

# 플라즈마 바이오과학 및 의학

<http://dx.doi.org/10.5757/vacmac.2.4.9>

최은하

## Plasma Bioscience and Medicines

Eun Ha Choi

Nonthermal bio-compatible plasma (bioplasma) sources and their characteristics operating at atmospheric pressure could be used for biological cell interactions, especially for plasma bioscience and medicines. The electron temperatures and plasma densities of this bioplasma are measured to be 0.7 ~ 1.8 eV and  $(3-5) \times 10^{14-15} \text{ cm}^{-3}$ , respectively. Herein, we introduced general schematic view of the plasma-initiated ultraviolet photolysis of water inside the biological solutions or living tissue for the essential generation mechanism of the reactive hydroxyl radical [OH] and hydrogen peroxide [ $\text{H}_2\text{O}_2$ ], which may result in apoptotic cell death in plasma bioscience and medicines. Further, we surveyed the various non-thermal bioplasma sources including plasma jet, micro-DBD (dielectric barrier discharge) and nanosecond discharged plasma. The diseased biological protein, cancer, and mutated cells could be treated by these bioplasma sources or bioplasma activated water to result in their apoptosis for new paradigm of plasma bioscience and medicines.

### I. 플라즈마 바이오과학 및 의학 (plasma bioscience and medicine) 의 연구배경 및 내용

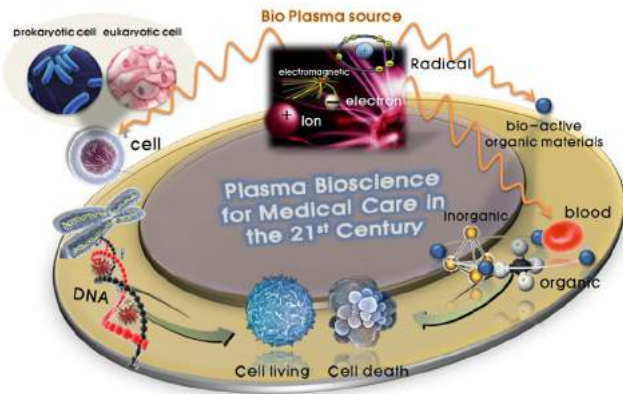
플라즈마(Plasma)는 고체, 액체, 기체상태 다음의 제 4의 물질상태라고 불리는 전기를 띤 기체들의 집단이다. 이 물질은 물리학에서 말하는 우주생성의 기본물질이며,

더 나아가 의생명과학에서 말하는 생명형성물질의 원초적인 물질이다. 플라즈마의 구성기체는 음의 전하를 갖는 전자, 양의 전하를 갖는 이온 및 다른 물질과 특히 산화반응을 잘하는 반응성 활성중성기체, 그리고 보통상태의 중성기체들로 구성된 물질이다. 그리고 수산화기 [OH], 과산화수소 [ $\text{H}_2\text{O}_2$ ], 산화질소 [NO], 초산소음이온 [ $\text{O}_2^{*-}$ ], 그리고 오존 [ $\text{O}_3$ ] 등의 활성종으로부터 방출되는 자외선, 방전기체인 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 질소 ( $\text{N}_2$ ), 공기, 그리고 이들의 혼합 및 화합물로부터 방출되는 가시광선 및 적외선의 조합으로 이루어져 있는 전자기파를 포함하고 있다 [1]. 우연의 일치일지는 몰라도, 의학에서 말하는 피의 성분인 혈장도 플라즈마라고 한다. 그리고 생물학에서도 원형질을 플라즈마라고 한다. 지금부터 100여년 전인 1911년에 I. Langmuir 가 전기를 띤 물질을 플라즈마라고 명명한 배경에는 이러한 의학적 및 생물학적 배경이 깔려있다고 본다. 1953년에 미국 물리학자인 Stanley Miller 가 암모니아, 메탄, 수증기, 수소등의 기체로 이루어진 원시 대기에서 방전실험을 시행하여, 알라닌, 글리신과 같은 아미노산의 형성을 보았다. 아미노산은 2~3개가 결합하여 생명의 기본물질인 단백질을 형성하는 구성분자이며, 더 나아가 이들의 중합으로 생명물질이 탄생하게 된다. 한편, 같은 1953년에 생물학자인 Watson과 물리학자인 Crick는 공동연구를 통하여, 유전물질인 DNA는 이중나



