



# 융합 영상 진단 및 영상 유도 치료 산업 및 기술 동향

## I. 서론

최근 들어 미국, 유럽, 일본 등과 같은 선진국들의 평균 출산율 저하 및 평균 수명 증가로 인해 인구 고령화가 가속화 되면서 고령 치화 산업이 급성장하고 있으며 의료산업에서도 고령 인구에 특화된 의료 서비스 및 고령친화 의료기기에 대한 신규 수요가 지속적으로 증가되고 있다. 특히 생활습관 질병(만성질환, 암 등)의 조기진단, 성인병 예방관리 등을 지원하는 바이오센서 칩, 현장진단기기, 헬스케어 시스템 등 상시 건강관리 시장은 큰 폭으로 증가하고 있다. 또한, 선진국들에서는 IT, BT, NT 등 신기술간의 융합분야를 미래에 중점 추진해야 할 고부가가치 첨단기술로 인식하여 육성 전략을 준비하고 본격적인 연구 및 개발을 추진 중에 있다. 미국의 경우 이미 나노테크놀로지 기술 연구 및 개발에 집중 투자하고 있으며 유럽은 나노기술, 바이오/생명과학분야와 보건의학 분야를 필두로 미래 첨단기술력 확보를 위해 노력하고 있다.

**새롭게 개발된 융합영상진단 및 영상유도치료 기술은 주요 질병에 대한 진단 정확성 및 수술 정확성을 크게 향상시킬것으로..**

특히, 의료기기분야에서는 신기술의 융복합에 따른 진단 및 치료의 정밀도를 향상시킬 수 있는 영상 진단 및 영상유도 치료에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 의료영상은 영상을 통해 얻고자 하는 정보의 특성에 따라 구조영상(anatomical image)과 기능영상(functional image)로 나눌 수 있다. 구조영상의 경우, 인체 내 장기들에 대한 해부학적인 모양 및 병적이상 유무에 대한 정보를 획득하는데 사용된다. 대표적으로 X-선을 이용한 투사영상이 있으며 우



유 양 모  
서강대학교



리 몸을 구성하는 여러 조직들이 그 조성 및 밀도에 따라 X-선을 감쇠시키는 정도가 달라지고 이러한 감쇠 정도를 이용하여 병적상태를 진단하는 이용된다. 반면 기능영상의 경우, 인체 내에서 일어나는 생리학적 변화를 평가하는데 이용되는데 방사성동위원소 및 이를 각종 생화학 물질에 표지(targeting)한 방사성추적자를 이용한 핵의학(nuclear medicine) 영상이 대표적이다. 기존의 의료영상 진단 장치에서는 구조영상 또는 기능영상만을 제공하여 진단 정확성이 제한되었다. 예를 들어, X-선 기반 컴퓨터 단층촬영(computed tomography) 장치의 경우, 고해상도의 해부학적인 정보를 제공하며 뼈의 미세골절, 석회화 병변 또는 인체 내부 장기의 촬영에 유용하다. 하지만 암과 같은 병변의 생리 및 생화학적 변화들에 대한 정보를 제공할 수 없는 단점을 가지고 있다.

이에 반해 양전자 단층촬영(positron emission tomography)의 경우 인체의 대사상태에 대한 정량적인 정보를 제공할 수 있어서 주변 조직에 비해 포도당 대사가 향진되는 악성종양, 간질, 알츠하이머병, 염증성 질환 등의 진단에 유용하며 특히 전이암의 위치를 추적하거나 암의 치료효과를 판정하고 재발여부를 평가하는데 필수적이다. 하지만 상대적으로 낮은 공간 분해능(spatial resolution)을 가지고 있어 암과 단순 염증을 구별하거나 해부학적 위치에 대한 정확한 정보를 주는데 한계가 있어 양전자 단층촬영 영상만으로 암을 진단할 경우 오진 확률이 높아진다. 이러한 구조영상 및 기능영상의 장단점을 상호 보완할 수 있는 융합영상 기술에 대한 관심이 크게 증가하고 있다.

