

## 노화(Aging)에 따른 생리학적 변화

안동전문대학 물리치료과

김 선 엽, 이 승 주

### Physiological Changes with Aging

Kim, Suhn-Yeop, R.P.T., O.T.R., M.P.H., Yi, Seung-Ju, R.P.T., M.P.H.

Dept. of Physical Therapy, Andong Junior College

#### =ABSTRACT=

The purpose of this literature review was to identify the physiological changes with aging.

The results of this review were to follows :

We have seen a wide variety of such changes in the cells and in all organ systems.

1. At least 40 percent of people over 65 will die of cardiac disease, 15 percent of cerebrovascular disease, and possibly another 5 percent of other types of vascular impairment.
2. The increase rigidity of the thoracic wall and the decreased strength of the expiratory muscles decrease the propulsive effectiveness of the cough.
3. The density of capillaries per motor units is decreased.
4. Starting before age 40 in both sexes there is a shift from an increase in bone mass to a progressive decrease.
5. Histologic studies show a high age-correlated decrease in the number of Pacini's, Merkel's, and Meissner's corpuscles.

Key Words : Aging, Rigidity, Motor Unit

#### I. 서 론

인간은 다른 동물과 마찬가지로 출생과 발육을 거쳐 생식(生殖)을 완료한 후 노쇠기에 들어가게 된다. 노쇠기에는 몸을 구성하는 세포의 수가 감소되며, 세포 중에 포함되는 수분의 양도 적어져서 각 세포의 활동력이 쇠퇴하게 된다. 이와같은 변화를 노화(aging)라고 한다. 노화(老化)의 정의에 대해서는 노화가 수정에서 죽음까지의 생체의 변화라 가령현상(加齡現象, aging)이라고도 하며, 성숙기 이후의 생체의 변화를 협의의 노화(senescence)라고 말하기도 한다(조유향, 1989).

태어나면서 부터 성숙할 때까지 인간의 생리학적 변화는 점차 가속되며, 성숙한 후 부터는 감퇴하게

되거나 그 쪽으로 기울게 된다. 20세기 중반까지 인류는 성장과 발달(growth and development)에 대한 연구에 온 관심을 기울이고 있었으나, 현재는 성숙 후에 오는 변화에 대해 많은 연구들이 진행되어지고 있는 형편이다.

노화의 속도는 인간의 유전형질, 일상적인 식사형태, 일상운동량, 과거병력, 현존하는 많은 만성질환의 수, 일생을 통해 경험된 스트레스의 양에 달려 있다고 할 수 있다.

노화에 따른 일반적인 인체의 변화는 다음과 같다.

1. 상피조직과 같이 재생세포로 구성된 조직의 핵분열률이 감소한다.
2. 특수한 미분화 세포, 특히 신경세포와 골격근세포의 파괴로 기능감소를 초래하게 된다.

3. 결합조직의 변화로 인해 탄력성 상실, 강직성 증가를 초래한다.

이들은 개개인의 차에도 불구하고 노화는 모든 기 관계에서 보유기능 능력(reserve function capacity)이 상실하게 된다. 인간이 왜 늙는가를 이야기하는 이론은 많지만 모든 노화과정이나, 왜 인간의 노화율이 각각 다른가에 관해서 만족할 만한 이론은 아직 없다고 할 수 있다.

다음의 이론들은 일반적으로 받아들여지고 있는 생리적 노화이론들이다.

1. 한정된 생활기간-인간은 모든 동물과 마찬가지로 한정된 생활기간(life span)을 가지고 있다는 이론이다.
2. 소모 이론-신체는 기계와 같이 시간이 지나고 많이 사용하게 되면 낡고, 닳는 다는 것이다.
3. 세포분열 수의 한정-신체는 가능한 세포분열의 수가 한정되어 있고, 어린 세포는 늙은 세포보다 죽기 전에 더 많은 세포분열을 한다는 것이다.
4. 축적이론-어떠한 물질 특히 lipofuscin과 같은 물질이 세포에 축적되어 세포가 죽을 때까지 세포의 능력을 계속 감소시킨다는 것이다.
5. 교차 결합이론(cross-linkage theory)-주요 결합조직인 단백질, 탄력 섬유, 교원질이 나이를 먹음에 따라 파괴된다는 것으로 탄력성의 상실과 강직성의 증가는 특히, 혈관과 결합조직에서 두드러진다.
6. 자가 면역이론-노화에 따라 세포에서 돌연변이가 발생되어 신체의 일부로 인정되지 않는 단백질이 형성된다는 것으로, 고유의 세포가 항원이 되어 체내에 면역현상을 일으킨다는 것이다.
7. 스트레스 이론-Selye에 의하면 신체가 생애기간 동안 받은 스트레스의 축적에 의해 태어나면서 부터 가지고 있던 적응작용을 위한 에너지를 소비해 버림에 따라 수명이 단축된다는 이론이다.

한 세대라고 하면 삶 그 자체의 길이 또는 자연적인 삶의 순환의 범위라고 할 수 있으며 생명체의 가장 대표적인 특성 중의 하나이다. 각기 다른 생물학적 사망 시간은 신비하게도 유전적으로 프로그램되어 있다고 한다. 각 종족은 특징적인 평균수명을 가지고 있는데, 예를 들면 쥐의 경우 2년, 라이서스 원숭이의 경우 20~25년, 아프리카 코끼리의 경우 70~75년, 거북이는 100년이며 인간은 85년이라고 알려져 있다.

