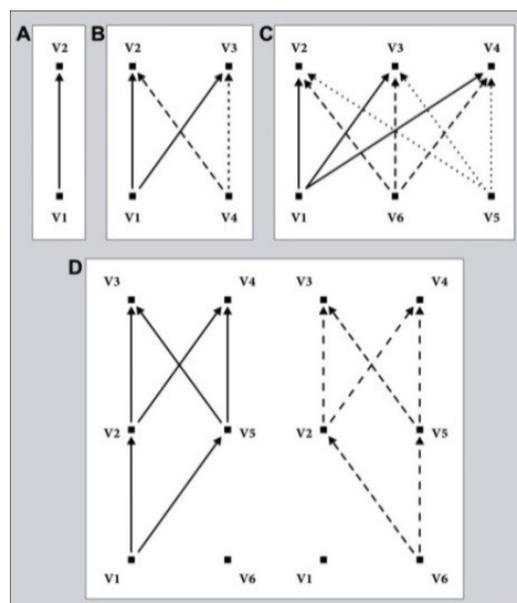
Come è noto, le possibili combinazioni semplici, senza, cioè, alcuna restrizione o vincolo (v. Definizione 1 e Condizione 1) di 21 elementi (nel nostro caso i punteggi) in 7 classi, è dato da ${}_{21}C_7 = 116280$.

Applicando la condizione 1, il numero di percorsi/combinazioni possibili è, in realtà, n^m , dove m è il numero di righe e n il numero

di colonne della matrice dei punteggi (Γ).

Per dimostrare l'ultima affermazione, consideriamo il semplice schema della Fig. 2A:

Figura 2 - Percorsi di matrice di crescita. A. Percorso matrice 2x1. Esiste un solo percorso possibile che rispetta la Definizione 1; B. percorso condizionato matrice 2x2. I possibili percorsi che rispettano la Definizione 1 e contemporaneamente la Condizione 1 sono quattro; C. percorso condizionato matrice 2x3. I possibili percorsi che rispettano la Definizione 1 e contemporaneamente la Condizione 1 sono nove; D. percorso condizionato matrice 3x2. I possibili percorsi che rispettano sia la Definizione 1 sia la Condizione 1 sono otto.



In accordo con la Definizione 1 e sotto la Condizione 1, l'unica possibile combinazione della matrice elementare (Γ) 2×1 , i cui due elementi sono v_1 e v_2 , è $\boxed{1^2 = 1: v_1 \rightarrow v_2}$.

Se consideriamo lo schema della Fig. 2B dove la matrice (Γ) è di ordine 2×2 , le possibili combinazioni sono: $\boxed{2^2 = 4:$

$$\boxed{v_1 \rightarrow v_2, v_1 \rightarrow v_3, v_4 \rightarrow v_2, v_4 \rightarrow v_3}.$$

Come mostrato nello schema della Fig. 2C, le possibili combinazioni della matrice 2×3 sono

$$\boxed{3^2 = 9:}$$

$$\boxed{v_1 \rightarrow v_2, v_1 \rightarrow v_3, v_1 \rightarrow v_4, v_6 \rightarrow v_2, v_6 \rightarrow v_3, v_6 \rightarrow v_4, v_5 \rightarrow v_2, v_5 \rightarrow v_3, v_5 \rightarrow v_4}.$$

Infine, lo schema della Fig. 2D mostra le possibili combinazioni di una matrice 3×2 : $\boxed{2^3 = 8: v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3, v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4, v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3, v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_4,$

$$\boxed{v_6 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3, v_6 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4, v_6 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3, v_6 \rightarrow v_5 \rightarrow v_4}.$$

Tale ragionamento può essere ripetuto per una matrice generale (Γ) di qualsiasi dimensione $m \times n$.

Per estensione (principio di induzione), tutte le possibili

combinazioni condizionate che si possono ottenere saranno n^m .

Nel nostro caso, come detto, i 7 denti e le 3 fasi di maturazione formano una matrice rettangolare di dimensione 7x3.

Imponendo il vincolo metodologico (Condizione 1) sopra richiamato, le possibili combinazioni diventano: $3^7 = 2187$.

Come detto, il metodo di DEM si basa su una serie di punteggi, uno per ogni fase maturativa di ciascun dente [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

Dunque:

Definizione 2: il "punteggio di maturità" (M.S.) è la somma dei 7 punteggi di maturazione selezionati dal valutatore per ciascun dente.

Assumiamo, inoltre, che il metodo di DEM sia affidabile, nel senso dell'età evolutiva biologica media degli stadi di maturazione dentale [Logan WHG, Kronfeld R. Development of

the human jaws and surrounding structures from birth to the age of children of fifteen years. J Am Dent Assoc. 1933;20:379-427 - 36. AlQathani SJ, Hector MP, Liversidge HM. The London atlas of human tooth development and eruption. Am J Phys Anthropol. 2010;142:481-490].

Ne consegue la seguente definizione:

Definizione 3: "età biologica" è l'età media cronologica ottenuta da specifici standard di popolazione, a cui compare un determinato livello di maturazione del bambino.

L'applicazione di un approccio matematico ci permette, inoltre, di introdurre e discutere i fenomeni di “scoring discretization” (discretizzazione del punteggio) e “bad conditioning” (mal condizionamento) di punteggi di maturazione, come segue.

La matrice Γ dei punteggi che la metodica di DEM utilizza è discreta; questo significa che un processo continuo come la

maturazione di ciascun dente è arbitrariamente diviso in punteggi discreti di maturazione.

Questo fatto comporta che l'esaminatore, quando c'è incertezza tra due stadi consecutivi di maturazione dentale (per esempio, F e G) sullo stesso dente, è costretto a scegliere solo uno degli stadi di maturazione (F o G).

Il frazionamento del punteggio di maturazione dentale non è contemplato da Demirjian e collaboratori [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

Osserviamo, ancora, che il numero di stadi di maturazione dentale dovrebbe essere ricavato dal numero di stadi sufficienti a quantificare la variabilità intraindividuale garantendo allo stesso tempo un'adeguata affidabilità.

Bilanciare quanto osservato non è cosa facile: troppi stadi di maturazione abbassano l'affidabilità, mentre pochi ne

compromettono la sensibilità [Liversidge HM. Dental age revisited, in Irish JD and Nelson GC, eds. Technique and Application in Dental Anthropology. Cambridge: Cambridge University Press, 2008; pp 73-113].

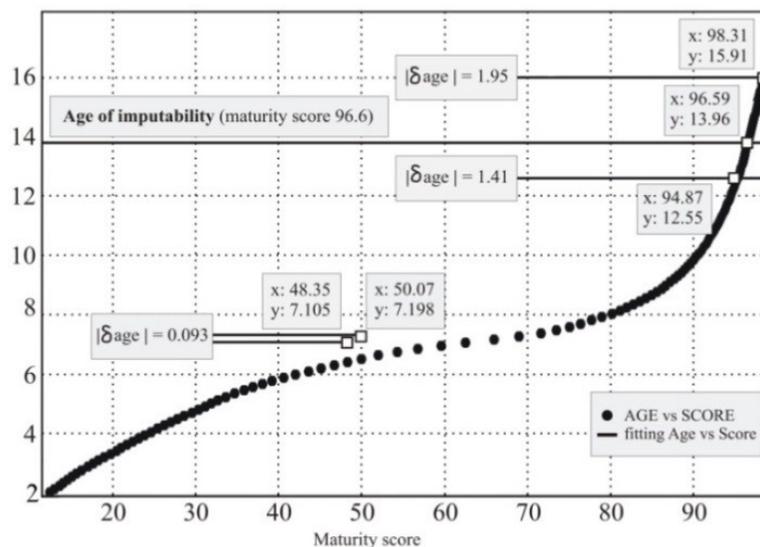
Il suddetto fenomeno matematico è noto come “scoring discretization” (discretizzazione del punteggio).

Dal lavoro di Demirjian e collaboratori si riporta in forma di diagramma la tabella di conversione del punteggio di maturità dentale vs l'età cronologica (7 denti, di soggetti maschi) [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

L'andamento del punteggio di maturazione (M.S., in ascissa) contro l'età in anni (ordinata) mostra una forma sigmoideale ben definita.

Il particolare *trend* di tale andamento è un tipico caso di "mal condizionamento" dei dati (Fig. 3).

Figura 3 - Curve fitting punteggio di maturità (M.S.) vs età (anni). Si evidenzia il "mal condizionamento" dei punteggi: maggiore è la pendenza maggiore è l'errore di determinazione dell'età; il fenomeno di "mal condizionamento" è concentrato nella zona di interesse forense cioè l'eccessiva sensibilità della variazione di età anche per piccole variazioni di M.S., soprattutto quando l'età è prossima a 14 anni.



Tale fenomeno matematico potrebbe essere sintetizzato come segue: un'eccessiva sensibilità di valutazione dell'età anche per piccole variazioni del punteggio di maturità (M.S.).

Per meglio comprendere questo problema, abbiamo interpolato i suddetti dati con un polinomio di 9^o grado (bontà di adattamento: SSE

= 0.05893, $R^2 = 1$, R^2 adattato = 1, RMSE = 0.02207).

Attraverso la rappresentazione grafica possiamo mostrare il reale andamento dei punteggi di maturazione vs l'età così come proposto da DEM.

Notiamo come l'età varia considerevolmente man mano che ci avviciniamo alla zona di mal condizionamento che è collocata proprio in prossimità dei 14 anni, l'età di maggiore interesse forense.

Ciò che costituisce un buon o mal condizionamento dipende dal grado del polinomio interpolante l'evoluzione della funzione: età vs punteggio di maturazione dentale (M.S.). Per cui, se il trend è equivalente ad un polinomio di n^{mo} grado, ne consegue che l'errore in termini di valutazione dell'età viene amplificato di un fattore (C) pari a n (vedi **Informazione supplementare 2**) questo anche a fronte di un piccolo errore nella valutazione del punteggio di maturazione (M.S.).

Ricordiamo che in un lavoro successivo, sempre con lo scopo di

procedere alla determinazione di età in funzione dei punteggi di maturazione dentale, Chaillet e Demirjian (2004) [Chaillet N, Demirjian A. Dental maturity in south France: A comparison between Demirjian's method and polynomial functions. J Forensic Sci. 2004;49:1059-1066] hanno proposto l'uso di una funzione polinomiale di 3⁰.

Poiché in questo caso il fattore di amplificazione è $C = 3$, un eventuale errore commesso dall'esperto nel valutare il punteggio di maturazione potrebbe avere un effetto drammatico sulla determinazione dell'età, potendo amplificare per 3 volte l'errore di valutazione, questo anche in presenza di piccole differenze nella valutazione del punteggio di maturazione.

Utilizzando l'approccio matematico precedente basato sulla combinazione di grafi orientati, abbiamo testato da un punto di vista qualitativo il metodo di DEM [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol.

1973;45:211-227] su un campione di 130 OPT di bambini italiani di età compresa tra 12-20 anni, di origine caucasica di entrambi i sessi (53 maschi e 77 femmine), con caratteristiche antropometriche tipiche della nostra popolazione italiana.

Le immagini radiografiche di OPT sono state effettuate presso il Dipartimento di Scienze Odontostomatologiche e Maxillo-Facciale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II con un Sistema SIRONA ORTHOPHOS XG-5.

Le OPT appartengono a bambini sani, privi di malattie sistemiche, anomalie congenite e/o specifiche di accrescimento in grado di influenzare lo sviluppo dei denti.

Principali criteri di esclusione sono stati una bassa qualità delle OPT, così come i dati incompleti, come l'età cronologica, il sesso o la nascita prematura.

Un esperto di odontoiatra specializzato nella stima dell'età dentale, all'oscuro dell'età anagrafica dei soggetti esaminati, ha

rilevato attraverso l'osservazione delle OPT il grado di mineralizzazione di 7 denti dell'arcata mandibolare sinistra (I1, I2, C, PM1 , PM2, M1 e M2) di ogni individuo, applicando fedelmente il protocollo proposto dal metodo di DEM.

In base ad esso, i valori rilevati sono stati presi al 50^{mo} percentile [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

In questa procedura, l'età è stata calcolata in giorni (data di nascita – data di effettuazione OPT) e poi convertiti in anni e sue frazioni decimali.

Per la valutazione dell'abilità dell'esperto letturista (odontoiatra) è stato messo a punto una indagine statistica di seguito descritta.

