

이산화탄소 레이저의 유치 탈회억제 및 재경화 효과

이 광 희

원광대학교 치과대학 치의학과 · 원광치의학연구소

국문초록

이산화탄소 레이저의 출력과 조사 시간에 따른 유치 법랑질의 탈회억제 및 재경화 효과를 알아보려고 하였다. 유치 법랑질의 직경 2mm 부위를, 파장 10.6 μ m 탈촉점 펄스파 이산화탄소 레이저로 6W 2초 및 3W 8초 조사하고, Diagnodent로 측정하여 탈회억제 및 재경화 효과를 평가하고, 선행 연구의 3W 4초 및 6W 4초 조사 결과와 함께 4개군을 비교하였다. 유치 법랑질을 6W 2초 또는 3W 8초 조사 후 탈회시켰을 때, 조사 전과 조사 후에 비해 탈회 후 측정치가 유의하게 증가하였으며 ($P<0.05$), 군 간에 유의한 차이가 없었다. 4개 군 중 6W 4초 군에서 뚜렷한 탈회억제효과가 있었다. 탈회된 유치 법랑질을 6W 2초 또는 3W 8초 조사하였을 때, 탈회 후에 비해 조사 후 측정치가 유의하게 감소하였으나 탈회 전보다는 유의하게 증가하였고($P<0.05$), 군 간에 유의한 차이가 없었다. 4개 군 중 6W 4초 군이 거의 완전한 재경화효과가 있었고, 세 군은 부분적 재경화효과가 있었으며 서로 유의한 차이가 없었다. 치아변색은 6W 4초 조사한 경우에만 나타났다. 우식억제와 치아변색은 총 조사 에너지보다 출력에 더 의존한다고 사료되었다.

주요어 : 이산화탄소 레이저, 탈회, 재경화, 치아 변색, 유치, Diagnodent

I. 서 론

이산화탄소 레이저(탄산가스 레이저, CO₂ laser)는 초기에 개발된 레이저로서, 주로 연조직 질환의 처치에 사용되어 왔으며, 치아우식증의 발생을 억제하는 용도로 사용될 수 있다는 점이 주목을 받아 왔다. 새로운 종류의 레이저가 많이 개발된 현재도 이산화탄소 레이저는 고유한 장점들을 가지고 있으며, 치아우식증의 발생을 억제하는 효과에 대한 연구가 꾸준히 이어지고 있다.

이산화탄소 레이저의 우식억제효과는 치아 표면에 이산화탄소 레이저를 조사(照射)한 후 치아의 내산성이 증가하여 탈회가 감소하기 때문에 나타난다고 보고되었다¹⁻⁵⁾. 화학적으로는 이산화탄소 레이저 조사 후에 치질내 칼슘과 인 함량이 유의하게 증가하며⁶⁾, 물리적으로는 레이저의 에너지에 의한 치아 표면의 열융합반응이 일어남으로써 이산화탄소 레이저를 사용한 열구전색(홈메우기) 및 초기 우식 열구에 대한 치료가 가능하다는 주장이 있다⁷⁾.

이산화탄소 레이저를 불소와 동시에 사용하면 우식억제효과

가 더 증가하며⁸⁻¹²⁾, 이산화탄소 레이저로 우식을 제거하면 기계적으로 제거한 경우에 비해 2차 우식에 대한 치아의 저항성이 증가하는 효과가 있다¹³⁾고 보고되었다. 국내에서는 김과 이¹⁴⁾가 이산화탄소 레이저 조사의 치아 내산성 증가 효과를, 이와 이¹⁵⁾가 이산화탄소 레이저 조사의 초기 우식 진행억제 효과를 보고한 바가 있으며, 최근에 김 등¹⁶⁾은 레이저형광측정법을 이용한 우식진단기구인 Diagnodent¹⁷⁻¹⁹⁾를 사용하여, 이산화탄소 레이저 조사가 유치 법랑질의 탈회억제 및 재경화에 미치는 효과를 평가하였다.