흥미 있는 점은 동물의 수명은 각각의 뇌의 크기와 어느 정도 서로 관련이 있다는 점이다.

수명(life span)이란 어떤 사람이 모든 질병이나 사고에 의하지 않고 자연적으로 죽을 경우(natural death) 평균나이를 말한다. 출생 후 부터 현재까지의 기간을 연령(年齡)이라고 하며, 현재 부터 사망까지의 기간을 여명(餘命)이라고 한다. 평균여명(life expectancy)이란 어떤 개인의 출생 후 기대되어지는 통계학적인 년수를 말한다. 이러한 수명과 평균여명을 비교하면 과거 수 세기를 거쳐 점차 증가하는 것을 볼 수 있다. 미국의 예를 보면 신생아의 평균여명은 1900년에 50세에서 1978년에는 74세로 증가했으며 여자 백인 신생아의 경우 77.8세로 나타났다.

다음은 우리나라의 연도별 평균여명(expectance of life)를 나타낸것이다(표 1).

표 1. 우리나라 인구의 평균여명 추이(단위: 세)  
(1991년 현재)

연 도	여 자	남 자	평 균
1970	66.70	59.77	63.15
1980	69.07	62.70	65.81
1985	73.33	64.92	69.00
1990	75.37	67.37	71.27
1995	76.56	69.50	72.94
2000	77.40	71.25	74.25

(자료: 보건사회통계연도, 1991)

Fries(1980)는 인간의 평균 나이의 한계를 85세로 보고 자연적인 사망의 분포양상이 85세를 기준으로 해서 좌우대칭의 정규분포를 한다고 하면서 표준편차를 4라고 하였다. 대부분의 사람들이 이를 받아들이고 있으나, 주위여건에 따라 약간의 차이가 있기도 하다.

인구의 연령구조는 출산율(fertility), 사망율(mortality), 이주율(migration)이 세가지 기본 인구변화에 의해 결정된다. 우리나라의 인구구조는 지금까지의 피라밋형이었던 구조가 2000년대에 가서는 독일 등과 같은 사각형의 인구구조를 나타낼 것이라고 추측하고 있다. 1980년부터 2020년까지의 인구구조의 변화는 다음의 표 2와 같다.

표 2. 우리나라 인구구조(population structure)의 변화 (1991년 현재)

년 도	0~14세 (%)	15~64세 (%)	65세이상 (%)	인 구 수 (단위: 명)
1980	34.0	62.2	3.8	38,123,775
1985	30.1	65.6	4.3	40,805,744
1990	25.8	69.2	5.0	42,869,283
1993	24.4	70.3	5.4	44,056,087
1995	23.2	71.1	5.7	44,850,801
2000	21.2	72.0	6.8	46,789,374
2020	16.0	71.5	12.5	미 판 인

(자료: 보건사회통계연도, 1991)

1991년 현재와 예측한 2020년간의 인구구조를 그림으로 비교해 보면 그림 1, 그림 2와 같다. 1991년도의 노인연령층은 2,212,000명으로 5.1%였으나, 2020년에 가서는 6,333,000명으로 총 인구수의 12.5%를 차지할 것이라고 예측하고 있다.

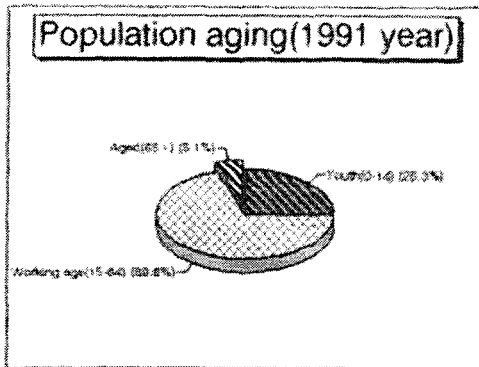


그림 1. 1991년도 우리나라의 인구구조

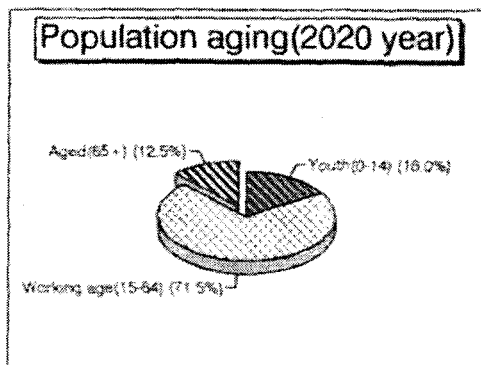


그림 2. 2020년도 우리나라의 인구구조

1991년 현재의 인구구성비와 2020년의 인구구성비를 연령별로 비교한 결과는 그림 3과 같다.

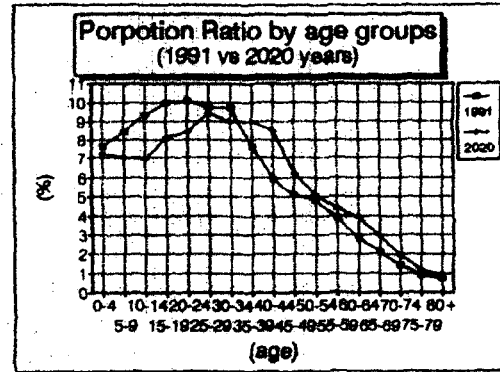


그림3. 1991년도와 2020년도간의 연령계층별 인구구성비 비교

노인에 대한 정의는 각 나라마다 그 기준이 다양하나 국제적인 추세는 55세 이상을 'older', 65세 이상을 'elderly', 80세 이상을 'oldest old'로 구분하고 있다.