In particolare, lo studio analitico si riferisce all'accertamento dell'età mediante immagini radiografiche dell'apparto stomatognatico nei cosiddetti “grandi minori” (età reale

11.97÷16.99 anni).

Il campione impiegato per la lettura delle OPT da parte di 5 valutatori (VAL1, VAL2, VAL3, VAL4, VAL5) è composto di 90 soggetti di cui 55 maschi e 45 femmine.

Il campione originariamente di ampiezza 130 è stato ulteriormente affinato in considerazione dei seguenti criteri:

- i. soggetti con età reale maggiore di 16.99 anni;
- ii. soggetti con età reale minore di 11.97 anni;
- iii. soggetti che presentano uno o più denti mancanti;
- iv. soggetti che presentano OPT non leggibili
- v. portatori di particolari patologie;
- vi. portatori di impianti di ortodonzia.

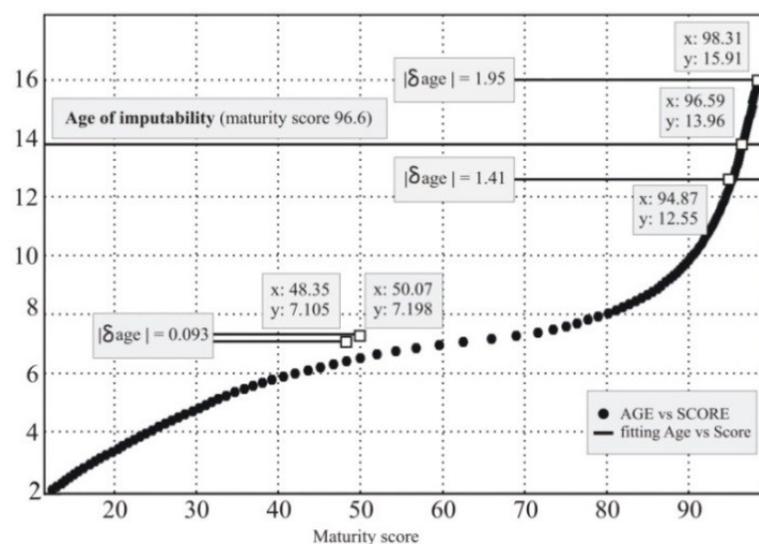
Lo stesso Dem a tal proposito riporta quanto segue (rif. Dem,1973): “... *We took radiographs only from children free from any disorder affecting growth and who had a complete mandibular permanent dentition (erupted or not)...*”

La metodica di Dem può essere applicata con minore “rischio”

di errore nella fascia di età che va da 3 a 8 anni (Fig. 3), fascia purtroppo di nessun interesse medico-legale.

Infatti, in tale fascia del diagramma, l'andamento dello score è più livellato (minore gradiente) il che implica un minore errore relativo/assoluto per la determinazione di età.

Figura 3 - Curve fitting punteggio di maturità (M.S.) vs età (anni). Si evidenzia il "mal condizionamento" dei punteggi: maggiore è la pendenza maggiore è l'errore di determinazione dell'età; il fenomeno di "mal condizionamento" è concentrato nella zona di interesse forense cioè l'eccessiva sensibilità della variazione di età anche per piccole variazioni di M.S., soprattutto quando l'età è prossima a 14 anni.



I risultati che seguono mostrano l'abilità dei valutatori nel determinare l'età dei 90 soggetti grandi minori, che, in particolare, occupano le cosiddette fasce *border-age*, vale a dire 14 e 16 anni.

La esperienza per valutatore riveste un carattere di particolare interesse in quanto per la corretta applicazione della metodica deve essere impiegato personale qualificato, vale a dire esperto letturista di OPT, delle patologie connesse con l'età in studio (soggetti in fase di crescita), dopo attenta anamnesi del soggetto.

La lettura dei 5 valutatori è stata condotta "in cieco" (non era loro nota l'età reale del soggetto).

In appendice sono riportate (**Appendice 1**) una più dettagliata, anche dal punto di vista iconografico, descrizione degli stadi di maturazione dentale, che integra quanto proposto da DEM e (**Appendice 2**) le codifiche internazionali delle disposizioni dentarie.

RISULTATI

Preliminarmente riportiamo i risultati statistici riguardanti la fase di selezione del valutatore esperto (odontoiatra).

La tabella che segue mette a confronto l'abilità dei 5 valutatori. La variabile analizzata è costituita dall'errore relativo percentuale: ERR_ABS_PERC, pari al valore assoluto [(Età reale - Età calcolata)/Età reale*100].

Descriptives

ERR_ABS_PERC

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					VAL2	55		
VAL11	55	8,8632	7,67752	1,03524	6,7877	10,9387	,21	31,55
VAL3	55	8,3448	6,67009	,89940	6,5416	10,1480	,21	26,08
VAL4	55	2,7049	1,91516	,25824	2,1872	3,2227	,00	7,68
VAL5	55	6,5927	6,73798	,90855	4,7711	8,4142	,16	31,83
Total	275	8,6400	8,69941	,52459	7,6072	9,6727	,00	42,24

Osserviamo la migliore performance di VAL4:

ERR_ABS_PERC = 2.7049 e una DS = 1.91516.

Il meno abile è stato VAL2: ERR_ABS_PERC = 16.6942 e DS = 11.18676.

Esiste una differenza significativa tra i valutatori (Between Groups):

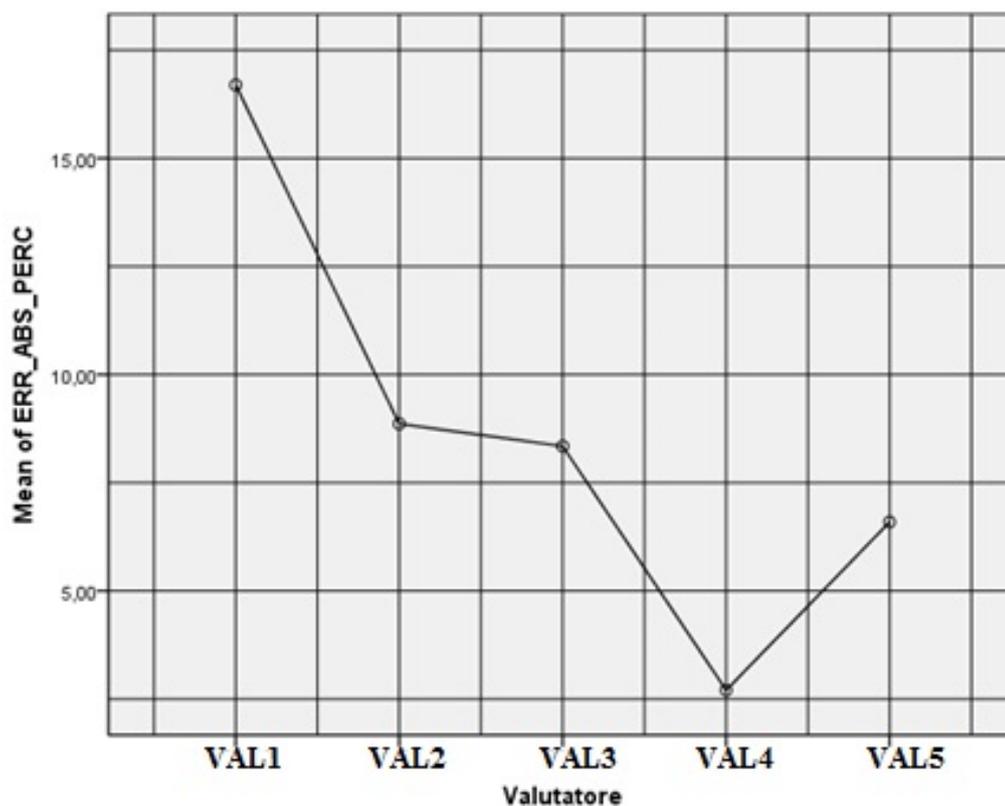
ANOVA

ERR_ABS_PERC

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5743,360	4	1435,840	25,857	,000
Within Groups	14992,904	270	55,529		
Total	20736,264	274			

VAL4 e VAL5 costituiscono un gruppo a sé come anche VAL2.

Il posizionamento relativo dei 5 valutatori è ben evidenziato nel diagramma che segue.



Di seguito una analisi che consente di stabilire quale *mix* di variabili *pivot* (I,C, PM e M) ha maggiormente “pesato” per la determinazione dell’età reale in relazione a ciascun valutatore:

VAL2

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,531 ^a	,282	,269	1,17392

a. Predictors: (Constant), M2

b. Dependent Variable: Età reale

VAL1

Model Summary^d

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,465 ^a	,216	,202	1,22671
2	,533 ^b	,284	,257	1,18352
3	,585 ^c	,342	,304	1,14555

a. Predictors: (Constant), PM1

b. Predictors: (Constant), PM1, M1

c. Predictors: (Constant), PM1, M1, M2

d. Dependent Variable: Età reale

VAL3

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,703 ^a	,494	,485	,98532

a. Predictors: (Constant), M2

b. Dependent Variable: Età reale

VAL4

Model Summary^e

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,735 ^a	,540	,531	,94022
2	,881 ^b	,777	,768	,66128
3	,945 ^c	,892	,886	,46347
4	,963 ^d	,928	,922	,38272

- a. Predictors: (Constant), PM2
- b. Predictors: (Constant), PM2, M2
- c. Predictors: (Constant), PM2, M2, PM1
- d. Predictors: (Constant), PM2, M2, PM1, C
- e. Dependent Variable: Età reale

VAL5

Model Summary^c

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,732 ^a	,536	,527	,94410
2	,782 ^b	,612	,597	,87136

- a. Predictors: (Constant), PM2
- b. Predictors: (Constant), PM2, C
- c. Dependent Variable: Età reale

Possiamo dedurre che VAL4 ha saputo meglio mixare le variabili della metodica attribuendo a ciascuno di essi un peso più calibrato e maggiormente selettivo per la determinazione dell'età.

Per quanto sopra, con elevata probabilità, la migliore *performance* per la determinazione dell'età dentaria a mezzo OPT con rigorosa applicazione del protocollo secondo Demirjian è stata quella di VAL4.

Fatta questa premessa circa la valutazione dell'affidabilità e successiva selezione dell'esperto letturista, di seguito riportiamo quanto è emerso dalla presente ricerca applicata a casi reali.

In particolare i risultati che seguono attengono ai seguenti elementi riguardanti l'applicazione del metodo di DEM:

- i. correlazione tra l'evoluzione cronologica della maturazione dentale media (definizione 3) e l'età valutata;
- ii. influenza dello "scoring discretizzazione";

iii. fenomeno del “bad conditioning” (mal condizionamento) dei punteggi di maturazione.

Per quanto riguarda il primo punto, siamo interessati a conoscere i grafi orientati dei punteggi di maturazione (7 denti nell'ordine da I1 → M2) che portano all'età di 14 anni per i maschi a cui corrisponde un M.S. = 96.6 (ragionamento analogo può essere fatto per le femmine).

Applicando la nostra procedura, i possibili percorsi orientati/condizionati che danno un'età 14 anni sono solo 3 (Fig.4)

(Fig. 4A.):

1. $v_3 \rightarrow v_6 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{10} \rightarrow v_{15} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{19}$ (linea con trattini piccoli)
2. $v_3 \rightarrow v_6 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{12} \rightarrow v_{14} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{19}$ (linea con trattini più lunghi)
3. $v_3 \rightarrow v_6 \rightarrow v_9 \rightarrow v_{12} \rightarrow v_{13} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{20}$ (linea continua).

