

Methyl Aminolevulinate(MAL)와 Light Emitting Diodes(LEDs)를 이용하여 국소 광역동 요법으로 치료한 여드름 1례

전영승, 서기석, 김상태

고신대학교 의과대학 피부과학교실

A Case of Acne Treated by Topical Photodynamic Therapy using with Methyl Aminolevulinate and Light-Emitting Diodes

Young-Seung Jeon, Kee-Suck Suh, Sang-Tae Kim

Department of Dermatology, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Abstract

Acne is a common multifactorial skin disease of the pilosebaceous unit. Conventional treatments of acne include a variety of topical agents (cleansing, antibiotics agents, benzoyl peroxide, retinoids) and oral medications (antibiotics, retinoids, hormones). But there are some disadvantages in terms of adverse effects and patient inconvenience with such treatments. Therefore new effective well-tolerable treatments needed.

Photodynamic therapy (PDT) is a non-invasive therapeutic modality which is developing increasing use in dermatology. Photodynamic therapy (PDT) using with the new highly selective photosensitizer methyl aminolevulinate (MAL)(Metvix®), Galderma, U.K.) is a promising treatment modality for acne.

We report herein a case of acne treated by PDT using with MAL, with satisfactory outcome in clinical aspects.

Key words : Acne, Methyl aminolevulinate, Photodynamic therapy.

서 론

여드름은 모피지선 단위(pilosebaceous unit)의 만성 염증성 질환이다. 사춘기에 호발하며 성인기에도 지속될 수 있는 흔한 피부질환이며 피지선 내에 서식하는 혐기성 세균인 *Propionibacterium acnes*(*P.acnes*)의 증식, 피지의 과다 활성화, 비정상적인 각질화, 염증 반응 등의 다양한 인자들이 복합적으로 작용하여 발생된다.^{1,2)}

여드름의 치료로는 크게 국소적인 치료법과 전신적인 치료법으로 나눌 수 있고, 전신적인 치료 약물은 레티노이드(isotretinoin)와 항생제(minocycline, doxycycline, erythromycin 등), 호르몬제(estrogen, steroid 등), 남성 호르몬 수용체 차단제(cyproterone acetate, spironolactone

등)가 있다.²⁾ 그러나 경구용 isotretinoin 사용의 경우 치료 효과는 우수하지만 태아 기형을 유발할 수 있으므로 여드름이 있는 가임기 여성은 사용이 제한적이며 피부 건조증, 위장장애 등의 부작용으로 인해 환자들의 순응도가 낮은 편이다. 또한 경구 항생제의 경우 *P.acnes*에 대한 항생제 내성 비율이 높아지고 있어 여드름 치료에 어려움이 있다. 이러한 이유로 여드름 치료에 효과적이면서 부작용이 적은 치료법들이 연구되고 있으며 최근 국소 광역동 요법(PDT)을 이용한 치료가 이용되고 있다.³⁾ 광역동 요법(PDT)은 aminolevulinic acid(ALA) 혹은 methyl aminolevulinate(MAL)와 같은 광감작물질을 도포한 후 가시광선을 조사하는 치료법으로 광선각화증, Bowen병, 유방외 paget병 등의 전암성 병변과 표재성 기저세포암, 편평세포암, 카포시육종, 균상식육종 등의 악성 피부질환과 사마귀 등의 바이러스 감염증, 건선, 여드름 등의 염증성 질환에 사용되고 있다.⁴⁻⁶⁾

이에 저자들은 국소 및 경구 치료에 저항하는 중증 여

교신저자 : 김 상 태
주소 : 602-702 부산광역시 서구 암남동 34번지
고신대학교 의과대학 피부과학교실
TEL : 051-990-6145, FAX : 051-990-3041
E-mail : ksderm98@unitel.co.kr

드름 환자에서 MAL을 이용한 국소 광역동 요법(PDT) 1례를 경험하고 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증 례

환자 : 구 0 옥, 28세, 여자

주소 : 얼굴에 다발성으로 발생한 면포, 지루, 구진, 농포, 결절 및 흉터

현병력 : 4년 전부터 얼굴에 여드름이 발생하여 개인병원과 피부미용 관리실에서 약물복용 및 피부 관리를 받았으나 증상의 호전이 없다가 최근 3-4개월 전부터 병변이 악화되기 시작하여 본원 피부과에 내원하였다.

