

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



**DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE AVANZATE**

**DOTTORATO DI RICERCA IN**  
**SCIENZE BIOMORFOLOGICHE E CHIRURGICHE**  
**XXXII CICLO**

*Alcuni rilievi critici circa l'applicabilità del metodo di  
Demirjian per la determinazione di età a fini medico-legali.*

**Tutor: Chiar.mo**

**Dottorando:**

**Prof. Massimo Niola**

**Dott.ssa Lucia Terracciano**

**Coordinatore Prof. Alberto Cuocolo**

**ANNO ACCADEMICO 2018-2019**

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	pag. 3	
<b>CAPITOLO 1</b>		
<b>L'accertamento d'età</b> .....	pag. 7	
1.1 Metodi per l'accertamento dell'età.....	pag. 14	
1.2 Il Metodo Demirjian.....	pag. 20	
<b>CAPITOLO 2</b>		
<b>Materiali e metodi</b> .....	pag. 24	
2.1. Combinazioni vincolate.....	pag. 26	
2.2 Discretizzazione del punteggio.....	pag. 31	
2.3. Mal condizionamento.....	pag. 32	
<b>CAPITOLO 3</b>		
<b>Risultati</b> .....	pag. 35	
<b>CAPITOLO 4</b>		
<b>Discussione</b> .....	pag. 39	
<b>CONCLUSIONI</b> .....		pag. 50
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....		pag. 52
<b>Appendice 1</b> .....	pag. 61	
<b>Appendice 2</b> .....	pag. 71	

## 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<sup>1</sup>.

A gennaio 2019, l'Agenzia delle Nazioni Unite che assicura protezione e assistenza ai rifugiati (UNHCR) ha stimato oltre 70 milioni di persone in fuga da persecuzioni etniche e religiose nonché da violenze quali conseguenza di una sistematica violazione dei diritti umani e civili. Di questi 70 milioni di persone in fuga, secondo l'Unhcr, oltre la metà sono minori<sup>2</sup>.

Le statistiche sui flussi migratori italiane hanno evidenziato che, nel corso del 2019, 11.471 persone hanno lasciato il loro paese per raggiungere le coste della nostra nazione.

Tra questi ben 1.680 erano minori stranieri non accompagnati.

Le medesime statistiche hanno rilevato che nei primi quindici giorni del mese di gennaio 2020 il numero totale di migranti sbarcati sulle nostre coste era pari a 342 contro i 53 sbarcati nello stesso periodo

---

<sup>1</sup> 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](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)

<sup>2</sup> UNHCR, Protecting Children on the Move, <https://www.unhcr.it>

dell'anno precedente.

Tra i 342 migranti sbarcati erano presenti già 20 minori non accompagnati<sup>3</sup>.

Tali statistiche non sono però esaustive, in quanto non includono i minori che transitano dall'Italia senza registrarsi presso le autorità per timore di non potersi spostare in altri paesi europei<sup>4</sup> e i minori migranti e richiedenti asilo erroneamente identificati come adulti.

Il riconoscimento della minore età di migranti e richiedenti asilo può presentare numerose difficoltà per le autorità ed i servizi preposti alla loro identificazione ed assistenza.

Molti minori non accompagnati e separati giungono nel Paese di destinazione privi di documenti idonei ad attestarne l'età, e non sempre si trovano nella posizione di poterli presentare in un secondo momento.

I documenti possono essere stati abbandonati o smarriti al momento della fuga dal proprio paese o nel corso del viaggio, confiscati dai trafficanti o rimasti in possesso dei genitori o di altri adulti dai quali, per diversi motivi, i minori sono stati separati. In altri casi, in particolare in situazioni di apolidia, non è mai stato rilasciato alcun documento di identità.

Bisogna inoltre considerare che in molti paesi non tutti i bambini e le bambine vengono registrati alla nascita<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> <https://www.interno.gov.it/it/sala-stampa/dati-e-statistiche/sbarchi-e-accoglienza-dei-migranti-tutti-i-dati>, ultima consul. gennaio 2020

<sup>4</sup> UNHCR, Protecting Children on the Move, <http://www.unhcr.it/news/dir/91/view/1273/protecting-children-on-the-move-127300.html>

<sup>5</sup> Secondo il Fondo delle Nazioni Unite per l'Infanzia (UNICEF), nei paesi in via di sviluppo meno della metà dei bambini e delle bambine sotto i cinque anni viene

Anche la diversità dei calendari utilizzati contribuisce a far sì che alcuni minori non siano in grado di indicare la propria data di nascita o la propria età<sup>6</sup>.

Infine, come un maggiorenne potrebbe dichiararsi minorenni per avere accesso a particolari diritti e benefici, è possibile altresì che un minore si dichiari maggiorenne per accedere al lavoro o per non essere separato da connazionali adulti<sup>7</sup>.

La legislazione attualmente vigente in Italia (Decreto Legge n. 113/18 - Decreto Salvini - convertito in legge dalla Legge n. 132/18) ha introdotto una serie di modifiche normative che, pur non riguardando nello specifico i minori non accompagnati (MSNA), ha un impatto estremamente rilevante sul loro *status*, soprattutto dopo il compimento della maggiore età.

Prima dell'entrata in vigore del D.L. n. 113/18, infatti, la maggior parte dei minori non accompagnati richiedenti asilo ottenevano un permesso di soggiorno per motivi umanitari (nel corso dei primi sei mesi del 2018, è stata riconosciuta la protezione umanitaria nel 74% delle decisioni delle Commissioni territoriali riguardanti domande di protezione internazionale presentate da MSNA).

In seguito all'abrogazione della protezione umanitaria ad opera del

---

registrato alla nascita (UNICEF, Progress for Children: Achieving the MDGs with Equity, 2010, [http://www.unicef.org/publications/index\\_55740.html](http://www.unicef.org/publications/index_55740.html), ultima cons. 30 ottobre 2013.). L'elenco dei paesi in via di sviluppo è disponibile a p. 87.

<sup>6</sup> UNICEF, Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography, aprile 2011, [http://www.unicef.org/protection/Age\\_Assessment\\_Practices\\_2010.pdf](http://www.unicef.org/protection/Age_Assessment_Practices_2010.pdf).

<sup>7</sup> Agenzia dell'Unione europea per i diritti fondamentali (di seguito FRA), Separated, asylum-seeking children in European Union Member States, aprile 2010, <http://fra.europa.eu/en/publication/2012/separated-asylum-seekingchildren-european-union-member-states>.

D.L. n. 113/18, probabilmente la maggior parte dei MSNA richiedenti asilo riceveranno un rigetto della propria domanda d'asilo da parte della Commissione territoriale.

Nel caso in cui il MSNA riceva il diniego prima del compimento dei 18 anni, potrà ottenere il permesso di soggiorno per minore età e, ove soddisfatti determinati requisiti, potrà poi convertirlo alla maggiore età in permesso per studio, lavoro o attesa occupazione ai sensi dell'art. 32 del D.Lgs. 286/98.

Se invece la domanda di protezione internazionale viene rigettata dopo il compimento dei 18 anni, la maggior parte delle Questure non consente al neomaggiorenne di richiedere un permesso di soggiorno per studio, lavoro o attesa occupazione ai sensi del citato art. 32, anche qualora soddisfatti i requisiti richiesti.

Può così accadere che perdano la possibilità di regolarizzarsi anche neomaggiorenni che avrebbero potuto ottenere un permesso per studio, lavoro o attesa occupazione, se avessero richiesto il permesso per minore età prima dei 18 anni anziché presentare domanda di protezione internazionale<sup>8</sup>.

Pertanto oggi più che nel passato è di fondamentale importanza procedere all'accertamento dell'età per poter adeguatamente applicare misure legislative e correttive o per garantire loro l'effettivo esercizio dei diritti di cui sono titolari ed evitare l'adozione di provvedimenti che possono essere gravemente lesivi di tali diritti.

---

<sup>8</sup> <https://www.interno.gov.it/it/speciali/nuova-normativa-immigrazione-e-sicurezza-pubblica>, ultima consul, gennaio 2020

# CAPITOLO 1

## L'ACCERTAMENTO D'ETÀ

L'accertamento d'età è “quel procedimento finalizzato a stabilire l'età di un individuo in tutti quei casi in cui possono sorgere dei dubbi”<sup>9</sup>.

Durante l'intero processo di migrazione, i minori che non sono in grado di dimostrare la loro età e richiedono asilo possono essere dichiarati adulti e pertanto non godere di specifica tutela<sup>10</sup>.

Le incertezze sulla identificazione d'età possono determinare conseguenze ancora più gravi per i minori non identificati sottoposti a procedimento penale<sup>11</sup>.

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<sup>12</sup>.

La questione dell'accertamento di età diventa complessa quando ci si trova di fronte ad un soggetto che mostra apparentemente un'età al

---

<sup>9</sup> 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>

<sup>10</sup> 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>

<sup>11</sup> Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011

<sup>12</sup> 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>

di sotto dei 14 anni o, comunque, inferiore ai 18.

In generale, va necessariamente considerato che tutt'oggi l'identificazione d'età non è effettuata con metodologie affidabili. Ne consegue, quindi che, in ambito forense, non è possibile stabilire non soltanto con elevato grado di probabilità 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<sup>13</sup>.

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 appropria 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<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Crawley H. When Is a Child Not a Child? Asylum, Age Disputes, and the Process Age Assessment. London: Immigration Law Practitioners Association (ILPA), 2007

<sup>14</sup> 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>

In aggiunta, l'identificazione d'età, nei casi di interesse giudiziario, 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<sup>15</sup>.

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<sup>16</sup>.

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 dichiarato imputabile<sup>17</sup>.

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 stata raggiunta la maggiore età (18 anni) l'individuo è

---

<sup>15</sup> 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>

<sup>16</sup> Parkes A. Children and international human rights law: the right of the child to be heard. New York: Routledge, 2013; pp. 151-179

<sup>17</sup> Child Rights International Network (CRIN). Minimum ages of criminal responsibility in Europe, available at <https://www.crin.org/en/home/ages/europe>

considerato pienamente responsabile<sup>18</sup>.

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 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

---

<sup>18</sup> Thevissen P. Dental Age Estimation in Sub-adults: Striving for an Optimal Approach. Leuven: Leuven University Press, 2013

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 nel nostro Paese è inferiore rispetto a quello degli altri Paesi industrializzati.

Ne consegue che l'età rappresenta il primo importante prerequisito per determinare l'imputabilità di un soggetto e per decidere se questo debba essere giudicato da un Tribunale Ordinario 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<sup>19</sup>.

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,

---

<sup>19</sup> 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

sesto, 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<sup>20</sup>.

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<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Medicina Legale e delle Assicurazioni di GA Norelli, C Buccelli, V Fineschi. Piccin Editore, Padova, 2014

<sup>21</sup> P. Di Lorenzo, Identificazione individuale in Medicina Legale e delle Assicurazioni di GA Norelli, C Buccelli, V Fineschi. Piccin Editore, Padova, 2014

## 1.1 Metodi per l'accertamento dell'età

Molti Autori hanno stilato metodi diversi per l'identificazione dell'età aventi come *target* 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.

Fermo restando che nessun metodo permette di avere un risultato prossimo alla certezza, ma solo *range* non scevri da errori statistici, la letteratura è concorde che una diagnosi di età affidabile in contesti forensi possa essere raggiunta solo grazie ad un'attività multidisciplinare e, per aver garantito uno standard qualitativo minimo, devono necessariamente essere affiancati più metodi.

