



## 관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

염증 신호와 체중 부하, 대사 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천

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/pkd-arthritis](https://ssbook.kr/book/pkd-arthritis)

POD 정가 17,000원 → **10,200원** (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

# 관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

염증 신호와 체중 부하, 대사 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천

식물성 케톤식

논문 근거

식단 실천

건강한 식탁

삽화 준비 중

# 관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

염증 신호와 체중 부하, 대사 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천

이광조 박사 지음

과학과영성출판사

# 관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

염증 신호와 체중 부하, 대사 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천

## 관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

염증 신호와 체중 부하, 대사 건강을 살피는 식물성 케톤식의 원리와 실천

|     |                                                                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 지은이 | 이광조 박사 (한국식품영양연구소 소장)                                                                                       |
| 연구소 | 한국식품영양연구소 · 충남 금산군 금성면 장목동길 8-18 · 전화<br>070-4070-3369 · <a href="http://klifestyle.net">klifestyle.net</a> |
| 판형  | 신국판 152×225mm                                                                                               |

이 책은 자가면역질환과 식사, 특히 식물성 케톤식에 관한 연구를 일반 독자가 이해할 수 있도록 풀어 쓴 교양서입니다. 의학적 진단이나 치료를 대신하지 않습니다. 자가면역질환으로 치료 중인 분은

면역억제제·생물학제제·스테로이드·인슐린 등 처방받은 약을 스스로 줄이거나 끊지 말고, 식단을 크게 바꾸기 전에 반드시 담당 의사와 먼저 상의하십시오. 1형 당뇨병, 성장기 청소년, 임신·수유 중이거나 신장 질환이 있는 분은 의료진의 관리 없이 케톤식을 하지 마십시오. 책 속의 인물과 사건은 설명을 위해 지어낸 것이며, 인용한 연구는 모두 실제 논문으로 각 장 끝에 출처를 밝혔습니다.

# 차례

---

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 한국식품영양연구소와 이 책           | 8  |
| 이 책 다음의 배움 — 세 가지 전문가 과정 | 16 |
| 이 책을 읽기 전에               | 20 |

## 제1부 내 편과 적을 가르는 면역

---

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1장 콩밭머리의 일요일 — 네 사람이 만나다          | 25 |
| 2장 우리 몸의 방어군 — 선천면역과 적응면역         | 31 |
| 3장 아군 식별표 — 면역 관용                 | 37 |
| 4장 식별표가 흐려질 때 — 자가면역은 어떻게 시작되나    | 44 |
| 5장 얼마나 흔하고, 왜 여성에게 많은가 — 자가면역의 역학 | 50 |
| 6장 불을 끄는 여러 기둥 — 자가면역질환 치료        | 57 |

## 제2부 자가면역질환 지도

---

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 7장 손가락이 아침마다 굳는 이유 — 류마티스관절염              | 65 |
| 8장 신경의 피복이 벗겨질 때 — 다발성경화증                 | 71 |
| 9장 장 속의 오래된 불 — 크론병과 궤양성대장염               | 77 |
| 10장 피부가 너무 빨리 자랄 때 — 건선                   | 83 |
| 11장 온몸의 불씨 — 루푸스·쇼그렌증후군·전신경화증             | 89 |
| 12장 호르몬 공장과 인슐린 공장 — 갑상선 자가면역·1형 당뇨병·셀리악병 | 95 |

## 제3부 불씨를 키우는 몸의 조건

---

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 13장 장이라는 성벽 — 장벽·장내미생물과 면역          | 102 |
| 14장 서구식 식탁의 불씨 — 소금·설탕·초가공식품·붉은 고기  | 108 |
| 15장 지방조직은 조용한 공장 — 비만·인슐린 저항성과 자가면역 | 115 |
| 16장 햇빛과 기름 — 비타민D와 오메가3             | 122 |
| 17장 잠·스트레스·담배·운동 — 생활의 불씨와 소화기      | 129 |

## 제4부 케톤, 면역을 달래는 연료

---

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 18장 굶으면 몸은 무엇을 태우나 — 케톤체의 탄생         | 137 |
| 19장 케톤식과 단식의 백 년 — 뇌전증에서 면역까지        | 143 |
| 20장 염증 스위치를 누르는 BHB — NLRP3 염증복합체    | 149 |
| 21장 면역세포도 연료를 고른다 — 면역대사, Th17과 Treg | 155 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 22장 굶는 듯 굶지 않게 — 탄식·탄식모방식·간헐적 탄식 | 162 |
| 23장 생쥐의 관찰과 신경에서 — 동물 실험         | 169 |

## 제5부 사람에게서 확인된 것

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 24장 증거에도 계단이 있다 — 증례에서 무작위 시험까지      | 177 |
| 25장 다발성경화증 — 케톤식·탄식모방식·식이 시험         | 184 |
| 26장 류마티스관절염 — 채식·탄식·지중해식 시험          | 191 |
| 27장 크론병과 궤양성대장염 — 식이로 불을 끈 시험들       | 198 |
| 28장 건선·루푸스·갑상선·1형 당뇨 — 식단이 보고한 좋은 결과 | 205 |
| 29장 식물성 식단과 자가면역 — 코호트와 메타분석         | 212 |

## 제6부 식물성 케톤식 설계하기

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 30장 3위1체 채식식품군 — 중심, 결들임, 최소               | 220 |
| 31장 케톤을 계산하기 — 공식과 다섯 단계                   | 226 |
| 32장 면역을 위한 지방 — 들기름·들깨·호두, 그리고 코코넛유        | 232 |
| 33장 콩과 씨앗의 단백질 — 두부·낫토·템페                  | 239 |
| 34장 채소·버섯·해조·발효 — 장벽을 위한 결들임               | 245 |
| 35장 채식에서 모자라기 쉬운 것 — B12·비타민D·철·칼슘·요오드·셀레늄 | 251 |

## 제7부 안전하게 시작하고 지키기

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 36장 약과 식단이 만날 때              | 259 |
| 37장 이런 사람은 먼저 멈춰서 상의하세요      | 265 |
| 38장 적응기와 기록 — 첫 한 달, 그리고 플레어 | 272 |

## 제8부 휴전의 식탁

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 39장 열두 주의 식탁 — 3위1체 한 주 식단표 | 279 |
| 40장 네 사람의 결론 — 휴전의 식탁       | 285 |

## 부록

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 부록 A 용어 풀이                       | 292 |
| 부록 B 사람 대상 연구 목록                 | 299 |
| 부록 C 식물성 케톤식과 류마티스관절염 — 임상연구 설계도 | 312 |
| 부록 D 식물성 케톤식 식품 성분표              | 317 |
| 부록 E 이 책의 근거 지도                  | 321 |
| 부록 F 도움받을 곳                      | 324 |



## 한국식품영양연구소와 이 책

---

이 책은 자가면역질환을 겪는 사람의 식탁에서 식물성 케톤식이 할 수 있는 일을, 사람에게서 확인된 연구를 따라 차근차근 풀어 가는 책입니다. 그리고 이 책은 읽고 끝나는 데서 멈추지 않습니다. 마지막 장과 부록 C에서 식물성 케톤식을 자가면역질환을 겪는 사람에게서 직접 확인하는 임상연구의 설계도를 그리고, 그 설계도를 실제 연구로 옮기는 일을 한국식품영양연구소가 하려 합니다. 본문으로 들어가기 전에, 이 책을 쓴 사람과 그가 이끄는 연구소를 먼저 소개합니다. 이어서 지은이가 사람을 대상으로 해 온 임상연구가 이 책의 어느 자리를 받치고 있는지 설명하겠습니다.

### 지은이 이광조 박사

이광조 박사는 서울대학교에서 식품영양학 박사 학위를 받았고, 30년 가까이 식품과 영양을 연구해 왔습니다. 지금은 한국식품영양연구소 소장으로 연구를 이끌고 있습니다. 교육 기관인 한국생활건강학원을 세웠고, 과학과영성출판사의 대표를 맡고 있습니다. 연구자마다 붙는 국제 고유번호인 ORCID는 0009-0006-9739-3825입니다.

지은이가 쓴 책으로는 『채식이야기』, 『채식치유학』, 『과학과 초월의 길목에서』, 『역사 속의 채식인』, 『식물성 케톤식』이 있습니다. 제목에서 보이듯 지은이는 오랫동안 한 가지 질문을 붙들어 왔습니다. 식물로 차린 식사가 사람 몸의 대사를 어떻게 바꾸고, 그 변화가 몸의 방어 체계에 어떻게 이어지는가 하는 질문입니다.

식품영양을 연구하는 사람이 왜 자가면역질환에 관한 책을 쓰는지 궁금할 수 있습니다. 자가면역질환은 몸의 방어군이 아군을 잘못 알아보는 병이지만, 이 책 3부가 보여 주듯 장벽, 서구식 식탁, 지방조직, 비타민D와 오메가3, 잠과 스트레스가 그 오작동에 함께 얽혀 있습니다. 그 자리들은 모두 날마다 먹는 것이 직접 움직이는 자리입니다. 그리고 지은이는 이미 십여 년 전에, 몸의 스트레스 호르몬과 대사가 서로 어떤 길을 거쳐 움직이는지를 사람에게서 직접 재어 논문으로 발표했습니다. 그 연구는 조금 뒤에 자세히 소개합니다.

지은이는 식물성 식단을 “무엇을 얼마나 먹는가”로 계산할 수 있게 정리했습니다. 콩·견과·종실을 식탁의 중심에 두는 **3위1체 채식식품군**, 그리고 한 끼가 케톤을 만들기 쉬운 정도를 숫자 하나로 나타내는 **케톤율**입니다. 이 체계는 이 책 30장과 31장의 식단 설계에 그대로 쓰입니다. 지은이는 이 체계를 가르치려고 한국채식영양지도사·한국채식조리전문가·한국식물성케톤식전문가 과정의 교재도 썼습니다. 과정 안내는 바로 다음 글에 있습니다. 지은이와 연구소의 주요 사항은 표 I-1에 모았습니다.

[표 I-1] 지은이와 연구소 한눈에 보기

| 항목         | 내용                                                                   |
|------------|----------------------------------------------------------------------|
| 지은이        | 이광조 박사 — 서울대학교 식품영양학 박사, 한국식품영양연구소 소장                                |
| 임상연구       | 사람 대상 무작위 이중맹검 위약대조 시험 수행, SCIE 논문 3편(모두 제1저자)                       |
| 스트레스·대사 경로 | J Ginseng Res(2014) 코르티솔·자율신경 → 유리지방산 · J Med Food(2013) 인슐린 저항성·호르몬 |
| 그 밖의 일     | 한국생활건강학원 설립자, 과학과영성출판사 대표                                            |
| 저서         | 『채식이야기』 『채식치유학』 『과학과 초월의 길목에서』 『역사 속의 채식인』 『식물성 케톤식』                 |
| 정리한 체계     | 3위1체 채식식품군과 케톤율(30·31장), 세 자격 과정 교재                                  |
| 연구소        | 식품·영양·대사 연구, 사람 대상 연구의 설계와 통계분석                                      |
| ORCID      | 0009-0006-9739-3825                                                  |

## 한국식품영양연구소가 하는 일

한국식품영양연구소는 먹는 것이 몸에서 무엇을 바꾸는지를 연구하는 곳입니다. 연구는 크게 세 갈래입니다. 첫째는 식품과 영양, 그리고 음식이 에너지와 몸의 재료로 바뀌는 과정인 대사입니다. 둘째는 식물성 식사, 케톤식, 단식처럼 먹는 방식 자체를 바꾸는 식이법입니다. 셋째는 이런 질문을 사람에게서 확인하는

방법, 곧 사람을 대상으로 한 연구를 설계하고 모은 자료를 통계로 분석하는 일입니다.