우리나라와 다른 3개국의 출산율 등을 조사 비교한 연구에서 남한 인구의 총 출산율은 1985년 이후 2000년까지는 점진적으로 감소하거나 2000년 이후에는 2.05로 지속될 것이라고 예측하고 있다. 이와 함께 여성의 평균여명도 1985년 이후 약 5년 마다 약 1.5세 정도 증가할 것이라고 보고했다(Grigsby, 1991). 또한 한국의 인구추이는 1985년에 65세 이상이 총인구의 약 5%에 해당되나, 2025년에 가서는 13%로 약 2배 이상으로 증가되는 것으로 나타나 있다.

더욱 자세히 분리해 보면 1985년과 2025년사이의 노인연령층의 연령분포는 1985년에서 보다 70대 연령층은 감소하고, 65세에서 69세 사이의 인구와 80대 이상의 고연령층의 인구는 증가할 것이라고 예측하고 있다. 청소년층과 노인층 인구의 합을 생산연령층에 인구수로 나눈 부양비(dependency ratio)는 1985년에 57.1이었던 것이 2025년에는 50.1세로 감소할 것이라고 하였다. 그리고 총 인구의 평균연령은 1985년도에 24.1세가 2025년에 36.6세로 약 12세의 증가가 있을 것이라고 하였다(Grigsby, 1991).

우리나라의 인구 구조상 점차 증가하는 노인인구와 그에 따른 노인질환, 만성질환에 대해, 우리 분야의 중요성이 크게 대두되는 현 시점에서 노인

관심과 연구가 시급한 형편이므로 연구자는 인간의 노화에 따른 여러 변화 중 특히 인체의 각 기관의 생리학적 변화에 대해 알아봄으로써 점차 중요시 되어가고 있는 노인관리 문제를 해결하는 데 도움이 되고, 노인재활사업의 중요한 부분을 담당하고 있는 물리치료사로서 만성 질환의 예방과 치료에 기초가 되는 자료로 사용하고자 한다.

## II. 노화에 따른 계통별 변화

인간의 종합적인 생리기능은 20대까지 상승을 계속하다가 그 후부터는 하강하게 된다고 하며, 생리기능이 감퇴하는 노화의 속도는 성장기에 성장하는 속도의 약 6분의 1에 해당된다고도 한다. Goldman (1970)은 인체를 구성하고 있는 구조들이 노화에 따라 얼마만한 변화를 가져오는가를 25세와 75세간의 비교로 설명하였다. 여기에서 지방조직은 약 2배정도 되는 15%에서 30%로 증가하고, 그 외의 조직, 골격, 세포내 물질들은 감소된다고 하였다(그림 4).

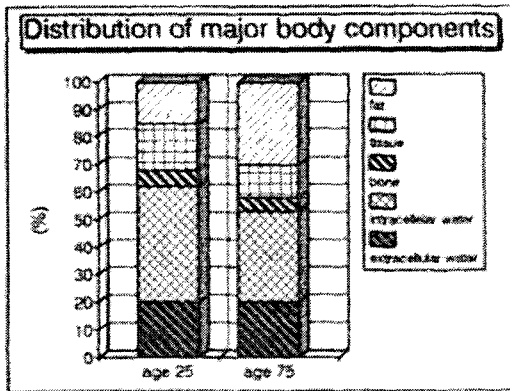


그림 4. 노화에 따른 인체 구성성분의 변화

다음은 신체의 각 기관계의 주요 변화에 대한 설명이다.

### 1. 심장혈관계(cardiovascular system)의 변화

다른 근육과 마찬가지로 심근(myocardium)도 나이를 먹음에 따라 콜라겐(collagen)과 지방(fat)의 양이 증가한다. 이 지방비율의 증가는 노인층의 비만이 문제가 되는 직접적인 원인이 되고 이로인한 체내수분량의 감소로 체온조절과 탈수의 문제를 일으키기도

한다. 수분량의 감소는 특히 세포외액보다 세포내액의 양이 더 많은 감소를 보인다. 이러한 현상은 45~55세에서 급격히 발생된다. 일반적으로 동의 되는 것은 나이를 먹음으로 인해 심박출량이 감소한다는 것인데, 심박출량은 안정상태에서 어른 남자의 경우 약 5l이고, 어른 여자인 경우 남자보다 약 10%가 적은 4.5l 정도이다. 표 3에 의하면 휴식시 심박출량(cardiac output)은 30세와 80세 사이에서 35% 감소 한다고 하였다. 노인의 심박출량은 정상활동에서는 적합할지 모르나 심한 운동이나 스트레스, 질병상태에서 이로 인해 추가되는 요구량은 충족시킬 수 없다. 노인이 쉽게 피로를 느끼는 이유가 바로 이 때문이다. 노인에게 있어서 심장에서 방출되는 많은 혈액이 뇌와 관상동맥으로 보내지게 되므로 골격근과 내장은 증가된 혈류가 필요할때 혈액공급이 부족하게 된다. 일반적으로 동양인에게 있어 수축기 혈압은 노화와 더불어 상승하지만, 확장기 혈압은 조금 낮아지는 경향을 보인다고 말하고 있다. 따라서 수축기와 확장기의 혈압의 차이는 노화와 더불어 증대한다.