#### <저자 약력>

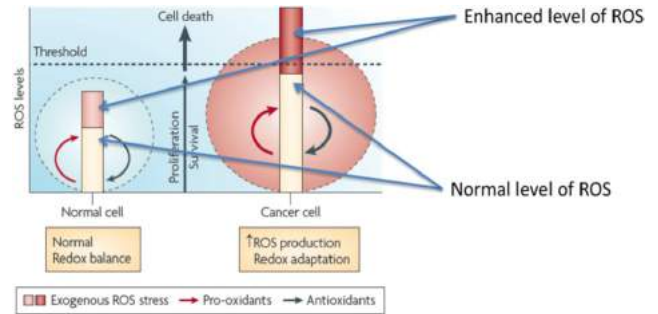
최은하 교수는 1987년 8월 플라즈마 물리학 Ph. D. 를 받고, 1987년 9월부터 1992년 2월까지 미국의 NSWC 박사 후 연구원, NASA Langley Research Center 위촉연구원, Hampton University 조교수, 한국표준과학연구원 선임연구원으로 근무하였다. 1992년 3월부터 현재까지 광운대학교 전자물리학과 대전입자빔 및 플라즈마 연구실에서 PDP 연구센터와 플라즈마 바이오 과학 연구센터의 소장으로 일하고 있으며, 플라즈마 바이오 의과학 융합연구를 수행하고 있다. (ehchoi@kw.ac.kr)



[Fig. 1] Research areas of plasma biosciences

선구자로 이루어진 핵산물질임을 발표하여, 신비한 생명의 원초적인 물질에 대한 이해를 한층 깊게 할수 있게 하였다. 이와 같은 유전인자인 DNA 및 생명을 이루는 기본 물질은 모두 단백질로 이루어져 있으며, 단백질의 변형으로 인하여 모든 질병이 생긴다고 보고있다.

현대의학에는 정상세포 및 이와 관련된 세포들의 돌연변이 변형으로 인하여 현대의 피부병, 치매, 암과 같은 난치병 및 모든 병들이 발생된다. 즉, 세포들의 기본형성 물질인 단백질은 원시대기의 방전상태에 존재하는 물질, 즉 플라즈마 상태에서 합성된다는 점을 착안하여, 단백질과 관련된 현대의 알츠하이머병, 파킨슨병, 아토피 및 피부병, 그리고 암과 같은 난치병은 생명의 원초물질인 플라즈마를 이용하여 근본적으로 치료가 가능하다는 가설을 세울 수 있으며, 이를 위한 플라즈마 바이오과학 및 이를 이용한 차세대 플라즈마 의학을 개척할 수 있다. 더 나아가 구강보건 및 구강치의학, 그리고 공중보건 및 미용의 관점까지도 활용할 수 있다. 이를 기초로 플라즈마 바이오과학 및 의학에 관한 실제적응을 통해 플라즈마 의료기기 연구기반 확립, 피부질환 제어 및 치료장비 제작에 필요한 데이터 확보, 비정상 세포군의 직접 및 간접 치료장치 개발에 필요한 데이터 확보를 할수 있다. 또한 플라즈마를 물과 같은 액체에 처리하여 만든 플라즈마 처리수(PAW : plasma activated water)의 잔존라디칼과 세포, 또는 생체조직과의 상호작용을 통해 생체와 세포 활동에 미치는 의학적 지식을 확보할수 있다 [2]. (그림 1)



Trachootham et al, "Targeting cancer cells by ROS-mediated mechanisms: a radical therapeutic approach?" *Nature Rev. Drug Discovery* 8 579-91 (2009)

[Fig. 2] ROS-mediated mechanisms for apoptosis of cancer cells

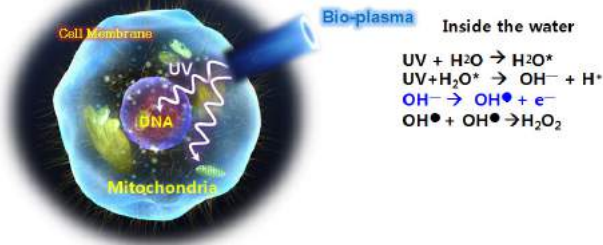
## II. 플라즈마 바이오과학 및 의학 (plasma bioscience and medicine) 의 연구내용

