

[연수강좌]

노화의 진단 - 생체연령 측정의 실제

배 철 영

라쥬네스 노화방지센터

생물학적 연령과 생체표지자

노화방지와 수명연장의 목적은 수많은 생체표지자(bio-markers)를 적절한 수준으로 유지시키거나 복원시키는 것이라고 할 수 있다. 모든 과학의 기초는 연구하고자 하는 어떤 현상을 양적, 질적으로 측정하는 능력으로, 이런 과학적이고 객관적인 측정을 통해 우리는 어떤 상태를 파악하고 감시할 수 있는 자료를 얻을 수 있다. 개인의 생물학적 연령을 측정하여 노화의 정도와 속도를 파악할 수 있으며, 어떤 치료법이 노화를 치료하거나 수명을 연장시키는 효과가 있는지도 알 수 있다.

생물학적 연령을 측정하는 것은 수명연장과 노화방지에 관한 임상 진료와 연구에 있어서 기초가 된다. 노화과정은 30세 이상의 모든 사람이 갖게 되는 하나의 질병이라 할 수 있다. 따라서 노화를 진단하고 노화방지 치료의 효과 여부를 알기 위한 객관적인 방법들이 요구된다. 노화의 정도를 어떻게 객관적으로 알 수 있을 까?, 어떤 치료를 받아서 얼마나 좋아졌으며, 또한 젊어졌을까?, 그리고 과연 우리의 수명을 연장시킬 수 있을까? 하는 등등의 의문을 갖게 된다. 이에 대한 해답은 생체표지자를 검사하여 생물학적 연령을 측정함으로써 가능하다. 따라서 생체표지자를 검사하는 일은 노화방지 진료에 있어서 가장 필수적인 것이다.

따라서 단순한 연령이 아니라 생물학적으로 노화의 정도를 알 수 있는 생물학적 연령을 측정할 수 있는 방법들을 개발해야 할 것이다. 생물학적 연령은 연대기적 연령과 밀접하게 관련된 것으로 알려진 신체적, 생화학적, 정신적, 그리고 신체 측정학적 변수들을 종합하여 측정할 수 있다. 다양한 이러한 변수, 즉 생체표지자들을 조합하여 검사 배터리를 시행함으로써 생물학적 연령을 측정할 수 있다.

진료실에서 시행하는 생체표지자 검사

진료실 검사라고 해서 고가의 특별한 장비와 기구들을 요하지는 않는다. 통상적인 진료를 시행하는 대부분의 의사들은 일반적으로 이런 도구나 장비들을 가지고 있으며, 필요하면 몇 가지의 간단한 장비를 추가하면 그만이다. 여기에는, 그리고 시력, 청력, 근력, 비만도와 같은 신체적 능력의 측정과 소변, 타액, 혈액 등을 이용한 임상병리검사, 그리고 특수 검사들이 포함된다. 결과 해석은 일반적으로 20-30세 정상 성인에서 얻은 결과의 평균 수치를 참고치로 이용한다. 검사 종류보다는 검사 결과를 올바르게 해석하여 환자진료에 적용할 수 있는 깊은 지식이 필요하다.

1. Physical Tests

- 1) PFT : Forced Vital Capacity, FEV1
- 2) Near & Distance Visual Acuities
- 3) Audiometry
- 4) 수축기 혈압
- 5) 근력검사
- 6) Maximum Oxygen Uptake
- 7) 피부 탄력 검사

2. Biochemical Tests

- 1) Serum Cholesterol
- 2) HDL Cholesterol
- 3) Fibrinogen
- 4) Creatinine Clearance
- 5) Homocysteine

3. Hormone Tests

- 1) Luteinizing Hormone(LH)
- 2) Follicle Stimulating Hormone(FSH)
- 3) Free Testosterone
- 4) Estradiol
- 5) Tri-iodothyronine(T3)
- 6) Thyroid Stimulating Hormone(TSH)
- 7) DHEA-S
- 8) Melatonin
- 9) Growth Hormone & IGF-I

- superoxide dimutase
- glutathione peroxidase

5. DNA Damage/Repair Assessment
 - * 8-OHdG: intranuclear DNA damage
 - * Thio levels: intranuclear DNA repair capacity
6. Urinary 17-KS Sulfate/Urinary Creatinine
7. Basal Metabolic Rate
8. Brain Neurotransmitter: serotonin
9. Brain Electrical Activity Mapping: P300
10. Hair Analysis
11. 복부지방 및 대퇴부 근육 컴퓨터 단층 촬영
12. 뇌 MRI & MRA/경동맥 초음파/심장 초음파