Infatti tali metodiche accertative richiedono competenze specialistiche di natura medico-legale, odontoiatrica, radiologica, antropologica, auxologica<sup>22</sup>.

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.

---

<sup>22</sup> 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

Il metodo della radiografia mano-polso sinistro e/o ossificazione della clavicola è uno dei metodi radiografici che si basano sul principio che alcune componenti scheletriche si modificano ad età prestabilite. In particolare, analizzando quelle strutture che si modificano in un'età compresa fra i 13 e i 25 anni (range ipotetico, mediato fra metodi scientifici e interessi giuridici) è possibile valutare, con idonea probabilità statistica, se il soggetto abbia un'età inferiore ai 14 anni, inferiore ai 18 anni o superiore ai 18 anni<sup>23</sup>.

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,

---

<sup>23</sup> Greulich e Pyle, 1950-1959; Tanner e Whitehouse TW1, TW2, TW3, 1975-2001; Roche et al. FELS, 1988

dimensione, struttura complessiva, rapporti con i mascellari, alta resistenza agli insulti fisico-chimici quali calore, fenomeni putrefattivi, ecc.<sup>24</sup>.

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<sup>25</sup>.

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"<sup>26</sup>.

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,

---

<sup>24</sup> Buccelli C., Stara C.R.G., Di Lorenzo P.: "I contributi dell'odontoiatria nella identificazione personale". Doctor Os. 2004; XV (4): 404-5

<sup>25</sup> 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

<sup>26</sup> Fèdèration Dentaire Internationale (FDI), 1962)

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'OPT; il processo è più precoce nel sesso femminile, ad esclusione dei denti del giudizio, per i quali la tendenza si inverte.

Con riferimento alle applicazioni in ambito clinico non si sono evidenziate differenze statisticamente significative negli stadi di maturazione dentaria tra diverse popolazioni<sup>27,28,29,30,31,32,33,34,35</sup>.

---

<sup>27</sup> Gleiser I., Hunt E.E.: "The permanent mandibular first molar; its classification, eruption and decay". *Am. J. Phys. Anthropol.*, N.S., 13, 253, 1955

<sup>28</sup> Nolla C.M.: "The development of the permanent teeth". *J. Dent. Child.*, 27,254,1960

<sup>29</sup> 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

<sup>30</sup> Harris et al., 1990

<sup>31</sup> Grandi M., Cattaneo C.: "L'identificazione del cadavere e dei resti umani", Giusto Giusti: "Trattato di Medicina Legale e Scienze Affini". CEDAM, Padova, 1999

<sup>32</sup> Pinchi V., Manetti G., Franchi E., Norelli G.A.: "La maturazione radiografica dell'ottavo nello studio dell'età del vivente". *Zacchia*, 18, 261, 2000

<sup>33</sup> Piscozzi P.: "Il ruolo dei terzi molari nell'accertamento della maggiore età". *Minerva Med. Leg.*, 120, 199, 2000

<sup>34</sup> 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

<sup>35</sup> 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 alla maturazione dentale 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).

Con l'avvento delle più recenti tecnologie l'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<sup>36</sup>.

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 e costi relativamente bassi<sup>37</sup>.

La maggior parte di tali metodiche perviene all'attribuzione di età attraverso il confronto tra la fase di sviluppo degli elementi dentari determinata con un diagramma o uno schema, espressivi di specifiche età<sup>38</sup>.

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

---

<sup>36</sup> Manson-Hing, 1982, Wod, 1982.

<sup>37</sup> Radiologia Forense, Buccelli et al., ed. Mediserve, gennaio 2000.

<sup>38</sup> 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

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).

## 1.2 Il Metodo Demirjian

Il metodo elaborato da Demirjian et al. (di seguito metodo DEM), in ambito clinico, mostra un elevato grado di accuratezza nello studio della maturazione dentaria, specialmente nella fascia di età compresa tra 0 e 16 anni<sup>39</sup>.

Come accade per altri sistemi di invecchiamento dentale, il metodo DEM adotta una OPT per stimare la maturità dentale o l'età con riferimento alla presentazione radiologica 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<sup>40</sup>.

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.

---

<sup>39</sup> 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].

<sup>40</sup> Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. *J Human Biol.* 1973; 45:211-227].

In breve, Demirjian et al. hanno proposto la fase di maturazione di ogni singolo dente.

Essa è divisa in otto stadi di sviluppo dentale (identificati dalla lettera A alla lettera H). Queste fasi variano dagli stadi iniziali di calcificazione (fase A) fino alla completa chiusura dell'apice della radice (fase H).

Ad ogni stadio di maturazione e per ogni elemento dentale, viene assegnato un punteggio numerico separatamente a maschi e femmine, come precedentemente descritto in uno studio di Tanner di correlazione tra maturità scheletrica e crescita<sup>41</sup>.

La somma di tali punteggi fornisce il punteggio di maturazione dentale (“maturity score”, in seguito MS), che, a sua volta, esprime la maturità dentale globale del soggetto. Infine, il MS viene convertito nell'età dentale del bambino utilizzando una tabella di conversione proposta sempre da Demirjian et al.<sup>42</sup>.

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<sup>43</sup>.

---

<sup>41</sup> J.M. Tanner, Growth and maturation during adolescence, Nutr. Rev. 39 (1981) 43–55

<sup>42</sup> Op. cit. sub. 40

<sup>43</sup> 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 esclude il terzo molare, spesso assente, che invece rappresenta un adeguato elemento per lo studio della maturità dentale superati i 16 anni di età<sup>44</sup>.

La diffusa applicazione della procedura d'identificazione dell'età attraverso il metodo DEM su minori di diverse popolazioni ha mostrato una costante sovrastima, probabilmente attribuibile a un leggero ritardo nella maturazione dentale nel campione canado-francese adoperato da Demirjian et al.<sup>45,46</sup>.

Inoltre, diversi Autori hanno notato che il suddetto metodo presenta limiti di affidabilità nell'identificazione dell'età cronologica a causa della mancanza di dati di riferimento relativi ai bambini di varia provenienza geografica.

Tali risultati mostrano la necessità di creare *database* rappresentativi di ciascuna popolazione. Queste banche dati dovrebbero tener conto delle differenze interetniche biologiche che possono causare una maggiore distorsione nella stima dell'età<sup>47</sup>.

Molti Autori considerano il metodo DEM utile a verificare la deviazione dalla maturità dentale, ma manca la precisione nella valutazione dell'età come richiesto in ambito forense<sup>48</sup>.

---

<sup>44</sup> Nolla CM. The development of permanent teeth. J Dent Child 1960; 27:254

<sup>45</sup> 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

<sup>46</sup> H.M. Liversidge, Demirjian stage tooth formation results from a large group of children, Dent. Anthropol. 23 (1) (2010) 16-23-24

<sup>47</sup> Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011

<sup>48</sup> Sherrer B. Biostatistique. Montreal: Morin G. Éditeur. 1984, p 850. - Chaillet N,

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 esplorare la compatibilità biologica del metodo DEM rispetto alla stima di alcune età cronologiche di interesse forense attraverso un algoritmo basato sulla teoria dei grafi “vincolati” integrati con l’analisi combinatoria.

Per verificare la compatibilità biologica dei punteggi/stadi di Demirjian rispetto alla stima di una certa età cronologica di interesse forense e tenere conto della variabilità biologica interindividuale, si rimanda a diverse statistiche riportate nei rif.<sup>49,50</sup>.

---

Demirjian A. Dental maturity in south France: A comparison between Demirjian’s method and polynomial functions. *J Forensic Sci.* 2004; 49:1059-1066

<sup>49</sup> Op. cit. sub. 48

<sup>50</sup> A. Demirjian, G.Y. Levesque, Sexual differences in dental development and prediction of emergence, *J. Dent. Res.* 59 (July (7)) (1980) 1110–1122.

## **CAPITOLO 2**

### **MATERIALI E METODI**

Nel presente lavoro piuttosto che applicare alla lettera il metodo proposto da Demirjian et al. (metodo diretto), si è seguita una procedura inversa (metodo indiretto) che implica la scelta preventiva di una età di interesse forense (es. 14/16 anni) e la successiva determinazione del MS.

Come precedentemente affermato, nel metodo DEM il MS viene generato dalla somma dei punteggi corrispondenti alle varie fasi di maturazione di ciascuno dei sette denti dell'emiarcata mandibolare sinistra. Seguendo il suddetto metodo, sono state calcolate tutte le possibili combinazioni di tali punteggi la cui somma corrisponde al MS selezionato.

È stata poi valutata la compatibilità biologica dello sviluppo dentale precedentemente valutato per ciascuno dei sette denti confrontandolo con l'età in esame.

Se il singolo sviluppo dentale non si adattava all'età biologica più probabile, questo è stato sostituito con la fase più appropriata di maturazione dentale.

In breve, la procedura è stata la seguente:

- selezione dell'età cronologica e identificazione del MS corrispondente;

- determinazione di tutte le possibili combinazioni degli stadi di maturazione dentale la cui somma dei punteggi è uguale al MS considerato;
- verifica per tutte queste possibili combinazioni della congruità biologica dello stato di maturazione di ciascun dente rispetto all'età cronologica inizialmente scelta (vedi SI1 Flow Chart e il programma che gira sulla piattaforma Matlab, ver. R2015b).

## **2.1. Combinazioni vincolate**

Per spiegare meglio l'approccio metodologico, in primo luogo è opportuno definire il concetto di percorso "vincolato" derivato dall'applicazione del metodo DEM et al. (1973)<sup>51</sup> vale a dire, qualsiasi combinazione di stadi di maturazione che a partire da I1 continua fino a I2 e, coinvolgendo ciascun dente, porta a M2.

In pratica, la definizione di cui sopra descrive i passaggi che l'odontoiatra esperto segue durante il processo di stima dell'età applicando il metodo DEM. Più specificamente, è considerata "vincolata", la combinazione che, a partire da I1, deve continuare fino a M2 senza coinvolgere più di uno stadio di maturazione per ciascun dente (Fig.1a).

Il termine "vincolo" consiste nel fatto che non è consentito assegnare due diversi stadi a un singolo elemento dentale. Un esempio di tale combinazione non vincolata è mostrato in Fig.1b, in cui due distinti stadi di maturazione (G e H) sono stati entrambi scelti per il canino (C).

---

<sup>51</sup> Op. cit. sub. 40

	F	G	H
M <sub>2</sub>	◆		
M <sub>1</sub>		◆	
PM <sub>2</sub>		◆	
PM <sub>1</sub>		◆	
C		◆	
I <sub>2</sub>			◆
I <sub>1</sub>			◆

**A** correct path

	F	G	H
M <sub>2</sub>	◆		
M <sub>1</sub>		◆	
PM <sub>2</sub>		◆	
PM <sub>1</sub>		◆	
C		◆	◆
I <sub>2</sub>			◆
I <sub>1</sub>			◆

**B** erroneus path

Fig. 1. Esempio di combinazione “vincolata”: A. Applicazione corretta del Metodo Demirjian;  
 B. Applicazione errata del Metodo di Demirjian (doppia valutazione per C).

Dal momento che ci si è concentrati principalmente sulla soglia legale di età italiana di 14 anni<sup>52</sup>, nel presente lavoro sono stati presi in considerazione solo tre stadi di maturazione dentale (F, G e H) degli otto riportati nel metodo DEM<sup>53</sup>. In particolare, la Tabella 1 mostra i punteggi “ponderati” per gli stadi dentali di maturazione relativi ai maschi.