플라즈마 바이오과학 연구센터는 광운대, 가톨릭의대, 동국대/병원, 성균관대, 고려대 및 고려대 안암병원, 연세대 및 연세치대, 국민대, 대구경북과학기술원, 경희대 병원등 약 34명의 교수와 23여 명의 박사연구원 및 60여 명의 대학원생으로 구성되어 있다. 그리고 미국의 Drexel 대학, George Washington 대학, Old Dominion 대학, 독일 Leibniz INP 연구소, 일본의 Nagoya 대학, Kyushu 대학, 홍콩시립대등의 20 여개의 해외 전문 연구기관과의 공동연구 네트워크 체계를 구축하고 있다. 이들 기관과 플라즈마를 이용한 암세포 치유 및 억제, 면역체계의 활성화를 통한 암세포의 치유, 플라즈마 처리수를 이용한 피부병 치유 가능성등에 관한 실질적인 상호공동연구, 인력교류 및 기술교류를 실시하고 있다.

플라즈마의 암세포 치유원리는 정상세포와 암세포의 활성산소 함유량의 차이에 기인한다. 정상세포는 암세포에 비해 활성산소의 함유량이 상대적으로 적어서, 플라즈마에 의한 활성산소의 순수한 증가량을 보았을 때 암세포에서 정상세포보다 빨리 세포치사량을 초과하게 된다. 따라서 정상세포보다 암세포가 선택적으로 빨리 플라즈마에 의해서 세포자멸사로 들어가게 되며, 정상세포의 손상을 최소화시킬수 있다 [3]. (그림 2). 또한 세포 및 생체조직 그리고 혈액내의 물 성분은 저온대기압 플라즈마의 전자와 반응하여 수산화기 [OH], 과산화수소 [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>], 산화질소 [NO], 초산소음이온 [O<sub>2</sub>\*<sup>-</sup>], 그리고 오존 [O<sub>3</sub>] 등과 같

### OH Generation by Plasma UV Photolysis

P. Attri et al., Scientific Reports 5, 9332 (2015).



[Fig. 3] Plasma-initiated ultraviolet photolysis : Generation mechanism of reactive oxygen species inside the cell or biological tissue.

은 제 1차 활성 중성종을 생성하며, 여기에서 200 ~ 310 nm 대역의 자외선이 발생되며, 특히 질소분자선 (SPS : secondary positive system) 으로부터 300 ~ 400 nm 의 자외선이 생성된다. 그리고 이 200 ~ 400 nm 자외선은 다시 생체조직 또는 혈액 내부의 물과 만나서 물분자를 여기시키며, 여기된 물분자는 계속 이들 자외선을 흡수하여 결국 제 2 차 수산화기 [OH] 로 분해되며, 또한 이들이 다시 결합하여 과산화수소 [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>]를 생성하게 된다. 이와 같이 플라즈마에 의해 발생한 1차 활성 중성종 으로부터 생성된 자외선이 생체 조직 속 또는 혈액을 투과하여, 이곳의 물과 반응하여 생체 조직 또는 혈액 속에서 활성종을 만드는 과정을 플라즈마-유도 자외선 광분해과정 (Plasma-initiated ultraviolet photolysis)이라 한다 [1]. 이와 같은 플라즈마에 의한 활성 중성종, 즉 라디칼 생성원리를 기초로 하여, 암치유 및 질병 치유를 구현함과 동시에 또한 노화된 신경세포를 치유하여 젊은 세포로 바꾼다.

## II. 1. 저온대기압 플라즈마 소스

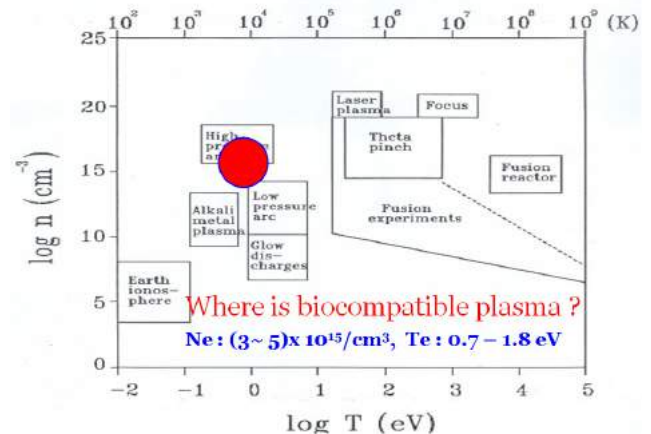
가장 중요한 연구주제 중의 하나는 실제 의료현장에 투입하여 전기안전성 및 생물학적 안전성을 확보하여 환자에게 적용 가능한 편리한 플라즈마 소스를 개발하는 것이다. 이를 목적으로 대기압 상태에서 작동하여야 하며, 생체조직에 열을 발생시키지 말아야 하며, 사용하기 간편한 플라즈마 소스를 개발하여야 한다. 플라즈마 바이오과학 및 의학이라는 새로운 개념의 질병치유의 목표를 가지



