

## 노년기의 생리적 특성

이 윤 환

아주의대 예방의학과

### Physiological Changes of Aging

Yoonwhan Lee

Department of Preventive Medicine, Ajou University, Seoul, Korea

할머니 : “어느새 전 이렇게 늙어버렸군요.”

할아버지 : “늙는다는 것은 참 행운이야.”

### 서론

금세기 들어 경제발전, 위생과 영양상태의 개선, 의학의 발달 등에 힘입어 인류의 평균수명은 급격한 증가를 가져오게 되었다. 청동기시대부터 1900년까지 약 4500년 동안 인간의 평균수명이 30세정도 증가한 것으로 추정되는데 1900년에서 1990년 사이에 이와 비슷한 수준의 평균수명의 증가가 관찰되었다(Rowe & Kahn 1998). 19세기말과 20세기에 들어와 영아사망률이 현격히 떨어진데 이어 최근 몇 십년동안 장년층과 노년층의 사망률도 감소하였다. 이에 따라 노인의 수와 비율이 급격히 증가하고 있다. 1980년도 중반을 기준으로 했을 때 65세 이상 인구는 전세계적으로 2억 6천만인 것으로 추정되었는데, 65세 이상인 사람들로만 구성된 국가를 형성했다고 가정했을 경우 중국, 인도, 구 소련에 이어 네번째로 큰 노인국을 이루는 셈이다(Longino 등 1990). 우리 나라도 2000년에는 전체 인구 중 노인인구의 비율이 7%에 이르고 2022년에 14%가 될 것으로 추정된다(변용찬 1997).

인구의 노령화와 수명의 연장은 그 어느 때보다 노년기의 건강상태와 노화에 대한 관심을 증대시키고 있다. 인간은 누구나 장수하고 싶은 욕망을 갖고 있으며 노년기에 일어나는 신체적인 변화에 민감하게 반응한다. 노화현상을 완전히 억제할 수 있다고 보고 연간 일반사망률이 청소년기의 0.05% 수준으로 일정하다고 가정했을 때, 인구의 95%는 100세까지 살 수 있으며 이 중 약 절반에 해당하는 사람들이 1200세

의 수명을 누리게 된다는 놀라운 계산이 나온다(Ricklefs & Finch 1995). 그러나 현실적으로 노화는 생존하는 모든 사람에게 일어나는 보편적인 현상으로 연령이 증가하면서 각종 신체적인 변화를 맞이하게 된다.

일반적으로 사람들은 늙는다는 것에 대해 무조건 부정적인 시각을 갖기 쉬운데 이는 노화에 대한 바른 인식이라고 할 수 없다. 우리 주변에는 얼마든지 건강하게 노년기를 보내는 사람들이 많이 있다. 물론 노인들의 대다수가 만성질환을 앓고 있고 많은 경우 생활활동에 지장을 받고 있는 것이 사실이다. 그러나 만성질환이 없거나 매우 활동적으로 노후를 보내는 이들도 상당수 있다.

노년기의 신체적인 변화는 다양한 형태로 나타나며 개인차가 큰 것이 특징이다. 이러한 노화현상에 대해 바른 인식을 갖는 것은 노년기를 대비하게 해주며 나아가 노인의 사회적, 심리적 상태를 이해하는데 도움을 준다. 또한 노인 대상의 각종 건강증진, 질병예방, 의료서비스의 효과적인 제공을 위해서도 매우 중요하다. 이 글에서는 노화에 대한 기본개념과 노년기에 일어나는 다양한 신체적 변화에 대한 고찰을 통해 노화에 대한 이해를 돕고자 한다.

### 노화에 대한 기본개념

#### 1. 노화의 정의

노년기의 생리적 특성을 논하기에 앞서 먼저 노화에 대한 개념을 살펴볼 필요가 있다. 노화(aging)를 어떻게 정의할 것인지에 대해서는 오래 전부터 논쟁이 되어왔으나 아직까

지 일치된 정의는 존재하지 않는다. 어떤 사람을 늙었다고 보는 것은 주관적인 판단이 개입된다. 사람들은 주로 외모를 본다는지 또는 연령을 감안해서 늙음의 정도를 평가하는 경향이 많다. 일반적으로 연령을 기준으로 하여 65세 이상을 노인으로 정의하지만 65세 이상이라고 해서 모두 동일한 생물학적 건강수준을 지니고 있다고 단정할 수는 없다.

