



아주 쉬운 회춘의 원리

노화의 12가지 특징과 식이를 통한 회춘

컬러 PDF · 개인 영구 소장

이 PDF는 무료 샘플입니다

이 책의 앞표지와 앞 50쪽, 뒤표지를 읽어 보실 수 있습니다. 51쪽부터는 ssbook.kr에서 구매하시면 전체를 보실 수 있습니다.

ssbook.kr/book/rejuvenation

POD 정가 ~~18,000원~~ → **10,800원** (60%)

ssbook.kr 홈페이지 안내

- **시리즈별 서가** — 인삼 · 오토파지 · 식물성 저탄고지 · 단식 · 생물리학 · 독립영양인간 · 중고등학교 교재 · 채식 · 라이프스타일 · 고대사
- **책마다 고유 주소** — 링크를 보내면 누구나 표지·소개·무료 샘플을 볼 수 있습니다
- **구매** — 회원가입(이메일 인증) 후 카드 결제(쿠키페이) → 내 서재에서 전체 컬러 PDF 내려받기
- **가격** — 종이책 POD 가격의 60%, 전 페이지 컬러 PDF
- **이용 범위** — 개인 영구 소장 가능, 공개 배포·재판매·공유 금지(내려받은 파일에는 구매자 정보가 표시됩니다)
- **책 신청 게시판** — 회원은 자유게시판에서 원하는 책 내용을 신청할 수 있습니다

노화의 열두 가지 특징에서 리프로그래밍 · 세놀리틱 · 단식까지

아주 쉬운 회춘의 원리

우리는 왜 늙고, 어디까지 되돌릴 수 있는가



왜 늙는지, 무엇이 늦춰지고 어디까지 되돌아가는지 선을 긋는다

이광조 지음

S SSP 과학과영성출판사

노화의 열두 가지 특징에서 리프로그래밍 · 세놀리틱 · 단식까지

아주 쉬운 회춘의 원리

우리는 왜 늙고, 어디까지 되돌릴 수 있는가

이광조 지음

 과학과 영성출판사

차례

1부 · 늙는다는 것

제1장 첫 번째 일요일 — 우리는 왜 늙는가	14
세 세대가 한 상에	14
노화는 언제 시작되는가	15
곰페르츠의 무서운 법칙	16
왜 늙도록 진화했을까	17
마모인가 프로그램인가	19
이 책의 약속	20
제2장 노화는 병인가, 자연인가	22
필성의 반론	22
세 가지 기준으로 따져보기	23
제로사이언스라는 발상	23
왜 나이가 그렇게 큰 위험인가	25
제도는 어떻게 움직였나	26
필성의 반문	27
제3장 나이에는 여러 개가 있다	29
같은 일흔여덟이 아니다	29
흩어짐이 커진다	30
그 자리에서 재는 나이	31
나이를 재는 더 정밀한 방법	32
나이를 아는 것이 왜 중요한가	33
제4장 수명과 건강수명 — 오래 사는 것과 잘 사는 것	35
십 년의 차이	35
네 가지 시나리오	36
최대수명과 기대수명은 다르다	36
백 살까지 산다는 것	37
건강수명을 늘리는 것은 무엇인가	38
제5장 노화를 재는 자 — 생물학적 나이 시계	41
나이를 맞추는 기계	41
시계는 여러 개다	42
이 시계가 정말 노화를 재는가	43

상업 검사를 만났을 때	45
그래도 시계가 준 것	45
2부 · 노화의 열두 가지 특징	
제6장 노화의 지도 — 열두 가지 특징	48
흩어진 조각을 모으다	48
열두 개의 목록	49
열두 개는 따로 놀지 않는다	51
지도를 읽는 법	52
제7장 유전체 불안정성과 텔로미어 마모	54
하루에 만 번의 손상	54
조로증이 알려준 것	55
텔로미어 — 신발끈의 마개	55
텔로미어에 대한 세 가지 오해	57
그럼 텔로미어 검사는	58
생활습관과 텔로미어	58
제8장 후성유전의 표류 — 악보는 그대로인데 연주가 달라진다	60
같은 유전자, 다른 세포	60
표시는 두 가지	61
나이가 들면 표시가 흐트러진다	62
왜 이게 특별한가	62
우리가 붙이는 스티커	64
제9장 단백질 항상성과 자가포식 — 청소가 멈출 때	66
공장에는 폐기 라인이 있다	66
접힘이 왜 그렇게 중요한가	67
자가포식 — 세포가 자기를 먹는다	68
나이가 들면 청소가 느려진다	69
그럼 지금 할 수 있는 것	70
제10장 영양 감지의 어긋남 — mTOR·AMPK·시르투인·NAD+	72
몸은 풍년인지 흉년인지 안다	72
네 개의 감지기	73
선충 한 마리가 바꾼 역사	74
라론 증후군이라는 단서	75
NAD+와 시르투인 — 뜨거웠던 이야기	76

가장 확실한 손잡이	78
제11장 미토콘드리아 — 낡은 발전소	79
세포 안의 발전소	79
하는 일과 새는 것	80
나이가 들면 발전소가 어떻게 되나	82
근육이 먼저 티가 난다	82
미토콘드리아를 위한 실천	84
제12장 세포 노화 — 좀비세포와 SASP	85
죽지도 않고 일하지도 않는	85
원래는 치워진다	86
SASP — 뿜어내는 것들	87
다 없애면 안 되는 이유	88
어떻게 알아보는가	89
제13장 줄기세포 고갈과 세포 간 소통	91
예비 부품 창고	91
고갈되는 세 가지 방식	92
신호가 엇갈린다	93
콜라겐과 가교	94
그래서 재생을 돕는 법	95
제14장 만성 염증 — 인플라메이징	97
꺼지지 않는 잔불	97
잔불은 어디서 오는가	98
염증이 병을 만드는 방식	99
불을 끄는 안전한 방법	100
제15장 장내미생물 불균형	102
몸속의 텃밭	102
나이가 들면 텃밭이 달라진다	103
생쥐가 보여준 놀라운 실험	104
유산균은 효과가 있는가	105
텃밭을 가꾸는 확실한 방법	106
3부 · 몸에서 벌어지는 일	
제16장 피부 — 가장 먼저 보이는 노화	109
거울이 먼저 안다	109

피부에서 벌어지는 일	110
먹는 콜라겐은 어떻게 되나	111
근거가 있는 것과 없는 것	111
피부는 창문이다	113
제17장 근육과 뼈 — 근감소증과 노쇠	114
일어서기가 힘들어질 때	114
근육은 얼마나 빨리 줄어드나	114
근감소증과 노쇠는 다르다	115
뼈 — 조용히 진행된다	116
무엇을 해야 하는가	117
제18장 혈관 — 혈관의 나이가 곧 몸의 나이	119
파이프가 딱딱해진다	119
혈압이 안 오르는 사람들	120
혈관 나이를 재는 법	121
혈압 목표는 어디인가	122
뇌와 혈관은 한 몸이다	122
제19장 뇌 — 인지노화와 치매는 다르다	124
깜빡하는 것과 병인 것	124
무엇이 줄고 무엇이 남는가	125
뇌에서 실제로 벌어지는 일	126
치매 위험은 얼마나 바꿀 수 있는가	127
뇌를 위해 무엇을 하나	128
제20장 내분비 — 갱년기·남성 갱년기·소마토포즈	129
하경의 차례	129
호르몬은 시간표를 따라 줄어든다	129
폐경 — 무엇이 일어나는가	130
호르몬 치료, 어떻게 볼 것인가	131
남성 갱년기와 테스토스테론	132
성장호르몬 — 가장 오래된 유혹	133
제21장 면역 — 면역노화와 예방접종	134
왜 노인은 감염에 약한가	134
홍선이라는 열쇠	135
가장 저평가된 개입	136
감염 한 번이 남기는 것	137

제22장 감각과 잠 — 눈·귀·수면의 변화	139
세상이 좁아진다	139
눈에서 일어나는 일	140
귀 — 가장 과소평가된 문제	141
잠 — 줄어드는 게 아니라 흩어진다	142
잠을 방해하는 것들	143
 4부 · 회춘의 과학	
제23장 회춘이라는 말 — 무엇이 되돌려지는가	146
브라운세카르의 주사	146
회춘이라는 말을 정의하자	147
무엇을 재야 되돌아갔다고 할 수 있나	148
무엇이 되돌아가고 무엇이 안 되나	149
4부를 읽는 법	150
제24장 야마나카 인자와 부분 리프로그래밍	152
네 개의 유전자	152
시계가 뒤로 간다	152
부분 리프로그래밍	154
무엇이 남았는가	155
조심해야 할 두 가지	155
제25장 세놀리틱 — 좀비세포를 걷어내다	157
다시 걷기 시작한 늙은 생쥐	157
세놀리틱이라는 발상	157
동물에서 확인된 것	159
왜 어려운가	160
그런데 이미 팔고 있다	160
지금 할 수 있는 것	161
제26장 젊은 피의 진실 — 병체결합이 알려준 것	163
두 마리를 잇다	163
무엇이 좋아졌나	164
중요한 것은 무엇을 더하는가가 아니었다	164
상업 시술은 어떻게 됐나	166
그럼 현혈은?	167
제27장 줄기세포와 재생의학	169

두 개의 세계	169
줄기세포는 무엇을 할 수 있나	169
무릎 주사는 효과가 있나	170
위험도 있다	172
그래도 재생의학은 오고 있다	172
제28장 텔로머라제와 유전자 치료 — 암이라는 벽	174
마개를 다시 붙일 수 있다면	174
텔로머라제를 켜면	174
생쥐에서는 됐다	175
유전자 치료 자체는 어디까지 왔나	176
다시 저울	177
제29장 장기를 바꾸는 길 — 재생과 이종이식	179
부품을 바꾼다는 발상	179
왜 장기가 필요한가	179
이종이식 — 돼지에서 사람으로	180
만들 수 있는 것과 없는 것	181
노화 관점에서 본 장기 교체	182
제30장 어디까지 왔나 — 생쥐와 사람 사이의 거리	184
왜 생쥐에서 되는 것이 사람에서는 안 되는가	184
사다리에 올려놓기	185
실패가 아니라 단계	187
그래서 지금 무엇을 할 것인가	187
5부 · 먹는 것과 노화	
제31장 칼로리 제한 — 가장 오래된 연장	190
1935년의 쥐	190
원숭이 두 연구의 엇갈림	191
사람에게서 확인된 것	192
누구에게 권하고 누구에게 위험한가	193
무엇이 진짜 효과를 내는가	193
제32장 단식과 시간제한식사	196
언제 먹는가	196
단식의 여러 형태	196
몸에서 무슨 일이 일어나나	197