융합영상 기술은 구조영상이 제공하는 고해상도 해부학적인 정보와 기능영상의 분자생물학적인 정보(예, 대사)를 융합하여 주요 질병에 대한 진단 정확성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다. 특히 최근 개발에 성공한 PET-MRI 진단장치의 경우 MRI의 뛰어난 위치 분해능, 연조직 판별능력, 피험자에 대한 무해성과 PET의 고민감 분자영상 및 세포영상 제공 능력이 결합되어 신체내 해부학적인 정보와 기능적 정보를 동시에 확인할 수 있어 종양 및 알츠하이머의 조기 진단

의 정확성을 크게 향상시킬 수 있을 것을 예측된다.

융합영상장치의 발전과 함께 융합기술의 발전으로 인해 새로운 치료기술들이 계속 개발되고 있으며 대표적으로 로봇 수술시스템, 고집속된 초음파를 종양에 선택적으로 집중 조사하여 종양조직을 정확하게 괴사시키는 HIFU(High-intensity focus ultrasound) 등의 영상유도 융합치료기 등에 대한 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

현재, 의료영상진단장치 분야에서의 국내 기술수준은 해외 최고기술수준의 약 70%까지 접근하고 있으며 초음파 영상진단장치 및 디지털 X-선 장치를 중심으로 세계 시장 진출이 확대되고 있는 상황이다. 하지만 차세대 신기술 분야인 융합영상 진단 및 영상유도 치료기술의 경우 세계 최고 기술 수준 대비 40%이하이며 그 기술 격차는 10년 이상인 것으로 파악된다<sup>[1]</sup>. 본 논문에서는 국내외 융합영상진단 및 영상유도 치료에 대한 국내외 산업 및 기술동향을 소개하여 국내 의료기기 산업의 발전을 위한 핵심 기술 선정 및 전략 수립에 기여하고자 한다.

## II. 의료기기 및 융합영상진단/영상유도치료 시장 동향

의료기기 세계시장 규모는 2013년 3,277억불 수준에서 연평균 5.0%로 성장하여 2018년에는 4,321억불로 성장할 것으로 예측되고 있다. 북미/남미가 1,487억불(45.4%)로 가장 크며, 서유럽 859억불(26.2%), 아시아/태평양 689억불(21.0%), 중앙 및 동유럽 150억불(4.6%), 중동/아프리카 92억불(2.8%) 순이다. 국가별로는 미국과 일본이 각각 45%와 10.3%의 시장 규모가 가능 높은 비율을 점유하고 있으며 최대 수요처인 미국은 수요포화로 연평균 5.6%의 낮은 성장이 전망된다. 독일, 일본, 러시아, 영국 등은 고령화로 연평균 4.7%, 2.5%, 9.1%, 7.3%의 성장이 예상된다. 미국은 전분야에 걸쳐서 최고의 시장 및 기술 경쟁력을 보유하고 있고, 유럽은 특히 치료기기 분야에 강세를 보이고 있으며, 일본은 초



〈표 1〉 국가별 의료기기시장 규모 및 전망('13~'18)<sup>[2]</sup>

(단위 : 백만불)

| 순위 | 구분<br>국가명 | 2013     | 2014     | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      | CAGR<br>( '13~'18) |
|----|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
|    |           | 1        | 미국       | 127,098.4 | 135,226.5 | 143,051.5 | 150,762.2 |                    |
| 2  | 일본        | 29,750.9 | 30,068.7 | 30,304.1  | 30,187.9  | 30,430.1  | 33,626.6  | 2.5                |
| 3  | 독일        | 25,662.1 | 26,186.6 | 27,105.1  | 28,271.1  | 30,233.5  | 32,348.9  | 4.7                |
| 4  | 중국        | 17,146.5 | 20,301.9 | 24,068.0  | 28,363.4  | 33,698.4  | 40,353.5  | 18.7               |
| 5  | 러시아       | 7,434.1  | 7,904.5  | 8,470.1   | 9,404.9   | 10,437.6  | 11,504.0  | 9.1                |
| 6  | 영국        | 9,895.9  | 10,388.9 | 11,255.3  | 12,275.5  | 13,280.4  | 14,083.1  | 7.3                |
| 9  | 한국        | 5,142.6  | 5,892.3  | 6,758.6   | 7,764.6   | 8,492.4   | 9,294.4   | 12.6               |

음과 및 내시경 분야에서 우위를 점하고 있다. 중국 시장은 2013년 171억불 규모이며 연평균 18.7%의 고성장으로 세계 시장 2위를 차지할 것으로 전망된다. 우리나라 시장은 51억불 규모로 세계 11위 수준이며 12.6% 성장하여 2018년에는 세계 9위가 될 것으로 예측된다.

