

실험적 교혼에 관한 연구

서울대학교 치과대학 구강진단학교실

김창규 · 이승우

- 목 차 -

제 1 장	서 론
제 2 장	실험대상 및 방법
제 3 장	실험성적
제 4 장	총괄 및 고안
제 5 장	결 론
	참고문헌
	영문초록
	사진부도

제 1 장 서 론

교혼에 관한 연구는 1874년에 Skrzeczek에 의해 서 최초로 보고된 바 있으며¹⁾, Humble이 음식물이나 피해자의 신체에 남겨진 교혼과 혐의자의 치열을 비교함으로써 교혼을 이용한 개인식별이 가능하다²⁾고 보고한 이래, 각종범죄의 혐의자에 대한 개인식별을 위하여 교혼에 많은 관심을 갖게 되었고, 그후 교혼감정에 관한 많은 연구와 증례가 보고되고 있다.

즉 Marshall³⁾은 사과에 형성된 교혼분석체를, Fearnhead⁴⁾는 여러 종류의 음식물에 형성된 교혼에 관한 연구를, Mills⁵⁾는 탄환에 형성된 교혼분석체를, Whittaker⁶⁾는 wax와 돼지 피부에 형성된 교혼에 관한 연구를, Van Hecke⁷⁾는 유방과 사과에 형성된 교혼의 비교연구를, Yano⁸⁾는 인체피부에 형성된 실험적 교혼에 관한 연구를, 김등⁹⁾은 사체에 형성된 교혼 감정체를, Sognaes¹⁰⁾는 주사현미경을 이용한 교혼 연구를 보고하였으며, Mac Donald¹¹⁾와 山本¹²⁾은 교혼을 분류하였고¹³⁾, Vale¹⁴⁾과 Dinkel¹⁵⁾

은 교혼의 호발부위에 관해서 보고하였다. 그런데 Sebata¹⁶⁾, Sognaes¹⁷⁾는 실험적으로는 실제에서와 같은 현저한 교혼을 형성할 수 없다고 보고함으로써 실험적 교혼 연구의 문제점을 지적하였고, Van Hecke¹⁸⁾는 혐의자의 치열과 사과와 유방에 형성된 교혼을 비교한 결과 인식여부란 단정하기에는 불충분하다 하였고, Sebata¹⁹⁾는 해부학적 위치에 따라 교혼의 길이와 넓이가 형성시킨 치열과 일치하지 않는다 하였고, Yano²⁰⁾는 피부의 탄력성, 굴곡 등에 의한 교혼의 형태적 변형으로 인체피부의 교혼감정이 매우 어렵다고 하였으며, De Vore²¹⁾는 해부학적 위치와 자세에 따라 피부에 형성된 교혼은 형태와 크기의 변화로 감정하기가 어려우며, 특히 피부가 절개된 교혼은 심한 수축때문에 더욱 어렵다고 보고하였다.

Whittaker²²⁾는 피부가 가지는 인상재로서의 결정과²³⁾ 교혼을 감정하는 기술상의 문제를 지적하였으며, Dinkel²⁴⁾은 인체 피부에 형성된 교혼은 감염, 부종, 울혈때문에 감정하기가 어렵다고 하였으며, Butler²⁵⁾는 피부와 조직의 탄성때문에 교혼과 그 교혼을 형성한 치열은 서로 일치하지 않는다고 보고하였다. 반면에 Vale²⁶⁾, Sognaes¹⁷⁻²⁰⁾, Muncie²⁷⁾ 및 Gustafson²⁸⁾ 등은 명확한 교혼은 혐의자의 치열에 결정적인 정보를 제공해준다고 상반된 주장을 하였는데, 위에서의 많은 연구 보고는 대부분 개인식별의 측면에서 교혼의 유용성에 관한 연구보고로 교혼의 경시적 변화에 관한 연구는 최소하였으며, 특히 실험적 교혼의 생체 및 사후 변화에 관한 경시적 연구보고는 많지 않았다. 따라서 저자는 인체에서의 실험적 교혼의 경시적 변화와 아울러 돼지에서 실험적 교혼의 생체 및 사후변화를 육안, 사진 및 rubber base 인상체로 연구관찰 하였던 바 그

제 2 장 실험대상 및 방법

1. 실험대상

본 연구에 사용된 실험대상은 피하지방이 비교적 많지 않은 40대 남자 20명과 생후 6개월된 동일태생의 돼지(Durac종) 10마리를 사용하였으며, 사람이 실험대상인 경우는 가. 70kg의 하중으로 인체의 좌측 전완에 3초간 압박한 군 10명, 나. 70kg의 하중으로 우측 전완에 6초간 압박한 군 10명, 다. 130kg의 하중으로 좌측 전완에 3초간 압박한 군 10명, 라. 130kg의 하중으로 우측 전완에 6초간 압박한 군 10명 이었고, 돼지가 실험대상인 경우는 마. 100kg의 하중으로 둔부에 6초간 압박한 군 5마리, 바. 100kg의 하중으로 둔부에 6초간 압박한 후 즉시 기도를 폐쇄시켜 희생시킨 군 5마리 이었다.

2. 실험방법

저자가 고안한 실험적 교혼 형성기 (Fig. 1.) 에 methyl-methacrylate 사막 6전치가 식립된 치아모형(일신 치과재료 공업사)을 부착하여 40대남자를 대상자에 따라 좌, 우 전완에 각 70kg 또는 130kg의 하중으로 각 3초간 또는 6초간씩 압박하여 실험적 교혼을 형성한 후 즉시, 10분, 30분, 1시간 3시간, 6시간, 24시간 경시적으로 관찰 및 사진촬영을 실시하고, rubber base (light body 인상재: Caulk Co.) 인상을 채득하였고 돼지는 2군, 즉 100kg의 하중으로 둔부에 6초간 압박한 군 5마리, 100kg의 하중으로 둔부에 6초간 압박한 후 희생시킨 군 5마리 모두 실험적 교혼을 형성한 후 즉시, 30분, 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간 경시적으로 관찰 및 사진촬영을 실시하고 rubber base인상을 채득하였다. 이때 사진촬영 및 인상채득은 미국법치의학회 규정집"을 참고로 하여 시행하였다.

관찰 및 제측은 각 실험군마다 경시적으로 교혼의 육안적 소견을 기록하였고, rubber base 인상제 상에서 (1)좌측 견치 교두경, (2)우측 견치 교두경, (3)좌측 중절치 절단면, (4)우측 중절치 절단면의 인기상태(식별 또는 제측가능, 불가능)를 상기 항목별로 조사하였으며, (1)좌우견치 교두경간거리, (2)좌측 중절치 절단면 근원심폭경, (3)우측 중절치 절단면 근원심폭경, (4)좌우중절치 치간거리를 제측하였다.

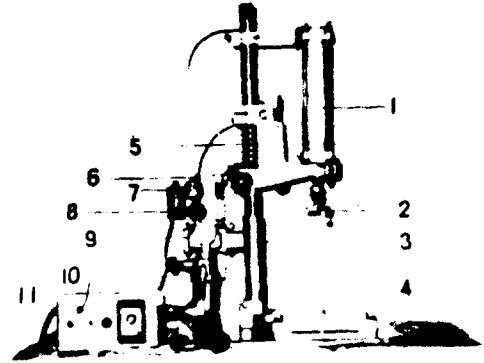


Fig. 1. Bite Mark Maker

- 1) Air Cylinder CML 50~200
- 2) Dental Model
- 3) Air Solenoid Valve
- 4) Body Support Hold
- 5) Body
- 6) Solenoid Valve
- 7) Air Gauge
- 8) Air Regulator
- 9) Main Gauge
- 10) Air Filter
- 11) Timer

제 3 장 실험성적

1. 육안적 소견

가. 70kg의 하중으로 인체좌측 전완에 3초간 압박한 군

1) 즉시

교혼부는 절단면, 순면, 설면에 의한 선명한 함몰을 보였고, 절단면에 의한 함몰부는 창백하게 보였으며, 주위부는 교혼부와의 경계부위에 심한 울혈을 보였다.