연대적 노화(chronological aging) 또는 가령(加齡)현상과 생물학적 노화(biological aging, functional aging)를 구분할 필요가 있다. 이 둘간에는 상당한 개인차가 있을 수 있다. 같은 70세라도 건강상태가 다를 수 있고 기능 및 활동적 상태에 따라 개인적인 차이가 매우 클 수 있다. 연령은 70세이나 생물학적, 기능적 노화상태는 40세일 수 있는 반면 경우에 따라서는 80세 또는 그 이상일 수도 있다.

한편 장기나 세포 수준으로 들어가 보면 다양한 노화의 단계를 보게 된다. 예를 들어 폐, 심장, 간 등 각 기관별로 노화의 진행정도에 차이를 보일 수 있으며 특정 기관 내에서도 세포나 분자 구성성분의 노화과정이 다를 수 있다. 더욱 혼란스러운 것은 성인의 신체를 구성하고 있는 세포 성분들은 태어날 때 갖고 있었던 성분과는 전혀 다를 수 있다는 사실이다. 발달과정을 거치면서 새롭게 생성되어지거나 재조합 과정을 수도 없이 반복하기 때문이다. 그러나 불행히도 아직까지 노화상태를 객관적으로 측정할 수 있는 공통적인 생물학적 지표(biomarker)가 발견되지 않아 생물학적 노화의 표준을 제시하는데 있어 어려움이 있다.

현재 노화에 대한 일치된 정의는 없지만 많은 노화학자들은 노화를 외부의 스트레스에 대한 반응력의 저하로 인식하고 있다. Griffiths & Meehan(1990)은 노화를 신체의 항상성(恒常性, homeostasis) 유지를 위한 각종 적응반응(adaptive response)의 진행적 쇠퇴(progressive failure)로 정의하였다. 인체는 상당한 정도의 예비용량(reserve capacity)을 갖고 있어 외부 자극 및 손상에 대한 적응력이 오랜 기간 지속될 수 있다. 그러나 노화가 진행되면서 외부에 대한 적응력이 점차 감소하게 된다.

협회의 정의로서의 노화 즉, 노쇠(senescence)는 성숙기 이후에서부터 생체의 죽음까지의 변화를 지칭한다(조유향 1995). 노화를 연속선상으로 놓고 봤을 때 성장기 이후의 정상기능의 감퇴로부터 시작하여 최종적인 죽음에 이르는 전 과정이 이에 해당된다고 할 수 있다. Arking(1991)은 노화의 실용적인 정의로써 "CUPID"를 제안하였다. 노화를 누적되는(cumulative), 보편적이고(universal), 진행적이며(progressive), 내재적인(intrinsic), 유해한(deleterious) 기능적 및 구조적 신체변화로써 성숙기로부터 시작되어 사망에까지 이르는 것으로 정의했다. 이 정의는 노

화와 질병간의 구별을 가능케 해주었다는 점에서 실용적 정의(operational definition)로 받아들여지고 있으나 제한적이고 엄격한 기준을 적용함에 따라 예외적인 사례들이 있는 것이 단점으로 평가되고 있다.

2. 노화의 특징

노화현상은 다양한 형태로 나타나지만 여기서는 주로 생물학적인 견지에서 잘 알려진 특징들을 정리해 보았다. Table 1은 모든 포유동물에서 공통적으로 보이는 노화의 특징들을 나열한 것이다.

사망률은 연령의 증가에 따라 기하급수적(exponential)으로 증가하는 경향을 보인다. 각종 질병에 대한 감수성이 연령증가에 따라 증가하는데 노화는 질병에 걸리기 좋도록 해주는 일종의 토양을 마련해주는 역할을 한다. 또 노화로 인해 각종 체내 구성요소의 변화와 아울러 생리적인 변화가 일어나게 된다.