김 등¹⁶⁾의 연구에서, 건전 유치 법랑질의 직경 2mm의 원을 3W 또는 6W 탈촉점 펄스파로 4초간 조사한 후 24시간 탈회시켰을 때, 6W는 거의 완전한 탈회억제효과가 있었으나, 3W는 효과가 거의 없었다. 또한, 탈회를 먼저 한 후 동일한 조건으로 레이저를 조사하였을 때, 6W는 거의 완전한 재경화효과가 있었고, 3W는 부분적인 효과가 있었다. 한편, 유치 법랑질의 색은 6W로 조사하였을 때 갈색 내지 검은색으로 변색되었으나, 3W는 변화가 없었다. 따라서, 우식억제를 위한 이산화탄소 레이저의 출력과 조사 시간은, 탈촉점 펄스파로 직경 2mm의 원

※이 논문은 2002년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 연구됨

에 조사하는 것을 기준으로 할 때, 3W 4초보다 많고 6W 4초보다 적어야 한다는 결론을 내린 바 있었다.

이에 저자는, 이산화탄소 레이저의 출력과 조사 시간에 따른 탈회억제 및 재경화 효과를 연구하고자, 6W 2초 및 3W 8초 조사의 조건으로 추가 실험을 하였다. 6W 2초는, 치아변색은 없었으나 우식억제효과가 부족했던 3W 4초와 조사 에너지는 같고 출력이 2배가 되도록 설정하였고, 3W 8초는, 우식억제효과는 충분했으나 치아변색이 일어났던 6W 4초와 조사 에너지는 같고 출력이 절반이 되도록 설정하였다. 저자의 연구 결과를 선행 연구의 결과와 함께 분석하여 다소 의미있는 정보를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 법랑질 시편의 제작

발거 후 생리식염수에 넣어 냉장 보관한 사람 유치의 건전 평활면으로부터 가로와 세로가 약 3mm인 법랑질 시편을 고속 핸드피스로 수주 냉각 하에 분리하였다. 사각형으로 자른 아크릴 판의 한 면에 함요부를 형성한 후 교정용 상온 중합 레진을 사용하여 법랑질면이 노출되도록 시편을 매몰하였다. 제작된 시편은 생리식염수에 담가 냉장 보관하였다.

2. 건전 유치 법랑질에 대한 6W 2초간 또는 3W 8초간 이산화탄소 레이저 조사의 탈회억제효과에 대한 실험

유치 법랑질 시편 중앙의 직경 약 2mm 부위를 10개는 6W 2초간, 10개는 3W 8초간 탈촉점 펄스파 이산화탄소 레이저로 조사한 후 각각 Diagnodent로 측정하였다. Diagnodent의 레이저 핸드피스에 평활면용 tip을 끼우고, 제조회사에서 제공한 standard로 calibration을 한 후, 유치 법랑질 시편 중앙부위를 3회 이상 반복 측정하고 가장 높은 측정치를 기록하였다. 이어서 코카콜라를 50ml 플라스틱 시험관 20개에 30ml씩 넣고 시편을 한 개씩 넣은 다음, 37℃에서 24시간 탈회시킨 후에 Diagnodent로 측정하였다.

이 연구에 사용한 이산화탄소레이저(NS-1030 CO₂ Laser System, Megreen Co., Ltd, Korea)는 파장이 10.6μm이며, 펄스파(superpulse)는 1~6W(Watt)의 레이저를 펄스폭 150 μsec, 펄스당 에너지 200mJ로 방사하였다. 탈회의 측정도구로 사용된 Diagnodent(Kavo, Germany)는 적색 반도체 레이저를 조사한 치아에서 발생하는 형광의 강도를 0부터 99까지 숫자로 측정하였다.

3. 탈회된 유치 법랑질에 대한 6W 2초간 또는 3W 8초간 이산화탄소 레이저 조사의 재경화효과에 대한 실험

건전 유치 법랑질 시편 20개를 Diagnodent로 측정한 후, 위

와 동일한 방법으로 탈회시킨 다음, Diagnodent로 측정하였다. 이어서 탈회된 유치 법랑질 시편 중앙의 직경 약 2mm 부위를 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사한 후 Diagnodent로 측정하였다.