2) 10분

교혼부는 함몰이 약간 소실되었고, 절단면은 심한 부종으로 주위부보다 부분적으로 약간 융기되었고, 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 울혈이 즉시보다 약간 착산되었고, 광범위하게 약간의 부종을 보였다.

3) 30분

교혼부는 견치 교두정을 제외한 절단면에 의한 함몰은 거의 소실되었고, 절단면을 따라 10분후 보다 범위가 약간 축소된 선홍색 피하출혈과 다소의 부종을 보였으며, 주위부는 울혈이 약간 소실되었고, 전체적으로 약간의 부종을 보였다.

4) 1시간

교혼부는 절단면의 심한 부종으로 주위부와의 경계가 극히 불분명하였고, 절단면을 따라 선명한 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 교혼부와의 경계부위를 따라 다소의 울혈과 전체적인 심한 부종을 보였다.

5) 3시간

교혼부는 절단면을 따라 광범위한 부종과 선명한 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 약간의 울혈을 보였으나, 부종은 거의 소실되었다.

6) 6시간

교혼부는 절단면을 서로 연결하는 피모양의 광범위한 부종과 암적색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 교혼부와의 경계부위에 극히 미약한 암적색 피하출혈과 전체적인 부종을 보였다.

7) 24시간

교혼부는 함몰이 위전 소실되었고 경계가 불분명한 암갈색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 심면과의 경계부위에 암갈색 피하출혈을 보였고, 전체적으로 극히 미약한 부종을 보였다.

나. 70kg의 하중으로 인체 우측 전완에 6초간 압박한 군

교혼 형성 증시는 70kg의 하중으로 3초간 압박한 군과 비교하여, 함몰이 약간 더 분명하였으나, 그 이후는 유사한 소견을 보였다.

다. 130kg으로 인체 좌측 전완에 3초간 압박한 군

1) 즉시

교혼부는 절단면, 순면, 설면에 의한 매우 선명한 함몰을 보였고, 절단면에 의한 함몰부는 창백하게 보였으며, 주위부는 교혼부와의 경계부위에 매우 심한 울혈을 보였다.

2) 10분

교혼부는 순면에 의한 함몰은 완전소실되었고, 설면에 의한 함몰은 치경부 1/2정도만 보였고, 견치 교두정은 함몰이 약간 소실되었고, 중절치, 측절치는 심한 부종으로 주위부보다 융기되었고, 절단면을 따라 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 교혼부와의 경계부위에 심한 울혈과, 약간의 부종을

보였다.

3) 30분

교혼부는 함몰부의 경계가 불분명하였고, 약간의 부종과 광범위한 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 약간의 울혈과 약간 심한 부종을 보였다.

4) 1시간

교혼부는 절단면을 따라 심한 부종에 의해서 띠모양으로 융기되었으며, 30분 후보다 다소 범위가 축소된 선명한 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 광범위하게 심한 부종을 보였다.

5) 3시간

교혼부는 광범위한 부종으로 주위부와의 경계가 매우 불분명하였고, 선명한 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 광범위하게 더욱 심한 부종을 보였다.

6) 6시간

교혼부는 절단면을 따라 극히 약간 융기되었고, 경계가 매우 불분명한 암적색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 광범위하게 약간의 부종을 보였다.

7) 24시간

교혼부는 견치교두정, 중절치 절단면을 따라 비교적 경계가 분명한 암갈색 피하출혈을 보였으며 주위부는 교혼부와의 경계부위를 따라 약간의 암갈색 피하출혈을 보였다.

라. 130kg의 하중으로 인체 우측 전완에 6초간 압박한 군

130kg으로 3초간 압박한 군과 비교하여, 교혼형성 증시는 함몰이 약간 더 분명하였으나, 그 이후는 유사한 소견을 보였다.

마. 100kg의 하중으로 돼지 둔부에 6초간 압박한 군

1) 즉시

교혼부는 절단면, 순면, 설면에 의한 선명하고 깊은 함몰을 보였고, 절단면에 의한 함몰부는 창백하게 보였으며, 주위부는 교혼부와의 경계부위에 심한 울혈을 보였다.

2) 30분

교혼부는 순면, 설면에 의한 함몰이 완전소실되었고, 절단면에 의한 함몰은 다소 소실되었으나, 경계가 분명하였고, 절단면을 따라 암적색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 울혈이 약간 소실되었고 전체적인 부종을 보였다.

3) 1시간

교혼부는 함몰이 다소 소실되어 부분적으로 경

가 불분명하였고, 절단면을 따라 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 울혈이 거의 소실되었고, 전체적으로 약간의 부종을 보였다.

4) 3시간

교혼부는 부종에 의해서 함몰부의 경계가 불분명하였고, 피하출혈이 약간 소실되었으며, 주위부는 피하출혈이 완전 소실되었고, 전체적으로 심한 부종을 보였다.

5) 6시간

교혼부는 경계가 극히 불분명한 함몰을 보였고, 선명하고 경계가 분명한 선홍색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 부종이 약간 소실되었다.

6) 12시간

교혼부는 함몰이 거의 소실되었고, 암적색 피하출혈이 주위부로 확산되었으며, 주위부는 교혼부와외의 경계부위를 따라 암적색 피하출혈을 보였고, 부종은 거의 소실되었다.

7) 24시간

교혼부는 함몰이 완전히 소실되었고, 암갈색 피하출혈이 주위부로 확산되었으며, 주위부는 교혼부와외의 경계부위를 따라 암갈색 피하출혈을 보였다.

바. 100kg의 하중으로 돼지 둔부에 6초간 압박한 후 희생시킨 군

1) 즉시

교혼부는 절단면, 측면, 설면에 의한 선명하고 깊은 함몰을 보였고, 절단면은 창백하게 보였으며, 주위부는 교혼부와외의 경계부위를 따라 심한 울혈을 보였다.

2) 30분

즉시와 거의 유사한 소견을 보였다.

3) 1시간

교혼부는 함몰이 극히 약간 소실되었고, 절단면은 창백하게 보였으며, 주위부는 울혈이 약간 광범위하게 확산되었다.

4) 3시간

교혼부는 함몰부의 깊이가 약간 감소되었고, 절단면은 창백하게 보였으며, 주위부는 광범위하게 심한 울혈을 보였다.

5) 6시간

교혼부는 함몰부의 경계가 불분명하였고, 절단면은 창백하게 보였으며, 주위부는 광범위한 울혈을 보였다.

6) 12시간

교혼부는 함몰부의 경계가 매우 불분명하였고,

절단면은 암적색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 울혈이 다소 소실되었다.

7) 24시간

교혼부는 함몰이 거의 소실되었고, 절단면은 범위가 다소 축소된 암갈색 피하출혈을 보였으며, 주위부는 울혈이 거의 소실되었다.

2. 계측가능도

70kg의 하중으로 인체의 좌측 전완에 3초간 압박한 군에서 교혼의 계측가능도는 교혼 형성 즉시에 100%, 10분에 45%, 30분에 2.5%이었는데, 그 이후는 계측이 불가능하였고 (Table 1), 70kg으로 우측 전완에 6초간 압박한 군에서는 교혼형성 즉시에 100%, 10분에 65%, 30분에 2.5%이었는데, 그 이후는 계측이 불가능하였으며 (Table 2), 130kg으로 좌측 전완에 3초간 압박한 군에서는 교혼형성 즉시에 100%, 10분에 87.5%, 30분에 10%이었는데, 그 이후는 계측이 불가능하였으며 (Table 3), 130kg으로 우측 전완에 6초간 압박한 군에서는 교혼 형성 즉시에 100%, 10분에 92.5%, 30분에 25% 1시간에 5%로 그 이후는 계측이 불가능하였다 (Table 4).

즉, 일체 전완에 형성된 교혼의 계측가능도는 시간이 경과함에 따라 현저히 감소하였는데, 이것은 교혼 형성시에 가한 하중이 크고, 압박시간이 길수록 높게 나타났다.