〈표 2〉에서와 같이 의료기기 시장에서 진단영상장비가 2013년도 약 845억달러(세계시장의 25%) 규모

〈표 2〉 의료기기별 세계시장 규모 추정(2013~2018년)<sup>[2]</sup>  
(단위 : 억불)

| 구분                     | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | CAGR<br>2013-18 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Consumable             | 504   | 531   | 563   | 602   | 651   | 710   | 7.1             |
| -woundcare             | 112   | 117   | 123   | 131   | 142   | 154   | 6.7             |
| -suturing material     | 49    | 52    | 55    | 59    | 64    | 70    | 7.2             |
| -syringes, needles     | 293   | 309   | 328   | 351   | 381   | 416   | 7.3             |
| -other                 | 51    | 53    | 53    | 60    | 65    | 70    | 6.6             |
| Diagnostic Imaging     | 847   | 895   | 951   | 1,014 | 1,089 | 1,180 | 6.8             |
| -Electrodiagnostic     | 470   | 500   | 532   | 567   | 607   | 656   | 6.9             |
| -X-ray                 | 199   | 209   | 224   | 240   | 260   | 284   | 7.4             |
| -Imaging parts etc     | 178   | 185   | 195   | 207   | 222   | 239   | 6.1             |
| Dental Products        | 224   | 234   | 246   | 259   | 277   | 298   | 5.8             |
| -Drills and X-ray      | 39    | 41    | 44    | 47    | 50    | 54    | 6.5             |
| -Instrument&supplies   | 185   | 193   | 202   | 213   | 227   | 244   | 5.7             |
| Orthopaedic&Prosthetic | 386   | 406   | 429   | 456   | 490   | 532   | 6.7             |
| -Splints               | 117   | 123   | 131   | 139   | 150   | 163   | 6.9             |
| -Artificial Joint      | 112   | 118   | 125   | 134   | 144   | 155   | 6.7             |
| -other                 | 157   | 164   | 173   | 183   | 196   | 214   | 6.4             |
| Patient Aid            | 408   | 430   | 457   | 489   | 528   | 575   | 7.1             |
| -Portable aids         | 272   | 288   | 307   | 329   | 357   | 388   | 7.3             |
| -Therapeutic appliance | 135   | 142   | 150   | 160   | 172   | 187   | 6.6             |
| Others                 | 914   | 964   | 1,020 | 1,084 | 1,161 | 1,251 | 6.5             |
| Total                  | 3,284 | 3,460 | 3,666 | 3,905 | 4,197 | 4,546 | 6.7             |

로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 전년대비 6.3%의 성장을 하고 있다. 의료용품 504억불(15.3%), 환자 보조기기 408억불(12.4%), 정형 및 보철기기 385억불(11.7%), 치과용품 224억불(6.8%)의 시장을 형성하고 있다.

2012년 기준 국내 의료기기 시장은 4조 5,923억 원 규모이며 2011년 대비 6.6% 성장했으며, 최근 5년간 연평균 6.1%로 지속적인 성장을 하고 있다<sup>[3]</sup>. 생산규모는 3조 8,773억원으로 2011년 대비 15.2% 성장하였으며 최근 5년간 11.3% 성장하여 국내 총생산(GDP) 대비 0.27%, 세계시장 점유율 1.3% 수준이다. 수출은 최근 5년간 연평균 15.4%의 성장률을 보이며 꾸준히 증가하고 있으나, 2012년 2조 2,161억 원으로 2011년 대비 19.5% 성장하였으며 수입은 2조 9,310억원으로 최근 4년간 연평균 성장률은 5.8%이다.