	F	G	H
M <sub>2</sub>	13.2	13.6	15.4
M <sub>1</sub>	12.3	17	19.3
PM <sub>2</sub>	12.8	13.2	14.4
PM <sub>1</sub>	12.3	12.7	13.5
C	10	11	11.9
I <sub>2</sub>	7.8	11.7	13.7
I <sub>1</sub>	4.1	8.2	11.8

Tab. 1. Set di punteggi di Demirjian, uno per ogni stadio dentale (maschi)

<sup>52</sup> V. Pinchi, G.A. Norelli, F. Pradella, G. Vitale, D. Rugo, M. Nieri, 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. 30 (2012) 17–25

<sup>53</sup> Op. cit. sub. 40

Osservando la Tabella 1, si può immaginare che la disposizione dei punteggi costituisce una matrice. Chiamiamo  $\Gamma$  tale matrice, che è composta da 7 righe (7 denti, da I1 a M2) e 3 colonne (3 fasi di maturazione dentale: F, G e H); gli elementi della matrice sono i punteggi di Demirjian et al.

Nel presente lavoro, i 7 denti (righe) e i 3 stadi di maturazione dentale (colonne) formano una matrice rettangolare  $7 \times 3$  (Tabella 1).

Il massimo numero di tutte le possibili combinazioni semplici dei 21 elementi (cioè, punteggi) di classe 7 (cioè, 7 denti) si caratterizza per essere uguale a  ${}_{21}C_7 = 116280$ . Tuttavia, se impostiamo i vincoli metodologici descritti in precedenza, il numero massimo di tutte le possibili combinazioni si riduce significativamente a  $3^7 = 2187$ . Questo risultato è il punto chiave per calcolare tutte le possibili combinazioni di punteggio che, nelle condizioni vincolate della procedura DEM, portano all'età predefinita. Per questo motivo, nel seguente ragionamento le combinazioni saranno intese come "vincolate".

La riduzione significativa delle combinazioni "vincolate" può essere facilmente dimostrata dal seguente ragionamento. Secondo la definizione precedente, la possibile combinazione vincolata di una matrice generale elementare  $2 \times 1$ , di cui i due elementi sono  $v_1$  e  $v_2$ , è  $1^2 = 1$  (Fig.2A):  $v_1 \rightarrow v_2$ .

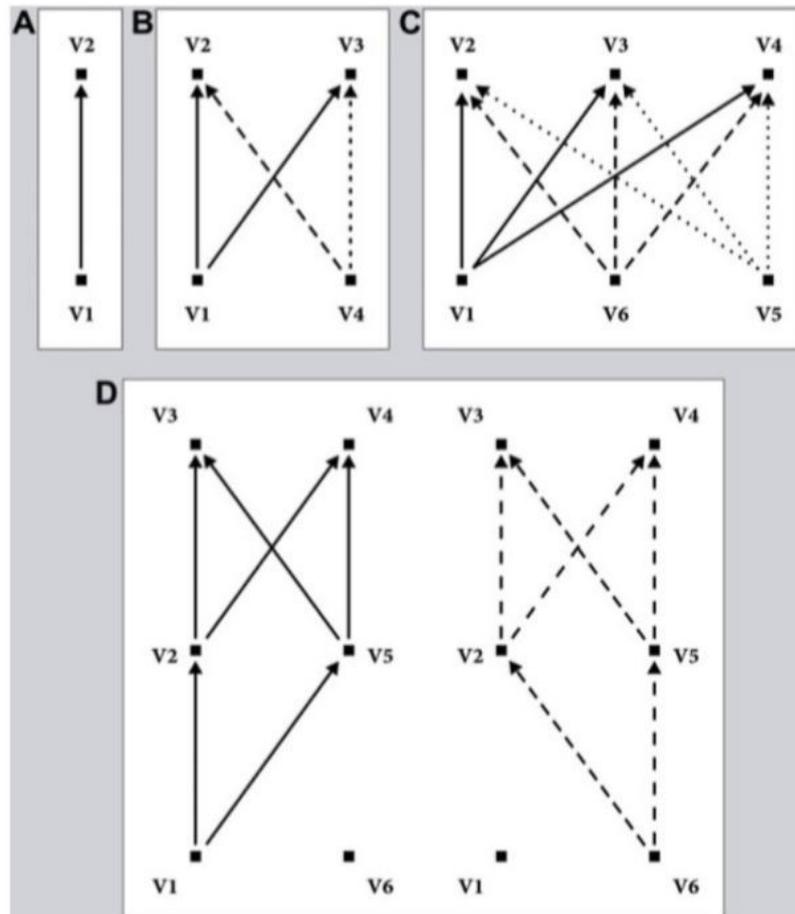


Fig. 2. Percorsi possibili di una matrice generica

Le possibili combinazioni vincolate di una matrice  $2 \times 2$  sono  $2^2 = 4$  (Fig.2B):

$v_1 \rightarrow v_2$  ;  $v_1 \rightarrow v_3$  ;  $v_4 \rightarrow v_2$  ;  $v_4 \rightarrow v_3$  :

Le possibili combinazioni vincolate di una matrice  $2 \times 3$  sono  $3^2 = 9$  (Fig.2C):

$v_1 \rightarrow v_2$  ;  $v_1 \rightarrow v_3$  ;  $v_1 \rightarrow v_4$  ;  $v_6 \rightarrow v_2$  ;  $v_6 \rightarrow v_3$  ;  $v_6 \rightarrow v_4$  ;  $v_5 \rightarrow v_2$  ;  $v_5 \rightarrow v_3$  ;  $v_5 \rightarrow v_4$

Le possibili combinazioni vincolate di una matrice  $3 \times 2$  sono  $2^3 = 8$  (Fig.2D):

$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3$  ;  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4$  ;  $v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3$  ;  $v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_4$  ;  $v$

$6 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 ; v_6 \rightarrow v_2 \rightarrow v_4 ; v_6 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3 ; v_6 \rightarrow v_5 \rightarrow v_4 .$

Iterando il ragionamento si può affermare che il numero massimo di tutte le possibili combinazioni vincolate di una generica matrice è  $n^m$ , dove  $n$  indica il numero di colonne e  $m$  il numero di righe.

Come risultato, la combinazione dei sette punteggi dentali descrive una sorta di percorso (vincolato) che parte da I1 e conduce fino a M2. La sequenza dei punteggi dentali che è quindi identificata dallo specialista è quella che più si avvicina allo stato di maturazione cronologica di ciascun dente (metodo diretto).

Viceversa, applicando il metodo indiretto, sono state calcolate tutte le combinazioni vincolate dei punteggi di maturità dentale mostrati nella matrice  $\Gamma$  (Tabella 1), che porta alle età di particolare interesse forense (cioè, 13.8, 14.0 e 16.0 anni). Quindi, tra le  $3^7$  combinazioni degli stadi F, G e H sono state considerate solo quelle che generano l'età selezionata.

Oltre al metodo indiretto, il presente approccio metodologico richiede di prendere in considerazione altri due fattori importanti che possono influenzare la stima dell'età:

“Discretizzazione del punteggio”

“Mal condizionamento” dei vari stadi dentali calcolati da Demirjian et al.<sup>54</sup>.

---

<sup>54</sup> Op. cit. sub. 40

## 2.2. Discretizzazione del punteggio

La matrice  $\Gamma$  è chiaramente discreta. In generale, ciò significa che un processo continuo, come il grado di maturazione di ciascun dente, è arbitrariamente suddiviso in fasi discrete di maturazione.

Ciò significa anche che quando si verifica un'incertezza tra due gradi consecutivi di stadi di maturazione (ad esempio, F e G) dello stesso dente, il valutatore è costretto a scegliere solo uno dei due stadi di maturazione (F o G). La stima di frazioni di fase di maturazione di ciascun dente non è contemplata dal metodo DEM. In questi casi, definiti *borderline*, viene sempre assegnato lo stadio precedente (Demirjian et al. 1973). Questo fattore, che può verificarsi anche per più di un singolo elemento dentale, può costituire un'ulteriore limitazione nella stima dell'età, che a sua volta rende problematica l'applicazione del metodo DEM.

In teoria, il numero di stadi dovrebbe risultare dal numero di stadi sufficienti a quantificare la variabilità e a mantenere un'adeguata affidabilità. Infatti, mentre un numero eccessivo di stadi riduce l'affidabilità, un numero eccessivamente ridotto di essi compromette la sensibilità<sup>55</sup>. Questo fenomeno matematico è noto come "*scoring discretization*".

---

<sup>55</sup> H.M. Liversidge, Dental age revisited, in: J.D. Irish, G.C. Nelson (Eds.), *Technique and Application in Dental Anthropology*, Cambridge University Press, Cambridge, 2008, pp. 73–113

### 2.3. Mal condizionamento

Nel loro lavoro, DEM et al. riportano la tabella di conversione cronologica dell'età chiamata "Conversione delle fasi di sviluppo dell'età dentale (7 denti)", per i maschi.

Nel diagramma seguente (Fig.3) è riportato in ascisse il MS e in ordinata la corrispondente età cronologica. E' ben visibile l'andamento cosiddetto sigmoideale di tale curva.

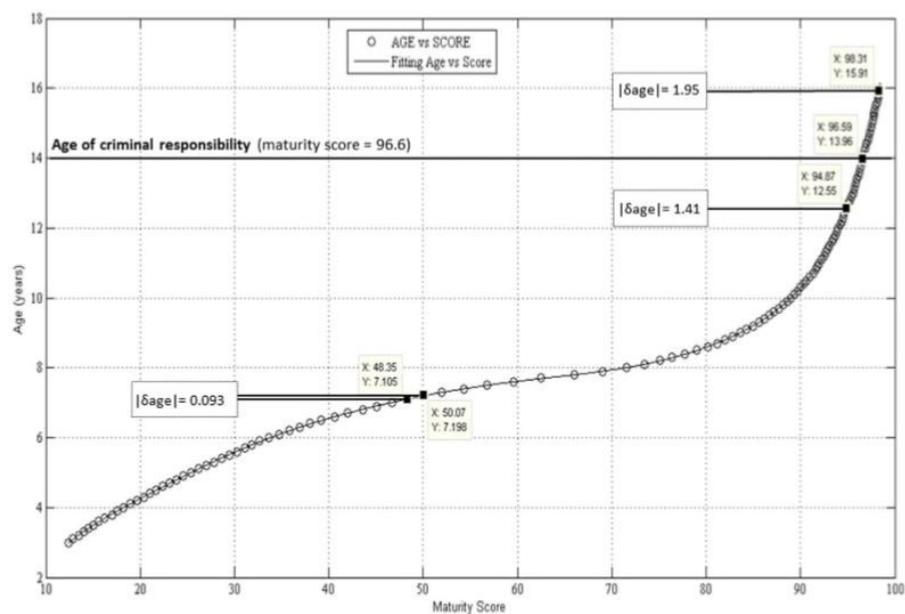


Fig. 3. Mal condizionamento, andamento della curva di MS vs età (anni).

Il *trend* sigmoideale di tali valori causa il problema noto come "*bad conditioning*". Nel caso oggetto di studio, questo fenomeno matematico comporta una variazione eccessiva dell'età cronologica per piccoli cambiamenti del MS concentrati proprio nell'intorno di 14 anni (l'età di interesse medico-legale nel nostro esempio). In altre parole, più ripida è

la pendenza del diagramma, maggiore è l'errore di determinazione con l'aumentare dell'età.