그리고 돼지둔부에 100kg의 하중으로 6초간 압박한 군에서 교혼의 계측가능도는 교혼형성 즉시에 100%, 30분에 70%, 1시간에 40%이었는데, 그 이후는 계측이 불가능하였고 (Table 5), 100kg의 하중으로 6초간 압박한 후 희생시킨 군에서는 교혼형성 후 30분까지 100%, 1시간에 90%, 3시간에 65%, 6시간에 20%, 12시간에 20%, 24시간에 5%이었다 (Table 6).

즉 돼지를 대상으로 교혼 형성 후 희생시킨 군의 계측가능도는 교혼형성 후 계속 생존시킨 군의 계측가능도보다 현저히 높게 나타났다.

3. Rubber base 인상체에서 교혼의 계측

Rubber base 인상체상에서 교혼의 제 계측치는 Table 7~12에서 보는 바와 같다.

Table 1. Measurable indentation of the experimental bite marks in accordance with the time elapsed (in human left forearm by pressing with a load of 70kgs for 3 seconds)

Time	Subject No. Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Measurability %
		Immediate	a	○	○	○	○	○	○	○	○	
b	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
c	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
d	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10 minutes	a	○	○		○		○		○	○	○	45
	b		○		○		○	○	○	○	○	
	c		○		○							
	d		○		○							
30 minutes	a						○					2.5
	b											
	c											
	d											
1 hour	a											0
	b											
	c											
	d											
3 hours	a											0
	b											
	c											
	d											
6 hours	a											0
	b											
	c											
	d											
24 hours	a											0
	b											
	c											
	d											

- (1) a : Cusp of maxillary left canine
 b : Cusp of maxillary right canine
 c : Edge of left central incisor
 d : Edge of right central incisor

(2) Marks 'o' mean measurable.

Table 2. Measurable indentation of the experimental bite marks in accordance with the time elapsed (in human right forearm by pressing with a load of 70kgs for 6 seconds)

Time	Subject No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Measurability %
	Variable												
Immediate	a		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	100
	b		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	c		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	d		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
10 minutes	a			o	o	o	o	o	o	o	o	o	65
	b			o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	c				o		o	o				o	
	d				o		o	o				o	
30 minutes	a												2.5
	b										o		
	c												
	d												
1 hour	a												0
	b												
	c												
	d												
3 hours	a												0
	b												
	c												
	d												
6 hours	a												0
	b												
	c												
	d												
24 hours	a												0
	b												
	c												
	d												

- (1) a : Cusp of maxillary left canine
 b : Cusp of maxillary right canine
 c : Edge of left central incisor
 d : Edge of right central incisor

(2) Marks 'o' mean measurable.

Table 3. Measurable indentation of the experimental bite marks in accordance with the time elapsed (in human left forearm by pressing with a load of 130kgs for 3 seconds)

Time	Subject No.		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Measurability %
	Variable												
Immediate	a		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100
	b		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	c		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	d		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10 minutes	a		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	87.5
	b		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	c		○	○	○		○	○	○	○	○	○	
	d			○	○		○	○			○	○	
30 minutes	a								○		○		10
	b								○		○		
	c												
	d												
1 hour	a												0
	b												
	c												
	d												
3 hours	a												0
	b												
	c												
	d												
6 hours	a												0
	b												
	c												
	d												
24 hours	a												0
	b												
	c												
	d												

- (1) a : Cusp of maxillary left canine
 b : Cusp of maxillary right canine
 c : Edge of left central incisor
 d : Edge of right central incisor

(2) Marks 'o' mean measurable.

Table 4. Measurable indentation of the experimental bite marks in accordance with the time elapsed (in human right forearm by pressing with a load of 130kgs for 6 seconds)

Time	Subject No. Variable	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Measurability %
		Immediate	a	○	○	○	○	○	○	○	○	
b	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
c	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
d	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10 minutes	a	○	○	○	○	○		○	○	○	○	92.5
	b	○	○	○	○	○		○	○	○	○	
	c		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	d	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
30 minutes	a			○		○				○	○	25
	b			○		○				○	○	
	c					○						
	d					○						
1 hour	a									○		5
	b									○		
	c											
	d											
3 hours	a											0
	b											
	c											
	d											
6 hours	a											0
	b											
	c											
	d											
24 hours	a											0
	b											
	c											
	d											

- (1) a : Cusp of maxillary left canine
- b : Cusp of maxillary right canine
- c : Edge of left central incisor
- d : Edge of right central incisor

(2) Marks 'o' mean measurable.

Table 5. Measurable indentation of the experimental bite marks in accordance with the time elapsed
(in the buttock of pigs by pressing with a load of 100kgs for 6 seconds).

Time	Subject No. Variable	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	Measurability %
Immediate	a	○	○	○	○	○	100
	b	○	○	○	○	○	
	c	○	○	○	○	○	
	d	○	○	○	○	○	
30 minutes	a	○	○	○		○	70
	b	○	○	○		○	
	c		○	○		○	
	d		○	○		○	
1 hour	a			○	○	○	40
	b			○	○	○	
	c					○	
	d					○	
3 hours	a						0
	b						
	c						
	d						
6 hours	a						0
	b						
	c						
	d						
12 hours	a						0
	b						
	c						
	d						
24 hours	a						0
	b						
	c						
	d						

- (1) a : Cusp of maxillary left canine
 b : Cusp of maxillary right canine
 c : Edge of left central incisor
 d : Edge of right central incisor

(2) Marks 'o' mean measurable.

Table 6. Measurable indentation of the experimental bite marks in accordance with the time elapsed
(in the buttock of pigs by pressing with a load of 100kgs for 6 seconds and sacrificed immediately after making the bite)

Time	Subject No. Variable	11 D	12 D	13 D	14 D	15 D	Measurability %
Immediate	a	○	○	○	○	○	100
	b	○	○	○	○	○	
	c	○	○	○	○	○	
	d	○	○	○	○	○	
30 minutes	a	○	○	○	○	○	100
	b	○	○	○	○	○	
	c	○	○	○	○	○	
	d	○	○	○	○	○	
1 hour	a	○	○	○	○		90
	b	○	○	○	○		
	c	○	○	○	○	○	
	d	○	○	○	○	○	
3 hours	a	○	○	○	○		65
	b	○	○	○	○		
	c	○	○	○			
	d	○		○			
6 hours	a	○	○	○		○	20
	b						
	c						
	d						
12 hours	a		○	○		○	20
	b						
	c						
	d						
24 hours	a					○	5
	b						
	c						
	d						

- (1) a : Cusp of maxillary left canine
 b : Cusp of maxillary right canine
 c : Edge of left central incisor
 d : Edge of right central incisor

(2) Marks 'o' mean measurable.

Table 7. Measurements of the experimental bite marks
(in human left forearm by pressing with a load of 70kgs for 3 seconds)

		mm									
Time	Subject No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Variable										
Immediate	a	35.5	35	34	34	36	35.5	35	34	34	35
	b	7	7	7	6.5	8	7	7	6	6	7
	c	7	7	7	7	8	7	7	7	6	7
	d	2	2.5	2	2	2	2.5	2	2	2.5	2.5
10 minutes	a		35.5		34		35		33.5	34	35
	b		7		6						7
	c		7		7						6.5
	d										
30 minutes	a										
	b										
	c										
	d										
1 hour	a										
	b										
	c										
	d										
3 hours	a										
	b										
	c										
	d										
6 hours	a										
	b										
	c										
	d										
24 hours	a										
	b										
	c										
	d										

- (1) a: Inter- canine width
 b: Length of left central incisal edge
 c: Length of right central incisal edge
 d: Width of gaps between central incisors
- (2) Inter- canine width of the dental model is 34mm,
 length of left central incisal edge is 7.5mm,
 width of gaps between central incisors is 2mm.
- (3) Blanks mean immeasurable.