현재 융합영상진단장치의 대표적인 PET/CT의 경우 독립적인 PET과 CT시스템이 병렬적 또는 순차적으로 연결되어 있으며 촬영시간이 수분 이내인 CT를 먼저 시행하고 이어서 PET 영상을 얻어 두 영상을 융합하는 방식으로 사용되고 있으며 2010년까지 설치된 PET/CT수는 5000대 이상으로 추정된다<sup>[4]</sup>.

국내의 경우 PET와 PET/CT 등의 핵의학 영상진단 기기는 100% 수입되고 있으며 국내 보급현황을 보면 2002년 8대에 불과하던 것이 2003년을 기점으로 지수 함수적으로 성장하여 2004년 25대 그리고 2007년에는 70여대로 성장하였으며 2008년 보급대수



100대를 넘어서고 있다<sup>[4]</sup>.

다른 융합영상장치의 경우 현재 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있지만 실제 제품화 되어 시장에 출시되지는 않은 상태에서 시장 규모를 추정하기는 어렵지만 점차적으로 단일 영상진단장치 시장을 잠식하며 성장할 것으로 예측된다.

진단 및 치료분야에서의 융합화에 대한 의료가기 시장의 관심은 크게 커지고 있으며 최근 초음파 영상 유도 HIFU장치, MR 영상 유도 HIFU, Tomotherapy, MR-LINAC, 수술로봇 등의 영상 유도 치료기기들이 시장에 출시되고 있다. 특히 MR 및 초음파 영상 유도 HIFU 장치의 경우 비침습적으로 병변을 치료할 수 있는 장점으로 점차적으로 시장이 커지고 있는 추세이다.

또한, 방사선 세기를 영상을 통해 조절하는 영상유도

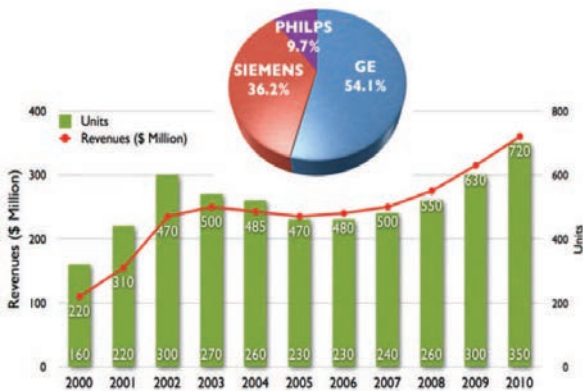
방사선 치료의 경우 2차원적 설계에서 3차원적 입체조형 설계로 발전하면서 그 시장이 크게 성장하고 있다. 최근 발표된 시장 보고서에 의하면 영상유도 방사선 치료 시장의 경우 2018년 68억 달러로 성장할 것으로 예측된다<sup>[6]</sup>. 특히 아시아, 동유럽, 중남미와 같은 신흥시장이 영상유도 방사선 치료 시장을 크게 성장시킬 것으로 기대된다.

**진단 및 치료분야에서의 융복합화에 대한 의료가기 시장의 관심은 크게 커지고 있으며 이에 따른 융복합 기술들이 빠르게 연구 개발되고 있다.**

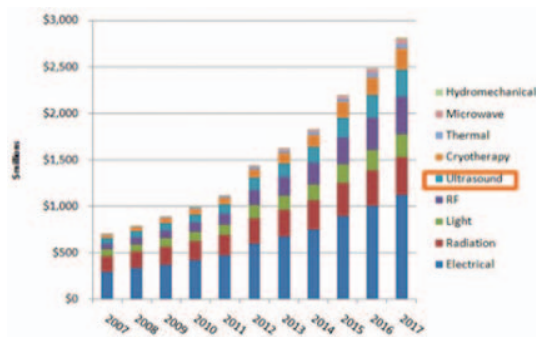
### Ⅲ. 융합영상진단장치 및 영상유도 치료 국내외 기술 동향

ICT, 유전공학, 나노기술등의 접목으로 극미세량의 생체물질을 검출하는 융합영상진단기술에 대한 수요가 커지고 있으며 진단과 치료를 동시에 수행할 수 있는 신개념 치료기기들이 출시되고 있다. 특히 구조영상 및 기능영상을 제공할 수 있는 PET-MRI 기술, 광음향 기술 및 OCT(optical coherence tomography)-NIRF(near infrared fluorescence) 기술들이 활발하게 개발되고 있다. 또한 광감각제를 이용하여 인체내부에서 암세포만 선택적으로 괴사시키는 광역학치료(photodynamic therapy)와 고강도집속초음파를 이용하는 MR-HIFU와 US-HIFU등이 영상유도치료 기술로 각광을 받고 있다.