Facendo riferimento ai punteggi di maturazione determinati da DEM (Tab. 1), i precedenti 3 percorsi corrispondono alle seguenti combinazioni:

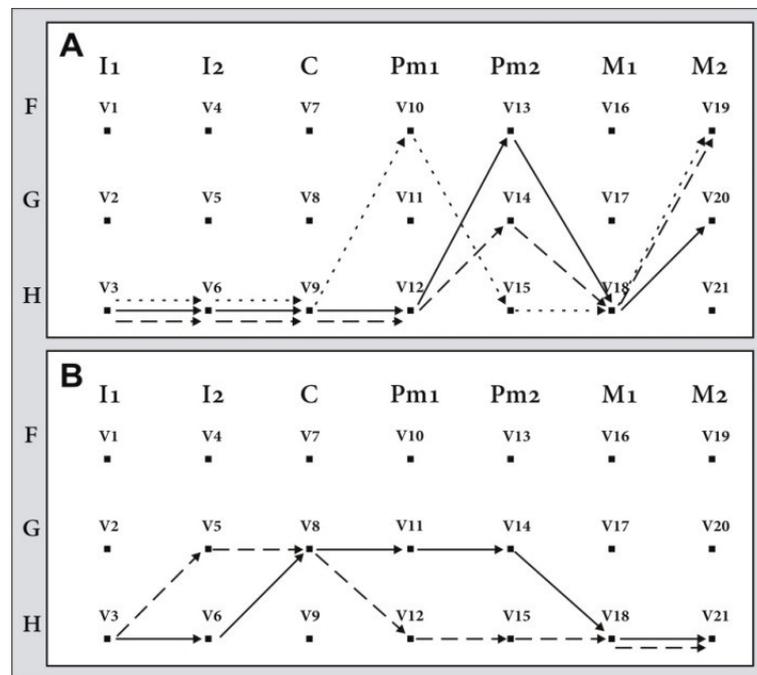
1. $11.8 \rightarrow 13.7 \rightarrow 11.9 \rightarrow 12.3 \rightarrow 14.4 \rightarrow 19.3 \rightarrow 13.2 \Rightarrow 96.6$
2. $11.8 \rightarrow 13.7 \rightarrow 11.9 \rightarrow 13.5 \rightarrow 13.2 \rightarrow 19.3 \rightarrow 13.2 \Rightarrow 96.6$
3. $11.8 \rightarrow 13.7 \rightarrow 11.9 \rightarrow 13.5 \rightarrow 12.8 \rightarrow 19.3 \rightarrow 13.6 \Rightarrow 96.6$

dove 96.6 è il suddetto M.S. corrispondente all'età di 14.00 anni.

I percorsi equivalenti in termini di stadi di maturazione sono quindi:

1. $I_1 : H \rightarrow I_2 : H \rightarrow C : H \rightarrow PM_1 : F \rightarrow PM_2 : H \rightarrow M_1 : H \rightarrow M_2 : F$
2. $I_1 : H \rightarrow I_2 : H \rightarrow C : H \rightarrow PM_1 : F \rightarrow PM_2 : H \rightarrow M_1 : H \rightarrow M_2 : F$
3. $I_1 : H \rightarrow I_2 : H \rightarrow C : H \rightarrow PM_1 : H \rightarrow PM_2 : F \rightarrow M_1 : H \rightarrow M_2 : G$

Figura 4 - Percorso condizionato intorno all'età di 14.00 anni. A. Il percorso di 14 anni (linea tratteggiata) mostra la maturazione invertita di PM1 e PM2; B. Il percorso di 14.50 anni evidenzia l'apertura della radice del dente I2. Il canino C è beante in entrambi i percorsi.



La stessa analisi condotta sui maschi adulti di 14.50 anni (M.S.

= 97.1) produce due possibili percorsi condizionati (Fig. 4B.).

Tabella 1 - Punteggi ponderati per le fasi di maturazione di 7 denti (lato sinistro mandibola, maschi) proposti da Demirjian et al.[Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

	F	G	H
M₂	13.2	13.6	15.4
M₁	12.3	17	19.3
PM₂	12.8	13.2	14.4
PM₁	12.3	12.7	13.5
C	10	11	11.9
I₂	7.8	11.7	13.7
I₁	4.1	8.2	11.8

I precedenti 2 percorsi corrispondono alle seguenti combinazioni

4. $v_3 \rightarrow v_5 \rightarrow v_8 \rightarrow v_{12} \rightarrow v_{15} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21}$ (linea grande tratteggiata)
5. $v_3 \rightarrow v_6 \rightarrow v_8 \rightarrow v_{11} \rightarrow v_{14} \rightarrow v_{18} \rightarrow v_{21}$ (linea continua)

Facendo riferimento ai punteggi di maturazione secondo DEM (Tab. 1),

4. $11.8 \rightarrow 11.7 \rightarrow 11 \rightarrow 13.5 \rightarrow 14.4 \rightarrow 19.3 \rightarrow 15.4 \Rightarrow 97.1$
5. $11.8 \rightarrow 13.7 \rightarrow 11 \rightarrow 12.7 \rightarrow 13.2 \rightarrow 19.3 \rightarrow 15.4 \Rightarrow 97.1$

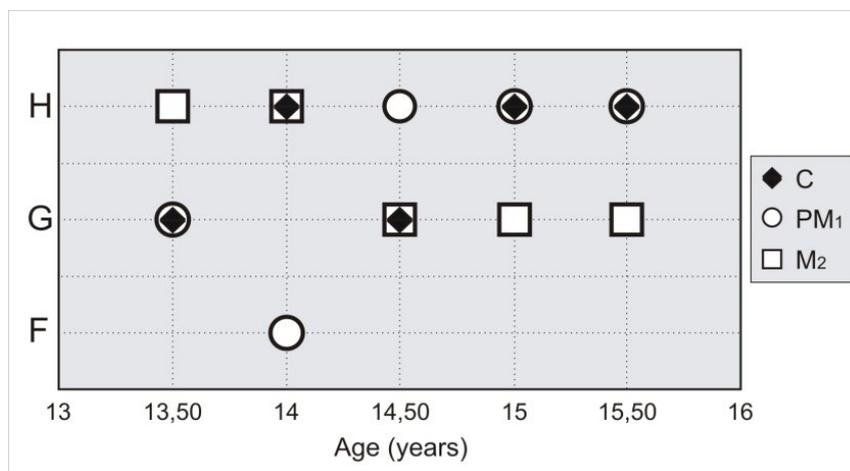
I percorsi equivalenti in termini di stadi di maturazione sono quindi:

$$4. \boxed{I_1 : H \rightarrow I_2 : G \rightarrow C : G \rightarrow PM_1 : H \rightarrow PM_2 : H \rightarrow M_1 : H \rightarrow M_2 : H}$$

$$5. \boxed{I_1 : H \rightarrow I_2 : H \rightarrow C : G \rightarrow PM_1 : G \rightarrow PM_2 : G \rightarrow M_1 : H \rightarrow M_2 : H}$$

Applicando il suddetto metodo nella fascia di età da 13.50 a 15.50 anni, a intervalli di 0.5 anno, si ottiene l'evoluzione cronologica degli stadi maturativi per i denti C, PM1, M2, come mostrato in Fig. 5.

Figura 5 - Evoluzione cronologica del grado di maturazione per i denti C, PM1, M2 secondo Demirjian. Tale ordine di sviluppo dei denti non sembra seguire il modello biocronologico di maturazione dentale dei minori sani.



Il percorso degli stadi maturativi che corrispondono a 16 anni (M.S. = 98.4) è il seguente:

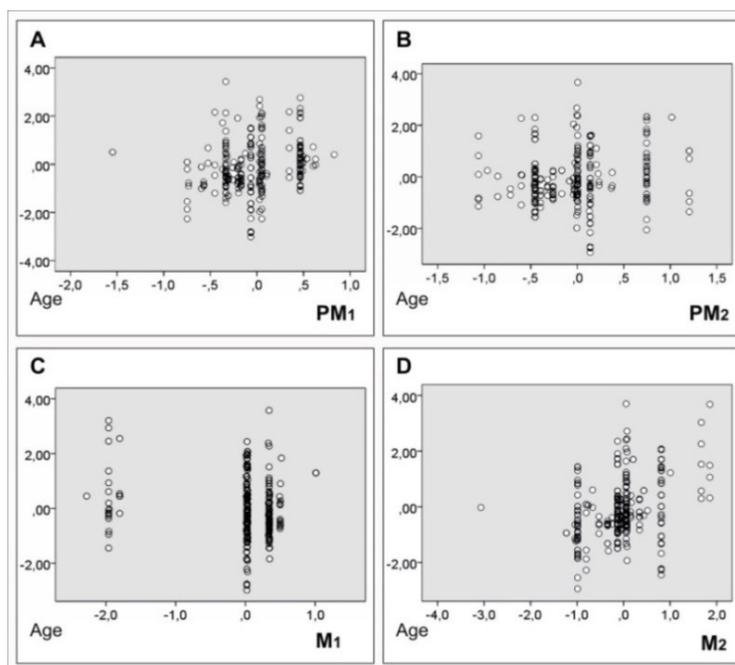
$$6. \boxed{I_1 : H \rightarrow I_2 : H \rightarrow C : H \rightarrow PM_1 : H \rightarrow PM_2 : F \rightarrow M_1 : H \rightarrow M_2 : H}$$

Curiosamente osserviamo che M1 è beante, quando la maturazione è completa a partire già da 9-10 anni.

Per illustrare il fattore di discretizzazione del punteggio abbiamo applicato *ad litteram* il metodo di DEM su un campione selezionato di 53 maschi.

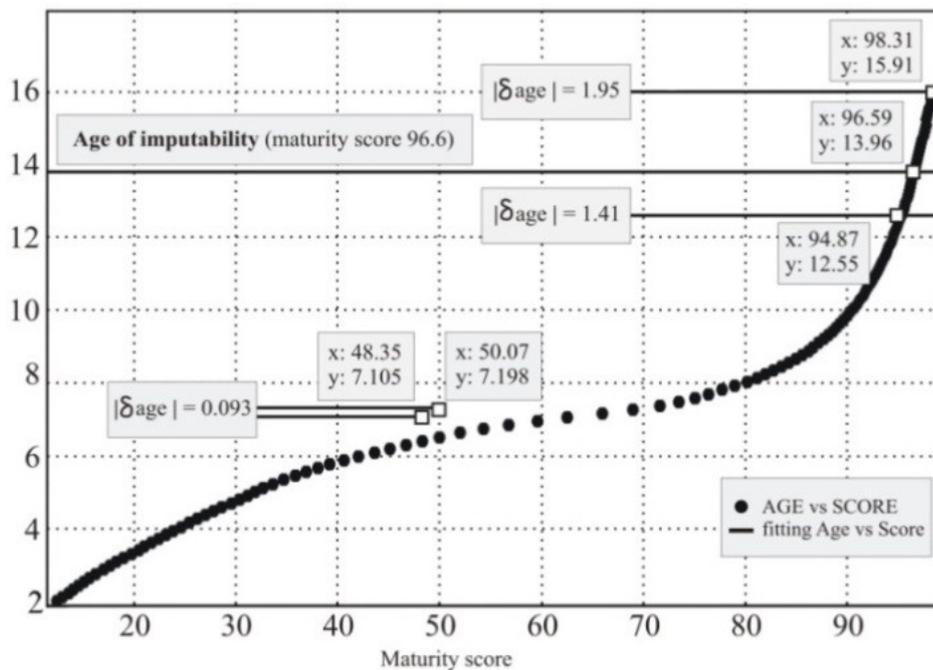
I risultati sono mostrati in Fig. 6.

Figura 6 - Plots di regressione parziale mostrano la discretizzazione dei punteggi di I2, PM1, PM2 e M2: la mancanza di continuità genera errori significativi ai fini dell'accertamento dell'età.



Ogni cerchio si riferisce ai punteggi normalizzati stimati da ciascun valutatore per i denti PM1, PM2, M1 e M2, rispettivamente.

Il problema di "mal condizionamento" è ben rappresentato dalla Fig. 3 (che riportiamo di seguito per convenienza).



In essa è evidenziata anche l'età di imputabilità (14 anni, per i maschi), corrispondenti a M.S. = 96.6. L'interpolazione è fatta

applicando una funzione polinomiale di 9°.

Al fine di verificare l'accuratezza del metodo di DEM, l'esperto odontoiatra ha valutato l'età di un ragazzo di 14.63 anni, osservando la sua OPT. In prima lettura, in cieco, il valutatore determinò un M.S. = 97.30, che corrisponde a 14.70 anni (leggera sovrastima) (Tab. 2).

Tabella 2 - Stadi di maturazione valutati dallo specialista, inerente un ragazzo di 14.63 anni. Il punteggio di maturazione (M.S.) ottenuto dal valutatore è 97.30 corrispondente a 14.70 anni.

I ₁	I ₂	C	PM ₁	PM ₂	M ₁	M ₂
H	H	G	H	H	H	G

Questo percorso è segnato da un cerchio bianco (○) (Fig. 7).

Figura 7 - 3 percorsi possibili in base ai punteggi di Demirjian per la valutazione dell'età di un ragazzo di 14.63 anni (tra parentesi, lo score di maturazione di ciascun dente). Ogni possibile percorso conduce a M.S. = 97.30 che corrisponde a 14.70 anni (leggera sovrastima).

