

# 대형참사시 컴퓨터를 이용한 법의치과학적 개인식별

연세대학교 치과대학 구강내과학교실

신 경 진 · 최 종 훈 · 윤 창 룩 · 김 종 열

## 목 차

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

## I. 서 론

현대의 복잡한 교통체계와 산업화된 대규모 주거문화로 인하여 대량사상자 및 사망자의 발생 가능성이 점점 증가하고 있다. 1995년의 서울 서초동 소재 삼풍백화점 붕괴사고, 1997년의 KAL 항공기 괄 추락, 폭발사고는 그 대표적인 예로서, 이러한 사건의 내용 자체가 보다 대량적이고 파괴적인 양상을 보임에 따라 이들을 처리하는데 있어서 법의학의 역할은 중요하다. 특히 대량사망자를 동반하는 사고의 경우에 신원을 알 수 없는 시체에 대한 개인식별은 법의학분야에서 다루어야 할 과제중의 하나이다.

개인식별이란 "신원불명의 시체나 생체로부터 채득한 각종의 자료를 실종자로 알려진 사람에 관한 자료와 비교 평가하여 동일 여부를 결정하는 것"이다. 신원이란 "어떤 사람을 다른 사람과 구별시켜주는 모든 자료의 총체를 말하는 것"으로 신원을 입증해 주는 자료로는 본적, 출생지,

현주소, 성명, 학력, 경력 등 비신체적인 자료와 인종, 성별, 연령, 골격, 안모, 피부색, 눈동자색, 모발, 혈액형, 지문, 족문, 구순문, 치아 그리고 근래 각국에서 활발히 연구되고 있는 유전자지문 등이 있다<sup>34,40</sup>.

일반적으로 시행되는 개인식별 방법으로는 현장검사와 착의 및 소지품에 등에 의한 상황식별, 개체의 외모에 의한 육안식별과 인류학적 자료를 근거로 연령, 성별 및 신장을 추정하는 방법 등이 있으며 보다 과학적인 방법으로는 시체의 외부 및 내부의 특징에 대한 검사를 실시하는 법의병리학적 방법, 피부문리 검사, 혈액 및 모발 검사 등의 법의혈청학적 방법, 방사선 검사를 통한 법의방사선학적 방법, 치아와 두개골을 이용하는 법의치과학적 방법이 있다. 이들 방법에 의하여 신원불명 시체에 대한 개인식별을 행함에 있어 시체의 부패와 훼손이 심한 경우나 사후 장시간이 경과한 경우에는 지문 및 각종 이화학적 검사에 의한 법의감정은 한계를 갖게 되는데, 이때의 개인식별은 내구성이 높은 골격과 치아에 의한 방법에 의존할 수 밖에 없다<sup>4,15,23,34,40</sup>.

법의학 영역에 있어 치아를 비롯한 악안면 부위는 보존성, 내구성이 높고, 개인식별에 응용될 수 있는 특징이 인체의 다른 어떤 부위보다 많으며, 특히 치아는 인체의 기관중 가장 견고한 구조 및 성분인 법랑질, 상아질, 백악질 같은 경조직으로 구성되어있기 때문에 물리적, 화학적 저항성이 높고 부패 및 열에 가장 오래 견딜 수 있는 특징을 가지므로 법의학 분야에서 개인식별에 매우 중

요한 정보를 제공한다. 즉, 치아는 개인식별에 중요한 성별과 연령의 추정은 물론 혈형검사와 유전자형의 검사<sup>43,44,48,49</sup>)까지 가능하며, 다양한 치과적 특징을 육안으로도 확인가능하기 때문에 대형참사시 개인식별을 위한 중요한 법의학적 자료가 된다.

대량사망자를 동반한 대형참사가 발생하여 개인식별을 요하는 신원불명의 시체가 발견되었을 때, 그 시체의 구강내에서 관찰되는 치열과 치아의 특징 및 치과치료 방법에 의한 다양성에 기초하여 개인식별을 성공적으로 수행한 사례는 국내외적으로 수 없이 많다.<sup>1~35,11,12,17,24</sup> 특히 김은 1969년의 K중학교 수학여행 중 버스-기차 충돌 사건에서 개인식별을 시행한 예를 시작으로 대연각 화재사건, 시민회관 화재사건, 대왕코너 화재사건, 신촌로터리 소재 일식집 화재사건 등 주로 화재사건과 강화도 앞 바다 집단 익사사건, KAL기 추락사건<sup>36,37</sup>, 공원묘지 유실사건<sup>35</sup>, 최근의 삼풍백화점 붕괴사건<sup>38</sup> 이르기까지 일련의 대형참사에 법의치과학적 개인식별을 시행하여 보고한 바 있다.

Wolcott등<sup>33</sup>은 대량사망자의 개인식별을 시행할 때, 수백에서 수천 개의 자료를 처리함에 있어서 법의치과학자의 육체적, 정신적 부담에 대하여 언급한 바 있다. 이에 컴퓨터의 자료저장 기능, 빠른 자료검색 및 계산능력 등의 특성을 이용하여 치과적 특징의 식별력에 의한 개인식별을 시도하게 되었다.<sup>7,8,28,30,31</sup> 1974년 Kogen등<sup>16</sup>은 원시적인 펀치카드 시스템(Punch Card System)을 이용하여 실제 항공기 추락사고에서 발생한 시체들에 대한 개인식별을 시도하였다. 이 연구에서 충전된 치아와 상실된 치아에 대한 정보만을 사용하여 기존의 방법에 비하여 소요 시간을 약 30%로 단축할 수 있었다. Siegel등<sup>26</sup>은 광범위하고 상세한 치열과 충전물에 대한 정보를 컴퓨터로 처리하여 85%에서 개인식별이 가능하다고 하였다. Pierce등<sup>25</sup>은 복합적인 컴퓨터 부호체계(Complex Computer Coding Scheme)를 개발하여 개인식별에 이용하였으며, Keiser등<sup>13</sup>은 치아의 특징을 6자리 부호(Six-digit Code)로 처리하면 컴퓨터에 의하여

더 간편하게 개인식별을 할 수 있다고 하였다. Cohen등<sup>6</sup>은 군대에서의 컴퓨터에 의한 개인식별의 효용성을 주장하고, 선택 및 검색법에 기초하여 컴퓨터에 의한 개인식별을 시도하였다. Solheim등<sup>27,29</sup>은 노르웨이 경찰의 대형참사시 사용하는 개인식별 프로그램을, Green<sup>10</sup>은 FBI에서 이용하는 사후 개인식별 프로그램을 소개하였다. Lorton등<sup>9,18~21,32</sup>은 컴퓨터에 의한 사후 개인식별(Computer Assisted Postmortem Identification, CAPMI) System을 개발하여 치과적 특징의 분석 및 항공기 추락사고 희생자의 개인식별에 응용한 바를 보고하였다.

