

노화개념 인식전환과 기능적 장수

박 상 철

서울대학교 의과대학

과학재단지정 노화 및 세포사멸연구센터

Tel: (02) 740-8244

E-mail: scpak@snu.ac.kr

노화개념 인식전환과 기능적 장수

서울대학교 의과대학, 과학재단지정 노화 및 세포사멸연구센터

소장 박상철

요약: 고령화사회(aging society)에서 매우 빠른 속도로 고령사회(aged society)에 다가가고 있는 우리나라는 노인에 대한 개념을 새롭게 재정비하고 장수고령사회에 대비한 새로운 문화를 창출하여야 할 때이다. 노화란 개념에 대해서도 불가피하고 비가역적인 생체의 변화를 통한 죽음에 이르는 도정이라는 결정론적 시각을 불식하고, 노화현상은 생명체의 생존을 위한 적응적 반응성 변화라는 사실을 분명하게 하고, 그러한 변화의 요인이 제어가 가능한 생체의 변화임을 인식하여 노화 및 노인 문제에 대하여 새롭게 대처하여야 할 필요가 대두되고 있다. 아울러 노화현상에 대한 새로운 가설인 노화대문설(老化大門說 Gate theory of aging)의 기본을 설명하고 이를 바탕으로한 기능적 장수(functional longevity)의 개념을 정리해본다.

1. 서 론

고령사회에서 개개인은 장수(長壽)라는 시간적 개념에 대하여 새로운 인식을 하여야 한다. 왜냐하면 과거 인류역사에서 현재와 같은 초고령자의 수적 증가와 그들의 역동적인 삶을 경험하여 보지 못하였기 때문이다. 즉 장수(長壽)라는 용어는 노인이라는 개념을 단순한 연령적, 시간적 개념의 결과가 아니라 보다 사회적 측면에서 능동적 삶을 영위할 수 있는 계층이라는 개념으로 전환하는 새로운 의미를 부여하고 있다. 따라서 새로운 장수시대에 알맞는 문화의 창출은 매우 시급하다. 이러한 의미에서 장수문화란 종래의 연령적 특수계층인 노인중심의 노인문화(老人文化)라는 개념이 아니고, 연령을 초월하여 고령사회에서 사회구성원인 인간들이 남녀노소 함께 어우러져 인간으로서의 존엄성을 유지하면서 건강하게 살면서 사회적 책임을 다할 수 있는 관념 및 규범체계라고 정의해 본다. 이러한 개념의 장수문화는 사회 구성원 누구나 함께 건강장수를 추구하며, 존재가치를 인정받고, 능동적 생활을 영위하기를 요구하고 있으며, 궁극적으로는 노인들이 독립적인 생활을 하고 안락하게 살아갈 수 있는 세상을 목표로 하고 있다.

본 글에서는 장수시대를 맞이하여 초래되는 제반 문제를 검토하기 앞서, 노화에 대한 새로운 개념을 탐구하고, 이를 바탕으로 장수인 개개인들이 가져야 할 기능적장수인으로서의 인식의 전환문제는 물론 장수인을 함유한 사회가 새롭게 받아들여야 할 문화적 전환개념들에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 노화란 무엇인가?

1) 노화현상은 생명체의 생존전략(survival strategy)이다.

노화라는 기본적인 생명현상은 정의하기 쉽지 않다. 개체적 수준에서 가시적으로 보이는 기능적 저하와 형태적 변화에 의한 판별은 용이하나, 이를 보다 본질적인 측면인 세포수준 또는 분자수준에서 정의하는 것은 매우 어렵다. 그러나 노화현상은 매우 공통적인 특성을 나타내고 있다. 우선 개체적 수준에서 보면 누구에게나 예외 없이 보편적(universality)으로 초래되는 일반통행적인 비가역성(irreversibility)의 변화로서, 어쩔 수 없이 필연적(inevitability)으로 초래되는 기능적 저하를 동반하는 형태적 변화현상이다. 따라서 노화는 죽음의 전 단계로서 인식되었고, 노화동물·노화세포의 외부 독성 자극에 대한 사망율은 어떠한 경우에도 젊은 동물이나 세포보다 훨씬 높을 것이 당연하게 여겨져 왔다.