Per descrivere meglio questo fenomeno è stato usato per un setting una interpolazione polinomiale di 9° grado e il metodo linear least squares (accuratezza di adattamento:  $SSE = 0.05893$ ,  $R^2 = 1$ , Adjusted  $R^2 = 1$ ,  $RMSE = 0.02207$ ) per mostrare, il più accuratamente possibile, il trend di MS vs età.

Infine, per la valutazione biologica delle fasi di maturazione dentale si è fatto riferimento alle statistiche riportate da Demirjian e Levesque<sup>56</sup> e Liversidge<sup>57</sup>, mostrato per una migliore leggibilità in Tabella 2.

---

<sup>56</sup> Op. cit. sub. 51

<sup>57</sup> Op. cit. sub. 50

Tooth	Stage of maturation	Median(*) (Demirjian)	Mean(**) (Liversidge)	SD (Liversidge)
I <sub>1</sub>	F	5.7	6.02	0.38
	G	6.8	6.97	0.40
	H	8.5	8.35	0.60
I <sub>2</sub>	F	6.5	6.68	0.38
	G	7.7	7.82	0.47
	H	9.6	9.41	0.65
C	F	8.5	8.51	0.51
	G	10.6	11.04	0.61
	H	13.4	13.23	0.64
PM <sub>1</sub>	F	9.1	9.19	0.53
	G	10.8	11.44	0.62
	H	13.4	13.03	0.64
PM <sub>2</sub>	F	9.6	9.83	0.69
	G	11.6	12.26	0.75
	H	14.2	14.09	0.73
M <sub>1</sub>	F	5.4	5.46	0.41
	G	6.7	6.84	0.48
	H	10.2	9.95	0.71
M <sub>2</sub>	F	10.4	10.68	0.60
	G	12.0	12.18	0.60
	H	15.3	15.22	0.71

Tab. 2. Statistica: (\*) età media di raggiungimento di ogni fase dello sviluppo; (\*\*) età media di accesso agli stadi del dente di Demirjian per i denti permanenti mandibolari.

In particolare, Demirjian et al.<sup>58</sup> non forniscono alcun valore statistico per la popolazione canado-francese del 1973, il che avrebbe consentito di determinare un intervallo di confidenza al 95% (IC<sub>95</sub>).

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

<sup>58</sup> Op. cit. sub. 40

## CAPITOLO 3

### RISULTATI

I seguenti esempi sono finalizzati ad illustrare, con un semplice ma rigoroso approccio matematico e biologico, le incongruenze del metodo DEM, evidenziando i principali punti di debolezza per quei casi di interesse medico-legale.

Si riporta come primo esempio la stima dell'età di un presunto 14enne maschio. L'applicazione del metodo indiretto produce tre possibili percorsi distinti di punteggio, la cui somma, totalizzante MS=96.6, corrisponde all'età cronologica di 14 anni (Tabella 3).

Tooth	Score 1st comb.	Dental stage 1st comb.	Score 2nd comb.	Dental stage 2nd comb.	Score 3rd comb.	Dental stage 3rd comb.
I <sub>1</sub>	11.8	H	11.8	H	11.8	H
I <sub>2</sub>	13.7	H	13.7	H	13.7	H
C	11.9	H	11.9	H	11.9	H
PM <sub>1</sub>	12.3	<b>F</b>	13.5	H	13.5	H
PM <sub>2</sub>	14.4	H	13.2	<b>G</b>	12.8	<b>F</b>
M <sub>1</sub>	19.3	H	19.3	H	19.3	H
M <sub>2</sub>	13.2	<b>F</b>	13.2	<b>F</b>	13.6	<b>G</b>
MS	<b>96.6</b>		<b>96.6</b>		<b>96.6</b>	

Tab. 3. Combinazione di fasi dentali per un ragazzo di 14 anni ottenuti applicando il metodo indiretto. I valori in grassetto rappresentano stadi biologici non realistici.

In Tabella 4 è riassunto l'altro esempio di un ragazzo di 13.8 anni (MS=96.4). Applicando il metodo indiretto, esistono solo due combinazioni possibili di stadi dentali che portano a 13.8 anni.

Tooth	Score 1st comb.	Dental stage 1st comb.	Score 2nd comb.	Dental stage 2nd comb.
I <sub>1</sub>	11.8	H	11.8	<b>G</b>
I <sub>2</sub>	11.7	<b>G</b>	13.7	H
C	11.9	H	10.0	H
PM <sub>1</sub>	13.5	H	12.7	H
PM <sub>2</sub>	12.8	<b>F</b>	14.4	<b>H</b>
M <sub>1</sub>	19.3	H	19.3	H
M <sub>2</sub>	15.4	<b>H</b>	15.4	<b>H</b>
MS	<b>96.4</b>		<b>96.4</b>	

Tab. 4. Combinazioni di fasi dentali per un ragazzo di 13,8 anni ottenuti applicando il metodo indiretto. I valori in grassetto rappresentano stadi biologici non realistici.

Infine, l'esempio che segue, riguarda un ragazzo che si suppone abbia 16 anni di età. Applicando il metodo indiretto, esiste una sola possibile combinazione di maturazione dei punteggi dentali che portano all'età cronologica di un ragazzo di 16 anni (MS=98.4) (Tabella 5).

Tooth	Score	Dental stage
I <sub>1</sub>	11.8	H
I <sub>2</sub>	13.7	H
C	11.9	H
PM <sub>1</sub>	13.5	H
PM <sub>2</sub>	12.8	<b>F</b>
M <sub>1</sub>	19.3	H
M <sub>2</sub>	15.4	H
MS	<b>98.4</b>	

Tab. 5. Combinazioni di fasi dentali per un ragazzo di 16 anni ottenute applicando il metodo indiretto. I valori in grassetto rappresentano stadi biologici non realistici.

La Tabella 6 mostra i valori riportati nella Tabella 5 (16 anni, maschio) e altre cinque colonne: la mediana della maturazione

dell'età dentale<sup>59</sup>, la media statistica per la previsione dell'età per gli stadi del dente mandibolare di Liversidge<sup>60</sup>, la SD corrispondente e la media+1SD corrispondente per i maschi. L'ultima colonna a destra mostra lo stadio di maturazione più probabile (da un punto di vista biologico) per un ragazzo di 16 anni. La mediana, media e media+1SD identificano l'età di maturazione dentale a cui corrisponde la più probabile fase di maturazione riportata nell'ultima colonna.

Tooth	Score	Dental stage (indirect method)	Median (years) DEM	Mean (years) Liv.	SD (years) Liv.	Mean+SD (years) Liv.	Most likely maturation stage
I <sub>1</sub>	11.8	H	8.5	8.35	0.60	8.95	H
I <sub>2</sub>	13.7	H	9.6	9.41	0.65	10.06	H
C	11.9	H	13.4	13.23	0.64	13.87	H
PM <sub>1</sub>	13.5	H	13.4	13.03	0.64	13.67	H
PM <sub>2</sub>	12.8	<b>F</b>	<b>14.4</b>	<b>14.09</b>	<b>0.73</b>	<b>14.82</b>	<b>H</b>
M <sub>1</sub>	19.3	H	10.2	9.95	0.71	10.66	H
M <sub>2</sub>	15.4	H	15.3	15.22	0.71	15.93	H
MS	<b>98.4</b>						<b>100</b>

Tab. 6. Studio dell'età più probabile della fase di maturazione dentale (età considerata maschio di 16 anni). I valori in grassetto rappresentano stadi biologici non realistici.

Analoghi dati sono riportati nella Tabella 7 (dalla Tabella 4) e nella Tabella 8 (dalla Tabella 3) per un presunto ragazzo di 13.8 e 14.0 anni, rispettivamente.

Tooth	Score 1st comb.	Dental stage 1st comb.	Score 2nd comb.	Dental stage 2nd comb.	Median (years) DEM	Mean (years) Liv.	SD (years) Liv.	Mean +SD (years) Liv.	Most likely maturation stage
I <sub>1</sub>	11.8	H	11.8	<b>G</b>	8.5	8.35	0.60	8.95	H
I <sub>2</sub>	11.7	<b>G</b>	13.7	H	9.6	9.41	0.65	10.06	H
C	11.9	H	10.0	H	13.4	13.23	0.64	13.87	H
PM <sub>1</sub>	13.5	H	12.7	H	13.4	13.03	0.64	13.67	H
PM <sub>2</sub>	12.8	<b>F</b>	14.4	<b>H</b>	<b>11.6</b>	<b>12.26</b>	<b>0.75</b>	<b>13.01</b>	<b>G</b>
M <sub>1</sub>	19.3	H	19.3	H	10.2	9.95	0.71	10.66	H
M <sub>2</sub>	15.4	<b>H</b>	15.4	<b>H</b>	<b>12.0</b>	<b>12.18</b>	<b>0.60</b>	<b>12.78</b>	<b>G</b>
MS	<b>96.4</b>		<b>96.4</b>						<b>97.0</b>

Tab. 7. Studio dell'età più probabile della fase di maturazione dentale (età considerata maschio di 13.8 anni). I valori in grassetto rappresentano stadi biologici non realistici.

<sup>59</sup> Op. cit. sub. 40

<sup>60</sup> Op. cit. sub. 48

Tooth	Score	Dental stage	Score	Dental stage	Score	Dental stage	Median (years)	Mean (years)	SD (years)	Mean + SD (years)	Most likely maturation stage
	1st comb.	1st comb.	2nd comb.	2nd comb.	3rd comb.	3rd comb.	DEM	Liv.	Liv.	Liv.	
I <sub>1</sub>	11.8	H	11.8	H	11.8	H	8.5	8.35	0.60	8.95	H
I <sub>2</sub>	13.7	H	13.7	H	13.7	H	9.6	9.41	0.65	10.06	H
C	11.9	H	11.9	H	11.9	H	13.4	13.23	0.64	13.87	H
PM <sub>1</sub>	12.3	F	13.5	H	13.5	H	12.2	13.03	0.64	13.67	H
PM <sub>2</sub>	14.4	H	13.2	G	12.8	F	<b>11.6</b>	<b>12.26</b>	<b>0.75</b>	<b>13.01</b>	G
M <sub>1</sub>	19.3	H	19.3	H	19.3	H	10.2	9.95	0.71	10.66	H
M <sub>2</sub>	13.2	F	13.2	F	13.6	G	<b>12.0</b>	<b>12.18</b>	<b>0.60</b>	<b>12.78</b>	G
MS	<b>96.6</b>		<b>96.6</b>		<b>96.6</b>						<b>97.0</b>

Tab. 8. Studio dell'età più probabile della fase di maturazione dentale (età considerata maschio di 14 anni). I valori in grassetto rappresentano stadi biologici non realistici.

Infine, applicando la stessa argomentazione fatta per le Tabelle precedenti, nella Tabella 9 è riportato il più probabile MS per un maschio di età compresa tra 13.8 e 16.0 anni sia per Demirjian che per Liversidge.