MATURATION STAGE TOOTH	F	G	H
M ₂		● 13.6 ○	+ 15.4
M ₁			● + 19.3 ○
PM ₂			● + 14.4 ○
PM ₁		+ 12.7	● 13.5 ○
C	+ 10.0	● 11.0 ○	
I ₂			● + 13.7 ○
I ₁			● + 11.8 ○

Secondo i punteggi proposti da DEM, e secondo la nostra procedura matematica, esistono ancora due distinti percorsi che conducono a 14.70 anni: il primo è segnato da una croce (+), il secondo da un punto nero (•).

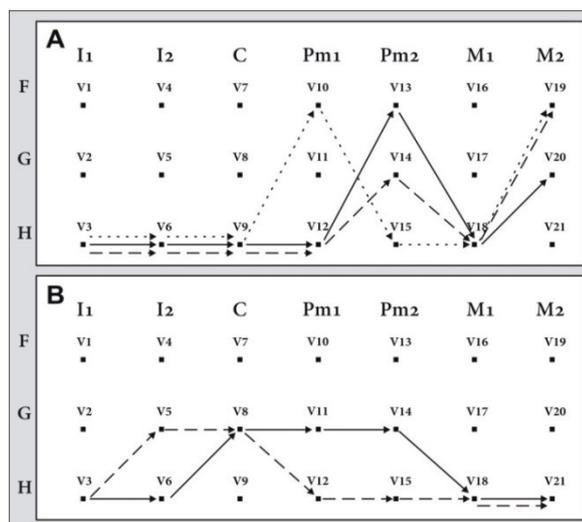
Tali percorsi sono da ritenersi entrambi possibili e compatibili con quanto proposto dalla metodica di DEM.

DISCUSSIONE

Al fine di mostrare le discrepanze evidenziate nell'applicazione del metodo di DEM, di seguito discutiamo gli esempi riportati nei risultati, in particolare quelli concernenti l'età più prossima ai 14 anni.

Come detto i possibili percorsi orientati (o combinazione) di punteggi di maturazione che conducano a 14 anni (M.S. = 96.6) sono solo 3 (Fig. 4a, di seguito riportata per convenienza di illustrazione).

Figura 4 - Percorso condizionato intorno all'età di 14.00 anni. A. Il percorso di 14 anni (linea tratteggiata) mostra la maturazione invertita di PM1 e PM2; B. Il percorso di 14.50 anni evidenzia la apertura della radice del dente I2. Il canino C è beante in entrambi i percorsi.



Uno di loro (percorso 1, linea tratteggiata piccola) mostra una discrepanza perché propone uno stadio di maturazione temporalmente invertito rispetto al crescere dell'età: denti PM1 (fase F) e PM2 (fase H).

Un'ulteriore analisi eseguita su un ragazzo di 14.50 anni (M.S. = 97.1) (Fig. 4B), mostra un primo percorso (percorso 4, linea tratteggiata grande) che propone il dente I2 beante (cioè aperto, fase G), mentre l'apice del I2 è solitamente chiuso a 14 anni (fase H) [Logan WHG, Kronfeld R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of children of fifteen years. J Am Dent Assoc. 1933;20:379-427. - AlQathani SJ, Hector MP, Liversidge HM. The London atlas of human tooth development and eruption. Am J Phys Anthropol. 2010;142:481-490].

Inoltre, anche il secondo percorso (percorso 5, linea continua, Fig. 4B) mostra due denti ancora aperti (C e PM1), condizione ancora incompatibile con la tempistica attesa circa la naturale

maturazione del dente. Una tale condizione, in genere, si verifica nel caso di individui di età inferiore ai 14 anni.

Tenendo presente lo sviluppo cronologico degli elementi dentari per diverse età (Tab. 3), se prendiamo in considerazione PM1, la crescita della radice di questo elemento dentale è in gran parte allo stadio finale a 12-13 anni mentre, secondo DEM, la radice è completa a 14 anni (fase H), per diventare ancora incompleta a 14.50 anni (fase F)!!!.

Tabella 3 - Crescita dentale ed evoluzione dei denti permanenti (adattato da Logan et al., 1933).

Dente	Dentizione permanente		
	Calcificazione comincia a	Corona (smalto) completa a	Radici completa a
Incisivo centrale	3-4 mese	4-5 anni	9-10 anni
Incisivo laterale	Mascellare: 10-12 mese	4-5 anni	11 anni
	Mandibolare: 3-4 mese	4-5 anni	10 anni
Canino	4-5 mese	6-7 anni	12-15 anni
Primo premolare	18-24 mese	5-6 anni	12-13 anni
Secondo premolare	24-30 mese	6-7 anni	12-14 anni
Primo molare	Nascita	30-36 mese	9-10 anni
Secondo molare	30-36 mese	7-8 anni	14-16 anni
Terzo molare	Mascellare: 7-9 anni		
	Mandibolare: 8-10 anni		

Queste variazioni incoerenti sembrano evidenziare uno sviluppo biocronologico del tutto casuale, in contrasto con la maturazione progressiva prevista nel caso dei denti in bambini sani (Definizione 3) [Logan WHG, Kronfeld R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of children of fifteen years. J Am Dent Assoc. 1933;20:379-427. - AlQathani SJ, Hector MP, Liversidge HM. The London atlas of human tooth development and eruption. Am J Phys Anthropol. 2010;142:481-490].

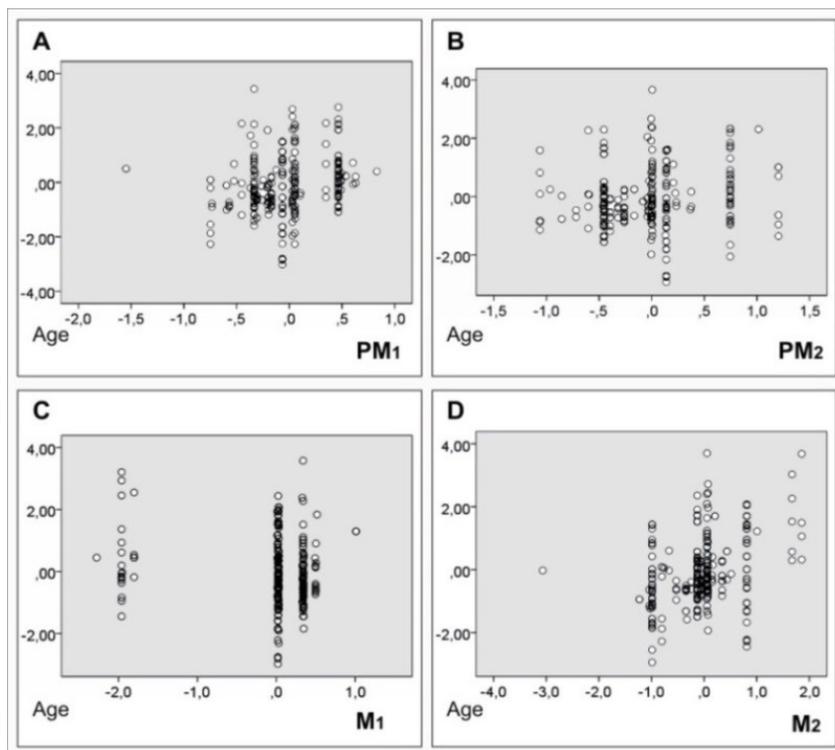
A seguito di queste osservazioni, si deduce che i suddetti punteggi medi proposti da DEM (Tab. 1) non sono stati sottoposti a vincoli che potrebbero impedire tali discrepanze cronologiche dello sviluppo dei denti.

Tabella 1 - Punteggi ponderati per le fasi di maturazione di 7 denti (lato sinistro mandibola, maschi) proposti da Demirjian et al.[Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

	F	G	H
M₂	13.2	13.6	15.4
M₁	12.3	17	19.3
PM₂	12.8	13.2	14.4
PM₁	12.3	12.7	13.5
C	10	11	11.9
I₂	7.8	11.7	13.7
I₁	4.1	8.2	11.8

Il fenomeno di *scoring discretization*, con riferimento agli elementi dentari I2, PM1, PM2 e M2, è ben evidenziato dai quattro diagrammi mostrati in Fig. 6A-D.

Figura 6 - *Plots* di regressioni parziali mostrano la discretizzazione dei punteggi di I2, PM1, PM2 e M2: la mancanza di continuità genera errori significativi ai fini dell'accertamento dell'età.



Tali diagrammi sono ottenuti applicando l'equazione di regressione lineare con il metodo *stepwise* ai dati del nostro campione di ampiezza $N = 53$ maschi.

In questo caso abbiamo assunto l'età reale come variabile dipendente e come variabili indipendenti i punteggi assegnati da ciascuno dei cinque valutatori a ciascuno dei sette denti.

Facciamo notare che per tale analisi non è richiesta una particolare abilità valutativa se non un minimo di esperienza in fatto di lettura di OPT, cosa che era in possesso da parte dei 5 letturisti.

Dall'osservazione dei suddetti diagrammi emerge chiaramente che l'evidente mancanza di continuità dei punteggi genera errori significativi per la stima dell'età.

Infatti, osservando i risultati mostrati in Fig. 6 è evidente l'inapplicabilità per l'esperto di assegnare punteggi il più vicino possibile all'età effettiva.

A tal proposito, si segnala la sovrastima di età segnalata da diversi autori [22. Eid RM, Simi R, Friggi MN, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to years using Demirjian's method. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12:423-8. - Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age assessment in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001;46:893-895].

La causa di questo problema è da ricercarsi nella necessità, da parte del valutatore, di dover scegliere una fase di maturazione leggermente superiore a quella da lui ritenuta essere valida. Purtroppo in un contesto di punteggi discretizzati egli è costretto a scegliere la fase di maturazione immediatamente successiva a quella che avrebbe voluto scegliere il che comporta un punteggio più alto che, a sua volta, genera inevitabilmente una età maggiore.

Ad esempio, se la maturazione di un singolo dente è tra la fase F e G, scegliendo F si sottostima l'età, viceversa scegliendo G la si

sovrastima.

Pertanto, al fine di rendere il metodo di DEM più affidabile, dovrebbe essere preso in considerazione un maggior numero di soggetti vicini ai 14 ed una più densa stadiazione nell'intervallo 13 ÷ 15 anni.

A tal proposito, ricordiamo che Demirjian e collaboratori considerarono 333 bambini nella suddetta fascia di età. In particolare, 122 ragazzi di 13.5 anni, 142 di 14.5, anni e 69 di 15.5 anni [Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973;45:211-227].

In parte si potrebbe ovviare a tale lacuna metodologica, impiegando, ad esempio, una funzione interpolante che potrebbe consentire valutazioni anche più frazionate dei punteggi di maturazione.

Se proprio si è necessitati a impiegare il metodo di DEM, proponiamo di utilizzare la media “pesata” degli score e la

seguinte equazione di regressione lineare da noi ottenuta applicabile, in particolare, al *range* 13÷15 anni, cioè a quella fascia di età che comprende quella di imputabilità:

$$\text{età stimata} = 0.820 \times \text{Score}M_2 + 0.790 \times \text{Stage}PM_1 + 0.676 \times \text{Score}PM_2 - 11.777$$

La suddetta equazione applicata a 15 soggetti maschi di età intorno ai 14 anni ha portato, con un valutatore odontoiatra esperto, ai seguenti risultati presentati nella tabella sotto riportata (Tabella 4). Ne consegue, pertanto, una valutazione dell'età meglio perequata.

Nella Tabella 4 sono riepilogati i valori dell'età reale di un piccolo gruppo di 15 ragazzi estratti dal nostro campione, di età intorno ai 14 anni.

Nella suddetta tabella sono, inoltre, riportati i valori dell'età determinata da un esperto valutatore e dell'età calcolata con la funzione interpolante di cui sopra.

Tabella 4

<u>Boy Ref.</u>	<u>Real age</u>	<u>Ass. age</u>	<u>Calc. age</u>	<u>Mat. Score</u>
1	14,05	14,4	13,9	97,00
2	13,59	13,5	13,9	96,10
3	13,79	13,5	13,9	96,10
4	13,86	13,5	13,9	96,10
5	14,53	13,5	13,9	96,10
6	14,03	13,5	13,9	96,10
7	14,63	14,7	14,71	97,30
8	14,33	13,9	14,01	96,50
9	14,21	13,5	13,9	96,10
10	14,33	14,4	13,9	97,00
11	13,72	13,5	13,9	96,10
12	14,35	14,5	14,67	97,10
13	13,99	13,5	13,9	96,10
14	14,26	13,5	13,9	96,10
15	13,61	13,1	13,57	95,70

Nell'ultima colonna è riportato il punteggio globale di maturazione dentale (M.S.).