과거력 및 가족력 : 특이소견이 없었다.

피부소견 : 이마, 입주위, 양측 뺨과 턱부위에 다발성의 비염증성 병변인 면포(comedone)와 지루(seborrhea)가 관찰되었다. 염증성 병변으로 홍반성 구진(papule)과 농포(pustule), 결절(nodule) 소견이 있었고 여드름 흉터가 관찰되었다.

이학적 소견 : 염증성의 구진, 농포, 결절 부위에 약간의 통증을 호소하였다.

검사실 소견 : 특이소견이 없었다.

치료 및 경과 : 본원 피부과에서 경구용 isotretinoin (Roaccutane[®]) 30mg/day을 투약하면서 경구용 항생제 (minocycline 200mg/day) 및 국소 도포제(adapalene, benzoyl peroxide)를 간헐적으로 병합하여 6주간 치료하였다. 그러나 임상 증상의 호전이 없어 MAL(Metvix[®], Galderma, U.K.)을 이용한 국소 광역동 요법(PDT)을 시행하였으며 경구용 isotretinoin은 국소 광역동 요법(PDT) 이후에도 지속적으로 투약하였다.

시술 방법으로 환자의 얼굴에 생긴 여드름 병변을 임의로 두 구역으로 나누어 MAL 도포 후 1시간과 3시간 후 광역동 요법(PDT)을 시행하였으며 이 후 치료효과에 대해 비교 평가하였다. 환자의 이마, 왼쪽 뺨과 턱 부위는 MAL 도포 1시간 뒤 광원을 조사하였으며 오른쪽 뺨과 턱은 도포 3시간 뒤 시술하였다. 시술은 2주 간격으로 총 2회 시행하였으며 마지막 시술 후 1~2주 간격으로 피부과 외래로 방문하도록 권유하여 경과를 관찰하였다. 매 방문 때마다 동일한 의사에 의해 여드름 병변의 호전 유무를 관찰하였고 사진 촬영을 하여 치료 전 후를 임상적으로 비교 평가하였다. 광원조사 전에 병변 부위를 아세트론으로 문질러서 피지를 제거한 후 소파기구를 이용하여

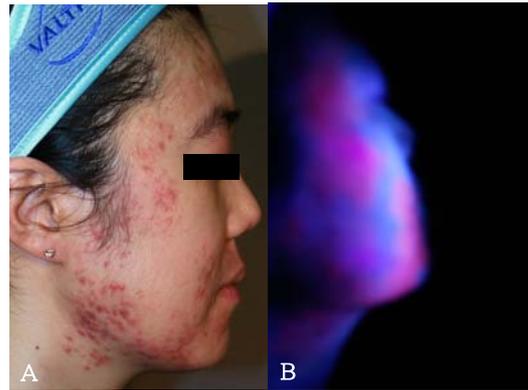


Fig 1. (A) Before methyl aminolevulinate application. (B) Deep-red fluorescence of the acne bound protoporphyrin IX under Wood's light. Note the sharp demarcation of acne lesions.



Fig 2. (A) Acne lesions before photodynamic therapy with methyl aminolevulinate. Photodynamic therapies were done for 2 times per 2 weeks. (B) 16 weeks after the final treatment.



Fig 3. (A) Acne lesions before photodynamic therapy with methyl aminolevulinate. Photodynamic therapies were done for 2 times per 2 weeks. (B) 16 weeks after the final treatment.