이러한 외국 프로그램을 이용하는 데는 경제적, 실용적 문제가 있을 뿐만 아니라 치과진료기록부의 작성이 국내의 것과 부합되지 않으므로 국내에 적합한 프로그램의 개발이 필요하나, 컴퓨터 프로그램에 의한 법의치과학적 개인식별에 대한 기본적 연구나 체계적 분석, 응용은 아직 보고된 바 없다. 이에 한국인 치과진료기록부를 조사하여 치과적 특징의 다양성을 분석하고, 대량사망자의 개인식별 모의실험(simulation)을 통하여 치과적 특징의 선택력(selectivity)을 분석하여 컴퓨터에 의한 법의치과학적 개인식별의 유용성을 평가하고 실제 개인식별에의 활용과 응용성 여부를 알아보려고 본 연구를 시도하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

1997년 10월에서 1998년 9월중에 연세대학교 치과병원 원내생 진료실에 내원한 성인 환자 508명의 치과진료기록부를 대상으로 하였으며 그 연령별, 성별 분포는 Table 1과 같다.

### 2. 연구방법

#### 가. 치과진료기록부의 컴퓨터 입력

미국의 Borland International사에서 만든 Visual Programming Tool인 Borland Delphi

**Table 1.** Age and sex distribution of subjects (n = 508)

Age	Male	Female	Total
Less than 30	142 (28.0)	154 (30.3)	296 (58.3)
Over 30 ~ Less than 40	23 ( 4.5)	37 ( 7.3)	60 (11.8)
Over 40 ~ Less than 50	13 ( 2.6)	41 ( 8.7)	54 (10.6)
Over 50 ~ Less than 60	28 ( 5.5)	43 ( 8.5)	71 (14.0)
Over 60	16 ( 3.1)	11 ( 2.2)	27 ( 5.3)
Total	222 (43.7)	286 (56.3)	508

Number(%<sup>a</sup>)

<sup>a</sup>Percentages are based on a total population of 508 subjects

(Version 3.0)<sup>41,42</sup>)와 Database Desktop(Version 7.0)을 사용하여 치과진료기록부의 정보를 컴퓨터에 입력할 수 있는 응용프로그램을 제작하였다.

컴퓨터 입력항목은 환자의 일반자료와 치과적 특징자료으로 구분하였다. 일반자료는 환자의 성명, 주민등록번호, 초진 검사일 등의 항목을 입력하였고 성별과 연령은 주민등록번호에 기초하여 계산하였다. 치과적 특징자료는 발치 혹은 상실 여부, 미맹출 혹은 매복 여부, 치아우식증, 잔존치근, 치경부 마모, 치아파절, 치아근관치료 여부, 유치 존재 여부, 충전물의 존재 여부, 그 재료 혹은 종류 및 충전외동 등 12개 항목으로 구분하여 Table 2~5에 따라 각 치아의 상태를 부호(code)로 변환시켜 입력하였다. 치과적 특징을 입력할 때에는 자료의 정확성을 높이고자 서로 배타적 성격의 상태를 동시에 입력하려 할 경우에는 입력되지 않게 처리하였다. 예를 들면 건강치아(virgin tooth)와 상실치아(missing tooth)는 공존할 수 없는 상태이므로 어느 하나만 입력하였다.

**나. 치과적 특징의 분석**

입력된 정보를 바탕으로 치과적 특징을 분석하는 응용 프로그램을 Borland Delphi(Version 3.0)와 Database Desktop(Version 7.0)을 이용하여 제작하였다. 이 프로그램으로 각 치과적 특징의 분포를 조사하였다.

**Table 2.** Dental characteristics and codes for tooth condition

Code	Description
V	Virgin tooth (no evidence of dental disease or treatment)
N	No information about tooth condition
X	Extracted or congenital missing tooth
U	Unerupted or impacted tooth
Z	Dental caries
Y	Residual root rest
A	Cervical abrasion
T	Tooth fracture
R	Root canal filled
P	Primary tooth (in the space of a permanent tooth only)
F	Filling : type of material and filling cavity should be entered also
C	Crown or pontic : type of material should be entered also

**Table 3.** Cavity codes for filling

Code	Description
O	Occlusal cavity
M	Mesial cavity
D	Distal cavity
B	Buccal or facial cavity
L	Lingual or palatal cavity
G	Gingival 1/3 area filling (usually for Class V cavity)

**Table 4.** Type or material codes for filling

Code	Description
F0	No information about crown type or material
F1	Amalgam filling
F2	Gold or cast metal inlay, onlay
F3	Resin or glass ionomer filling, Sealant
F4	Porcelain laminate
F5	Porcelain inlay, onlay
F6	Temporary filling (ZOE, ZPC, Caviton, etc)
F7	Filling body fallen out or cavity preparation

**Table 5.** Type or material codes for crown

Code	Description
C0	No information about crown type or material
C1	Metal crown
C2	Gold crown
C3	Porcelain fused to metal crown (PFM)
C4	Porcelain jacket crown (PJC)
C5	Stainless steel crown (S-S crown)
C6	Temporary crown
C7	Crown fallen out or crown preparation

다. 컴퓨터 프로그램에 의한 개인식별 모의실험 (simulation)

두 개체의 치과적 특징을 비교하여 가장 일치하는 자료를 검색하는 프로그램 즉, Dental Identification 프로그램을 Borland Delphi (Version 3.0)와 Database Desktop(Version 7.0)을 사용하여 제작하였다.

Dental Identification 프로그램은 사전자료 (Antemortem Data)와 사후자료(Postmortem Data)의 각 치아의 치과적 특징을 각각 비교하여 일치하는 치아의 수가 많은 순서로 검색 결과를 표시해 준다. 이 프로그램은 3가지 방법으로 사전자료와 사후자료를 비교할 수 있는데, 완전 일치비교, 상실치아/충전치료에 의한 일치비교, 충전치료에 의한 일치비교가 있다. 완전일치비교는 12개의 치과적 특징이 완전히 일치하는 지를, 상실치아/충전치료에 의한 일치비교는 상실치아, 미맹출치아, 매복치아의 여부 및 치아의 충전치료 일치여부를, 충전치료에 의한 일치비교는 충전치료 일치여부만을 비교하였다. 각각의 비교방법에서 충전물의 재료 혹은 종류, 충전과 동을 선택적으로 비교할 수 있게 하였다.