정말 효과가 있는가	198
조심해야 할 사람들	199
그래서 하경 씨는	200
제33장 식물성 식단과 폴리페놀	202
지중해와 오키나와	202
무엇이 공통인가	202
무엇을 늘리고 무엇을 줄일까	204
폴리페놀 — 무지개를 먹는다	204
실제로 어떻게 먹을까	206
완전 채식은 어떤가	206
제34장 식물성 저탄고지 — 두 흐름이 만나는 자리	208
따로 놓여 있던 세 가지	208
같은 이름, 다른 두 식단	208
케톤을 — 접시를 숫자로 읽는 법	210
재료를 세 무리로 나눈다	211
왜 하필 '식물성' 저탄고지인가	212
정리 — 세 흐름이 한자리에서 만난다	212
제35장 케톤체 — 칼로리 제한을 흉내 내는 스위치	214
연료인 줄만 알았던 것	214
BHB가 여는 첫 번째 스위치 — 유전자 자물쇠	214
두 번째 스위치 — 염증 경보기를 끈다	215
부티르산 — 채소 쪽에서 오는 같은 열쇠	216
칼로리 제한 모방 — 굶지 않고 굶은 상태	216
정직하게 그어 두는 선	218
제36장 케톤에서 좀비세포까지 — 자가포식이 잇는 사슬	220
흩어진 장들을 한 줄로	220
첫째 고리 — 인슐린이 내려간다	220
둘째 고리 — 청소 스위치가 켜진다	221
셋째 고리 — 낡은 발전소를 갈아 끼운다	222
넷째 고리 — 좀비세포가 덜 생긴다	222
다섯째 고리 — 이미 생긴 좀비세포는 덜 시끄러워진다	223
사슬 전체를 등급으로	224
그래서 누가 하면 안 되는가	225
제37장 3위1체가 기본이고, 체질은 그 위의 조정이다	228

왜 같은 식단이 다르게 듣는가	228
채식이 문제가 아니라, 제대로 하느냐가 문제다	228
필수아미노산과 필수지방산 — 기본충이 채우는 것	229
권장량이라는 오해 — 채우는 것과 넘치는 것은 다르다	231
미네랄 과잉이 왜 문제인가 — 특히 철	232
3위1체 — 채식 재료를 세 무리로	234
체질 넷을 한 문단으로	234
그룹별 체질 배정	235
조리법·수분·온도 — 같은 재료를 다르게 다룬다	236
양·시간·횟수 — 체질론이 실제로 쓸모 있는 자리	237
이 표를 쓰는 올바른 방법	239
제38장 지방은 하나가 아니다 — 사슬 길이와 담즙, 그리고 체질	241
같은 '지방'이라는 말 아래	241
장쇄지방 — 담즙이 있어야 들어온다	242
중쇄지방 — 지름길로 간다	243
단쇄지방 — 우리가 먹는 것이 아니다	243
담즙의 되돌이 — 장간순환	244
체질로 어떻게 옮길 것인가	246
제39장 단백질의 역설 — 근육과 mTOR 사이	249
서로 반대인 두 조언	249
나이가 답을 가르친다	250
몰아 먹기와 나눠 먹기	251
운동 없이 단백질만 먹으면	252
동물성인가 식물성인가	253
제40장 노화억제 후보물질 — 라파마이신·메트포르민·NMN	255
이스터섬에서 온 약	255
생쥐의 수명을 늘린 약	255
메트포르민 — 기대와 현실	256
NMN과 NAD ⁺ 부스터	258
그 밖의 후보들	259
그럼 무엇을 해야 하나	259
제41장 보충제 시장의 해부	261
하경의 서랍	261
왜 이런 시장이 생기는가	261

다섯 가지 함정	262
서랍 정리	262
물어야 할 질문	264

6부 · 생활이라는 처방

제42장 운동 — 모든 축에 듣는 단 하나 267

약이라면 모두가 먹을 것	267
열두 특징에 어떻게 듣는가	267
얼마나, 어떻게	269
얼마나 강하게 해야 하나	269
늦게 시작해도 되는가	270
운동을 못 하는 경우	271
필성의 처방	272

제43장 잠 — 뇌를 씻어내는 시간 273

왜 자야 하는가	273
잠이 부족하면 벌어지는 일	274
얼마나 자야 하나	274
나이 들면 왜 못 자나	276
술과 잠	276
낮잠은 어떤가	277

제44장 스트레스와 마음 279

만성 스트레스가 하는 일	279
통제감이라는 열쇠	279
텔로미어 연구의 교훈	280
그럼 무엇을 하나	281
마음의 자세와 수명	282

제45장 관계와 고독 — 사회적 노화 284

흡연만큼	284
고독과 고립은 다르다	285
왜 관계가 몸에 영향을 주나	285
목적이라는 변수	286
관계는 관리할 수 있는가	287
돌보는 사람의 건강	288

제46장 햇빛·공해·독성 — 바깥에서 오는 노화 290

몸 밖에서 오는 것들	290
담배 — 가장 큰 것부터	290
대기오염 — 피할 수 없는 것	291
햇빛 — 두 얼굴	292
중금속과 화학물질	293
6부를 닫으며	294

7부 · 오래 산 사람들

제47장 백세인 — 무엇이 달랐나	297
백 살까지 산 사람들	297
백세인 연구가 알아낸 것	298
유전은 얼마나 중요한가	299
어떤 유전자인가	299
백세인 연구의 함정	300
담배 피우는 백세인	301
제48장 블루존의 진실과 과장	303
다섯 개의 마을	303
가장 확실한 사례	303
의심받는 사례들	304
그래도 남는 공통점	305
블루존에서 진짜 배울 것	307
제49장 유전인가 습관인가	308
오래된 질문	308
사회경제적 요인이라는 큰 몫	309
그렇다면 개인은 무력한가	310
가족력을 어떻게 쓸 것인가	311
7부를 닫으며	311

8부 · 마무리

제50장 체질론이 과학이 되려면 — 스무 가지 연구	314
마지막에 남겨 둔 숙제	314
첫째 묶음 — 먼저 풀어야 할 기초 (1~5)	315
둘째 묶음 — 무엇으로 짤 것인가 (6~10)	315
셋째 묶음 — 어떻게 시험할 것인가 (11~16)	317
넷째 묶음 — 제도와 투명성 (17~20)	318

무엇이 남고 무엇이 사라질까	318
제51장 노화를 대하는 태도 — 거부·수용·개입 사이	321
필성의 시간	321
세 가지 태도	322
나이 탓이라는 함정	322
그렇다고 다 고쳐야 하는가	323
무엇을 위해 오래 사는가	324
죽음에 대해	325
제52장 마지막 일요일 — 세 세대의 결론	327
열두 번째 일요일	327
다움의 결론	327
하경의 결론	328
필성의 결론	329
서 교수의 결론	330
마지막 표	331
감나무 아래에서	332
 부록	
부록 A 용어 사전	334
부록 B 나의 노화 점검표	337
부록 C 생물학적 나이와 기능 지표 요약	341
부록 D 근거 등급표 — 이 책이 다룬 개입 전체	344
부록 E 노화 연구 연표	349
부록 F 더 읽을거리와 데이터베이스	351

1 부

늡는다는 것

제1장 첫 번째 일요일 — 우리는 왜 늙는가

세 세대가 한 상에

서울 은평구의 오래된 아파트. 거실 창가에 화분이 스무 개쯤 놓여 있다. 일요일 오후 세 시, 초인종이 울린다.

필성 어서 와. 십 분이나 늦었네.

서 교수 자네 집 계단이 높아졌어.

필성 계단은 그대로야. 자네 무릎이 낮아진 거지.

두 노인이 웃는다. 부엌에서 머느리 윤하경이 차를 내온다. 소파 끝에는 손녀 다음이 휴대전화를 보고 있다.

하경 교수님, 오늘부터 정말 열두 번 하시는 거예요?

서 교수 그러기로 했습니다. 필성이가 하도 졸라서요.

필성 내가 졸랐다고? 자네가 먼저 "늙는 게 뭔지 제대로 알려주겠다"고 했잖아.

서 교수 그랬던가. 어쨌든 오늘부터 열두 번, 일요일마다 노화 이야기를 합니다. 하경 씨도 계시고, 다움 학생도 있고.

다움 (고개를 들며) 저도 들어야 돼요? 저 열다섯 살인데요.

서 교수 다움 학생, 지금 몇 살이라고요?

다움 열다섯이요. 중2예요.

서 교수 그럼 다움 학생은 이 자리에서 제일 중요한 사람입니다.

다움 왜요?

서 교수 두 가지 이유가 있어요. 첫째, **중학교 이학년이 못 알아듣는 설명은 설명이 아니라 암호입니다.** 내가 어려운 말을 쓰면 바로 손을 들어 줘요. 그게 다움 학생 일이에요.

다음 그건 할 수 있어요. 두 번째는요?

서 교수 둘째, 노화는 늙은 사람의 이야기가 아니라 살아 있는 모든 사람의 이야기거든요. 다음 학생 몸에서도 지금 노화가 진행되고 있습니다.

다음 네? 저 열다섯인데요?

서 교수 오늘 그 얘기부터 합시다.

노화는 언제 시작되는가

서 교수 자, 질문을 하나 던질게요. 사람의 몸은 몇 살에 가장 좋을까요?

하경 이십 대 아닌가요?

필성 나는 서른 넘어서가 더 좋았던 것 같은데.

서 교수 기능마다 다릅니다. 표로 보죠.

[표 1-1] 몸의 기능은 저마다 다른 나이에 정점을 지난다

기능	대체로 정점인 나이	그 뒤의 변화
뼈 밀도	25~30세	이후 서서히 감소, 여성은 폐경 후 급감
최대산소섭취량	20세 전후	10년마다 약 10%씩 감소
근육량	25~30세	30세 이후 10년마다 3~8% 감소
신장 여과율	30세 전후	이후 해마다 조금씩 감소
수정체 조절력	10대	40대에 노안으로 드러남
처리 속도(생각의 빠르기)	20대 초반	서서히 감소
어휘력·지식	50~70세	오래 유지되거나 늘어남
감정 조절 능력	중년 이후	대체로 좋아짐

다음 어? 뼈가 스물다섯에 제일 좋아요?

서 교수 그렇습니다. 그러니까 다음 학생은 지금 뼈를 짓는 중이에요. 열다섯에 뼈에 얼마나 저축하느냐가 일흔다섯에 얼마나 남아 있느냐를 정합니다.

하경 그건 처음 들어요.

서 교수 이게 오늘 첫 번째 중요한 말입니다. **노화는 어느 날 시작되는 사건이 아니라, 태어나서부터 이어지는 과정입니다.** 다만 젊을 때는 짓는 속도가 허무는 속도보다 빨라서 안 보일 뿐이에요.

필성 그러다 어느 순간 뒤집힌다는 거지.

서 교수 뒤집히는 게 아니라 **서서히 기울어집니다.** 그리고 그 기울기를 재는 방법이 있어요. 다음 장에서 볼 겁니다.