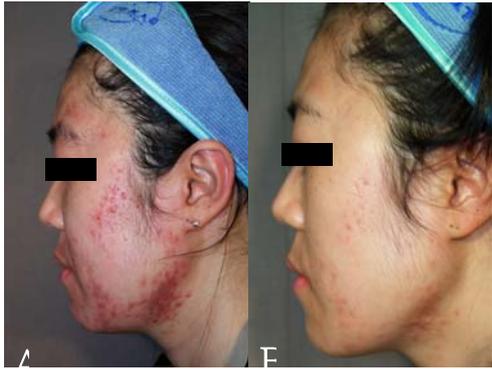


Fig 4. (A) Acne lesions before photodynamic therapy with methyl aminolevulinate. Photodynamic therapies were done for 2 times per 2 weeks. (B) 16 weeks after the final treatment.

병변 부위의 가피와 각질을 제거하였다. MAL을 약 1 mm 두께로 병변 부위에 도포하였으며 임상적으로 확인되는 구진 및 농포성 병변의 최대지름보다 5 mm 정도 더 넓게 도포한 후 polyurethane film(Tegaderm, 3M, St. Paul, USA)으로 밀폐요법을 실시한 후 차광하였다. 밀폐요법 실시 1시간과 3시간 후 병변 부위에 남아있는 MAL 크림을 아세톤으로 닦아내고 우드등(Wood's lamp)하에서 병변 부위가 붉은 형광으로 발색됨을 확인한 후 광원을 조사하였다(Fig 1). 광원은 평균 634 nm의 파장을 갖는 light-emitting diodes(LEDs)를 이용한 Akilites® lamp(PhotoCure, Oslo, Norway)를 사용하였으며, 총 조사량은 37 J/cm²로 하였다. 최적의 효과를 얻기 위한 방법으로 광원을 병변 부위에서 12 cm 거리에서 조사하였다. 치료 후 남아있는 광과민제로 인해 발생할 수 있는 광과민증을 예방하기 위해 광치료 후 48시간 동안 일광노출을 피하고 자외선 차단제를 사용하도록 교육하였다.

광원을 조사하는 동안과 직 후에 MAL 도포 시간을 달리하여 치료한 양쪽 부위에서 동일하게 경미한 작열감을 호소하였으나 치료 5일 후 상기 증상은 사라졌다. 치료 3일이 지나면서 광역동 요법(PDT)부위에 피부의 각질이 탈락하는 소견이 관찰되었고 1주일 정도 지속되었다. 1차 광역동 요법(PDT)을 시행한 뒤 2주가 지난 뒤 2차 광역동 요법(PDT)을 시행하였다. 2차 광역동 요법(PDT)시의 부작용은 양쪽에서 동일하게 1차 치료 시 발생되었던 증상과 유사하게 나타났다.

2차광역동 요법 후 추적 관찰한 결과, 16주째 MAL도포 시간을 달리하여 치료한 양쪽 부위에서 동일하게 새로운 병변은 발생되지 않았고 임상적으로 호전됨이 관찰되었다(Fig 2-4). 현재 약간의 흉터와 색소 침착만 남긴

채 경과 관찰 중이다.

고찰

국소 광역동 요법(PDT)은 피부과 영역에서 1990년 Kennedy 등⁷⁾이 처음 보고한 이래 주로 비흑색종성 피부종양(nonmelanoma skin cancer, NMSC)과 피부암 전구증에 대한 효과적인 치료법으로 보고되었다. 피부과 영역에서는 광선각화증, 유방의 paget병, Bowen 병 등의 전암성 병변과 표재성 기저세포암, 표재성 편평세포암, 각화극세포증, 카포시육종 등의 종양성 질환 뿐만 아니라 사마귀, 첨규 콘딜롬 등의 바이러스 감염증, 건선, 혈관 기형 및 영구 제모, 여드름 등에 이용되고 있다.^{4,6)}

