대한치주과학회지 : Vol. 28, No. 2, 1998

# Laser Doppler Flowmetry를 이용한 치은혈류량에 관한 연구

김형수[1], 이장희[2], 송형근[3], 김병옥[1], 한경윤[1]

조선대학교 치과대학 치주과학교실[1], 구강미생물학교실[2], 구강생리학교실[3]

## I. 서론

구강내의 치아 또는 보철물 표면에 치태가 축적되면 세균의 활성에 의하여 치은조직에 염증반응이 나타나고 치주조직의 파괴가 초래된다. 치주과학적 관점에서 볼때 치주질환에 의하여 파괴된 치주조직을 재생시키기 위한 치료술식이나 재료의 개발도 중요하지만 치주질환의 발생가능성을 미리 예견하고, 이를 정확히 진단하거나 치주치료후 치유경과를 바르게 평가하는 것 또한 매우 중요한 과정이라 할 수 있다.

지금까지 임상적으로 치은의 염증상태를 평가하는 방법으로는 PMA지수[1], 치주지수[2], 치주질환지수[3], 치은지수[4], 치은열구출혈지수[5] 및 치간유두출혈지수[6] 등 다양한 치주건강 평가지수들이 적용되고 있으며[7-9], 연구목적으로 치은염증의 정도를 보다 객관적으로 평가하는 방법으로는 치은열구액의 삼출량을 측정하는 방법[10-13]이 주로 이용되고 있다.

치은열구삼출액은 염증성 삼출액이고, 치은지수 및 치주낭의 깊이와 밀접한 관계가 있으며, 염증의 정도와 비례관계를 이루고 있다는 이론이 일반적으로 지지받고 있다[10, 13, 14]. 이는 치은열구액의 삼출량이 치은조직내 혈관 투과성의 증대와 혈관분포의 증식을 포함하는 혈관변화를 반영하는 결과로 평가되고 있으며, 치은조직의 염증상태에 따라 혈관변화의 정도가 결정된다는 점에 기초를 두고 있다.

치은조직에 염증이 발생되면 적색변화, 부종성 변화, 동통유발, 발열반응 및 저작불편감과 같은 기능장애가 초래되는데[14], 이러한 염증반응은 결국 치은조직내 혈관분포의 증가와 혈관내경의 확장에 따른 투과성의 증대 즉 치은혈류량의 변화로부터 야기된 변화로 볼 수 있다.

혈류량을 측정하는 방법으로는 생체에서 표층의 모세혈관의 혈류량을 관찰하는 생체 현미경법[15], 전압과 전류의 비의 차이를 이용하는 electrical impedance plethysmography법[16], 치은조직의 단위체적당 상대적 혈구수를 혈류량으로 평가하는 microsphere infusion법[17], 적혈구 운동을 추적하는 고속 cinematography법[18], 방사선동위원소 Xenon-133을 주사하

* 이 논문은 1996년도 조선대학교 학술연구비의 일부 지원에 의해 이루어 졌음.

여 외부에서 관찰하는 radioisotope clearance 법[19], 그리고 체온변화를 이용하는 temperature clearance법[20] 등이 다양하게 이용되어 왔으나, 대부분의 측정방법에서 문제점들이 지적되었고, 조직을 관통하지 않으며 계속적으로 적용이 가능한 새로운 방법의 개발이 요구되었다.

Laser Doppler Flowmetry(LDF)는 조직에 손상을 야기하지 않고 약 1mm³의 모세혈관내 적혈구 유동값을 즉시 계측할 수 있는 방법이다[21]. 이것은 안정상태의 조직내와 움직이는 적혈구에서 산란되는 레이저광을 이용하는데, 움직이는 적혈구에서 산란된 He-Ne레이저광은 Doppler원리에 따라 주파수변화(frequency shift)를 일으키지만 반면에 안정상태의 조직내에서 산란된 레이저광은 주파수에 영향을 미치지 않은채로 유지되는 특성을 이용한 방법이다(Fig. 1).

최근 혈류량의 변화를 보다 객관적으로 평가하는데 널리 이용되고 있는 LDF는 각막이나 피부의 미세혈관계내 혈류량을 평가하기 위하여 개발된 이래, 1980년 DeRijk등[22]이 구강조직의 혈류량 측정에 최초로 이를 이용하였으며, 그후 치수생활력검사[23], 치수혈류량 측정[24, 25] 그리고 치은혈류량 측정[21, 26] 등에 다양하게 이용되었다.