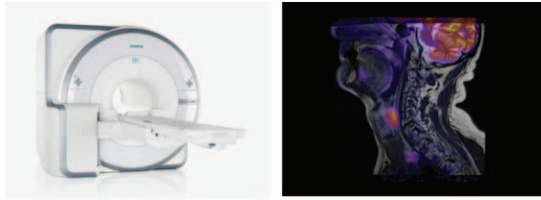
대표적인 융합영상진단장치인 PET-CT는 독립적인 PET과 CT를 공간적으로 일직선 형태로 결합하여 동일한 침대를 이용하여 CT와 PET를 순차적으로 촬영하는 것으로써 영상진단기기의 하드웨어의 특별한 변화가 없이 두 영상기기의 영상을 융합하는 융합영상진단장치이다. 기술적으로 비교적 단순하지만 임상적 유용성이 매우 큰 기술이다. PET-CT기술을 확장한 것이 PET-MRI기술이다. 하지만 PET-MRI은 PET-CT와 달리 두 영상진단장치를 결합하는데 기술적 문제점이 발생하게 된다. PET은 감마선을 이용하는데 이를 검출하기 위해 섬광소자(scintillator)와 광전소자(photoelectric element)를 결합하여 검출기를 구성하게 된다. 이때 광



〈그림 1〉 미국의 PET/CT 시장 점유율 및 시장 규모<sup>[4]</sup>



〈그림 2〉 절제술 시장 규모 (프랑스)<sup>[5]</sup>



〈그림 3〉 일체형 PET-MR 융합영상진단기기. Siemens사의 Biogram mMR(왼쪽). 머리와 목 PET-MRI 영상. 상용시스템의 홍보물에서 인용함 (<http://www.healthcare.siemens.com/magnetic-resonance-imaging/mr-pet-scanner/biograph-mmr>)

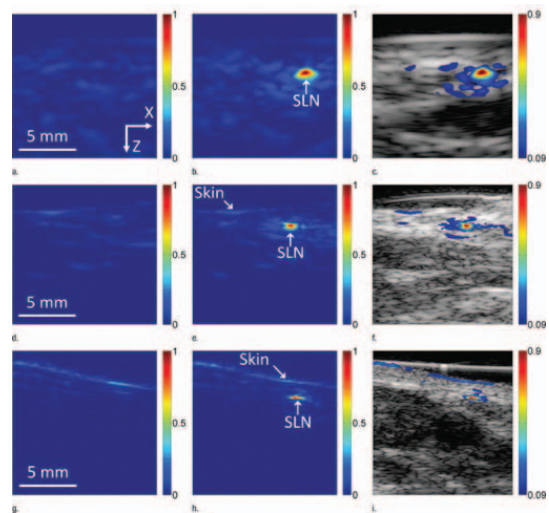
전소자로는 광전자증배관(photomultiplier tubes; PMT)을 주로 사용하는데 이 검출기는 MRI와 같은 강한 자기장내에서는 동작할 수 없기 때문에 PET-MRI 융합영상진단장치에 사용할 수 없다. 이를 최근에 개선한 것이 애벌란시 광다이오드(avalanche photodiode; PAD)이다. APD를 더욱 발전시켜 PMT와 유사한 증폭이득을 가지는 새로운 검출기인 SiPM(silicon photomultiplier)이 개발되어 일체형 PET-MRI이 기술적으로 가능하게 되었고 최근 Siemens사가 Biograph mMR로 출시하였고 검출기는 LSO 섬광소자와 APD 광전소자를 사용하였으며, 약 4.3mm FWHM의 공간 해상도와 15.0kcps/MBq의 시스템 민감도를 갖는다.