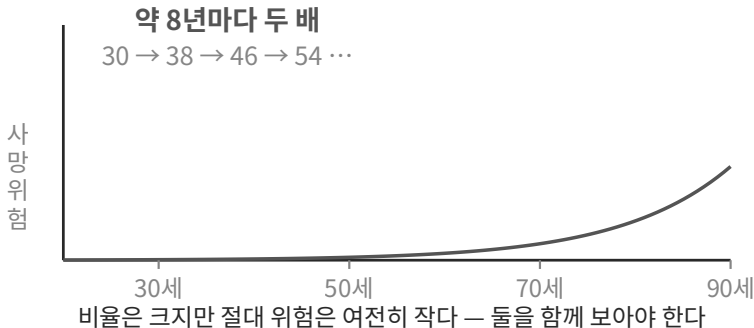
곰페르츠의 무서운 법칙

서 교수 이제 좀 무서운 이야기를 하겠습니다. 다음 학생, 겁먹지 말고 들어요.

서 교수 1825년에 벤저민 곰페르츠라는 영국 사람이 발견한 게 있어요. 그는 보험회사에서 일했습니다.

하경 보험이요?

서 교수 사람이 몇 살에 죽는지를 알아야 보험료를 매길 수 있으니까요. 그가 자료를 모아 보니 **사망 위험이 나이에 따라 일정하게 곱해지며 커지더라**는 겁니다.



[그림 1-1] 나이에 따라 사망 위험이 커지는 방식

서 교수 사람의 경우 **대략 8년마다 사망 위험이 두 배**가 됩니다.

다음 두 배요?

서 교수 계산해볼까요. 서른 살의 위험을 1이라고 하면, 서른여덟은 2, 마흔 여섯은 4, 쉰넷은 8, 예순둘은 16, 일흔은 32, 일흔여덟은 64입니다.

필성 내가 서른 살 때보다 예순네 배 위험하다는 거군.

서 교수 통계적으로는 그렇습니다. 그런데 필성이, 지금 위험한 느낌이 드나?

필성 전혀. 어제 등산 갔다 왔는데.

서 교수 그게 중요한 지점이에요. **위험이 예순네 배라는 건 원래 값이 아주 작았다는 뜻이기도 합니다.** 서른 살의 1년 사망 확률이 0.1% 정도라면, 일흔여덟은 6% 남짓이에요. 백 명 중 아흔넷은 내년에도 멀쩡합니다.

하경 아, 그렇게 보니까 좀 낫네요.

서 교수 숫자를 볼 때는 언제나 **몇 배인가와 몇 퍼센트인가를 같이 봐야 합니다.** 이 책 전체에서 계속 지킬 규칙이에요.

왜 늙도록 진화했을까

다음 근데 이상해요. 안 늙는 게 좋은 거 아니에요? 왜 진화가 안 늙게 안 만들었어요?

| 서 교수가 찻잔을 내려놓는다.

서 교수 다음 학생, 그건 이 분야에서 백 년 동안 다룬 질문이에요. 답이 세 개 있습니다.

[표 1-2] 왜 늙도록 진화했는가 — 세 가지 설명

설명	요지	쉬운 비유
돌연변이 축적	늙어서만 해로운 유전자는 자연선택이 걸려 내지 못해 쌓인다	정년 뒤에만 문제가 되는 규정은 아무도 고치지 않는다
길항적 다면발현	젊을 때 이로운 유전자가 늙어서는 해로울 수 있는데, 자연선택은 젊을 때를 택한다	지금 잘 달리는 대신 나중에 무릎이 상하는 계약
일회용 체세포	자원이 한정되어 있어 번식에 쓰면 수리에 덜 쓴다	예산이 정해진 회사가 신제품과 설비보수 중 신제품을 택한다

서 교수 세 설명은 서로 배타적이지 않습니다. **다 조금씩 맞습니다**〔근거 B〕.

필성 결국 자연은 우리가 오래 사는 데 관심이 없다는 거군.

서 교수 정확합니다. 진화는 **오래 사는 개체가 아니라 자손을 많이 남기는 개체를 고릅니다**. 번식을 마친 뒤의 몸에는 관심이 적어요.

하경 좀 서운한데요.

서 교수 그런데 여기에 반전이 있습니다. 다음 학생, 할머니가 왜 있을까요?

다음 네?

서 교수 사람은 여성이 번식을 마친 뒤에도 수십 년을 삽니다. 동물 중에 이런 종은 아주 드물어요. 범고래하고 몇 종뿐입니다.

하경 왜 그렇죠?

서 교수 **할머니 가설**이라는 게 있어요. 손주를 돌보는 할머니가 있으면 그 집 안의 아이들이 더 잘 자란다는 겁니다. 그러니 오래 사는 것이 유전자에도 이득이 됐다는 거죠〔근거 C〕.

필성 내가 다음이 어릴 때 업고 다닌 게 진화적 의미가 있었다는 거야?

서 교수 (웃으며) 그 가설이 맞다면 그렇지.

다음 할아버지가 저 업고 다녔어요?

필성 네가 세 살 때 온 동네를 업고 다녔다.

마모인가 프로그램인가

서 교수 자, 이제 오늘의 핵심 질문입니다. 노화는 몸이 닳는 것일까요, 아니면 정해진 프로그램일까요?

하경 저는 닳는 쪽이라고 생각했는데요. 기계처럼요.

서 교수 오랫동안 그렇게 봤습니다. 그런데 그 설명만으로는 안 되는 게 있어요.

마모 이론만으로 설명이 안 되는 것들

1. 같은 종 안에서도 수명이 크게 다르다. 같은 생쥐라도 유전자 하나를 바꾸면 두 배 오래 산다.
2. 몸 크기와 수명이 비례하지 않는다. 박쥐는 생쥐만 한데 열 배 오래 산다. 벌거숭이두더지쥐는 30년을 산다.
3. 늙은 세포를 젊게 되돌릴 수 있다. 닳아 없어진 것이라면 되돌릴 수 없어야 한다.
4. 어떤 동물은 거의 늙지 않는다. 히드라와 일부 거북은 나이가 들어도 사망률이 거의 오르지 않는다.

다움 되돌릴 수 있어요?

서 교수 그게 이 책 4부의 주제입니다. 세포 수준에서는 이미 되돌리고 있습니다 [생쥐 B / 사람 D] .

하경 사람은 아니고요?

서 교수 사람은 아직입니다. 그 사이의 거리가 이 책에서 제일 중요한 부분이에요. 30장을 통째로 거기에 쓸 겁니다.

서 교수 오늘의 답은 이렇습니다. 노화는 순수한 마모도 아니고 정해진 프로
그램도 아닙니다. 유지·보수에 얼마나 투자하느냐의 문제에 가깝습
니다. 그리고 투자의 정도는 조절할 수 있는 여지가 있습니다.

이 책의 약속

서 교수 시작하기 전에 약속을 두 가지 하겠습니다. 첫째, 모든 주장에 근거
의 등급을 붙이겠습니다.

[표 1-3] 이 책에서 쓰는 근거 등급

등급	뜻	예
A	큰 집단에서 여러 번 반복 확인	운동이 사망률을 낮춘다
B	여러 연구가 같은 방향, 효과는 작거나 논란 있음	지중해식 식단과 심혈관 위험
C	소규모 연구뿐이거나 결과가 엇갈림	NMN 보충제의 기능 개선
D	이론적 추정이거나 동물 근거뿐	사람에서의 리프로그래밍 회춘

서 교수 둘째, 동물에서 된 것과 사람에서 된 것을 반드시 나누어 말하겠습니다.

필성 그게 그렇게 중요한가?

서 교수 이 분야 과장의 90%가 거기서 나옵니다. "수명이 30% 늘었다"는 기
사를 보면 거의 언제나 생쥐 이야기예요. 그래서 이 책에서는 이렇
게 씁니다. [생쥐 A / 사람 D] — 생쥐에서는 튼튼하게 확인됐고
사람에서는 근거가 없다는 뜻입니다.

하경 그 표시만 봐도 알겠네요.

다음 교수님, 저 질문이요. 그래서 우리 안 늙을 수 있어요?

| 서 교수가 잠시 창밖을 본다.

서 교수 다음 학생, 솔직하게 답할게요. 안 늙는 건 안 됩니다. 적어도 지금
과학으로는요. 그런데 늦추는 건 됩니다. 그리고 일부는 되돌아갑니

다. 어디까지가 되고 어디부터가 안 되는지, 그 선을 같이 그어보는 게 열두 번의 목적이예요.

필성 나는 늦추는 데는 관심 없고 잘 끝내는 데 관심이 있어.

서 교수 그것도 이 책의 주제야. 45장에서 자네 이야기를 길게 할 거야.

1장을 한 문장으로

노화는 어느 날 시작되는 사건이 아니라 짓는 속도와 허무는 속도의 기울기이며, 진화는 우리를 오래 살게 만들 이유가 없었지만 그렇다고 노화가 되돌릴 수 없는 마모인 것도 아니다.

| 창밖으로 해가 기운다. 하경이 찻물을 새로 올린다.

서 교수 다음 시간에는 좀 논쟁적인 질문을 합니다. **노화는 병인가?** 필성이
가 아주 싫어할 주제야.

필성 벌써 싫은데.

제2장 노화는 병인가, 자연인가

필성의 반론

| 두 번째 일요일. 필성이 먼저 입을 연다.

필성 지난주에 자네가 낸 숙제를 생각해봤네. 노화가 병이냐고?

서 교수 결론이 났나?

필성 병이 아니야. 병은 남들은 안 걸리는데 나만 걸리는 거지. 늙는 건 다 늙어. 그럼 그게 어떻게 병인가.

서 교수 아주 좋은 정의야. **병은 정상에서 벗어난 상태**라는 거지. 그런데 필성이, 충치는 병인가?

필성 병이지.

서 교수 사람의 거의 90%가 충치를 겪는데도?

필성 ...음.

서 교수 골다공증은? 노안은? 고혈압은? **나이가 들면 대부분이 겪는데** 우리는 그걸 **병이라 부르고 치료합니다.**

하경 어... 그러네요.

서 교수 그러니까 "흔하면 병이 아니다"는 기준은 잘 안 맞습니다. 그럼 다른 기준을 찾아야죠.

세 가지 기준으로 따져보기

[표 2-1] 노화를 병으로 볼 것인가 — 세 기준으로 따져보면

기준	노화는 여기에 맞는가	판정
정상에서 벗어났는가	모두가 겪으므로 "정상"에 속한다	아니다
기능을 떨어뜨리는가	분명하게 떨어뜨린다	그렇다
고통과 죽음을 부르는가	만성질환 위험의 최대 요인이다	그렇다
개입할 수 있는가	늦출 수 있다는 증거가 쌓이고 있다	부분적으로 그렇다

다움 두 개는 맞고 한 개는 틀리네요?