대량사망자가 발생하는 사고의 현장에서는 대부분의 경우 완전한 치열 및 치아 정보를 얻기는 현실적으로 어렵다. 따라서 본 연구에서는 이러한 상태를 묘사하기 위하여 상악 구치부, 하악 구치부, 상악 전치부, 하악 전치부의 치아만이 사고 현장에 남았다고 가정하여, 상악 구치부는 우측 제 1 소구치, 제 2 소구치, 제 1 대구치, 제 2대

구치, 제 3 대구치를, 하악 구치부는 좌측 제 1 소구치, 제 2 소구치, 제 1 대구치, 제 2 대구치, 제 3 대구치를, 상악 전치부는 각각 6전치의 치아 특징자료만을 모아 모의실험(simulation)을 위한 사후자료로 사용하였다.

전체치열과 상악 구치부, 하악 구치부, 상악 전치부, 하악 전치부의 치아 특징자료를 Dental Identification 프로그램에 입력하여 3가지 비교 방법에 따른 비교를 시행하여 각 경우에 따른 치과적 특징의 선택력(selectivity)을 조사하였다.

### III. 연구성적

#### 1. 치과적 특징의 분포

연구대상 508명의 환자에서 12개 항목의 치과적 특징에 의해 나타나는 조합은 155 종류였으며, 각 치아별로는 하악 제 1 대구치가 가장 많은 71개, 상악 제 1 대구치는 70개가 나타났고, 상악 제 3 대구치와 하악 전치부는 11~14개로 그 다양성이 매우 적었다(Table 6).

연구대상 환자들은 최소 0개에서 최대 15개, 평균 4.7개의 치과적 특징을 가지고 있었으며, 4개의 치과적 특징을 가진 환자(16.1%)가 가장 많았다. 또한 오직 508명중 5명의 환자(1.0%)만이 치과적 특징을 가지고 있지 않았다. 즉, 모든 치아가 건강치아였다(Fig. 1).

각 치과적 특징별 분포는 Table 7과 같으며 상실치아, 충전치아, 치아우식증/잔존치근은 각각

**Table 6.** Number of dental characteristics by tooth type

Dentition	CI <sup>a</sup>	LI <sup>b</sup>	C <sup>c</sup>	PM1 <sup>d</sup>	PM2 <sup>e</sup>	M1 <sup>f</sup>	M2 <sup>g</sup>	M3 <sup>h</sup>
Maxillary	33	31	28	35	30	70	52	11
Mandibular	12	14	12	21	30	71	44	13

<sup>a</sup>CI : Central Incisor

<sup>d</sup>PM1, <sup>e</sup>PM2 : First, Second Premolar

<sup>b</sup>LI : Lateral Incisor

<sup>f</sup>M1, <sup>g</sup>M2, <sup>h</sup>M3 : First, Second, Third Molar

<sup>c</sup>C : Canine

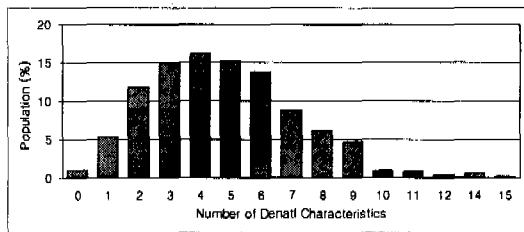
**Table 7.** Distribution of dental characteristics

Characteristics	Population(%) <sup>a</sup>	Range <sup>b</sup>	Mean
Virgin tooth	99.4	0 ~ 32	19.2
Missing tooth	87.4	0 ~ 32	3.6
Restored tooth <sup>c</sup>	81.7	0 ~ 26	5.7
Filling	(72.8)	(0 ~ 19)	(4.1)
Crown	(39.0)	(0 ~ 26)	(1.6)
Caries / Root rest	73.8	0 ~ 18	3.1
Cervical abrasion	24.2	0 ~ 18	1.1
Tooth fracture	10.0	0 ~ 4	0.1

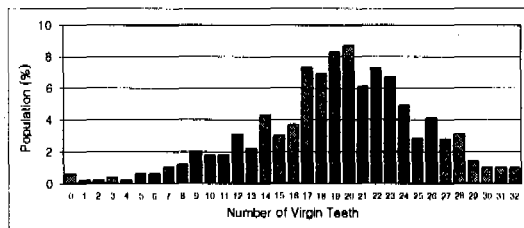
<sup>a</sup>Population : Percentages of population having the characteristic

<sup>b</sup>Range : Range of number having the characteristic

<sup>c</sup>Restored Tooth : The characteristic having either filling or crown



**Fig. 1.** Number of dental characteristics.



**Fig. 2.** Number of virgin teeth.

87.4%, 81.7%, 73.8%의 환자에서 관찰되었으며, 그 분포도 다양하게 나타났다.

건강치아, 상실치아, 충전치아의 상하악 각 치아별 분포는 Table 8과 같으며, 전치부, 소구치 부위에는 주로 건강치아가, 제 1 대구치, 제 2 대구치에는 충전치아가 많았다.

가. 건강치아의 분포

평균 19.2개의 건강치아를 가지고 있었으며 20개의 건강치아를 가진 환자(7.3%)가 가장 많았다(Table 7, Fig. 2).

나. 상실치아의 분포

평균 3.6개의 치아가 상실되었으며, 4개의 치아가 상실된 환자(32.3%)가 가장 많았다(Table 7, Fig. 3).

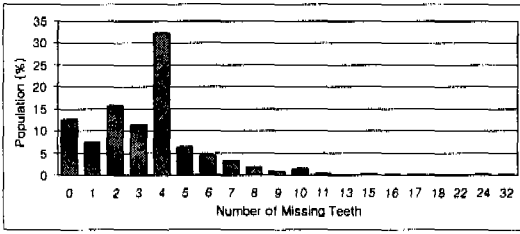


Fig. 3. Number of missing teeth.