4. 기타 검사

- 1) 골밀도/골대사지표 검사 : BMD/Osteocalcin & DYPD
- 2) 뇌기능검사 : 기억력 검사/스트레스 검사/우울증 검사

특수 생체표지자 검사

이들 검사들은 대부분의 진료실에 없는 장비나 도구가 있어야 하며 특별한 검사 기술을 요하고 비싸기 때문에 일반 진료실에서는 시행하기가 어렵다. 따라서 이들은 노화방지 영역에서 연구와 같은 특수한 목적으로 주로 사용되며, 일부 노화방지센터에서 사용하기도 한다.

1. Glycation - protein cross linking
 - * insulin/HbA1C or fructosamine
2. Methylation
 - * B6, B12, folate, homocysteine
3. Inflammation
 - * CRP, NF-kB
4. Oxidative Stress
 - * Serum & Cellular
 - oxidized LDL
 - water soluble antioxidants: vitamin C, glutathione
 - fat soluble antioxidants: CoQ10, beta- carotene, zeaxanthin, lutein, lycopene, retinal, tocopherol
 - 8 epi PGF2α: intracellular oxidative stress
 - lipid peroxidase: extracellular
 - total antioxidant capacity(TOAC)
 - * Mitochondria

BIO-AGE : 한국인의 생체연령 측정시스템 (www.bio-age.co.kr)

1. 개발 배경

현대적인 노화방지의학이 시작된 1970년대 이래로 학자들은 노화방지의학의 과학적인 개념과 프로토콜이 정확하게 적용될 수 있는 확실한 도구를 찾고 있었다. 이것이 바로 노화연령 측정 시스템이다. 그 동안 세계적으로 나름대로 다양한 생체표지자들을 이용하여 노화를 측정하는 시스템을 개발하려는 시도가 많았지만, 최근에 이르러서야 비로소 임상 진료에 적용하기 시작하였다.

일반적으로 개인의 노화 정도를 정확하게 측정한다는 것은 매우 어려운 일이지만, 임상에서는 노화에 따라 잘 변화하는 다양한 생체표지자를 검사하여 생물학적 연령을 측정함으로써 간접적으로 노화 정도를 파악한다. 지난 수십 년 동안 신체 내에서 연령에 따른 생화학적 또는 호르몬 변화와 같은 다양한 요인들에 대한 수많은 연구가 있었다. 이들을 우리는 생체표지자라 하며, 이들을 검사하여 노화 정도를 실제로 측정할 수 있는 가능성을 갖게 되었다.

이러한 개념은 1988년 워딘 박사가 처음으로 명확하게 정의하였으며, 그의 역작인 'Biological Aging Measurement'의 발간과 함께 노화방지의학 진료에 분수령이 되었다. 그러나 그동안 각각의 생체표지자 검사를 통한 개별적인 생물학적 연령은 측정할 수 있었지만, 수많은 생체표지자들을 종합한 진정한 생물학적 연령을 체계적으로 측정하는 것은 임상 자료의 부족으로 불가능하였다.

최근에는 이에 관한 임상 자료가 축적되어 몇몇 선진국에서 이제 막 노화연령 측정 시스템을 개발하여 임상에 적용하기 시

작하였으며, 우리나라는 아직도 이에 대한 연구가 미흡하여 임상에 적용할 수 있는 마땅한 도구가 없는 것이 현실이다. 최근 대한임상노화방지학회, 라주네스 노화방지센터, (주)페이지원(연구팀장 배철영)에 의해 외국 시스템보다도 더욱 발전된 체계적인 노화연령 측정시스템인 BIO-AGE를 국내 최초로 개발하여 우리나라 노화방지 진료에 새로운 장을 열었다.

BIO-AGE를 통해 개인의 노화 정도를 생물학적 연령으로 측정이 가능하게 되었으며, 식이요법과 운동 등과 같은 생활양식의 변화, 호르몬 치료, 항산화제 처방 등과 같은 대표적인 노화방지 치료의 효과를 객관적으로 판정할 수 있다. 나아가서는 동일한 환자에 대해 정기적으로 반복 측정하여 개인의 노화 속도를 파악할 수 있다.