[Fig. 4] Nonthermal atmospheric pressure plasma sources for plasma bioscience and medicines

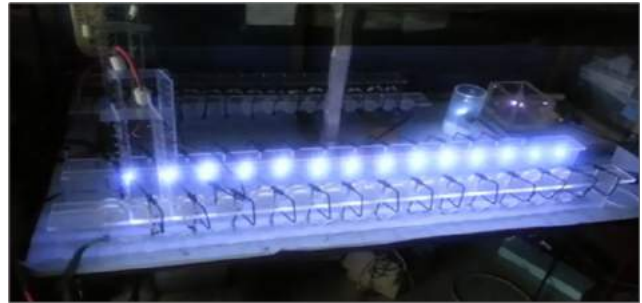
고 환자 및 일반인에 적용가능한 저온 대기압 플라즈마 소스를 개발하고, 또한 이를 이용한 플라즈마 치료수의 기초연구 및 개발도 매우 중요한 일이다.

저온 대기압 플라즈마 소스의 생물 적용에 관한 연구를 진행하기 위해서, 면방전 [4] (그림 4의 상단) 과 플라즈마 제트 [5] (그림 4의 하단)의 두 가지 전극 형태를 갖는 플라즈마 발생 장치를 개발하고 있다. 특히 플라즈마 디스플레이 패널 (PDP) 관련한 제조공정기술을 활용하여 대기압 면방전 플라즈마 발생장치를 개발할수 있다. 기존의 PDP 전극 인쇄 기술인 광리소그래피와 스크린 프린터 기법을 이용하여 수십 ~ 수백 μm 간격의 전극 패턴을 구현할 수 있다. PDP 전용의 고온 소성용 유리기판에 은 전극



[Fig. 5] Characteristics of nonthermal atmospheric pressure plasma sources for plasma bioscience and medicines

을 도포하며 90 mm와 35 mm 직경의 유리 기판 또는 플렉시블 기판에 전극 패턴을 만들 수 있다. 각각 전극 패턴의 개수는 547개와 95개로 구성되어 있다. 플라즈마 방전 시 전극의 산화 방지 및 유전체 장벽 방전을 발생시키기 위해서 SiO<sub>2</sub> 유전체를 e-beam 증착기를 사용하여 50 ~ 100 μm 두께로 증착하게 된다. 대면적 생물 시료에 적용하기 위한 용도로 사용하고 있으며, 현재 암세포 사멸, 피부 미용 및 상처 치유 효과에 관한 연구를 수행하고 있다. 이 기판을 서로 마주보게 설치하여 대향 방전 전극 구조로도 제작이 가능하다. 이 제품은 구급차의 병원균 살균소독 용도로 개발하고 있으며 2016년 상반기에 상용화를 목표로 개발이 진행 중이다. 400 × 100 μm의 미세 방전 영역에서 강한 전기장에 의해 플라즈마가 발생하며 이때 주변 공기 기체와 플라즈마의 충돌로 다양한 활성종들이 발생된다. 여기서 발생하는 저온대기압 방전 플라즈마는 전자온도가 0.7 ~ 1.8 eV의 값을 가지며, 플라즈마 이온밀도는  $(3-5) \times 10^{14-15}/\text{cm}^3$ 의 값을 가지는 특성을 가지게 되며, 이의 특성을 빨간 동그란 점으로 그림 5에 표시하였다 (그림 5). 이와 같은 전자온도 및 높은 이온밀도의 플라즈마에 의해서 발생하는 활성종들은 생물시료에 적용되어 생물학적인 효과를 기대할 수 있다. 이 면방전 구조와 다르게 hollow cathode 전극 구조를 채택한 플라즈마 제트 장치도 개발하고 있다. 수십 kHz의 구동 주파수와 수십에서 수백 MHz의 고주파, 그리고 수 GHz 대역의 마이크로파 플라즈마 제트 장치로 분류한다. 특히, 고주파 및 마이크로파 플라즈마 제트는 오존 발생을 줄일 수 있다. 수십 kHz의 구동주파수의 플라즈마 제트 소스는 현재 치아 미백 효과를 새로운 패러다임으로 달성하기 위해 연구 개발 중이며 2016년 상반기에 상용화를 목표로 하고 있다. 상온 대기압 플라즈마 제트를 이용하여 과산화수소를 사용하지 않고도 치아변색을 일으키는 물질을 효율적으로 제거할 수 있는 특징을 가지고 있다. 물이 도포된 치아에 플라즈마 제트를 처리하면 물분자의 이온화 및 들뜸 과정을 통해 활성산소를 발생, 충분한 산화력을 나타내어 치아 변색물질을 제거할 수 있다. 이때 인체에 유해한 물질을 전혀 사용하지 않고도 치아에 착색된 물질을 효율적으로 제거할 수 있다.