Nella Tabella 5 che segue, sono riportati i test statistici che confermano il fatto che vi è differenza significativa dell'errore tra la media dell'età reale e la media dell'età valutata impiegando i punteggi di DEM: errore=0.31867 (Sig.=0.006).

È meno rilevante tale differenza se riferita tra l'età determinata impiegando i punteggi di DEM e l'età determinata impiegando una

funzione interpolante (errore=-0.22289, Sig.=0.018).

L'errore è, invece, non significativo se calcolato tra l'età reale e l'età determinata con la funzione interpolante da noi proposta (errore=0.0957, Sig.=0.203).

Tabella 5 - Statistica test campioni appaiati. L'impiego di un'equazione di regressione intorno all'età di interesse, può migliorare la risposta in termini di determinazione di età.

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Standard Deviation	Standard Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair1	Real age - Ass. age	,31867	,37894	,09784	,10881	,52852	3,257	14	,006
Pair2	Ass. age - Eq.	-,22289	,32171	,08306	-,40105	-,04474	-2,683	14	,018
Pair3	Real age - Eq.	,09577	,27783	,07174	-,05809	,24963	1,335	14	,203

Dalla Fig.3 ricaviamo che l'errore sulla stima dell'età varia da circa 0.01 anni (per l'età reale prossima agli 8 anni, ordinata) fino a circa 1.5 ÷ 2 anni (ad esempio, per età reale prossima ai 14 anni).

È chiaro che quando l'età è prossima a 14 anni la probabilità di commettere un errore nella valutazione dell'età reale aumenta drasticamente.

Osserviamo che il *range* di età tra 12 ÷ 16 anni, che è di estremo interesse nell'ambito forense, coincide con una zona critica che presenta un significativo mal condizionamento.

Ciò significa che nella fascia dai 12 ai 16 anni ci aspettiamo che gli errori relativi/assoluti aumentino rispetto alla reale età del soggetto, anche per piccoli cambiamenti del punteggio di maturazione.

Riportiamo alcuni esempi per meglio illustrare cosa succede quando si sommano gli errori determinati dalla discretizzazione e dal mal condizionamento dei punteggi. Supponiamo che un ragazzo di 14.63 anni (età reale) venga ritenuto responsabile di un crimine. Una simulazione interessante è rappresentata dalla valutazione dell'età di questo ragazzo attraverso il cambiamento di un solo

stadio di maturazione da quelli possibili che derivano dalle evidenze emerse combinando i percorsi condizionati (Fig .7).

Figura 7 - 3 percorsi possibili in base ai punteggi di Demirjian per la valutazione dell'età di un ragazzo di 14.63 anni (tra parentesi, il punteggio di ogni dente). Ogni possibile percorso conduce a M.S. = 97.30 che corrisponde a 14.70 anni (leggera sovrastima).

MATURATION STAGE TOOTH	F	G	H
M₂		● 13.6 ○	+ 15.4
M₁			● + 19.3 ○
PM₂			● + 14.4 ○
PM₁		+ 12.7	● ○ 13.5
C	+ 10.0	● 11.0 ○	
I₂			● + 13.7 ○
I₁			● + 11.8 ○

Come mostrato nei risultati, sulla base degli stadi maturativi (Tab. 2) decisi dall'esperto, l'M.S. è uguale a 97.30, valore che corrisponde a 14.70 anni.

Tabella 2 - Stadi di maturazione valutati dallo specialista, inerente un ragazzo di 14.63 anni. Il punteggio di maturazione (M.S.) ottenuto dal valutatore è 97.30 corrispondente a 14.70 anni.

I ₁	I ₂	C	PM ₁	PM ₂	M ₁	M ₂
H	H	G	H	H	H	G

Si noti che, secondo DEM, il canino C potrebbe avere due differenti stadi di maturazione (F o G) (Fig. 7), inoltre il primo premolare PM1 e il secondo molare M2 potrebbero essere negli stadi G o H.

Supponiamo che l'esaminatore, seguendo il percorso segnato dal cerchio nero (•), scelga, in base alle regole desunte dal metodo di DEM, per il canino lo stadio F. In questo caso, il M.S. = 96.3 equivarrebbe a 13.70 anni.

Con lo stesso ragionamento se il valutatore scegliesse per il secondo molare M2 lo stadio G, avremmo M.S. = 99.10 equivalente

ad una età maggiore di 16 anni.

Deduciamo che nel primo caso (13.70 anni) il ragazzo sarebbe considerato un minore e quindi non imputabile, mentre nel secondo caso (età superiore a 16 anni) potrebbe essere imputato del crimine.

Sempre secondo il metodo di DEM, se il valutatore, seguendo il percorso segnato dalla croce (+), scegliesse per il canino C lo stadio G, otterrebbe un M.S. = 98.3, e quindi una età corrispondente a 15.90 anni.

Scegliendo per lo stesso percorso e per il secondo molare M2 lo stadio di maturazione G, avremmo un M.S. = 95.5 cui corrisponde l'età di 12.95 anni.

Considerando l'esempio precedente, l'attribuzione di due stadi maturativi vicini ancorché strettamente consecutivi genera differenze significative tra l'età reale e l'età che è stata calcolata.

Un'ulteriore anomalia si osserva per l'età di 16 anni, che per un

ragazzo corrisponde a un punteggio M.S. = 98.4.

Anche in questo caso, la nostra procedura evidenzia l'incoerente maturazione dentale proveniente dall'applicazione del metodo di DEM, nel quale il secondo premolare PM2 è nello stadio maturativo F, mentre a 14.50 anni è in G o H, quindi in contrasto con la definizione 3.

Da quanto precede, osserviamo che l'applicazione del metodo di DEM per la determinazione dell'età dentaria, a parte l'ambito forense, mostra notevoli carenze anche a livello clinico.

Infatti, tutti gli esempi precedenti dimostrano che è sufficiente un minimo errore circa l'attribuzione delle fasi di maturazione dentale per passare da 13 a quasi 16 anni, età che sono sicuramente divergenti ed in netta contrapposizione soprattutto per gli sviluppi clinici che ne potrebbero derivare.

CONCLUSIONE

In questo studio abbiamo analizzato da un punto di vista matematico il metodo per la valutazione dell'età dentaria proposto da Demirjian et al. evidenziandone alcune significative ed importanti incongruenze.

Come rilevato dalla nostra discussione, le principali contraddizioni nell'uso di questo sistema sono rappresentate dall'evoluzione temporale paradossale di alcuni elementi dentari per quanto riguarda le epoche della loro maturazione, nonché l'eccessiva discretizzazione degli stadi maturativi (causando notevoli differenze medie) e la scarsa affidabilità dei punteggi medi proposti.

Pertanto, a causa dell'imprecisione risultante dall'applicazione del metodo di DEM, l'errore condotto dal valutatore, anche se esperto nella stima dell'età, conduce a una significativa sovrastima o sottostima se confrontato con l'età reale.

Inoltre, poiché i metodi basati sugli esami radiologici della crescita scheletrica adottano intervalli di classe di età che non sono coerenti con le età determinate con il metodo di Demirjian per la maturazione dentale, dovrebbe essere considerato con attenzione l'adozione congiunta di tali metodiche sia nelle procedure di asilo che in quelle forensi.

In conclusione, i nostri risultati suggeriscono che la metodologia proposta da Demirjian non è raccomandabile in particolare nel contesto forense, anche quando integrato con altri metodi come raggi X del polso e della clavicola.

Data l'emergenza correlata agli arrivi massivi di migranti, vi è un urgente bisogno di definire standard internazionali nonché protocolli di valutazione condivisi nel modo più accurato possibile al fine di rispettare le soglie per la determinazione dell'età.

Tenendo presente come prima regola il rispetto della dignità della persona e la tutela del minore; un obiettivo primario è

l'istituzione di protocolli standardizzati su una rigorosa e affidabile base scientifica tale da ridurre il margine di variazione in tutti quei casi in cui l'età riguarda i minori.

APPENDICE

INFORMAZIONE SUPPLEMENTARE 1

Il seguente algoritmo determina i percorsi orientati una volta impostata l'età (anni). Il programma è ottimizzato per i maschi di età compresa tra i 10 e i 16 anni.

Tutti i seguenti file devono essere collocati in una singola cartella di un'area di lavoro Matlab®.

Il programma viene lanciato con la *routine*: start

start.m

```
%% Loading Interface %%
imread('logo.png');
cdata=ans;
imread('logo_wav.png');
cdata_wav=ans;
clear ans

%% Vector of males. 1st row age_male, 2nd row ms_male %%
age_ms_maschio=[3:0.1:16; 12.4 12.9 13.5 14 14.5 15 15.6 16.2
17 17.6 18.2 18.9 19.7 20.4 21 21.7 22.4 23.1 23.8 24.6 25.4 26.2
27 27.8 28.6 29.5 30.3 31.1 31.8 32.6 33.6 34.7 35.8 36.9 38 39.2
40.6 42 43.6 45.1 46.7 48.3 50 52 54.3 56.8 59.6 62.5 66 69 71.6
73.5 75.1 76.4 77.7 79 80.2 81.2 82 82.8 83.6 84.3 85 85.6 86.2
86.7 87.2 87.7 88.2 88.6 89 89.3 89.7 90 90.3 90.6 91 91.3 91.6
91.8 92 92.2 92.5 92.7 92.9 93.1 93.3 93.5 93.7 93.9 94 94.2 94.4
94.5 94.6 94.8 95 95.1 95.2 95.4 95.6 95.7 95.8 95.9 96 96.1 96.2
96.3 96.4 96.5 96.6 96.7 96.8 96.9 97 97.1 97.2 97.3 97.4 97.5
97.6 97.7 97.8 97.8 97.9 98 98.1 98.2 98.2 98.3 98.4];

run interfaccia
```

calcolo_maschi.m

```
%% Calculating sum of Maturity Score MALES %%

%clear
pack
clc

i=7;
j=3;
combinazioni = j^i;
I1=[4.1 8.2 11.8];
I2=[7.8 11.7 13.7];
C=[10 11 11.9];
PM1=[12.3 12.7 13.5];
PM2=[12.8 13.2 14.4];
M1=[12.3 17 19.3];
M2=[13.2 13.6 15.4];

%SUM=0;
cont_generale=0;
cont_parziale=0;
cont_reale=0;

for j7=1:3
    for j6=1:3
        for j5=1:3
            for j4=1:3
                for j3=1:3
                    for j2=1:3
                        for j1=1:3

                            SUM=0;

SUM=I1(j1)+I2(j2)+C(j3)+PM1(j4)+PM2(j5)+M1(j6)+M2(j7);
                            cont_generale=cont_generale+1;

                            if abs(SUM-val_ms)<=0.01
                                cont_reale=cont_reale+1;
                                SUM;
                                cont_parziale=cont_parziale+1;
                                cont_generale_posizionale=cont_generale;

                            for a=1:cont_reale
                                J1{1,cont_reale}=j1;
                                J2{1,cont_reale}=j2;
                                J3{1,cont_reale}=j3;
                                J4{1,cont_reale}=j4;
                                J5{1,cont_reale}=j5;
                                J6{1,cont_reale}=j6;
                                J7{1,cont_reale}=j7;
                            end
                        end
                    end
                end
            end
        end
    end
end
```

```

        end

    end
end
end
end
end
end
end

MAT1=cell(1,cont_reale);
MAT2=cell(1,cont_reale);
MAT3=cell(1,cont_reale);
MAT4=cell(1,cont_reale);
MAT5=cell(1,cont_reale);
MAT6=cell(1,cont_reale);
MAT7=cell(1,cont_reale);

for i=1:cont_reale
    if J1{1,i}==1
        MAT1{1,i}='F';
    elseif J1{1,i}==2
        MAT1{1,i}='G';
    else J1{1,i}==3
        MAT1{1,i}='H';
    end
    if J2{1,i}==1
        MAT2{1,i}='F';
    elseif J2{1,i}==2
        MAT2{1,i}='G';
    else J2{1,i}==3
        MAT2{1,i}='H';
    end
    if J3{1,i}==1
        MAT3{1,i}='F';
    elseif J3{1,i}==2
        MAT3{1,i}='G';
    else J3{1,i}==3
        MAT3{1,i}='H';
    end
    if J4{1,i}==1
        MAT4{1,i}='F';
    elseif J4{1,i}==2
        MAT4{1,i}='G';
    else J4{1,i}==3
        MAT4{1,i}='H';
    end
    if J5{1,i}==1
        MAT5{1,i}='F';
    elseif J5{1,i}==2
        MAT5{1,i}='G';
    else J5{1,i}==3
        MAT5{1,i}='H';
    end
end