국소 광역동 요법(PDT)은 표적세포에 선택적으로 흡수되는 광과민제(photosensitizer)를 침투시킨 뒤 특정 파장의 광선을 이용하여 세포막에 유리 산소의 생성을 유도함으로써 표적세포를 선택적으로 파괴시키는 광화학요법으로 선택적인 병변의 파괴를 일으키며, 부작용과 후유증이 경미하여 반복 시술이 가능하다는 장점이 있다. 여드름 치료에 이용되고 있는 광치료의 기전은 *P.acnes* 가 정상적인 대사 과정 중에 protoporphyrin IX(PpIX)을 합성하게 되는데 외부로부터 특정 파장의 광선이 가해지면 세균 내에서 PpIX에 의한 광역동작용이 일어나 세균이 사멸하게 되며, 피지선과 모낭이 파괴되거나 위축되어 피지의 분비가 줄어든다. 이러한 광역동작용을 더 효과적으로 극대화시키기 위해 광감작 물질(ALA, MAL)을 도포하여 PpIX의 합성을 증가시킨 후 광원을 조사하는 국소 광역동 요법(PDT)이 많이 시행되고 있다.^{8,9)}

국소 광역동 요법(PDT)에 의한 표적세포의 성공적인 파괴를 위해서는 첫 번째로 충분한 양의 광과민제가 선택적으로 표적세포에 축적될 수 있어야 한다. ALA와 MAL은 현재 국소적으로 작용하는 광과민제로 사용되고 있으며, 강력한 광과민제로 작용하는 PpIX의 생성을 자극한다. ALA는 국소 광역동 요법에 가장 많이 사용되는 광과민제로 세포 내에서 광과민제의 최종산물인 PpIX으로 대사되어 세포 내에 축적됨으로써 광화학 반응을 일으키게 된다. 이 증례에 사용된 MAL은 새로운 국소 광과민제로, 친수성(hydrophilic)인 ALA에 비해 지용성(lipophilic)이 증가된 ALA의 methyl ester형태로 피부 침투력이 우수하고 표적세포에 대한 선택성이 뛰어난 장점이 있다.^{10,11)}

두 번째, 국소 광역동 요법(DPT)의 성공적인 치료를 위해서는 광과민제를 활성화시킬 수 있으며, 병변 조직 전체를 조사하기에 충분한 깊이까지 침투할 수 있는 파장을 가진 광원을 선택하는 것이 중요하다. 현재 다양한 비레이저 광원(텅스텐 필라멘트, 제논 아크, 금속성 할로겐, 형광 램프 등) 및 레이저 광원(색소 레이저, Nd:YAG 레이저, IPL 등)이 사용되고 있으며, 최근에는 light-emitting diodes(LEDs)라는 새로운 광원이 개발되었다.¹²⁻¹⁴⁾

빛이 조직 내로 침투되는 깊이는 빛의 파장에 따라 다르며, 진피와 진피하부까지 빛이 도달하기 위해서는 가장 깊숙이 침투하는 red light가 사용되어야 한다. ALA나 MAL의 작용에 의해 축적되는 PpIX은 400 nm 근처의 solet band부터 635 nm를 중심으로 하는 red region까지 분포하는 흡수띠를 가지며 흡수되는 모든 파장이 광원으로 이용될 수 있다. 한편 PpIX은 blue light 영역에 해당하는 400 nm 근처에서 가장 높은 흡수를 보인다. 그러나 투과 깊이가 약 1~2 mm 정도인 blue light는 6 mm까지 투과될 수 있는 red light에 비해 피부투과성이 떨어지는 단점이 있고, 실제적으로 조직 내로 빛의 투과를 최대화시키기 위해서는 PpIX의 최대 흡수 파장인 630~635 nm 근처의 파장을 갖는 광원이 요구되므로 red light가 더 효율적인 광원으로 생각되고 있다. 또한 red light의 경우 항염증 효과(anti-inflammatory property)도 있어 부가적인 치료 효과도 있다.³⁾

이 증례에 이용된 Alkilite[®] lamp는 fan-cooled LEDs로, PpIX의 최대 흡수 파장인 630~635 nm와 거의 일치하는 파장을 방출하는 LEDs를 이용한 광원으로 5 cm 거리에서 75 mW/cm² 조사강도로 1-99 J/cm²의 조사광량을 전달한다.