서 교수 그래서 학계가 갈립니다. 그리고 이견 말장난이 아니에요. 어느 쪽으로 정하느냐에 따라 실제로 달라지는 게 있습니다.

노화를 병으로 보면 달라지는 것들

- 1. 연구비가 달라진다. 질병에는 국가 연구비가 붙지만, 자연스러운 과정에는 붙기 어렵다.
- 2. 임상시험이 가능해진다. 규제 당국이 "치료 대상"으로 인정해야 약을 시험할 수 있다.
- 3. 보험이 달라진다. 병이면 급여, 아니면 자비 부담이다.
- 4. 사람을 보는 눈이 달라진다. 늙음을 고쳐야 할 결함으로 보게 될 위험이 있다.

필성 마지막 줄이 내가 걱정하는 거야.

서 교수 나도 그게 제일 걱정이야. 그 얘기는 이따 다시 하지.

제로사이언스라는 발상

서 교수 이제 이 분야가 왜 노화를 표적으로 삼으려 하는지 봅시다. 계산을 하나 해보죠.

서 교수 하경 씨, 만약 내일 암이 완전히 정복된다면 사람의 평균 기대수명이 몇 년이나 늘어날까요?

하경 음... 십 년?

서 교수 대략 3년입니다 [근거 B] .

하경 겨우요?

[표 2-2] 질환을 하나씩 정복했을 때 늘어나는 기대수명(추정)

정복하는 질환	늘어나는 기대수명	왜 이것밖에 안 되나
암 전체	약 3년	암을 피한 사람이 심혈관질환이나 치매로 사망한다
심혈관질환 전체	약 4년	마찬가지로 다른 병이 기다린다
치매 전체	약 1~2년	이미 고령에서 발생하기 때문
노화 속도를 7년 늦춤	약 7년 + 모든 질환 위험 절반	위험의 뿌리를 건드리기 때문

다음 마지막 줄이 제일 좋은데요?

서 교수 그게 제로사이언스(geroscience)의 논리입니다. 한 문장으로 이렇습니다.

제로사이언스 가설

나이는 암·심혈관질환·치매·당뇨의 공통 최대 위험 요인이다. 그러므로 병을 하나씩 잡는 대신 노화 자체를 늦추면 여러 병을 한꺼번에 늦출 수 있다.

하경 두더지 잡기 게임 같네요. 하나 때리면 다른 게 나오는.

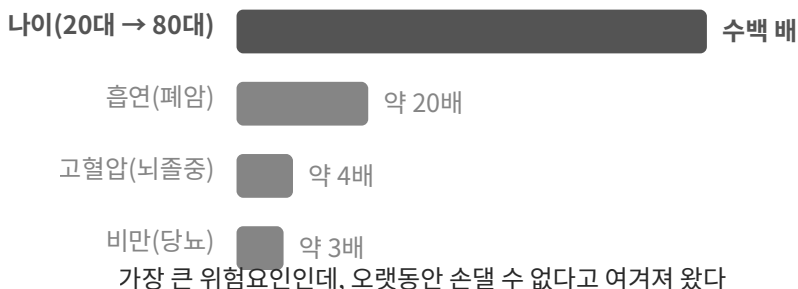
서 교수 아주 좋은 비유입니다. 지금 의학은 두더지를 하나씩 때리고 있고, 제로사이언스는 게임기의 전원을 찾자는 겁니다.

필성 전원이 있기는 한가?

서 교수 그게 이 책 2부에서 볼 겁니다. 완전한 전원 스위치는 없지만, 속도 조절 손잡이는 여러 개 찾았습니다.

왜 나이가 그렇게 큰 위험인가

서 교수 숫자로 보면 더 분명합니다.



[그림 2-1] 나이가 다른 모든 위험요인을 압도한다

서 교수 흡연은 폐암 위험을 20배쯤 올립니다. 아주 큰 위험이죠. 그런데 **나는 대부분의 암 위험을 수백 배에서 천 배까지 올립니다.**

다움 천 배요?

서 교수 대장암을 예로 들면, 20대의 발생률과 80대의 발생률이 백 배 이상 차이 납니다. 어떤 암은 더합니다.

하경 그런데 왜 나이에 대해서는 아무도 뭘 하라고 안 하죠? 담배는 끊으라고 하면서요.

서 교수가 손뼉을 친다.

서 교수 하경 씨, 그 질문이 이 분야 전체의 출발점입니다. **가장 큰 위험요인인데 손댈 수 없다고 여겨져 왔기 때문이에요.** 그런데 최근 이십 년 사이에 "손댈 수 있을지도 모른다"는 증거가 나오기 시작했습니다.

제도는 어떻게 움직였나

서 교수 2018년에 세계보건기구가 질병분류를 개정하면서 "노화 관련 (ageing-related)"이라는 확장 코드를 넣었습니다.

하경 그럼 노화를 병으로 인정한 건가요?

서 교수 절반만요. "노화 자체가 병"이라고 하지는 않았고, "노화와 관련 된"이라는 꼬리표를 붙일 수 있게 한 겁니다. 반발이 컸거든요.

필성 어떤 반발?

서 교수 노인단체와 윤리학자들이 강하게 반대했습니다. 이유가 있어요.

[표 2-3] 노화를 질병으로 보는 것에 대한 찬반

찬성 쪽	반대 쪽
연구비와 임상시험의 길이 열린다	늙음 자체가 결함으로 낙인찍힌다
여러 만성질환을 한꺼번에 줄일 수 있다	상업적 항노화 시장이 정당성을 얻는다
건강수명 연장이 실제 목표다	돈 있는 사람만 접근하게 된다
지금도 사실상 노화를 치료하고 있다	노인을 환자로 만드는 시선이 퍼진다

필성 나는 오른쪽이야.

서 교수 알아. 그런데 필성이, 자네 작년에 백내장 수술했지?

필성 했지.

서 교수 그거 노화를 치료한 거야. 수정체가 나이 들어 뿌예진 걸 인공 렌즈로 바꾼 거니까.

필성 ...그건 불편해서 한 거지.

서 교수 그게 핵심이야. 우리는 이미 노화를 치료하고 있어. 다만 "노화 치료"라고 부르지 않을 뿐이야. 백내장, 관절 치환, 노안 교정, 보청기, 골다공증 약. 전부 노화의 결과를 다루는 거지.

하경 그렇게 보니까 이상하네요. 이미 하고 있으면서 이름만 안 붙인 거네요.

서 교수 그래서 나는 이렇게 정리합니다.

이 책의 입장

- 노화가 병이냐는 질문은 사실 확인의 문제가 아니라 결정의 문제다. 무엇을 병이라 부를지는 우리가 정한다.
- 부르는 이름보다 중요한 것은 목적이다. 목적은 수명을 늘리는 것이 아니라 앓는 기간을 줄이는 것이다.
- 늙음을 결함으로 보는 시선과, 늙어서 겪는 고통을 줄이려는 노력은 다른 것이다. 이 둘을 섞지 않는 것이 이 분야의 윤리다.

필성의 반문

필성 하나만 더 묻자. 자네들이 노화를 늦춰서 사람이 백이십 살까지 산다고 쳐. 그럼 세상이 좋아지나?

| 잠시 침묵.

서 교수 정직하게 답할게. 그건 과학이 답할 수 있는 질문이 아니야.

필성 그럼 누가 답하나?

서 교수 우리 모두가 답해야지. 연금, 정년, 세대 간 자원 배분, 인구 구조. 전부 흔들리는 문제야. 그리고 이 질문이 이 책의 마지막 장 주제야.

다움 저는 좀 무서운데요. 어른들이 계속 안 늙으면 저희 자리네요?

| 필성이 손녀를 본다.

필성 다움아, 방금 네가 어른들이 못 하는 질문을 했다.

서 교수 정확합니다. 그리고 그게 이 분야가 가장 답하기 싫어하는 질문이에요. 수명 연장의 이득은 개인에게 오지만 비용은 사회가 나눠 집니다.

하경 그래도 저는 솔직히... 아버님이 건강하게 오래 계셨으면 좋겠어요.

필성 그건 나도 그래. 아프지만 앓으면.

서 교수 그 두 마디에 이 책의 목표가 다 들어 있습니다. **오래가 아니라 아프지 않게.** 그래서 다음 시간에는 "나이"라는 말부터 정리하겠습니다. 나이가 하나가 아니거든요.

2장을 한 문장으로

노화가 병인지는 사실의 문제가 아니라 결정의 문제이며, 우리는 이미 백내장과 관절을 고치면서 노화를 치료하고 있으므로, 중요한 것은 이름이 아니라 수명이 아닌 앓는 기간을 목표로 삼는 일이다.

제3장 나이에는 여러 개가 있다

같은 일흔여덟이 아니다

세 번째 일요일. 서 교수가 사진 두 장을 꺼낸다.

서 교수 이 두 분, 몇 살로 보입니까?

하경 왼쪽은 예순쫄, 오른쪽은 여든 가까이요?

서 교수 둘 다 일흔여덟입니다.

하경 네?

서 교수 필성이하고 같은 나이예요. 그리고 이런 차이는 사진 밖에서 더 큼니다. 한 사람은 매일 등산을 하고, 한 사람은 침대에서 일어나기 힘들어요. 같은 나이인데 몸은 전혀 다른 나이입니다.

다음 그럼 나이가 두 개예요?

서 교수 적어도 네 개입니다.

[표 3-1] 사람에게 있는 네 가지 나이

나이	무엇인가	어떻게 재나	바꿀 수 있나
달력 나이	태어난 날부터 흐른 시간	주민등록증	절대 못 바꾼다
생물학적 나이	몸의 상태에서 추정한 나이	혈액·DNA 메틸화·기능 검사	어느 정도 바꿀 수 있다
기능 나이	실제로 할 수 있는 일의 수준	악력·보행속도·계단 오르기	훈련으로 크게 바꾼다
주관적 나이	스스로 느끼는 나이	물어본다	생각보다 예후와 잘 맞는다

필성 주관적 나이도 의미가 있나?

서 교수 놀랍게도 있습니다. 자기가 실제 나이보다 젊다고 느끼는 사람이 실제로 더 오래 삽니다 [근거 B] . 여러 코호트에서 반복 확인됐어요.

하경 마음가짐이 중요하다는 건가요?

서 교수 그렇게 해석하기 쉬운데, 조심해야 합니다. 건강하니까 젊게 느끼는 것일 수도 있어요. 화살표 방향이 반대일 수 있다는 거죠. 이 책에서 계속 조심할 지점입니다.

흩어짐이 커진다

서 교수 노화의 가장 특징적인 성질이 하나 있습니다. 나이가 들수록 사람들 사이의 차이가 커집니다.