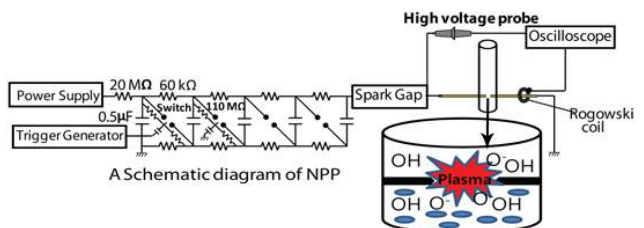


[Fig. 6] Nano-second pulsed discharge image of non-thermal atmospheric pressure plasma

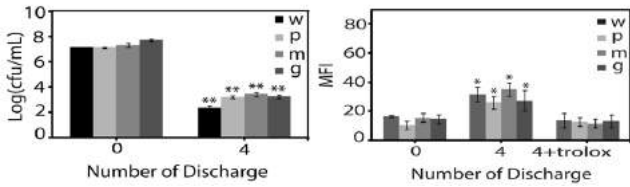
## II. 2. 나노초 펄스플라즈마에 의한 항생제 내성 박테리아 비활성화

항생 포도상구균(Staphylococcus aureus : S. aureus)은 저항성이 강하여 공기 및 토양 등에 광범위하게 존재한다. 사람과 동물의 피부에 서식하고 식품을 통해서 쉽게 오염되며 식중독 및 패혈증의 원인이 된다. 또한, 이 균은 치료 약제에 대한 내성이 심각한 것으로 잘 알려져 있다. 항생제인 페니실린뿐만 아니라 메티실린 내성 황색 포도상구균 (Methicillin-resistant S. aureus : MRSA) 감염이 증가하고 있어 심각한 문제로 대두되고 있다. 이처럼 치료가 어려운 항생제 내성 박테리아를 플라즈마를 이용하여 비활성화시킬 수 있다.

막스 발전기(Marx generator)를 이용하여 나노초 펄스 플라즈마(Nanosecond Pulsed Plasma : NPP)를 발생시켰으며 방전 전압과 전류는 6 kV와 0.7 kA로 1 펄스당 discharge의 에너지는 0.06 J이다 [6]. 그림 6에 방전사진을 나타내고 있다. 항생제에 내성을 가진 박테리아로는 페니실린 내성 황색포도상구균 (Penicillium-resistant S.aureus : PRSA), 젠타마이신 내성 황색포도상구균



[Fig. 7] Marx generator circuit for nano-second discharged non-thermal atmospheric pressure plasma



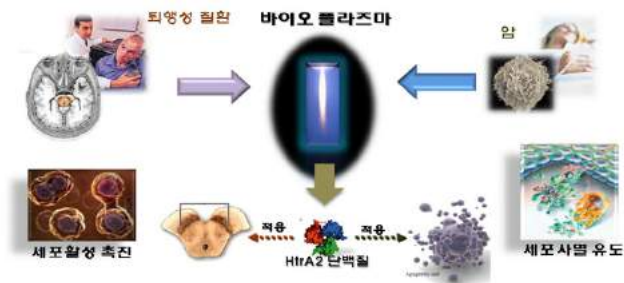
[Fig. 8] <S. aureus viability> (Intracellular total ROS in S. aureus)

(Gentamicin-resistant S.aureus : GRSA), 메티실린 내성 황색포도상구균(Methicillin-resistant S. aureus : MRSA)을 사용하였다. 고전압 발생장치인 막스발전기는 1 nF, 고전압 커패시터를 병렬로 충전시킨 다음, 스파크 갭 스위치를 사용하여 순간적으로 커패시터를 직렬로 연결하여 고전압을 발생시킨다. 그림 7에 나노초 플라즈마 발생장치인 막스발전기의 회로를 나타내었다.