노인의 심장판막은 경화되어 심장기능을 위태롭게 할수 있으며, 기존의 판막질환은 나이를 먹음에 따라 더 뚜렷하게 나타날 수 있고, 심박출량을 더욱 위태롭게 할 수 있다. 노인의 사망 원인을 보면, 65세 이상의 사망자 중 약 40%가 심장질환(cardiac disease)으로 인해, 약 15%가 뇌혈관질환(cerebrovascular disease)으로, 약 5%는 기타혈관장애에 의한 원인이었다. 좌심실(left ventricle)은 30대 보다 80대에서 약 25%가 두꺼워져 있으며, 심근의 지방은 25%에서 15%인것에 비해 35세에서 30%로 증가되어 나타난다(Rossman).

### 2. 배설기관(excretory system)

태어날때 부터 인간의 신장(kidney)은 한쪽에 약 1백만개의 네프론(nephrons)을 가지고 있고, 성숙해지면서 그 크기가 증가하여 한개의 무게가 약 150g정도까지 되며 성숙 후에는 계속된 노화로 30%정도까지 감소하게 된다. 수는 점차 감소하여 25세와 85세 사이에 총 30~40%가 감소하며 신장의 네프론 수는 노화과정 중 계속적으로 감소한다. 이는 수분조절 기능의 손상을 가져와 탈수(dehydration)현상을 야기시키기도 한다. 그리고 신장의 혈류 유동량은 정상인에게서 1분동안 약 1,200ml가 가는데 이는 심

표 3. Physiologic and Anatomic Deterioration with Age

	percent(%) decrease
Brain weight	15
Blood flow to brain	20
Speed of return of blood acidity to equilibrium after exercise	83
Cardiac output at rest	35
Number of glomeruli in kidney	44
Glomerular filtration rate	31
Number of fibers in nerves	37
Nerve-conduction velocity	10
Number of taste buds	64
Maximum O <sub>2</sub> utilization with exercise	60
Maximum ventilation volume	47
Maximum breathing capacity	44
Power of hand grip	45
Maximum work rate	30
Basal metabolic rate	16
Body water content	18
Body weight(males)	12

Source : Shock, 1962

박출량의 25%에 해당되나, 30세 이후 1세 당 6%가 감소한다. 또한 사구체의 수는 30대와 80대를 비교하면 44%의 감소를 보이고 있으며 사구체 여과율은 혈류에 비례해 감소하며 70~80대는 30대에 비해 31%가 감소한다고 한다. 여과율의 감소로 혈중요단백, 크레아틴(creatin)요산의 증가, 약물의 축적이 일어난다. 또한 수분과 전해질을 상실하게 되며 세포내액은 감소하여 25세때는 42%가 75세에 33%로 감소하나 세포외액은 계속 20%로 유지된다.

### 3. 호흡기계(respiratory system)의 변화

인체의 호흡기계에는 두가지 보호기전이 있다. 하나는 기관(trachea)과 기관지(bronchus)의 섬모들의 활동으로 이들은 침입한 이물질들을 외부로 배출시키는 일을 하며, 다른 하나는 조혈기관의 대식세포(macrophages)의 제공으로 인한 보호작용을 들 수 있는데 노화는 이들 기전의 효율성 저하를 가져오며, 그로

인한 감염의 기회가 많아지게 된다(Bowles, 1981). 또한 노인의 호흡기계의 변화는 폐의 기능적 보유능력을 감소시키며, 노인의 폐조직은 탄력성 손실로 인해 기능수준이 변화되므로 폐가 과도 팽창하게 된다. 흉곽과 골격의 변화는 폐의 확장능력을 더욱 감소시키고 부적합한 반응은 부분적으로 손상된 심장의 기능이 원인이 되기도 한다. 노화과정 동안에 호흡기관의 무기공간(dead air space)은 점차 커져 호흡율이 증가할 필요가 있을때 환기/환류주입율(perfusion)은 감소되어 가스교환 장애를 초래한다.

다음은 호흡기계의 변화를 요약한 것이다.

- 1) 기능적 잔기용량(functional residual capacity)은 30세에서 90세사이에 50%로 증가한다.
- 2) 잔기용적(residual volume)은 정상시 성인에서 1, 200ml인데 비해 30세에서 90세사이에 100%가 증가한다.
- 3) 총 폐용량(total lung capacity)은 크게 변화하지 않는다. 정상 성인의 안정시 총 폐용량은 약 6l 정도이다.
- 4) 최대 호흡용량(maximal breathing capacity)은 위의 기간 중에 50%가 감소한다. 대부분 사람들은 일생을 통해 능동적인 운동을 계속한다면 보유용적은 유지할 수 있다.

### 4. 소화기계(gastrointestinal system)의 변화

나이를 먹음에 따라 많은 노인들의 치아가 나빠지고 충치를 가지고 있어 음식섭취가 곤란해지며 먹는 즐거움도 감소된다. 소화기관의 평활근의 변화는 자율신경계의 자극감소로 식도로 부터 결장까지의 연동운동이 느려지게 된다. 또한 위 점막의 위축으로 위 분비액인 pepsinogen과 hydrochloride분비가 감소되어 소화가 지연된다. 노인의 혀는 잘 마르고, 맛감각이 감소된다. 침에는 ptyalin의 양이 감소되고, 내인자(intrinsic factor)가 감소되어 위의 위축과 빈혈이 야기된다. 그리고 pancreatic amylase량이 감소하여 소화가 잘 안된다. 또한 영양흡수가 감소하게 된다.