[그림 3-1] 나이가 들수록 흩어짐이 커진다

서 교수 그림을 보세요. 스무 살들의 폐활량은 비교적 고만고만합니다. 그런데 일흔 살이 되면 위아래 차이가 몇 배로 벌어져요.

다음 왜 그래요?

서 교수 살아온 방식이 누적되기 때문입니다. 담배, 운동, 병력, 직업, 사고, 스트레스. 한 해에 1%씩 다른 길을 걸으면 오십 년 뒤에는 완전히 다른 곳에 있습니다.

필성 그럼 지금 나는 어느 쪽인가?

서 교수 오늘 재보죠. 도구가 필요 없는 검사 몇 가지를 하겠습니다.

그 자리에서 재는 나이

서 교수 하경 씨, 초시계 좀 켜주세요. 필성이, 의자에 앉아.

[표 3-2] 집에서 바로 할 수 있는 기능 나이 검사

검사	방법	주의가 필요한 기준	무엇을 보는가
의자에서 일어서기	팔짱 끼고 30초 동안 앉았다 일어서기 반복	60대 남 14회·여 12회 미만	하지 근력
보행 속도	평소 걸음으로 4m 걷는 시간	초당 0.8m 미만	전반적 활력·생존 예측
악력	악력계를 최대한 쥔다	남 28kg·여 18kg 미만	전신 근력의 대리 지표
한 발 서기	눈 뜨고 한 발로 버틴 시간	10초 미만	균형·낙상 위험
계단 오르기	4층까지 쉬지 않고	중간에 쉬어야 함	심폐 체력

필성이 의자에서 일어섰다 앉기를 반복한다. 다음이 세어준다.

다음 열일곱, 열여덟... 삼십 초 끝! 열아홉 번이요.

서 교수 일흔여덟에 열아홉 번이면 아주 좋은 편입니다.

필성 그것 봐.

하경 아버님, 그럼 저도 해볼게요.

하경이 해보고는 스물두 번에서 숨을 몰아쉰다.

하경 어... 저 쉬운 살인데 스물두 번밖에 안 되네요?

서 교수 하경 씨, 일하시느라 운동할 시간이 없었죠?

하경 거의 없었어요.

서 교수 여기서 중요한 걸 봅시다. 일흔여덟이 열아홉 번, 쉰하나가 스물두 번입니다. 달력 나이 차이는 27년인데 기능 차이는 세 번이에요.

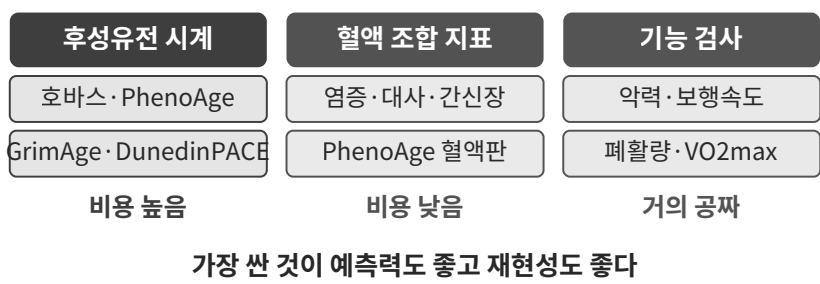
다음 할아버지가 엄마랑 거의 비슷하네?

하경 (웃으며) 충격인데요.

서 교수 충격을 받으시라고 시킨 겁니다. 기능 나이는 달력 나이보다 습관을 훨씬 더 반영합니다. 그리고 바꿀 수 있는 것도 기능 나이예요.

나이를 재는 더 정밀한 방법

서 교수 물론 더 정밀한 방법도 있습니다. 다음 시간에 자세히 볼 텐데, 오늘은 이름만 알아둡시다.



[그림 3-2] 생물학적 나이를 재는 세 갈래

[표 3-3] 생물학적 나이를 재는 방법들

갈래	대표 도구	비용	지금 쓸 만한가
후성유전 시계	호바스 시계, GrimAge, DunedinPACE	높음	연구용으로는 유용, 개인 판정은 신중히
혈액 조합 지표	PhenoAge, 염증·대사 지표 묶음	낮음	건강검진 항목으로 어느 정도 가능
기능 검사	악력·보행속도·폐활량·VO2max	매우 낮음	가장 실용적이고 재현성이 좋다

필성 제일싼 게 제일 쓸 만하다는 거군.

서 교수 이 분야의 재미있는 역설입니다. **가장 비싼 검사가 가장 유용한 건 아닙니다.** 악력계는 몇만 원인데 사망률 예측력이 꽤 좋아요 [근거 B] .

하경 그럼 비싼 시계 검사는 왜 해요?

서 교수 **개입의 효과를 몇 달 만에 확인하려면 필요합니다.** 악력은 천천히 변하지만, 후성유전 시계는 몇 달 사이의 변화를 잡아낼 수 있거든요. 다만 그 변화가 정말 노화를 되돌린 건지는 아직 논쟁 중입니다 [근거 C] .

나이를 아는 것이 왜 중요한가

다음 근데 생물학적 나이를 알면 뭐가 좋아요?

서 교수 좋은 질문이에요. 세 가지입니다.

자기 나이를 재는 세 가지 이유

1. **지금 어디 있는지 안다.** 출발점을 모르면 나아졌는지도 모른다.
2. **무엇을 먼저 할지 정한다.** 근력이 문제인 사람과 혈관이 문제인 사람의 처방은 다르다.
3. **바뀌는 것을 눈으로 본다.** 사람은 숫자가 움직이는 것을 볼 때 계속한다.

서 교수 그리고 하나 더. **하지 말아야 할 이유**도 알아둬시다.

생물학적 나이 검사를 대할 때 조심할 것

- 상업 검사의 결과를 **정체성으로 받아들이지 말 것.** "나는 생물학적으로 예순다섯"은 진단이 아니다.
- 같은 검체로 두 번 재면 결과가 달라지는 검사도 있다. **재검사 신뢰도를 물어볼 것.**
- 결과가 **행동을 바꾸지 않는다면 재지 않아도 된다.**

필성 세 번째가 마음에 드는군. 알아도 아무것도 안 바꿀 거면 뭐 하러 재나.

서 교수 임상에서 검사를 낼 때 스스로 묻는 질문이기도 합니다.

하경 저는 오늘 충격받아서 뭘 좀 바꿔야겠어요.

서 교수 그럼 오늘 이 모임의 목적은 달성됐네요.

3장을 한 문장으로

사람에게는 달력 나이·생물학적 나이·기능 나이·주관적 나이가 따로 있고 나이가 들수록 사람 사이의 차이가 벌어지는데, 바꿀 수 있는 것은 뒤의 셋이며 그중 가장 싸고 정직한 자가 악력계와 초시계다.

제4장 수명과 건강수명 — 오래 사는 것과 잘 사는 것

십 년의 차이

네 번째 일요일. 서 교수가 종이에 숫자 두 개를 적는다. 83과 73.

서 교수 이 두 숫자가 오늘의 주제입니다. 한국인의 기대수명과 건강수명이
예요.

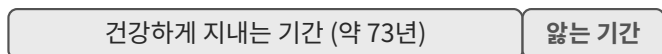
하경 차이가 십 년이나 되나요?

서 교수 통계마다 조금 다르지만 대체로 십 년 안팎입니다 [근거 A]. 그러
니까 평균적으로 생의 마지막 십 년은 어딘가 아픈 채로 보냅니다.

필성 십 년이라….

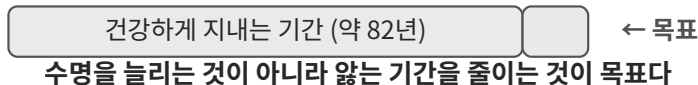
서 교수 이 숫자가 이 책의 목표를 정합니다. 우리가 줄이려는 건 이 십 년입
니다. 83을 93으로 늘리는 게 아니라, 73을 82로 올리는 거예요.

지금



약 10년

압축된 미래



[그림 4-1] 기대수명과 건강수명, 그리고 앓는 기간

다음 앓는 기간을 짧게 만든다는 거예요?

서 교수 정확합니다. 그걸 **사망률 압축(compression of morbidity)**이라
고 불러요. 1980년에 제임스 프라이스라는 의사가 제안한 개념입니
다.

네 가지 시나리오

서 교수 노화 개입이 성공하면 무슨 일이 벌어질까요? 가능한 그림이 넷입니다.

[표 4-1] 노화 개입의 네 가지 시나리오

시나리오	수명	앓는 기간	평가
① 압축	그대로 또는 조금 증가	크게 감소	가장 바람직하다
② 평행 이동	증가	그대로	나쁘지 않다
③ 확장	크게 증가	함께 증가	원하지 않는다
④ 실패	그대로	그대로	지금 상태

필성 셋째가 제일 무섭군. 오래 아프기만 한 거잖아.

서 교수 그리고 20세기 후반의 의학이 상당 부분 셋째를 만들었습니다. 심근 경색으로 바로 사망하던 사람을 살려내면, 그 사람은 심부전을 안고 십 년을 더 삽니다.

하경 살린 건 좋은 일이잖아요.

서 교수 좋은 일이죠. 다만 살린 뒤의 십 년을 어떻게 할 것인가라는 숙제가 남은 겁니다. 그 숙제가 지금 우리 앞에 있어요.

최대수명과 기대수명은 다르다

서 교수 여기서 용어를 하나 정리합시다. 기대수명이 늘었다고 사람이 더 오래 살 수 있게 된 건 아닙니다.

다움 그게 무슨 말이에요?

서 교수 다움 학생, 조선시대 사람의 기대수명이 마흔 살쯤이었다는 말 들어봤죠?

다움 네.

서 교수 그럼 그때 사람들은 마흔에 다 죽었을까요?

다음 ...아니에요?

서 교수 아닙니다. **어린이가 많이 죽어서 평균이 내려간 겁니다.** 다섯 살까
지 살아남은 사람은 예순, 일흔까지 사는 경우가 흔했어요.

[표 4-2] 수명에 관한 세 가지 다른 숫자

용어	뜻	지난 100년의 변화
기대수명	지금 태어난 아기가 평균 몇 살까지 살까	크게 늘었다(위생·백신·항생제)
65세의 기대여명	65세인 사람이 앞으로 몇 년 더 살까	완만하게 늘었다
최대수명	그 중에서 확인된 가장 긴 수명	거의 그대로다

서 교수 사람의 최대수명 기록은 **122세**입니다. 프랑스의 잔 칼망이라는 분이
1997년에 세웠어요. 그 뒤로 이십여 년 동안 아무도 깨지 못했습니
다.

필성 그럼 거기가 한계인가?

서 교수 논쟁 중입니다. 어떤 연구자는 사람의 한계가 115세 근처라고 보고,
어떤 연구자는 한계가 없다고 봅니다. **현재로서는 120세 언저리에
서 벽이 있는 것처럼 보인다는** 게 온건한 정리입니다 [근거 B] .