2. 시스템 개요

일반적으로 개인의 노화 정도를 정확하게 측정한다는 것은 매우 어려운 일이지만, 임상에서는 노화에 따라 변하는 다양한 생체 표지자를 검사하여 생물학적 연령을 측정함으로써 간접적으로 노화 정도를 파악한다. 지금까지 각각의 생체 표지자 검사를 통한 개별적인 생물학적 연령은 측정할 수 있었지만, 수많은 생체 표지자들을 종합한 진정한 생물학적 연령을 체계적으로 측정하는 것은 매우 어려운 일이었다. 최근 국내 최초로 한국인 2,500여 명의 임상자료를 토대로 외국 시스템보다 정확한 생체연령 측정 시스템, BIO-AGE를 개발하여 노화방지와 건강진단 분야에 새로운 장을 열었다.

국내 최초로 개발된 BIO-AGE를 이용하면,

- 1) 개인의 생체연령을 정확하게 측정 할 수 있고
- 2) 노화방지 치료 효과를 객관적으로 판정할 수 있으며
- 3) 반복 측정하여 개인의 노화 속도를 파악할 수 있다.

3. 개발 의의

21세기에 들어서면서 학자들은 노화도 하나의 질병으로 간주하여 노화를 극복하려고 노력중이다. 문제는 그동안 노화를 과학적으로 정확하게 진단할 수 있는 방법이 없었다는 것이다. 어떤 질병이든 우선 진단이 가능해야 이를 토대로 치료 대상을 찾아내서 치료를 시작하고 일정한 치료 기간이 지나면 치료 효과를 판단해야 하는 것이다. 다시 말하면, 고혈압을 진단할 수 없다면 어찌 치료할 대상을 찾아낼 수 있으며, 치료를 하더라도 어떻게 치료 효과가 있는지를 알 수 있겠는가?

생체연령을 측정한다는 것은 결국 과학적으로 노화를 진단

한다는 의미이다. 생체연령을 측정하지 않는다면, 결국 노화를 제대로 진단할 수 없기 때문에 노화를 방지하기 위한 치료 대상을 찾아낼 수도 없고, 더군다나 노화방지를 위한 치료를 하더라도 그 효과 유무를 알아낼 수 없다는 것이다. 결국 국내 최초로 개발한 BIO-AGE를 통해 비로소 한국인의 노화를 전문적으로 진단할 수 있는 길이 열린 것이다. 의료적으론 노화방지 분야에서 이제야 비로소 전문적인 진료가 가능해졌다는 것을 뜻한다. 여기에 BIO-AGE의 커다란 의미가 담겨 있는 것이다.

4. 한국인의 생체연령을 측정하는 유일한 대안이 되는 이유

1) 지금까지 나온 대부분의 생체 연령 측정법은 일반인들에게 설문지나 간단한 테스트를 이용하여 신체적, 기능적 능력을 알아보는 것으로 진정한 생체연령을 측정하는 도구는 아니다.

2) 외국에도 생체연령을 측정하는 BIO-AGE와 유사한 것이 있긴 하지만, 여기저기서 수집한 불완전한 자료를 기초로 개발된 것이라 R^2 값을 제시하지 못한다.

3) 인종이나 나라에 따라 각각의 검사 평균치가 달라서 외국 시스템을 우리나라 환자에게 그대로 적용하기는 어렵다.

4) 설령 외국 시스템을 사용하려고 해도 비용이 엄청나고, 여러 가지 검사를 위한 혈액과 소변 등을 외국에 보내야 하는 등 번거로움이 많다. 이것은 국가적인 차원에서도 커다란 손실이다.

5. BIO-AGE의 우수성

1) 약 8년간 우리나라 환자 2,500여 명을 대상으로 건강 위험인자, 신체계측, 신체적 기능, 생화학적 검사, 호르몬 검사, 면역기능 검사, 산화 스트레스 검사, 뇌기능 검사, 동맥경화 검사 등 약 150가지의 검사 결과를 통해 산출되는 현재로서 가장 정확한 생체연령 측정법이다.

2) 매우 광범위하고 완전한 자료를 토대로 개발된 것이라 매우 정확하고 각 검사 항목간의 관련성이 높으며, 특히 상관계수($R=0.77$)와 설명력 ($R^2=0.60$)이 우수하다.

3) 일반인들이 아닌 임상 의사들이 사용하는 전문적인 시스템이다.

4) 외국 시스템에 비해 사용 비용이 훨씬 저렴하다.

6. BIO-AGE의 임상 적용 분야

BIO-AGE는 순수한 노화방지클리닉 뿐만 아니라, 일반

외래나 종합건강센터에서 시행한 검사의 종류와 수에 관계없이 자료를 입력하면 생체연령이 그래프로 만들어져 출력된다. 따라서 BIO-AGE는 다음과 같은 분야에서 광범위하게 이용할 수 있다.