의료용 초음파 영상기법은 상대적으로 높은 공간 해상도의 영상을 실시간으로 제공할 수 있으며, 휴대성이 뛰어나며, 비교적 비용이 저렴하다는 장점을 가지는 반면에 병변 조직과 주변 조직간의 대조도(contrast resolution)이 낮은 단점을 가지고 있다. 반면에, 광학 단층촬영술(optical coherent tomography, OCT)의 경우 월등한 공간 해상도를 제공할 수 있지만 영상 가능 깊이가 매우 낮으며(1~3mm) 기능적인 정보를 제공할 수 없는 단점을 가지고 있다. 최근 활발하게 연구가 진행되고 있는 광음향 영상기술의 경우 기존의 광학영상 및 초음파 영상의 문제점을 보완하면서 각 영상기법의 장점을 동시에 확보할 수 있는 융합영상진단기술이다. 광음향 영상은 초음파 영상과 유사한 공간 해상도 및 실시간 영상을 제공할 수 있으며 병변 조직에 대한 높은 대조도를 제공할 수 있는 기능 영상화가 가능하며

영상의 깊이도 상대적으로 깊다(<5cm).

광음향 신호는 생체조직에 레이저를 조사할 때 생체 조직이 레이저 에너지를 흡수하면서 발생하는 열팽창(thermal expansion) 과정에서 발생하는 음향신호이다. 발생된 광음향 신호를 초음파 변환자를 이용하여 수신하고 초음파 영상과 유사한 신호 및 영상처리 과정을 걸쳐 광음향 영상을 구성하게 된다. 구조적인 정보를 제공하기 위해서 기존 초음파 영상장치와 같은 방식으로 초음파 영상을 구성하여 두 영상을 융합하여 최종 영상을 구성한다.

광음향 영상의 경우 헤모글로빈 산화 포화도를 정량적으로 측정할 수 있어 화학 요법 및 방사선 요법에 의한 암 치료 경과 검증에 유용하며 조영제를 이양하여 대조도를 향상시킬 수도 있다. 또한 표적 조영제를 사용하여 특정 분자에 대해 더욱 향상된 대조도를 가지는 영상을 구성할 수 있으며 이를 통해 특정 질병(예, 암)의 조기 진단에 사용될 수 있다. 광음향 영상의 경우 임상 적용까지는 여러 가지 기술적인 제한성 및 안전성에 대한 검증이 요구되지만 최근 광음향 영상을 이용하여 유방암 전위 여부를 확인하기 위해 비침습적으로 감시림프절의 정확한 위치를 제공할 수 있는 것이 〈그림 4〉에와 같이 동물실험을 통해 검증되었으며 이에 대한



〈그림 4〉 메틸렌블루를 암 조직 주위에 주입 후 광음향 영상을 통해 감시림프절의 위치 영상화 실험 결과: SLN(sentinel lymph node)<sup>[7]</sup>

연구가 활발하게 이루어지고 있다.

고해상도 단층촬영 기반의 OCT 기술은 높은 축방향 해상도를 제공할 수 있기 때문에 의료/생문 분야를 비롯한 다양한 분야에서 각광을 받고 있다. 하지만 구조적인 정보만을 제공할 수 있는 단점을 가지고 있다. 최근 형광(fluorescence) 기반 기능영상을 개발하여 질병 진단의 민감도 및 특이도를 높이려는 노력이 계속되고 있으며 이 중 근적외성형광(near-infrared fluorescence; NIRF) 기술이 많은 관심을 받고 있다. 이에 높은 공간 해상도를 가지는 OCT와 높은 질병 진단 민감도 및 특이도를 가지는 NIRF 기술을 융합하는 OCT-NIRF 영상진단 기술이 개발되고 있다.

특히 OCT-NIRF 기술의 경우 융합내시경에 이용될 수 있는 것으로서 hybrid 형태의 융합 광섬유 rotary junction과 double clad fiber를 이용하여 OCT 빛과 NIRF 여기광을 생체조직에 전달하고 각각의 신호광을 같은 내시경 프로브를 사용하여 감지한 후 각각의 검출기를 통해 검출하여 영상을 구성하고 이를 융합한다. 이러한 융합 OCT-NIRF 내시경 시스템은 <그림 5>에서 볼 수 있듯이 혈관 질환의 진단을 위해 사용될 수 있다.