4. 치아 변색의 관찰

이산화탄소 레이저 조사 결과 초래된 치아의 변색 여부를 육안으로 관찰하였다.

5. 통계 분석

윈도우용 SPSS 9.0 프로그램을 이용하여, 실험군별로 실험 전, 탈회 후, 레이저 조사 후의 각 Diagnodent 측정치의 평균과 표준편차를 산출하고, 군간 평균간 차이의 유의성을 일원 분산분석과 사후 검정(Scheffe test)으로, 군내 평균간 차이의 유의성을 t 검사를 통해 검정하였다. 또한, 이 연구에서 실험한 2개군(6W 2초, 3W 8초)과 선행 연구¹⁶⁾에서 실험한 2개군(3W 4초, 6W 4초)의 자료를 비교 분석하였다.

III. 결 과

1. 건전 유치 법랑질에 대한 이산화탄소 레이저 조사의 탈회억제효과

건전 유치 법랑질을 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사한 후 탈회시켰을 때, 레이저 조사 전, 레이저 조사 후, 탈회 후의 측정치가 6W 2초의 경우는 각각 3.9, 4.4, 14.5이었고, 3W 8초의 경우는 각각 3.8, 4.3, 14.4로서, 6W 2초 군은 레이저 조사 전과 레이저 조사 후 사이를 제외하고 나머지 측정치들 사이에 유의한 차이가 있었고(P<0.05), 3W 8초 군은 각 측정치들 사이의 차이가 모두 유의하였으며(P<0.05), 6W 2초 군과 3W 8초 군의 각 측정치들 사이에 유의한 차이가 없었다. 치아변색은 두 군 모두 일어나지 않았다(Table 1).

김 등¹⁶⁾의 연구결과를 포함한 4개 실험군을 비교 분석하였을 때, 탈회 후 측정치는 6W 4초 군이 가장 작았고(P<0.05) 나머지 군들 사이에 유의한 차이가 없었다.

2. 탈회된 유치 법랑질에 대한 이산화탄소 레이저 조사의 재경화효과

탈회된 유치 법랑질을 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사하였을 때, 탈회 전, 탈회 후, 레이저 조사 후의 측정치가 6W 2초의 경우는 각각 5.5, 18.2, 9.8이었고, 3W 8초의 경우는 각각 4.3, 17.6, 9.4로서, 두 군 모두 탈회 전과 레이저 조사 후 사이를 제외한 나머지 측정치들 사이에 유의한 차이가 있었고(P<0.05), 두 군의 각 측정치들 사이에는 유의한 차이가 없었

Table 1. Inhibitory effect of CO₂ laser irradiation on demineralization of sound primary tooth enamel

	Laser Power(Watt) and Pulse Duration(seconds)			
	3W 4s*	6W 2s	3W 8s	6W 4s*
Before laser irradiation	5.2±1.4 ^{a⑥}	3.9±1.4 ^{a⑥⑧}	3.8±1.4 ^{a⑥}	7.3±1.8 ^{a⑥}
After laser irradiation ¹	7.4±2.6 ^{b⑥}	4.4±1.5 ^{a⑥}	4.3±1.3 ^{b⑥}	8.1±1.8 ^{ab⑥}
After demineralization ²	17.8±1.9 ^{c⑥}	14.5±1.4 ^{b⑥}	14.4±1.9 ^⑥	9.7±1.7 ^{b⑥}
Enamel discoloration	No	No	No	brown

Diagnodent test scores (Mean±SD): N = 10

Values in columns having the same letter^(a) were not significantly different (P>0.05)

Values in rows having the same letter^(⑥) were not significantly different (P>0.05)

1 : 10.6 μ m, superpulse, defocused, spot size = 2 mm

2 : immersed in Coca-Cola at 37°C for 24 hours

* : Kim, et al¹⁶⁾

Table 2. Rehardening effect of CO₂ laser irradiation on demineralized primary tooth enamel