노화의 대표적인 특징으로 환경변화에 신속히 대처할 수 있는 적응력의 감퇴가 일어나는데 이는 예비용량의 감소로 인한 것이다. 안정상태에서는 각종 체내 수치에 큰 변화를 보이지 않지만 외부로부터 스트레스를 받았을 경우 항상성을 유지하는 수준으로 되돌아오기까지 장시간이 걸리게 된다. 예를 들어 운동 후 증가한 맥박수가 정상으로 돌아오는데 걸리는 시간이 젊은 사람에 비해 훨씬 길어지게 된다. 이러한 현상은 개체로부터 분자 단위에 이르기까지 광범위하게 일어난다.

이밖에도 각종 장기 및 기관별, 성별, 개인간 노화의 진행속도와 형태의 차이가 나타난다. 이런 개인적, 신체적 변이성(variability)은 노인 인구집단의 다양성(heterogeneity)을 이루는데 영향을 미친다. 유아기에는 개인차가 비교적 적으나 연령이 증가함에 따라 다양성이 점차 증가하게 되는 것을 보게 된다.

3. 질병과의 관계

노화와 질병을 흔히 동일시하는 경향이 있으나 이는 잘못된 관념에서 비롯된 것이다. 노화와 질병은 엄밀한 의미에서 구별되어야 한다. 각종 퇴행성질환이 노화현상과 동반해서 일어날 수는 있으나 노화와 질병으로 인한 퇴행성 변화

Table 1. 노화의 특징

- 성장기 이후 연령증가에 따른 사망률의 증가
- 생화학적 체내 구성성분의 변화
  - : 체지방체중(lean body mass) 감소, 지방 증가, 일부 세포의 lipofuscin pigment 축적, collagen 증가
- 광범위한 진행성, 퇴행성 변화
- 환경변화에 적응하는 능력의 감퇴
- 각종 질병에 대한 취약성 증가

(Cristofalo, 1990)

는 별개이다. 노년기에 질병발생의 확률이 높은 것은 노화에 따른 예비용량의 감소로 인해 저항력이 떨어진 결과이다. 노화는 정상적인 현상으로 모든 사람에게 나타나는 것인데 반해 질병은 비정상적인 것으로 모든 사람에게 나타나지 않는다.

그렇지만 노화와 질병을 구분하기란 결코 쉬운 일이 아니다. 상당수의 만성질환들은 노화와 밀접한 관련이 있는 질병(aging-related disease)들이다. 예를 들어 여성의 경우 나이가 증가함에 따라 나타나는 대표적인 노화현상인 폐경기는 골다공증과 같은 질병을 유발한다. 백내장의 경우도 노인에서 흔히 보게 되는 만성질환인데 정상적 노화현상으로 체내 단백질이 변질되어 나타나는 것으로 알려져 있다.

#### 4. 노화에 관한 이론

노화의 발생기전에 대해서는 여러 가지 이론이 제기되고 있다. 노화의 발생은 복합적인 요인에 의해서 다양한 경로를 통해 일어나는 것으로 생각된다. 대체적으로 노화이론은 크게 확률론적 이론(stochastic theories)과 발달-유전이론(development-genetic theories)으로 대별된다(Cristofalo 1990).

확률론적 이론은 환경으로부터 받은 손상(insult)에 의해 노화가 일어난다고 설명한다. 대표적으로 돌연변이설(somatic mutation theory)에서는 방사선에 의해 유전자의 돌연변이가 일어나는데 이것이 계속 축적되면 기능장애를 일으키고 결국에는 사망에 이른다고 본다. 한편 오류 이론(error theory)을 주장하는 자들은 단백질합성 과정 중 우발적으로 생길 수 있는 이상 때문에 기능장애가 유발된다고 한다. 유전자가 입은 손상을 수리해주는 기능이 약화된 것도 한 요인으로 작용한다고 본다.