```

```

end
if J6{1, i}==1
    MAT6{1, i}='F';
elseif J6{1, i}==2
    MAT6{1, i}='G';
else J6{1, i}==3
    MAT6{1, i}='H';
end
if J7{1, i}==1
    MAT7{1, i}='F';
elseif J7{1, i}==2
    MAT7{1, i}='G';
else J7{1, i}==3
    MAT7{1, i}='H';
end
end

clc
cont_parziale;
cont_generale;
SUM;

```

canc.m

```

clc

    Path_n_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'Path n°','position',[0.15 0.60 0.04 0.015]);
    I1_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'I1','position',[0.195 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.23 0.60 0.03 0.015]);
    I2_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'I2','position',[0.275 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.31 0.60 0.03 0.015]);
    C_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'C','position',[0.355 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.39 0.60 0.03 0.015]);
    PM1_text=uicontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'PM1','position',[0.435 0.60 0.03 0.015]);

```

```

    stage_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.47 0.60 0.03 0.015]);
    PM2_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'PM2','position',[0.515 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.55 0.60 0.03 0.015]);
    M1_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'M1','position',[0.595 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.63 0.60 0.03 0.015]);
    M2_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'M2','position',[0.675 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.71 0.60 0.03 0.015]);

    for i=1:cont_reale
        PATH_N=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
'', 'position',[0.15 (0.6-i*0.03) 0.04 0.015]);
        I1_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
'', 'position',[0.195 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String','', 'position',[0.23 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
        I2_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
'', 'position',[0.275 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String','', 'position',[0.31 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
        C_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
'', 'position',[0.355 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String','', 'position',[0.39 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
        PM1_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
'', 'position',[0.435 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String','', 'position',[0.47 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
        PM2_1=icontrol('style','text','Units','normalized',

```

```

'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'', 'position', [0.515 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits',
'normalized', 'String', '', 'position', [0.55 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
    M1_1=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'', 'position', [0.595 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits',
'normalized', 'String', '', 'position', [0.63 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
    M2_1=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'', 'position', [0.675 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits',
'normalized', 'String', '', 'position', [0.71 (0.6-i*0.03) 0.03
0.015]);
    end

clearvars -except AGE AGE_control C_text I1_text I2_text
M1_text M2_text MS MS_control PM1_text PM2_text Path_n_text
RESULTS_control SET_control SEX SEX_control age_ms_maschio cdata
cdata_wav intestazione_text scrsz

```

interfaccia.m

```

scrsz = get(0, 'ScreenSize');
figure('Color', [1 1 1], 'Position', scrsz)

subplot('Position', [0.12 0.76 0.12 0.2]);
image(cdata)
axis off
intestazione_text=icontrol('style', 'text', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'String', 'University
Federico II - Naples, Italy', 'FontSize', 34, 'position', [0.25
0.86 0.46 0.068]);
intestazione_2_text=icontrol('style', 'text', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'String', 'Program for
age determination - METHOD OF DEMIRJIAN', 'FontSize', 20,
'position', [0.25 0.75 0.46 0.068]);
subplot('Position', [0.72 0.76 0.12 0.2]);
image(cdata_wav)
axis off

SEX=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'yellow', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'SEX', 'position', [0.35 0.70 0.04 0.015]);
SEX_control=icontrol('style', 'popup', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits',

```

```

'normalized', 'String', 'M|F', 'position', [0.35 0.653 0.04
0.035]);
    AGE=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'yellow', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'AGE', 'position', [0.45 0.70 0.04 0.015]);
    AGE_control=icontrol('style', 'popup', 'Units',
'normalized', 'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits',
'normalized', 'String', age_ms_maschio(1,:), 'position', [0.45
0.667 0.04 0.02], 'callback', 'run_set_age');
    MS=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'yellow', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'MS', 'position', [0.55 0.70 0.04 0.015]);
    MS_control=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'white', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'', 'position', [0.55 0.667 0.04 0.02]);

    Path_n_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'Path n°', 'position', [0.15 0.60 0.04 0.015]);
    I1_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'I1', 'position', [0.195 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', [1 0.7 0.3], 'FontUnits', 'normalized',
'String', 'Stage', 'position', [0.23 0.60 0.03 0.015]);
    I2_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'I2', 'position', [0.275 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', [1 0.7 0.3], 'FontUnits', 'normalized',
'String', 'Stage', 'position', [0.31 0.60 0.03 0.015]);
    C_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'C', 'position', [0.355 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', [1 0.7 0.3], 'FontUnits', 'normalized',
'String', 'Stage', 'position', [0.39 0.60 0.03 0.015]);
    PM1_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'PM1', 'position', [0.435 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', [1 0.7 0.3], 'FontUnits', 'normalized',
'String', 'Stage', 'position', [0.47 0.60 0.03 0.015]);
    PM2_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'PM2', 'position', [0.515 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', [1 0.7 0.3], 'FontUnits', 'normalized',
'String', 'Stage', 'position', [0.55 0.60 0.03 0.015]);
    M1_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', 'cyan', 'FontUnits', 'normalized', 'String',
'M1', 'position', [0.595 0.60 0.03 0.015]);
    stage_text=icontrol('style', 'text', 'Units', 'normalized',
'BackgroundColor', [1 0.7 0.3], 'FontUnits', 'normalized',
'String', 'Stage', 'position', [0.63 0.60 0.03 0.015]);

```

```

M2_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','cyan','FontUnits','normalized','String',
'M2','position',[0.675 0.60 0.03 0.015]);
stage_text=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor',[1 0.7 0.3],'FontUnits','normalized',
'String','Stage','position',[0.71 0.60 0.03 0.015]);

CLEAR_control=icontrol('style','pushbutton','Units',
'normalized','BackgroundColor','red','FontSize',14,'String',
'CLEAR','position',[0.80 0.3 0.08 0.06],'Callback','run
canc');
SET_control=icontrol('style','pushbutton','Units',
'normalized','BackgroundColor','green','FontSize',14,
'String','SET','position',[0.80 0.2 0.08 0.06],'Callback',
'run_calcolo_maschi');
RESULTS_control=icontrol('style','pushbutton','Units',
'normalized','BackgroundColor','yellow','FontSize',14,
'String','RESULTS','position',[0.80 0.1 0.08 0.06],'Callback',
'run_results');

```

results.m

```

for i=1:cont_reale
I1_val(i)=I1(J1{1,i});
I2_val(i)=I2(J2{1,i});
C_val(i)=C(J3{1,i});
PM1_val(i)=PM1(J4{1,i});
PM2_val(i)=PM2(J5{1,i});
M1_val(i)=M1(J6{1,i});
M2_val(i)=M2(J7{1,i});
end

for i=1:cont_reale
PATH_N=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
(i),'position',[0.15 (0.6-i*0.03) 0.04 0.015]);
I1_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
I1_val(1,i),'position',[0.195 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String',MAT1(1,i),'position',[0.23 (0.6-
i*0.03) 0.03 0.015]);
I2_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
I2_val(1,i),'position',[0.275 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String',MAT2(1,i),'position',[0.31 (0.6-
i*0.03) 0.03 0.015]);

```

```

        C_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
C_val(1,i),'position',[0.355 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String', MAT3(1, i), 'position', [0.39 (0.6-
i*0.03) 0.03 0.015]);
        PM1_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
PM1_val(1,i),'position',[0.435 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String', MAT4(1, i), 'position', [0.47 (0.6-
i*0.03) 0.03 0.015]);
        PM2_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
PM2_val(1,i),'position',[0.515 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String', MAT5(1, i), 'position', [0.55 (0.6-
i*0.03) 0.03 0.015]);
        M1_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
M1_val(1,i),'position',[0.595 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String', MAT6(1, i), 'position', [0.63 (0.6-
i*0.03) 0.03 0.015]);
        M2_1=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
M2_val(1,i),'position',[0.675 (0.6-i*0.03) 0.03 0.015]);
        stage_text=icontrol('style','text','Units',
'normalized','BackgroundColor','white','FontUnits',
'normalized','String', MAT7(1, i), 'position', [0.71 (0.6-i*0.03)
0.03 0.015]);
    end

```

set_age.m

```

index_age=get(AGE_control, 'Value');

val_ms=age_ms_maschio(2,index_age);
MS_control=icontrol('style','text','Units','normalized',
'BackgroundColor','white','FontUnits','normalized','String',
age_ms_maschio(2,index_age), 'position', [0.55 0.664 0.04 0.02]);

```

INFORMAZIONE SUPPLEMENTARE 2

Il fattore di amplificazione C di una generica funzione reale

$f(x)$ è data da:

$$C = \frac{|f'(x)x|}{|f(x)|} \quad (1)$$

dove $f'(x)$ è la derivata della funzione. Se la funzione è un polinomio di n^{mo} grado, ne consegue che il fattore di amplificazione C è esattamente uguale a n .

Infatti, sia la funzione:

$$f(x) = a_1 x + a_2 x^2 + \dots \quad (2)$$

Dalla (1) segue:

$$C = \frac{|(a_1 + 2a_2 x + \dots) x|}{|a_1 x + a_2 x^2 + \dots|} = \frac{|a_1 x + 2a_2 x^2 + \dots|}{|a_1 x + a_2 x^2 + \dots|} \quad (3)$$

dove

$$C = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|a_1 x + 2a_2 x^2 + \dots|}{|a_1 x + a_2 x^2 + \dots|} = n \quad (4)$$

BIBLIOGRAFIA

1. Eurostat European Commission. Migrants in Europe. A statistical portrait of the first and second generation. Population and social conditions, Statistical Books. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. doi:10.2785/5318, available at https://webmail-ss0.unina.it/horde/imp/view.php?ctype=application%2Fpdf&actionID=view_attach&id=2&muid=%7B5%7DINBOX69378&view_token=7yPt7p-QUmFLSP0jCzn2TQ2&uniq=1447080541093 (consulted on 5 September 2015).
2. Eurostat Statistics Explained. Migration and migrant population statistics, 2015. Available at http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Migration_and_migrant_population_statistics#Further_Eurostat_information (consulted on 3 September 2015).
3. Abel GJ, Sander N. Quantifying Global International Migration Flows. *Science*. 2014;343:1520-1522. DOI: 10.1126/science.1248676
4. EASO, European Asylum Support Office. Age assessment practice in

Europe, December 2013. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013. Available at <https://easo.europa.eu/wp-content/uploads/EASO-Age-assessment-practice-in-Europe.pdf> (consulted on 3 September 2015).

5. Levinson A. Unaccompanied Immigrant Children: A Growing Phenomenon with Easy Few Solutions, in Migration Policy Institute, 2011; pp. 1-16. Available at <http://www.migrationpolicy.org/article/unaccompanied-immigrant-children-growing-phenomenon-few-easy-solutions> (consulted on 25 September 2015).
6. Smith T, Brownlee L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011.
7. Venturi D. The prominence of the body as an instrument of border control. Assessing the age of unaccompanied migrant children in the European Union. European Master's Degree In Human Rights and Democratisation, Awarded Theses of the Academic Year 2013/2014. Venice: EIUC, 2015. DOI 10.7404/eiuc.ema.20132014.05, available at <https://www.scribd.com/doc/20132014.05>

265877203/Venturi-Thesis (consulted on 12 September 2015).