그러나 본인의 연구실에서 최근 일련의 실험을 통하여 새로운 의외의 현상을 발견하였다. 즉 노화세포가 외부의 강도 높은 자극에 대하여 젊은 세포보다 오히려 저항능이 높고 사망율이 저하되어 있다는 사실은 노화라는 생명현

상에 대한 개념을 전환시키는 계기가 되었다. 예를 들면 인체유래 섬유아세포(human diploid fibroblast, 이하 HDF로 약)를 계대배양하면 세포노화가 초래된다. 이들 세포에 자외선이나 강한 화학물질을 투여하면 젊은 세포들은 쉽게 세포사멸이 유도되는데 반하여, 노화세포는 강한 저항능을 나타내고 있다(Yeo et al, 2002).

이러한 현상은 세포 수준 뿐 아니라 개체수준에서 비교하였을 때도 마찬가지였다. 젊은 동물과 늙은 동물을 대상으로 DNA 손상유도물질을 복강에 투여한 다음 간조직에서의 세포사멸유도정도를 비교해 본 결과 젊은 동물에서는 세포사멸이 왕성하게 유도된 반면 늙은 동물에서는 세포사멸이 거의 일어나지 않았다(Suh et al, 2002). 이러한 현상은 노화세포가 외부 자극에 대하여 젊은 세포들보다 오히려 강한 저항능을 표현하고 있다는 의미이며, 이는 노화현상의 생물학적 의의가 죽음의 전 단계로서가 아니라 오히려 생존을 위한 환경적응적 변화에 있음을 분명하게 하고 있다. 그러나 이러한 노화세포의 생존전략은 손상된 세포를 빨리 제거하지 않음으로 인해 암이 유발될 수도 있음을 시사해 주고 있기 때문에, 생명체가 노화에 따른 생존의 대가를 치루고 있음을 보여주고 있다.

따라서 이러한 사실들로 미루어 볼때 노화에 대한 부정적 시각을 크게 개선하여야 할 필요가 부각되고 있다. 즉 늙으면 죽는다는 또는 죽어야 한다는 명제를 생명체는 강하게 거부하고 있으며 오히려 살아남기 위하여 최선을 다하는 과정에서 결과적으로 노화현상이 초래됨을 보여주고 있다.

2) 노화현상과 기능저하: 의미와 해결방안은?

노화세포는 세포사멸유도에 대한 저항성(apoptosis resistency)과 더불어 성장인자에 대한 반응저항성(hyporesponsiveness to mitogenic stimuli)을 가지고 있다. 즉 세포가 늙어지면 성장인자(growth factors)를 처리하여도 세포증식이 유도되지 않는다. 이러한 특성은 노화현상의 비가역성(非可逆性, irreversibility)을 나타내는 주요인으로 지목되고 있다. 따라서 종래 대부분의 연구들은 이러한 노화세포의 비가역적 세포주기 정체성을 다각적인 측면에서 특히 세포신호전달체계의 양적, 질적 변화 등에 주목하여 왔으나 결론을 내기가 어려웠다.

이러한 과정에서 본 연구실에서는 노화세포의 기능저하, 특히 성장인자 반응저하요인으로 새로운 지견을 발견하여 제안하였다. 즉 세포막에 위치하는 카베올라(caveolae) 구조의 주성분인 카베올린은 노화에 따라 급증하여 이 단백질과 결합된 각종 신호수용체의 기능을 제어함으로써 전반적인 신호전달능 저하가 초래되며(Park et al, 2000), 아울러 세포막수용체의존성 엔도사이토시스(receptor-mediated endocytosis)의 또다른 주역인 클라트린시스템에서는 암피피신(amphiphysin)이라는 인자가 노화에 따라 소실됨에 따라 성장인자들에 의한 세포 내 신호전달기능이 이루어지지 못함을 발견하였다(Park et al, 2001).