발달-유전이론은 노화가 유전적 조절에 의한 신체 발달 과정과 밀접한 연관성이 있다고 보는 학설이다. 신경내분비 이론(neuroendocrine theory)을 주장하는 자들은 신경세포의 기능 감퇴에 따른 호르몬대사의 이상으로 노화가 온다고 한다. 신경내분비계가 노화시계(timekeeper)의 역할을 한다고 본다. 내인성변이설(intrinsic mutagenesis)은 인체 내에는 유전자복제의 기전을 조절하는 인자(fidelity regulators)가 있다는데 초점을 맞춘다. 면역설(immunological theory)은 면역기능이 연령증가에 따라 감퇴하는데 근거를 두고 있다. 유리기설(free radicals)은 생체 대사 과정 중에 발생하는 유리기(遊離基, free radical)가 세포에 입히는 손상이 축적됨에 따라 기능장애가 일어나고 결국 사망에 이른다고 한다.

## 노화에 따른 생리적 변화

그 동안 노화에 따른 생리적 변화에 대한 연구가 지속적으로 있어왔으나 아직까지 많은 부분이 있어 논란이 계속되고 있다. 연구에 따라서는 정반대의 결과를 보이는 경우도 있는데 이는 연구대상, 연구설계(단면연구, 코호트연구)상의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

### 1. 노화에 관한 최신연구 : Baltimore Longitudinal Study of Aging

노화에 관한 연구 중 가장 널리 알려진 것이 Baltimore Longitudinal Study of Aging(BLSA)이다. 1958년에 시작된 이 연구는 인체의 노화에 대한 연구로서 지금까지 가장 오래 진행되고 있는 연구이다(National Institute on Aging 1993b). 미국 메릴랜드주 볼티모어시 국립노화연구소(NIA) 산하의 노인학연구센터(Gerontology Research Center)에서 주관하고 있는 이 연구사업에서는 150여명의 노인학자들이 참여하여 건강한 노인들의 신체적, 정신적 노화에 따른 변화를 측정하고 이에 영향을 미치는 요인, 노화와 질병과의 관계, 노화의 생물학적 기전 등에 대한 광범위 하기도 포괄적인 기초의학연구를 해오고 있다. 1958년 이래 1500명 이상의 남성 지원자가 주기적으로 2년마다 이를 반 동안 100여 종류의 검사를 받았으며 1978년부터는 연구대상에 여성도 포함하여 지금까지 700명 이상이 등록, 검사를 받았다. 이 연구의 큰 장점은 여러 연령층을 대상으로 장기 추적조사를 통해 노화에 따른 개인단위의 변화를 관찰할 수 있다는 것이다.

Table 2는 BLSA에서 대표적인 결과만을 보여주고 있다. 이 연구를 통해 얻은 결론은 두 가지로 요약되는데 첫째, 노화가 전반적이거나 보편적인 신체 및 정신적 기능의 감퇴를 일으키지 않는다는 사실과 둘째, 인체 노화의 양상이 일정하거나 단순하지 않다는 것이다. 예를 들어 과거에는 심장기능이 연령증가에 따라 감퇴하는 것으로 생각되었으나 이 연구결과 질병이 없는 노인에 있어 안정된 상태에서의 심박출량은 젊은이와 비교하여 별 차이가 없다는 것을 알게 되었다. 또한 연로해질수록 성격이 변덕스러워진다고나 이와 반대로 원숙해진다고 생각되어왔다. 그러나 성격은 연령과 무관하게 일정한 것으로 밝혀졌다. 젊었을 때의 성격을 나이가 들어도 계속 유지하게 된다는 것이다. 이와 같이 BLSA 연구를 통해 그 동안 노화에 대한 왜곡된 관념들을 많이 갖고 있었다는 것을 발견하게 되었다.