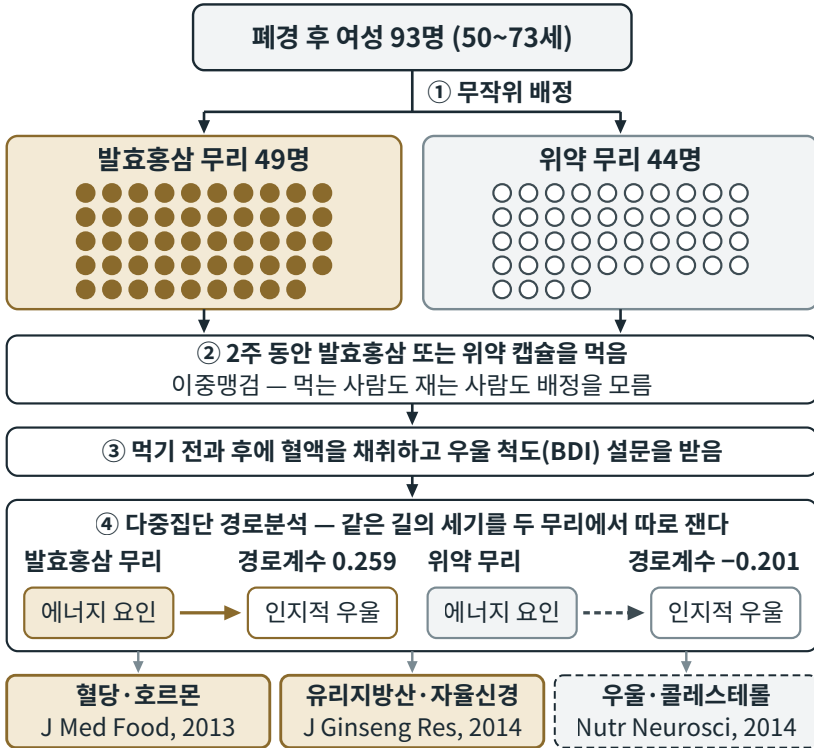
여기서 말하는 **임상연구**는 사람을 대상으로 건강에 관한 질문에 답하는 연구입니다. 세포나 동물이 아니라 사람에게서 재기 때문에, 증거의 계단(24장)에서 가장 높은 자리에 가까운 근거가 됩니다. 임상연구는 대체로 여섯 걸음으로 만들어집니다. 첫째, 알고 싶은 것을 한 문장으로 좁힙니다. 둘째, 몇 명에게 얼마 동안 무엇과 비교해 무엇을 쟁지 계획서에 미리 적습니다. 셋째, 그 계획서를 기관생명윤리위원회(IRB)가 심사합니다. 넷째, 참여자에게 목적과 방법을 설명하고 스스로 동의를 받은 뒤 시험을 수행합니다. 다섯째, 미리 정해 둔 방법으로 통계 분석을 합니다. 여섯째, 결과를 논문으로 공개해 다른 연구자의 검토를 받습니다.

한 가지는 분명히 해 둡니다. **한국식품영양연구소는 의료기관이 아닙니다.** 진료나 처방을 하지 않습니다. 자가면역질환 치료에 관한 결정, 특히 약에 관한 결정은 반드시 담당 의사와 함께 내려야 합니다. 이 책도 같은 원칙 위에 서 있습니다.

## 스트레스·대사를 직접 쟁 임상연구 — SCIE 논문 3편

이 책이 부록 C에서 내놓는 임상연구 설계도는 책상에서 처음 그려 본 그림이 아닙니다. 지은이는 사람을 대상으로 무작위 이중맹검 위약대조 시험을 직접 수행하고, 그 결과를 SCIE 국제 학술지에 논문 세 편으로 발표했습니다. SCIE는 엄격한 심사 기준을 통과한 국제 과학 학술지의 목록입니다. **세 편 모두 지은이가 제1저자**, 곧 연구를 이끌고 가장 크게 기여한 저자입니다.

시험의 흐름은 그림 I-1과 같습니다. 50~73세의 폐경 후 여성 93명을 제비뽑기로 두 무리로 나누었습니다. 49명은 발효홍삼을, 44명은 겉모양이 같은 위약을 2주 동안 먹었습니다. 참여자도 연구자도 누가 어느 무리인지 모르게 하는 **이중맹검**으로 진행했습니다. 먹기 전과 후에 피를 뽑아 호르몬·혈당·지질·무기질을 재고, 자율신경 지표와 우울 척도(BDI) 설문을 받았습니다. **[사람·시험]**



[그림 I-1] 발효홍삼 무작위 이중맹검 위약대조 시험의 흐름 폐경 후 여성 93명을 무작위로 나누어 2주 동안 발효홍삼(금색 속찬 점, 49명) 또는 위약(속빈 점, 44명)을 먹게 하고, 먹기 전후의 측정값을 다중집단 경로분석으로 비교했다. 점 하나가 한 사람이다. ④는 경로분석이라는 방법을 보여 주는 예시로, 세 논문 가운데 수치가 남아 있는 \*Nutritional Neuroscience\*(2014) 논문의 경로계수를 그렸다(점선 화살표는 음의 경로). 같은 방법이 코르티솔·자율신경(\*J Ginseng Res\*, 2014), 인슐린 저항성·호르몬(\*J Med Food\*, 2013) 경로에도 쓰였다. 한 시험에서 논문 세 편이 나왔다

세 논문이 무엇을 보고 무엇을 찾았는지는 표 I-2에 모았습니다.

출처: Lee, K. J., Lee, S. Y., & Ji, G. E. (2013). Journal of Medicinal Food, 16(5), 383–395. PMID 23675990 · Lee, K. J., & Ji, G. E. (2014). Journal of Ginseng Research, 38(2), 97–105. PMID 24748833 · Lee, K. J., & Ji, G. E. (2014). The effect of fermented red ginseng on depression is mediated by lipids. Nutritional Neuroscience, 17(1), 7–15. <https://doi.org/10.1179/1476830513Y.0000000059>. 수치는 세 논문의 초록과 대조했다.

**[표 I-2]** 한 번의 시험에서 나온 SCIE 논문 세 편(모두 이광조 박사 제1저자)

| 연도·학술지                     | 무엇을 보았나                    | 초록이 밝힌 결과                                                                               |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2013 · J<br>Med Food       | 혈당 지표와 호르몬 사이의<br>경로       | 발효홍삼 무리에서<br>DHEAS·성장호르몬·에스트라디올이 높고<br>당화혈색소·인슐린·인슐린 저항성 지수가<br>줄었다                     |
| 2014 · J<br>Ginseng<br>Res | 유리지방산을 움직이는<br>호르몬과 자율신경   | 코르티솔과 맥박이 유리지방산으로 가는<br>경로계수가 두 무리에서 유의하게 달랐다                                           |
| 2014 ·<br>Nutr<br>Neurosci | 우울과<br>호르몬·에너지원·무기질의<br>관계 | 에너지 요인이 인지적 우울로 가는<br>경로계수가 발효홍삼 0.259, 위약<br>-0.201로 유의하게 달랐고, 이 요인은<br>주로 콜레스테롤이 이끌었다 |

## 이 세 편이 보여 주는 연구의 힘

**첫째, 스트레스 호르몬과 몸의 연료를 함께 켜 연구입니다.** Journal of Ginseng Research 논문은 코르티솔이라는 대표적 스트레스 호르몬과 맥박(자율신경)이 유리지방산으로 가는 길을 다중집단 경로분석으로 쫓고, 이 길의 세기가 발효홍삼 무리와 위약 무리에서 유의하게 달랐습니다. 스트레스 호르몬과 자율신경은 이 책 17장이 다루는 “생활의 불씨”와 정확히 맞닿아 있습니다. 만성 스트레스가 코르티솔을 거쳐 몸의 대사와 염증에 영향을 준다는 이야기를, 지은이는 이미 사람에게서 재어 본 셈입니다.

**둘째, 공정한 비교를 갖춘 시험입니다.** 제비뽑기로 무리를 나누면 건강한 사람이 한쪽에 몰리는 일을 막습니다. 위약 무리를 두면 “무언가를 먹었다”는 사실만으로 생기는 변화를 걸러 냅니다. 이중맹검은 기대가 측정을 흐드는 것을 막습니다. 자가면역질환의 질병 활성도 지표(DAS28 등)에는 환자가 스스로 매기는 항목도 들어가므로, 이 세 가지 장치가 특히 중요합니다.

**셋째, “어떤 길을 거쳐 달라졌는가”를 쫓습니다.** 흔한 시험은 “수치가 더 좋아졌다”에서 멈춥니다. 세 논문은 **다중집단 경로분석**을 썼습니다. 수학 점수가 올랐을 때 잠을 더 자서인지, 오답 노트 덕분인지 따져 보는 것과 비슷한 방법입니다. 결과와 함께 그 사이의 길을 재는 이 설계는, 식물성 케톤식이

케톤·혈당·염증·호르몬을 거쳐 관절과 장에 닿는지를 묻는 앞으로의 자가면역질환 연구에 그대로 쓸 수 있습니다(부록 C).

**넷째, 인슐린 저항성과 호르몬을 함께 보았습니다.** Journal of Medicinal Food 논문에서는 발효홍삼 무리의 당화혈색소·인슐린·인슐린 저항성 지수가 줄었습니다. 비만과 인슐린 저항성이 여러 자가면역질환의 위험을 높인다는 연구가 쌓여 있는 만큼(15장), 같은 방법으로 식물성 케톤식이 인슐린 저항성을 낮추는 길을 재는 일은 이 책의 다음 걸음과 곧바로 이어집니다.

실린 학술지도 살펴볼 만합니다. Journal of Ginseng Research는 인삼을 전문으로 다루는 국제 학술지로, 2025년 6월 클래리베이트가 발표한 학술지 인용 보고서(JCR)에서 영향력지수 5.6을 기록해 같은 분야 상위 25%(Q1)에 들었습니다. 영향력지수는 한 학술지의 논문이 최근 몇 해 동안 평균 몇 번 인용되었는지를 나타내는 수입니다. Journal of Medicinal Food도 SCIE와 미국 국립의학도서관의 MEDLINE에 등재되어 있습니다.

세 논문은 자가면역질환자가 아니라 폐경 후 여성을 대상으로, 케톤식이 아니라 발효홍삼을 시험한 연구입니다. 이 책이 세 논문에서 빌려 오는 것은 **질문과 방법**입니다. 먹는 것이 스트레스 호르몬과 대사를 거쳐 몸에 닿는가라는 질문, 그리고 무작위로 나누고 위약과 견주고 배정을 가린 채 그 길을 재는 방법입니다. 그 질문과 방법을 식물성 케톤식과 자가면역질환에 옮기는 것이 연구소의 다음 일입니다.

## 왜 자가면역질환과 식물성 케톤식에 임상연구가 필요한가

이 책 20·21장에서 보듯, 케톤체 BHB가 염증 스위치 NLRP3를 누르고 면역세포의 연료 선택을 바꾼다는 결과가 세포와 동물 실험에서 풍부합니다. 다발성경화증의 케톤식·단식모방식 시험, 류마티스관절염의 채식·단식 시험, 건선의 체중 감량 시험이 사람에게서도 좋은 결과를 보고했습니다(25~29장). 이 두 흐름을 합친 것이 이 책의 **식물성 케톤식**입니다. 두 흐름이 모두 좋은 방향을 가리키므로, 이제 남은 일은 식물성 케톤식을 자가면역질환을 겪는 사람에게서 직접 재는 것입니다. 그 일에 임상연구가 꼭 필요한 까닭은 다섯 가지입니다.

**첫째, 기전의 방향을 효과의 크기로 바꾸어야 합니다.** BHB가 NLRP3를 억제하고 면역세포가 연료를 바꾼다는 결과는 세포와 동물에서 뚜렷합니다(20·21장). 실제 식단으로 오른 케톤이 사람의 관절 활막염이나 장 염증을 얼마나 가라앉히는지는 사람에게서 재야 숫자로 말할 수 있습니다.

**둘째, 질병 활성화 지표에는 스스로 답하는 항목이 들어 있습니다.** DAS28의 환자 전반평가처럼, 새 식단을 시작했다는 기대만으로도 점수가 움직일 수 있습니다. 비교 무리를 두고 제비뽑기로 나누며, 평가하는 사람이 배정을 모르게 하면 식단이 만든 몫을 또렷하게 보여 줄 수 있습니다.

**셋째, 식단은 지키는 것이 효과의 열쇠입니다.** 약은 먹었는지 세면 되지만, 식단은 식사 기록과 아침 혈중 BHB로 얼마나 지켰는지를 함께 재야 합니다(38장). 그래야 잘 지킨 사람에게서 얼마나 좋아지는지까지 알 수 있습니다.