### 5. 내분비계(endocrine system)의 변화

우리 몸은 여러 기관으로 구성되어져 있다. 그 중 신경계는 이 모든 기관이 서로 연관을 가지고, 유기적으로 통합된 하나의 개체를 이루게 하는 역할을 하는데, 이 신경계와 같이 기관들이 기능을 통합하는

역할을 하는 계통이 바로 분비계(secretory system)이다. 이 분비계에는 도관(duct)을 통해 분비되는 외분비선(exocrine gland)과 혈액을 거쳐 보내어지는 내분비선(endocrine gland)으로 나뉘어지는데, 내분비계의 변화를 보면, 일반적으로 발정물질(estrogen)과 테스토스테론(testosterone)을 제외하고는 노화에 따른 호르몬의 감소는 크게 나타나지 않는다고 한다. 이는 호르몬과의 양적변화를 비교하기 힘들기 때문이다. 다음은 호르몬을 분비하는 곳의 변화를 요약한 것이다.

1) 뇌하수체(pituitary) - 뇌하수체는 0.5~0.6g 무게의 적은 내분비선으로 먼저 혈액공급의 저하와 섬유조직의 증가로 인해 크기가 감소하게 되며, 분비되는 성장호르몬(growth hormone)은 젊은이때 보다 적게 분비된다. 그리고, 항 이뇨호르몬(anti-diuretic hormone)의 분비는 증가한다. 이는 또한 노화와 더불어 야기되는 체액과 전해질의 불균형과 그에 따른 생리학적 변화로 흔히, 탈수현상(dehydration)이나 저나트륨증(hyponatremia)을 유발시키기도 한다(Miller, 1987).

2) 부신(adrenal) - 신장의 위쪽에 붙어 있으며, 부신피질(cortex)과 부신투질(medulla)로 구성되는 부신에서의 코티솔(cortisol)분비는 노화에 따라 25% 정도 감소한다. 그러나 신속하게 감소하지는 않는다.

3) 갑상선(thyroid) - 신체의 모든 세포에 신진대사를 촉진시키는 thyroxin 호르몬은 60대 이후에 25~40%가 감소한다. 그러나 갑상선 자극호르몬(TSH)의 분비는 젊은사람에 비해 약간 증가하는 것으로 보인다(Felicetta, 1987).

4) 췌장(pancreas) - 조직세포 중에는 인슐린(insulin)분비를 위한 특수한 세포막 수용기가 있는데 이 수용기는 그 수가 나이를 먹음에 따라 감소하게 된다. 특히 65세 이상의 약 25%에서 glucose mechanism의 변화로 인한 glucose tolerance의 손상으로 당뇨병으로 진행되는 것을 볼 수 있다(Kreisberg, 1987).

5) 난소(ovary) - 여성에게는 폐경기 후에 estrogen level의 감소가 선(gland)조직의 감소, 탄력성의 감소, 결합조직과 지방감소와 같은 유방조직의 변화로 나타나게 된다.

6) 고환(testes) - 남성에게는 갑자기 호르몬형성이나 정자형성이 감소하지는 않지만 서서히 testosterone의 분비가 감소한다.

## 6. 혈액(blood)

인간의 혈액량은 몸부계의 약 6~8%이며, 혈액의 80%가 물이고, 18%는 단백질이다. 그리고 나머지 2%가 지방질, 무기질, 질소화물로 이루어져 있다. 80세까지는 blood volume의 변화는 거의 없다. 그러나 적혈구(red blood cell)는 수의 변화가 약간 있어 빈혈을 야기시킨다. 그러나 백혈구의 수는 거의 변하지 않는다. 임파구도 수가 감소하며, 혈소판은 구조, 수, 기능의 변화가 거의 없고, 혈중 fibrinogen의 양은 증가한다. 혈청 콜레스테롤의 값은 청년기부터 상승하기 시작하여 노화에 따라 점차 상승하며, 상승하는 비율은 남성이 여성보다 높게 나타난다. 그러나 폐경기에 있는 50세 전후의 여성은 남성보다 높은 값을 보여주고 있다. 혈색소(hemoglobin)는 노인의 연령계층별 집단에서 노화와 더불어 일괄적으로 저하하는 경향을 보여주고 있다. Shock(1962)은 운동후 혈액의 산성도의 균형을 되찾는 속도는 30대와 80대 사이를 비교하면 83%나 감소한다고 하였다. 이와 함께 혈관기능에도 변화가 오는데 동맥벽의 강직성의 증가와 탄력성의 감소, 말초혈관의 저항의 증가 이로인한 혈압의 상승등을 들 수 있다.

## 7. 근골격계(musculoskeletal system)의 변화

1) 근육: 나이를 먹음에 따라 근육세포는 위축되고 약화되므로 근력(muscle power)과 근 긴장도(muscle tone)도 점차적으로 약해지고 근육의 양과 근육대사율도 감소된다. 결국 근육조직의 탄력섬유도 점점 소실되어 유연성이 감소되며 강직성이 증가한다. 노인들은 그들의 근육을 유지하고, 골격을 보존하는데 충분한 단백질, 비타민, 무기질을 섭취하지 못한다. 또한 노인의 근육의 힘, 즉 근력은 손바닥 근육의 힘이 가장 현저하게 저하된다고 하며 이를 노화 진행의 기준으로 삼는 경우도 있다. 근육의 수축시간, 잠복기, 이완시간은 노화에 따라 13%가 증가한다. 이것은 마이오신 ATP분해효소(ATPase) 활동의 감소와 관계가 있다. 이같은 운동기능의 감소는 동기(motivation)의 결여, deconditioning, malnutrition 그리고 내분비계변화에 의해 변화되기도 한다.