AGE	MS	Most likely age (DEM)	Most likely MS (DEM)	Error (DEM)	Most likely age (LIV)	Most likely MS (LIV)	Error (LIV)
13,8	96,4	14,4	97,0	+0,6	14,4	97,0	+0,6
13,9	96,5	14,4	97,0	+0,5	15,7	98,2	+1,8
14,0	96,4	14,4	97,0	+0,6	15,7	98,2	+1,7
14,1	96,7	14,4	97,0	+0,3	15,7	98,2	+1,6
14,2	96,8	15,7	98,2	+1,5	15,7	98,2	+1,5
14,3	96,9	15,7	98,2	+1,4	15,7	98,2	+1,4
14,4	97,0	15,7	98,2	+1,3	15,7	98,2	+1,3
14,5	97,1	15,7	98,2	+1,2	15,7	98,2	+1,2
14,6	97,2	15,7	98,2	+1,1	ind	100,0	ind
14,7	97,3	15,7	98,2	+1,0	ind	100,0	ind
14,8	97,4	15,7	98,2	+0,9	ind	100,0	ind
14,9	97,5	15,7	98,2	+0,8	ind	100,0	ind
15,0	97,6	15,7	98,2	+0,7	ind	100,0	ind
15,1	97,7	15,7	98,2	+0,6	ind	100,0	ind
15,2	97,8	15,7	98,2	+0,5	ind	100,0	ind
15,3	97,8	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
15,4	97,9	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
15,5	98,0	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
15,6	98,1	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
15,7	98,2	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
15,8	98,2	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
15,9	98,3	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind
16,0	98,4	ind	100,0	ind	ind	100,0	ind

Tab. 9. Studio dell'età più probabile della fase di maturazione dentale (età considerata maschio da 13.8 a 16.0 anni).

Legenda: ind = valore indeterminabile / valore non fornito.

ETÀ = età analizzata (tabelle di Demirjian da Demirjian et al.).

MS = MS corrispondente all'età analizzata, secondo il metodo di Demirjian (Demirjian et al.).

Età più probabile (DEM) = l'età più probabile ottenuta applicando sia il nostro metodo sia le statistiche della DEM.

MS più probabile (DEM) = la MS corrispondente all'età più probabile calcolata dalle statistiche della DEM.

Errore DEM = differenza tra l'età più probabile rispetto alle statistiche DEM e l'età analizzata.

Età più probabile (LIV) = età più probabile ottenuta applicando sia il nostro metodo sia le statistiche della LIV.

MS più probabile (LIV) = la MS corrispondente all'età più probabile calcolata dalle statistiche della LIV.

MS più probabile (LIV) = la MS corrispondente all'età più probabile calcolata dalle statistiche della LIV.

Errore LIV = differenza tra l'età più probabile dalle statistiche LIV e l'età analizzata.

DEM = Demirjian.

LIV = Liversidge.

## **CAPITOLO 4**

### **DISCUSSIONE**

È importante sottolineare che anche Chaillet e Demirjian<sup>61</sup> suggeriscono l'adozione del Metodo DEM per la valutazione dell'età di un individuo in campo clinico. In realtà, essi affermano che il metodo è adatto ai medici per conoscere la deviazione della maturazione dentale di un soggetto in fase di crescita in relazione all'età cronologica dichiarata, ma è inappropriato per la stima dell'età in ambito forense dove l'età è da determinare.

Infatti, la valutazione dell'età in ambito clinico si riferisce alla corrispondenza tra l'età cronologica nota di un bambino con l'età dentale valutata, mentre in ambito medico-legale l'età dell'individuo non è nota a priori ma deve essere stimata.

Ciononostante, il metodo DEM è ampiamente utilizzato per la sua semplicità di applicazione ed è attualmente adottato nel contesto medico-legale per la stima dell'età dei bambini dai 14 ai 16 anni. Ricordiamo che il MS è il risultato della combinazione di sette fasi di maturazione progressiva, valutate dal tecnico, a cui corrispondono i punteggi proposti da Demirjian et al. nel 1973.

La presente ricerca ha invertito il solito approccio. In realtà, non è stato applicato il metodo DEM per stimare l'età cronologica di un bambino di cui non avevamo alcuna informazione. Sono state

---

<sup>61</sup> N. Chaillet, A. Demirjian, Dental maturity in south France: a comparison between Demirjian's method and polynomial functions, J. Forensic Sci. 49 (2004) 1059–1066

determinate le combinazioni vincolate di punteggi proposti da Demirjian et al., che danno come somma un MS corrispondente a un'età cronologica di interesse forense (ovvero 13.8, 14.0 e 16.0 anni), fissata a priori. Tale scelta è dovuta alla necessità di verificare la congruenza biologica degli stadi di maturazione dentale le cui combinazioni portano a quelle età di interesse forense, in particolare nella fascia di età 13 - 16 anni.

Il punto principale di questo approccio è quello di rispondere alla seguente domanda: quali sono le combinazioni vincolate dei punteggi di maturazione dentale del metodo DEM che portano a una età prestabilita?

I risultati sono in linea con studi precedenti che segnalano una sovrastima di età applicando il metodo DEM<sup>62,63,64,65</sup>. Sovrastima che è riconosciuta dallo stesso autore<sup>66</sup>.

Gli Autori sostengono che, per tenere conto delle differenze biologiche inter-etniche che possono presentare un maggiore pregiudizio nella stima dell'età, è fondamentale creare un database rappresentativo di ciascuna popolazione. Pertanto, quando la popolazione di origine del bambino è sconosciuta o non sono disponibili statistiche

---

<sup>62</sup> M. Nyström, J. Haataja, M. Kataja, M. Evälahti, L. Peck, E. Kleemola-Kujala, Dental maturity in Finnish children, estimated from the development of seven permanent mandibular teeth, *Acta Odontol. Scand.* 44 (4) (1986) 193–198

<sup>63</sup> S.E. Lee, S.H. Lee, J.Y. Lee, H.K. Park, Y.K. Kim, Age estimation of Korean children based on dental maturity, *Forensic Sci. Int.* 178 (2–3) (2008) 125–131.

<sup>64</sup> R.M. Eid, R. Simi, M.N. Friggi, M. Fisberg, Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to years using Demirjian's method, *Int. J. Paediatr. Dent.* 12 (2002) 423–428

<sup>65</sup> G. Willems, A. Van Olmen, B. Spiessens, C. Carels, Dental age assessment in Belgian children: Demirjian's technique revisited, *J. Forensic Sci.* 46 (2001) 893–895

<sup>66</sup> Op. cit. sub. 60

sulla maturazione dentale nel suo paese natale, in tutti questi casi, che tipo di statistiche realistiche di punteggio di maturazione dentale devono essere utilizzate dal tecnico nominato dal tribunale per stimare l'età?

A causa della mancanza di dati di riferimento relativi a bambini provenienti da paesi diversi da quelli studiati<sup>67</sup>, il metodo DEM può non fornire stime affidabili di età in tutti i casi in cui l'affidabilità e l'accuratezza sono fondamentali per determinare lo *status* giuridico degli individui<sup>68</sup>.

In generale, poiché la variabilità interetnica e interindividuale è intrinseca in tutte le analisi statistiche, in cui si verificano determinazioni biologiche (ad es. età, sesso, statura, ecc.), si tenga presente che nei casi di interesse medico-legale dovrebbe essere opportuno considerare il calcolo di almeno un CI<sub>95</sub>. Purtroppo, questo non è possibile attraverso l'uso del metodo DEM, poiché non fornisce parametri statistici (ad esempio, media, deviazione standard, standard di errore) necessari per tale valutazione (IC<sub>95</sub>). Inoltre, si è dimostrato che il MS è influenzato da due fattori molto critici: discretizzazione del punteggio e mal condizionamento.

Si deve prendere in considerazione la scelta obbligata di uno stadio consecutivo di sviluppo dentale in un contesto di discretizzazione del punteggio, che, per l'intervallo di interesse forense (13 - 16 anni), coinvolge solo uno o due denti che non hanno ancora completato la

---

<sup>67</sup> T. Smith, L. Brownlees, *Age Assessment Practices: A Literature Review & Annotated Bibliography*, United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, New York, 2011.

<sup>68</sup> A. Teivens, H. Mornstad, A modification of the Demirjian method for age estimation in children, *J. Forensic Odontostomatol.* 19 (2) (2001) 26-30

maturazione. Infatti, l'intervallo 13 - 16 anni soffre più di altri le conseguenze di amplificazione dell'errore dovuto alla discretizzazione.

Pertanto, proprio l'intervallo 13-16 di interesse forense è privo del necessario "affinamento" relativo agli stadi di maturazione dentale. Ne consegue che nel suddetto intervallo la precisione dell'età è più importante dell'accuratezza.

Il problema del mal condizionamento è ben osservabile in Fig. 3, dove è tracciata la tendenza del MS rispetto all'età (espressa in anni). Osserviamo che, per piccole variazioni di MS, l'età mostra una significativa variazione man mano che ci avviciniamo alla zona di mal condizionamento, cioè nell'intorno di 14 anni e oltre.

La Fig. 3 evidenzia anche l'età della responsabilità penale (14 anni, maschio) corrispondente a  $MS=96.6$ .

Per meglio illustrare le conseguenze del mal condizionamento e le discrepanze del metodo DEM supponiamo le seguenti due circostanze: un bambino di 7 anni ( $MS = 46.7$ ); un ragazzo di 14.0 anni ( $MS = 96.6$ ). Nel primo caso, se lo specialista, invece di ottenere  $MS=46.7$  (7 anni), calcola  $MS=48.3$  (7.1 anni), sopravvaluta l'età di appena 0.1 anni ( $7.1 - 7.0 = +0.1$  anni, +1,43%) (Fig. 3).

Nel secondo caso del ragazzo di 14 anni, se lo specialista, invece di ottenere un  $MS=96.6$  (14.0 anni), calcola un  $MS=98.2$  (15.7 anni), sopravvaluta l'età del ragazzo di 1.7 anni ( $15.7 - 14.0 = +1.7$  anni, + 12,14%) (Fig. 3). È interessante notare che l'errore assoluto nel determinare MS sia nel primo ( $48.3 - 46.7$ ) che nel secondo caso ( $98.2 - 96.6$ ) è sempre lo stesso, cioè 1.6. Quanto sopra è spiegato perché la

pendenza della curva (Fig. 3) nel caso di un bambino di 7 anni è praticamente nulla.

Lo stesso non si può dire per la pendenza nell'intorno di 14 anni, dove la presenza di mal condizionamento è più concentrato (cioè, maggiore pendenza della curva) (Fig. 3).

Ciò che determina un buon o mal condizionamento dipende dal grado del polinomio interpolante l'evoluzione della funzione: MS *vs* età. Pertanto, se la interpolazione è data da un polinomio di  $n^{\text{esimo}}$  grado, l'errore, in termini di stima dell'età, è amplificato di un fattore pari a  $n$  (vedi SI2). Ciò si verifica anche se il valutatore commette solo un leggero errore nel calcolo di MS. Per superare la sovrastima dell'età dentale, Chaillet e Demirjian proposero un metodo basato sull'uso delle funzioni polinomiali di 2° e 3° grado.

A questo proposito, abbiamo dimostrato che l'uso di funzioni polinomiali di grado superiore aumenta il fenomeno del "mal condizionamento", che di fatto si accentua proprio nella fascia di età di interesse forense [vedi SI2]. Nel caso di una funzione polinomiale di 3° il fattore di amplificazione è uguale a 3, un eventuale errore commesso da un esperto nella valutazione del MS potrebbe avere un effetto fortemente fuorviante sulla stima dell'età, soprattutto in ambito forense. In effetti, l'errore sarebbe tre volte amplificato anche in presenza di differenze minime di MS.