박테리아는 총 4번의 플라즈마 처리를 하였으며 플라즈마 처리 전과 비교하였을 때 처리 후에 약 50% 이상의 박테리아가 비활성화되며, 또한, 세포 내부의 활성산소종(Reactive Oxygen Species : ROS)이 플라즈마 처리 후에 증가하게 된다.

페니실린 및 젠타마이신, 메티실린은 베타-락탐( $\beta$ -lactam) 고리를 공통으로 포함하고 있는 베타-락탐 계열의 항생물질이다. 박테리아 내 베타-락타마아제( $\beta$ -lactamase)라는 효소가 항생제의 베타-락탐 고리를 분해함으로써 항균능력을 무력화시킨다. 따라서 베타-락타마아제의 활성성을 확인함으로써 플라즈마에 의한 영향을 분석 가능하며 그 결과로 플라즈마 처리 전과 비교하여 보았을 때 플라즈마 처리 후 베타-락타마아제의 활동이 현저히 감소 되었음을 볼 수 있다.

플라즈마에 의해 발생한 박테리아 세포 내 ROS는 처리



[Fig. 9] Degenerate neural disease and cancer therapy by non-thermal atmospheric pressure plasma

전과 비교하여 약 2배 정도 높아지며, 세포에 스트레스로써 작용하게 된다. 또한 플라즈마가 박테리아 내 베타-락타마아제의 활동을 현저히 감소시킴으로써 박테리아를 비활성화시킬수 있음을 알수 있다.

### II. 3. 플라즈마 바이오의과학 및 치아미백

저온 대기압 상태에서 37 °C 이하의 온도를 유지하면서 발생하는 저온 대기압 플라즈마는 생체 및 의학에 적용 가능하므로 바이오플라즈마 (Bioplasma) 라고도 불린다. 바이오 플라즈마와 병든 암세포의 단백질 또는 돌연변이 세포들과의 상호작용을 통하여 현대의 피부병, 치매, 암과 같은 난치병 및 모든 병들을 치유할 수 있는 새로운 플라즈마 의학기술의 패러다임이 최근 여러나라에서 제시되었다 (그림 9).

바이오 플라즈마에 의한 DNA, 세포사멸 및 세포주기 조절 단백질들의 변화에 관한 연구를 통하여, 세포생존과 사멸의 불균형으로 야기되는 난치성 질환(암, 퇴행성 뇌 질환)등의 메디컬 적용을 통해 차세대 플라즈마 의학기술 및 이의 기반 기술을 제공할 수 있다. 변형된 단백질은 플라즈마와의 상호작용을 통하여 정상 단백질로 되돌리고, 암세포는 플라즈마 활성산소와의 상호작용을 통하여 스스로 사멸하게끔 유도할 수 있다 (그림 9). 또한 생체조직과 핏속의 활성산소에 의하여 모든 기관이 노화되는 점에 착안하여, 이들 노화된 피부 및 혈관은 플라즈마와의 상호작용을 통하여 활성산소를 제어함으로써 피부를 탄력있게 유지할수 있으며 더 나아가 혈관 청소도 가능하다.

한편 치아자체의 아름다움에 대한 동경과 미용에 대한 관심이 높아지면서 치아미백 시술 또한 증가하고 있다. 치아미백은 미용 측면에서도 바람직하지만 치아 및 구강 건강을 위해서도 필요하다. 경제생활이 풍요로워짐과 더불어 대인과의 접촉으로 치아에 대한 미적 기대치가 더욱 커지고 있는 것이 현실이다. 치아미백이란, 강한 산화제인 과산화수소의 산소방출(oxygen releasing), 기계적 청소(mechanical cleansing) 작용기전으로 치아 상아질 안쪽부분의 착색부분을 산화시켜 착색을 제거하고 치아를 원래의 색으로 회복시켜주는 시술을 말한다. 최근 전문적인 치아 미백술은 과산화수소 약제를 도포한 후 특수 광선을 이용하여 치아를 미백시키는 방법으로 과산화수소는 활성산소(free radical oxygen)을 생성하게 된다 [7]. 이



[Fig. 10] Tooth whitening by non-thermal atmospheric pressure plasma jet : Before (left) and after (right) treatment

리한 활성산소는 불안정하여 전자친화성을 가지며 다른 유기질 분자와 결합하여 안정성을 얻기 위하여 지속적인 반응과 생성함으로써 미백이 진행된다.