2) 관절: 관절은 30대 초반부터 소모되기 시작하여 연골은 부식되고, 수분의 양이 감소하며, 관절공간이 협착되고, 특히 추간판에 나타나 신장(height)을 작

아지게 한다. 노인들에게 나타나는 장애(disability)들 중 가장 주된 원인이 되는 것에 관절염(arthritis)이 있다. 중요한 관절질환 중 두가지는 류마치스성 관절염(rheumatoid arthritis)과 퇴행성 관절염 혹은 골관절염(osteoarthritis)이 그것인데, 후자는 노인의 거의 90%가 침범되며 대부분이 무증상으로 진행되나 20% 내외에서는 임상증상을 동반한다고 한다.

3) 뼈: 뼈는 남, 여 모두 40대가 되기전에 bone mass가 점차 감소되기 시작한다. 뼈의 감소는 남자에서 약 12%, 여자에서 약 25%가 일어난다. 골다공증(osteoporosis)은 남자보다 여자에게 흔히 발생되고 노인에게 일어나는 골격의 비정상적인 상태를 일으키는 원인이 된다.

골다공증은 크게 두가지 유형으로 나눌수 있다. 제1형은 여성에게서 나타나는 폐경기후의 증상으로 주된 요인은 Estrogen부족이 원인이다. 이것은 Estrogen 치료로 예방과 치료를 할 수 있다. 두번째 유형인 제2형은 노인성 골다공증이다. 이것은 노화와 관련된 호르몬의 변화와 Ca섭취 및 흡수의 저하로 인한 것으로, 세부 원인으로서는 골아세포(osteoblast)의 기능 감소로 인한 골격형성 감소, Ca의 흡수저하, 비타민 D 섭취량 감소, 육체적 활동 및 운동량감소 등을 들 수 있다.

노인에게서의 골흡수는 가속화되어 척추, 장골, 골반골이 점차 얇아지며, 가늘어진 뼈는 체중이나 외력에 의해 쉽게 골절된다. 90대 노인들의 고관절의 위험성은 여자에게서 25%, 남자에게서 10%라고 한다. 척추는 특히 추골로 대부분 이루어졌기 때문에 골다공증의 영향을 쉽게 받는다. 또한 장의 흡수율과 같은 노인의 많은 만성질환(당뇨병, 요독증 등)은 골다공증의 발생을 가속화시킨다. 골연화증(osteomalacia)은 소장으로부터 칼슘흡수의 감소로 인해 골흡수가 증가되어 생긴 비정상 상태이다. 흡수는 혈장 칼슘치를 정상으로 유지시키기 위해 골흡수현상이 발생되지만 새로운 골 형성은 골 흡수에 비해 적다. 결론적으로 나이와 관련된 뼈의 손실은 여러가지 요인에서 기인되는 것으로 칼슘의 섭취와 비타민 D의 결핍을 방지하는 것이 노인의 bone mass로 인한 위험요인을 제거하는 길이다(Rossmann, 1981).

## 8. 신경계(nervous system)의 변화

뇌(brain)는 신경계의 총수로서 두개골(skull) 속에

있는 약 1,500g 무게의 기관이며, 뇌는 큰 보유용적(reserve capacity)을 가지고 있다. 그러나 노인의 뇌는 기능 신경원의 감소로 크기와 무게가 감소되어진다. 뇌의 크기와 기능사이의 실제관계는 아직 정확하게 밝혀지지 않았으나 뇌의 무게는 30세의 성숙된 뇌와 80세때와를 비교하면 약 15%가량 감소한다고 한다(Shock, 1962). 그리고 신경세포는 피질(cortex) 부위에서 45%의 감소가 보인다고 한다. 소뇌(cerebellum)의 세포도 25%의 감소를 보인다. Scheibel(1977)은 수상돌기(dendrite process)간의 교차신경세포의 수가 점차 감소한다고 하였다. 이러한 변화는 노인성 치매(senile dementia)로 나타나기도 한다. 이러한 노인성 치매와 같이 대뇌의 위축으로 기인된 질환으로 Alzheimer's disease가 많이 나타나는 퇴행성 질환이다(Greer, 1982). 또한 대뇌로 가는 혈류량의 감소가 약 20%정도 나타난다(Shock, 1962).

일반적으로 노인에게는 신경전도속도(nerve conduction velocity)가 늦어진다고 알려져 있다. 이 신경전도 속도가 감소하여 80세에 이르면 30대에 비해 10%정도 느려져 수의적 운동이 느려지고, 행동의 결정이 느려지며 놀라는 반응도 느려진다. 그러나 사고과정의 추리, 학습, 기억은 정상적인 노화과정에서 유지되고 있는 것으로 여겨진다. 그후 80~90세가 되면 약 15%가 감소한다고 한다. 생물학자간에는 노화에 따라 신경원의 수가 감소한다는 의견이 일치하고 있고, 노인의 신경원 세포에서 지방 갈색소(lipofuscin)의 양은 끊임없이 증가하나 이 색소가 신경활동에 해를 입히는 것에 대해서는 아직 정확히 밝혀지지 않고 있다. 일상 수면시간은 나이에 따라 감소하며, 수면 4단계와 Rapid Eye Movement(REM) 수면에 소모하는 시간도 감소한다(Gambert, 1981). 그 결과로 노인은 깨어날 때 수면부족을 느끼게 된다. 또한 땀샘과 피부의 모세혈관의 손실, 혈관수축의 감소, 열 생산을 증가 시키기 위한 충분한 신진대사를 증가시킬 수 없기 때문에 노인은 추위에 노출될 때 젊은이보다 더 민감하게 반응하게 된다.