Table 8. Measurements of the experimental bite marks
(in human right forearm by pressing with a load of 70kgs for 6 seconds)

Time	Subject No. Variable	mm									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Immediate	a	35	36	34.5	34.5	34.5	35	36	35.5	34	34
	b	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7
	c	7	8	6	7	7	7	7.5	7	7	7
	d	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	2.5
10 minutes	a		36		34		35	36	35	33.5	33.5
	b										7
	c										7
	d										
30 minutes	a										
	b										
	c										
	d										
1 hour	a										
	b										
	c										
	d										
3 hours	a										
	b										
	c										
	d										
6 hours	a										
	b										
	c										
	d										
24 hours	a										
	b										
	c										
	d										

- (1) a: Inter- canine width
 b: Length of left central incisal edge
 c: Length of right central incisal edge
 d: Width of gaps between central incisors
- (2) Inter-canine width of the dental model is 34mm,
 length of left central incisal edge is 7.5mm,
 width of gaps between central incisors is 2mm.
- (3) Blanks mean immeasurable.

Table 9. Measurements of the experimental bite marks
(in human left forearm by pressing with a load of 130kgs for 3 seconds)

Time	Subject No. Variable	mm									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Immediate	a	35	34	33	35.5	35.5	34.5	35	35.5	35.5	35
	b	7	6	7	7	7	7	7	7.5	7	7
	c	8	7	7	7	8	8	7.5	8	8	7
	d	2	2	2	2.5	2	2	2.5	2	2	2
10 minutes	a	34.5	34	33.5	35.5	35	34	34.5	35.5	35	34.5
	b		6	7		7	7	6.5	8	7	6.5
	c	7.5	6	7		7.5	8			7.5	7
	d	2	2	2		2				2	
30 minutes	a							34.5		35	
	b										
	c										
	d										
1 hour	a										
	b										
	c										
	d										
3 hours	a										
	b										
	c										
	d										
6 hours	a										
	b										
	c										
	d										
24 hours	a										
	b										
	c										
	d										

- (1) a: Inter- canine width
 b: Length of left central incisal edge
 c: Length of right central incisal edge
 d: Width of gaps between central incisors
- (2) Inter-canine width of the dental model is 34mm,
 length of left central incisal edge is 7.5mm,
 width of gaps between central incisors is 2mm.
- (3) Blanks mean immeasurable.

Table 10. Measurements of the experimental bite marks
(in human right forearm by pressing with a load of 130kgs for 6 seconds)

Time	Subject No. Variable	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Immediate	a	34.5	33	35	34	35	36.5	34.5	32
b	7		7	7	7	7	7.5	8	7	7	7
c	7		7	8	8	8	8	8	7	7	7
d	2.5		2	2	2	2	2.5	2	2	2.5	2
10 minutes	a	34	33.5	35	34	35.5		34.5	32	24.5	34.5
	b	6.5	7		7	7	8	8	7	7	6.5
	c		7	8	7	8	7.5	8	7	7	6.5
	d		2			2		2.5	2	2	
30 minutes	a			35		35				33.5	34.5
	b					7.5					
	c					8					
	d										
1 hour	a								35		
	b										
	c										
	d										
3 hours	a										
	b										
	c										
	d										
6 hours	a										
	b										
	c										
	d										
24 hours	a										
	b										
	c										
	d										

- (1) a: Inter-canine width
 b: Length of left central incisal edge
 c: Length of right central incisal edge
 d: Width of gaps between central incisors
- (2) Inter-canine width of the dental model is 34mm,
 length of left central incisal edge is 7.5mm,
 width of gaps between central incisors is 2mm.
- (3) Blanks mean immeasurable.

Table 11. Measurements of the experimental bite marks
(in the buttock of pigs by pressing with a load of 100kgs for 6 seconds)

		mm					
Time	Variable	Subject No.	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A
		Immediate	a	36	32	34	35
b	7		7	7	8	7	
c	7		7	8	8	7	
d	2.5		2	2	2	2	
30 minutes	a	36	3.2	33.5		35	
	b		7	7			
	c		6.5	6.5			
	d		2.5			2	
1 hour	a			34	35	35	
	b						
	c						
	d						
3 hours	a						
	b						
	c						
	d						
6 hours	a						
	b						
	c						
	d						
12 hours	a						
	b						
	c						
	d						
24 hours	a						
	b						
	c						
	d						

- (1) a : Inter- canine width
 b : Length of left central incisal edge
 c : Length of right central incisal edge
 d : Width of gaps between central incisors
 (2) Inter- canine width of the dental model is 34mm,
 length of left central incisal edge is 7.5mm,
 width of gaps between central incisors is 2mm.
 (3) Blanks mean immeasurable.

Table 12. Measurements of the experimental bite marks
(in the buttock of pigs by pressing with a load of 100kgs for 6 seconds and sacrificed immediately after making the bite)

		mm					
Time	Variable	Subject No.	11 D	12 D	13 D	14 D	15 D
		Immediate	a	34	32	34	32
b	7		6	8	6	6	
c	6		6	8	6	6	
d	2		2.5	2	2	2.5	
30 minutes	a	33.5	32	33.5	31.5	32.5	
	b	7	5.5	8	6	6.5	
	c	6	6	8	6	7	
	d	2	2	2	2	2	
1 hour	a	34	32	34	31.5		
	b	7	5	8	6	6	
	c	7	6.5	8	6	6	
	d				2	2	
3 hours	a	34	32	34	32		
	b	7	5	8			
	c	7	6	8			
	d						
6 hours	a						
	b						
	c						
	d						
12 hours	a						
	b						
	c						
	d						
24 hours	a						
	b						
	c						
	d						

- (1) a : Inter- canine width
 b : Length of left central incisal edge
 c : Length of right central incisal edge
 d : Width of gaps between central incisors
 (2) Inter- canine width of the dental model is 34mm,
 length of left central incisal edge is 7.5mm,
 width of gaps between central incisors is 2mm.
 (3) Blanks mean immeasurable.

제 4 장 총괄 및 고안

Mac Donald¹³⁾는 “교혼이란 치아와 그밖의 구강조직에 의해서 형성된 자국”이라고 정의하였다. 그런데 교혼은 주로 사람이나 동물의 전치에 의해서 형성되며¹⁴⁾, 교혼의 대부분은 각종 범죄시에 범인에 의해서 형성되고, 때로는 피해자 자신에 의해서 형성되기도 한다¹⁵⁾. 교혼의 호발부위는 교혼이 형성될 때의 상황에 따라 다르지만 일반적으로 남자의 팔과 어깨, 여자의 유방과 팔 등으로 알려져 있다.^{16), 17)}

교혼에 의한 조직의 손상정도는 교혼이 형성될 때에 작용한 힘의 크기, 작용시간, 치아나 조직의 운동유무, 조직의 탄성, 피하조직의 두께 등에 따라 피부에 가볍게 인기되는 정도에서부터 피하조직 깊숙히 절개되는 정도까지 매우 다양하다¹⁸⁾.

교혼은 주로 피부에 형성되는데, 교혼의 형태와 크기가, De Vore¹⁴⁾, Sebata¹⁶⁾, Van Hecke²²⁾, 등은 해부학적 위치에 따라, Yano²⁴⁾, Butler²⁵⁾, 등은 조직의 형태와 탄성에 따라 변화한다고 하였고, Dinkel¹⁸⁾, Gustafson¹⁹⁾, Whittaker²³⁾, 등은 울혈, 부종등의 생리적 반응때문에 인체피부에 형성된 교혼은 감정하기가 어렵다고 한 반면, Sognaes¹⁷⁾는 다수의 치아를 포함하는 깊고 명확한 교혼은 충분한 증거능력이 있다고 하였다. 그런데 Fearnhead⁶⁾는 교혼이 형성된 음식물의 경시적 변화에 따라, Whittaker²³⁾는 교혼이 형성된 돼지피부의 경시적 변화에 따라, Yano²⁴⁾는 교혼이 형성된 인체피부의 경시적 변화에 따라 교혼의 감정이 어려웠다고 보고하였을 뿐만 아니라, Sebata¹⁶⁾는 교혼형성시간과 사망시간의 추정에 교혼의 경시적 변화를 이용할 수 있다고 하였다. 그럼에도 불구하고 대부분의 교혼은 인체에 형성되므로, 교혼은 시간이 경과함에 따라서 개인식별의 이용도가 감소될 것으로 사료된다.