하경 그럼 노화 연구는 그 벽을 깨려는 건가요?

서 교수 **아닙니다. 적어도 이 책이 지지하는 방향은 아닙니다.** 대부분의 진지
한 연구자가 목표로 삼는 건 최대수명 연장이 아니라 **건강수명 연장**
입니다.

백 살까지 산다는 것

서 교수 여기서 잠깐 필성이한테 물을게. 자네 몇 살까지 살고 싶나?

필성 글썄. 아흔까지는 지금처럼 등산할 수 있으면 좋겠고. 그 뒤는 모르
겠어.

서 교수 백스무 살은?

필성 사양하겠네. 아는 사람이 다 없을 거 아닌가.

| 하경이 조용히 웃는다.

서 교수 그게 여러 조사에서 반복해 나오는 답입니다. 사람들에게 몇 살까지 살고 싶으냐고 물으면 **대개 90세 안팎**을 답합니다. 무한정 살고 싶다는 사람은 소수예요.

다음 왜요? 오래 살면 좋은 거 아니예요?

필성 다음아, 오래 사는 게 좋으려면 같이 있을 사람이 있어야 해.

| 잠시 조용해진다.

서 교수 필성이가 지금 아주 중요한 말을 했습니다. **수명은 개인의 숫자지만, 삶의 질은 관계의 문제입니다.** 40장에서 이 이야기를 다시 하겠습니다.

건강수명을 늘리는 것은 무엇인가

하경 그럼 실제로 건강수명을 늘리는 게 뭔가요? 지금 당장 알고 싶은데요.

서 교수 급하시네요. 순서대로 갈 건데… 좋습니다, 미리 보여드리죠. 이 표는 이 책 6부 전체의 요약입니다.

[표 4-3] 건강수명과 관련이 확인된 것들(근거가 튼튼한 순서)

무엇	근거	효과의 크기
금연	A	가장 큼. 40세 이전 금연 시 손실의 대부분을 회복
유산소·근력 운동	A	사망률 20~30% 감소, 거의 모든 기능 개선
혈압 조절	A	뇌졸중·치매 위험 감소
과도한 음주 피하기	A	간·암·사고 위험 감소
충분한 수면(7시간 안팎)	B	대사·인지·면역
지중해식·식물성 중심 식단	B	심혈관·당뇨 위험 감소
사회적 연결 유지	B	사망률 관련 메타분석
예방접종·난청 교정·구강 관리	B	감염·인지 저하 예방
보충제 대부분	C~D	대체로 작거나 없음

필성 맨 위 네 개는 새로운 게 하나도 없는데?

서 교수 그게 이 분야의 가장 불편한 진실입니다. 가장 효과가 큰 것들은 이미 다 알려진 것들이에요. 새롭고 신기한 것일수록 근거가 약합니다.

다음 그럼 노화 연구는 왜 해요?

서 교수 다음 학생, 아주 날카로운 질문이에요. 답은 두 가지입니다.

알려진 것이 다인데 왜 연구하는가

- 1. 아는 것과 하는 것은 다르다. 운동이 좋다는 걸 모르는 사람은 없지만 하는 사람은 적다. 왜 그런지, 어떻게 도울지도 연구 대상이다.
- 2. 아직 손대지 못하는 사람이 있다. 이미 노쇠해진 사람, 유전적으로 취약한 사람에게는 생활습관만으로 부족하다. 그들을 위해 약과 시술이 필요하다.

서 교수 그리고 솔직히 세 번째 이유도 있습니다. 사람은 언제나 더 나은 것을 원합니다. 그 욕망 자체가 나쁜 건 아니에요. 다만 그 욕망이 근

거 없는 것을 사게 만들 때 문제가 됩니다. 36장을 거기에 쓸 겁니다.

4장을 한 문장으로

우리가 줄이려는 것은 기대수명과 건강수명 사이의 십 년이며, 목표는 최대수명의 벽을 깨는 것이 아니라 앓는 기간을 생의 끝쪽으로 압축하는 것이다.

서 교수 다음 시간에는 그 나이를 실제로 재는 도구들을 봅니다. 후성유전 시계라는 것이 나옵니다.

제5장 노화를 재는 자 — 생물학적 나이 시계

나이를 맞히는 기계

| 다섯 번째 일요일. 다음이 오늘은 노트를 가져왔다.

서 교수 오늘은 좀 놀라운 이야기로 시작합시다. 2013년에 어떤 연구자가 **피 한 방울로 나이를 맞히는 방법**을 발표했습니다.

다음 피로 나이를요?

서 교수 오차가 3~4년이었습니다. 스티브 호바스라는 사람이고, 그 도구를 **후성유전 시계**라고 부릅니다.

하경 어떻게 그게 가능해요?

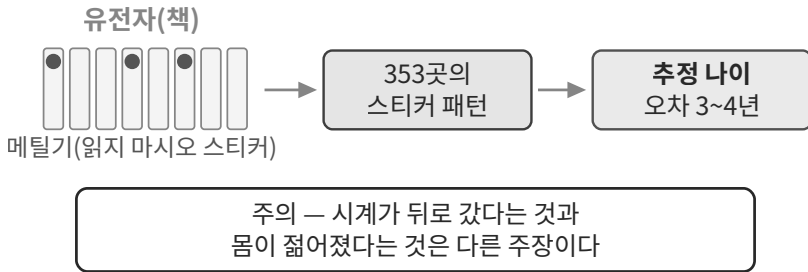
서 교수 8장에서 자세히 볼 텐데, 오늘은 비유로 설명하겠습니다. 다음 학생, 도서관에 책이 가득 있다고 상상해봐요.

다음 네.

서 교수 유전자는 그 책들이에요. 사람마다 같은 책을 가지고 있습니다. 그런데 어떤 책에는 **"읽지 마시오"**라는 스티커가 붙어 있어요. 세포마다 다른 책에 스티커가 붙습니다. 그래서 같은 유전자를 가져도 간 세포와 뇌세포가 다르게 행동하는 거예요.

하경 아, 스티커가 붙은 책은 안 읽는 거군요.

서 교수 그 스티커가 **메틸기**라는 작은 화학 표시입니다. 그리고 호바스가 발견한 건 이거예요. **나이가 들면 스티커가 붙고 떨어지는 패턴이 아주 규칙적으로 변한다.**



주행거리계를 되돌린다고 엔진이 새것이 되지는 않는다

[그림 5-1] 후성유전 시계가 나이를 읽는 방식

서 교수 그는 353곳의 스티커 상태를 보고 나이를 계산하는 공식을 만들었습니다. 그리고 그 공식이 **몸의 어느 조직에서나 통했어요.** 피, 침, 뇌, 피부 어디서 채도 비슷한 나이가 나왔습니다.

필성 그게 왜 놀라운 일인가?

서 교수 **조직마다 세포의 나이는 완전히 다르거든요.** 장 상피는 사흘이면 갈리고 뇌세포는 평생 갑니다. 그런데도 같은 시계가 돌아가고 있었던 겁니다.

시계는 여러 개다

서 교수 그 뒤로 시계가 여러 개 만들어졌습니다. 중요한 건 **시계마다 재는 것이 다르다**는 점이에요.

[표 5-1] 대표적인 생물학적 나이 시계들

이름	무엇에 맞추어 만들었나	잘하는 것	한계
호바스 시계 (2013)	달력 나이를 맞히도록	나이 추정(오차 3~4년)	나이를 잘 맞히는 게 목적이 라 건강 예측은 약하다
페노에이지 (2018)	사망 위험과 연결되도록	건강·사망 예측	흡연·염증에 크게 영향받는 다
그림에이지 (2019)	사망 위험 예측을 극대 화	예측력이 가장 강 한 편	흡연 이력을 크게 반영
두니딘페이스 (2022)	나이 드는 속도를 재도 록	개입 효과를 잡아 낼 수 있다	해석 기준이 아직 정립 중

다음 나이를 잘 맞히는 시계가 왜 안 좋아요?

서 교수가 웃는다.

서 교수 훌륭한 질문입니다. 생각해보세요. **달력 나이를 완벽하게 맞히는 시계가 있다면, 그건 주민등록증과 똑같은 정보만 주는 거예요.**

다음 아….

서 교수 우리가 알고 싶은 건 **달력 나이와의 차이**입니다. "당신은 예수인데 몸은 신동"이라는 정보요. 그런데 나이를 완벽히 맞히도록 훈련한 시계는 그 차이를 오차로 취급해서 없애버립니다.

하경 역설이네요.

서 교수 그래서 2세대 시계들은 **나이 대신 건강과 사망 위험에 맞춰서** 만들었습니다. 그게 페노에이지와 그림에이지예요.

이 시계가 정말 노화를 재는가

필성 그래서 이게 정말 노화를 재는 건가?

서 교수 필성이가 가장 어려운 질문을 했어. 정직하게 답할게. **아직 모릅니다.**

하경 네?

서 교수 시계가 무엇과 연관되는지는 잘 알려져 있습니다 [근거 B] . 그런데 시계가 노화의 원인을 보는 건지, 결과를 보는 건지는 아직 모릅니다 [근거 D] .

다음 원인이랑 결과가 왜 달라요?

서 교수 좋은 비유가 있어요. 자동차 주행거리계를 생각해봅시다. 주행거리가 많은 차는 고장이 잘 나죠?

다음 네.

서 교수 그런데 주행거리계를 조작해서 숫자를 0으로 만들면 차가 새 차가 되나요?

다음 아니요! 그건 그냥 숫자만 바꾼 거잖아요.

서 교수 바로 그겁니다. 후성유전 시계가 주행거리계인지, 아니면 엔진 자체 인지가 이 분야의 최대 쟁점이에요.

시계를 되돌리면 젊어지는가 — 세 가지 가능성

1. **시계가 원인이다.** 메틸화 패턴의 변화가 노화를 일으킨다면, 시계를 되돌리면 실제로 젊어진다.
2. **시계는 기록계다.** 노화의 결과로 패턴이 변하는 것뿐이라면, 시계만 되돌려도 몸은 그대로다.
3. **둘 다 조금씩이다.** 현재 가장 유력한 입장이며, 어느 정도가 원인인지는 연구 중이다.

서 교수 흥미로운 단서가 하나 있습니다. 리프로그래밍으로 시계를 되돌리면 세포의 기능도 함께 젊어진다는 결과들이에요 [생쥐 B / 사람 D] . 24장에서 자세히 봅니다.

상업 검사를 만났을 때

하경 인터넷에 "생물학적 나이 검사"라고 광고하는 게 많던데요.
서 교수 많습니다. 그리고 대부분 진짜 기술을 씁니다. 문제는 해석이예요.