**Table 2.** 노화에 따른 변화 : Baltimore Longitudinal Study of Aging (BLSA)

구분	변화
외모	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30세 이후 남녀 신장 0.16cm/년 감소</li> <li>• 팔, 다리의 굵기 감소, 몸통 둘레 증가</li> </ul>
체중 및 체내대사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55세까지 체중 증가하다가 감소</li> <li>• 근육, 수분, 뼈의 질량 감소</li> <li>• 30세 이후 일일 칼로리 섭취량 12 calorie/년 감소</li> <li>• 전체 체내지방의 양은 일정함, 단 분포에 있어 차이가 있음</li> <li>• 허벅지에 집중, 복부는 상대적으로 감소</li> </ul>
심혈관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혈중 콜레스테롤치가 성인기부터 시작하여 60~65세 까지 증가, 이후에는 감소</li> <li>• 심박출량은 변함없음</li> <li>• 심박동수는 감소하나 건강에는 전혀 지장 없음</li> <li>• 심장벽 두께 증가</li> </ul>
구강상태	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 씹는 습관은 연령증가에 따라 계속 변함</li> <li>• 충치 발생률, 치주질환 증가</li> <li>• 타액의 생성과 구성성분에는 변화 없음</li> </ul>
반응속도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소리나 자극에 반응하는 속도가 느림</li> <li>• 사물의 작은 변화(예 : 시계의 분침의 움직임)에 대한 인식능력 저하</li> </ul>
인지능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단기 기억력 감퇴</li> <li>• 시각적 기억력 감퇴</li> </ul>
성격	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질병이 없는 한 성격은 변하지 않음</li> <li>• 노인이 되면 건강염려증을 보인다는 근거를 발견하지 못함</li> </ul>
성기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성적활동 감퇴, 그러나 젊었을 때 성생활의 횟수가 높은 노인의 경우 연령증가해도 계속 상대적으로 높은 수준 유지</li> <li>• 전립선 비대</li> </ul>
감각기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시력, 후각 감퇴</li> <li>• 전 주파수에 대한 청각 감퇴</li> <li>• 단맛과 신맛에 대한 미각은 불변, 짠맛과 쓴맛은 약간 감퇴</li> </ul>
생리적 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신장, 폐 기능 감퇴</li> <li>• Lymphocytes, neutrophil 등 면역세포의 기능 감퇴</li> </ul>
근력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 팔과 등의 근력 감소</li> <li>• 신체적 활동, 운동능력 감소</li> </ul>

(Hayflick 1996 ; National Institute on Aging, 1993b)

한편 개인간(inter-individual) 및 개인 내(intra-individual) 변이(variation)가 매우 큰 것이 노화의 특징이다. 연령이 증가함에 따라 일반적으로 당대사기능이 저하된다. 그러나 포도당부하검사(glucose tolerance test) 결과 일부 노인의 경우 젊은 연령층과 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 비만정도, 식습관, 운동 등에 따라 개인차가 나는 것으로 알려지고 있다. 과거에는 포도당부하검사 실시 2시간 후 혈당치가 140mg/dl 이상일 경우 당뇨병으로 의심했는데 이 기준을 60세 이상에게 그대로 적용할 경우 50% 이상이 당뇨병환자로 진단받게 된다. 그러나 실제 이중 대다수가 증상이나 질병이 없는 것으로 나타나 위양성률(false

positive)이 높은 것을 알게 되었다. 따라서 현재는 2시간 후 혈당치 기준으로 200mg/dl 이상을 권장하고 있다(Andres 1992 ; Goldberg & Coon 1994).

노화에 있어서 남녀간 차이도 큰 것으로 알려지고 있다. 여성의 경우 남성보다 미생물이나 기타 항원에 더 잘 대응하는 것으로 보이거나 항원에 대한 기억력은 떨어지는 것으로 나타났다(National Institute on Aging 1993a). 55세 이상 여성의 경우 남성에 비해 피상풍 독소에 대한 항체 형성이 상대적으로 미약한 것으로 나타나 예방접종시 유의해야 될 것으로 보인다.

### 2. 신체기관별 특성

노화에 따른 신체기관별 일어나는 중요한 구조적, 기능적 변화를 Table 3에 요약하였다. 노화현상은 각 기관별로 구조상에 여러 가지 변화가 일으키며 이에 따라 기능상태에까지 영향을 미친다. 각 기관별로 용적, 질량의 변화와 조직의 증식, 퇴화, 위축 등 다양한 변화가 일어난다. 그러나 구조적 변화와 기능감퇴가 반드시 질병을 유발하는 것은 아니다. 지금까지 알려진 바 상당수의 만성퇴행성질환은 특정 병리현상(pathology)에 의해 발생하며 정상적인 노화현상(usual aging)에 따른 것은 아닌 것으로 알려지고 있다.