**넷째, 안전은 사람에게서 기록할수록 더 튼튼해집니다.** 면역억제제·생물학제제와 함께 먹을 때의 주의점, LDL 콜레스테롤의 변화, 적응기의 불편은 사람에게서 꼼꼼히 기록할 때 누구나 안심하고 따라 할 수 있는 안내가 됩니다(36~38장).

**다섯째, 누구에게 가장 도움이 되는지 찾아야 합니다.** 염증 수치가 높은 사람, 비만이나 인슐린 저항성을 함께 가진 사람처럼 식단이 닿는 자리가 뚜렷한 사람에게 효과가 더 클 수 있습니다(7·9장). 충분한 인원과 미리 정한 분석이 그 사람들을 찾아 줍니다.

그리고 한국식품영양연구소는 그 설계도를 종이 위에 두는 데서 그치지 않으려 합니다. 지은이가 발효홍삼 시험에서 이미 해 본 방식 그대로 — 무작위로 나누고, 대조를 두고, 평가하는 사람을 가리고, 결과와 함께 그 사이의 길까지 재는 방식으로 — 식물성 케톤식과 자가면역질환의 관계를 확인하는 것이 연구소가 이 책 다음에 하려는 일입니다. 모든 참여자는 **먹던 약과 받던 진료를 그대로 이어 가면서** 식단을 더하게 됩니다. 언제 어떤 규모로 시작할지는 함께할 의료기관과 심의 절차에 달려 있습니다.

## 연구소가 지키는 연구 원칙

연구소가 어떤 자리에서든 지키는 다섯 가지 원칙과, 그 원칙을 이 책에서 실제로 어떻게 지켰는지를 표 I-3에 정리했습니다.

끝으로 한 가지를 덧붙이고 싶습니다. 이 책을 읽고 자신의 식탁과 관절·피부의 상태를 열두 주 동안 기록하는 독자는, 좋은 임상연구가 무엇을 하는지 몸으로 배우게 됩니다. 날마다 같은 방식으로 재고, 좋아진 날과 힘든 날을 함께 적고, 무엇이 함께 달라졌는지 살피는 일이 바로 연구자가 하는 일이기 때문입니다. 언젠가 이 주제의 임상연구가 시작된다면, 그 자리를 채우는 사람은 연구자만이 아니라 이렇게 기록해 온 독자일 것입니다.

**[표 I-3] 한국식품영양연구소의 연구 원칙과 이 책에서 지킨 방식**

| 원칙          | 무엇을 뜻하는가                                  | 이 책에서는                                         |
|-------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 설계 먼저       | 대상·기간·비교 무리·결과 지표·분석 방법을 미리 정하고 등록한다      | 부록 C에서 설계를 먼저 적었다                              |
| 재어 본 만큼 정확히 | 논문 초록에 적힌 설계와 수치 그대로 쓴다                   | 인용 논문을 한 편씩 초록으로 확인하고 장 끝에 출처를 밝혔다             |
| 결과는 모두 공개   | 어떤 결과든 발표해 다음 연구의 발판으로 삼는다                | 좋은 결과와 함께 주의할 점도 해당 장에 적었다                     |
| 참여자 안전과 동의  | 목적과 방법을 설명하고 스스로 동의를 받는다. 약과 진료는 그대로 유지한다 | 약을 끊지 않기, 먼저 멈춰 상의할 사람(37장), 응급 신호(이 책을 읽기 전에) |
| IRB 심의      | 연구 계획을 기관생명윤리위원회가 먼저 심사한다                 | 부록 C의 설계에 심의와 등록 단계를 넣었다                       |

#### 한국식품영양연구소 연락처

- 주소 충청남도 금산군 금성면 장목동길 8-18
- 전화 070-4070-3369
- 이메일 [contact@solmindit.com](mailto:contact@solmindit.com)
- 누리집 [klifestyle.net](http://klifestyle.net)
- 문의 연구 참여와 공동연구 제안
- 알려 드립니다 연구소는 의료기관이 아니므로 진료·처방이나 개인의 치료 상담은 하지 않습니다. 치료에 관한 결정은 담당 의사와 상의하십시오.

## 이 책 다음의 배움 — 세 가지 전문가 과정

---

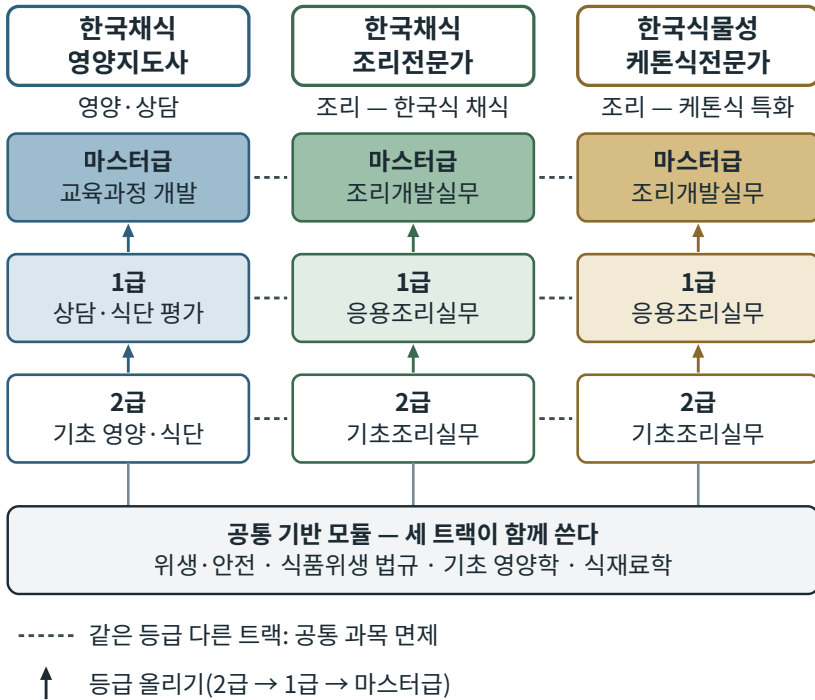
이 책을 덮고 나서 더 배우고 싶어지는 독자가 있을 것입니다. 자가면역질환을 겪는 가족을 위해 식탁을 스스로 설계하고 싶은 사람, 식물성 케톤 한식을 손으로 제대로 만들어 보고 싶은 사람, 배운 것을 이웃과 수강생에게 가르치고 싶은 사람입니다. 그런 분들을 위해 지은이가 교재를 쓰고 한국생활건강학원이 운영하는 세 가지 전문가 과정을 소개합니다. **한국채식영양지도사, 한국채식조리전문가, 한국식물성케톤식전문가**입니다.

배우고 나면 할 수 있는 일은 이렇습니다. 한 사람의 사흘치 식사 기록을 읽고 모자라는 영양소를 찾아 고칠 점을 함께 정하는 일, 3위1체 채식식품군으로 한 상을 차리고 케톤율을 계산하는 일, 동물성 재료 없이 한 끼의 순탄수화물을 정해진 선 아래로 맞추면서 들기름과 견과로 맛을 살리는 일, 그리고 그 방법을 강의와 조리 시연으로 남에게 가르치는 일입니다. 이 책 30~35장과 39장이 글로 설명하는 일을, 과정에서는 손으로 익힙니다.

### 세 트랙과 아홉 등급

과정은 세 트랙으로 나뉩니다. **한국채식영양지도사**는 영양과 상담을 맡는 트랙입니다. 무엇을 왜 먹는가를 설명하고, 한 사람의 식단을 평가해 고칠 점을 지도합니다. **한국채식조리전문가**는 조리 트랙입니다. 나물·장·발효 음식 같은 한국식 채식으로 한 상을 차립니다. **한국식물성케톤식전문가**는 케톤식에 특화된 조리 트랙입니다. 동물성 재료를 빼고 탄수화물까지 줄인 한국식 한 상을 만듭니다.

트랙마다 **2급, 1급, 마스터급**의 세 등급이 있어 모두 아홉 개의 자격이 됩니다. 2급은 정해진 조리법대로 정확히 만드는 **실행자**, 1급은 원리를 알고 사람의 조건에 맞게 조리법을 바꾸는 **설계자·교육자**, 마스터급은 새 조리법을 만들어 다른 사람이 재현하게 하는 **개발자·감독자**입니다. 위생·안전, 식품위생 법규, 기초 영양학, 식재료학은 세 트랙이 함께 쓰는 **공통 기반 모듈**로 묶어, 한 번 이수하면 다른 트랙에서 다시 듣지 않아도 됩니다. 전체 구조는 그림 II-1과 같습니다.



[그림 II-1] 세 트랙 **아홉** 등급의 구조 공통 기반 모듈 위에 트랙마다 2급 → 1급 → 마스터급이 올라간다. 상자 아래 줄은 등급의 대표 과목이고, 트랙 사이 점선은 같은 등급에서 다른 트랙으로 옮길 때 공통 과목을 면제한다는 뜻이다(모식도)

## 이 책과 과정은 어떻게 이어지는가

자가면역질환을 겪는 사람의 식탁에는 특별히 필요한 기술이 있습니다. 관절이 뻣뻣하거나 피부가 예민한 날에도 오래 서 있지 않고 차릴 수 있게 **미리 만들어 두는 요령**, 먹는 약과 부딪치지 않는지 확인하고 **금기 식품을 알아보는 눈**, 그리고 한 주의 식사 기록과 관절·피부 상태 기록을 나란히 놓고 **다음 주에 하나만 바꿀 점을 정하는 습관**입니다. 표 II-1은 이 책의 장에서 출발해 과정의 어느 과목에서 더 깊이 배우는지를 짚지는 것입니다.

**[표 II-1] 이 책의 장과 과정의 과목**

| 이 책에서               | 과정에서 더 깊이 배우는 과목                                |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| 18~23장 케톤체와 케톤식의 원리 | 케톤식전문가 2급 「식물성 케톤식의 이해」 · 1급 「케톤 영양학과 식단 설계」    |
| 35장 영양소와 결핍         | 영양지도사 1급 「결핍 위험과 보충」                            |
| 30·31장 3위1체와 케톤을 계산 | 영양지도사 2급 「채식 식단의 기본 설계」 · 공통 심화 「표준 레시피와 영양 산출」 |
| 32·33장 기름과 단백질      | 공통 기반 「기초 영양학」 「식재료학 기초」                        |
| 34장 발효 음식과 결들임      | 조리전문가 1급 「응용조리실무」 · 케톤식전문가 1급 「응용조리실무」 (청국장·템페) |
| 39장 한 주 식단표         | 2급 「기초조리실무」 · 1급 「표준화와 다인분 조리」                  |
| 36·37장 약과 금기 대상     | 세 트랙 2급의 금기 대상 판별과 의료진 연결 기준                    |
| 38장 측정과 기록          | 영양지도사 1급 「상담 기술과 기록」 「식단 평가와 개선」                |

수업은 이론과 실습으로 나뉘며, 연계 설계안은 2급 8주, 1급 12주, 마스터급 16주 과정으로 짰습니다. 검정은 필기와 실기로 나뉩니다. 내 가족의 식탁을 차리는 데는 어떤 자격도 필요하지 않습니다. 자격이 필요해지는 때는 다른 사람의 식단을 맡거나, 가르치거나, 음식을 만들어 파는 일을 할 때입니다.

## 할 수 있는 일과 민간자격이라는 점

세 자격은 식단을 설계하고, 만들고, 가르치는 자격입니다. **질병을 진단하거나 치료하거나 처방하는 자격이 아닙니다.** 자가면역질환을 겪는 사람의 식탁을 돕는 일과 자가면역질환을 치료하는 일은 다른 일이며, 약에 관한 권고는 의료진의 몫입니다. 세 과정은 이 경계를 2급 단계부터 가르칩니다.

세 자격은 국가자격이 아니라 자격기본법에 따른 **민간자격**입니다. 등록 여부와 등록번호, 발급기관은 한국직업능력연구원 민간자격정보서비스에서 누구나

확인할 수 있으니, 과정을 고르기 전에 직접 확인하시기 바랍니다. 교육비와 검정료, 환불 규정은 등록하기 전에 학원에 문의해 안내받으십시오.