따라서 노화세포의 카베올린 저하를 유도하거나 암피피신을 주입하여 보충하여 주었을 때, 노화세포의 기능이 회복되고 형태적 변형도 수복될 수 있음을 발견하였다(Cho et al, 2003). 이러한 연구 성과는 그 동안 노화세포의 성장인자 반응저하가 비가역적인 불가피한 보편적 현상(irreversible inevitable universal phenotype)으로 인식되어 왔던 개념을 전환시켜야 할 시점이 초래되었음을 가리키고 있다. 이와 같은 노화세포 기능저하의 수복 가능성은 세포의 노화가 환경적으로 적응하기 위한 생존수단으로 유도되었다는 시각에서 더욱 나아가 능동적으로 노화세포도 일정한 조건만 갖추어지면 능동적 증식 또는 기능회복을 할 수 있을 가능성을 보여주고 있다(Park, 2002). 이러한 생명체의 생태는 단순한 생존전략(survival strategy)단계의 노화현상이 아니라, 노화세포도 번영(thrive)을 추구할 수 있는 당당한 변화가 유발될 수 있음을 보여주고 있다. 이러한 연구성과는 실험실적 연구 뿐 아니라 인간의 노화종적관찰연구를 통하여서도 분명해지고 있다. 즉 인간의 연령증가에 따라 일률적으로 생리기능이 저하되기만 하는 것이 아니라 개체별로 차이가 현저하며 개인별로 노력에 따라 기능이 회복되는 예가 많이 보고 되고 있는 점은 노화에 대한 결정론적인 시각을 벗어나 능동적인 대처가 가능할 수 있음을 보여주고 있다. 따라서 이를 바탕으로 단순한 수명장수가 아닌 기능적 장수(functional longevity)라는 신 개념을 정립할 필요가 있다.

3) 노화제어 원리: 치환과 회복(Replace or Restore) ?

종래의 노화에 대한 비가역적 결정론적 시각에서 볼 때 노화에 대한 대응방법으로는 기능이 떨어지고 형태가 변화된 조직을 바꾸는 수밖에 없을 것이다. 또한 노화에 관련된 유전자가 있다면 이를 치환하는 수 밖에 다른 대처 방법이 없을 것이다. 따라서 이러한 바꾸기원칙(Replace Principle)에 따라 노화 대응 방법으로 실제로 일상에서 여러 가지로 적용되고 있고 유전자요법, 줄기세포요법, 조직 팻치이용, 인공장기 또는 장기이식법들이 개발되고 있다.

그러나 이러한 치료법들은 방법론적으로도 아직 온전하지 못할 뿐 아니라, 윤리적으로도 많은 문제점을 야기하고 있는 실정이다. 이러한 측면을 벗어나 노화 현상을 새로운 시각에서 보았을 때는 노화에 대한 대처방안을 새롭게 할 수 있다. 즉 앞에서 언급한 바와 같이 노화현상이 생존과정에서 접하게 되는 여러 가지 환경적 요인에 대한 적응적 반응적 대응의 결과로 초래되는 현상이며 기능적 측면에서 회복 가능성이 구명되면서 노화현상이 고칠 수 있는 대상으로 부각되고 있다. 따라서 노화에 대한 처치 방법으로서 바꾸기가 아닌 고치기원칙(Restore Principle)을 제안하고자 한다. 즉 노화된 세포나 조직 또는 장기를 무조건 바꾸어 치는 방법이 아니고 고칠 수 있도록 최선을 다할 필요가 절실하게 요구되고 있으며, 바로 이러한 의미에서 노화현상을 새롭게 이해하여야 한다.

4) 수명연장인가 기능적 장수인가?