8. Crawley H. When Is a Child Not a Child? Asylum, Age Disputes, and the Process Age Assessment. London: Immigration Law Practitioners Association (ILPA), 2007.
9. Separated Children in Europe Programme (SCEP). Review of Current Laws, Policies and Practices Relating to Age Assessment in Sixteen European Countries, 2012. available at <http://www.scepnetwork.org/images/17/166.pdf> (consulted on 7 September 2015).
10. Parkes A. Children and international human rights law: the right of the child to be heard. New York: Routledge, 2013; pp. 151-179.
11. Child Rights International Network (CRIN). Minimum ages of criminal responsibility in Europe, available at <https://www.crin.org/en/home/ages/europe> (consulted on 9 September 2015).
12. Thevissen P. Dental Age Estimation in Sub-adults: Striving for an Optimal Approach. Leuven: Leuven University Press, 2013.
13. Panchbhai AS. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40:199-212. doi:

10.1259/dmfr/19478385

14. Willems GA. Review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odontostomatol.* 2001;19:9-17.
15. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. *J Human Biol.* 1973;45:211-227.
16. Pinchi V, Norelli GA, Pradella F, Vitale G, Rugo D, Nieri M. Comparison of the applicability of four odontological methods for age estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. *J Forensic Odontostomatol.* 2012;30:17-25.
17. Priyadarshini C, Puranik MP, Uma SR. Dental Age Estimation Methods: A Review. *Int J Adv Health Sci.* 2015;1:19-25.
18. Gustafson G, Koch G. Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontolisk Revy.* 1974;25:297-306.
19. Haavikko K. The formation and alveolar and clinical eruption of permanent teeth. An orthopantomographic study. *Proc Finn Dent Soc.* 1970;66:103-170.
20. Williams G, Vanolmen A, Spiessens B, Carles C. Dental age

estimation in Belgian children: Demirjian technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001;46:893-895.

21. Tanner JM. Growth and Maturation during Adolescence. *Nutrition Review.* 1981;39:43-55.

22. Eid RM, Simi R, Friggi MN, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to years using Demirjian's method. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12:423-8.

23. Frucht S, Schnegelsberg C, Schulte-Monting J, Rose E, Jonas I. Dental age in southwest Germany. A radiographic study. *J Orofac Orthop.* 2000;61:318-329.

24. Koshy S, Tandon S. Dental age assessment: the applicability of Demirjian's method in south Indian children. *Forensic Sci Int.* 1998;94:73-85.

25. Liversidge HM, Speechly T, Hector MP. Dental maturation in British children: are Demirjian's standars applicable. *Int J Pediatr Dent.* 1999;9:263-9.

26. Loevy HT, Goldberg AF. Shifts in tooth maturation patterns in non-French Canadian boys. *Int J Pediatr Dent.* 1999;9:105-110.

27. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age assessment in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001;46:893-895.
28. Sherrer B. *Biostatistique*. Montreal: Morin G. Éditeur. 1984, p 850.
29. Teivens A, Mornstad H.. A modification of the Demirjian method for age estimation in children. *J Forensic Odontostomatology.* 2001;19:26-30.
30. Chaillet N, Demirjian A. Dental maturity in south France: A comparison between Demirjian's method and polynomial functions. *J Forensic Sci.* 2004;49:1059-1066.
31. Busacker RG, Saaty T. *Finite Graphs and Networks, An Introduction with Applications*. New York: Mc Graw-Hill, 1965.
32. Roy B. *Algebre modern et théorie des graphes*. Paris: Dunod, 1969.
33. Parzen E. *Modern Probability Theory and Its Applications*. New York: J. Wiley & Sons, 1960.
34. Riordan J. *Introduction to Combinatorial Analysis*. New York: J. Wiley & Sons, 1958.

35. Logan WHG, Kronfeld R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of children of fifteen years. *J Am Dent Assoc.* 1933;20:379-427.
36. AlQathani SJ, Hector MP, Liversidge HM. The London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol.* 2010;142:481-490.
37. Liversidge HM. Dental age revisited, in Irish JD and Nelson GC, eds. *Technique and Application in Dental Anthropology.* Cambridge: Cambridge University Press, 2008; pp 73-113.

APPENDICE 1

STADI DI MATURAZIONE DENTARIA SECONDO LA CODIFICA DI DEMIRJIAN

Vengono considerati 7 elementi dentari inferiori, dal primo incisivo al secondo molare.

Sono riconosciuti 8 stadi maturativi contrassegnati da A ad H.

Nel dubbio o nei casi borderline l'elemento in questione viene assegnato allo stadio precedente.

Per ogni stadio vi possono essere da uno a tre ulteriori criteri marcati come a),b),c).

Se viene indicato solo un criterio, questo basta per indicare lo stadio di maturazione in cui viene assegnato.

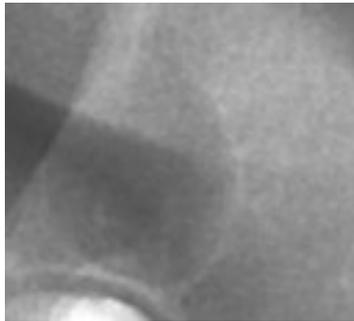
Se ne vengono assegnati due è sufficiente che il primo dei due sia rilevato all'interno dello stadio di maturazione assegnato

Se sono presenti tre criteri devono essere soddisfatti i primi

due perché quello stadio di maturazione sia considerato raggiunto.

La lunghezza della corona è definita come la massima distanza tra la punta più alta delle cuspidi fino alla giunzione amelo-cementizia (ECJ) (se vi è presente uno sdoppiamento radiografico, viene registrata la distanza a metà delle due cuspidi)

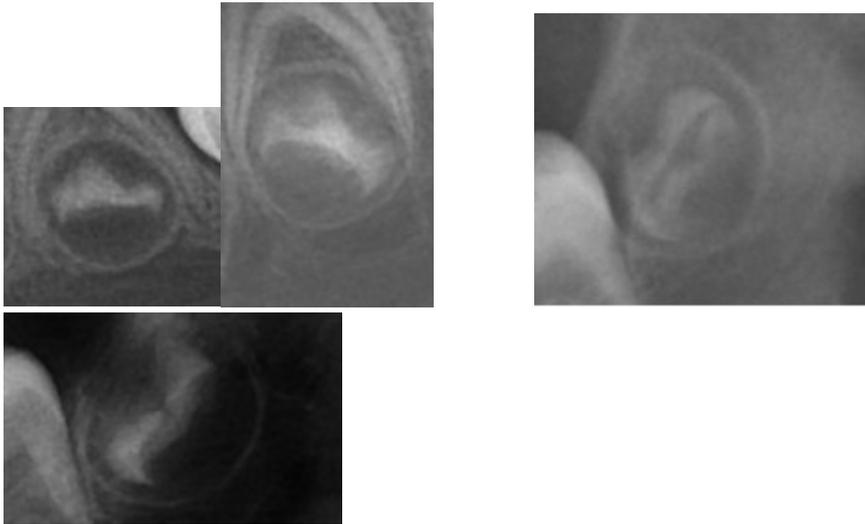
Stadio 0 = Cripta Vuota



Stadio A Sia nei denti monoradicolati che pluriradicolati, si nota un inizio di calcificazione nella parte superiore della cripta a forma di coni invertiti non confluenti



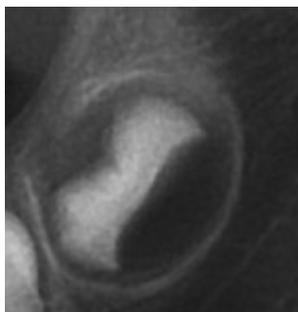
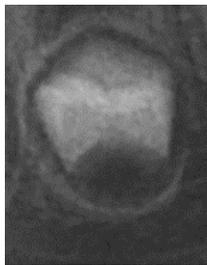
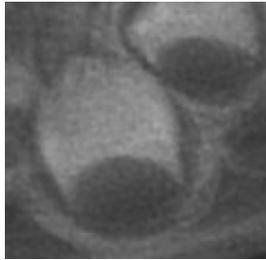
Stadio B La confluenza dei punti di calcificazione forma una o un insieme di cuspidi che unite danno origine ad una superficie occlusale regolarmente contornata



Stadio C a) lo smalto si estende e converge verso la regione cervicale

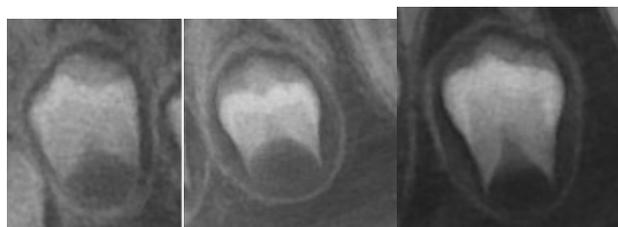
b) si nota un inizio di deposito dentinale

c) il contorno della camera pulpare assume una forma curva al bordo occlusale



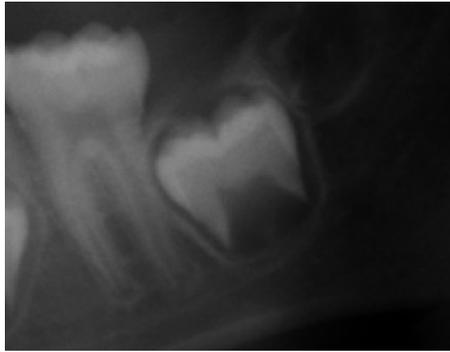
Stadio D a) La formazione della corona è completa al di sotto della giunzione amelo-cementizia(ECJ)

b) negli *incisivi*, *canini* e *premolari* il bordo superiore della camera pulpare ha una forma curva ben definita concava verso la regione cervicale e la proiezione del cornetto pulpare se presente, da un contorno a forma di ombrello.



Nei *molari* la camera pulpare ha forma trapezoidale.

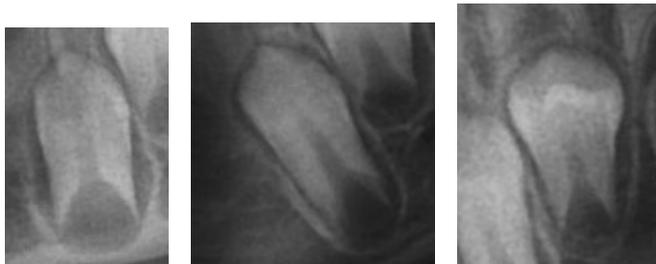
L'inizio della formazione di radici è vista sotto forma di spicule



Stadio E *incisivi, canini e premolari*

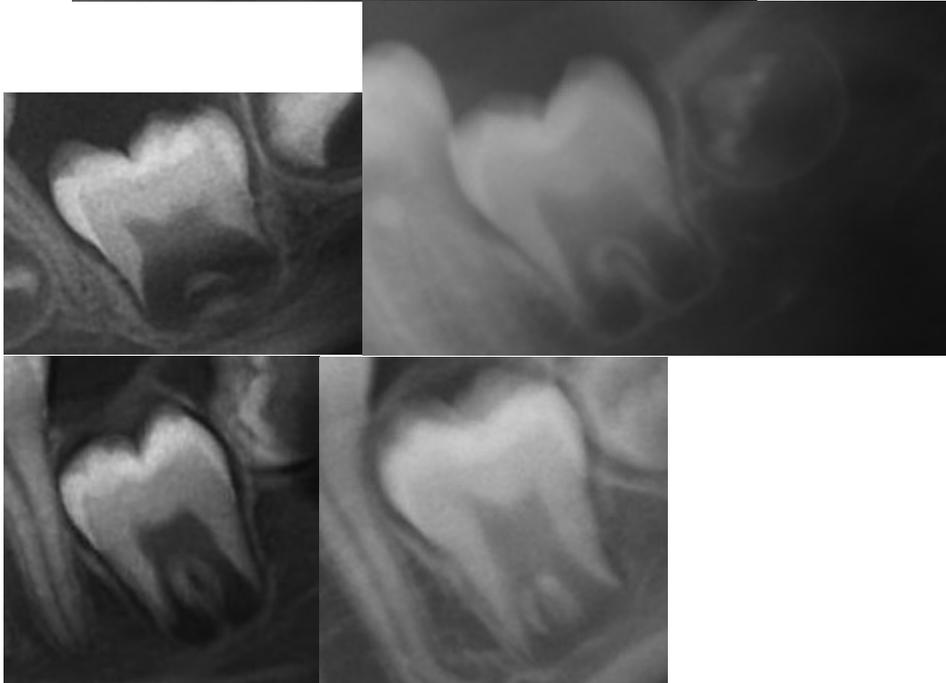
a) le pareti della camera pulpare formano delle linee rette la cui continuità è interrotta dalla presenza del cornetto pulpare che è più largo che nel precedente stadio.