이에 저자는 교혼 연구의 대상으로 인체 전완부를 이용하여²¹⁾ 교혼의 경시적 변화를 연구하였고, 다음으로는 돼지 피부가 인체피부의 이상적인 대응물은 되지 못하나, 비슷한 조직학적 구조를 갖고 있고²²⁾, 쉽게 이용할 수가 있으며, 명백한 이유로 인체를 대상으로 하여 교혼을 형성한 후 질직사 시킨 상태에서 교혼의 사후변화를 관찰할 수 없었기 때문에 돼지를 연구대상으로 하였다.

Bang⁷⁾, Luntz¹¹⁾ 등은 교혼감정에 있어서 모든 경우에 다 적절한 특정한 방법은 존재하지 않고, 다만 그 사건의 상황과 감정의²⁶⁾ 편이성에 의해서 결정

된다고 하였으므로, 저자는 미국법치의학회¹⁾에서 권장하는 사진촬영과 rubber base 인상채득법을 참고하였다.

교혼을 감정할 때에는 일반적으로 교혼상에서의 전체적인 치열, 각 치아의 위치 및 형태와 크기등을 조사하고, 아울러 좌우 견치 교두정간거리, 절단면의 근원심폭경, 절단면의 순설폭경 및 치간거리 등을 계측하고 있어^{27), 28)}, 저자의 연구에서도 (1) 좌측 견치 교두정, (2) 우측 견치 교두정 (3) 좌측 중절치 절단면, (4) 우측 중절치 절단면을 대상으로 계측가능 여부를 조사하였으며, 아울러 (1) 좌우 견치 교두정간 거리, (2) 좌측 중절치 절단면 근원심폭경, (3) 우측 중절치 절단면 근원심폭경, (4) 좌우 중절치 치간거리를 계측하였다.

저자의 실험에서 인체전완부에 형성된 교혼의 계측가능도는 교혼형성 즉시에 가장 높았으며, 교혼형성 후 30분에는 거의 계측이 불가능하였는데, 이는 물리적 충격에 의한 피부의 염증반응^{29), 30)} 때문으로 생각되며, 돼지둔부에 형성된 교혼의 계측가능도는 교혼형성 후 회생시킨 군이 교혼형성 후 생존시킨 군보다 현저히 높게 나타났는데, 이는 혈액순환과 조직탄성이 없는 사체³¹⁾와 생리적 반응이 있는 생체의 차이 때문으로 생각되며, 인체에서도 이와 유사할 것으로 추정된다.

그런데 인체 및 돼지를 대상으로 한 실험적 교혼에 관한 연구로서는 김³²⁾, Whittaker²³⁾의 보고가 있으나 실험방법 및 실험대상에 있어서 저자의 실험과 상이하므로 실험성적을 상호 비교하기는 곤란하였다.

Rubber base 인상채에서 교혼의 계측은 치아모형에서의 계측과 일치하지 않은 경우도 있었는데^{33), 34)}, 이는 교혼의 인기 상태가 분명치 않은 경우이었거나, 해부학적 위치^{35), 36)}, 조직탄성 및 부종³⁷⁾ 등에 의한 교혼의 변형 때문으로 사료된다.

저자의 연구는 실험적 교혼을 연구대상으로 하였는데, 실제로 교혼이 형성될 때에는 수직운동 뿐만 아니라, 수평운동 및 회전운동도 가해지며³⁸⁾, 설압³⁹⁾ 흡입력⁴⁰⁾도 작용하는 반면, 저자의 실험에서는 사람의 치열이 아닌 치아모형을 이용하여 수직운동에 의한 압박흔을 연구하였던 바, 향후 이에 대한 많은 보완과 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

제5장 결 론

저자는 40대 남자 20명과 생후 6개월된 돼지 10마리를 대상으로 저자가 고안한 교흔형성기에 상악 6 전치가 식립된 치아모형을 부착하여 1) 인체 좌우 전완에 각 70kg 또는 130kg의 하중으로 3초간 또는 6초간씩 압박하여 실험적 교흔을 형성하고, 2) 돼지 둔부에 100kg의 하중으로 6초간 압박하여 실험적 교흔을 형성한 후, 그중 5마리는 즉시 기도를 폐쇄하여 희생시키고, 나머지 5마리는 계속 생존시킨 상태에서 육안, 사진촬영 및 rubber base 인상을 채득하여, 교흔의 경시적 변화를 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인체 전완에 형성된 실험적 교흔의 계속 가능 시간은 압박시에 가한 하중이 크고, 압박시간이 길수록 길게 나타났다.
2. 인체 전완과 돼지둔부에 형성된 실험적 교흔은 물리적 충격에 의한 함몰, 부종 및 피하출혈등을 보였으나, 교흔 형성 즉시 희생시킨 돼지에서는 부종을 보이지 않았다.
3. 둔부에 실험적 교흔을 형성하고, 즉시 희생시킨 돼지의 교흔이 계속 생존시킨 돼지의 교흔보다 계속 가능시간이 현저히 길었다.
4. Rubber base 인상체에서 실험적 교흔의 계속은 치아 모형에서의 계속과 반드시 일치하지는 않았다.

참 고 문 헌

1. American Society of Forensic Odontology: Forensic Odontology Workbook, 1980.
2. Bang, G.: Analysis of tooth marks in a homicide case, Acta Odont. Scand. 34:1, 1976.
3. Butler, O.H.: The value of bite mark evidence, Int. J. Forensic Dentistry, 1:23, 1973.
4. De Vore, D.T.: Bite marks for identification? - A preliminary report, Medicine, Science and the Law, 11:144, 1971.
5. Dinkel, E.H.: The use of bite mark evidence as an investigative aid, Journal of Forensic Sciences, 19:535, 1974.
6. Fearnhead, R.W.: Facilities for forensic

odontology, Medicine, Science and the Law, 1:273, 1961.

7. Glass, R.T. et al.: Multiple animal bite wounds: A case report, Journal of Forensic Sciences, 20:305, 1975.
8. Gustafson, G.: Forensic Odontology, Staples Press, p. 140, 1966.
9. Harvey, W.: Dental identification & forensic odontology, Henry Kimpton Publishers, p. 93, 1976.
10. Luntz, L.L. and Luntz, P.: A case in forensic odontology: A bite mark in a multiple homicide, Oral Surgery, Oral Medicine & Oral Pathology, 36:72, 1973.
11. Luntz, L.L. and Luntz, P.: Handbook of dental identification, J.B. Lippincott Co., p. 148, 1973.
12. MacDonald, D.G.: Bite mark recognition and interpretation, J. Forens. Sci. Soc. 14: 229, 1974.
13. Marshall, W. et al.: Bite marks in apples-forensic aspects, Int. J. Forensic Dentistry, 3:21, 1976.
14. Mills, P.B.: An unusual case of bite mark identification, Int. J. Forensic Dentistry, 3: 38, 1976.
15. Muncie, W.: The murder of Linda Peacock: A triumph for forensic odontology, Australian Police Journal, 23:319, 1969.
16. Sebata, M.: Medico-legal studies on bite marks, Bulletin of the Tokyo Dental College, 4: 83, 1963.
17. Sognnaes, R.F.: Bite mark lesions in human skin caused by an unequivocally identified "suspect", J. California Dent. Assoc., 3:50, 1975.
18. Sognnaes, R.F.: Scanning electron microscopy for dental and bite mark identification with examples of SEM replica applications to pathology, dactylography and ballistics, presented at the VII International Meeting of Forensic Sciences, Forensic Odontology Session, Zurich, Switzerland, Sept. 12, 1975.
19. Sognnaes, R.F.: Unusual three-dimensional

- bite mark evidence in a homicide case, *Journal of Forensic Sciences*, 21:642, 1976.
20. Sognaes, R.F.: Battered child death; involving enigmatic bitemark evidence, *J. California Dent. Assoc.*, 4:22, 1976.
 21. Vale, G.L. et al.: Anatomical distribution of human bite marks in a series of 67 cases, *Journal of Forensic Sciences*, 28:61, 1983.
 22. Van Hecke, W.: Comments on a bite on a breast in a murder case, *Medicine, Science and the Law*, 6:47, 1966.
 23. Whittaker, D.K.: An experimental assessment of the reliability of bite marks analysis, *Int. J. Forensic Dentistry*, 3:12, 1972.
 24. Yano, M.: Experimental studies on bite marks, *Int. J. Forensic Dentistry*, 1:13, 1973.
 25. 김성욱: 교혼의 실험적 연구, *대한치과의사협회지*, 17:35, 1979.
 26. 김종열, 문국진: 교혼의 개인 식별 감정 2례, *국립과학수사연구소 년보*, 8:197, 1969.
 27. 吉畑種基, 山本勝一: 齒科法醫學, 醫齒藥出版株式會社, p.93, 1969.