광역학치료(photodynamic therapy)의 기본개념은 광감각제(photosensitizer)가 빛(light)과 산소(oxygen)와의 화학적인 상호반응을 유도하여 일항산소(singlet oxygen)와 자유라디칼(free radical)이 인체내부에서 암세포만 선택적으로 괴사시키는 광 치료법이다. 특히 광역학치료는 임상적으로 암 치료와 일반적인 피부질환 치

료에 가능한데, 두경부(head&neck)암, 뇌(brain)암, 폐(lung)암, 자궁경부(cervix)암, 전립선(prostate)암, 유방(breast)암 등 점점 넓은 범위로 확장되어 가고 있다.

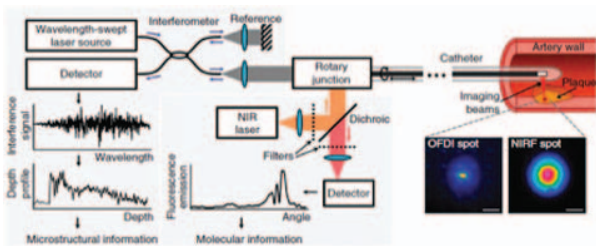
광역학치료는 <그림 6>과 같이 광원(light source)과 광감각제(photosensitizer)로 구성된다. 광감각제를 혈관에 주사하면 정상세포보다는 암세포에서 더 오래 흡수된 채로 남아있게 된다. 이때 종양 부위에 광원을 조사하면 암세포 내에 있는 광감각제가 광원에서 조사된 빛을 흡수하여 주변의 암세포를 파괴하는 활성산소를 만들어 낸다.

최근 광역학치료의 효과를 높이기 위해 기존 광원과 광감각제의 한계를 극복하기 위한 연구가 다양한 분야에서 진행되고 있으며 특히 새로운 LED 광원의 개발과 잔존 광증감제의 체내 제거 시간을 감소시키는 광감각제의 개발들이 활발하게 이루어지고 있다.

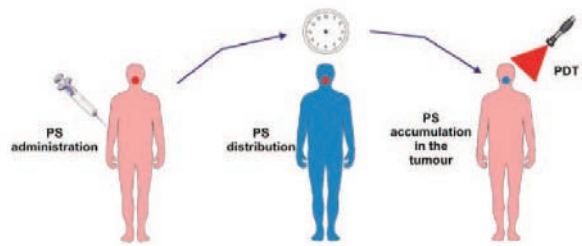
의료용 초음파는 크게 진단 초음파 및 치료 초음파로 구분할 수

있다. 진단 초음파의 경우는 인체에 미치는 생물학적인 영향을 최소화하기 위해 사용하는 초음파 신호의 에너지를 제한한다. 치료 초음파의 경우는 진단 초음파보다 큰 에너지를 가지는 초음파를 이용하여 원하는 위치에 열, 충격파 또는 cavitation과 같은 현상을 유도함으로써 치료효과를 얻게 된다. 특히 고강도 초음파 에너지를 이용하여 암의 치료에 사용되는 치료 초음파를 HIFU(high-intensity focused ultrasound)라고 하며 이는 고강도 에너지의 초음파를 한 곳에 집중시켜 병변 세포를 주변의 정상 조직에 영향을 주지 않으면서 선택

**광과 초음파를 이용한 융합영상 진단 및 영상유도 치료 기술은 비침습적으로 환부를 치료할 수 있는 새로운 개념을 치료를 가능케 할 것으로 기대된다.**



<그림 5> OFDI/NIRF 내시경 이미징 시스템 개략도<sup>[8]</sup>



<그림 6> 광역학치료의 과정<sup>[9]</sup>



〈그림 7〉 상용 MR 영상 유도 HIFU(MRgHIFU) 시스템. 상용 시스템의 홍보물에서 인용함  
 (<http://www.healthcare.philips.com/main/products/mri/therapy/hifu/index.htm>)

적으로 응고 괴사(coagulation necrosis) 시킬 수 있는 비침습적(non-invasive) 치료 방법이다.