이에 LDF에 관한 선학들의 연구결과들을 토대로 치은혈류량을 측정함으로써 치주질환의 조기진단 및 치주치료후 치유과정을 평가하는데에 임상적으로 적용할 수 있는가를 규명하는데 목적을 두고 우선적으로 치은혈류량이 측정부위별, 측정시간대별 및 성별에 따라 차이가 있는지의 여부를 조사하고자 본 연구를 시행하였다.

## Ⅱ. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

전신건강과 구강위생관리상태가 양호하고 건강한 치주조직을 지닌 20대초반 연령층의 미혼 남녀 40명을 연구대상으로 선정하였다.

### 2. 연구방법

#### (1) 치은혈류량의 측정

치은혈류량은 laser Doppler flowmetry(floLAB®, Moor Instruments Ltd., England; wave length= 780nm, Max. power=1.6mW, Fig. 2)를 이용하여 측정하였다.

#### (2) 혈류량 측정의 부위 구분

치은조직의 부위에 따른 치은혈류량에 차이여부를 조사하기 위하여 다음과 같이 측정 부위를 구분하였다.

① 치간유두 : 상악 중절치와 측절치사이 순측 치간유두의 중앙부
② 변연치은 : 상악 측절치 정중선상의 순측 변연치은 중간
③ 부착치은 : 상악 측절치 정중선상의 순측 부착치은 중간
④ 치조점막 : 상악 측절치 정중선상의 순측 치조점막 중간

#### (3) 치은혈류량 측정 시간대의 구분

측정시간에 따른 치은혈류량의 차이여부를 확인하기 위하여 오전(09:00 - 10:00), 이른 오후(13:00 - 14:00), 늦은 오후(17:00 - 18:00)로 측정시간대를 구분하여 치간유두의 혈류량을 측정한후 비교분석하였다.

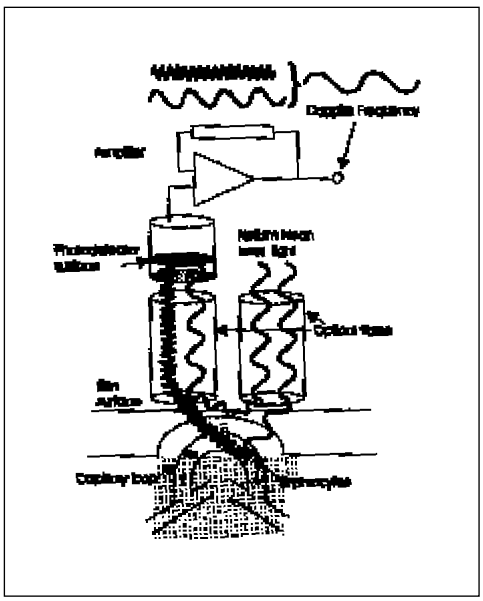

Fig. 1 The principle of the laser Doppler flowmetry

Fig. 2 Laser Doppler Flowmetry(floLAB®, Moor Instruments Ltd., England; wave length= 780nm, Max. power=1.6mW)

Fig. 3 Plate wax-coated bite fork assembled with horizontal and vertical transfer rods with probe guiding tube.

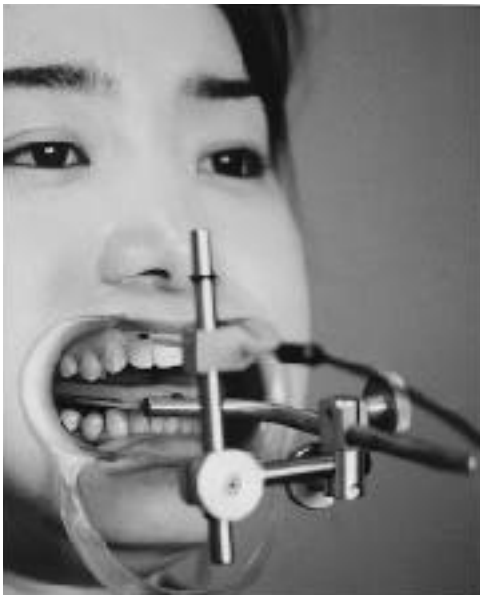

Fig. 4 A volunteer biting the plate wax-coated bite fork after adjustment of horizontal and vertical transfer rods

**(4) 성별에 따른 치간유두 혈류량의 비교**

치은혈류량의 남녀간 차이유무는 치간유두 혈류량만으로써 비교분석하였다.

**(5) 치은혈류량 측정과정**

치은혈류량을 측정하기 위하여 Hanau교합기용 수직 transfer rod에 floLAB 측정기의 probe tip을 유도하기 위한 유도관을 부착한후 plate wax를 피복한 bite fork에 수직 및 수평 transfer rod들을 조립하여 미리 준비해 놓았다(Fig. 3).