현재 시술되고 있는 치아미백은 레이저 등의 광원 조사를 통하여, 이는 레이저의 치아미백 효과를 직접적으로 일으키는 것이 아니라 과산화수소계열의 약품 처리에 주로 의존하고 있다. 따라서 지금까지 광원을 이용하여 실시되고 있는 치아미백 시술은 35중량%의 고농도 카바마이드 퍼옥사이드를 치아에 도포하여 발생 되는 발생기 산소 [O] 의 산화력을 이용하게 된다. 이러한 치아미백 시술은 그다지 효과가 뛰어나지 않으며, 약품 도포에 의해 변색 유기물뿐 아니라 치아 구조의 파괴로 치아 자체도 함께 손상되고, 실제로 과산화수소수의 빈번한 사용은 심장병과 암 유발 원인이 된다는 보고가 있다. 식약청에서 고시한 과산화수소수의 인체 적용 농도는 15중량%를 한도로 하고 있는 것도 그러한 이유이나 그 정도 농도에서는 레이저나 LED를 조사하여도 미백 효과가 잘 나타나지 않아 한도를 훨씬 넘는 35중량%의 카바마이드 퍼옥사이드를 적용하고 있는 실정이다.

최근 광운대학교 플라즈마바이오과학 연구센터 (Plasma Bioscience Research Center)는 플라즈마 방전기체에 수증기를 포함시키고, 구강안에 적용가능한 새로운 디자인을 개발함으로써 치아미백에 관련된 여러 문제점들을 해결 할 수 있는 가능성을 제시하였다 [8]. 이 디자인은 치아미백용 핸드피스를 기반으로, 일반인이 가정에서 쉽게 그리고 편리하게 사용할 수 있도록 고안되었다. 또한, 별도의 과산화수소수 및 이의 도포 없이 저온 대기압 플라즈마를 치아에 직접 적용하여 처리함으로써, 플라즈마-유도 자외선 광분해과정에 의한 활성산소 [OH] 를 발생시켜 충분한 산화력을 나타내어 치아변색물



[Fig. 11] Portable non-thermal atmospheric pressure plasma jet for tooth bleaching

질을 제거할수 있도록 하였다. 이때 인체에 유해한 물질을 전혀 사용하지 않으며, 처리 중간에 필요시 물(water)만으로 구강을 헹구어 주는 과정으로 치아에 착색된 물질을 효율적으로 제거할수 있는 특징이 있다. 이와 같은 치아미백용을 위한 휴대용 저온대기압 플라즈마장치를 내년 1월 상반기에 곧 출시할 예정이다.

### III. 전망 및 결론

새로운 개념의 차세대 건강증진 및 질병치유의 목표를 가지고 플라즈마 바이오과학 및 의학이 새로이 전개되어 있으며 발전하고 있다. 이를 위하여 실제 의료현장에 적용 가능한 저온 대기압 플라즈마 소스의 개발 및 이를 활용한 플라즈마 처리수의 기초연구 및 개발도 활발히 진행 중이다. 또한 플라즈마 또는 플라즈마 처리수를 여러가지 암세포 및 퇴행성 신경질환, 그리고 피부병 등에 적용하고 있으며, 이를 위한 새로운 자료확보 및 관련 기초 임상 등 활발한 연구를 계속 필요로 하고 있다.

암세포의 치유, 비정상 세포군의 직접 및 간접 치료장치 개발에 필요한 데이터 확보, 플라즈마와 라디칼의 세포 적용으로 세포 활동에 미치는 영향에 관한 학문적 지식 확보는 매우 중요한 주제로 대두되고 있다. 플라즈마 바이오과학 및 의학은 기존의 암 치유 방법과 병행하여 또는 독립적으로도 적용 가능하며, 특히 난치암의 종류로 알려진 간암, 폐암, 뇌암, 유방암, 췌장암, 피부암, 혈액암 등에 플라즈마 처리수와 함께 적용하면 큰 효과를 기대할 수 있다. 그리고 수술용 외상 치료 및 화상치료, 그리고 피부

질환 제어 및 치료에 관한 플라즈마 의료기기 장비 제작도 매우 중요한 사업으로 인식되고 있다.