HIFU 치료에 있어서 정상 조직에 영향을 주지 않으면서 목표로 하는 병변(예, 암)에 만 치료효과를 주기 위해서는 영상유도가 필수적이다. 특히 HIFU 치료는 치료계획(planning), 치료(treatment)와 평가(evaluation)으로 구성되는데 각각의 단계에서 영상진단장치를 통한 정량적인 정보를 이용한 치료 유도가 매우 중요하다. 이를 위해 〈그림 7〉과 같이, MR 영상을 이용하는 MR 유도 HIFU(MRgHIFU) 시스템이 출시되어 실제 임상에 적용되고 있다.

〈그림 7〉에서 볼 수 있듯이, MRgHIFU 시스템은 영상 유도를 위한 MRI와 patient bed 그리고 시스템을 제어 콘솔(console)로 구성된다. MRI는 암과 같은 병변 조직에 대한 대조도가 뛰어나기 때문에 치료 영역을 설정하는 과정에 유용하게 사용되며 특히 치료 중에 병변 조직 및 주변조직의 온도 변화를 정량적으로 관찰할 수 있게 하여 HIFU 치료의 부작용을 최소화 할 수 있다. 또한 Gadolinium과 같은 조영제를 주입하여 치료된 병변조직에서도 대조도 증강 여부를 정량화하여 치료 효과를 평가하는데 큰 도움을 주고 있다.

하지만 MRgHIFU는 고가의 장비인 MRI를 긴 시간 동안 사용해야 하기 때문에 시술 비용이 증가하고 사용하는 HIFU시스템이 MR호환이 되어야 하기 때문에 전

체적인 비용이 증가하는 단점을 가지고 있다. 최근에는 MRI 대신에 초음파영상장치(ultrasound; US)를 이용한 초음파 영상 유도 HIFU(USgHIFU) 시스템이 개발되어 임상적으로 유용하게 사용되고 있다.

본 논문에서는 대표적인 융합영상진단장치 및 영상유도치료 기술에 대한 개괄적인 내용을 소개하였고 각 기술에 대한 기본적인 원리 및 임상 적용 예는 다음 논문들에서 설명한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 2012년 의료기기 산업분석 보고서. 한국보건산업진흥원. 2012.
- [2] World Medical Market Forecasts to 2017, July 2012. Espicom
- [3] 2013 중소기업 기술로드맵. 중소기업청. 2013.
- [4] 핵의학영상기기 기술 및 산업동향. Seoul R&BD Report. 제 24호. 2011.
- [5] MedMarket Diligence Report #A125.
- [6] Radiation Therapy Equipment. Global Industry Analysts, Inc., 2013.
- [7] T. N. Erpelding, C. Kim, M. Pramanik, L. Jankovic, K. Maslov, Z. Guo, J. A. Margenthaler, M. D. Pashley, and L. V. Wang, "Sentinel lymph nodes in the rat: noninvasive photoacoustic and US imaging with a clinical US system," Radiology, vol. 25, no. 1, pp. 102-110, 2010.
- [8] H. Yoo, J.W. Kim, M. Shishkov, E. Namati, T. Morse, R Shubochkin, J.R. McCarthy, V. Ntziachristos, B.E. Bouma, F.A. Jaffer, and G.J. Tearney, Nat. Med. 17, 1680 (2011).
- [9] 최용두,윤성길,채미진, 광증감제를 이용한 암의 영상 및 광역학치료, Polymer Science and Technology Vol. 19, No. 2, April 2008.



**유 양 모**

1999년 2월 서강대학교 전자공학과 (학사)  
2001년 2월 서강대학교 전자공학과 (석사)  
2007년 6월 University of Washington,  
Bioengineering (박사)  
2007년 6월~2009년 2월  
Philips Healthcare Systems Design  
Engineer  
2009년 3월~현재 서강대학교, 전자공학/바이오융합  
교수

〈관심분야〉  
의료영상시스템, 신호 및 영상처리, 컴퓨팅