[표 5-2] 생물학적 나이 검사를 받기 전에 물어볼 다섯 가지

질문	왜 중요한가
어떤 시계를 쓰나요?	1세대·2세대에 따라 의미가 다르다
같은 검체를 두 번 재면 결과가 얼마나 다른가요?	재검사 신뢰도가 공개되지 않은 검사가 많다
한국인 자료로 보정했나요?	인구집단에 따라 기준이 달라질 수 있다
결과에 따라 제가 뭘 바꾸게 되나요?	행동이 안 바뀌면 썰 이유가 없다
결과를 누가 해석하나요?	자동 보고서인지 임상가가 보는지

서 교수 특히 두 번째가 중요합니다. 어떤 메틸화 시계는 같은 사람의 같은 피를 두 번 재도 2~3년씩 차이가 납니다.

필성 그럼 "당신은 세 살 젊어졌습니다"라는 결과는….

서 교수 측정 오차 범위 안일 수 있습니다. 그래서 한 번의 결과보다 여러 번의 추세를 봐야 해요. 이 책에서 계속 나올 원칙입니다. 한 번은 점이고 반복은 선입니다.

그래도 시계가 준 것

다움 그럼 시계는 별로 쓸모없는 거예요?

서 교수 아니예요, 다움 학생. 시계가 이 분야에 준 게 아주 큼니다.

후성유전 시계가 바꾼 것

1. 노화를 숫자로 다룰 수 있게 됐다. 켈 수 없는 것은 연구할 수 없다.
2. 개입 실험이 빨라졌다. 수명을 보려면 수십 년이 걸리지만, 시계는 몇 달 만에 움직인다.
3. 노화 속도가 사람마다 다르다는 것이 증명됐다. 같은 나이에도 시계가 다르게 간다.
4. 되돌아갈 수 있다는 첫 증거를 찾았다. 리프로그래밍 실험에서 시계가 실제로 뒤로 갔다.

서 교수 특히 2번이 중요합니다. 하경 씨, 만약 어떤 물질이 수명을 늘리는 지 사람에게서 확인하려면 얼마나 걸릴까요?

하경 평생이요?

서 교수 최소 수십 년입니다. 그래서 아무도 못 했어요. 그런데 시계를 지표로 쓰면 일 년짜리 시험도 가능해집니다. 이게 이 분야의 판을 바꿨습니다.

필성 대신 지름길이 진짜 길인지는 모른다는 거고.

서 교수 필성이가 오늘의 결론을 말했네. 지표는 목적지가 아니라 이정표입니다. 이정표를 옮긴다고 목적지에 도착하는 건 아니에요.

5장을 한 문장으로

후성유전 시계는 노화를 숫자로 다룰 수 있게 만들어 이 분야의 속도를 바꿨지만, 그것이 노화의 원인인지 기록계인지는 아직 답이 나오지 않았으므로, 시계가 되돌아갔다는 말과 몸이 젊어졌다는 말을 같은 뜻으로 쓰면 안 된다.

서 교수 자, 1부가 끝났습니다. 다음 시간부터 2부, 노화가 실제로 몸에서 어떻게 일어나는지를 열두 갈래로 나눠 봅니다.

2 부

노화의 열두 가지 특징

제6장 노화의 지도 — 열두 가지 특징

흩어진 조각을 모으다

여섯 번째 일요일. 서 교수가 커다란 종이를 식탁에 펼친다. 열두 개의 칸이 그려져 있다.

서 교수 오늘부터 2부입니다. 열 번에 걸쳐 **노화가 몸에서 실제로 어떻게 일어나는지를** 봅니다.

하경 오늘 이건 뭔가요?

서 교수 노화 연구의 지도입니다. 2013년에 스페인의 로페스오틴이라는 연구자가 동료들과 함께 만들었어요. 제목이 「**노화의 특징들(The Hallmarks of Aging)**」입니다.

필성 특징이라니, 무슨 뜻인가?

서 교수 좋은 질문이야. 여기서 특징은 그냥 "눈에 띄는 점"이 아니라 **엄격한 세 가지 조건을 만족하는 것만** 가리켜.

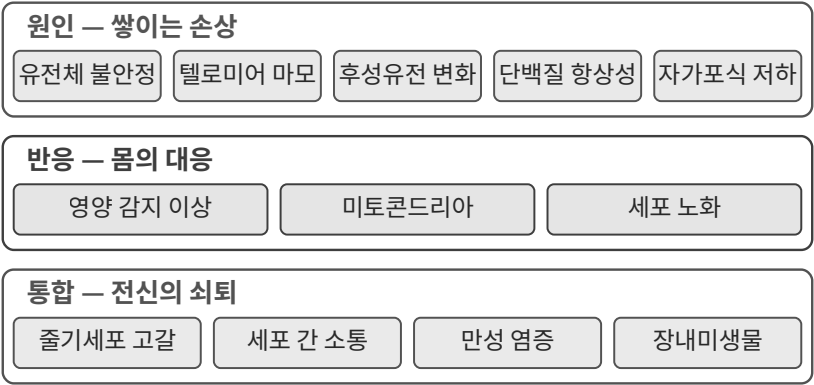
무엇을 "노화의 특징"이라 부르는가 — 세 조건

1. 나이가 들면 그 현상이 나타나야 한다.
2. 그것을 인위적으로 악화시키면 노화가 빨라져야 한다.
3. 그것을 개선하면 노화가 늦춰져야 한다.

다음 세 개 다 맞아야 돼요?

서 교수 다 맞아야 합니다. 그래서 후보는 많은데 목록은 짧습니다. 2013년에 아홉 개로 시작해서 2023년에 열두 개가 됐어요.

열두 개의 목록



가운데 층은 없애는 것이 아니라 조절해야 할 반응이다

[그림 6-1] 노화의 열두 가지 특징과 세 층

서 교수 열두 개는 세 층으로 나뉩니다. 이게 이 지도의 핵심이에요.

[표 6-1] 노화의 열두 가지 특징

층	번호	특징	한 줄로
원인	1	유전체 불안정성	DNA에 오타가 쌓인다
	2	텔로미어 마모	염색체 끝 마개가 닳는다
	3	후성유전적 변화	어느 유전자를 켜지의 표시가 흐트러진다
	4	단백질 항상성 상실	불량 단백질이 쌓인다
	5	자가포식 저하	세포의 청소 기능이 떨어진다
반응	6	영양 감지의 어긋남	늘 "풍족" 신호가 켜져 있다
	7	미토콘드리아 기능 이상	발전소가 낡는다
	8	세포 노화	좀비세포가 염증을 뿜는다
통합	9	줄기세포 고갈	예비 부품이 떨어진다
	10	세포 간 소통 변화	부서 간 연락이 엇갈린다
	11	만성 염증	잔불이 꺼지지 않는다
	12	장내미생물 불균형	똥발의 균형이 깨진다

하경 세 층이 무슨 뜻이에요?

서 교수 순서라고 보시면 됩니다. 원인이 쌓이면 몸이 반응하고, 그 반응이 쌓이면 전체가 무너집니다.

[표 6-2] 세 층의 성격

층	성격	개입하면
원인(1~5)	손상이 쌓이는 것. 무조건 나쁘다	예방에 가깝다. 이미 쌓인 것은 되돌리기 어렵다
반응(6~8)	손상에 대한 몸의 대응. 적당하면 이롭고 지나치면 해롭다	조절이 필요하다. 없애는 게 답이 아니다
통합(9~12)	결과로 나타나는 전신의 쇠퇴	눈에 보이는 증상이 여기서 나온다

필성 두 번째 층이 흥미롭군. 적당하면 이롭다고?

우리는 왜 늙고, 어디까지 되돌릴 수 있을까?

노화는 어느 날 시작되는 사건이 아니라 짓는 속도와 허무는 속도의 기율기입니다. 이 책은 유전체 불안정성과 텔로미어, 후성유전의 표류, 자가포식, 미토콘드리아, 좀비세포까지 노화의 열두 가지 특징을 지도로 펼치고, 피부·근육·혈관·뇌에서 벌어지는 일을 따라갑니다. 이어 부분 리프로그래밍, 세놀리틱, 젊은 피, 단식과 식물성 식단이 어디까지 왔는지 살핍니다.

서울 은평구의 오래된 아파트 거실, 노화를 연구해 온 의사 서 교수와 그의 삼십 년 친구 필성, 며느리 하경, 열다섯 살 손녀 다음이 열두 번의 일요일 오후에 둘러앉습니다. 세 세대와 한 사람이 나누는 대화가 8부 52장으로 이어지고, 모든 주장에는 근거 등급이 붙으며 생쥐에서 된 것과 사람에서 된 것을 반드시 나누어 말합니다.

안 늙는 것은 지금 과학으로 안 되지만, 늦추는 것은 되고 일부는 되돌아갑니다. 그 선을 함께 그은 끝에 남는 것은 걷고, 자고, 혈압을 재고, 사람을 만나는 하루입니다.

이 책에서 만나는 것

- 노화의 열두 가지 특징과 생물학적 나이 시계
- 리프로그래밍·세놀리틱·병체결합, 회춘 연구의 현주소
- 칼로리 제한·단식·식물성 저탄고지와 케톤체
- 운동·잠·관계, 모든 축에 듣는 생활이라는 처방

① 과학과 영성출판사

값 18,000원

값 18000 원

03470



9 791123 065496
ISBN 979-11-23065-49-6

이어서 읽으시려면

아주 쉬운 회춘의 원리 — 전체 354쪽

ssbook.kr/book/rejuvenation

판매가 **10,800원** (POD 정가 18,000원)

- 전 페이지 컬러 PDF · 개인 영구 소장
- 카드 결제 즉시 내 서재에서 내려받기
- 공개 배포 · 재판매 금지

발간 도서 목록

다음 쪽부터 과학과영성출판사가 발간한 책 전체 목록(표지 · 가격 · 특징)을 안내합니다.