노화와 수명은 야누스(janus)적 개념이다. 노화가 되면 수명은 한계에 이르고, 수명은 노화의 다른 측면으로 불가분(不可分)의 관계이면서도 상호배제적인 면이 있기 때문이다. 세포나 동물을 대상으로 노화를 방지하고 수명을 연장할 수 있는 유전적, 환경적 요인을 구명하고자 하는 노력은 매우 진지하게 추구되어 왔다. 그 결과 환경적 요인으로는 주로 산화적 손상요인을 배제할 수 있는 항산화 물질의 검색이 대중을 이루었고, 세포 내에서 이러한 산화적 손상억제효과를 나타내는 각종 인자의 유전자들이 집중적인 주목을 받아 왔다. 포유동물에서 식이제한(calorie restriction)과 같은 방법의 수명연장효과도 산화적 손상의 저하에 기인한다는 보고들이 알려지고 있으며, 유전적으로는 노화유전자(gerontogene)와 장수관련 유전자(longevity-assurance gene)들이 염색체조사 및 장수인 유전분석조사 등을 통하여 지목되고 있다. 특히 근자에 초파리나 선충을 대상으로 산화적 손상을 제어하는 효소군(catalase와 superoxide dismutase)의 유전적 변화와 일부 G 단백질과 관련된 신호전달계의 변이가 수명연장과 상관관계가 있다고 알려지고, 인체세포를 대상으로 한 텔로머라제 유전자 이입의 수명연장효과가 보고되고 있다.

그러나 이러한 유전적 소인과 달리 환경적 또는 생활 습관적 영향의 중요성이 크게 부각되고 있다. 사람을 대상으로 한 노화중적관찰연구(Baltimore longitudinal study on aging, BLSA)에서 노화가 연령에 따라 일정하게 나타나는 현상이 아니라 사람에 따라, 그리고 동일개체에서도 장기에 따라 노화속도가 다르다는 것이 밝혀지고 장수 지역의 지역적 분포라든가 장수인들의 생태적 특성이 거론 되면서 노화에 대한 환경적 요인의 중요성이 강조되고 이러한 특성을 바탕으로 한 그 제어방법의 가능성이 시사되고 있다.

이러한 여러 가지 연구 성과는 적어도 현재의 방법으로서도 동물실험에서 자연사 초래시기를 지연할 수 있음을 보여 주고, 그러한 죽음의 시기까지 건강하게 그리고 활발하게 생활함이 가능함을 나타내어 노화지연이 동물실험수준에서 가능하고, 인체응용도 머지않았음을 시사해주고 있다. 그러나 인간의 경우 평균수명(mean life span)은 시대의 발전에 따라 지속적으로 증가되어 왔지만, 아직도 최대수명(maximal life span)으로 대표되는 인간수명의 연장이 과거로부터 현재에 이르기까지 이루어졌다고 인정할만한 직접적 증거는 없다.

따라서 노력에 의한 또는 인위적 제어에 의한 노화현상 지연의 가능성이 기대되고, 나아가서 보다 능동적이고 적극적인 삶의 운용이 나이가 들어도 가능해질 수 있다는 사실은 기능적 장수의 가능성을 크게 증대하고 있다.

5) 새로운 노화학설 -Gate theory of Aging

종래 노화현상을 설명하기 위한 학설들은 백화난만하여 300여 가지가 넘는 다양한 가설들이 제기되어 왔다. 그러나 아직 어떠한 학설도 정설로 인정되지 못하고 있는 것은 대부분의 학설들이 노화 양상의 부분적 측면에 대하여 설명하는 양상설(Aspect theory)에 불과하기 때문이다. 노화학설들에는 노화현상에 대하여 유전자·세포·조직·개체의 각각 다른 측면에서의 설명에 따른 분류라든가, 노화된 생명체의 기능적 측면이나 형태적 측면에 집착하여 설명하기도 하고 일부의 경우에는 생물체의 종(種)에 따른 차이를 강조하였기에 보다 포괄적인 정의가 미비하였다. 그러나 일반적으로 유전적 요인에 의한 결정론적 지견과 환경적 요인들에 의한 누적적 효과에 의한 지견이 큰 줄기를 이루고 있으나, 이러한 고정된 개념으로는 노화현상의 다양한 측면을 설명하기에 크게 부족하다. 따라서 본문에서는 기존의 노화학설에 대한 상제한 논의는 차후에 하기로 하고, 저자가 보는 새로운 관점에서 노화현상을 설명해 보고자 한다.