A STUDY ON THE EXPERIMENTAL BITE MARKS

Chang Kyu Kim, D.D.S., M.S.D.

Led. by Prof. Sung Woo Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Oral Diagnosis, Graduate School, Seoul National University

◀ Abstract ▶

Author studied the changes of experimental bite marks using a special apparatus which was equipped with adult human resin dental model (in accordance with the time elapsed). The experimental bite marks were made in the forearm of 20 healthy men and in the buttock of 10 Durac pigs with various pressure. In making the experimental bite marks, the left forearm was pressed with a load of 70kgs and 130kgs for 3 seconds, the right forearm 70kgs and 130kgs for 6 seconds, the buttock of pigs 100kgs for 6 seconds, and 5 of the 10 pigs were sacrificed immediately after making the bite marks.

Through visual examinations, photographs and rubber base impressions of bite marks, following results were obtained:

1. The durations of measurable indentation of the experimental bite marks in the forearm of living human subject were depended upon the degree of the pressure and the length of the pressure time applied in making the bite marks.
2. As a physiological response to a physical stimulus of biting, indentation, bruising, edema and subepithelial bleeding were observed in the experimental bite marks in the forearm of living human. And the experimental bite marks in the buttock of pigs which were sacrificed immediately after making the bite showed only indentation and subepithelial bleeding in addition to postmortem changes.
3. The durations of measurable indentation of the experimental bite marks in the buttock of pigs which were sacrificed immediately after making the bite were much longer than those of the living pigs.
4. All of the measurements of the experimental bite marks were not matched completely with those of the model which was used in making the bite marks.

EXPLANATION OF FIGURES

Fig. 1-7 ; Experimental bite mark which was made in left forearm by pressing at a load of 70kgs for 3 seconds

- Fig. 1. Immediately after making the bite
- Fig. 2. At 10 minutes
- Fig. 3. At 30 minutes
- Fig. 4. At 1 hour
- Fig. 5. At 3 hours
- Fig. 6. At 6 hours
- Fig. 7. At 24 hours

Fig. 8-14 ; Experimental bite mark which was made in the right forearm by pressing at a load of 70kgs for 6 seconds

- Fig. 8. Immediately after making the bite
- Fig. 9. At 10 minutes
- Fig. 10. At 30 minutes
- Fig. 11. At 1 hour
- Fig. 12. At 3 hours
- Fig. 13. At 6 hours
- Fig. 14. At 24 hours

Fig. 15-21 ; Experimental bite mark which was made in the left forearm by pressing at a load of 130kgs for 3 seconds

- Fig. 15. Immediately after making the bite
- Fig. 16. At 10 minutes
- Fig. 17. At 30 minutes
- Fig. 18. At 1 hour
- Fig. 19. At 3 hours
- Fig. 20. At 6 hours
- Fig. 21. At 24 hours

Fig. 22-28 ; Experimental bite mark which was made in the right forearm by pressing at a load of 130kgs for 6 seconds

- Fig. 22. Immediately after making the bite
- Fig. 23. At 10 minutes
- Fig. 24. At 30 minutes
- Fig. 25. At 1 hour
- Fig. 26. At 3 hours
- Fig. 27. At 6 hours
- Fig. 28. At 24 hours

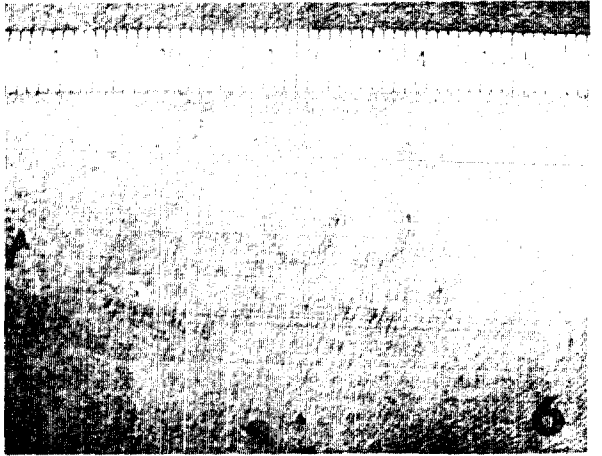
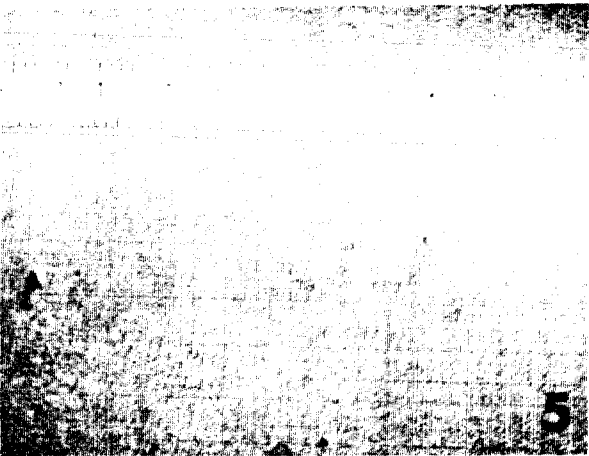
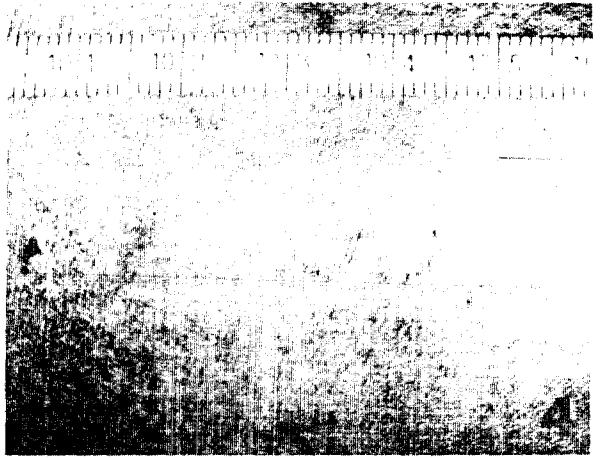
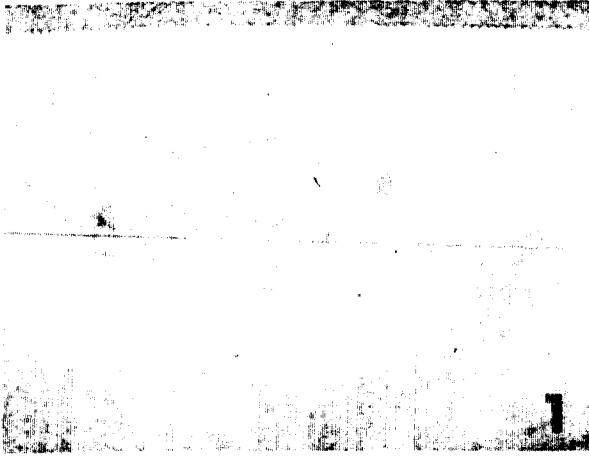
Fig. 29-35 ; Experimental bite mark which was made in the buttock of pig by pressing at a load of 100kgs for 6 seconds