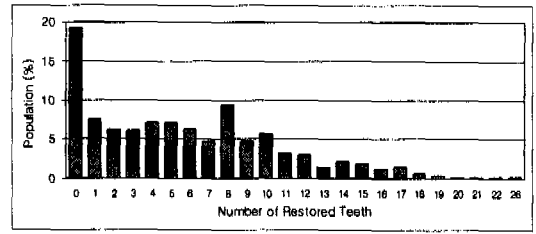


Fig. 4. Number of restored teeth.

Table 8. Percentage of virgin, missing, restored tooth

Characteristics	CI	LI	C	PM1	PM2	M1	M2	M3
Maxillary Teeth								
Virgin tooth	81.1	79.1	82.5	66.9	71.0	34.7	33.9	16.8
Missing tooth	3.1	2.4	1.6	5.5	3.2	5.8	6.0	65.0
Restored tooth	10.8	11.2	6.4	14.9	15.1	46.0	36.0	2.8
Mandibular Teeth								
Virgin tooth	94.8	94.2	92.9	76.7	68.6	21.9	25.1	19.9
Missing tooth	1.9	1.7	0.5	5.0	3.0	8.5	7.1	52.2
Restored tooth	2.9	2.2	2.7	10.2	17.5	54.9	47.8	4.5

Table 9. Common three types and cavities of filling and crown

Order	Filling Type	Filling Cavity	Crown Type
1	Amalgam	O Cavity	Metal Cr.
2	Resin etc.	OB Cavity	Gold Cr.
3	Gold Inlay	OL Cavity	PFM

다. 충전치아의 분포

충전물이 없는 환자는 18.3%이었으며, 평균 5.7개의 치아가 충전되었으며, 8개의 치아가 충전된 환자(9.3%)가 가장 많았다(Table 7, Fig. 4).

1) 충전물의 종류, 충전와동, 금관(crown)의 종류 분포

아말감 충전(amalgam filling), 교합면 충전(occlusal cavity filling), 금속관(metal crown)이 각각 가장 많은 빈도로 나타났다(Table 9).

2) 각 치아별 충전물의 분포

전치, 소구치 부위는 금관(crown)이 많았으며, 대구치 부위에는 교합면 충전(occlusal cavity filling)이 많았다. 특히 상악 제 1, 제 2 대구치는 교합면과 교합면-설면 충전(occlusal-lingual cavity filling)이, 하악 제 1, 제 2 대구치는 교합면과 교합면-협면 충전(occlusal-buccal cavity filling)이 많았다(Table 10).

**Table 10.** Common three restorations by tooth type

Order	CI	LI	C	PM1	PM2	M1	M2	M3
Maxillary Teeth								
1	C (5.6)	C (4.7)	C (3.6)	O (5.7)	C (6.3)	O (17.2)	O (19.5)	O (2.3)
2	M (1.7)	L (3.1)	M (1.7)	C (4.6)	O (5.5)	LO (12.2)	LO ( 6.1)	C (0.5)
3	G (0.8)	M (1.2)	L (0.7)	G (2.7)	DO (1.3)	C ( 9.6)	C ( 5.9)	DO (0.1)
Mandibular Teeth								
1	C (2.3)	C (1.8)	C (1.7)	C (3.7)	C (7.2)	O (16.5)	O (28.8)	O (3.4)
2	L (0.2)	L (0.2)	G (1.0)	O (3.1)	O (7.2)	BO (15.4)	C ( 7.9)	C (0.8)
3	M (0.2)	M (0.2)	D (0.1)	C (2.6)	DO (1.7)	C (13.9)	BO ( 7.2)	MO (0.2)

Abbreviation : See Table 2, 3, 6

**Table 11.** Percentage of population having the characteristic compared

Part of Dentition	All Characteristics	Missing, Restoration	Restoration Only
Full Arch	99.0	85.8	80.7
Mx. Post. <sup>a</sup>	86.2	62.6	57.5
Mn. Post. <sup>b</sup>	90.6	68.3	63.4
Mx. Ant. <sup>c</sup>	44.1	26.4	25.0
Mn. Ant. <sup>d</sup>	15.4	6.9	5.9

<sup>a</sup>Mx. Post. : Maxillary posterior (right)

<sup>b</sup>Mn. Post. : Mandibular posterior (left)

<sup>c</sup>Mx. Ant. : Maxillary anterior

<sup>d</sup>Mn. Ant. : Mandibular anterior

**Table 12.** Mean and standard deviation of selectivity by comparing all the dental characteristics

Part of Dentition	Without Type & Cavity <sup>a</sup>		With Type & Cavity <sup>b</sup>	
	Minimum	Mean ± S.D.	Minimum	Mean ± S.D.
Full Arch	99.4	100.0 ± 0.1	99.4	100.0 ± 0.1
Mx. Post.	95.1	98.9 ± 1.5	96.5	99.5 ± 1.0
Mn. Post.	93.1	98.5 ± 2.1	94.7	99.4 ± 1.3
Mx. Ant.	98.4	99.6 ± 0.6	98.4	99.6 ± 0.5
Mn. Ant.	99.2	99.8 ± 0.3	99.2	99.8 ± 0.3

<sup>a</sup>Without Type & Cavity : Not compared type or material of the restoration

<sup>b</sup>With Type & Cavity : Compared type or material of the restoration

**Table 13.** Mean and standard deviation of selectivity by comparing the missing, filling and crown characteristics

Part of Dentition	Without Type & Cavity		With Type & Cavity	
	Minimum	Mean ± S.D.	Minimum	Mean ± S.D.
Full Arch	94.5	99.9 ± 0.6	94.5	99.9 ± 0.6
Mx. Post.	92.3	97.3 ± 2.8	97.0	99.4 ± 1.0
Mn. Post.	88.8	96.6 ± 4.0	97.4	99.5 ± 0.7
Mx. Ant.	98.2	99.5 ± 0.6	98.6	99.8 ± 0.3
Mn. Ant.	99.6	99.9 ± 0.2	99.6	99.9 ± 0.1

**Table 14.** Mean and standard deviation of selectivity by comparing only the filling and crown characteristics

Part of Dentition	Without Type & Cavity		With Type & Cavity	
	Minimum	Mean ± S.D.	Minimum	Mean ± S.D.
Full Arch	97.2	99.8 ± 0.6	99.4	100.0 ± 0.1
Mx. Post.	87.6	94.0 ± 5.0	95.1	98.8 ± 1.7
Mn. Post.	81.9	92.2 ± 7.2	95.9	98.9 ± 1.4
Mx. Ant.	98.2	99.4 ± 0.6	98.6	99.8 ± 0.4
Mn. Ant.	99.6	99.8 ± 0.2	99.6	99.9 ± 0.1

**2. 컴퓨터 프로그램에 의한 개인식별 선택력 (selectivity)**

완전일치비교, 상실치아/충전치아에 의한 일치비교, 충전치아에 의한 일치비교를 시행하였을 때의 전체치열, 각 부위별에 따른 치과적 특징을 가진 환자의 빈도는 Table 11과, 선택력의 최소값과 평균 및 표준편차는 Table 12~14와 같다.