노화현상은 세포의 계대에 따라 또는 연령증가에 따라 초래되지만, 이러한 시간적 요인이 아니고 여러 가지 물리학적·화학적·생물학적 자극에 의하여서도 손쉽게 유도될 수 있음이 밝혀졌다. 여러 가지 스트레스 자극에 의하여 유도되는 이러한 노화현상은 스트레스유도 노화촉진현상[Stress-induced premature senescence (SIPS)]이라고 구별

되기도 하나, 적어도 의견상 노화현상은 본질적인 생체 고유의 노화현상과 큰 차이가 없다는 것이다. 즉 노화현상이 시간요인이 아니고 기타요인에 의하여서도 유도될 수 있다는 엄연한 사실은 노화가 결정적 요인보다 환경적 또는 생태적요인에 의하여 영향받을 수 있음을 강하게 시사해 주고 있다. 어떠한 요인에 의하여서든지 노화현상이 유도된 경우 초래되는 여러 가지 분자적 변화현상을 gene chip이나 proteomics 등의 최신 기법을 이용하여 분석해 본 결과 세포내의 대사계, 신호전달계, 스트레스반응계를 비롯한 여러 반응 시스템과 더불어 형태를 조율하는 세포골격 구조 등 여러 분야에 다양한 변화가 일어나고 있음이 확인되었다. 그러나 이러한 변화들은 반드시 노화에 의하여 유도된다고 국한할 수 있는 것이 아니라, 생체가 살아가는 과정에서 겪게되는 여러 가지 환경요인에 대응하여 얼마든지 변화될 수 있는 보편적 반응성시스템임이 확인되었다. 그리고 이러한 반응성시스템은 기본적으로 가변적이고 적응성의 생체장치들이기 때문에 노화현상이란 시간경과에 따른 생체의 절대적 변화라기보다는 외적요인에 따른 반응성 적응현상의 일환임이 분명해지고 있고 이러한 변화는 앞에서 언급한 바와 같이 생명체의 생존을 위한 기본현상의 일부로서 이해함이 타당하다고 본다.

따라서 이러한 변화의 본질적 요인으로서 세포막에 있는 외부자극수용체계에 주목하였다. 이 과정에서 성장인자나 호르몬과 같은 외부자극이나, 이들에 대한 수용체의 함량이 노화에 따라 일률적으로 감소되는 것이 아닌 것으로 밝혀졌으며, 이들 리간드와 수용체간의 친화력(affinity)에도 큰 차이가 없는 것으로 밝혀졌다. 따라서 이러한 자극에 대한 노화세포의 반응이 크게 저하된 요인을 설명하기가 어려웠던 차에 본 연구실에서는 이러한 리간드와 수용체가 결합 후 세포내 반응체계인 수용체의존성 엔도사이토시스(receptor-mediated endocytosis)가 노화에 따라 기본적으로 저하되어 있음을 발견하였다. 그 기전으로는 caveolae 의존성 엔도사이토시스에서는 노화에 따른 caveolin의 증가가 요인이고(Park et al, 2000), clathrin 의존성 엔도사이토시스에서는 amphiphysin의 감소가 요인임을 밝혔다(Park et al, 2001). 그 결과 노화세포에서 caveolin의 증가를 억제하고 amphiphysin의 저하를 방지한 경우 노화세포의 기능이 크게 회복되는 현상을 발견하였으며 이를 바탕으로 하여 노화세포의 기능적회복(functional restoration)의 가능성을 제시하였다(Park 2002, Cho et al, 2003).

이러한 연구에서 노화현상이 세포막에 있는 특수기능의 분자들에 의하여 주도됨을 밝히고, 이러한 분자들을 문지기 분자(gatekeeper molecules)들이라고 명명하였다. 문지기 분자들로는 앞서 언급한 caveolin, amphiphysin 또는 G 단백질의 일부를 주목하고 있다. 따라서 노화현상은 이러한 문지기 분자들의 역할에 따라 세포내 환경이 가변적으로 그리고 적응적으로 변화됨에 따라 초래되는 것으로 가정하였고, 노화에 따라 세포 내에 초래되는 이러한 변화를 노화장(老化場, aging field)이라는 개념으로 규정하였다. 즉 세포막내에서 이루어지는 노화장의 변화는 세포를 외적 자극으로부터 보호하면서 생존을 유지하기 위하여 적응해가는 과정이며, 따라서 이러한 변화는 환경요건의 변동에 따라 순응적으로 변화될 수 있을 가능성을 시사해주고 있다. 이러한 가정은 종래 노화학설에서 가장 문제가 되는 노화 현상의 종간의 차이, 개체간의 차이 및 개체 내에서의 장거나 조직간의 노화속도의 차이를 설명하는 데 큰 무리가 없다고 본다. 따라서 이러한 개념을 바탕으로 노화현상에 대해서 새로운 가설인 노화대문설(老化大門說) Gate theory of aging)을 제안하였다(Yeo & Park, 2002).