하악 교합평면이 지표면에 평행하도록 피검자를 위치시킨다음 준비된 bite fork를 피검자에게 물리고, 측정하고자하는 부위에 floLAB 측정기의 tip이 정확하게 도달할 수 있도록 bite fork상의 수직 및 수평 transfer rod들을 상하좌우로 조정하였다(Fig. 4).

측정기 tip을 유도관내로 통과시키고 자체무게에 의해 미끄러져 내려가 치은조직 표면과 접촉되도록 유도하고, 표준화를 위하여 floLAB을 조정한 다음 0.5초간격으로 6회 연속측정하여 flux값을 기록하였다.

**(5) 통계학적 분석**

측정부위별 및 측정시간대별 치은혈류량의 차이는 one way ANOVA를 이용하여 분석한 후 Dunkan test로 사후검정하였으며, 성별에 따른 치간유두 혈류량의 차이는 t-test를 이용하여 통계학적 분석을 시행하였다.

## Ⅲ. 결과

### 1. 측정부위별 치은혈류량의 차이

구강내 부위에 따른 혈류량의 차이를 비교분석한 결과 치조점막(AM; 45.7±32.7)에서 가장 높았고, 부착치은(AG; 27.6±16.6), 변연치은(MG; 20.6±14.7), 치간유두(IP; 19.3±

**Table 1. Gingival blood flow of each area**

| | No. of cases | Mean | S.D | S.E |
|---|---|---|---|---|
| Interdental papilla | 216 | 19.3023 | 11.836 | .805 |
| Marginal gingiva | 216 | 20.6139 | 14.737 | 1.003 |
| Attached gingiva | 216 | 27.5903 | 16.591 | 1.129 |
| Alveolar mucosa | 216 | 45.7298 | 32.743 | 2.228 |

**Table 2. Comparison of gingival blood flow between each area**

| | I P | MG | AG | AM |
|---|---|---|---|---|
| I P | | | | |
| MG | N.S | | | |
| AG | p<0.05 | p<0.05 | | |
| AM | p<0.05 | p<0.05 | p<0.05 | |

I P; interdental papilla, MG; marginal gingiva,
AG; attached gingiva, AM; alveolar mucosa, N.S; not significant

**Table 3. Blood flow in interdental papilla according to different time**

| | No. of cases | Mean | S.D | S.E |
|---|---|---|---|---|
| AM 9 - 10 | 180 | 16.8756 | 13.050 | .973 |
| PM 1 - 2 | 204 | 15.2549 | 9.629 | .674 |
| PM 5 - 6 | 216 | 19.2794 | 11.806 | .803 |

**Table 4. Comparison of blood flow in interdental papilla according to different time**

| | AM 9 - 10 | PM 1 - 2 | PM 5 - 6 |
|---|---|---|---|
| AM 9 - 10 | | | |
| PM 1 - 2 | N.S | | |
| PM 5 - 6 | p<0.0 | p<0.05 | |

N.S; not significant

11.8) 순으로 나타났는데(table 1), 치조점막과 부착치은, 변연치은 및 치간유두의 혈류량 차이 그리고 부착치은과 변연치은 또는 치간유두의 혈류량 차이에는 통계학적 유의성이 있었으나(p<0.05), 변연치은과 치간유두간의 혈류량 차이에는 통계학적 유의성이 없었다(p>0.1)(table 2).

### 2. 측정시간대에 따른 치간유두 혈류량의 차이

치간유두 혈류량이 측정시간에 따라 차이가 있는지의 여부를 분석한 결과 늦은 오후시간대(PM 5 - 6; 19.3±11.8)에 측정된 혈류량이 가장 높게 나타났고, 오전 시간대(AM 9 - 10; 16.9±13.1), 이른 오후(PM 1 - 2; 15.3±9.6) 순으로 나타났는데(table 3), 늦은 오후시간 혈류량과 오전 또는 이른 오후시간에 측정된 혈류량의 차이에는 통계학적 유의성이 있었으나(p<0.05), 오전과 이른 오후시간에 측정된 혈류량 차이에는 통계학적 유의성이 없었다(p>0.1)(table 4).

### 3. 성별에 따른 치간유두 혈류량의 차이

성별에 따라 치간유두 혈류량에 차이가 있는지 여부를 분석한 결과 table 5에서와 같이 남자(17.5±13.1)와 여자(17.8±12.7)간의 혈류량 차이에는 통계학적 유의성이 없었다(p>0.1).