### 3. 노화와 영양

Rosenberg(1994)는 노년기에 일어나는 생리적 변화 중 영양상태와 밀접한 관련이 있는 것 8가지를 기술했다. 즉 ① 근육량의 감소로 인한 에너지 필요량 감소, ② 말초조직의 지용성 비타민의 흡수속도가 느려짐에 따른 체내 비타민 A 수치 증가, ③ 면역기능 저하로 인한 감염과 암 발생의 증가와 이에 예방을 위한 각종 비타민과 무기질 섭취의 효과, ④ 장의 칼슘 흡수능력 저하, ⑤ 피부의 비타민D 합성 감소, ⑥ 비타민 B<sub>6</sub>의 비효율적 대사 및 활용, ⑦ 70세 이상에서 위액분비 감소로 인한 비타민 B<sub>12</sub>, 칼슘, 철분, 엽산, 아연의 흡수 감소, ⑧ 후각과 미각의 감퇴 등이다.

연령이 증가함에 따라 신체구성요소의 변화로 특징적으로 체내 지방의 증가를 보인다(Fig. 1). BLSA 결과에 의하면 체내지방은 60세까지 점차 증가하며 근육조직(lean body mass)은 성인기부터 매 10년마다 2.7kg씩 감소한다(Hayflick 1996). 기타 체내구성성분의 변화로 인해 노년기 영양섭취량에 변화를 가져오게 된다. 1일 열량권장량이 30세의 경우 2700kcal에서 80세에는 2100kcal로 감소하게 된다. 칼로리 섭취량의 감소 원인은 부분적으로 신체활동량의 감소에 있다.

과학자들이 노년기의 신체대사 및 영양에 관한 연구에 관심을 갖게 된 것은 최근의 일이다. 아직 아동, 성인에 비해

Table 3. 노화에 따른 신체기관별 변화

기관계	구조적 변화	기능적 변화	노화관련 병변
심혈관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혈관벽 elastin, collagen조직의 증가</li> <li>• 심장, 혈관 석회화</li> <li>• 좌심실벽 두께 증가</li> <li>• 심장의 lipofuscin 색소 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 심장 기능(cardiac index, cardiac output) 변화 없음</li> <li>• 수축기 혈압은 증가, 이완기 혈압은 일정</li> <li>• 안정시 심박동수 변화 없음</li> <li>• 운동부하시 도달할 수 있는 최고 심박동수는 감소</li> </ul>	동맥경화증
호흡기계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐포벽 elastic fiber의 세기관지와의 부착상태 약화</li> <li>• 폐포관 크기 증가, 폐포 수 감소</li> <li>• 늑골, 흉벽의 경직</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 안정시 폐기능의 변화 없음</li> <li>• 운동부하시 FEV 감소, RV 증가</li> </ul>	폐기종
소화기계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 타액, 소화액 분비 감소</li> <li>• 소장벽의 점막, 대장벽 위축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연동운동 감퇴</li> <li>• 분비선 활동 감소</li> </ul>	
비뇨생식계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신장 질량 감소</li> <li>• 사구체 혈관 퇴화</li> <li>• 난소 난포의 수 감소, 자궁의 크기와 무게 감소</li> <li>• 전립선 비대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신장 혈류량 감소</li> <li>• 월경주기 정지</li> </ul>	유방암, 전립선암
신경계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뇌 무게, 용적 감소</li> <li>• 수상돌기 감소</li> <li>• lipofuscin 함유 신경세포 증가</li> <li>• 신경전달물질의 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기억력, 판단력 감퇴</li> <li>• 손의 촉각, 후각, 청각, 시력 감퇴</li> <li>• 체열상실에 따른 적응력 감소</li> </ul>	알츠하이머병
면역계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흉선의 퇴행</li> <li>• T림파구의 각종 세포 구성비 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이물질 인식 면역기능 감소</li> <li>• 자가면역반응 증가</li> </ul>	자가면역질환 감염, 암
내분비계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분비선의 무게 감소, 위축</li> <li>• 혈관의 변화, 섬유조직 증식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전반적으로 분비물의 기초수치에는 변화 없음, 분비율은 감소</li> </ul>	
근골격계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 골격근 단백질의 상실</li> <li>• 근육 섬유조직의 위축</li> <li>• 뼈의 질량 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근력 감퇴</li> <li>• 골격상태 약화</li> </ul>	골다공증, 관절염
피부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각질층의 교체속도 저하</li> <li>• elastic 조직 변화 및 감소</li> <li>• 통증 및 감각 인지 세포 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 창상 치유기능 저하</li> <li>• 혈과 흡수기능 저하</li> <li>• 체온 유지기능 저하</li> </ul>	피부사상균증, 피부암