**IV. 총괄 및 고찰**

성인의 구강에는 28~32개의 치아가 존재하며 각 치아는 형태학적으로 뚜렷이 구분되며 치과 치료를 받았을 경우에 치료에 사용된 치과재료의 종류와 치료의 방법이 다양하고, 치아자체에도 구치부에는 5면이, 전치부에는 4면이 있어 치료방법별, 치과재료별, 치면별 및 치아별 로 이

루어지는 경우의 수를 계산할 경우 그 조합은 수십억을 상회하게 된다. 본 연구에서 508명의 치과진료기록부에 바탕한 치과적 특징을 분석해 본 결과 12개 항목의 치과적 특징에 의해 나타나는 조합은 총 155 종류로 나타났다. 또한 모든 치아가 건강치아인 5명(1.0%)의 환자를 제외하면 오직 10명의 환자만이 동일한 구강상태를 가진 환자가 존재하였을 뿐 493명(97.0%)은 서로 다른 구강상태를 가지고 있었다. 이러한 치과적 특징의 다양성은 최근에 유전자지문(DNA fingerprint) 검사를 위해 많이 사용되는 VNTR (Variable Number of Tandem Repeat) 혹은 STR(Short Tandem Repeat)의 유전자형 보다 더 다양하다. 유전자지문 검사를 위해 주로 사용되는 D1S80 VNTR 유전좌위는 한국인의 경우 146개의 유전자형만이 관찰되었고<sup>39,45)</sup>, STR 유전좌위중 HumTH01은 5개의 대립인자가, CD4는 7개의 대립인자가 한국인에서 관찰되었을 뿐



이며 다른 STR 유전자좌위의 대립인자도 10개를 대개 넘지 않는다<sup>48)</sup>. 또한 일반적으로 사람들은 장기이식이나 친자감별과 같은 특별한 목적이 아니면 생전에 유전자형 검사를 받지 않기 때문에 대형참사시 발생하는 희생자의 개인식별을 위한 유전자형의 검사를 위해서는 부모나 형제, 자녀의 유전자형을 검사하여 친족관계를 확인하여야 하는 불편함이 있다<sup>46,47,50)</sup>. 그러나 치과진료 기록부는 치과치료를 목적으로 일상적으로 작성되고 있기 때문에 대량사망자가 발생시 개인식별을 위한 매우 귀중한 생전자료를 제공한다. 대형참사시 유전자지문 검사를 위해 주로 사용하는 AmpFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) 검사법은 분자생물학 기술의 발전과 더불어 많은 발전을 하였으나, 여전히 DNA의 추출, PCR (Polymerase Chain Reaction) 및 전기영동 과정과 같은 복잡하고, 장시간이 소요되는 검사를 거쳐야만 한다. 반면 치아의 상태와 치과치료에 의한 법의치과학적 개인식별은 육안으로 검사가 가능하기 때문에 간단하며, 신속하게 진행될 수 있다. 따라서 치아와 치과치료에 의해 만들어지는 자연적인 치과적 특징은 유전자지문 검사보다 더 큰 식별력을 지니고 있으며, 경제적이며 신속하고 정확하다고 할 수 있다.

상실치아, 충전치아, 치아우식증/잔존치근은 대부분의 환자에서 나타났고 18~32의 다양한 분포를 보이고 있는데(Table 7) 이중 치아우식증/잔존치근, 치경부 마모 특징은 구강내에서 다수 나타나지만 일반적인 치과진료실에서 잘 기록되지 않는 경향이 있다고 생각된다. 또한 법의치과학적 개인식별을 위해 자료는 평가자의 견해에 영향받지 말아야 하나 이러한 자료는 어느 정도는 주관적이기 때문에 자료의 선택과 비교에 사용하는 인자로는 부적절하다고 생각된다.

각 치아별 치과적 특징을 살펴보면, 하악 제 1 대구치가 71가지, 상악 제 1 대구치가 70가지로 가장 많은 다양성을 보였으며, 상악 제 3 대구치, 하악 제 3 대구치, 하악 중절치, 측절치, 견치는 11 ~ 14가지로 적은 다양성을 보였다(Table 6). Keiser<sup>15)</sup>는 하악 제 1 대구치는 너무나 흔하게

충전되어 있기 때문에 개인식별 목적으로 사용될 수 없다고 하였으나 이러한 주장은 최종확인 단계에서는 그 유용성이 없을지 모르나 자료의 비교와 검색 단계에서는 중요하다. 예를 들면 본 연구에서 하악 제 1 대구치는 54.9%가 충전되어 있어(Table 7), 충전물이 많기 때문에 이들의 조합으로 71 종류의 치과적 특징을 나타낼 수 있는 것이다. 반면 하악 중절치는 2.9%만이 충전되어 있고 94.8%가 건강치아이므로(Table 7) 그 다양성이 11 종류밖에 나타나지 않는다. 즉, 다양한 충전물이 있는 치아의 경우 자료의 비교와 선택의 과정에서 일치하는 개체를 찾을 때 유용하지만 그 일치하는 개체가 많아 최종확인의 과정에서는 어려움이 따르게 된다.

1.0%의 환자만이 모든 치아가 건강치아를 가지고 있기 때문에 99.0%의 환자는 개인식별을 위한 부호(code)를 가지고 있다고 볼 수 있다. 치과적 특징의 다양성은 이용 가능한 치아의 수와 치과치료에 따른 치과재료, 치료방법, 충전과동에 의존한다. 따라서 Table 7~10에 나타난 치과적 특징의 분포를 볼 때 치과적 특징의 대부분의 다양성은 충전물에 기인한 것이며 상실 혹은 매복 치아의 특징을 조합하면 치과적 개인식별은 여타의 치과적 특징에 의존하지 않아도 가능할 것으로 기대된다.