	Laser Power(Watt) and Pulse Duration(seconds)			
	3W 4s*	6W 2s	3W 8s	6W 4s*
Before demineralization ¹	3.4±0.7 ^{a⑥}	5.5±2.2 ^{a⑥}	4.3±0.8 ^{a⑥⑧}	5.3±1.3 ^{a⑥}
After demineralization	16.7±2.1 ^{b⑥}	18.2±2.6 ^{b⑥}	17.6±2.1 ^{b⑥}	18.5±3.8 ^{b⑥}
After laser irradiation ²	10.5±2.2 ^{c⑥}	9.8±2.0 ^{c⑥}	9.4±1.6 ^{c⑥}	6.3±1.7 ^{c⑥}
Enamel discoloration	No	No	No	brown to black

Diagnodent test scores (Mean±SD): N = 10

Values in columns having the same letter^(a) were not significantly different(P>0.05)

Values in rows having the same letter^(⑥) were not significantly different(P>0.05)

1 : immersed in Coca-Cola at 37°C for 24 hours

2 : 10.6 μ m, superpulse, defocused, spot size = 2 mm

* : Kim, et al¹⁶⁾

다. 치아변색은 두 군 모두 일어나지 않았다(Table 2).

김 등¹⁶⁾의 연구결과를 포함한 4개 실험군을 비교 분석하였을 때, 레이저 조사 후 측정치는 6W 4초 군이 가장 작았고 (P<0.05) 나머지 군들 사이에 유의한 차이가 없었다.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

이산화탄소 레이저의 우식억제효과는 치아의 내산성이 증가하여 탈회가 감소하기 때문에 나타난다고 보고되었다⁴⁻⁵⁾. 이산화탄소 레이저의 에너지가 치아표면에서 열로 변하면서 치아의 미세 구조와 구성 성분을 변화시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 이와 같은 열 작용은 치아표면의 탄화(炭化)를 초래함으로써 치아의 변색을 유발할 수 있다는 것이 문제점이다.

앞서 행해진 김 등¹⁶⁾의 연구에서 이산화탄소 레이저의 우식억제효과는 생체외 실험에서 잘 나타났으나 치아의 변색이 동시에 관찰되었다. 우식억제효과가 나타난 조건은 유치 법랑질의 직경 2mm의 원을 6W 탈착점 펄스파로 4초간 조사한 후 24시

간 탈회시켰을 때와, 탈회를 먼저 한 후 동일한 조건으로 레이저를 조사하였을 때로서, 거의 완전한 탈회억제 및 재경화 효과가 관찰되었으나, 치아가 갈색에서 검은색으로 변색되었다. 레이저의 출력을 3W로 한 경우에는 치아의 변색이 없었으나 우식억제효과가 단지 부분적으로 나타났다. 따라서, 우식억제를 위한 이산화탄소 레이저의 출력과 조사 시간은, 탈착점 펄스파로 직경 2mm의 원에 조사하는 것을 기준으로 할 때, 3W 4초보다 많고 6W 4초보다 적어야 한다고 볼 수 있다.

이번 연구에서는, 치아의 변색 없이 충분한 우식억제효과를 낼 수 있는 조사 조건을 탐색하기 위하여, 3W 4초와 조사 에너지는 같으면서 출력은 2배인 6W 2초 및 6W 4초와 조사 에너지는 같으면서 출력은 절반인 3W 8초로 실험조건을 설정하였다. 우식억제효과는, 건전한 유치 법랑질의 탈회를 억제하는 효과 및 탈회된 유치 법랑질의 재경화를 일으키는 효과로 구분하였다. 일반적으로, 탈회된 치아에 무기질의 재침착이 일어나는 것을 재광화(remineralization)라고 하나, 이 경우에는 무기질의 공급 없이 레이저 조사 자체에 의한 변화이었기 때문에 재경

화(rehardening)라고 하였다.