총 69종 · 판매가는 POD 정가의 60% · 컬러 PDF · 개인 영구 소장

인삼 (6)



만병통치 인삼의 신경내분비시스템
하나의 인삼뿌리는 어떻게 온몸의 스위치를 건드리는가
₩17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/ginseng-neuroendo



인삼과 당뇨
공복혈당 · 당화혈색소 · 합병증을 개선하는 인삼
₩17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/ginseng-diabetes



인삼과 대사증후군
허리둘레 · 중성지방 · HDL · 혈압 · 혈당을 개선하는 인삼치유의 과학적 원리
₩18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/ginseng-metabolic



인삼과 아토피
금산 아토피 마을에서 어린이 임상시험 설계까지
₩17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/ginseng-atopy



인삼과 암치유
실험실에서 진로실까지, 1,300편의 논문이 말하는 것
₩18,500원 → **11,100원**
ssbook.kr/book/ginseng-cancer



인삼의 임상연구
최신연구와 방법론
₩18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/ginseng-clinical

오토파지 (2)



스스로를 먹는 몸
오토파지, 자가포식, 세포가 자기를 고쳐 쓰는 법
₩18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/eating-self



오토파지와 암
세포는 스스로를 먹는다
₩17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/autophagy-cancer

식물성 저탄고지 (11)



뇌신경 4+2축과 성격유형 그리고 식물성 저탄고지
도파민 · 세로토닌 · 노르에피네프린 · 아세틸콜린 + 글루타메이트 · 가바
₩20,000원 → **12,000원**
ssbook.kr/book/brain-axes



당뇨를 개선하는 식물성 저탄고지
혈당 · 당화혈색소 · 체중을 함께 관리하는 식물성 케톤식 가이드
₩17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/pkd-diabetes



고혈압을 개선하는 식물성 저탄고지
 혈압·체중·혈관 건강을 함께 관리하는 식물성 케톤식 가이드
 17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/pkd-hypertension



비만을 개선하는 식물성 저탄고지
 체중·허리둘레·체지방을 함께 관리하는 식물성 케톤식 가이드
 17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/pkd-obesity



뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지
 뇌전증 환자와 보호자를 위한 논문 근거 기반 식물성 저탄고지 식단
 23,000원 → **13,800원**
ssbook.kr/book/pkd-epilepsy



우울증을 개선하는 식물성 저탄고지
 소화관과 장·뇌 축, 에너지 대사를 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천
 17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/pkd-depression



자폐를 개선하는 식물성 저탄고지
 일곱 갈래 기전이 한 점에서 만난다
 23,000원 → **13,800원**
ssbook.kr/book/pkd-autism



아토피를 개선하는 식물성 저탄고지
 피부 장벽과 면역, 장 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천
 19,000원 → **11,400원**
ssbook.kr/book/pkd-atopy



치매를 개선하는 식물성 저탄고지
 뇌 에너지 대사와 인슐린 신호, 혈관 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천
 24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/pkd-dementia



암을 개선하는 식물성 저탄고지
 치료 중 체중 유지와 근육 보존, 영양 상태를 함께 살피는 식물성 케톤식 가이드
 17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/pkd-cancer



관절염을 개선하는 식물성 저탄고지
 염증 신호와 체중 부하, 대사 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천
 17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/pkd-arthritis

단식 (1)



40일간 굶는 몸의 시간표
 카힐의 40일 연구, 혈당과 케톤과 자가포식을 중심으로
 18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/fasting-40days

생물리학 (4)



발골의 강
 피의 흐름에서 발바닥까지, 명과 몸 사이에서 확인된 것과 아직 모르는 것
 18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/river-toes



보이지 않는 99%, 부항 자국 아래에서 벌어지는 일
 부항과 미세혈관에 대한 열다섯 번의 강의
 17,000원 → **10,200원**
ssbook.kr/book/cupping99



세 개의 뇌, 눈 위의 지휘자
매클린의 삼위일체 뇌와 안와전두엽 이야기
~~10,000원~~ → **10,800원**
ssbook.kr/book/triune-brain



광유전
빛으로 세포를 제어하는 기술 — 원리·실험·회로·치료
~~42,000원~~ → **25,200원**
ssbook.kr/book/optogenetics

독립영양인간 (2)



이암블리코스의 피타고라스적 삶에 관하여
그리스어 원전 완역 · 테일러 판 전편 수록
~~10,000원~~ → **10,800원**
ssbook.kr/book/iamblichus



홍산문화의 수행상에서 한국 선도까지
요하의 흠인형 · 우하량의 여신 · 해명경 · 태을금
화중지 다섯 갈래를 한자리에 놓다
~~26,000원~~ → **15,600원**
ssbook.kr/book/hongsan

중고등학교 교재 (30)



대입 과학논술 01 — 유전 암호·전사·번역
대학 기술로 완성하는 분자생물학의 중심원리
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-01



대입 과학논술 03 — 멘델 유전·감수분열·가계도
분리·독립 × 감수 분열 × 확률의 곱 — 기술 22문
항으로 읽는 유전
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-03



대입 과학논술 05 — 재조합 DNA·생명공학
제한 효소의 인식·절단 × 조각 길이로 위치 추론
× 재조합·판별 실험 설계
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-05



대입 과학논술 07 — 세포막·소기관·물질수송
인지질의 벽과 단백질의 문 — 물질은 기울기를 따라 흐른다
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-07



대입 과학논술 08 — 호르몬·항상성·배설
감지하고, 신호를 보내고, 되돌린다 — 혈당에서 콩
팥까지 항상성
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-08



대입 과학논술 09 — 면역·백신
몸은 기억한다 — 염증 반응에서 백신과 집단 면역
까지
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-09



대입 과학논술 10 — 세포호흡·광합성·에너지대사
포도당 한 분자의 ATP 장부 — 미토콘드리아와 엽록체
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-10



대입 과학논술 11 — 신경계·활동전위
펄프가 기울기를 만들고, 통로가 열리고 닫히며 신호가 생긴다
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-11



대입 과학논술 12 — 생태·진화·생물다양성
에너지는 흐르고 물질은 돈다 — 개체군에서 종 분화까지
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-12



대입 과학논술 13 — 원자구조·주기성
전자 배치 × 유효 핵전하 × 이온화 에너지로 읽는
주기성
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-13



대입 과학논술 14 — 화학 결합·분자 구조·극성
원자가 전자 세기 × 전자쌍 반발 × 쌍극자 벡터 합
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-14



대입 과학논술 15 — 분자 간 힘·수소 결합·계면
극성 × 분자 간 힘의 서열 × 계면 에너지로 읽는 물질
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-15



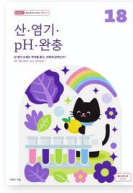
대입 과학논술 16 — 유기 화학·생체 분자·고분자
유기 화학·생체 분자·고분자 논제 해설
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-16



대입 과학논술 17 — 화학양론·농도
몰 × 반응식 계수비 × 농도 환산으로 푸는 화학 계산
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-17



대입 과학논술 18 — 산화·환원과 산화수
산화·환원과 산화수 논제는 무엇을 묻고, 어떻게 답하는가
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-18



대입 과학논술 19 — 산·염기·pH·완충
평형(K) × 몰수 계산 × 부피 보정으로 푸는 산·염기
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-19



대입 과학논술 20 — 반응 속도
넘어야 할 언덕 — 반감기에서 촉매, 반응 메커니즘까지
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-20



대입 과학논술 21 — 화학 평형
평형 상수 K × 반응 지수 Q × 르사틀리에로 읽는 화학 평형
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-21



대입 과학논술 22 — 열화학·엔탈피·자유 에너지
열화학 논제는 무엇을 묻고, 어떻게 답하는가
25,000원 → **15,000원**
ssbook.kr/book/nonsul-22



대입 과학논술 23 — 용액·총괄성·상평형
용액·총괄성·상평형 논제는 무엇을 묻고, 어떻게 답하는가
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-23



대입 과학논술 24 — 기체
기체 논제는 무엇을 묻고, 어떻게 답하는가
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-24



대입 과학논술 25 — 화학 전자·전기 분해
화학 전자·전기 분해 논제는 무엇을 묻고, 어떻게 답하는가
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-25



01 통합과학 화학 1 — 소금과 별
원자에서 원소의 기원·주기율표까지
18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/tonghap-01



02 통합과학 화학 2 — 못은 왜 녹슬까
결합에서 반응·산과 염기까지
18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/tonghap-02



03 통합과학 생명과학 1 — 배추는 왜 숨이 죽을까
본자에서 세포·호소·에너지까지
~~18,000원~~ → **10,800원**
ssbook.kr/book/tonghap-03



04 통합과학 생명과학 2 — 늑대가 돌아오자
유전 정보에서 진화·생태계까지
~~18,500원~~ → **11,100원**
ssbook.kr/book/tonghap-04



05 통합과학 물리 1 — 미끄럼틀은 왜 뒤통질까
원자에서 힘과 에너지까지
~~22,000원~~ → **13,200원**
ssbook.kr/book/tonghap-05



06 통합과학 물리 2 — 호박 구슬과 나침반
원자에서 전자기파까지
~~24,000원~~ → **14,400원**
ssbook.kr/book/tonghap-06



07 통합과학 지구과학 1 — 구름은 왜 떨어지지 않을까
대기·기압·복사 에너지로 읽는 날씨
~~21,000원~~ → **12,600원**
ssbook.kr/book/tonghap-07



08 통합과학 지구과학 2 — 단양의 돌은 바다였다
원자에서 암석·판·지구의 역사까지
~~20,000원~~ → **12,000원**
ssbook.kr/book/tonghap-08

채식 (5)



사상체질과 채식
이제마의 사상·권도원의 팔체질·황제내경을 영
양학과 분자생물학으로 다시 읽다
~~21,000원~~ → **12,600원**
ssbook.kr/book/sasang-veg



체질과 심리신경내분비
사상·팔체질·황제내경과 Big5·MBTI를 몸의
언어로 다시 읽다
~~18,000원~~ → **10,800원**
ssbook.kr/book/constitution-neuro

역사 속의 채식인
채식의 역사를 사람들의 이야기로 읽다
교보문고 판매
ssbook.kr/book/veg-history

채식이야기
채식에 관한 이야기
교보문고 판매
ssbook.kr/book/veg-story

우리 몸은 채식을 원한다
몸이 채식을 원하는 이유
교보문고 판매
ssbook.kr/book/body-wants-veg

라이프스타일 (3)



아주 쉬운 회춘의 원리
노화의 12가지 특징과 식이를 통한 회춘
~~18,000원~~ → **10,800원**
ssbook.kr/book/rejuvenation



피부는 안에서 만들어진다
콜라겐·아쿠아포린·자가포식과 식물성 케톤식
~~18,400원~~ → **11,000원**
ssbook.kr/book/skin-inside

고대사 (5)



동아시아 1만 년의 기후와 땅

한반도에서 본 홀로세의 기후와 지형 변화

25,000원 → **15,000원**

ssbook.kr/book/climate-ea-1



고려 서경(西京)의 위치를 추정하다 1권 방법편

여덟 가지 방법으로 동아시아 고전 지명을 좌표로 옮기기

25,000원 → **15,000원**

ssbook.kr/book/seogyyeong-1



고전의 지명을 좌표로 옮기다 제1권 기초편

동아시아 고전 지명의 계량적 위치 추정 (제1~7장)

21,000원 → **12,600원**

ssbook.kr/book/geonames-1



고전의 지명을 좌표로 옮기다 제2권 기법편

동아시아 고전 지명의 계량적 위치 추정 (제8~16장)

24,000원 → **14,400원**

ssbook.kr/book/geonames-2



고전의 지명을 좌표로 옮기다 제3권 적용편

동아시아 고전 지명의 계량적 위치 추정 (적용 사례)

25,000원 → **15,000원**

ssbook.kr/book/geonames-3