La principale novità del presente lavoro è l'analisi di un terzo fattore legato alla combinazione di punteggi/stadi. Ricordiamo che il

metodo per derivare il punteggio è descritto in Goldstein<sup>69</sup> e Tanner et al.<sup>70</sup>, e che ad ogni stadio di maturazione dei sette denti è stato assegnato un punteggio specifico di genere, ponderato biologicamente<sup>71</sup>. Quindi i punteggi proposti da Demirjian et al. nel 1973 sono stati opportunamente "ponderati" per ridurre al minimo l'errore dovuto alla variabilità biologica interindividuale della popolazione canado-francese da cui è stato estratto il campione.

I tre esempi di cui si è discusso forniscono una spiegazione più approfondita del motivo per cui il metodo sopravvaluta tendenzialmente l'età. Come primo approccio, la discussione del problema è matematico e non biologica. Questo perché i punteggi proposti da Demirjian et al. erano matematicamente e statisticamente "ponderati".

Per spiegare meglio il ragionamento si prenda in considerazione l'esempio per la stima dell'età nel ragazzo di 16 anni, cui corrisponde un MS pari a 98.4. In questo caso la domanda può essere sintetizzata come segue: delle 2187 possibili combinazioni vincolate di punteggi, quale di queste rende MS uguale a 98.4, valido per un ragazzo di 16 anni?

Da un punto di vista biologico, è chiaro che queste combinazioni matematiche possono essere "realistiche" o "non realistiche". Tuttavia, seguendo l'approccio matematico del metodo DEM, abbiamo dimostrato che v'è solo una combinazione di punteggi a cui corrisponde una

---

<sup>69</sup> H. Goldstein, The choice of constraint in correspondence analysis, *Psychometrika* 52 (2) (1987) 207-215

<sup>70</sup> J.M. Tanner, R.H. Whitehouse, M.J.R. Healy, A New System for Estimating Skeletal Maturity from the Hand and Wrist, with Standards Derived from a Study of 2600 Healthy British Children, Centre International de l'Enfance, Paris, 1962.

<sup>71</sup> Op. cit. sub. 60

combinazione di stadi di maturazione dentale, la somma dei quali fornisce un MS uguale a 98.4, e cioè 16 anni (vedi Tabella 5). Sottolineiamo che qualsiasi altra combinazione vincolata di punteggi non genera l'età di 16 anni. Finora, l'aspetto matematico.

Per quanto riguarda invece l'aspetto biologico, al fine di migliorare l'analisi statistica biologica interindividuale oltre alla mediana riportata da Demirjian e Levesque<sup>72</sup>, abbiamo integrato tale mediana con la media e la SD riportate da Liversidge<sup>73</sup> nel lavoro intitolato "Demirjian stage tooth formation results from a large group of children", (Tabella 2). Si noti che il suo studio è stato condotto su un campione molto ampio, 4710 individui di sesso maschile con un *range* di età dai 2 ai 16 anni appartenenti a diverse popolazioni (Finlandia, Svezia, Inghilterra, Corea, Belgio, Australia, Canada e Francia).

Come dimostrato da Liversidge<sup>74</sup> così come la variabilità biologica interetnica, anche il "*bias*" derivante da individui appartenenti a popolazioni diverse dal popolo canado-francese è stato ridotto. Inoltre, utilizzando database ampi e misti sulle popolazioni in esame, nel suo successivo lavoro Liversidge<sup>75</sup> ha anche valutato l'aspetto della variabilità della popolazione e si è chiesto se queste differenze si verificano realmente, e se esse hanno un significato biologico, a causa di un certo numero di diversi fattori.

Tuttavia, al fine di valutare l'eventuale variabilità biologica delle

---

<sup>72</sup> Op. cit. sub. 51

<sup>73</sup> Op. cit. sub. 48

<sup>74</sup> Op. cit. sub. 72

<sup>75</sup> H.M. Liversidge, The assessment and interpretation of 1980, Goldstein and Tanner's dental maturity, *Ann. Hum. Biol.* 39 (5) (2012) 412–431

fasi di maturazione inter-individuali, è stata aggiunta la Tabella 6. Questa tabella mostra i valori riportati in Tabella 5 e cinque colonne aggiuntive: la mediana di Demirjian (1980)<sup>76</sup> e la media statistica, la corrispondente SD, la somma della media e la corrispondente SD per i maschi di Liversidge<sup>77</sup> (tutti i valori ottenuti dalla Tabella 2). In particolare, l'ultima colonna mostra lo "stadio di maturazione più probabile" ottenuto valutando i corrispondenti valori di età riportati nella 4° e 7° colonna.

Per quanto riguarda l'aspetto biologico, osservando la combinazione delle fasi di maturazione per ciascuno dei sette denti, si nota che PM2 è in fase F (Tabella 6). A parte l'evidenza statistica e biologica, l'esperienza in odontoiatria clinica dimostra anche che è improbabile che il PM2 sia allo stadio di maturazione F in un ragazzo di 16 anni, e questo va oltre ogni variabilità biologica interindividuale. Le statistiche confortano anche la suddetta conclusione, dal momento che PM2 è in fase di maturazione F già a 9.6 anni per Demirjian e 9.83 anni per Liversidge (vedi Tabella 2). E' del tutto improbabile che una variabilità biologica inter-individuale possa recuperare la differenza di circa 6 anni (vale a dire, da 9.6 a 16.0 anni).

Pertanto, la determinazione della combinazione delle sette fasi di maturazione di ciascun dente per ottenere un MS equivalente a 16 anni, è sicuramente una informazione matematica. In ogni caso, grazie ad essa si è potuto vedere cosa c'è dietro il metodo DEM ogni volta che si cerca

---

<sup>76</sup> Op. cit. sub. 51

<sup>77</sup> Op. cit. sub. 50

di valutare alcune importanti età cronologiche per scopi forensi. Ad esempio, un ragazzo di 16 anni, non può avere alcuna stima di età con il metodo DEM, perché (vedi Tabella 6), l'unica sequenza generata che ha un MS uguale a 98.4 (vale a dire, 16.0 anni, maschio) è chiaramente irrealistica da un punto di vista biologico.

Infatti, tutti i denti raggiungono una completa maturazione (fase H) ben prima dell'età ipotizzata di 16 anni (vedi Tabella 6, ultima colonna sulla la destra). Ne risulta un MS pari a 100, valore che non è incluso nella tabella di conversione fornita da Demirjian et al., nonostante il "sistema di punteggio universale" proposto sia applicabile dai 3 ai 17 anni. Le considerazioni matematiche sopra menzionate possono essere ripetute per le altre età considerate (14 e 13.8 anni) (vedere le Tabelle 3 e 4, rispettivamente).

Un corrispondente ragionamento biologico può essere applicato alle età 13.8 e 14.0 anni (vedere rispettivamente le Tabelle 7 e 8). In particolare, con riferimento alla Tabella 8 (maschio di 14 anni), si nota che tutte le combinazioni vincolate che generano una MS pari a 96.6 (14 anni) contengono almeno un paio di stadi di maturazione biologicamente incompatibili con l'età considerata. Considerando le statistiche di Demirjian e Levesque e Liversidge si ottiene un MS uguale a 97.0 cioè una età stimata di 14.4 anni (vedere l'ultima colonna delle Tabelle 7 e 8).

Infatti, se si prende in considerazione la prima combinazione, si nota che, con elevata probabilità, un ragazzo di 14 anni, avrà il PM1 in G o H. Se solo PM1 è in G allora MS=97.0, vale a dire, si ottiene 14.4 anni. Se solo PM1 è in H quindi MS=97.8, si ottiene 15.2

anni. Se entrambi i denti (PM 1 e M 2) sono in H abbiamo MS=100 (vedi le precedenti osservazioni fatte per lo studio di un ragazzo di 16 anni di età). Quindi, per tutte le combinazioni di cui sopra, ponendo, almeno per un dente, una fase di maturazione maggiore rispetto a quanto il metodo DEM stabilisce si genera una età certamente sopravvalutata.

L'applicazione di entrambe le statistiche di Demirjian, Levesque e Liversidge (vedere anche la Tabella 2) fornisce una chiara evidenza della sopravvalutazione dell'età da 13.8 a 15.2 anni e da 13.8 a 14.5 anni, rispettivamente. Come mostrato in Tabella 9, applicando il metodo statistico DEM si perviene ad un errore di stima dell'età da +0.3 anni a +1.5 anni, corrispondenti a 14.1 anni e 14.2 anni, rispettivamente. Nel caso di Liversidge, l'errore della stima dell'età è compreso tra +1.2 anni e +1.8 anni, corrispondente a 14.5 anni e 13.9 anni, rispettivamente. Inoltre, il metodo indiretto mostra che nel range d'età 15.3 a 16.0 anni i valori di MS sono maggiori di 98.4 (corrispondente a 16 anni), che è il valore massimo di MS riportato da Demirjian et al. Lo stesso ragionamento applicato al metodo statistico di Liversidge mostra che da 14.6 a 16.0 anni i valori di MS sono superiori a 98.4. Questo dimostra che oltre i 15.2 anni (Demirjian) o oltre i 14.5 anni (Liversidge), il metodo DEM non è più applicabile.

Pertanto, si può affermare che in tutti i casi, ponendo condizioni biologiche più prudenziali ma realistiche (basate sulla mediana e sulla media + 1SD), le età sono tutte sovrastimate.

E' stato notato che la sovrastima è sicuramente dovuta ai punteggi del metodo DEM utilizzati per stimare le età a cui

corrispondono le fasi di maturazione dentale. Tali punteggi in tutti gli esempi illustrati, si sono dimostrati " irrealistici " da un punto di vista biologico poiché determinano la sopravvalutazione allorquando, a partire dagli stadi ottenuti dalle combinazioni vincolate, vengono sostituiti con quelli biologicamente più probabili.

Infine anche il *bias* relativo alla provenienza geografica del minore si è dimostrato essere un falso problema con riferimento al lavoro della Liversidge.

## CONCLUSIONI

In conclusione possiamo affermare che lo studio costituisce, da un punto di vista matematico-logico nonché biologico la prima analisi approfondita del “sistema di valutazione dell'età dentale” proposta da Demirjian e collaboratori nel 1973.

Sono emerse diverse incongruenze, la maggior parte derivanti dalla mancanza di corrispondenza tra l'evoluzione temporale di alcuni elementi dentali e la tempistica della loro maturazione, così come l'eccessiva discretizzazione delle fasi di maturità dentale e il mal condizionamento che causa una significativa sovrastima dell'età.

Pertanto, è stato evidenziato che anche un minimo errore commesso dal valutatore, sebbene esperto nella stima dell'età, è tale da portare ad una significativa sovrastima dell'età.

Il mal condizionamento, la discretizzazione del dato e le discrepanze biologiche dei punteggi di maturazione, dimostrate attraverso l'approccio indiretto, rendono il metodo DEM poco affidabile allorquando l'età è prossima ai 14 anni dove le probabilità di commettere un errore nella stima dell'età aumentano drasticamente.

Coerentemente, si è osservato che l'intervallo di età 13 - 16 anni per un maschio, età di interesse nei casi medico-legali, coincide con un significativo mal condizionamento. Ciò significa che è probabile che gli errori relativi / assoluti aumentino rispetto all'età reale dell'individuo, anche quando il MS varia di poco.