Hongcharu 등¹⁵⁾은 등에 발생한 경증에서 중등도의 여드름 환자에서 ALA-PDT(broad-band light; 550~700 nm, 150 J/cm², 3 hours occlusion)를 시행하여 치료효과를 비교 평가하였다. 최종 치료 3주 후 광역동 요법(PDT)를 4회 치료한 군이 1회 치료한 군에 비해 치료반응이 더 효과적이었고, 염증성 병변의 경우 각각 20주, 10주까지 치료효과가 지속되었다고 보고하였다. Itoh 등¹⁶⁾은 얼굴에 발생한 기존의 치료에 저항하는 여드름 환자를 대상으로 ALA-PDT(halogen light; 600~700nm, 17mW/cm², 13 J/cm², 4 hours occlusion)를 1회 시행하여 치료효과를 평가하였다. 최종 치료 6개월 후에도 새로운 병변의 발생 없이 효과가 지속되었다고 하였다. Pollock 등⁹⁾은 등에

발생한 경증에서 중등도의 여드름 환자에서 ALA-PDT(diode laser; 635 nm, 25 mW/cm², 15 J/cm², 3 hours occlusion)를 격주로 3회 시행하여 치료효과를 비교 평가하였다. 2회 치료 후 염증성 여드름 병변이 통계학적으로 의미있게 줄어든 것을 확인하였고 최종 치료 3주 후 염증성 여드름 병변의 수가 치료 전에 비해 11.6에서 3.6으로 감소하였다. Wiegell 등¹¹⁾은 얼굴에 발생한 중등도에서 중증의 염증성 여드름 병변을 반으로 구역을 나눈 뒤 ALA와 MAL을 각각 도포한 후 국소 광역동 요법(PDT)(red light; Akilites[®] lamp, PhotoCure ASA, 34 mW, 37 J/cm², 3 hours occlusion)을 1회 시행하였다. 치료 12주 후 각각의 치료 모두에서 염증성 병변이 평균 59%로 줄어들었고 두 군의 치료 효과는 차이가 없었다. Akilites[®] lamp를 이용한 연구 중 Hörfelt 등¹⁷⁾은 얼굴에 발생한 중등도에서 중증의 염증성 여드름 병변을 반으로 구역을 나눈 뒤 각각 MAL과 위약(placebo)을 도포한 뒤 광역동 요법(PDT)(Akilites[®] CL 128 lamp, 635nm, 37 J/cm², 3 hours occlusion)을 2주 간격으로 2회 시행하였다. 치료 12주 후 MAL-PDT 군(54%)이 위약을 도포한 군(20%)보다 염증성 병변이 효과적으로 줄어든 것으로 보고하였다. 얼굴에 발생한 중등도에서 중증의 여드름 환자를 대상으로 한 다른 문헌에서는 MAL-PDT 군과 대조군으로 나누어 광역동 요법(PDT)(Akilites[®] CL 128 lamp, 37 J/cm², illumination times; 9 min, 3 hours occlusion)을 2주 간격으로 2회 시행하였다. 치료 12주 후 MAL-PDT 군에서 염증성 병변의 수가 68%로 감소하였으며 비염증성 병변의 수는 두 군에서 차이가 없었다.¹⁸⁾

이와 같이 여드름 병변의 ALA와 MAL을 이용한 국소 광역동 요법(PDT)시에 면포와 같은 비염증성 병변보다 구진, 농포와 같은 염증성 병변에 치료가 효과적인 것으로 보고되고 있으며, 치료효과가 유지되는 기간이 최대 6개월까지 지속되었다.^{9,11,15-18)} 이 증례의 환자에서도 임상적으로 유사한 치료효과를 보였고 최종 치료 4개월이 지난 후에도 새로운 병변의 발생이나 악화되는 소견은 없었다.