b) la lunghezza delle radici è minore della lunghezza della corona



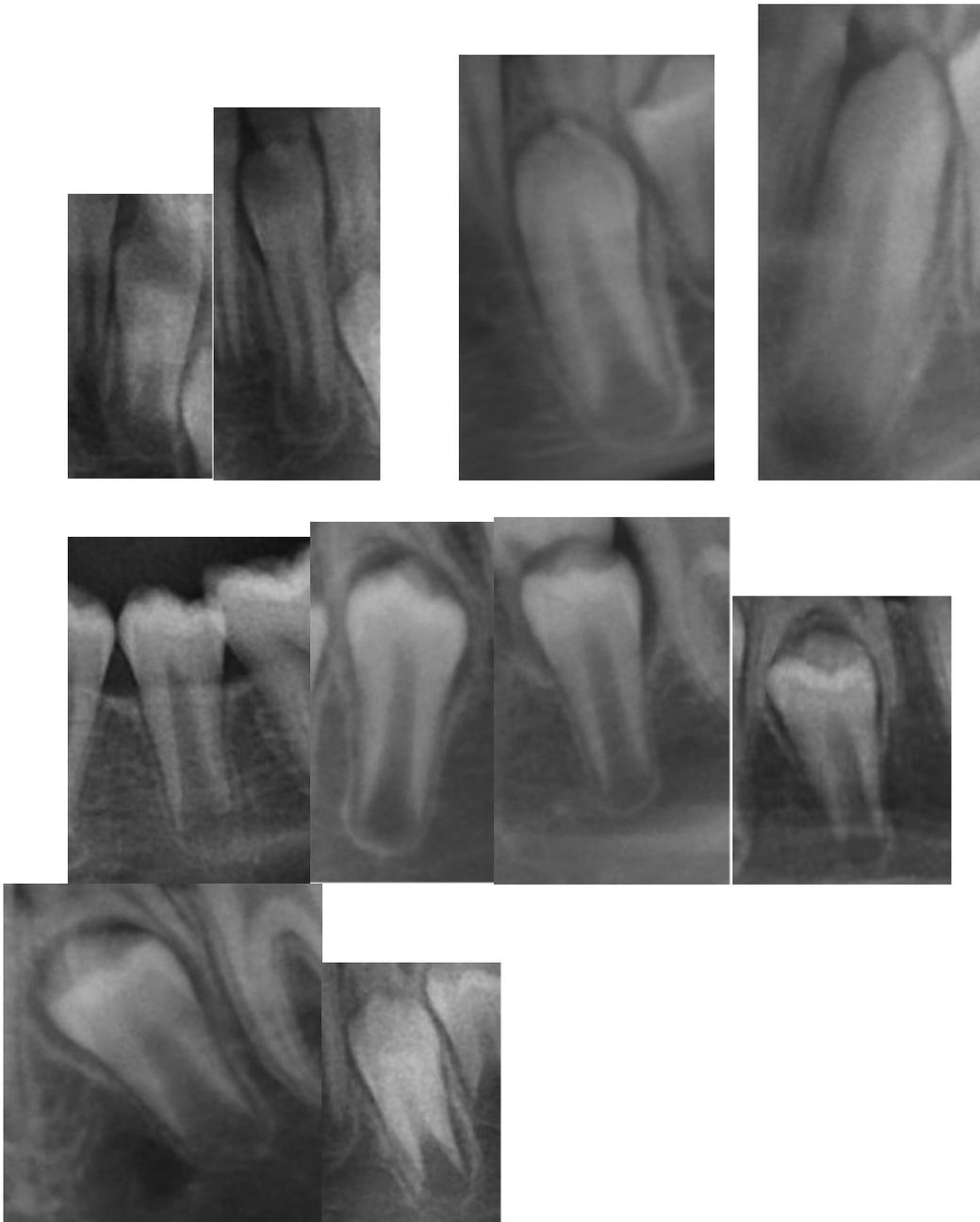
molari

- a) L'iniziale formazione della biforcazione radicolare appare come un punto di calcificazione o a forma semilunare
- b) La lunghezza della radice è minore della altezza della corona



Stadio F *incisivi, canini e premolari*

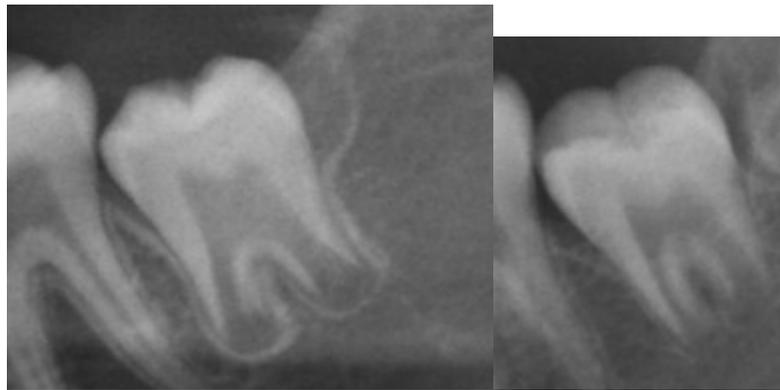
- a) La parete della camera pulpare forma più o meno un triangolo isoscele, gli apici terminano a forma di imbuto;
- b) La lunghezza delle radici è uguale o maggiore dell'altezza della corona



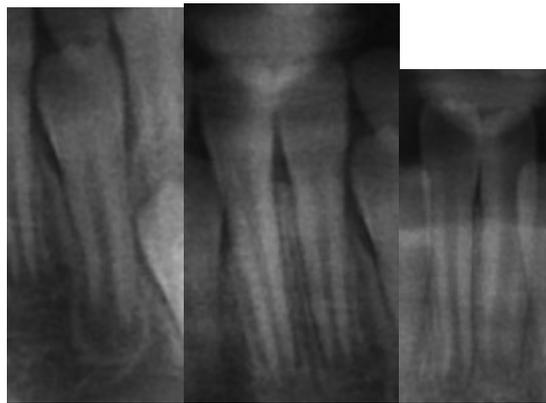
Molari

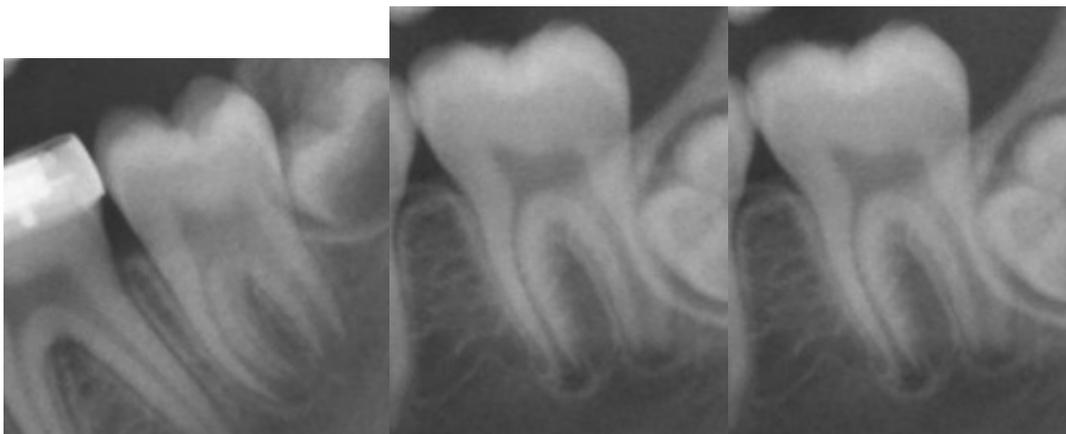
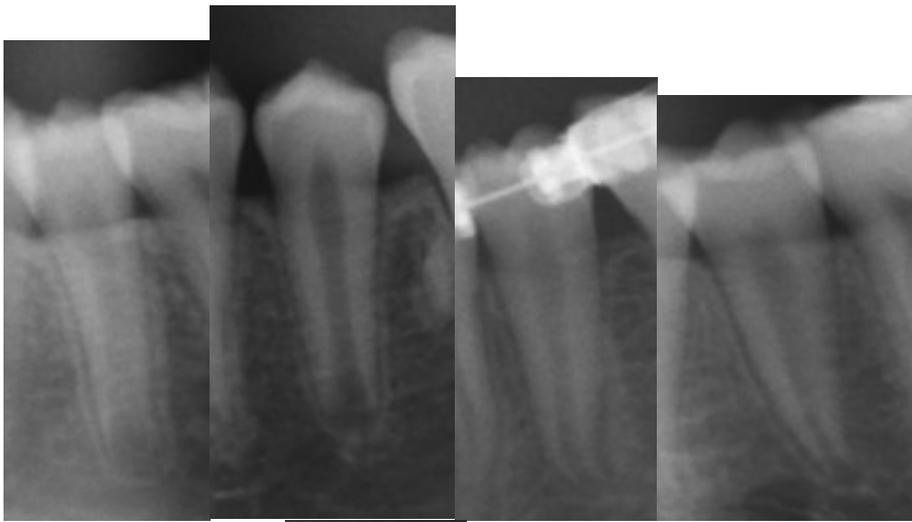
a) La regione calcificata interradicolare si è ulteriormente sviluppata dando alle radici un contorno più definito e sviluppato terminando a forma di imbuto;

b) La lunghezza delle radici è uguale o maggiore dell'altezza della corona



Stadio G Le pareti dei canali radicolari sono paralleli e l'apice è parzialmente aperto(nei molari si considera quello distale)

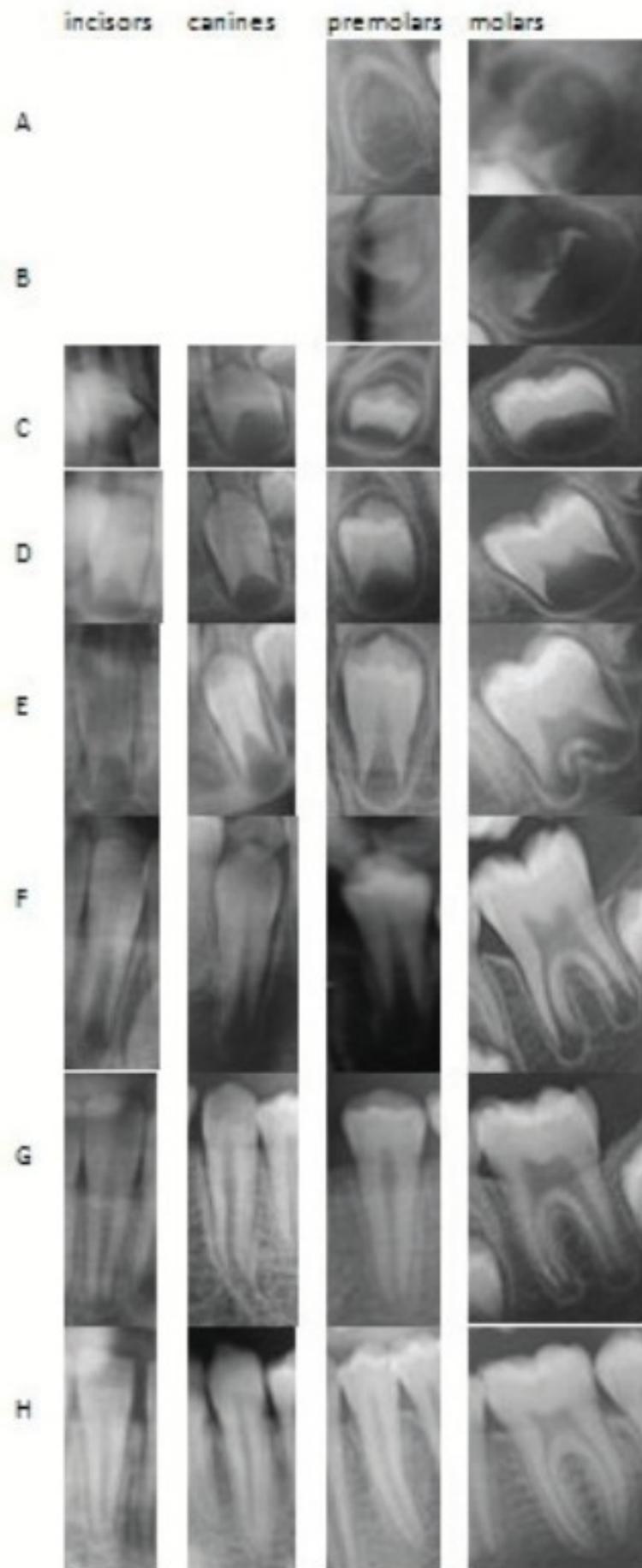




Stadio H

- a) La porzione apicale del canale radicolare è completamente chiusa
- b) La membrana periodontale presenta una ampiezza uniforme attorno all'apice





APPENDICE 2