연구 결과에서 보면, 건전 유치 법랑질을 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사한 후 탈회시켰을 때, 레이저 조사 전, 레이저 조사 후, 탈회 후의 측정치가 6W 2초 군과 3W 8초 군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 1). 특이한 점은, 조사된 에너지의 양은 3W 8초 군이 6W 2초 군의 2배이었으나, 결과가 거의 같게 나타났다는 사실이다. 또한, 탈회된 유치 법랑질을 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사하였을 때, 탈회 전, 탈회 후, 레이저 조사 후의 측정치가 6W 2초 군과 3W 8초 군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 2). 3W 8초 군의 측정치가 6W 2초 군의 측정치보다 약간 낮은 경향이 있었지만, 조사된 에너지의 양에 2배 차이가 있는 것에 비해 결과는 거의 같았던 점이 특이하였다.

김 등¹⁶⁾의 연구결과를 포함한 4개 실험군을 비교하였을 때, 탈회 후 측정치는 6W 4초 군이 가장 작았고(P<0.05) 나머지 군들 사이에 유의한 차이가 없었으며, 레이저 조사 후 측정치도 6W 4초 군이 가장 작았고(P<0.05) 나머지 군들 사이에 유의한 차이가 없었다.

조사 에너지가 같은 수준이었던 3W 4초 군과 6W 2초 군 사이 및 3W 8초 군과 6W 4초 군 사이를 비교하면, 3W 4초 군과 6W 2초 군 사이는 6W 2초 군의 측정치가 약간 더 낮은 경향이 있었으나 유의한 차이가 없었던 반면에, 3W 8초 군과 6W 4초 군 사이는 6W 4초 군의 측정치가 확실히 더 낮았고 차이가 유의하였다(P<0.05).

건전 법랑질에 레이저를 조사한 후 탈회한 경우와 탈회된 법랑질에 레이저를 조사한 경우를 비교하면, 전자보다 후자가 전체적으로 낮은 측정치를 나타내었다. 탈회억제효과가 뚜렷하게 나타난 것은 6W 4초 군이었고, 3W 4초 군은 사실상 나타나지 않았으며, 3W 8초 군과 6W 2초 군은 약간 나타났지만 3W 4초 군과 유의한 차이가 없었다. 재경화효과는 4개 군 모두에서 나타났으며, 6W 4초 군은 탈회 전과 레이저 조사 후 사이에 유의한 차이가 없었고, 나머지 세 군은 부분적 재경화효과를 나타내었으며 상호간에 유의한 차이가 없었다.

6W 4초와 동일한 조사 에너지를 가진 3W 8초의 경우에 우식억제효과가 6W 4초에 미치지 못하고 오히려 조사 에너지가 절반인 6W 2초 및 3W 4초와 비슷한 결과가 나타났다는 것은, 이산화탄소 레이저의 우식억제효과가 레이저의 조사 에너지보다 레이저의 출력에 더 크게 의존한다는 것을 시사하였다.

치아의 변색은 6W 4초 군을 제외하고 나머지 군에서는 관찰되지 않았다. 3W 8초의 경우는 조사 에너지가 6W 4초와 동일하지만 변색이 일어나지 않았다. 따라서, 치아의 변색을 일으키는 주된 요인은 레이저의 총 조사 에너지보다는 레이저의 출력의 세기라고 볼 수 있다. 레이저의 출력은 우식억제효과와 치아 변색의 두 방향으로 모두 주된 영향을 끼친다는 점을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 치아 변색을 일으키지 않으면서 최대의 우식억제효과를 나타내는 경계선을 보다 더 미세하게 탐색해야

할 것이다. 김 등¹⁶⁾ 및 저자의 연구는 유치 법랑질 평활면의 직경 2mm 원 넓이에 대한 파장 10.6 μ m 탈촉점 펄스파(펄스폭 150 sec, 펄스당 에너지 200mJ) 조사라는 제한된 조건 상에서 이루어진 것이므로, 연구 결과의 일반화나 다른 연구 결과와의 비교는 신중해야 할 것이라고 사료된다. 또한, 저자의 시편은 실험 전의 균간 차이가 유의하지 않아서 초기 조건이 동일하다고 볼 수 있으나, 김 등¹⁶⁾의 시편은 자체 내 및 저자의 시편 간의 초기 조건이 동일하지 않은 경우가 있었으므로, 전체적으로 동일한 시편을 가지고 실험해 볼 필요가 있을 것이다.