FEV : Forced Expiratory Volume, RV : Residual Volume(Arking 1991 ; Hayflick 1996 ; Hazzard 등 1994)

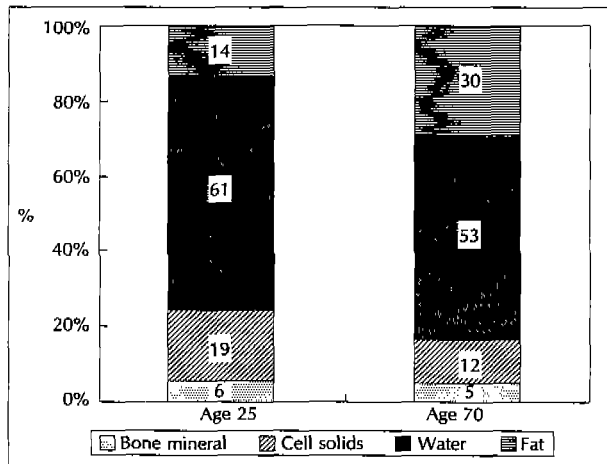


Fig. 1. 노화와 신체 구성성분의 변화(Arking 1991).

노인의 영양에 대한 지식이 상대적으로 빈약하다. 노인의 영양결핍(malnutrition)은 각종 질병과 사망까지 유발하는 심각한 문제이다. BLSA 연구대상인 건강한 노인들에 있어서도 비타민 B<sub>6</sub>, 마그네슘, 아연, 칼슘 등의 부분적인 결핍이 많은 것으로 나타났다. 영양결핍의 원인으로는 균형

적인 식사의 필요성에 대한 무지, 빈곤, 사회적 고립감에 의한 음식에 대한 무관심, 신체적 및 정신적 장애, 위장관계 이상으로 인한 흡수기능 감소, 음주, 미각과 후각기능 감퇴, 약물복용에 따른 식욕감퇴와 소화기능 장애 등이 있다.

그 동안 동물실험을 통해 열량제한(caloric restriction)이 장수와 관련이 있다는 결과가 밝혀졌다. 열량섭취를 제한한 동물의 경우 유리기(free radical) 발생이 감소하고 세포의 노화속도도 느려지는 것으로 나타남에 따라 과학자들은 사람에게 있어서도 소식(小食)이 장수에 좋을 것으로 보고 있다. 그러나 이 방법이 효과적이려면 저영양(under-nutrition) 수준의 식이요법을 요하는 바 별 호응을 얻지 못하고 있다.

한편 이와 같이 날씬하고 호리호리한 사람이 오래 살 것으로 생각하기 쉬우나 이를 반박하는 연구결과가 나와 논란이 되고 있다. BLSA 연구에서 중년 남녀의 경우 기존의 키-체중 환산표에 나와 있는 적정 체중보다 약 20% 과체중인 사람의 사망률이 가장 낮은 것으로 나타났다. Andres (1994)가 Build Study에서 15~69세 연령층으로 구성된

420만개의 보험증권 자료를 수집하여 분석한 결과 최저 사망률을 보이는 BMI(body mass index) 수치는 연령증가에 비례하는 것으로 나타났다. 즉 최저 사망률을 보이는 20대의 BMI는 21.4, 30대는 21.6, 40대 22.9, 50대 25.8, 60대의 경우 26.6이었다. 나이가 들수록 체중이 적당히 느는 사람이 장수할 확률이 높은 것으로 나타났다.