광역동 요법(PDT)의 급성 부작용으로는 광선 조사시의 통증, 작열감, 가려움증과 광선 조사 후 발생하는 홍반, 부종, 수포형성, 미란, 궤양 등이 있으나 대개의 경우 특별한 치료 없이 2-6주 만에 자연 치유된다. 만성 부작용으로는 치료 부위의 반흔 형성, 영구적인 탈모, 발암현상 등이 있으나 이런 부작용은 매우 드물게 나타난다.^{6,8)} 과색소 혹은 저색소 침착이 발생할 수 있는데, 대개 치료

6개월 내에 호전된다.¹²⁾

이 증례에 이용된 MAL은 광역동 요법(PDT)을 시술하는 동안 환자가 느낄 수 있는 국소적인 통증의 강도가 덜한 장점이 있는 것으로 보고되고 있다.^{10,11)} Wiegell 등¹¹⁾의 보고에 의하면 시술 후 부작용에 대한 결과에서 ALA는 병변 뿐만 아니라 주위 정상 조직에도 축적되는 반면 MAL은 도포 시 병변 부위에 선택적으로 축적되어 시술 후 통증이 덜 심한 것으로 보고하였다. MAL을 사용한 이 증례의 환자에서도 광원을 조사하는 동안과 후에 심한 통증이나 부종 등의 급성 부작용은 발생되지 않았고, MAL 도포 시간에 다른 부위별 부작용 발생의 현저한 차이점은 발견할 수 없었다. 또한 현재까지의 추적관찰 기간 동안 다른 심각한 부작용은 관찰되지 않고 있다.

광역동 요법(PDT)은 여드름을 치료하는 데에 있어 기존의 고식적인 치료 방법들에 비해 부작용이 적고, 치료 효과가 좋으며, 미용 효과가 뛰어나고, 반복적으로 치료가 가능하여 사용이 편리한 장점이 있으며, 특히 MAL-PDT를 이용한 여드름의 치료는 통증이 적어 환자의 치료 순응도를 증가시킬 수 있어 향후 널리 치료에 이용될 것으로 생각된다.

이 증례는 기존의 여드름 치료에 저항하는 중증 여드름 환자에서 여드름을 치료하는데 효과적인 것으로 보고되고 있는 국소 광역동 요법(PDT)을 병행 치료하여 효과적인 치료반응이 관찰되었고 심각한 부작용도 발생되지 않았다. 특히 기존의 광과민제보다 여드름 병변 부위에 선택적으로 축적되며 통증의 부작용이 적은 MAL을 사용하여 여드름 치료에 효과적인 반응을 보였다는데 의의가 있다고 생각한다. 또한 MAL 도포시간을 달리하여 광역동 요법(PDT)으로 치료한 모든 부위에서 임상적으로 유의한 수준의 반응을 보였다. MAL을 이용한 국소 광역동 요법(PDT)이 여드름 치료에 효과적인 치료법으로 자리 잡기 위해서는 향후 더 많은 예를 대상으로 여드름 치료 효과 및 부작용에 대하여 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참고문헌

- 1) Dreno B, Poli F : Epidemiology of acne. *Dermatology* 206(1):7-10, 2003
- 2) Katsambas AD, Stefanaki C, Cunliffe WJ : Guidelines for treating acne. *Clin Dermatol* 22(5):439-444, 2004
- 3) Hong SB, Lee MH : Topical aminolevulinic acid-photodynamic