6) 노화에 대한 인식을 바꾸어야 한다.

앞서 언급한 생물학적 연구 성과는 노화라는 개념을 본질적으로 재고할 때가 되었음을 시사한다. 우선 무엇보다도 노화현상이 비가역적이고 불가피하고 보편적인 변화인가에 대한 의문이다. 적어도 세포수준에서 노화현상을 수복할 수 있는 방법들이 제안되고, 노화현상이 부득이한 프로그램에 의한 불가피한 반응이 아니고 환경적 변화에 적응하기 위한 생존수단으로 이해될 때 노화 제어의 가능성을 엿볼 수 있다. 더욱이 노화세포의 성장인자 반응성을 회복할 수 있다는 사실은 노화의 비가역성에 고착되어 있는 일반인들에게 노화개념의 정의(定義)를 바꾸어 주어야 할 시점에 이르렀음을 가르치고 있다.

따라서 노화란 개념은 우선 종래의 제한된 계대에 의한 시간적 종속 개념으로서의 노화가 아니라 보다 시공간적으로 확대된 개념으로 발전되어야 하며, 기능적으로 비가역적 불가피한 변화가 아닌 능동적, 가역적 변화로 이해되어야 한다고 본다. 이러한 노화에 대한 생물학적 개념의 전환은 노화를 필연적 퇴행성 변화로 인식할 것이 아니라, 이를 회복할 수 있고 예방할 수 있는 선택적인 변화로 이해하여야 함을 지적해 주고 있다. 다시 말하면 노화현상이 종래의 수동적, 비생산적, 비효율적, 자포자기적 상황에서 이제는 능동적, 생산적, 효율적, 자기 선택적인 변화가 될

수 있음을 분명하게 하여야 한다. 이러한 노화에 대한 인식의 전환은 연령의 증가라는 이유로 개체의 기능이 저하되어 있으리라는 통념을 배제하고, 얼마든지 인위적 노력에 의하여 성취할 수 있는 진정한 기능적 장수시대가 도래하고 있음을 선언하는 의미가 있다.

3. 기능적 장수(Functional Longevity)는 노화연구의 목표이다.

장수사회를 위한 구체적 프로그램에는 개인 자신을 위한 의식주, 건강, 취미활동, 기호 등이 포함되어야 할 것이고, 사회적으로는 인간 대 인간의 관계에서 비롯되는 다양한 측면의 제도와 관습이 대상이 될 것이며, 환경적으로는 지역사회의 지형, 기후, 습도, 농산물 등의 자연조건은 물론 생활공간 및 공동시설, 시스템 등의 인위적 조건 등도 모두 포함되어야 한다. 그러나 장수와 관련하여서는 너무도 많은 사이버 정보가 만연하고, 특히 의학과 관련하여서는 대체의학이라는 허울아래 검증되지 않은 정보들이 급증하고 있으며, 근자에는 학술적으로 체계화되지 않은 노화방지의학이라는 미명하에 부적정한 의술들이 사회 전반에 파급되어 많은 부작용을 우려하지 않을 수 없게 되었다. 따라서 장수문화는 바로 장수과학을 토대로 하여 정립되어야 한다(박상철, 2001, 2002).