- 일반 종합건강
- 정기적인 건강체크
- 노화방지
- 여성갱년기
- 남성갱년기
- 일반 외래

7. 실제적 장점

BIO-AGE의 실제적인 장점을 10가지로 요약하면 다음과 같다.

- 1) 한국인의 자료를 토대로 국내 최초로 개발된 생체연령 측정시스템이다.
- 2) 생체 연령은 신체적 연령, 생화학적 연령, 호르몬 연령, 전체 연령으로 세분되어 출력된다.
- 3) 노화방지 치료의 효과를 객관적으로 정확하게 판정할 수 있다.
- 4) 의사와 환자 모두를 위한 실제적인 상담 및 진료 가이드를 제공한다.
- 5) 순수 노화방지 진료뿐만 아니라, 종합검진, 여성 갱년기, 남성 갱년기 등과 같은 진료에 주로 적용된다..
- 6) 노화도 측정을 위한 검사 항목의 종류나 수에 관계없이 누구나 이용할 수 있다.
- 7) 동일한 환자에게 반복 측정하여 개인의 노화 속도를 파악할 수 있다.
- 8) 정기적인 시스템 개선을 통해 생체연령의 정확한 측정과 세분화가 가능하다.
- 9) 컴퓨터, 프린터, 기본 진료실 장비 이외에는 아무런 장비를 요하지 않는다.

BIO-AGE와 INNER-AGE (USA)의 비교

	BIO-AGE	INNER-AGE
시스템 개발 대상	한국인	외국인
자료의 완전성	완전	불완전
검사 종류와 수	다양한 검사	다양한 검사
검사항목간의 관련성	높다	낮다
상관계수	0.77	?
설명력 (R^2)	0.60	?
국내 환자에게 적용	가능	불가능
환자 일인당 사용비(원)	6만/환자(가입비 무료)	42만/환자(가입비 \$2,500)

- 10) 우리에게 부적합한 외국 시스템에 비해 이용료가 매우 저렴하다.

8. Bio-Age의 실제 효과

1) 진료의 차별화

생체연령 측정이라는 새로운 개념을 임상에 적용시켜 타 병의원에 비해 확실하게 차별된 진료를 제공할수 있다.

2) 환자와 의사 만족도 증가

환자 자신들에게 몸의 실제 나이를 알려주고 의사와 환자 모두를 위한 실제적인 상담 및 치료 가이드를 제공함으로써 진료에 대한 환자와 의사 모두의 만족도를 증가시킬 수 있다.

3) 병의원 홍보

생체연령 측정 시스템을 새롭게 임상에 이용함으로써 진료의 차별화와 환자 만족도 증가를 통해 타 병의원보다 한발 앞서간다는 이미지를 심어줄 수 있다.

4) 병의원 수입 증대

종합건강이나 기타 해당 분야의 검사 항목에 생체연령 측정 시스템을 포함시켜 진료 수준을 한 단계 높이고 궁극적으로 병의원의 수입 증대를 꾀할 수 있다.

참고문헌

1. Bourliere F. The assessment of Biological age in man. WHO, Geneva, 1970.
2. Brown KS, Math B, Forbes WF. A mathematical model of aging processes. J Gerontollogy 1974; 29-1:46-51.
3. Dean Ward. Biological aging measurement. the Center for Biogerontology, 1988.
4. Ludwig FC, Masoro EJ. The measurement of

- biological age. Exp Aging Research, 1983;9-4: 219-220.
5. Orfali S, Potter B. Fountain of youth, Ronin Publishing, Inc, USA, 2001.
6. Reff ME, Schneider EL. Biological markers of aging, Washington, USDHHS, NIH, PHS, 1982.
7. Schneider EL, Rowe JW. Handbook of biology of aging. Academic Press, Inc., 1996
8. Vincent Giampapa. Anti-aging medicine and age management. Nesbitt Graphics Inc., 2003.
9. Young JC, Rickert WS. Concerning the precision of ageestimates based on biological parameters. Exp Geront 1973;8:337-343.
10. 배철영. 노화방지의학에서의 노화도 측정 및 평가. 대한임상노인의학회지 2002;1-2:31-40.
11. 배철영. 노화의 진단-생체연령 측정의 실제. 대한노화방지연합회 창립 학술대회, 2003.