L' applicazione del metodo DEM in ambito forense per stimare

l'età di un minore vivente implica da parte del perito nominato, ad esempio, da un tribunale, una piena e consapevole conoscenza del suo valore reale e dei limiti di applicabilità. Il metodo DEM, quando applicato, in particolare per stabilire l'eventuale imputabilità di un minore, comporta notevoli approssimazioni che, di fatto, vanifica l'indubbio vantaggio legato alla sua facile applicazione.

In conclusione, i risultati suggeriscono che la metodologia proposta da Demirjian e collaboratori non è raccomandabile in valutazioni medico-legali dei minori non accompagnati.

In questi casi, una eventuale sovrastima dell'età potrebbe avere gravi ripercussioni soprattutto sulla capacità di questi individui di ottenere pieno accesso ai loro diritti sociali, economici e legali.

## BIBLIOGRAFIA

- 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-QUmFLSP0jCzn 2TQ2&uniq=1447080541093](https://webmail-sso.unina.it/horde/imp/view.php?ctype=application%2Fpdf&actionID=view_attach&id=2&muid=%7B5%7DINBOX69378&view_token=7yPt7p-QUmFLSP0jCzn 2TQ2&uniq=1447080541093)
- UNHCR, Protecting Children on the Move, <https://www.unhcr.it>
- <https://www.interno.gov.it/it/sala-stampa/dati-e-statistiche/sbarchi-e-accoglienza-dei-migranti-tutti-i-dati>, ultima consul, gennaio 2020
- UNHCR, Protecting Children on the Move, <http://www.unhcr.it/news/dir/91/view/1273/protecting-children-on-the-move-127300.html>
- UNICEF, Progress for Children: Achieving the MDGs with Equity, 2010, [http://www.unicef.org/publications/index\\_55740.html](http://www.unicef.org/publications/index_55740.html)
- UNICEF, Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography, aprile 2011, [http://www.unicef.org/protection/Age\\_Assessment\\_Practices\\_2010.pdf](http://www.unicef.org/protection/Age_Assessment_Practices_2010.pdf)
- Agenzia dell'Unione europea per i diritti fondamentali (di seguito FRA), Separated, asylum-seeking children in European Union Member States, aprile 2010,

<http://fra.europa.eu/en/publication/2012/separated-asylum-seekingchildren-european-union-member-states>

- <https://www.interno.gov.it/it/speciali/nuova-normativa-immigrazione-e-sicurezza-pubblica>, ultima consul, gennaio 2020
- 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>
- 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>
- Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011
- 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>
- Crawley H. When Is a Child Not a Child? Asylum, Age Disputes, and the Process Age Assessment. London: Immigration Law

Practitioners Association (ILPA), 2007

- 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>
- 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>
- Parkes A. Children and international human rights law: the right of the child to be heard. New York: Routledge, 2013; pp. 151-179
- Child Rights International Network (CRIN). Minimum ages of criminal responsibility in Europe, available at <https://www.crin.org/en/home/ages/europe>
- Thevissen P. Dental Age Estimation in Sub-adults: Striving for an Optimal Approach. Leuven: Leuven University Press, 2013
- 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

- Medicina Legale e delle Assicurazioni di GA Norelli, C Buccelli, V Fineschi. Piccin Editore, Padova, 2014
- P. Di Lorenzo, Identificazione individuale in Medicina Legale e delle Assicurazioni di GA Norelli, C Buccelli, V Fineschi. Piccin Editore, Padova, 2014
- 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
- Greulich e Pyle, 1950-1959; Tanner e Whitehouse TW1, TW2, TW3, 1975-2001; Roche et al. FELS, 1988
- Buccelli C., Stara C.R.G., Di Lorenzo P.: "I contributi dell'odontoiatria nella identificazione personale". *Doctor Os*. 2004; XV (4): 404-5
- 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
- Fèdèration Dentaire Internationale (FDI), 1962
- 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
- Grandi M., Cattaneo C.: "L'identificazione del cadavere e dei resti umani", 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
- Manson-Hing, 1982, Wod, 1982.

- Radiologia Forense, Buccelli et al., ed. Mediserve gennaio 2000.
- 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
- 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
- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new System of Dental Age Assessment. J Human Biol. 1973; 45:211-227
- J.M. Tanner, Growth and maturation during adolescence, Nutr. Rev. 39 (1981) 43-55
- 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)
- Nolla CM. The development of permanent teeth. J Dent Child

1960; 27:254

- 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
- H.M. Liversidge, Demirjian stage tooth formation results from a large group of children, *Dent. Anthropol.* 23 (1) (2010) 16-23-24
- Smith T, Brownlees L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, 2011
- 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
- Demirjian, G.Y. Levesque, Sexual differences in dental development and prediction of emergence, *J. Dent. Res.* 59 (July (7)) (1980) 1110-1122
- V. Pinchi, G.A. Norelli, F. Pradella, G. Vitale, D. Rugo, M. Nieri, 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.* 30 (2012) 17-25
- H.M. Liversidge, Dental age revisited, in: J.D. Irish, G.C. Nelson (Eds.), *Technique and Application in Dental Anthropology,* Cambridge University Press, Cambridge, 2008, pp. 73-113

- N. Chaillet, A. Demirjian, Dental maturity in south France: a comparison between Demirjian's method and polynomial functions, *J. Forensic Sci.* 49 (2004) 1059–1066
- M. Nyström, J. Haataja, M. Kataja, M. Evälahti, L. Peck, E. Kleemola-Kujala, Dental maturity in Finnish children, estimated from the development of seven permanent mandibular teeth, *Acta Odontol. Scand.* 44 (4) (1986) 193–198
- S.E. Lee, S.H. Lee, J.Y. Lee, H.K. Park, Y.K. Kim, Age estimation of Korean children based on dental maturity, *Forensic Sci. Int.* 178 (2–3) (2008) 125–131
- R.M. Eid, R. Simi, M.N. Friggi, M. Fisberg, Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to years using Demirjian's method, *Int. J. Paediatr. Dent.* 12 (2002) 423–428
- G. Willems, A. Van Olmen, B. Spiessens, C. Carels, Dental age assessment in Belgian children: Demirjian's technique revisited, *J. Forensic Sci.* 46 (2001) 893–895
- T. Smith, L. Brownlees, *Age Assessment Practices: A Literature Review & Annotated Bibliography*, United Nations Children's Fund (UNICEF), Child Protection Section, New York, 2011
- Teivens, H. Mornstad, A modification of the Demirjian method for age estimation in children, *J. Forensic Odontostomatol.* 19 (2) (2001) 26–30
- H. Goldstein, The choice of constraint in correspondence analysis, *Psychometrika* 52 (2) (1987) 207–215

- J.M. Tanner, R.H. Whitehouse, M.J.R. Healy, A New System for Estimating Skeletal Maturity from the Hand and Wrist, with Standards Derived from a Study of 2600 Healthy British Children, Centre International de l'Enfance, Paris, 1962.
- H.M. Liversidge, The assessment and interpretation of 1980, Goldstein and Tanner's dental maturity, *Ann. Hum. Biol.* 39 (5) (2012) 412–431

# **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).

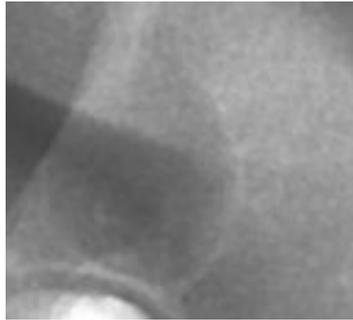
Se viene indicato solo un criterio, questo basta per indicare lo stadio di maturazione in cui viene assegnato.

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

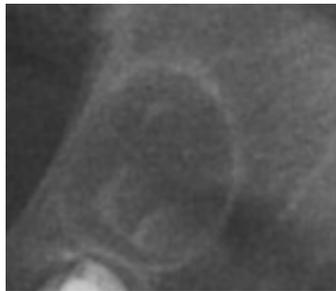
Se sono presenti tre criteri devono essere soddisfatti i primi due perché quello stadio di maturazione sia considerato raggiunto.

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)

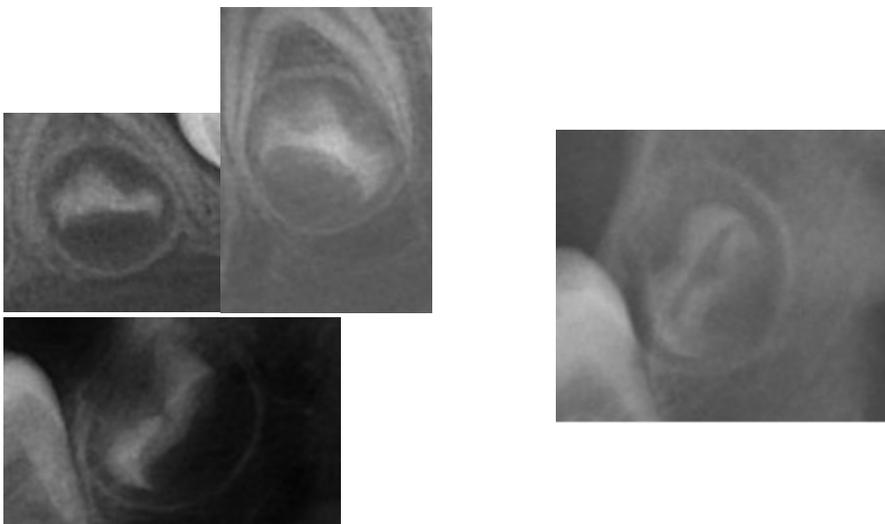
**Stadio 0:** Cripta Vuota



**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

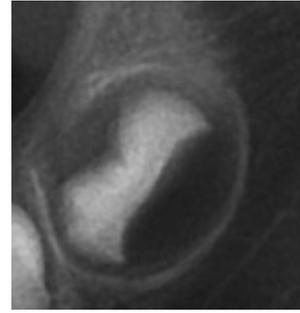
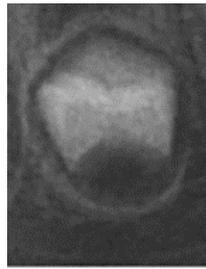
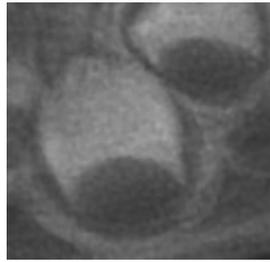


**Stadio B** La confluenza dei punti di calcificazione forma una o un insieme di cuspidi che unite danno origine ad una superficie oclusale regolarmente contornata.



### **Stadio C**

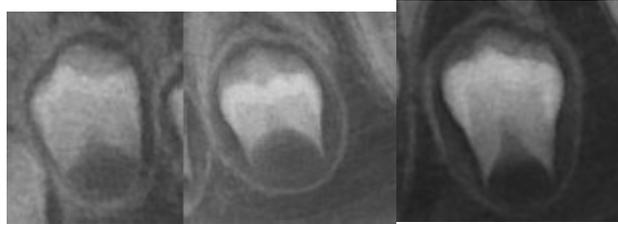
- a) lo smalto si estende e converge verso la regione cervicale;
- b) si nota un inizio di deposito dentinale;
- c) il contorno della camera pulpare assume una forma curva al bordo occlusale.