1) 장수과학이란 무엇인가

인간중심 과학기술의 목표를 삶의 질 향상에 두고 볼 때, 근본이 되는 과학기술은 건강복지 과학기술, 생활환경 과학기술과 안전과학기술이다. 이러한 과학기술이 추구하는 건강하고 안전하고 쾌적한 삶의 보장은 인간의 존엄성과 가치를 유지하고 지키는 데 절대적인 필요조건이다. 그러나 이러한 일반적인 사항들과는 별도로 사회적 환경의 변화는 노인층 인구의 급증에 따라 시급한 문제를 야기하고 있다. 모든 동물 중에서 나이가 들어서 대접받는 종(種)은 인류 밖에 없었고, 그 중에서도 문명사회에서 경륜과 경험으로 노인들이 대접을 받았으나, 앞으로 전개되는 정보화, 전산망화, 자동화 시대에서는 더더욱 탈인간화 되고 노인들에 대한 푸대접이 늘어나고 이로 말미암아 인간의 존엄성이 크게 손상될 우려가 높아져 가고 있다. 따라서 장수과학은 고령사회에서 소외되기 쉬운 노령층을 포용하며 사회적으로 균형적 발전을 추구하는 인간중심 과학기술의 본질을 유지하는 데 반드시 필요한 분야가 된다. 더불어 인간중심 과학기술은 보다 적극적 사회참여를 위한 실천적 과학이어야 하며, 공익성이 강조되는 공공을 위한 과학이어야 하고, 과거의 학제 중심적 경향을 탈피한 다양한 학제들이 협동하여 조화적 발전을 기하는 연계성의 과학이어야 한다. 이러한 인간중심 과학기술의 의미는 바로 장수과학에 그대로 적용된다.

이러한 의미에서 정의해 보면 장수과학이란 고령사회에서 남녀노소 함께 어우러져 건강을 지키고, 삶의 편리를 도모하여 질병을 예방하고 치료를 효율적으로 수행하여 보다 높은 삶의 질을 갖추도록 지원하는 의학, 약학, 생물학, 식품학, 의공, 의료정보, 스포츠학 등을 망라한 총합적이고 연계적이며 보다 실용적이고 실천적인 과학이다.

2) 무엇을 장수과학 프로젝트에서 추진되어야 하는가

장수과학 프로젝트를 추진함에 있어서의 기본방향은 다음사항에 유의하여야 한다고 본다.

첫째는 노화현상과 질병발생과의 관계이다. 노화되면서 초래되는 각종 노인성 질병과 질환으로 야기되는 노화촉진현상의 이해가 중요하다. 그러기 위해서 노화현상에 대한 기초생물학적 연구가 추진되어야 하며, 노인성 질병의 병리기전에 대한 연구진흥이 도모되어야 한다. 특히 노화현상을 질병으로 보려는 시각은 크게 경계하여야 하며, 노화현상의 생물학적 의미를 인지하고 당당한 노화가 부각되어야 한다.

둘째는 죽음과 생체기능장애 또는 지체부자유와의 관계이다. 노화현상의 종말은 죽음으로 직결되며, 그러한 과정에 초래되는 생체기능의 장애 또는 지체부자유현상에 대한 연구는 매우 중요할 수밖에 없다. 노화에 따라 초래되는 각종 기능장애나 형태적 변화에 대한 본질적 연구를 통하여 기능회복과 형태수복을 위한 방안이 개발되어야 한다.

셋째는 수명과 삶의 질의 관계이다. 인간의 궁극적 소망이 수명연장에 있지만, 수명연장이라는 단순한 목적이 아니라 삶의 질 향상이 수반되어야 하는 복합적 목적을 가지고 있기 때문에 이에 대한 체계적 연구의 필요성은 매우 높다. 이러한 목적을 위하여 건강증진연구를 통한 생활습관 개선연구가 필요하며, 재활 및 장수공학연구를 통한 기능장애 지체부자유를 해결하는 것도 매우 중요하다. 또한 수명연장을 위해서는 각종 중재연구를 통해 다인성 수명

연장요인을 해결하여야 한다.

넷째는 노화현상의 사회적 요인에 대한 분석이 매우 중요하다. 노화현상이 환경적 사회적 요인에 의하여 크게 영향을 받기 때문에 지역적 특성이나 환경적 또는 전통적 요인에 대한 분석이 매우 중요하다. 따라서 지역에 따른 노화종적변화, 초장수인 연구 등이 선행되어야 한다.