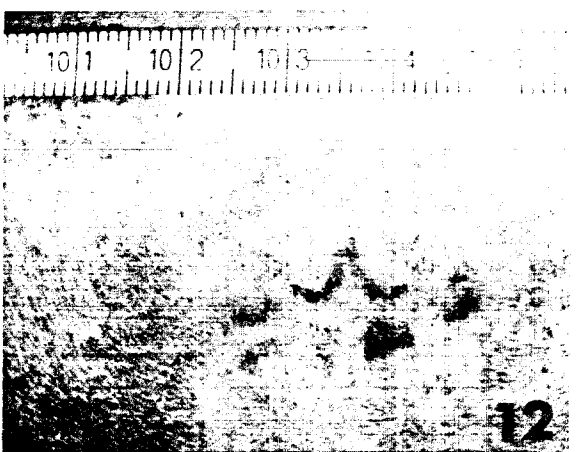
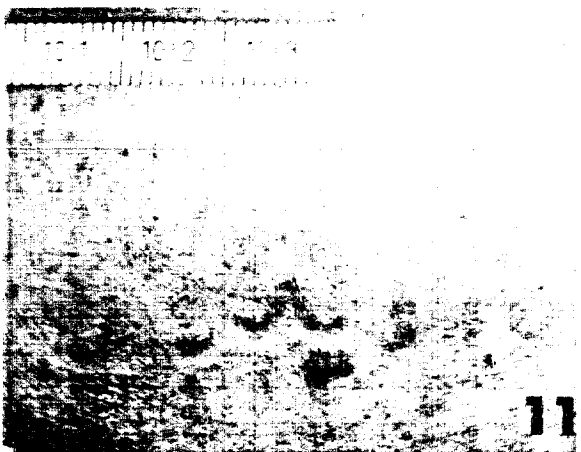
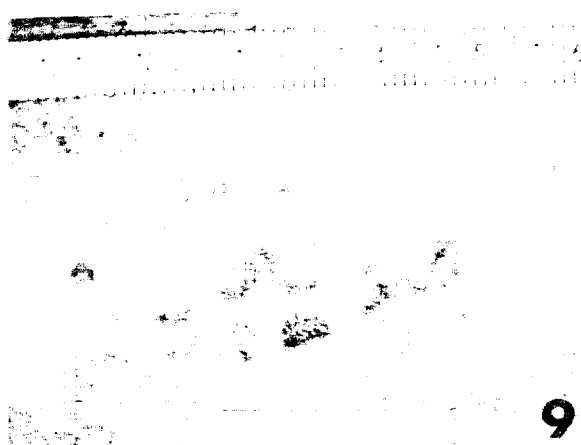
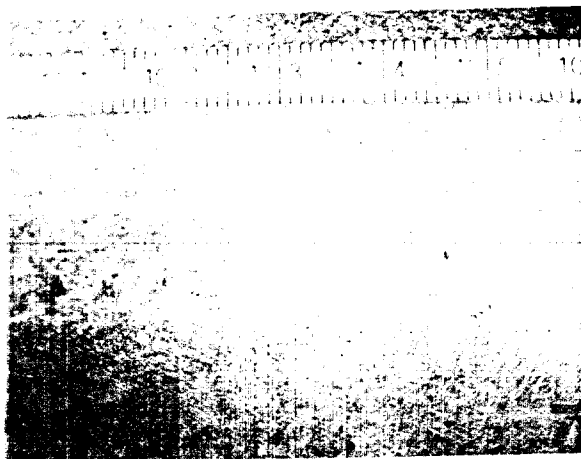
- Fig. 29. Immediately after making the bite
- Fig. 30. At 30 minutes

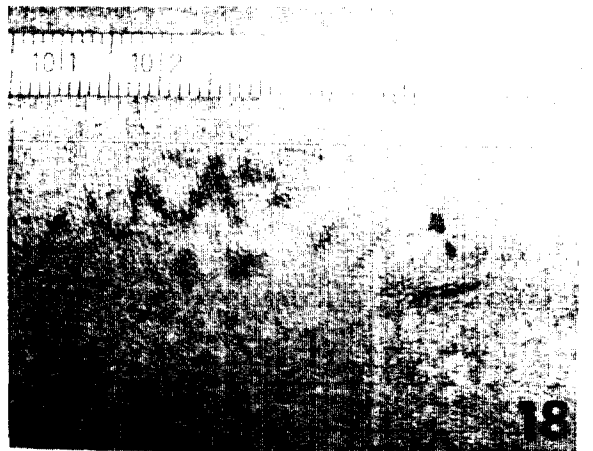
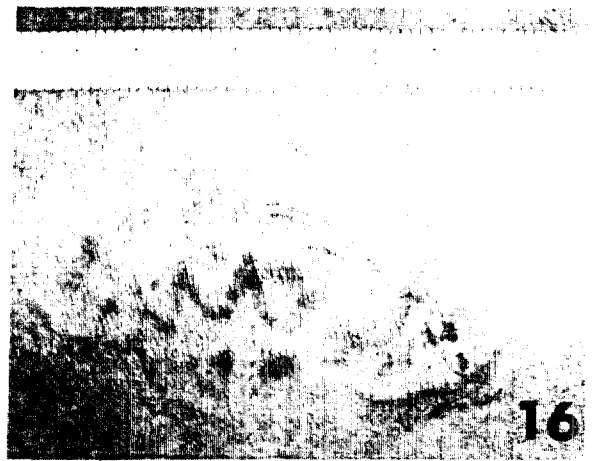
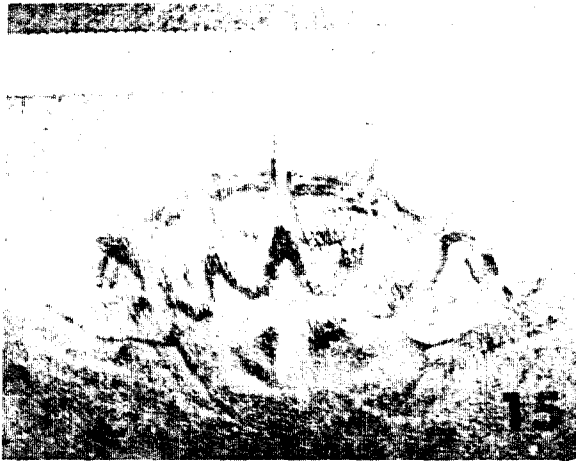
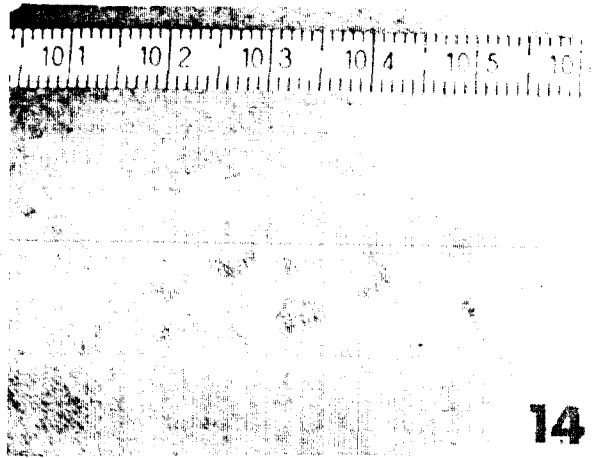
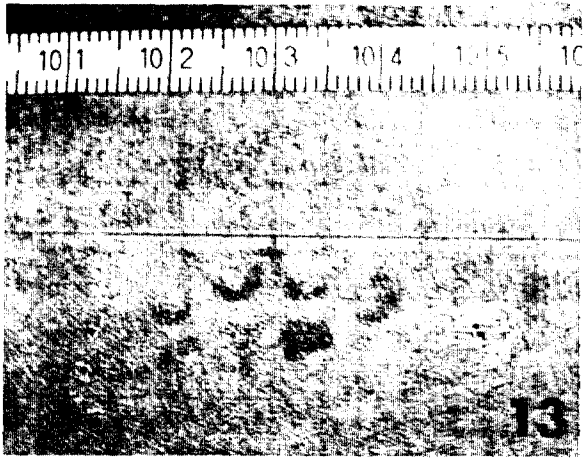
- Fig. 31.** At 1 hour
- Fig. 32.** At 3 hours
- Fig. 33.** At 6 hours
- Fig. 34.** At 12 hours
- Fig. 35.** At 24 hours