## Ⅳ. 총괄 및 고안

**Table 5. Comparison of blood flow in interdental papilla between sexes**

| | No. of cases | Mean | S.D | S.E | p value |
|---|---|---|---|---|---|
| male | 228 | 17.5018 | 13.107 | .868 | 0.496 |
| female | 372 | 17.7737 | 12.735 | .660 | (p>0.1) |

치은열구삼출액의 증가와 치은열구탐침시 출혈이 치은염의 가장 대표적인 초기증상인데, 특히 탐침시 출혈은 치은염증의 여러 가지 다른 가시적 증상보다도 빨리 나타나기 때문에 초기 진단에 중요한 의미를 지니고 있다[14, 27 - 29].

치은열구탐침시 출혈유무로써 치은조직의 염증상태를 평가할 수 있는 것은 치은조직에 염증이 발생되면 혈관분포가 증가되어 조직의 표층까지 가지를 뻗어 근접하게 되는것과 혈관내경이 확장되어 혈관벽이 얇아지기 때문에 가벼운 손상에도 쉽게 출혈될 수 있다는 병리조직학적 변화와 깊은 관계가 있다[14]. 또한 치주낭의 깊이 및 역학지수와 밀접한 관계가 있으며 염증의 정도와 비례관계를 보이는 치은열구삼출액은 치은염증에 의한 혈관벽의 투과성증가로부터 초래된 결과이기 때문에 결국 치은혈류량의 변화와도 밀접한 관계가 있음을 암시하고 있다[7, 10, 13, 30, 31].

본 연구는 혈류량의 변화를 보다 객관적으로 평가하는데 LDF가 널리 이용되고 있음에 착안하여 치주질환의 조기진단 및 치주치료후 치유과정의 평가 등에 치은혈류량 측정을 임상적으로 적용할 수 있는가를 평가하는데 목적을 두고 기초자료를 마련하고자 시행하였는데, 본 연구에서는 전신건강과 구강위생관리상태 및 치주조직 건강상태가 양호하다고 인정되는 20대 초반의 젊은 남녀들을 연구대상으로 하여 구강내 해부학적 부위별, 측정 시간대별, 그리고 성별에 따라 치은혈류량에 차이가 있는가를 규명하였다.

측정부위별로는 치간유두부, 변연치은부, 부착치은부 및 치조점막부로 구분하여 측정부위에 따른 혈류량 차이정도를 조사하였는데, 이는 구강내 해부학적 구분에 따라 혈관분포에 차이가 있다는 점을 고려하였다[14]. 치간유두부 혈류량은 상악 중절치와 측절치사이 순측 치간유두의 중앙부에서, 변연치은부 혈류량은 상악 측절치 정중선상의 순측 변연치은 중간에서, 부착치은부 혈류량은 상악 측절치 정중선상의 순측 부착치은 중간에서, 치조점막부혈류량은 상악 측절치 정중선상의 순측 치조점막 중간에서 각각 측정하였는데, 특별히 상악 측절치 주위조직을 피검부위로 선택한 이유는 시야와 접근이 용이하고 해부학적 경계가 뚜렷하며 부착치은대가 넓은 점을 고려하였기 때문이며, 상악중절치의 경우 상순소대가 혈류량 측정치에 영향을 미칠 수 있다고 예견되었기 때문에 제외시켰다.

측정 시간대는 오전 9시부터 10시사이의 아침 시간대, 오후 1시부터 2시사이의 이른 오후, 그리고 오후 5시부터 6시사이의 늦은 오후시간대로 구분하여 측정 시간대에 따른 치간유두의 혈류량 변화유무를 확인하고자 하였는데, 이는 측정 시간대에 따라 치은열구삼출액의 양에 차이가 있다는 선학들의 보고[10, 11]에 의거하였다.

또한 측정시간대별 혈류량의 차이유무와 성별에 따른 혈류량의 차이유무를 비교분석하기 위해서 치간유두 혈류량을 이용하였는데, 이는 치간유두부가 치은염증의 발생에 가장 취약한 부위라는 점을 반영하였기 때문이다[14].