다섯째로 이러한 과정에 절대적으로 지원되어야 할 분야는 과학적 건강정보를 보급하여 국민들로 하여금 올바른 건강지식을 습득하고, 자신있는 삶을 영위토록 함이 절대적으로 필요하다고 사료된다. 권위있는 기관에서 여과된 정보를 국민들에게 제대로 전달해주는 체계의 정립이 필요하다.

이러한 연구를 통하여 궁극적으로는 나이가 들었다고 물러나는 것이 아니라 보다 당당하게 사회 구성원으로서 책임과 의무를 삶의 마지막까지 다할 수 있도록 노력하는 것이 바로 기능적 장수의 요체이다. 최후까지 인간으로서 능동적이고 생산적이며 가치있는 삶을 영위할 수 있도록 최선을 다하는 노력을 진지하게 하여야 할 때이다.

4. 결 어

미증유의 장수 고령시대를 맞으면서 우리에게 가장 필요한 것은 무엇보다도 노화라는 개념에 대한 인식전환이다. 종래 노인이라는 단어가 풍기는 부정적 의미를 벗어나, 이제는 단순한 연령의 증가에 따른 개인적 변화로서의 인식 전환을 통하여 노화에 대하여 각 개인이 보다 적극적으로 대처하고 책임지는 사회를 건설함은 물론, 지역사회도 전통적 사회·문화 패턴에서 벗어나 노인을 보다 능동적으로 수용하여, 사회를 위하여 생산적으로 참여하고 봉사하는 주민으로 발전될 수 있도록 제반 프로그램이 적극적으로 도입 추진되어야 한다.

따라서 우리 사회의 여건에 알맞은 미래 고령사회를 대비한 프로그램을 시급히 개발하여 보다 건강하고 멋지고 당당하게 노인들이 살 수 있는 사회를 건설하는 것이 바람직하다. 그러하기 위해서는 고령인들의 안전(Safety), 문화(Culture), 생산(Productivity)을 보장 및 확대 발전시킬 수 있는 지역사회의 건설이 필요하고 이를 위한 국가적 차원에서의 정보제공, 내용개발 및, 교육훈련을 담당할 국립장수과학연구소의 설립이 절실하게 요구되고 있다.

5. 참고문헌

1. 박상철, 장수과학과 장수문화, 『대한의사협회지』, 44(8), 806~812 (2001).
2. 박상철, 장수문화는 금빛문화이다, 『한국의 백세인』, 서울대학교 출판부, 277~299 (2002).
3. K. A. Cho, S. J. Ryu, J. S. Park, I. S. Jang, J. S. Ahn, K. T. Kim, and S. C. Park, Senescent phenotype can be reversed by reduction of caveolin status, *J. Biol. Chem.* **278**, 27789-98 (2003).
4. S. C. Park, Functional recovery of senescent cells through restoration of receptor-mediated endocytosis, *Mech Aging Devel.* **123**(8), 917~925 (2002).
5. J. S. Park, W. Y. Park, K. A. Cho, D. I. Kim, B. H. Jhun, S. R. Kim, and S. C. Park, Down-regulation of amphiphysin-1 is responsible for reduced receptor-mediated endocytosis in the senescent cells, *FASEB J.*, **15**, 1625-7 (2001).
6. W. Y. Park, J. S. Park, K. A. Cho, D. I. Kim, Y. G. Ko, J. S. Seo, and S. C. Park, Up-regulation of caveolin attenuates epidermal growth factor signaling in senescent cells, *J. Biol. Chem.*, **275**, 20847-52 (2000).
7. Y. Suh, L. A. Lee, W. H. Kim, B. G. Han, J. Vihg, and S. C. Park, Aging alters the apoptotic response to genotoxic stress, *Nature Medicine*, **8**(1), 3~4 (2002).
8. E. J. Yeo, Y. C. Hwang, C. M. Kang, H. E. Choy, and S. C. Park, Reduction of UV-induced cell death in the human senescent fibroblasts, *Mol Cells*, **10**(4), 415~422 (2002).
9. E. J. YEO and S. C. Park, Age dependent agonist-specific dysregulation of membrane-mediated signal transduction; emergence of the gate theory of aging *Mech, Age Dev.*, **123**, 1563-78 (2002).