## 9. 감각기관(sensory organs)과 감각(sensation)의 변화

감각변화는 진행적이며 말년에 활동제한의 원인이 되기도 한다. 모든 감각기관은 70세 이상이 되면 어느

경도 기능의 변화가 온다. 일반적으로 노화에 따른 감각기능의 변화에는 감각역치(sensory threshold)의 증가와 감각 예민성(sensory irritability)의 감소가 있다. 또한 염증성 반응은 흔히 지연 되거나 감소되어 동통에 대한 자극을 감소시킨다. 많은 노인에 의해 묘사된 심근색중의 동통은 격렬하지 않다. 왜냐하면 노인은 부지순환(collateral circulation)이 발전되고, 괴사(necrosis)의 양은 노화 과정의 심장에서는 실제로 적기 때문이다.

다음은 감각기관의 변화양상이다.

1) 전정(vestibular)과 운동감각: 노인은 전정자극과 운동감각자극에 대한 반응도 감소한다. 이 두 감각은 평형, 조정, 체위를 유지하는데 도움을 주기 때문에 이 두 감각이 감소되면 일반적으로 불안정해지고 동작조정이 안되고 신체가 더 많이 흔들리게 된다.

2) 촉각과 압각: 피부에 균등하지 않은 압력이 가해지면 촉감을 느끼게 되며 실제 압각은 촉각과 구별하기가 어렵다. 노인인 관련된 변화는 파치니소체(pacini corpuscles), 그리고 마이스너소체(meissner's corpuscles)의 수가 감소한다. 그 결과 노인의 감각은 둔해지며, 반응을 일으키려면 좀 더 강하게 만져야 한다.

3) 시 각: 인간이 자신의 노화를 느끼게 되는 최초의 현상은 눈의 원근 조절능력의 저하 현상이다. 20~30대 젊은 사람의 근점거리는 10~14cm이나, 렌즈가 나이를 먹음에 따라 점점 굳어져 탄력성이 적어지므로 근점이 점차 멀어져, 50대에는 40cm, 60대에는 100cm의 현저한 증가가 나타난다(김정진, 1986). 시각조정의 감소는 30대부터 시작되어 나이가 먹음에 따라 점진적으로 감소된다. 결국 40~50대에서는 노안이나 근시를 초래하게 된다. 색 식별력은 노화과정에서 수정체의 황색화로 감소되어 청록색과 보라색을 잘 구별하지 못하게 된다. 이유는 황색 수정체가 이 색을 구별하지 못하기 때문이다. 노인은 가까운 물체에 촛점을 맞추는데 더 오랜 시간이 걸린다. 그리고 밝고 어두운 변화에 적응하는 능력이 감소된다. 노화에 따른 또 다른 변화는 노인환이 생기는 것이다.

4) 청 각: 나이를 먹음에 따라 코르티기관(corti organs)의 변화 혹은 제 8뇌신경의 신경세포의 소실,

고음의 지각상실로 인한 노인성 난청(presbycusis)과 점진적인 청력의 감소와 식별력의 감소를 초래한다. 노인성 난청은 여성보다는 남성에게서 더 많이 나타난다. 그러나 일상적인 회화에 필요한 주파수는 500~2,000Hz이기 때문에 노인들에게 있어 회화의 지장은 언어를 구사하는 능력의 장애때문에 생기는 경우가 더 많다고 한다(Parker, 1969)

5) 미 각: 노화에 따른 미각세포의 수는 감소되는 것으로 알려져 왔으나 확실히 증명되지는 못하고 있다. 그러나 Shock에 의하면 나이를 먹음에 따라 평균 taste threshold level이 증가 한다는 연구는 있었다. 미각의 감소는 음식의 기호를 변화시킨다. 그리고 노인들은 단맛을 잘 느낀다. 또한 탄수화물이 씹기 쉬우므로 노인들은 단 음식을 많이 소비하고 다른 음식을 거부하는 경향이 생긴다.

6) 후 각: 노인의 후각신경도 더 적은 세포가 작용하는 것으로 알려져 있다. 또한 감소된 후각은 식욕을 감퇴시킨다. 이것은 후각과 미각이 생리적으로 밀접한 관계가 있기 때문에 두 감각을 내장감각으로 분류하기도 한다.

### 10. 면역체계(immunity system)의 변화

노화에 따른 면역체계에 관한 두 가지의 견해가 있다. 널리 알려져 인정받고 있는 이론은 고령의 노인이 감염인자에 의해 면역체계가 부적당하게 반응하거나 지연된 반응을 보이므로 노인에게 있어서의 감염은 어린이보다 더 치명적이라고 주장한다. 과학자들은 또 노화에 따른 항체의 생산이 증가하여 자신의 조직을 인식하지 못하게 됨에 따라 자기 면역질환이 증가하게 된다고 주장한다. 그외에 노화에 따른 다른 변화로는 피부가 주름이지고, 건조해지며, 털들이 빠지고 면역반응이 부적절하게 나타나며, 쉽게 타박상을 입는것을 볼 수 있다(Bowlers, 1981).