한편, 평활면이 아닌 소와나 열구에서는 치아변색이 심각한 장애요인이 아닐 수 있고, 변색이 일어난 치아표면에서 변색을 제거하는 기술을 연구할 수도 있다는 점에서, 새로운 연구방향을 설정하는 것도 가능하다고 사료된다.

V. 결 론

이산화탄소 레이저의 출력과 조사 시간에 따른 유치 법랑질의 탈회억제 및 재경화 효과를 알아보려고 하였다. 유치 법랑질 평활면의 직경 2mm 부위에 대해, 코카콜라에 담가 24시간 탈회시키는 전후에, 파장 10.6 μ m 탈촉점 펄스파(펄스폭 150 sec, 펄스당 에너지 200mJ) 이산화탄소 레이저로 6W 2초간 및 3W 8초간 조사하고, 레이저형광측정법에 근거한 우식진단기구인 Diagnodent로 측정하여 탈회억제 및 재경화 효과를 평가하였다. 연구 결과를 선행 연구의 3W 4초간 및 6W 4초간 조사한 결과와 함께 분석하였다.

건전 유치 법랑질을 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사한 후 탈회시켰을 때, 레이저 조사 전과 레이저 조사 후에 비해 탈회 후 측정치가 두 군 모두 유의하게 증가하였으며(P<0.05), 두 군의 측정치들 사이에 유의한 차이가 없었다. 3W 4초, 6W 2초, 3W 8초, 6W 4초의 4개 군을 비교하였을 때, 6W 4초 군에서만 뚜렷한 탈회억제효과가 나타났다.

탈회된 유치 법랑질을 6W 2초간 또는 3W 8초간 조사하였을 때, 탈회 후에 비해 레이저 조사 후 측정치가 두 군 모두 유의하게 감소하였으나 탈회 전보다는 유의하게 증가하였고(P<0.05), 두 군의 각 측정치들 사이에 유의한 차이가 없었다. 3W 4초, 6W 2초, 3W 8초, 6W 4초의 4개 군을 비교하였을 때, 6W 4초 군이 재경화효과가 거의 완전하게 나타났고, 나머지 세 군은 부분적 재경화효과를 나타내었으며 서로 유의한 차이가 없었다.

치아변색은 6W 4초간 조사한 경우에만 나타났다. 우식억제와 치아변색은 총 조사 에너지보다 출력에 더 의존한다고 사료되었다.