### **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**

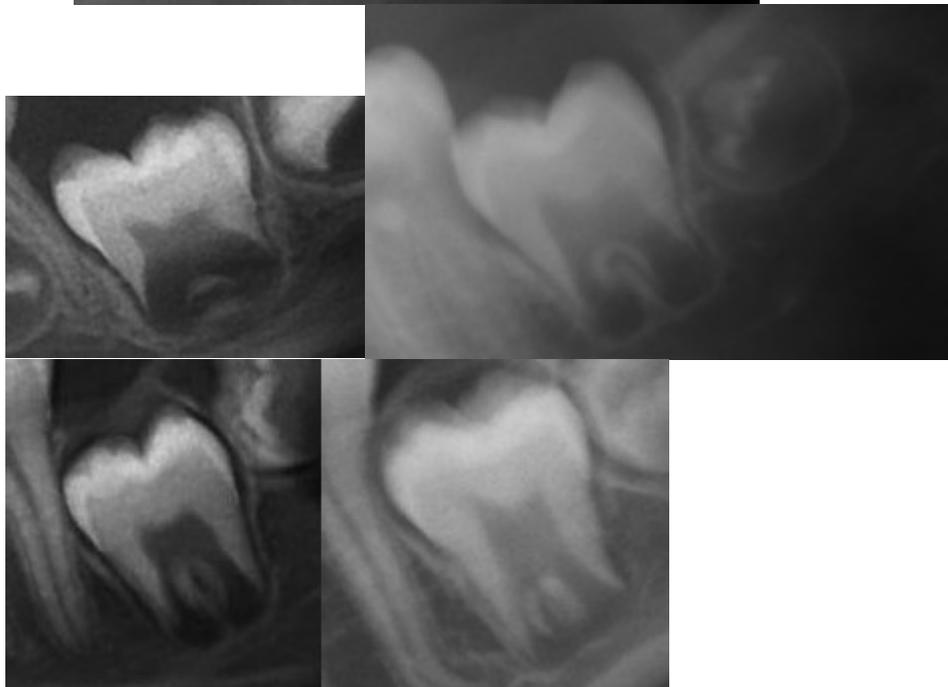
- incisivi, canini e premolari
  - a) le pareti della camera pulpare formano delle linee rette la cui continuità è interrotta dalla presenza del cornetto pulpare che è più largo che nel precedente stadio;
  - b) la lunghezza delle radici è minore della lunghezza della corona



- 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.

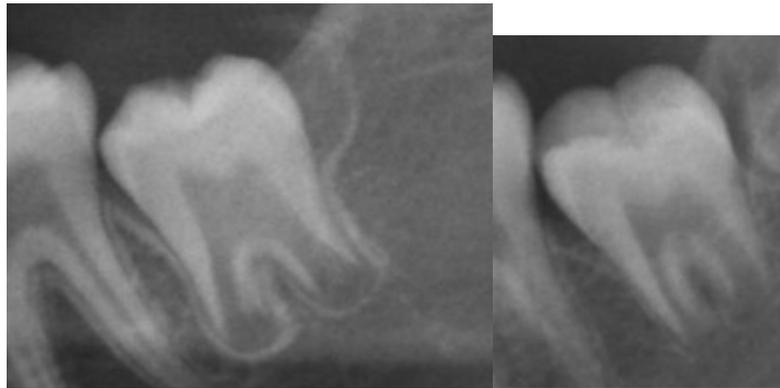


## Stadio F

- 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.

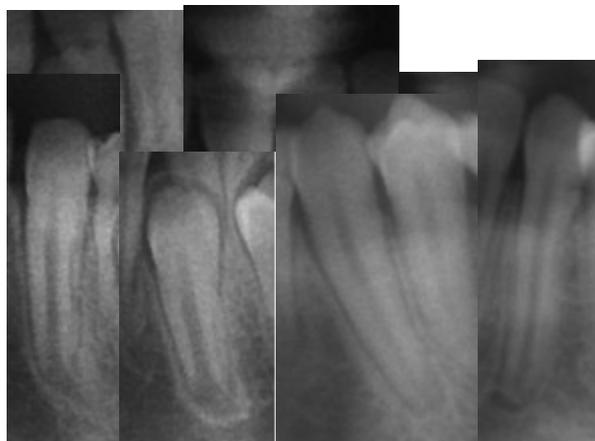


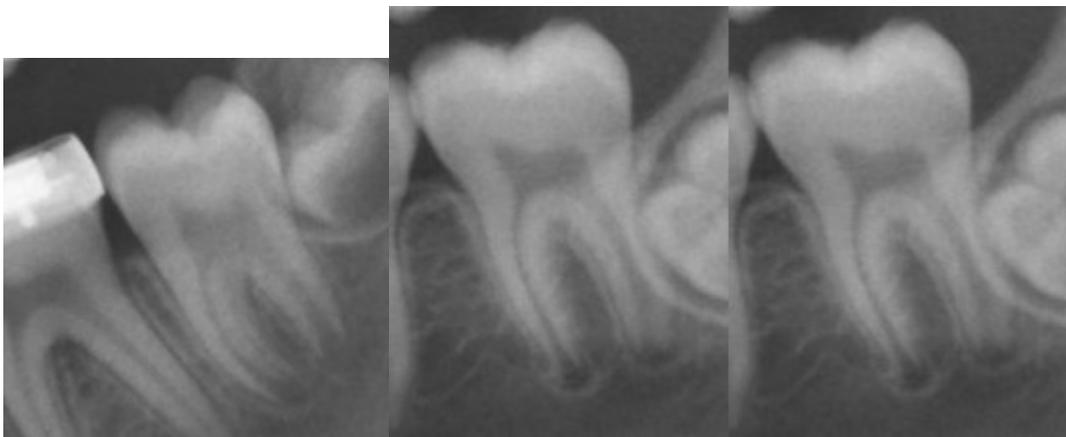
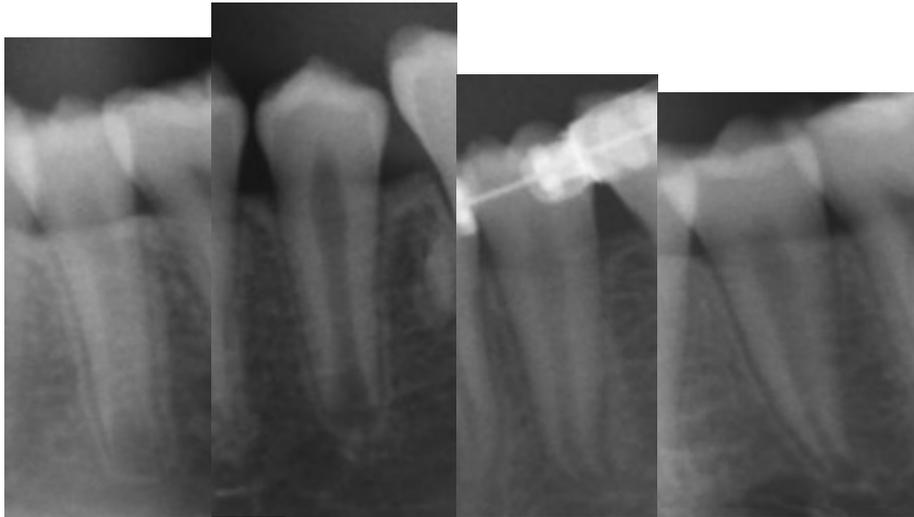
- molari
- a) la regione calcificata inter-radicolare si è ulteriormente sviluppata dando alle radici un contorno più definito e sviluppato terminando a forma di imbuto;
  - b) la lunghezza delle radici è uguale o maggiore dell'altezza della corona.



### **Stadio G**

- a) le pareti dei canali radicolari sono paralleli e l'apice è parzialmente aperto (nei molari si considera quello distale).

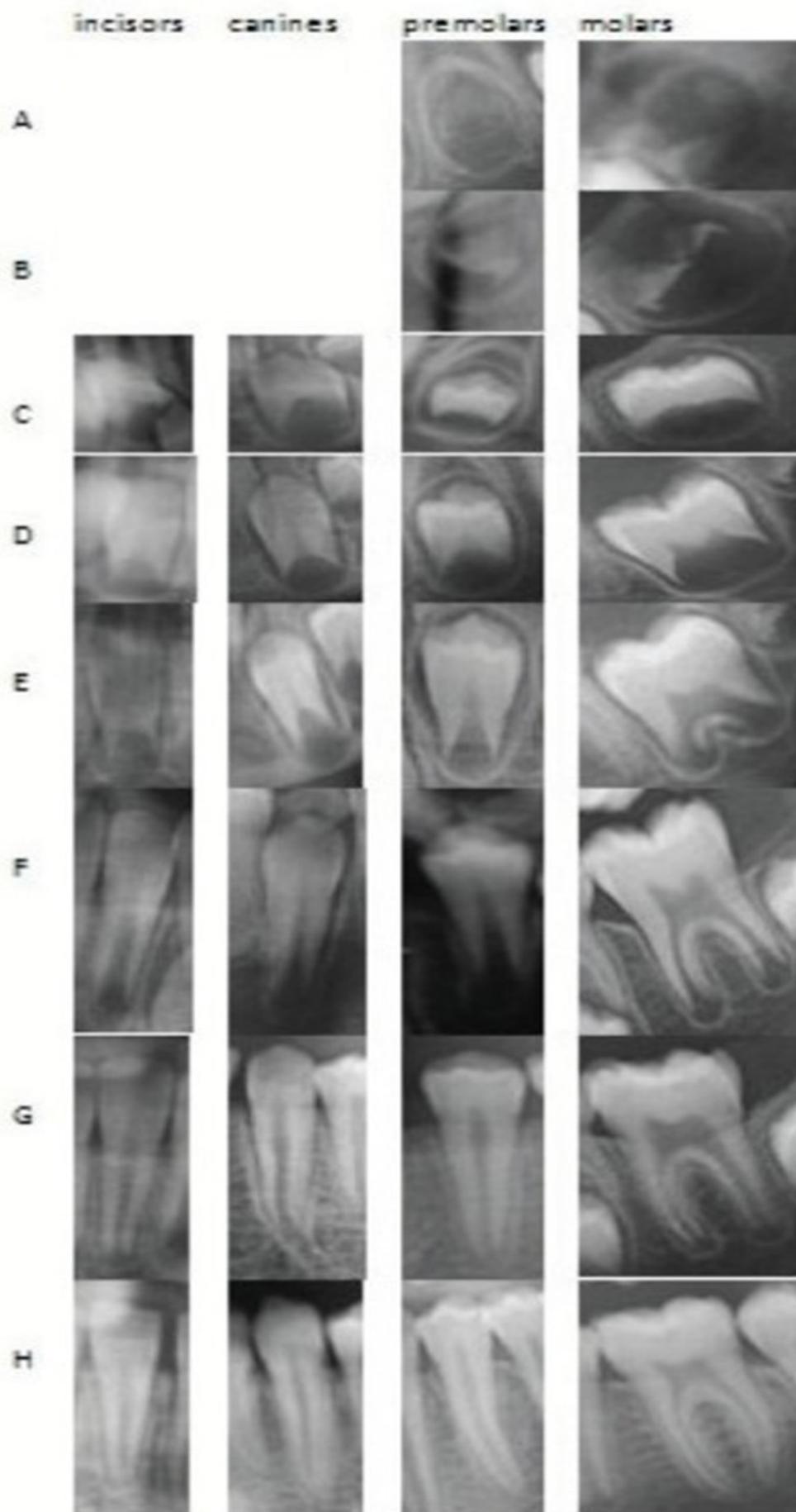




## Stadio H

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





## APPENDICE 2