#### 한국생활건강학원 — 과정 문의

- **구분** 평생직업교육학원(종합), 충청남도금산교육지원청 학원설립·운영 등록 제167호
- **설립자** 이광조
- **주소** 충청남도 금산군 금산읍 후곶천길 83, 3층
- **전화** 070-4070-3369
- **누리집** [klifestyle.net](http://klifestyle.net)

## 이 책을 읽기 전에

---

자가면역질환은 몸의 방어군이 아군을 적으로 잘못 알아보고 벌이는 내전과 같습니다. 류마티스관절염은 관절을, 다발성경화증은 신경을, 크론병과 궤양성대장염은 장을, 건선은 피부를, 루푸스는 여러 장기를, 하시모토는 갑상선을, 셀리악병은 장 용모를 거뒍니다. 약은 이 내전의 불길을 잡는 소방관입니다. 그런데 불씨는 종종 식탁에서 자랍니다. 서구식 식사, 장내미생물의 불균형, 지방조직에서 나오는 염증 물질, 비타민D와 오메가3의 부족, 잠과 스트레스의 흐트러짐이 그 불씨를 키운다는 연구가 쌓이고 있습니다. 이 책은 약을 대신하려는 책이 아닙니다. 약과 진료 곁에서, 식탁이 휴전을 오래 지키는 데 힘을 보탬 수 있는지를 묻는 책입니다.

자가면역질환은 하나가 아니라 여든 가지가 넘게 알려져 있고, 여성에게 훨씬 흔합니다(5장). 진단받은 사람은 대부분 평생 관리해야 하는 병이라는 말을 듣고, 관절이 뻣뻣한 아침이나 다시 붙어진 피부 앞에서 “내가 뭘 잘못 먹어서 이렇게 됐나” 자책하기 쉽습니다. 분명히 말씀드립니다. **자가면역질환은 누구의 탓도 아닙니다.** 유전과 환경, 그리고 면역이 “나”와 “남”을 가르는 방식이 얽혀 생기는 병입니다(4장). 다만 무엇을 먹는가가 그 불씨를 조금 줄이거나 조금 키울 수 있다는 연구는 분명히 있고, 이 책은 그 연구를 정직하게 따라잡니다.

이 책은 전주 한옥마을의 두부 한식당 ‘콩밭머리’에 모인 네 사람의 대화로 이루어져 있습니다. 류마티스내과 교수, 류마티스관절염을 안고 사는 사서, 건선이 있는 식당 주인, 그리고 과학 동아리 중학생입니다. 아홉 달 동안 열두 번의 일요일에 걸쳐, 면역이 무엇인지부터 시작해 자가면역질환의 지도를 그리고, 그 불씨를 키우는 몸의 조건을 살피고, 케톤체라는 연료를 이해하고, 사람에게서 확인된 연구를 하나씩 짚고, 마침내 식탁을 설계해 열두 주 동안 직접 지켜 갑니다. 어려운 말이 나올 때마다 누군가 “그게 무슨 뜻이에요?”라고 묻고, 비유로 풀고, 다시 자기 말로 정리합니다. 중학교 2학년이라도 처음부터 끝까지 따라갈 수 있도록 쓴 이유입니다.

## 이 책의 근거

이 책의 문장 끝에 붙은 같은 표시는 근거가 된 논문의 고유 번호입니다. 지어낸 숫자는 하나도 없습니다. 이 책은 자가면역질환을 다룬 논문 PDF 107,897편의 PubMed 서지와 초록을 모은 **autoimmune\_db**를 중심으로, 지은이의 식물성 식단 연구 자료인 **vk-diet\_db**, 그리고 케톤식·단식 관련 PubMed 자료를 더해 자료 더미를 만들었습니다. 제목이 무관하거나, 초록이 없거나, 철회되었거나, 정정된 논문을 걸러 내고 나니 전체 145,060편 가운데 **134,843편**이 실제로 쓸 수 있는 자료로 남았습니다.

이 자료 더미를 만든 뒤에는 검색 프로그램을 두었습니다. 각 장을 쓴 사람은 담당한 질환이나 주제로 자료를 찾고, 컴퓨터가 자동으로 매긴 “무작위 시험인지, 동물 실험인지” 같은 분류를 그대로 믿지 않고 논문 한 편 한 편의 초록을 직접 읽어 실제 설계와 인원, 기간, 수치를 확인했습니다. 초록에 적히지 않은 숫자는 쓰지 않았고, 확신이 서지 않는 논문은 인용하지 않았습니다. 여러 논문을 모아 본 메타분석과 사람을 직접 시험한 연구를 먼저 찾고, 세포나 동물 실험은 표지를 붙여 사람 결과와 구분했습니다. 장 끝에는 그 장이 인용한 논문의 정식 서지가 자동으로 붙습니다.

## 근거 표지 읽는 법

문장 끝의 괄호 기호는 그 결과가 어디서 나왔는지 알려 주는 이정표입니다. 세포·동물 실험의 결과와 사람의 결과를 섞지 않고 그대로 보여 드립니다. 다섯 가지 표지의 뜻은 표 III-1과 같습니다.

[표 III-1] 근거 표지 읽는 법

| 표지                               | 뜻                                               |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>세포</b> <b>동물</b> <b>세포·동물</b> | 실험실 세포나 동물에게서 나온 결과. 사람에게 그대로 적용되는지는 더 확인이 필요하다 |
| <b>증례</b>                        | 한두 사람의 경험을 자세히 기록한 보고                           |
| <b>사람·관찰</b>                     | 여러 사람을 시간을 두고 지켜보며 견준 연구                        |
| <b>사람·시험</b>                     | 사람에게 식단이나 치료를 직접 해 보고 견준 연구(가장 힘이 센 근거)         |
| <b>종합</b>                        | 여러 연구를 모아 함께 본 결과                               |

## 등장인물

네 사람의 나이와 역할, 자가면역질환과의 자리는 표 III-2와 같습니다.

[표 III-2] 이 책의 네 사람

| 이름        | 나이·역할                 | 자가면역질환과의 자리                               |
|-----------|-----------------------|-------------------------------------------|
| 윤해림<br>교수 | 52세, 류마티스내과 교수        | 12년째 채식, 마흔둘에 하시모토 갑상선염 진단 — 전문가이자 당사자    |
| 오지수       | 41세, 도서관 사서           | 3년 전 류마티스관절염 진단, 약을 먹으며 식탁을 더한다           |
| 백정훈       | 48세, 두부 한식당 ‘콩밭머리’ 주인 | 20대부터 건선, 회의적이지만 실용적인 셰프                  |
| 백다온       | 15세, 정훈의 딸            | 중학교 2학년, “우리 몸의 군대는 왜 아군을 쏘까”를 탐구하는 독자의 눈 |

이 책에 나오는 지수와 정훈의 DAS28, CRP, 체중, 건선 부위 같은 기록은 **이야기 속 예시**이며, 실제 연구 자료가 아닙니다. 다만 그 수치가 오르내리는 방향과 폭은 이 책이 인용한 연구들의 결과 범위 안에 있도록 맞추었습니다.

## 의학적 주의

이 책을 읽으며 반드시 지켜 주십시오.

- **약을 스스로 줄이거나 끊지 마십시오.** 면역억제제·생물학제제·항말라리아제를 끊으면 재발과 관절·장기 손상이 올 수 있고, 스테로이드를 갑자기 끊으면 위험합니다. 식단은 치료를 대신하지 않고 곁에 더합니다. 무엇이든 시작하기 전에 주치의와 먼저 상의하십시오.
- **1형 당뇨, 성장기 청소년, 임신·수유 중인 사람, 신장 질환이 있는 사람은 의료진의 관리 없이 케톤식을 하지 마십시오.** 특히 1형 당뇨의 인슐린은 생명줄이며, 케톤식은 케톤산증의 위험을 키울 수 있습니다.
- 메토트렉세이트를 먹는다면 처방된 엽산은 그대로 먹고, 간 수치와 음주를 주치의와 함께 챙기십시오. 스테로이드를 먹는다면 뼈(칼슘·비타민D)와 혈당을 함께 살피십시오. 생물학제제나 면역억제제를 먹는다면 감염에 더 조심하고, 날것·발효 식품의 위생에 신경 쓰십시오.
- 하시모토·그레이브스 갑상선염이 있다면 다시마 등 요오드가 많은 해조를 과하게 먹지 않습니다. 셀리악병이라면 글루텐을 완전히 배제해야 합니다. 염증성장질환으로 장이 좁아졌거나(협착) 활동기라면 거친 섬유질을 조심합니다. 루푸스 신장염이나 만성 신장병이 있다면 단백질과 칼륨의 양을 반드시 주치의가 정한 대로 따릅니다.
- 관절이 갑자기 붓거나 열이 나거나, 숨쉬기 어렵거나, 심하게 어지럽거나, 의식이 흐려지는 등 응급 신호가 있으면 식단을 잠시 멈추고 **119**에 연락하거나 병원 응급실로 가십시오.

이 책이 제안하는 식물성 케톤식은 입문(케톤율 0.5~0.9)에서 시작해 기본(1.0~1.9)을 거쳐, 필요하면 주치의와 상의해 강화(2.0~2.9)까지를 생활 요법의 범위로 둡니다. 그보다 높은 단계는 의료진이 관리하는 연구 환경에서만 다룹니다. 이제 콩밭머리의 일요일로 함께 들어가 보겠습니다.

제 1 부

---

## 내 편과 적을 가르는 면역

01

## 콩밭머리의 일요일 — 네 사람이 만나다

---

9월 마지막 일요일, 전주 한옥마을 뒷골목. 두부 한식당 ‘콩밭머리’의 미달이문에 “오후 휴식 중” 팻말이 걸렸다. 열넷 자리뿐인 좁은 홀, 가운데 놓인 커다란 느티나무 식탁 위로 점심에 볶은 들기름 냄새가 아직 감돌았다. 창가에서는 중학생 다온이 과학 동아리 공책을 펼쳐 놓고 있었다.

### 점심 장사가 끝난 오후 세 시

**정훈** 교수님, 오늘도 딱 맞춰 오셨네요. 두부구이 한 접시 남겨 뒀습니다.

**윤 교수** 고마워요, 사장님. 벌써 10년째 이 자리에 앉는 것 같은데, 오늘은 두부구이 냄새가 유난히 좋네요.

창가에 있던 다온이 고개를 들었다.

**다온** 교수님, 안녕하세요! 아빠한테 얘기 많이 들었어요. 병원에서 관절 연구하신다고요?

**윤 교수** 맞아, 다온아. 대학병원 류마티스내과에서 스무 해 가까이 면역과 대사를 연구하고 있단다.

그때 미달이문이 열리고 사서 지수가 들어왔다. 손에 휴대전화를 꼭 쥐고 있었다.

**지수** 사장님, 늦어서 죄송해요. 저 이것 좀 봐 주시겠어요? 아침부터 마음이 복잡해서요.

**정훈** 지수 씨, 얼굴이 안 좋아 보이는데요. 마침 잘됐어요. 여기 이분, 저랑 10년 단골이신데 류마티스내과 교수님이세요.

**지수** 어, 정말요? 저 3년 전에 류마티스관절염 진단받았거든요. 여쭙봐도 될까요?

**윤 교수** 그럼요. 저는 지수 씨 주치의는 아니니 처방 얘기까지는 못 하지만, 궁금한 건 함께 짚어 볼 수 있어요.

**다온** 저기, 류마티스관절염이 정확히 뭐예요? 그냥 관절이 아픈 거랑 달라요?

**지수** 나도 진단받기 전엔 몰랐는데, 몸의 면역이 내 관절을 스스로 공격하는 병이라. 아침마다 손가락이 뻣뻣하고, 손목이 붓기도 하고.

**윤 교수** 맞아요. 지수 씨는 지금 메토트렉세이트라는 약과 하이드록시클로로퀸이라는 약을 드시고 계시죠?

**지수** 네, 벌써 3년째요. 관절은 많이 나아졌는데, 아침 뻣뻣함이랑 피로, 그리고 체중이 3년 사이 7킬로그램 늘어난 게 계속 힘들어요.

## “자가면역, 식단으로 약 끊었다”는 영상

지수가 휴대전화 화면을 식탁 가운데로 내밀었다. “자가면역, 식단으로 약 끊었다”는 제목의 영상이 멈춰 있었다.