LDF에 의한 혈류량측정시에는 측정용 probe를 재위치시키는 방법에 따라 결과가 달라질 수 있다고 Ramsay등[24]이 지적하였듯이 측정방법의 차이에서 초래될 수 있는 오차를 최소화하는 것이 매우 중요한데, 본 연구에서는 측정방법의 표준화를 위하여 Hanau 교합기용 수직 transfer rod에 floLAB 측정기의 tip을 유도하기 위한 유도관을 부착한 후 plate wax를 피복한 bite fork에 수직 및 수평 transfer rod들을 조립하여 준비하였고, 피검자의 하악 교합평면이 지표면에 항상 평행하도록 위치를 표준화시켰으며, bite fork에 plate wax를 피복하여 물림으로써 하악의 미동을 억제하고자 하였고,

측정기 tip을 유도관내로 통과시켜 자체무게에 의해 미끄러져 내려가 치은조직 표면과 접촉되도록 유도함으로써 접촉시 부여되는 압력의 차이를 배제하고자 하였으며, floLAB을 조정한 다음 0.5초간격으로 6회 연속측정하여 flux값을 기록함으로써 측정시점에 따른 오차를 최소화하였다.

구강내 부위에 따른 혈류량의 차이를 비교분석한 본 연구결과를 보면 치조점막에서 측정된 혈류량(45.7±32.7)이 유의성있게 높게 나타났고, 부착치은(27.6±16.6), 변연치은(20.6±14.7) 및 치간유두(19.3±11.8) 순으로 나타났는데(table 1, 2), 치조점막의 혈류량이 다른 부위에 비하여 유의성있게 높게 나타난 결과는 Baab등[21]의 결과와 일치하였으며, 이는 치조점막에 혈관분포가 풍부하고 표면이 비각화성 상피로 얇게 덮혀 있는 조직학적 구조와 밀접한 관계가 있다. 또한 변연치은과 치간유두에서 혈류량이 낮게 나타난 결과는 유리치은연에서는 혈관이 capillary loop를 이루고 있고 반면에 부착치은과 치조점막에서는 혈관이 치밀한 망상구조를 이루고 있다는 Nuki등[32]의 보고와 치은 미세혈관의 형태학적 변화가 혈류량의 차이와 밀접한 관계가 있다는 Kaplan등[33]의 보고에 근거할때 변연치은과 치간유두 모두 조직의 말단에 해당되는 해부학적 특징과 연관되어 혈류량이 적게 나타난 것으로 사료된다.

변연치은과 치간유두간에 혈류량 차이가 없는 것으로 나타난 본 연구결과는 변연치은이나 치간유두 모두 치은조직의 염증발생에 취약한 부위라는 점과 변연치은의 염증정도를 반영하는 치은열구출혈지수와 치간유두의 염증정도를 반영하는 치간유두출혈지수간의 임상적 관계, 그리고 심장박동에 맞춰 나타나는 고도로 맥동하는 파형이 부착치은이나 치조점막보다는 치간유두와 변연치은에서 관찰되었다는 Baab등[21]의 보고를 고려할 때 본 연구에서 측정시간대별 및 성별에 따른 혈류량차이 여부를 규명하는데 비록 치간유두에서만 혈류량을 측정하여 비교하였지만 그 결과는 변연치은에도 공히 적용할 수 있음을 암시하는 것으로 볼 수 있다.

치간유두 혈류량이 측정시간에 따라 차이가 있는지의 여부를 분석한 결과에서는 늦은 오후시간(PM 5 - 6)에 측정된 치은혈류량(19.3±11.8)이 유의성있게 높게 나타났고, 오전 시간(AM 9 - 10; 16.9±13.1) 및 이른 오후(PM 1 - 2; 15.3±9.6) 순으로 나타났는데(table 3, 4), 이러한 결과는 치은조직내 혈관변화와 관계 깊은 치은열구삼출액의 하루중 시간별 양적 변화를 연구하여 치은열구삼출액이 체온변화의 영향으로 늦은 오후에 증가되기 시작하여 밤 10시경에 최고치에 이른다고 보고한 Bissada등[11]의 연구결과와 유사한 결과로 사료된다.

한편 염증발생이 치주조직내 혈관변화로부터 초래된다는 것은 반론의 여지가 없지만 염증이외에 흡연이 치은혈류량을 상승시킬 수 있고[26], 교합력은 변연치은에 일시적인 빈혈상태를 초래하며 국소압박은 빈혈을 야기하였다가 반응성 충혈로 이어지는 등의 혈류량에 영향을 미칠 수 있고[21], 조직에 대한 물리적 자극이 가해지면 혈관이 확장되어 혈관투과성의 증대와 함께 혈류량이 증가될 수 있으며[14], 여성호르몬 또한 혈관의 투과성을 증대시키고[27, 34 - 36], 혈관을 증식시키는 변화를 야기할 수 있다[37 - 40].