- therapy for the treatment of acne vulgaris. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 21(6):322-325, 2005
- 4) Mirta A MRCP, Stables GI : Topical photodynamic therapy for non-cancerous skin conditions. *Photodiagnosis and Photodynamic therapy* 3(2):116-127, 2006
- 5) Yeung CK, Shek SY, Bjerring P, Yu CS, Kono T, Chan HH : A comparative study of intense pulsed light alone and its combination with photodynamic therapy for the treatment of facial acne in asian skin. *Lasers Surg Med* 39(1):1-6, 2007
- 6) Calzavara-Pinton PG, Venturini M, Sala R : Photodynamic therapy: update 2006. Part 2: Clinical results. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 21(4):439-451, 2007
- 7) Kennedy JC, Pottier RH, Pross DC : Photodynamic therapy with endogenous protoporphyrin IX: basic principles and present clinical experience. *J Photochem Photobiol B* 6(1-2): 143-148, 1990
- 8) Morton CA, Brown SB, Collins S, Ibbotson S, Jenkinson H, Kurwa H, Langmack K, McKenna K, Moseley H, Pearse AD, Stringer M, Taylor DK, Wong G, Rhodes LE : Guidelines for topical photodynamic therapy: report of a workshop of the British Photodermatology Group. *Br J Dermatol* 146(4): 552-567, 2002
- 9) Pollock B, Turner D, Stringer MR, Bojar RA, Goulden V, Stables GI, Cunliffe WJ : Topical aminolaevulinic acid-photodynamic therapy for the treatment of acne vulgaris: a study of clinical efficacy and mechanism of action. *Br J Dermatol*. 151(3):616-622, 2004
- 10) Siddiqui MA, Perry CM, Scott LJ : Topical methyl aminolevulinate. *Am J Clin Dermatol* 5(2):127-137, 2004
- 11) Wiegell SR, Wulf HC : Photodynamic therapy of acne vulgaris using 5-aminolevulinic acid versus methyl aminolevulinate. *J Am Acad Dermatol* 54(4):647-651, 2006
- 12) Morton CA, Brown SB, Collins S, Ibbotson S, Jenkinson H, Kurwa H, Langmack K, McKenna K, Moseley H, Pearse AD, Stringer M, Taylor DK, Wong G, Rhodes LE : Guidelines for topical photodynamic therapy: report of a workshop of the British Photodermatology Group. *Br J Dermatol* 146(4): 552-567, 2002
- 13) Gold MH : Acne and PDT: new techniques with lasers and light sources. *Lasers Med Sc* 22(2):67-72, 2007
- 14) Haedersdal M, Togsverd-Bo K, Wulf HC : Evidence-based review of lasers, light sources and photodynamic therapy in the treatment of acne vulgaris. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 22(3):267-278, 2008
- 15) Hongcharu W, Taylor CR, Chang Y, Aghassi D, Suthamjarinya K, Anderson RR : Topical ALA-photodynamic therapy for the treatment of acne vulgaris. *J Invest Dermatol* 115(2): 183-192, 2000
- 17) Hörfelt C, Funk J, Frohm-Nilsson M, Wiegleb Edström D, Wennberg AM : Topical methyl aminolaevulinate photodynamic therapy for treatment of facial acne vulgaris: results of a randomized, controlled study. *Br J Dermatol* 155(3):608-613, 2006
- 16) Itoh Y, Ninomiya Y, Tajima S, Ishibashi A : Photodynamic therapy of acne vulgaris with topical delta-aminolaevulinic acid and incoherent light in Japanese patients. *Br J Dermatol* 144(3):575-579, 2001

Methyl Aminolevulinate(MAL)와 Light Emitting Diodes(LEDs)를 이용하여 국소 광역동 요법으로 치료한 여드름 1례

- 18) Wiegell SR, Wulf HC : Photodynamic therapy of acne vulgaris using methyl aminolaevulinate: a blinded, randomized, controlled trial. Br J Dermatol 154(5):969-976, 2006