본 연구에서 조사한 전체 12항목의 치과적 특징을 전체 치열의 각 치아와 비교하였을 때 개인식별 선택력은 평균 100%로 나타났으나, 실제의 대량사망자가 발생하였을 때는 완전한 치열을 가진 시체는 보기 힘들며, 본 연구에서 사용한 것처럼 상세한 치과진료기록부를 얻기는 현실적으로 어렵기 때문에 100%의 개인식별력은 기대하기 어렵다. 그러나 상악 구치부, 하악 구치부, 상악 전치부, 하악 구치부도 거의 대부분 99.4% 이상의 선택력이 있음이 나타났다(Table 12). 따라서 시체에서 치열의 일부분만 존재할 경우에도 치아의 상태에 대한 정보가 있다면 컴퓨터 프로그램에 의한 법의치과학적 개인식별은 가능하다.

상실치아, 충전치아만을 비교하였을 경우에는 충전물의 종류와 충전과동의 비교가 없을 경우

에는 96.6%이상의 선택력을 보였으며, 충전물의 종류와 충전외동의 비교가 있을 경우에는 12개 치과적 특징을 비교하였을 때와 대동한 99.4%이상의 선택력을 보였다(Table 13). 충전치아만을 비교하였을 경우에는 충전물의 종류와 충전외동의 비교가 없을 경우에는 92.3% 이상의 선택력을 보였으며, 충전물의 종류와 충전외동의 비교가 있을 경우 98.8% 이상의 선택력을 보였다(Table 14). 충전물의 재료, 형태 및 충전외동의 정보는 선택력을 증가시켰으며, 이러한 증가는 구치부에서 더 잘 나타나고 있는데(Table 12~14), 이것은 구치부의 치과적 특징이 다양하기 때문에 나타나는 결과이다.

그러나, 상실치아, 충전치아 비교에서는 상악 전치부는 26.4%, 하악 전치부는 6.9%, 충전치아만의 비교에서는 각각 25.0%, 5.9%(Table 11)만이 치과적 특징을 가지고 있기 때문에 상하악 전치부만이 개인식별의 자료가 될 경우에 치과적 특징이 없어 타 부위보다 개인식별이 어려울 경우가 많을 것이다. 한편 Siegel은 85%<sup>26)</sup>, Lorton은 86.6%<sup>19)</sup> 선택력을 보고하였는데 본 연구의 결과는 이보다 높다. 이러한 결과는 본 연구에서는 치과적 특징이 없는 개체들을 비교의 대상에서 제외시켰기 때문에 나타나는 것이다. 즉, 본 연구에서 상실치아, 충전치아를 가진 개체는 85.8%(Table 11)이므로 선택력은 Siegel과 Lorton과 것과 거의 일치한다.

대량사망자가 발생하였을 때 시행되는 치과적 개인식별은 자료수집(Data Gathering), 자료의 선택과 비교(Data Selection / Comparison), 최종확인(Final Verification)의 연속적인 3단계 과정으로 볼 수 있다<sup>18,22)</sup>. 자료수집은 알려진 혹은 알려지지 않은 자료를 이용 가능한 형태로 만드는 과정이다. 자료의 선택과 비교는 시체의 특성을 사전의 알려진 자료와 비교하는 과정으로 이때에는 명확히 일치하지 않는 자료를 제외하고는 일치가 가능한 어떠한 자료라도 고려 대상으로 생각하며, 사전자료를 검색하여 부분적인 사후자료와 일치하는 자료를 선택하는 단계이다. 최종확인 은 법의치과학적인 방법뿐만 다른 개인식별 방법에 의하여 수집된 여러 정보들을 통합

하여 최종결정을 내리는 과정이다.

법의치과학적 개인식별 단계 중 자료의 선택과 비교의 효율성 및 정확성을 배가시키기 위해 모든 자료는 표준양식으로 변환되어 그 크기와 내용이 유사해야 하고, 자료는 동일한 관점에서 기술되어야 하며, 선택과 비교시에는 동일한 결정논리가 적용되어야 한다. 따라서 자료의 선택과 비교의 과정은 단순 반복적인 과정으로 법의치과학자가 개인식별을 위해 많은 시간을 소비하는 과정이다. 이러한 법의치과학적 개인식별 과정중 시간이 가장 많이 소요되는 자료의 선택과 비교의 단계를 컴퓨터로 처리함으로써 신속하고, 정확하게 법의치과학적 방법에 의하여 개인식별을 할 수 있다. 만약 500여명의 치과자료를 사람이 비교하여 한 사람의 자료를 찾는다면 노련한 검사자일지라도 수 십분 내지 수 시간이 소요될지도 모른다. 본 연구에서는 Delphi로 만든 Dental Identification 프로그램에 의해 어떠한 사람의 치과적 정보와 일치하는 자료를 508명의 자료로부터 검색하는데 Pentium MMX-200 컴퓨터에서 1초도 소요되지 않았으며 그 검색 결과도 정확하였다. 즉, 유전자지문 검사와 같은 다른 방법들보다 대형참사시 더 경제적이고, 실용성이 뛰어난 법의치과학적 방법에 의한 개인식별을 컴퓨터로 처리하여 한층 더 효율성을 증가시킬 수 있었다.

대형참사시 개인식별은 주로 인도주의적 차원에서 이루어지지만 이외에도 법적 사망의 선고, 보상 및 배상의 문제, 유산상속, 배우자의 혼인, 가까운 사람의 생사를 알고자 하는 본능 등 중요한 문제점들이 뒤따르기 때문에 정확하고 신속하게 이루어져야 한다. 그러나 대량사망자가 발생시 검사자의 수작업에 의한 단순 반복적인 치과적 특징의 비교는 많은 시간이 소비되어 그 효율성이 낮다. 컴퓨터에 의한 치과적 개인식별의 목적은 일치하지 않는 자료를 배제하여 검색대상이 되는 자료의 크기를 감소시키고, 일치 가능한 자료를 빠르게 검색하여 주는데 있다. 즉, Positive Identification을 제공하는 것이 아니라 법의학팀에게 가장 가능성이 높은 일치를 제공하여 개인식별의 효율성을 높이는 데 그 의의가

있다.