**지수** 이분은 류마티스관절염이었는데, 식단을 완전히 바꾸고 석 달 만에 약을 다 끊었대요. 관절도 하나도 안 아프다고 하고요. 저도 요즘 아침마다 손가락이 뻣뻣하고 체중도 늘어서, 자꾸 눈이 가더라고요.

**정훈** 저도 비슷한 영상 많이 봐요. 손님들도 “이것만 먹으면 낫는다더라” 그런 말 자주 하시고요. 저는 예전에 두유 공장에서 11년 품질관리를 했거든요. 그때 버릇이 남아서 “그래서 몇 명한테 해 봤는데요? 대조군은요?”부터 묻고 싶어져요.

**윤 교수** 정훈 씨 질문이 정확해요. 그런데 지수 씨, 그 얘기보다 먼저 꼭 드리고 싶은 말씀이 있어요. **약을 스스로 줄이거나 끊지 마세요.** 오늘 딱 하나만 기억하신다면 이거면 좋겠어요.

**지수** 그렇게 위험한가요? 지금 먹는 약도 좀 지겹긴 한데…….

**윤 교수** 그 마음, 저도 잘 알아요. 그래도 오늘은 이 이야기부터 꼭 짚고 넘어가고 싶어요.

**윤 교수** 두 가지 연구를 보여 드릴게요. 생물학제제를 잘 조절되던 상태에서 끊은 류마티스관절염 환자들을 모은 연구들을 보면, 다시 나빠지는 재발률이 연구마다 33퍼센트에서 87퍼센트까지 나왔어요. 천천히 줄여 나간 경우가 갑자기 끊은 경우보다는 나왔지만, 그래도 적지 않았죠. **[종합]**<sup>1</sup>

**다운** 잠깐만요, 교수님. ‘재발’이 정확히 뭐예요? 감기가 다시 걸리는 거랑 같아요?

**윤 교수** 비슷해, 다운아. 불이 꺼진 줄 알았는데 재 속에 불씨가 남아 있다가 바람이 불면 다시 타오르는 걸 생각해 보렴. 약은 그 불씨를 눌러 두는

뚜껑 같은 역할도 하거든. 루푸스라는 다른 자가면역질환에서 스테로이드를 끊은 사람들을 모아 본 연구에서도, 끊은 쪽이 계속 먹은 쪽보다 재발 위험이 뚜렷이 더 높았단다. [종합]<sup>2</sup> 그리고 스테로이드는 갑자기 끊으면 몸이 스스로 만드는 호르몬 공장, 그러니까 부신이 준비되지 않은 채로 멈춰서 위험할 수도 있어.

**지수** 그럼 그 영상 속 사람 말은 다 거짓말인가요?

## 회의, 확인, 그다음

**정훈** 교수님, 저는 솔직히 저 영상 보면 “그래서 몇 명한테, 어떻게 해 봤는데?”부터 묻고 싶거든요. 한 사람 얘기로 다 됐다고 하면 곤란하잖아요.

**윤 교수** 거짓말이라고 단정할 수는 없어요. 그분은 정말 좋아졌을 수도 있어요. 하지만 한 사람의 경험은 식단 덕분인지, 약이 남긴 효과인지, 다른 이유 때문인지 가려 주지 못해요. 그래서 여러 사람을 제비뽑기로 나누고 견주어 보는 연구가 필요한 거예요.

**다운** 제비뽑기로 나누는 게 왜 중요해요?

**윤 교수** 사람이 직접 고르면, 의욕이 넘치는 사람만 한쪽에 몰릴 수 있거든. 제비뽑기로 나누면 두 무리가 처음엔 비슷해지니까, 나중에 생긴 차이를 그 방법 덕분이라고 말할 수 있게 되지.

**다운** 그럼 “대조군”이라는 것도 그런 뜻이에요? 아빠가 아까부터 계속 그 말씀 하시던데요.

**윤 교수** 잘 짚었어. 대조군은 비교하기 위해 다른 조건을 준 무리를 말해. 반 전체에 새 문제집을 풀게 하고 성적이 올랐다고 하면, 문제집 때문인지 그냥 시간이 지나서인지 알 수 없잖아. 그런데 절반은 새 문제집, 절반은 예전 방식 그대로 풀게 하고 견주면, 차이가 문제집 덕분인지 아닌지 알 수 있어. 그 절반이 바로 대조군이야.

**다운** 아, 그러니까 아빠가 계속 묻는 게 바로 그 절반이 있었냐는 거네요.

**정훈** 바로 그거야, 다운아. 나는 그 절반 없이 “좋아졌다”는 말만 들으면 못 믿어. 교수님, 그럼 식단이 자가면역질환에 정말 도움이 된다는 연구는 있어요, 없어요?

**윤 교수** 있어요. 다발성경화증의 케톤식과 단식 시험, 류마티스관절염의 채식과 단식 시험, 건선의 체중 감량 시험 같은 것들이 좋은 결과를 보고했어요. 이제 앞으로 열두 번의 일요일 동안, 그 연구들을 하나씩 같이 짚어 볼 거예요.

**지수** 그럼 저도… 약은 그대로 두고요?

**윤 교수** 네, 반드시요. 식단은 약을 **대신하는** 게 아니라, 약과 진료 **결에서** 힘을 보태는 도구예요. 제 좌우명이 하나 있어요. “약이나 식탁이냐가 아니라, 약과 식탁.”

## 휴전의 식탁으로 가는 길

**정훈** 좌우명 멋진데요? 그런데 교수님, 자가면역질환이 대체 뭔데 약이 필요한 거예요? 저도 스무 살 무렵부터 건선이 있어서 늘 궁금했거든요.

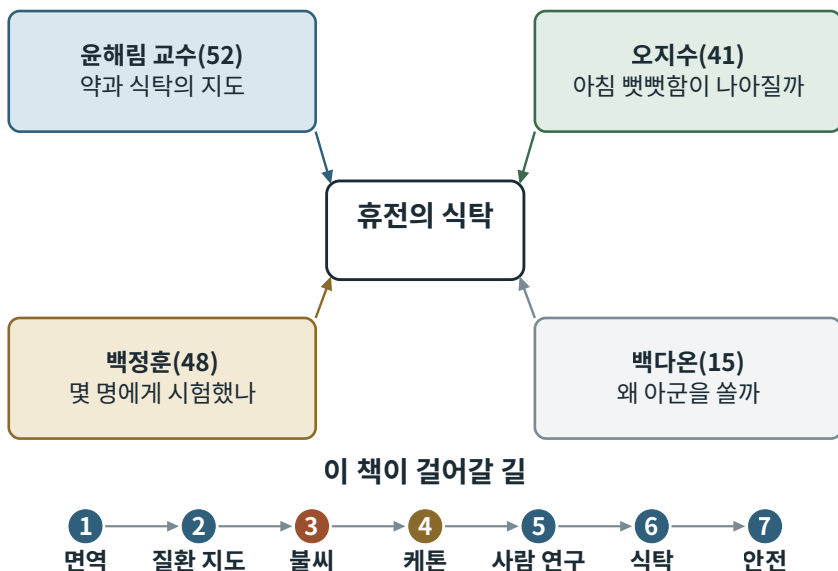
**윤 교수** 한마디로 말하면, 몸속 방어군이 아군을 적으로 잘못 알아보고 벌이는 **내전**이에요. 지수 씨의 관절, 정훈 씨의 피부처럼 저마다 다른 곳이 전쟁터가 되죠. 약은 그 불길을 잡는 소방관이고, 식탁은 불씨를 줄여서 **휴전을 오래 지키는 편**에 서는 거예요.

**다운** 오늘 나온 얘기만 해도 벌써 많은데, 우리 순서대로 정리해 봐도 될까요? 표 1-1처럼요.

[표 1-1] 네 사람과 그들의 질문

| 사람      | 누구인가                     | 가장 궁금한 것             |
|---------|--------------------------|----------------------|
| 윤해림(52) | 류마티스내과 교수, 하시모토 갑상선염 당사자 | 약과 식탁을 함께 놓는 지도      |
| 지수(41)  | 도서관 사서, 류마티스관절염 3년 차     | 식단을 바꾸면 아침 뻣뻣함이 나아질까 |
| 정훈(48)  | 두부 한식당 ‘콩밭머리’ 주인, 건선     | 몇 명에게, 어떻게 시험했나      |
| 다운(15)  | 정훈의 딸, 중학교 2학년 과학 동아리    | 우리 몸의 군대는 왜 아군을 쏘까   |

**윤 교수** 좋은 생각이야. 그림 1-1을 보면 우리가 걸어갈 순서가 있어요. 먼저 면역이 무엇인지 알고, 자가면역질환의 지도를 그리고, 그 불씨를 키우는 몸의 조건을 살핀 다음, 케톤이라는 연료를 이해하고, 사람 연구가 실제로 무엇을 보여 줬는지 따져 본 뒤에, 마지막으로 식탁을 설계하고 안전하게 지키는 법까지 갈 거예요.



[그림 1-1] 네 사람의 질문 지도 가운데 “휴전의 식탁”을 둘러싼 네 사람의 궁금증과, 이 책이 면역 → 질환 지도 → 불씨 → 케톤 → 사람 연구 → 식탁 → 안전의 순서로 걸어갈 길을 한눈에 정리했다(개념도)

**정훈** 나는 계속 따질 거예요. “몇 명한테, 대조군은?” 하고요.

**윤 교수** 그래 주면 고마워요. 그게 이 책을 튼튼하게 만드는 질문이니까요.

**지수** 저는 오늘 배운 대로, 내일 한 원장님께 여쭙볼 것부터 적어 가야겠어요. 요즘 가장 힘든 것과 식단 얘기를 꺼내 보고 싶다는 마음이에요.

**윤 교수** 좋은 시작이에요. 궁금한 게 생겼을 때 멈추고 물어본 것만으로도 벌써 잘하신 거예요. 원장님께 여쭙볼 때는 세 가지만 적어 가세요. 첫째, 요즘 가장 힘든 증상. 둘째, 식단을 바꿔 보고 싶다는 마음과 그 이유. 셋째, 지금 드시는 약과 영양제 이름이요.

**지수** 적어 갈게요. 그런데 교수님, 앞으로 열두 번을 여기서 만나는 거예요? 매주요?

**윤 교수** 2주에 한 번씩 어때요? 식단은 오늘 당장 시작하는 게 아니라, 면역과 질환을 충분히 안 다음에 시작하는 게 안전하니까요.

**정훈** 좋습니다. 어차피 저희 가게도 일요일 오후엔 쉬니까, 이 식탁 늘 비워 둘게요.

**다운** 그럼 저도 학교 마치고 바로 올게요! 이거 완전 제 과학 탐구 숙제잖아요.

다운이 공책 첫 장에 “우리 몸의 군대는 왜 아군을 쏘까?”라고 크게 적었다. 정훈은 부엌에서 들깨차 네 잔을 내왔다. 창밖에서는 늦은 오후 햇살이 골목 담벼락을 천천히 건너가고 있었다.

## 이 장의 핵심

- 자가면역질환은 몸의 방어군이 아군을 적으로 잘못 알아보는 내전이다. 약은 불길을 잡고, 식탁은 불씨를 줄여 휴전을 오래 지키는 데 힘을 보탬 수 있다.
- **약을 스스로 줄이거나 끊지 않는다.** 생물학제제를 끊은 류마티스관절염 환자의 재발률은 연구마다 33~87%로 보고되었고, 스테로이드를 끊은 루푸스 환자도 재발 위험이 더 높았다.
- 한 사람의 경험담은 식단 덕분인지 다른 이유 때문인지 가려 주지 못한다. 그래서 제비뽑기로 무리를 나누어 건주는 연구가 필요하다.
- 이 책은 식단을 치료의 **대신**이 아니라 치료의 **결**에 두고, 면역 → 질환 지도 → 불씨 → 케톤 → 사람 연구 → 식탁 → 안전의 순서로 살펴본다.
- 자가면역질환은 누구의 잘못도 아니다.