## 요 약

노화는 모든 사람에게 공통적으로 일어나는 자연스러운 현상이다. 그러나 이에 따른 신체적인 변화는 각 개인에 따라, 그리고 한 개인 안에서조차 각종 장기별로 다양한 속도로 진행된다. 노년기의 생리적인 변화는 예비용량(reserve capacity)의 저하에 따라 외부의 스트레스에 대처하여 항상성을 유지하는 능력이 감소되어 나타나게 된다. 안정적 상태에서 기능수준에는 큰 변화가 없으나 활동상태의 기능수준은 연령증가에 따라 상당히 저하되는 것을 보여준다. 노년기의 생리적 변화에 따라 질병에 대한 감수성은 증가하나 대다수의 만성퇴행성질환은 특정 병리현상에 의해 발생하며 노화가 직접적인 원인으로 작용하지는 않는 것으로 알려져 있다.

## 참 고 문 헌

- 변용환(1997). 치매관리 Mapping 개발 연구. 한국보건사회연구원
- 조유향(1995). 노인보건. 서울 : 현문사
- Andres R(1992). Diabetes and aging. In : Brocklehurst JC, Tallis RC, Fillit HM(ed). *Textbook of geriatric medicine and gerontology*. 4th ed., 724-728. Edinburgh, U.K. : Churchill Livingstone, 724-728
- Andres R(1994). Mortality and obesity: the rationale for age-specific height-weight tables. In : Hazzard WR, Bierman EL, Blass JP, Ettinger WH, Halter JB(ed). *Principles of geriatric medicine and gerontology*. 3rd ed., New York : McGraw-Hill, Inc., 847-853
- Arking R(1991). *Biology of aging : observations and principles*. New Jersey : Prentice Hall
- Cristofalo V(1990). Biological mechanisms of aging : an overview. In : Hazzard WR, Andrus R, Bierman EL, Blass JP(ed). *Principles of geriatric medicine and gerontology*. 2nd ed., New York : McGraw-Hill Information Services Co., 3-14
- Goldberg AP, Coon PJ(1994). Diabetes Mellitus and glucose metabolism in the elderly. In : Hazzard WR, Bierman EL, Blass JP, Ettinger WH, Halter JB(ed). *Principles of geriatric medicine and gerontology*. 3rd ed., New York : McGraw-Hill, Inc., 825-845
- Griffiths TD, Meechan PJ(1990). Biology of aging. In : Ferraro KF (ed). *Gerontology : perspectives and issue*, New York : Springer Publishing Co., 45-57
- Hayflick L(1996). *How and why we age*. New York : Ballantine Books
- Hazzard WR, Bierman EL, Blass JP, Ettinger WH, Halter JB(ed) (1994). *Principles of geriatric medicine and gerontology*. 3rd ed., New York : McGraw-Hill, Inc.
- Longino CJ, Soldo BJ, Manton KG(1990). Demography of aging in the United States, In : Ferraro KF(ed). *Gerontology : perspectives and issue*, New York : Springer Publishing Co., 19-41
- National Institute on Aging(1993a). *Research for a new age*. U.S. Department of Health and Human Services, NIH Publication No. 93-1129
- National Institute on Aging(1993b). *With the passage of time: the Baltimore Longitudinal Study of Aging*. U.S. Department of Health and Human Services, NIH Publication No. 93-3685
- Ricklefs RE, Finch CE(1995). *Aging : a natural history*. New York : Scientific American Library
- Rosenberg IH(1994). Nutrition and aging. In : Hazzard WR, Bierman EL, Blass JP, Ettinger WH, Halter JB(ed). *Principles of geriatric medicine and gerontology*. 3rd ed., New York : McGraw-Hill, Inc., 49-59
- Rowe JW, Kahn RL(1998). *Successful aging*. New York : Pantheon Books