Fig. 36-42 ; Experimental bite mark which was made in the buttock of pig by pressing at a load of 100kgs for 6 seconds and sacrificed immediately after making the bite

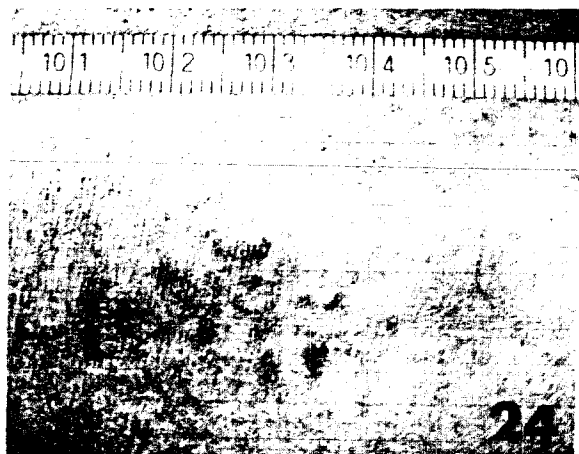
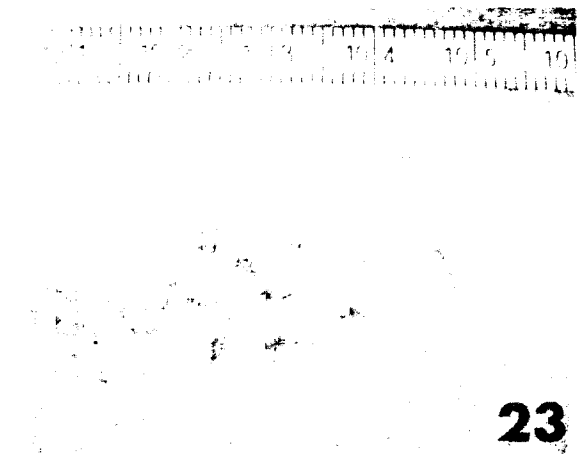
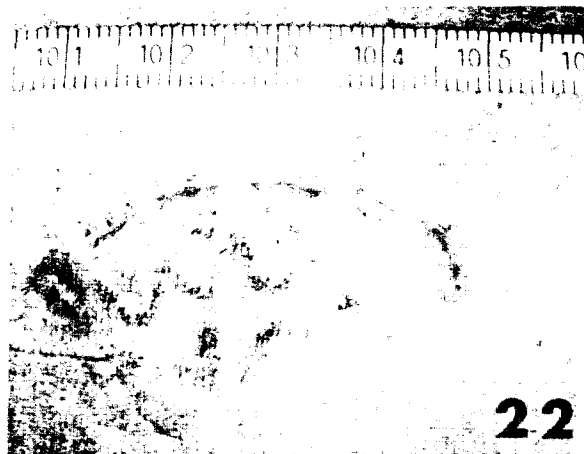
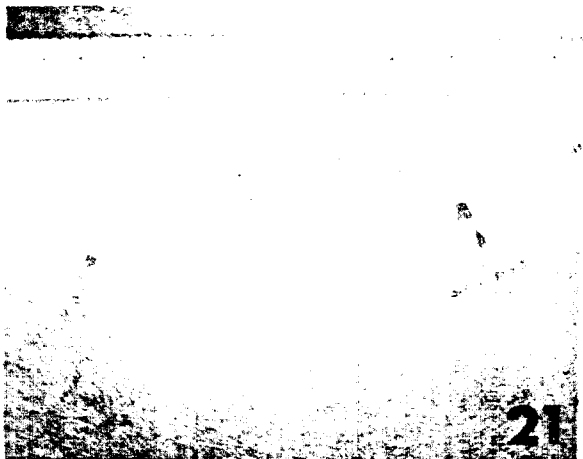
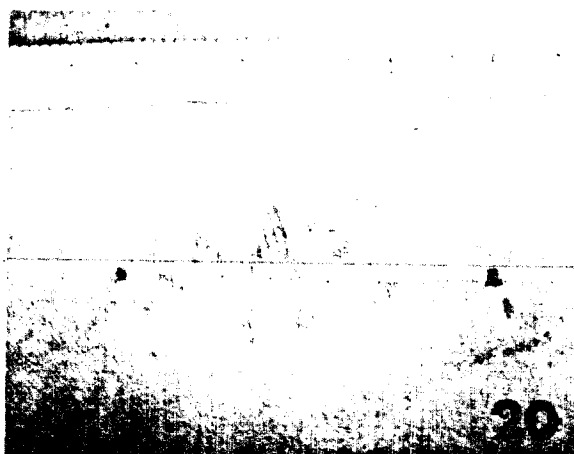
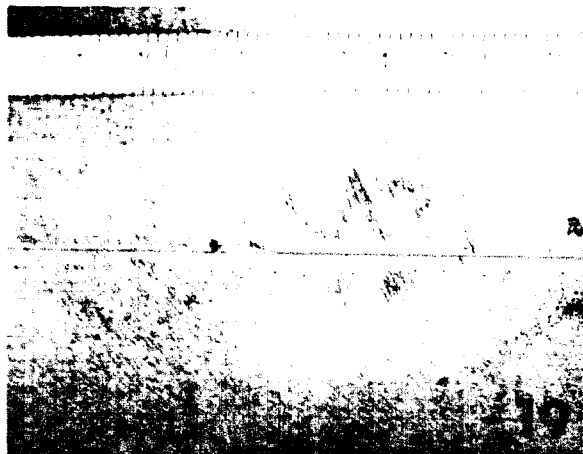
- Fig. 36.** Immediately after making the bite
- Fig. 37.** At 30 minutes
- Fig. 38.** At 1 hour
- Fig. 39.** At 3 hours
- Fig. 40.** At 6 hours
- Fig. 41.** At 12 hours
- Fig. 42.** At 24 hours

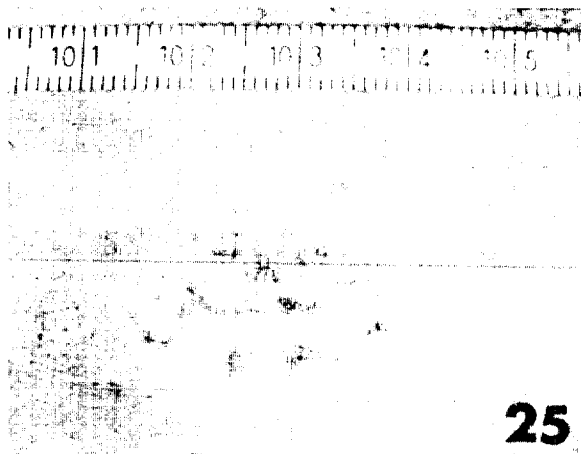






삼국유사문자각부도





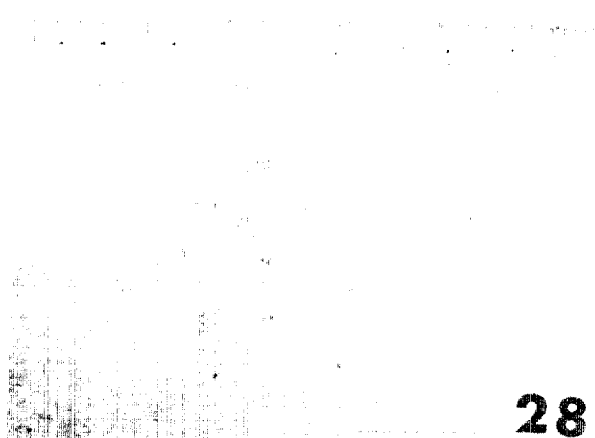
25



26



27



28