## 이 장의 출처

1. Balay-Dustrude, E., Fennell, J., Baszis, K., Goh, Y. I., Horton, D. B., Lee, T., Rotman, C., Sutton, A., Twilt, M., Halyabar, O., & CARRA JIA Inactive Disease Workgroup (2024). Approaches and outcomes of adalimumab discontinuation in patients with well-controlled inflammatory arthritis: a systematic search and review. *Pediatric Rheumatology Online Journal*, 22(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12969-024-01046-3>
2. Huang, S., Jia, Y., Zhang, Y., Chen, H., Deng, C., & Fei, Y. (2025). Effects of glucocorticoid withdrawal on relapse risk in systemic lupus erythematosus: A systematic review and meta-analysis. *IScience*, 28(7), 112875. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.112875>

## 우리 몸의 방어군 — 선천면역과 적응면역

---

들깨차를 다 마신 뒤에도 넷은 자리를 뜨지 않았다. 다온이 새 종이에 “면역이 뭘까?”라고 적고 밑줄을 두 번 그었다. 창밖은 아직 환했고, 홀에는 정훈이 다시 내온 초청강정 접시가 놓였다.

### 몸이라는 성벽

**다온** 교수님, 아까부터 “면역”이라는 말을 계속 쓰시는데, 정확히 뭐예요?

**윤 교수** 좋은 질문이야. 면역(免疫, immune system)은 몸을 지키는 방어 체계 전체를 말해. 성 하나를 지킨다고 생각해 보렴. 제일 바깥에는 성벽이 있지?

**다온** 우리 몸에도 성벽이 있어요?

**윤 교수** 있지. 피부가 첫 번째 성벽이야. 눈물·침·콧물 같은 점막도 성벽 역할을 해. 세균이 들어오지 못하게 막고, 산성 물질로 태워 버리기도 하거든.

**정훈** 저는 요리하다 보면 손을 자주 베는데, 그때마다 침을 바르고 싶어진다니까요. 침에도 그런 힘이 있어요?

**윤 교수** 어느 정도는요. 침과 눈물에는 세균의 벽을 녹이는 물질이 들어 있어요. 그런데 상처는 침보다 깨끗한 물로 씻고 소독하는 게 훨씬 안전해요, 정훈 씨.

**지수** 그럼 그 성벽이 뚫리면요?

**윤 교수** 바로 그 뒤부터가 오늘 이야기의 핵심이에요. 성벽 안쪽에는 두 종류의 군대가 있어요. 하나는 태어날 때부터 갖고 있는 **선천면역**(先天免疫, innate immunity), 다른 하나는 싸우면서 상대를 익혀 가는 **적응면역**(適應免疫, adaptive immunity)이에요.

**정훈** 군대라니, 재밌네요. 계속해 보세요.

## 보병과 정찰병 — 선천면역

**윤 교수** 선천면역은 성벽이 뚫리자마자 제일 먼저 달려오는 보병이에요. 대표 선수가 **호중구**(好中球, neutrophil)와 **대식세포**(大食細胞, macrophage)예요.

**다운** 대식세포는 이름부터 뭔가 많이 먹을 것 같아요.

**윤 교수** 정확해, 다운아. 대식세포는 세균이나 죽은 세포 찌꺼기를 아메바처럼 팔을 뻗어 통째로 삼켜 버려. 청소부이자 보병인 셈이지. 호중구는 숫자가 가장 많은 보병인데, 세균을 만나면 순식간에 몰려들어서 함께 싸우다가 자기도 죽어. 상처에서 나오는 고름의 상당 부분이 죽은 호중구란다.

**다운** 잠깐만요, 그럼 고름은 나쁜 게 아니라 싸운 흔적이라는 거예요? 저는 지저분한 건 줄 알았어요.

**윤 교수** 좋은 재정리야. 다만 고름이 계속 나오거나 열이 심하면 세균이 이기고 있다는 뜻일 수 있으니 병원에 가야 해. 그리고 성벽 근처를 돌아다니는 **정찰병**도 있어. **수지상세포**(樹枝狀細胞, dendritic cell)라고 하는데, 나뭇가지처럼 생긴 돌기로 침입자 조각을 붙잡아서 사진을 찍듯 정보를 모아, 나중에 나올 특수부대에게 보고하는 역할을 해.

**지수** 그러니까 선천면역은 늘 대기하고 있다가 빠르게 반응하는 팀이네요.

**윤 교수** 정확해요. 대신 상대를 정확히 기억하지는 못해요. 그래서 더 똑똑한 팀이 뒤따라 나와요.

**다운** 그런데 대식세포는 어떻게 “이건 세균이다”라고 알아봐요? 눈이 있는 것도 아닌데.

**윤 교수** 좋은 질문이야. 세균이나 바이러스 걸면에는 우리 몸에는 없는 특징적인 모양들이 있어. 대식세포와 호중구는 그 모양을 알아보는 감지기를 갖고 있어서, 처음 만나는 세균이라도 “이건 낯설다”는 걸 곧바로 알아챌 수 있어. 이렇게 침입자의 몸에 붙은 표지를 통틀어 **항원**(抗原, antigen)이라고 부른단다. 앞으로 자주 나올 말이니 기억해 두렴.

## 특수부대와 저격수 — 적응면역

**정훈** 그럼 정찰병은 늘 돌아다니기만 해요?

**윤 교수** 정찰병은 성벽 근처와 온몸 조직 곳곳에 퍼져서 순찰을 돌다가, 침입자를 만나면 그제야 보고하러 이동해요.

**지수** 정찰병이 보고하러 가는 곳도 정해져 있나요? 아무 데서나 만나는 건 아닐 것 같은데요.

**윤 교수** 좋은 예상이네요. 네, **림프절**(lymph node)이라는 곳이에요. 목이나 겨드랑이, 사타구니 근처에 콩알만 하게 있는데, 감기에 걸리면 목 옆이 붓는 게 바로 이 림프절이 바빠졌다는 신호예요. 수지상세포가 여기로 와서 T세포와 B세포에게 침입자 정보를 전달하거든요.

**윤 교수** 정찰병의 보고를 받고 나서는 **적응면역**이 움직여요. 여기 두 주인공이 **T세포**와 **B세포**예요. 둘 다 백혈구의 한 종류인데, 몸속 어딘가에서 훈련을 받고 나온 특수부대라고 생각하면 돼요. T세포 훈련소 얘기는 다음 장에서 자세히 할게요.

**정훈** 그럼 T세포는 뭘 하는데요?

**윤 교수** T세포 가운데 어떤 무리는 감염된 세포를 직접 찾아가 없애는 저격수 역할을 해요. 또 다른 무리는 다른 부대에 “공격하라” 또는 “그만하라”는 명령을 내리는 지휘관 역할을 하고요. B세포는 **항체**(抗體, antibody)라는 무기를 만들어 내는 병기창이에요. 항체는 침입자에게 정확히 들러붙는 표지 같은 거라, 한번 붙으면 다른 면역세포들이 “여기다!” 하고 알아보고 몰려들 수 있어요.

**지수** 그런데 T세포나 B세포도 아까 말한 항원을 알아보고 움직이는 거예요? 저는 지금까지 백혈구라고만 뭉뚱그려 알고 있었어요.

**윤 교수** 맞아요, 지수 씨. 정찰병인 수지상세포가 침입자의 항원 조각을 물어다가 T세포에게 보여 주면, 그 항원에 꼭 맞는 T세포와 B세포만 골라서 활발히 늘어나요. 자물쇠에 맞는 열쇠를 찾는 것과 비슷해요. 그래서 반응이 나오기까지 며칠이 걸리기도 하지만, 대신 아주 정확해요.

**다운** 그럼 T세포랑 B세포는 선천면역보다 늦게 오지만 더 정확하다는 거네요?

**윤 교수** 잘 정리했어. 늦게 오는 대신 상대를 정확히 기억한다는 게 핵심이야. 그 기억을 **면역 기억**(immunologic memory)이라고 해. 한번 만난 세균이나 바이러스를 다시 만나면 훨씬 빠르고 강하게 반응할 수 있어. 백신도 이 원리를 이용한 거란다. 약해진 병원체나 그 조각을 미리 보여 줘서, 몸이 미리 훈련해 두게 하는 거지.

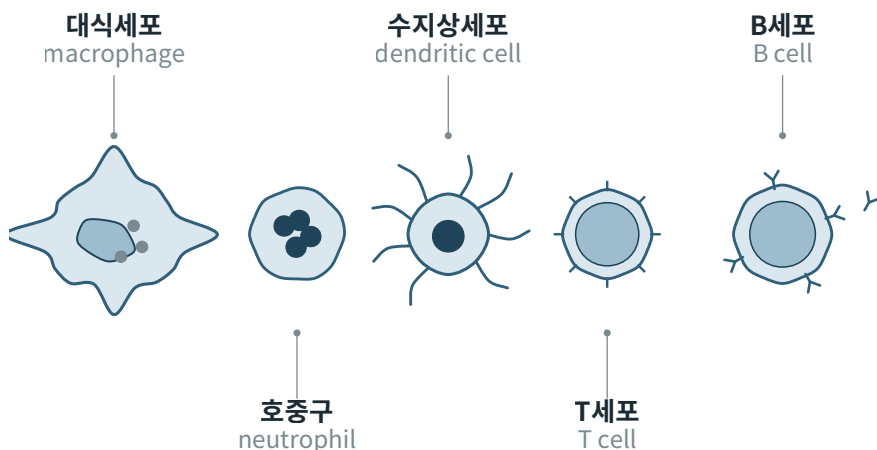
**정훈** 그럼 독감 예방주사 맞는 것도 그 원리예요? 저 매년 가을에 맞거든요.

**윤 교수** 맞아요, 정훈 씨. 다만 독감 바이러스는 해마다 겉모습이 조금씩 바뀌어서, 작년에 만든 기억이 올해 바이러스에는 잘 안 맞을 때가 있어요. 그래서 매년 새로 예방주사를 맞아 새 기억을 만들어 두는 거예요.

**다운** 아, 그러니까 상대가 변장하고 다시 나타나는 셈이네요. 기억이 있어도 겉모습이 바뀌면 다시 알아봐야 하고요.

**윤 교수** 딱 맞는 비유야, 다운아.

**지수** 그림 2-1을 보면 이 다섯 세포가 다 나와 있네요.



[그림 2-1] 면역세포 가족 일러스트 대식세포·호중구·수지상세포·T세포·B세포의 생김새와 하는 일을 바깥 라벨로 정리했다(모식도)

## 염증이라는 신호와 기억의 힘

**정훈** 그런데 다치면 왜 빨갛게 붓고 열이 나요? 그것도 면역이랑 관련 있어요?

**윤 교수** 바로 **염증**(炎症, inflammation)이에요. 정훈 씨도 건선 때문에 익숙하시죠? 염증에는 다섯 가지 증상이 있어요. 붉어짐, 열감, 부어오름, 통증, 그리고 그 부위가 잘 움직이지 않는 기능 저하예요. 이건 나쁜 신호가 아니라, 혈관이 넓어지고 면역세포가 그 자리로 몰려들고 있다는 증거예요. 성벽 한 곳이 뚫려서 지원군이 도착했다는 뜻이죠.

**지수** 그럼 염증 자체는 필요한 거네요?

**다운** 그럼 열은요? 감기 걸리면 열나잖아요.

**윤 교수** 열도 비슷해. 체온이 조금 오르면 몸속 면역세포가 더 활발해지고, 반대로 세균은 번식하기 더 어려워지는 경향이 있어. 그러니까 미열은 몸이 열심히 싸우고 있다는 신호일 때가 많아. 물론 너무 높은 열은 위험하니 병원에서 봐야 하지만.

**윤 교수** 맞아요. 문제는 그 지원군이 **필요 이상으로 오래 머물거나, 엉뚱한 곳을 공격할 때**예요. 그게 바로 다음 장부터 우리가 다룰 이야기, 자가면역이에요. 오늘은 딱 여기까지, 우리 몸의 방어군이 누구누구인지만 기억해 두면 충분해요.