참고문헌

1. Wong J, Otsuka M, Higuchi WI, et al. : Effect of laser irradiation on the dissolution kinetics of hy-

- droxyapatite preparati ons. J Pharm Sci, 79:510-515, 1990.
2. Anic I, Pavelic B, Vidovic D : Possibility of the application of CO₂ laser in the prevention of demineralisation of the enamel. Acta Stomatol Croat, 25:103-108, 1991.
 3. Kantorowitz Z, Featherstone JD, Fried D : Caries prevention by CO₂ laser treatment: dependency on the number of pulses used. J Am Dent Assoc, 129:585-591, 1998.
 4. Hossain M, Nakamura Y, Kimura Y, et al. : Acquired acid resistance of dental hard tissues by CO₂ laser irradiation. J Clin Laser Med Surg, 17:223-236, 1999.
 5. Featherstone JDB, Barrett-Vespona NA, Friel Z, et al : CO₂ laser inhibition of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. J Dent Res, 77:1397-1403, 1998.
 6. Takahashi K, Kimura Y, Matsumoto K : Morphological and atomic analytical changes after CO₂ laser irradiation emitted at 9.3 microns on human dental hard tissues. J Clin Laser Med Surg, 16:167-173, 1998.
 7. Walsh LJ, Perham SJ : Enamel fusion using a carbon dioxide laser: a technique for sealing pits and fissures. Clin Prev Dent, 13:16-20, 1991.
 8. Fox JL, Yu D, Otsuka M, et al. : Combined effects of laser irradiation and chemical inhibitors on the dissolution of dental enamel. Caries Res, 26:333-339, 1992.
 9. Kakade A, Damle SG, Bhavsar JP, et al. : Combined effect of carbon-dioxide laser and neutral 2% NaF on acid resistance of human tooth enamel. J Indian Soc Pedod Prev Dent, 14:26-30, 1996.
 10. Hsu J, Fox JL, Wang Z, et al. : Combined effects of laser irradiation/solution fluoride ion on enamel demineralization. J Clin Laser Med Surg, 16:93-105, 1998.
 11. Hossain MM, Hossain M, Kimura Y, et al. : Acquired acid resistance of enamel and dentin by CO₂ laser irradiation with sodium fluoride solution. J Clin Laser Med Surg, 20:77-82, 2002.
 12. Meurman JH, Hemmerle J, Voegel JC, et al. : Transformation of hydroxyapatite to fluorapatite by irradiation with high-energy CO₂ laser. Caries Res, 31:397-400, 1997.
 13. Konishi N, Fried D, Staninec M, et al. : Artificial caries removal and inhibition of artificial secondary caries by pulsed CO₂ laser irradiation. Am J Dent, 12:213-216, 1999.
 14. 김순주, 이종갑 : 탄산가스 레이저 조사가 범랑질의 내산성 변화에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한소아치과학회지, 12:9-20, 1985.
 15. 이상호, 이종갑 : 레이저 조사의 치아우식 억제효과에 관한 실험적 연구. 대한소아치과학회지, 18:1-19, 1991.
 16. 김성형, 이광희, 김대업 등 : 이산화탄소 레이저의 우식억제효과에 대한 레이저형광측정 평가. 대한소아치과학회지, 30:153-160, 2003.
 17. Lussi A, Imwinklerried S, Pitts N, et al. : Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. Caries Res, 33:261-266, 1999.
 18. 김성형, 이광희, 김대업 등 : 레이저형광측정을 통한 Diagnodent의 우식진단에 관한 생체외 연구. 대한소아치과학회지, 27:24-31, 2000.
 19. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Mansson B : Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. Acta Odontol Scand, 59:74-78, 2001.

Reprint requests to:

Kwang-Hee Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University,
344-2 Sinyongdong, Iksan, Jeollabukdo 570-749 Republic of Korea

E-mail : kwhlee@wonkwang.ac.kr

Abstract

EFFECT OF CARBON DIOXIDE LASER ON INHIBITION OF
DEMINERALIZATION AND REHARDENING OF PRIMARY TEETH

Kwang-Hee Lee

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry,
Wonkwang Dental Research Institute, Wonkwang University*

The purpose of study was to investigate the effect of carbon dioxide laser on demineralization inhibition and rehardening of primary tooth enamel according to its power and irradiation time. 2mm diameter circle on the primary enamel surface was irradiated by defocused 10.6 μ m superpulse carbon dioxide laser at 6 Watt 2 seconds or at 3 Watt 8 seconds, before or after demineralization by Coca-Cola for 24 hours. Enamel surface change was measured by the Diagnodent. The results were analyzed with the former study results of 3 Watt 4 seconds and 6 Watt and 4 seconds. Diagnodent scores increased significantly after demineralization of irradiated enamel at 6W 2s or 3W 8s ($P<0.05$). Among the four groups, only 6W 4s group showed obvious demineralization inhibition effect. Diagnodent scores reduced significantly after 6W 2s or 3W 8s irradiation of demineralized enamel ($P<0.05$). Among the four groups, 6W 4s showed nearly complete rehardening effect, and the other groups showed partial effect. Tooth discoloration only occurred at 6W 4s. It seemed that caries inhibition and tooth discoloration depend on laser power more than total irradiation energy.

Key words : Carbon dioxide laser, Demineralization, Rehardening, Tooth discoloration, Primary teeth, Diagnodent