본 연구에서는 치아에 나타나는 치과적 특징을 분석하고, 이에 기반하여 개인식별 프로그램을 제작한 후 모의실험을 통하여 그 유용성을 평가한 바, 컴퓨터에 의한 개인식별은 법의치과학자에게 신속하고 정확하게 일치 가능성이 높은 자료를 제공해 줄 수 있음을 알았다. 향후 대형 참사 실제상황에 적용하여 컴퓨터에 의한 법의치과학적 개인식별 프로그램을 시험하고, 도출되는 문제점을 개선해야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

성인 508명의 치과진료기록부를 연구대상으로 하여 치과적 특징의 다양성을 조사하고, 컴퓨터 프로그램에 의한 모의실험을 통하여 법의치과학적 개인식별 선택력을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치과적 특징의 조합은 155 종류였으며 하악 제 1 대구치에 가장 많은 치과적 특징이 있었고, 연구대상 성인의 99.0%는 개인식별을 위한 치과적 치과적 특징을 가지고 있었다.
2. 치열의 구치부는 전치부보다 높은 개인식별 선택력이 있었으며, 충전물의 재료, 형태 및 충전와동의 정보는 개인식별 선택력을 증가시켰다.
3. 치과적 특징의 다양성은 충전물의 재료, 형태 및 충전와동과 상실치아의 조합에 의하여 주로 나타났다.
4. 시체에서 치열의 일부분만 존재할 경우에도 치아의 상태에 대한 정보가 있다면 컴퓨터 프로그램에 의한 법의치과학적 개인식별은 가능하였다.
5. 컴퓨터 프로그램에 의한 법의치과학적 개인식별은 치과적 특징의 다양성에 기초한 높은 선택력을 가지고 있었으며 신속하고 정확하게 이루어졌다.

이상의 연구결과를 종합해 볼 때 치아 자체의 특성과 치과치료에 의해 치아에 존재할 수 있는

치과적 특징의 조합은 매우 다양하며, 이에 기초하여 제작된 컴퓨터 프로그램을 이용함으로써 법의치과학적 개인식별은 다른 법의학적 방법에 의한 개인식별보다 더욱 경제적이고 실용적인 개인식별법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Andersen, L., Juhl, M., Solheim, T., Borrman, H. : Odontological identification of fire victims - potentialities and limitations, *International Journal of Legal Medicine*, 107(5); 229-234, 1995.
2. Barsley, R. E., Carr, R. F., Cottone, J. A., Cuminale, J. A., Identification via dental remains : Pan American Flight 759, *Journal of Forensic Sciences*, 30(1); 128-136, 1985.
3. Brkic, H., Strinovic, D., Slaus, M., Skavic, J., Zecevic, D., Milicevic, M. : Dental identification of war victims from Pentrinja in Croatia, *International Journal of Legal Medicine*, 110(2); 47-51, 1997.
4. Clark, D. H. : An analysis of the value of forensic odontology in ten mass disasters, *International Dental Journal*, 44(3); 241-250, 1994.
5. Clark, D. H. : The British experience in mass disaster dental identification. United Kingdom disasters. A historical review, *Acta. Med. Leg. Soc.*, 40; 159-165, 1990.
6. Cohen, M., Schroeder, D. C., Cecil, J. C. : Computer assisted forensic identification of military personnel, *Military Medicine*, 148(21); 153-156, 1983.
7. Dahl, J. E., Solheim, T. : Computer aided dental identification : Experience from the oil rig "Alexander L. Kielland" disaster, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 3(1); 7-10, 1985.
8. Dailey, J. C. : Computer-assisted identification of Vietnam war dental remains, *Military Medicine*, 152(4); 179-192, 1987.
9. Friedman, R. B., Cornwell, K. A., Lorton, L. : Dental characteristics of a large military population useful for identification, *Journal of Forensic Sciences*, 34(6); 1357-1364, 1989.
10. Green, G. S. : FBI / NCIC program and

- postmortem identification, *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 7(1); 88-89, 1986.
11. Gregersen, M., Jensen, S., Knudsen, P. J. : The crash of the Partnair Convair 340/580 in the Skagerrak : Identification of the deceased, *Aviation Space Environmental Medicine*, 66(2); 158-163, 1995.
  12. Hutt, J. M., Ludes, B., Kaess, B., Tracquil, A., Mangin, P. : Odontological identification of the victims of flight ALIT 5148 air disaster Lyon-Strasbourg 20.01.1992, *International Journal of Legal Medicine*, 107(6); 275-279, 1995.
  13. Keiser-Nielsen, S. : A six-digit code for computer-aided dental identification, *Forensic Science International*, 21(1); 85-89, 1983.
  15. Keiser-Nielsen, S. : Dental identification : Certainty vs. Probability, *Forensic Science International*, 9(1); 87-97, 1977.
  15. Keiser-Nielsen, S. : Person identification by means of the teeth : A practical guide, John Wright and Sons, Bristol, U.K., 1980.
  16. Kogon, S. L., Peterson, K. B., Locke, J. W., Petersen, N. O., Ball, R. G. : A computerized aid to dental identification in mass disasters, *Forensic Science*, 3(2); 151-162, 1974.
  17. Ligthelm, A. J. : The Helderberg air disaster - Forensic odontological investigations, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 12(1); 15-18, 1994.
  18. Lorton L., Langley, W. H. : Decision-making concepts in postmortem identification, *Journal of Forensic Sciences*, 31(1); 190-196, 1986.
  19. Lorton, L., Langley, W. H. : Design and use of a computer- assisted postmortem identification system, *Journal of Forensic Sciences*, 31(3); 972-981, 1986.
  20. Lorton, L., Rethman, M., Friedman, R. : The computer-assisted postmortem identification (CAPMI) system : A computer-based identification program, *Journal of Forensic Sciences*, 33(4); 977-984, 1988.
  21. Lorton, L., Rethman, M., Friedman, R. : The computer-assisted postmortem identification (CAPMI) system : Sorting algorithm improvements, *Journal of Forensic Sciences*, 34(4); 996-1002, 1989.
  22. McMeekin, R. : An organizational concept for pathological identification in mass disaster, *Aviation Space Environmental Medicine*, 51(9); 999-1003, 1980.
  23. Morlang, W. M. : Forensic dentistry, *Aviation Space Environmental Medicine*, 53(1); 27-35, 1977.
  24. Nambiar, P., Jalil, N., Singh, B. : The dental identification of victims of an aircraft accident in Malaysia, *International Dental Journal*, 47(1); 9-15, 1997.
  25. Pierce, L., Lindsay, J., Lautenschlager, E. P., Smith, E. S., Harcourt, J. K. : Developing a forensic dental code and programme, *Australian Dental Journal*, 27(1); 16-21, 1982.
  26. Siegel, R., Sperber, N. D., Trieglaff, A. : Identification though the computerization of dental records, *Journal of Forensic Sciences*, 22(2); 434-442, 1977.
  27. Solheim, T. : A hierarchical system for the coding of dental information in reports and computer-assisted identification, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 15(1); 5-8, 1997.
  28. Solheim, T., Lorentsen, M., Sundness, P. K., Bang, G., Bremnes, L. : The "Scandinavian Star" ferry disaster 1990 - A challenge to forensic odontology, *International Journal of Legal Medicine*, 104(6); 339-345, 1992.
  29. Solheim, T., Ronning, S., Hars, B., Sundness, P. K. : A new system for computer aided dental identification in mass disasters, *Forensic Science International*, 20(2); 127-131, 1982.
  30. Stene-Johansen, W., Solheim, T., Sakshaug, O. : Dental identification after the Dash 7 aircraft accident at Torghatten, Northern Norway, May 6th, 1988, *Journal of Forensic Odontostomatology*, 10(1); 15-24, 1992.
  31. Totty, R. N., Hall, M. G., Hardcastle, R. A., Brown, C. : Computer based system for the identification of unknown typestyles, *Journal of Forensic Science Society*, 22(1); 65-73, 1982.
  32. Williams, A. B., Friedman, R. B., Lorton, L. : A new algorithm for use in computer identification, *Journal of Forensic Sciences*, 34(3); 682-686, 1989.
  33. Wolcott, J. H., Hanson, C. A., Menzies, R.,