**다운** 표 2-1로 정리해도 될까요? 저는 이렇게 정리해야 머리에 남거든요.

[표 2-1] 면역세포와 하는 일(군대 비유)

| 세포    | 군대 비유    | 하는 일                      |
|-------|----------|---------------------------|
| 호중구   | 보병       | 가장 먼저 물려가 세균과 싸우고 스러진다    |
| 대식세포  | 보병·청소부   | 침입자와 찌꺼기를 통째로 삼킨다         |
| 수지상세포 | 정찰병      | 침입자 정보를 모아 특수부대에 보고한다     |
| T세포   | 특수부대·지휘관 | 감염 세포를 직접 없애거나 공격 명령을 내린다 |
| B세포   | 병기창      | 항체라는 무기를 만들어 낸다           |

**윤 교수** 오늘 다운이가 적은 질문, “우리 몸의 군대는 왜 아군을 쏘까”는 사실 이 책 전체가 답하려는 질문이에요. 다음 장에서는 그 군대가 아군과 적을 어떻게 구별하는지, 그 훈련소부터 들여다볼게요.

**정훈** 훈련소요? 군대 비유가 점점 진짜 군대 얘기 같아지네요.

**윤 교수** 비슷해요, 정훈 씨. 특수부대인 T세포가 실제로 몸속 어딘가에서 훈련을 받고 나오거든요. 아군과 적을 구별하는 시험도 통과해야 하고요.

**지수** 궁금한데요? 벌써 다음 장이 기대돼요.

정훈이 초청강정을 한 조각 더 집으며 웃었다. 지수는 공책에 “염증 = 지원군 도착 신호”라고 적었다. 다운은 오늘 배운 다섯 세포의 이름을 하나씩 짚어 가며 소리 내어 읽어 보았다.

### 이 장의 핵심

- 몸의 방어 체계는 피부·점막이라는 성벽과, 그 안의 선천면역·적응면역 두 군대로 이루어진다.
- 선천면역(호중구·대식세포·수지상세포)은 빠르지만 상대를 정확히 기억하지 못한다. 적응면역(T세포·B세포)은 늦지만 정확하고, 한번 만난 상대를 기억한다.
- 염증의 다섯 증상은 붉어짐·열감·부어오름·통증·기능 저하이며, 지원군이 도착했다는 정상 신호다.
- 백신은 면역 기억의 원리를 이용해 몸이 미리 훈련하게 한다.
- 문제는 지원군이 필요 이상으로 오래 머물거나 아군을 공격할 때 생긴다 — 다음 장의 주제다.

## 아군 식별표 — 면역 관용

정훈이 저녁 장사 준비로 마늘을 다듬으면서도 귀는 식탁 쪽으로 열어 두었다. 다온은 “T세포는 어떻게 적을 알아볼까?”라는 새 질문을 공책에 적었다.

### 가슴 속 훈련소

**다온** 교수님, 아까 T세포가 특수부대라고 하셨잖아요. 그럼 어디서 훈련받아요?

**윤 교수** 좋은 질문이야. T세포는 가슴뼈 뒤쪽에 있는 작은 기관, **흉선**(胸腺, thymus)이라는 학교에서 훈련받아. 골수에서 갓 태어난 미숙한 T세포가 이 학교에 입학해서 아주 엄격한 시험을 치르지.

**지수** 무슨 시험인데요?

**윤 교수** 흉선의 세포들이 몸 곳곳의 정상 조각, 그러니까 “자기 자신”의 견본을 하나씩 보여 줘. 이걸 알아보는 능력이 아예 없는 T세포는 쓸모가 없으니 탈락시켜. 그런데 반대로, 자기 견본에 **너무 강하게** 반응하는 T세포도 탈락시켜. 이걸 **음성선택**(陰性選擇, negative selection)이라고 해.

**다온** 잠깐만요, 자기 몸을 알아보는 게 왜 위험해요?

**윤 교수** 너무 강하게 반응한다는 게 핵심이야, 다온아. 졸업 시험에서 동료를 적으로 오인해 공격할 위험이 큰 후보생을 미리 걸러 낸다고 생각해 보렴. 그런데 시험은 그 반대쪽도 있어. 식별표를 아예 알아보지 못하는 T세포도 탈락해. 검문 자체를 못 하는 경비병은 쓸모가 없으니까. 이걸 **양성선택**(陽性選擇, positive selection)이라고 해.

**정훈** 그런데 저는 마흔여덟인데, 지금도 이 훈련소가 계속 돌아가고 있어요?

**윤 교수** 좋은 질문이에요, 정훈 씨. 흉선은 사춘기 이후로 점점 작아져요. 그래서 어른이 되면 새로 졸업하는 T세포 수는 줄고, 젊을 때 이미 졸업한 T세포들이 몸속에서 오래오래 순찰을 도는 비중이 커져요. 나이가 들수록 이 오래된 순찰대의 검문이 가끔 흐트러질 수 있다는 것도, 자가면역질환이 중년 이후에 자주 나타나는 이유 가운데 하나로 연구되고 있어요.

**지수** 그럼 결국 딱 알맞게 반응하는 T세포만 남는 거네요?

**윤 교수** 정확해요, 지수 씨. 흉선에 들어온 미숙한 T세포 가운데 실제로 이 두 시험을 모두 통과해서 졸업하는 비율은 아주 낮아요. 대부분은 이 과정에서 스스로 사라져요. 통과한 T세포만 혈액을 타고 온몸으로 나가 순찰을 돌게 되지.

## 식별표와 세 겹의 안전장치

**정훈** 그런데 T세포가 어떻게 “이건 내 몸 세포다”라고 알아보는 거예요? 이름표라도 붙어 있나요?

**윤 교수** 비유가 딱 맞아요, 정훈 씨. 우리 몸의 거의 모든 세포 표면에는 **MHC**(주조직적합복합체, Major Histocompatibility Complex)라는 식별표가 붙어 있어요. 이 식별표가 세포 안의 조각들을 옮겨 담아 바깥으로 들어 보여 줘요. T세포는 이 식별표를 검문하면서 “정상 조각이네, 통과” 또는 “낯선 조각이다, 공격”을 판단해요.

**정훈** 그런데 식별표가 하나만 있어요, 아니면 여러 종류예요?

**윤 교수** 크게 두 종류가 있어요. 하나는 몸의 거의 모든 세포에 있어서 “나는 정상 세포다”를 보여 주고, 다른 하나는 대식세포나 수지상세포 같은 특별한 세포에만 있어서 “이런 침입자를 잡았다”를 보여 줘요. 오늘은 복잡하게 나누지 않고, 둘 다 식별표라고만 기억해 두게요.

**지수** 그럼 흉선에서 시험만 잘 통과하면 평생 안전한 건가요?

**윤 교수** 아니요, 여기서부터가 오늘의 핵심이에요. 흉선의 시험을 **중앙관용**(中央寬容, central tolerance)이라고 하는데, 완벽하지 않아요. 자기 반응성이 살짝 남은 T세포가 종종 졸업을 통과해서 몸 곳곳으로 나가거든요. 그래서 두 번째, 세 번째 안전장치가 더 필요해요.

**다운** 두 번째 안전장치는 뭐예요?

**윤 교수** **조절 T세포**(Treg, regulatory T cell)예요. 이름 그대로 다른 면역세포의 활동을 조절하는, 그러니까 눌러 주는 역할을 해요.

**다운** 어떻게 누르는데요? 몸싸움이라도 해요?

**윤 교수** 그것보다는 억제 신호를 보내는 쪽에 가까워. 옆에 있는 공격형 세포에게 “그만해도 돼”라는 화학 신호를 보내거나, 공격형 세포가 힘을 내는 데 필요한 자원을 대신 가져가 버리기도 해. 마치 회의에서 흥분한 사람 옆에

앉아 조용히 진정시키는 사회자 같은 역할이지. 재미있게도, 흉선에서 자기 조각에 적당히 강하게 반응한 T세포 가운데 일부는 탈락하지 않고 오히려 “감시 요원”으로 재교육받아요. 이 세포들 안에서 **FOXP3**라는 유전자가 켜지면서 성격이 완전히 바뀌는데, 이 유전자가 일종의 총사령관 스위치 역할을 해요. Treg은 몸 곳곳을 돌면서 다른 면역세포가 자기 조직을 공격하지 못하게 눌러 줘요.

## FOXP3가 없다면 — 세 번째 안전장치까지

**정훈** 저도 건선이 있는데, 혹시 제 Treg이 원래 좀 약한 걸까요?

**윤 교수** 정훈 씨, 지금 딱 잘라 말씀드리긴 어려워요. Treg의 수나 기능이 여러 자가면역질환에서 상대적으로 부족하다는 연구들이 있긴 하지만, 그것만으로 병이 다 설명되진 않아요. 다음 장에서 다른 방아쇠들과 함께 자세히 볼게요.

**지수** 그 스위치가 고장 나면 어떻게 돼요?

**윤 교수** 아주 드물지만 실제로 그런 일이 있어요. FOXP3 유전자에 결함을 갖고 태어난 남자아이 사례가 보고된 적이 있는데, 생후 몇 주 만에 심한 장염, 습진, 여러 장기의 자가면역이 한꺼번에 나타났어요. 결국 골수 이식까지 받아야 했죠. **[중략]**<sup>1</sup> 그만큼 Treg 하나가 무너지면 온몸에서 내전이 시작될 수 있다는 뜻이에요.

**다운** 무서운 얘기네요…… 아기가 그런 병을 갖고 태어난다니.

**윤 교수** 그래, 다운아. 다행히 이렇게 유전자 하나가 완전히 고장 나는 경우는 아주 드물어. 하지만 이 사례는 Treg 하나가 얼마나 큰일을 하고 있는지를 아주 분명하게 보여 줘.

**지수** 그럼 세 번째 안전장치는요?

**윤 교수** **말초관용**(末梢寛容, peripheral tolerance)이야. 흉선 바깥, 그러니까 몸 곳곳에서 일어나는 마지막 검문이지. 자기 조각에 반응하는 T세포를 만나면, 옆에서 “공격하라”는 신호를 보내는 세포가 없을 때 그 T세포는 아예 무력해져 버려. 이것 **무력화**(anergy)라고 해.

**다운** 무력화된 T세포는 완전히 없어지는 거예요?

**윤 교수** 꼭 없어지지는 않고, 잠들어 있는 상태에 가까워. 계속 신호가 없으면 나중에 스스로 죽기도 하고. 세 겹의 안전장치, 그러니까 흉선의 중앙관용,

Treg의 감시, 말초관용이 겹겹이 지켜 주는 덕분에 우리는 평소에 내전 없이 지낼 수 있는 거란다.

**정훈** 저희 가게에도 비슷한 게 있어요. 손님이 뜸한 자리엔 반찬을 새로 안 채우잖아요. 아무도 안 부르면 저절로 잠잠해지는 거요.

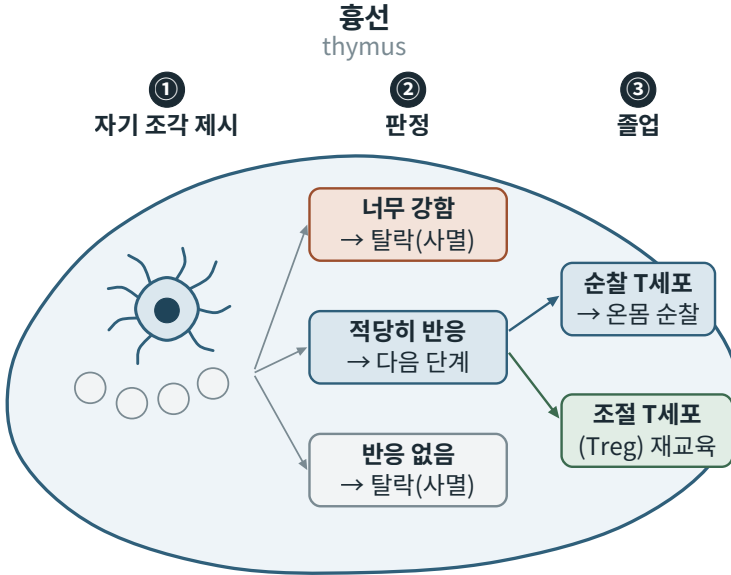
**윤 교수** 딱 맞는 비유예요, 정훈 씨. 무력화도 그래요. 누가 “공격하라”고 계속 불러 주지 않으면, 그 T세포는 스스로 조용해져요. 억지로 없애는 게 아니라, 힘을 낼 신호와 자원을 못 받아서 저절로 가라앉는 거죠.