본 연구에서 연구대상으로 선정된 여성의 경우 모두 20대 초반의 미혼으로 임신과는 무관하나 월경중인지의 여부는 고려하지 않았는데, 본 연구결과중 성별에 따라 치간유두 혈류량에 차이가 있는지 여부를 분석한 결과에서는 남자

(17.5±13.1)와 여자(17.8±12.7)간의 혈류량 차이에 통계학적 유의성이 없는 것으로 나타났다($p>0.1$)(표 5). 이러한 결과는 월경과 임신이 치은열구액 삼출량에 아무런 영향을 미치지 않는다고 한 Holm - Pedersen등[27]의 보고와 치은열구액 삼출량에 성별에 따른 차이가 없다고 한 Borden등[12]의 보고와 일치하고 있으나, 반면에 염증의 유무에 상관없이 여성호르몬이 치은조직의 말초혈관에 형태학적 변화를 일으킬 수 있다는 황[37]의 보고와 여성 호르몬 변화가 치은열구삼출액을 증가시킬 수 있다는 Lindhe등[35, 36]의 보고를 고려할때, 여성 호르몬이 말단 치은조직내 혈관변화와 혈류량에 미치는 영향은 염증에 비하여 심하지 않음을 시사하는 결과로 볼 수 있다.

이상과 같은 연구결과를 종합하여 볼 때 LDF를 이용하여 치은혈류량을 측정함으로써 치주질환을 조기 진단하거나 치주치료후 치유경과를 평가하는데 임상적으로 적용가능함을 시사하였으나, 본 연구에서는 전신건강 및 치주조직의 건강상태가 양호한 20대 초반 연령의 남녀만을 연구대상으로 하고 측정부위별 차이유무, 측정시간대별 차이유무 및 성별에 따른 차이유무에 대한 조사만을 내용으로 하여 치은혈류량 측정에 관한 기초자료를 얻는데 목적을 두고 시행하였기 때문에, 치은혈류량 측정이 실제적으로 임상적 평가에 적용되려면 먼저 측정과정을 표준화하고 보다 간소화할 수 있는 새로운 측정방법의 개발이 선결되어야 하며, 향후 치은조직의 염증상태에 따른 치은혈류량의 차이유무, 소아와 노인을 연구대상으로 포함시켜 연령증가에 따른 혈류량의 변화유무, 기타 이미 임상에 적용되고 있는 다양한 임상지수들과의 상관관계 유무 등을 포함하는 종합적이고 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 laser Doppler flowmetry를 이용하여 치은혈류량을 측정함으로써 치주질환의 조기진단 및 치주치료후 치유과정의 임상적 평가에 응용할 수 있는가를 규명하는데 근본적인 목적을 두고, 인체에서 치은혈류량이 측정부위별, 측정시간대별 및 성별에 따라 차이가 있는지의 여부를 조사하기 위하여 전신건강과 구강위생관리상태가 양호하고 건강한 치주조직을 지닌 20대초반 연령의 미혼 남녀 40명을 연구대상으로 선정하고, laser Doppler flowmetry (floLAB®, Moor Instruments Ltd., England)를 이용하여 치은혈류량을 측정한후 측정부위별, 시간대별 및 성별에 따른 치은혈류량의 차이를 통계학적으로 비교분석한 결과; (1) 측정부위별 치은혈류량 차이에 대한 분석에서는 치은조직에서보다 치조점막에서 혈류량이 유의성있게 높게 나타났다($p<0.05$). 그러나 변연치은과 치간유두간의 혈류량 차이에는 통계학적 유의성이 없었다($p>0.1$). (2) 측정시간대별 치은혈류량 차이에 대한 분석에서는 늦은 오후시간(PM 5 - 6)에 측정된 혈류량이 유의성있게 높게 나타났다($p<0.05$). 그러나 오전 시간(AM 9 - 10)과 이른 오후(PM 1 - 2)의 혈류량 차이에는 통계학적 유의성이 없었다($p>0.1$). (3) 치간유두 혈류량의 성별에 따른 차이에 대한 분석에서는 남자와 여자간의 혈류량 차이에 통계학적 유의성이 없었다($p>0.1$).

이상과 같은 결과는 치은혈류량의 측정을 치은염증의 조기확인 및 치주치료후 치유상태의 평가에 임상적으로 적용할 수 있음을 시사하였으나, 측정과정의 표준화와 간소화를 위한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