- Donohue, E., Hooa, N. : Administrative organization and function during the identification process for mass disasters - Canary islands crash, Aviation Space Environmental Medicine, 51(9); 1030-1033, 1980.
34. 山本勝一 저, 김종열, 윤창륙 역 : 법의치과학, 서울, 이우문화사, 1995.
  35. 강신몽, 이영석, 이한영, 이원태, 서지석, 서재관, 윤중진, 최득린, 이해경 : 공원묘지 유실에 의한 대량재해의 개인식별, 대한법의학회지, 16(1); 16-29, 1992.
  36. 강신몽, 이원태, 고영창, 최상규, 김윤희, 이홍석, 서재관, 윤중진, 이해경, 최득린, 김종열, 윤창륙, 변명식, 이장홍 : KAL기 추락에 의한 대량재해의 개인식별, 대한법의학회지, 15(2); 13-22, 1991.
  37. 김종열, 신형식 : KAL기 사고시 소사체의 개인식별감정 1예, 대한구강내과학회지, 8(1); 61-67, 1983.
  38. 김종열, 이영석, 윤창륙, 허웅, 최중훈, 김재홍 : 삼풍백화점 붕괴 대참사의 법의치과학적 개인식별, 국립과학수사연구소 연보, 28; 37-71, 1996.
  39. 김치홍, 명현균, 홍용균, 황적준 : 한국인에서 VNTR DIS80 유전좌위의 유전적 다형성 및 집단내의 균질성 검증, 대한법의학회지, 18(1); 60-70, 1994.
  40. 문국진 : 최신법의학, 제3판, 서울, 일조각, 1994.
  41. 박병진, 안동훈, 김용재 : 젊은이들과 함께하는 DELPHI 3, 서울, 에프원, 1998.
  42. 윤석현 : 텔파이 모든 것, 서울, 인포북, 1996.
  43. 윤창륙, 김종열 : 치아에서의 DNA 분석에 의한 개인식별, 대한구강내과학회지, 19(2); 205-217, 1994.
  44. 윤창륙, 허웅, 이영수, 안종모 : 치아에서의 DNA 유전자지문 분석, 대한구강내과학회지, 20(2); 515-528, 1995.
  45. 이승덕 : 한국인에서 VNTR DIS80 유전좌위의 대립유전자 탐색과 돌연변이의 측정, 서울대학교 대학원, 박사학위 논문.
  46. 정낙은 외 17명 : 삼풍백화점 붕괴사고의 개인식별에 대한 보고, 국립과학수사연구소 연보, 28; 3-32, 1996.
  47. 최상규, 한면수, 선문숙, 이양한, 박기원 : 유전자(DNA)분석에 의한 삼풍백화점 붕괴희생자의 가족관계 확인 사례, 국립과학수사연구소 연보, 28; 72-82, 1996.
  48. 최중훈, 한면수, 선문숙, 김종열 : 소사체 치아에서의 유전자지문 분석을 위한 실험적 연구, 대한구강내과학회지, 21(2); 351-367, 1996.
  49. 허웅, 윤창륙 : 치아를 이용한 성별검사 및 DIS80 유전좌위의 검색시 4가지 DNA추출방법에 따른 비교, 대한구강내과학회지, 20(2); 497-513, 1995.
  50. 황적준, 남용석, 이희석, 이해린, 김희선, 김경훈 : 삼풍백화점 붕괴사고의 신원확인을 위한 다형성 유전좌위의 선정, 국립과학수사연구소 연보, 28; 83-90, 1996.

## A Study on the Computer Assisted Dental Identification in Mass Disaster

Kyoung-Jin Shin, D.D.S., M.S.D., Jong-Hoon Choi, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,  
Chang-Lyuk Yoon, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Chong-Youl Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Dept. of Oral Medicine, College of Dentistry, Yonsei University*

This study intends to find usefulness of the computer assisted dental identification in mass disaster. The variety of dental characteristics was investigated through the research of dental records of 508 adults. And a computer assisted simulation program was used to evaluate the selectivity of dental identification. Findings were as follows :

1. Combinations of dental characteristics were found 155 types. The most various dental characteristic was showed on the mandibular first molar. 99.0% of subjects had dental characteristics for dental identification.
2. The posterior teeth, in comparison with anterior teeth, showed higher selectivity in dental identification which was enhanced by information on the material, type and cavity of the restoration.
3. The variety of dental characteristics was mainly found on the combinations of missing tooth with the material, type and cavity of the restoration.
4. The computer assisted dental identification program, with information about one's tooth state, made individual identification possible when there was only a part of the teeth in a corpse.
5. The computer assisted dental identification had considerably high selectivity based on the variety of dental characteristics. And it was also performed faster and preciser than the existing identification methods.

Based on the results of this study, there are various combinations of the feature of the tooth itself with dental characteristics caused by a certain type of treatment on the teeth. And using the computer assisted dental identification program based on this, dental identification can be more efficient economically and more useful than any other forensic identification methods.