또한 중동 호흡기 증후군 (MERS : Middle East Respiratory Syndrome)의 값진 경험에서 보듯이 신종 바이러스의 살균 및 치유, 구급차 실내 소독 및 살균, 실내 공기정화 및 살균, 수질정화 및 살균소독 기술은 기존의 방법으로는 구현하기 매우 어려운 현실이다. 그러나 저온 대기압 플라즈마 기술을 적용하면 뜻밖의 좋은 결과를 가져다 줄 수 있다. 또한 기존 항생제에 내성이 생긴 박테리아를 살균할 때에도 저온 대기압 플라즈마의 효율성을 기대할 수 있다. 이제 장수명 보건 건강복지 시대에 들어서 현실에서, 저온 대기압 바이오플라즈마를 적용하여 혈액 및 혈관청소를 구현하여 노화세포를 젊은 세포로 바꾸어 나가며, 관련된 퇴행성 뇌질환등을 적극적으로 극복할 수 있는 기반 기술을 확보하는 것 또한 중요하다고 판단한다.

References

- [1] P. Attri, Y. H. Kim, D. H. Park, J. H. Park, Y. J. Hong, H. S. Uhm, K. N. Kim, A. Fridman, and E. H. Choi, "Generation mechanism of hydroxyl radical species and its lifetime prediction during the plasma-initiated ultraviolet plasma photolysis", Sci. Rep. 5, 9332 (2015).
- [2] G. Kong, G. Kroesen, G. Morfill, T. Nosenko, T. Shimizu, J. V. Dijk, J. L. Zimmermann, "Plasma medicine: An introductory review", New J. Phys. 115012:1-115012:35 (2009).
- [3] Trachootham et. al., "Targeting cancer cells by ROS-mediated mechanisms: a radical therapeutic approach?", Nat. Drug Discovery 8, 579-591 (2009).
- [4] N. Kaushik, N. Uddin, G. Bo Sim, Y. J. Hong, K. Y. Baik, C. H. Kim, S. J. Lee, N. K. Kaushik and E. H. Choi, "Responses of Solid Tumor Cells in DMEM to Reactive Oxygen Species Generated by Non-Thermal Plasma and Chemically Induced ROS Systems", Sci. Rep. 5, 8587 (2015).
- [5] Y. Kim, S. Jin, G. H. Han, G. C. Kwon, J. J. Choi, E. H. Choi, H. S. Uhm, G. Cho, "Plasma Apparatuses for Biomedical Applications", IEEE TPS-43, 944 (2015).
- [6] P. Attri, J. H. Park, J. Gaur, N. Kumar, D. H. Park, S. N. Jeon, B. S. Park, S. Chan, H. S. Uhm, E. H. Choi, "Influence of nanosecond pulsed plasma on the non-enzymatic pathway for the generation of nitric oxide from L-arginine and the modification of graphite oxide to increase the solar cell efficiency", Physical Chemistry Chemical Physics. 16(34). DOI: 10.1039/C4CP02514H (2014).
- [7] S. A. Nathoo, "The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration", J. Am. Dent. Assoc. 128 Suppl:6S-10S, 1997.
- [8] 최은하, 김경남, 김용희, 권재성, "플라즈마를 이용한 치아미백 방법 및 그에 따른 플라즈마치질, 등록번호 10-1459952 (2014).

www.ivc20.com



# 전세계 진공인의 축제, 제20회 세계진공학술대회 및 전시회

2016년 8월 21일 - 26일 부산 BEXCO



	<p><b>ICSS-16</b> 16<sup>th</sup> International Conference on Solid Surfaces</p> <p><b>ICN+T 2016</b> International Conference on Nanoscience and Technology 2016</p> <p><b>VASSCAA-8</b> 8<sup>th</sup> Vacuum and Surface Sciences Conference of Asia and Australia</p> <p><b>25<sup>th</sup> KVS</b> 25<sup>th</sup> Anniversary KVS Symposium</p> <p><b>ITC 2016</b> Industrial Topical Conference 2016</p> <p><b>ISPB 2016</b> International Symposium of Plasma Biosciences 2016</p>	<p>20<sup>th</sup> INTERNATIONAL <b>VACUUM</b> CONGRESS <b>IVC-20</b></p>	<p><b>3. 15</b> 2016 초록접수 마감</p>	<p><b>4. 15</b> 2016 초록심사 공지</p>	<p><b>5. 31</b> 2016 조기등록 마감</p>
---	--	---	--	--	--