## VI. 참고 문헌

1. Schour, I. and Massler, M.: Survey of gingival disease using the PMA index, J. Dent. Res., 27:733, 1948.
2. Russell, A.L.: A system of classification and scoring for prevalence surveys of periodontal disease, J. Dent. Res., 35:350 - 359, 1956.
3. Ramfjord, S.P.: Indices for prevalence and incidence of periodontal disease, J. Periodontol., 30:51 - 59, 1959.
4. Löe, H. and Silness, J.: Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity, Acta Odont. Scand., 21:533 - 551, 1963.
5. Mühlemann, H.R. and Son, S.: Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis, Helv. Odontol. Acta, 15:107 - 113, 1971.
6. Saxer, U.P. and M hlemann, H.R.: Motivation and education, Schweiz Mschr. Zahnheik, 85:905 - 919, 1975.
7. 최명식, 윤창근, 황광세, 한경윤: 치은열구출혈지수에 관한 임상적 연구 - 치태지수, 치은염증지수, 치은열구삼출액 및 치주낭의 깊이와의 상관관계, 대한치주과학회지, 16(1):223 - 238, 1986.
8. 한경윤, 박준봉, 정진형, 정종평: 한국인의 치주조직상태에 관한 역학조사, 대한치주과학회지, 24(3):458 - 471, 1994.
9. Lenox, J.A., Kopczyk, R.A.: A clinical system for scoring a patients'oral hygiene performance, J. Am. Dent. Assoc., 86:849 - 852, 1973.
10. 한경윤, 황광세: 치주조직의 환경과 치은열구삼출액과의 관계에 대한 연구, 대한치주과학회지, 12(1):111 - 122, 1982.
11. Bissada, N.F., Schaffer, E.M., and Hauss, E.: Circadian periodicity of human crevicular fluid flow, J. Periodontol., 38:36 - 40, 1967.
12. Borden, S.M., Golub, L.M., and Kleinberg, I.: The effect of age and sex on the relationship between crevicular fluid flow and gingival inflammation in humans, J. Periodont. Res., 12:160 - 165, 1977.
13. Egelberg, J.: Gingival exudate measurements for evaluation of inflammatory changes of the gingivae, Odontol. Revy, 15:381 - 398, 1964.
14. Carranza F.A.Jr. and Newman, M.G.: Clinical Periodontology, 8th Ed., W.B. Saunders Co., 1996.
15. King, J.: Experimental investigations of paradontal disease. V. Capillary microscopy as a clinical aid to assessment of gingival health and disease, Dental Record, 57:3 - 7, 1947.
16. Neidle, E.A. and Liebman, F.M.: Effects of vasoactive drugs and nerve stimulation on blood flow in the tooth pulp and applied structures of the cat, J. Dent. Res., 43:412 - 422, 1964.
17. Vandersall, D.C. and Zander, H.A.: Experimental obstruction of the periodontal blood circulation, Helv. Odont. Acta, 11:74 - 79, 1967.
18. Hock, J. and Nuki, K.: Erythrocyte velocity in vascular networks of young noninflamed dog gingiva, J.

Dent. Res., 55:1058 - 1060, 1976.
19. Hock, J., Nuki, K., Schlenker, R., and Hawks, A.: Clearance rates of Xenon - 133 in non - inflamed and inflamed gingiva of dogs, Arch. Oral Biol., 25:445 - 449, 1980.
20. Clarke, N., Shephard, B., and Hirsch, R.: The effects of intra - arterial epinephrine and nicotine on gingival circulation, Oral Sur. Oral Med. & Oral Pathol., 52:577 - 582, 1981.
21. Baab, D.A., berg, P.Å., and Holloway, G.A.: Gingival blood flow measured with a laser Doppler flowmeter, J. Periodont. Res., 21:73 - 85, 1986.
22. De Rijk, W.G., Bowen, P.D., and Bonner, R.F.: Preliminary results with laser Doppler velocimetry(LDV) in gingival tissues, J. Dent. Res., 59(Abstr. #232):325, 1980.
23. Gazelius, B., Olgart, L., and Edwall, B.: Restored vitality in luxated teeth assessed by laser Doppler flowmeter, Endo. Dent. Traumatol., 4:265 - 268, 1988.
24. Ramsay, D.S., Årtun, J., and Martinen, S.S.: Reliability of pulpal blood - flow measurements utilizing laser Doppler flowmetry, J. Dent. Res., 70(11):14527 - 1430, 1991.
25. Sasano, T., Kuriwada, S., and Sanjo, D.: Arterial blood pressure regulation of pulpal blood flow as determined by laser Doppler, J. Dent. Res., 68(5):791 - 795, 1989.
26. Baab, D.A. and berg, P.Å.: The effect of cigarette smoking on gingival blood flow in humans, J. Clin. Periodontol., 14:418 - 424, 1987.
27. Holm - Pedersen, P. and Lïœ, H.: Flow

of gingival exudate as related to menstruation and pregnancy, J. Periodont. Res., 2:13 - 20, 1967.