### III. 결 론

연대기적 연령은 생리학적 연령이나 기관의 기능에 훌륭한 지침이 되지 못한다. 인종마다 나라마다, 또한 각 사람마다 더 나아가서는 각 개인의 각 기관마다 노화의 변화율은 다양하다. 노화현상은 40대이후부터 시작된다고 할 수 있으며, 50대까지는 경미하여 생리적인 노화현상 정도로 취급되고 있으나, 60~70세에



가서는 노화가 증대되어 노화현상과 질병과의 구분이 명확치 않을 수 있게 되고 70세 이후에는 노화자체로서도 생체에 장애를 가져올 수 있으며 80세 이상의 고령자에서도 노화에 의한 장기의 기능이 성숙기의 반감(半減) 정도로 감퇴된다(심동원, 1989). 일반 원칙에 따르면 75세의 노인은 최대의 노인 변화를 보이며 노화된 것으로 간주한다.

인간의 노화에 따른 신체의 기본적인 주요 변화를 보면 예비력(豫備力)의 저하를 볼 수 있는데 이는 최대능력과 일상활동에 필요한 능력과의 차이를 말한다. 노화는 이 예비력을 저하시킨다.

두번째로는 방위능력의 저하를 들 수 있다. 위협의 직면시 대피동작, 병원체 침입시 백혈구의 방위활동 및 면역반응의 작용이 활발하지 못해 그 결과 질병에 대한 저항력의 감퇴로 나타난다.

세번째로는 회복력의 저하로 조직의 상처나, 파르 또는 질병으로 인하여 기능이 상실되었을 때 원래의 상태로 돌아가려는 자연회복력의 기능이 저하된다.

네번째로 생체는 생활하고 있는 주위환경에 대해서 적응하도록 노력한다. 이 능력을 적응력이라고 하는데 이 기능의 저하를 가져오게 된다. 그리고 체격의 변화로 추간판의 위축과 척추의 굽곡으로 신장(身長)이 줄어드는데 이는 청년기와 비교해 2%정도가 감소한다. 또한 개인차가 크기는 하지만 체중의 차이가 생긴다. 이는 특히 골격근과 간장, 신장, 부신 등 장기의 감소에 의해 일어난다.

위에서 보듯이 모든 기관계의 보유능력(reserve capacity)이 감소되는 것을 볼 수 있다. 신체계통은 질병 중이나 사회적, 생리적 스트레스시 항상성을 유지할 수 있다. 기관계통은 스트레스에 대한 반응과 평형상태 복구에 더욱 장시간이 요구된다. 노인의 질병 중후는 비특이적이고 일반적 관념으로 노화과정을 여기기 때문에 쉽게 무시된다.

지금까지 인간이 태어난 후 노화되어 가는 동안의 변화를 알아보았다. 이러한 변화는 자연 현상으로 인간의 힘으로는 거역할 수 없는 것이므로 우리가 할 수 있는 것은 더 많은 관심과 연구로 좀 더 건강하고 신체의 장애나 질병을 최소화하여 보람된 노후를 보낼 수 있도록 노력해야 하는 일일 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김정진 : 생리학. 고문사, 1986

2. 보건사회부 : 보건사회통계연보, 제37호, pp 256~297, 1991
3. 심동원 : 노화과장(노화의 생리). 대한의학협회지 32(1), pp8~13, 1989
4. 전산초, 최영희 : 노인 간호학. 수문사, pp 132-167
5. 조유향 : 노인보건, 현문사, pp 13~36, 1989
6. Adams RD, Victor M : *Principles of neurology*. McGraw Mill, 3rd ed, pp449-458, 1985
7. Browlers LT, Portnol V, Kenney R : *Wear and tear : common biologic change of aging*, *Geriatrics* 36(4), pp77-86, 1981
8. Felicetta JV : *Thyroid change with aging : significance and management*, *Geriatrics* 42(1), pp86-92, 1987
9. Fries JF : *Aging, nature death, and the compression of morbidity*. *N Engl J Med* 303 : 130, 1980
10. Gambert SR, Duthie FH : *Sleep disorders : coping with a walking nightmare*. *Geriatrics* 36(9) 61-66, 1981
11. Greer M : *Dementia : a major disease of aging*. *Geriatrics* 37(4)101-107, 1982
12. Grigsby JS : *Paths for future population Aging*. *The gerontologist* 31(2) : 1-9, 1991
13. Kale SA, Johnes JV : *Rehabilitating the elderly arthritic*. *Geriatrics* 36(6) : 101-108, 198.
14. Kreisberg RA : *Aging, glucose metabolism, and diabets : current concepts*. *Geriatrics* 42(4) : 67-72, 1987
15. Miller M : *Fluid and electrolyte balance in the elderly*. *Geriatrics* 42(11) : 65-76, 1987
16. Parker W : *Hearing and age*. *Geriatrics* 24 : 151-157, 1969
17. Rossman : *Clinical Geriatrics*. Lippincattn 2nd ed, pp23-59
18. Scheibel ME, Schiebel AB : *Differential changes with old and new corties*. In Nandym K, and
19. Sherwin, I.(eds) : *The aging Brain and Senile Dementia*. New York, Plenum Pulishing, 1977
20. Shock NW : *The physiology of aging*. *Sci Am* 206 : 100, 1962