28. Milne, A.M.: Gingival bleeding in 848 army recruits. An assessment. Br. Dent. J., 122:111 - 112, 1967.
29. Page, R.C. and Schroeder, H.E.: Pathogenesis of inflammatory periodontal disease. A summary of current work, Lab. Invest., 33:235 - 249, 1976.
30. Löe, H. and Holm - Pedersen, P.: Absence and presence of fluid from normal and inflamed gingivae, Periodontics, 3:171 - 177, 1965.
31. Rudin, H.J., Overdiek, H.F., and Rateitschak, K.H.: Correlation between sulcus fluid rate and clinical and histological inflammation of the marginal gingiva, Helv. Odont. Acta, 14:21 - 26, 1970.
32. Nuki, K. and Hock, J.: The organization of the gingival vasculature, J. Periodont. Res., 9:305 - 313, 1974.
33. Kaplan, M.L., Jeffcoat, M.K., and Goldhaber, P.: Blood flow in gingiva and alveolar bone in beagles with periodontal disease, J. Periodont. Res., 17:384 - 389, 1982.
34. Hugoson, A.: Gingival inflammation and female sex hormone. A clinical investigation of pregnant women and experimental studies in dogs, J. Periodont. Res., supplement 5:1 - 18, 1970.
35. Lindhe, J., Attstr m, R., and Bjørn, A.L.: Influence of sex hormones on gingival exudation in gingivitis - free female dogs, J. Periodont. Res., 3:273 - 278, 1968.
36. Lindhe, J., Attstr m, R., and Bjørn, A.L.: Influence of sex hormones on gingival exudation in dogs with chronic gingivitis, J. Periodont. Res., 3:279 - 283, 1968.
37. 황광세: 여성 호르몬이 백서 치은 말초혈관조직에 미치는 영향에 관한 전자현미경적 연구, 대한치주과학회지, 10(1):75 - 79, 1980.
38. Lindhe, J., Birch, J., and Br nemark, P.I.: Vascular proliferation in pseudo - pregnant rabbits, J. Periodont. Res., 3:12 - 20, 1968.
39. Lindhe, J., Brånemark, P.I., and Lundskcg, J.: Changes in vascular proliferation after local application of sex hormones, J. Periodont. Res., 2:266 - 272, 1967.
40. Mohamed, A.H., Waterhouse, J.P., and Friederici, H.H.R.: The microvasculature of the rabbit gingiva as affected by progesterone. An ultrastructural study, J. Periodontol., 45:50 - 60, 1974.

- Abstract -

## A study of gingival blood flow using laser Doppler flowmetry

Hyung Soo Kim[1], Zang Hee Lee[2], Hyung Geun Song[3], Byung Ock Kim[1], Kyung Yoon Han[1]
Department of Periodontology[1], Department of Oral Microbiology[2], Department of Oral Physiology[3],
School of Dentistry, Chosun University

The periodontal health has been evaluated clinically by various epidemiological indices, and in researches by measurement of gingival crevicular fluid. Laser Doppler flowmetry is a reliable and objective method that allows immediate measurement of erythrocyte flux in approximately one cubic mm of the capillary bed without disturbing the tissues.

The purpose of the present study was to determine whether human gingival blood flow was different according to measuring area, measuring time, and sex or not. Forty volunteers with good general and periodontal health, aged early twenties and unmarried, were selected. Laser Doppler flowmetry(floLAB®, Moor Instruments Ltd., England) was applied to measure the gingival blood flow of marginal gingiva, interdental papilla, attached gingiva and alveolar mucosa. The blood flow of interdental papilla was measured at 9 - 10 AM, 1 - 2 PM, and 5 - 6 PM. The difference of blood flow according to measuring area and measuring time was statistically analyzed by one way ANOVA and Dunkan test, and the difference of blood flow between men and women was statistically analyzed by t - test. (1) Mean blood flow was significantly higher in alveolar mucosa than in the gingiva($p<0.05$), and there was no significant difference in blood flow between marginal gingiva and interdental papilla($p>0.1$). (2) Mean blood flow was significantly higher at 5 - 6 PM than at 9 - 10 AM and 1 - 2 PM($p<0.05$). But there was no significant difference in gingival blood flow between 9 - 10 AM and 1 - 2 PM($p>0.1$). (3) There was no significant difference in gingival blood flow between men and women($p>0.1$).

The above results suggest that the measurment of gingival blood flow using laser Doppler flowmetry may be clinically applicable to early determination of gingival inflammation and evaluation of healing status, but further studies are necessary to standardize and simplify the measuring procedure.

Key words ; Laser Doppler Flowmetry, gingival blood flow