**다운** 그러니까 세 겹 다 방식이 다르네요. 흥선은 아예 졸업을 못 하게 막고, Treg은 옆에서 눌러 주고, 말초관용은 신호를 안 줘서 저절로 잠잠해지게 하고요.

**윤 교수** 정확히 정리했어. 방법이 저마다 다른 만큼, 하나가 뚫려도 나머지 두 곳이 곧바로 그 자리를 메울 수 있다는 것도 중요한 점이야.

**정훈** 그림 3-1을 보니까 흥선 안에서 무슨 일이 일어나는지 순서가 딱 보이네요.

**지수** 표 3-1로 정리해 볼게요.



[그림 3-1] 흉선에서 T세포가 시험을 치르는 과정 ① 자기 조각을 보여 준다 ② 너무 강하게 반응하면 탈락, 반응이 없어도 탈락 ③ 적당히 통과하면 순찰대로, 일부는 조절 T세포(Treg)로 나간다(모식도)

[표 3-1] 관용이 지켜지는 세 겹의 안전장치

| 안전장치            | 일어나는<br>곳 | 하는 일                                  |
|-----------------|-----------|---------------------------------------|
| 중앙관용            | 흉선        | 자기 조각에 너무 강하게 반응하는 T세포를 탈락시킨다         |
| 조절<br>T세포(Treg) | 온몸        | FOXP3 스위치로 재교육된 세포가 다른 면역세포의 공격을 억누른다 |
| 말초관용            | 온몸        | 공격 신호가 없으면 자기 반응성 T세포를 무력화(anergy)한다  |

**윤 교수** 오늘 세 겹의 안전장치를 배웠으니, 다음 장에서는 이 식별표가 흐려질 때, 그러니까 이 안전장치들이 왜 무너지는지를 함께 볼게요. 다운이 자유탐구 주제를 정하기에도 딱 좋은 자리가 될 거예요.

**다운** 저 오늘 완전 확신이 생겼어요. 이 세 겹이 무너지는 이유를 탐구 주제로 할래요!

**지수** 저도 오늘 얘기 들으면서, 제 관절이 왜 이렇게 됐는지 조금은 알 것 같은 기분이 들었어요.

**정훈** 저도요. 제 피부 얘기도 다음에 더 자세히 물어봐도 되죠?

**윤 교수** 물론이죠, 정훈 씨. 다음 만남에서 자세히 다뤄 볼게요. 오늘 배운 세 겹의 안전장치를 기억해 두면, 다음 장에서 무엇이 무너지는지가 훨씬 잘 보일 거예요.

**지수** 오늘도 숙제가 하나 생겼네요. 세 겹의 안전장치 이름 외우기요. 중앙관용, 조절 T세포, 말초관용, 맞죠?

**윤 교수** 완벽해요, 지수 씨. 그 순서만 기억해도 다음 장 얘기가 훨씬 쉽게 들릴 거예요.

정훈이 마늘 다듬기를 마치고 앞치마를 풀었다. 창밖은 어느새 노을빛으로 물들어 있었다. 다운은 공책에 세 겹의 원을 그리며 다음 주 탐구 계획을 미리 적어 두었다.

## 이 장의 핵심

- T세포는 흉선이라는 학교에서 훈련받으며, 자기 몸 조각(MHC로 표시된 식별표)에 너무 강하게 반응하는 세포는 걸러진다(중앙관용).
- 흉선의 검문을 통과한 일부 세포는 FOXP3 스위치로 조절 T세포(Treg)로 재교육되어, 몸 곳곳에서 다른 면역세포의 공격을 억누른다.
- 몸 곳곳에서도 공격 신호가 없으면 자기 반응성 T세포를 무력화하는 말초관용이 마지막 안전장치로 작동한다.
- FOXP3 유전자에 결함이 있으면 이 안전장치가 무너져 온몸에 심한 자가면역이 나타날 수 있다.
- 중앙관용·Treg·말초관용, 이 세 겹이 겹겹이 지켜 주는 덕분에 우리는 평소 내전 없이 지낼 수 있다.

## 이 장의 출처

1. Costa Branco, J., Cunha, M., Dias Curado, A., Girbal, I., Esteves, I., & Valente, S. (2026). Immune Dysregulation, Polyendocrinopathy and Enteropathy X-Linked Syndrome with Neonatal Onset: A Case Report. *Acta Medica Portuguesa*, 39(9), 555–558. <https://doi.org/10.20344/amp.23795>

## 식별표가 흐려질 때 — 자가면역은 어떻게 시작되나

---

비 오는 일요일, 두 번째 만남. 처마 밑으로 빗물이 줄줄 흘렀다. 다온이 작은 화이트보드를 홀 가운데로 끌고 와 지난주에 적었던 질문을 다시 옮겨 적었다. “우리 몸의 군대는 왜 아군을 쫓까?”

### 타고난 조건 — 유전

**다온** 교수님, 지난주에 세 겹의 안전장치를 배웠잖아요. 근데 그게 왜 무너지는 거예요?

**윤 교수** 오늘 할 이야기가 바로 그거야. 자가면역질환은 한 가지 원인이 아니라, 여러 조건이 겹쳐야 시작돼. 첫 번째 조건은 **유전**이야. 식별표 역할을 하는 MHC를 만드는 유전자를 사람에게서는 **HLA**(사람백혈구항원, Human Leukocyte Antigen)라고 부르는데, 이 HLA의 생김새가 사람마다 조금씩 달라.

**지수** 저도 진단받을 때 유전자 얘기를 들었던 것 같아요.

**윤 교수** 맞아요. 어떤 HLA 모양은 특정 자가면역질환의 위험을 높여요. 류마티스관절염에서는 “공유 에피토프”라는 특정 HLA 모양을 가진 사람들이 있어요. 그런데 재밌는 건, 이 유전자 하나만으로는 병이 안 생긴다는 거예요.

**다온** 그럼 병원 가면 다 HLA 검사부터 해요?

**윤 교수** 아니, 보통은 아니야. HLA 검사는 진단을 확정하는 데보다는 특정 상황에서 참고로 쓰는 경우가 많아. 자가면역질환 진단은 대개 증상, 진찰, 혈액검사, 영상검사를 종합해서 내리거든.

**다온** 그럼 유전자는 부모한테 물려받는 거예요?

**윤 교수** 맞아, 다온아. 그런데 재미있는 증거가 있어. 유전자가 완전히 똑같은 일란성 쌍둥이를 연구해 보면, 한쪽이 자가면역질환에 걸려도 다른

한쪽은 걸리지 않는 경우가 자주 있어. 유전자가 100퍼센트 같은데도 말이야.

**정훈** 그럼 유전자를 갖고 있어도 괜찮을 수 있다는 거네요?

**윤 교수** 그렇죠. 한 메타분석을 보면, 이 HLA 모양만 있는 사람은 없는 사람보다 특정 자가항체가 생길 위험이 약 2.7배였어요. 그런데 이 HLA 모양에 더해 담배까지 피운 사람은 위험이 약 4.2배까지 올라갔어요. 담배 없이 HLA 모양만 없던 사람과 비교한 수치예요. **[종합]**<sup>1</sup> 유전과 환경이 곱해지듯 함께 작용한다는 뜻이에요.

## 방아쇠를 당기는 것들 — 환경

**다운** 그럼 담배 말고 다른 방아쇠도 있어요?

**윤 교수** 여러 가지가 연구되고 있어. 감염, 흡연, 장내미생물의 불균형, 여성호르몬의 변화, 그리고 비만 같은 것들이야.

**지수** 장내미생물이요? 배 속 세균이 관절이랑 무슨 상관이예요?

**윤 교수** 얼핏 보면 멀어 보이지만, 사실 우리 몸의 면역세포 대부분이 장 주변에 모여 있어요. 생쥐 실험에서는 특정 장내세균이 자리 잡은 새끼 생쥐가 그렇지 않은 생쥐보다 1형 당뇨병이 훨씬 빨리, 더 많이 나타났어요. **[동물]**<sup>2</sup> 이 이야기는 13장에서 훨씬 자세히 다룰게요. 오늘은 이런 방아쇠가 하나가 아니라 여러 개라는 것만 기억해 두면 충분해요.

**윤 교수** 이 중에서 **분자 모방**(分子模倣, molecular mimicry)이라는 현상이 특히 흥미로워.

**다운** 분자가 뭘 모방해요?

**윤 교수** 어떤 세균이나 바이러스의 겉모습이 우연히 우리 몸의 정상 조각과 아주 비슷하게 생겼을 때가 있어. 면역이 그 바이러스를 열심히 공격하려고 항체와 T세포를 잔뜩 만들었는데, 그것들이 모양이 비슷한 우리 몸의 조각까지 착각해서 공격하는 거야. 코로나19 이후에 늘어난 길랭-바레 증후군이라는 신경 자가면역질환에서도, 바이러스 감염 뒤 생긴 면역 반응이 분자 모방을 거쳐 신경을 공격했을 가능성이 논의됐어요. **[종합]**<sup>3</sup>

**다운** 그러니까 얼굴을 착각해서 다른 사람을 때리는 거랑 비슷하네요?

**윤 교수** 딱 맞는 비유야, 다운아. 쌍둥이처럼 닮은 두 사람이 있는데, 한 명한테 화가 나서 그 옆에 서 있던 닮은 사람까지 함께 공격하는 셈이지.

**지수** 저는 3년 전 진단받기 몇 달 전에 심하게 감기를 앓았거든요. 그것 때문일까요?

**윤 교수** 지수 씨, 그건 아무도 확실히 말할 수 없어요. 감염 하나로 병이 생기는 게 아니라, 유전과 여러 방아쇠가 함께 쌓여야 하거든요. **지수 씨의 잘못이 아니에요.** 자가면역질환은 관리를 못 해서, 음식을 잘못 먹어서 생기는 병이 아니에요.

**지수** ……고맙습니다, 교수님. 사실 그 생각을 계속 하고 있었거든요.

**정훈** 저도 비슷한 생각 많이 했어요. 스무 살 때 스트레스가 심했는데, 그것 때문에 건선이 생긴 건가 하고요.

**윤 교수** 정훈 씨도 마찬가지로요. 스트레스가 방아쇠 가운데 하나로 연구되고는 있지만, 그것 하나로 병이 생긴다고 단정할 수는 없어요. 유전, 환경, 관용 붕괴가 함께 쌓여야 하거든요. 그러니 “그때 그것만 안 했으면” 하고 자책할 필요는 없어요.

## 균형이 무너지는 순간

**정훈** 그럼 세 겹의 안전장치가 뚫리면 바로 몸이 공격당해요?

**윤 교수** 두 가지가 함께 일어나요. 하나는 **자가항체**(自家抗體, autoantibody)가 만들어지는 거예요. 자기 조각을 적으로 오인한 B세포가 무기를 만든 거죠.

**지수** 저 진단받을 때 “류마티스인자”랑 “항CCP항체”라는 걸 췌는데, 그게 자가항체예요?

**윤 교수** 맞아요, 지수 씨. 둘 다 대표적인 자가항체예요. 재밌는 건, 이 자가항체가 관절이 붓기 시작하기 몇 년 전부터 이미 핏속에 나타나 있는 경우가 많다는 거예요. 그러니까 몸속에서는 증상이 나타나기 훨씬 전부터 이미 균형이 흔들리고 있었던 셈이죠. 다른 하나는 공격형 T세포와 조절형 Treg 사이의 **균형**이 무너지는 거예요. 특히 **Th17**이라는 공격형 T세포 무리가 늘고 Treg이 상대적으로 줄면, 염증을 부르는 신호가 계속 쌓여요.

**다운** Th17이랑 Treg은 지난주에 배운 그 조절 T세포 맞죠? 그럼 그 균형이 시소 같은 거네요.

**윤 교수** 정확한 비유야, 다운아. 이 시소가 한쪽으로 기울면, 지난주에 배운 세 겹의 안전장치가 있어도 결국 뚫리는 거지.

**다운** 그럼 자가항체가 몇 년 전부터 있다는 걸 알면, 병이 생기기 전에 미리 막을 수도 있어요?

**윤 교수** 좋은 질문이야. 아직 그 단계까지는 어려워. 자가항체가 있다고 다 병이 되는 것도 아니고, 몇 년 뒤에 실제로 관절염까지 이어지는 사람은 그중 일부거든. 그래서 자가항체는 “위험이 올라갔다”는 신호로 보지, “이미 병에 걸렸다”는 확정 신호로 보지는 않아. 이 얘기는 7장에서 더 자세히 할게.

**정훈** 그럼 저도 지금은 멀쩡해 보여도, 몸속에서는 뭔가 이미 시작됐을 수도 있다는 거네요?

**윤 교수** 그럴 수도 있고, 아닐 수도 있어요. 확실한 건 오늘 겁먹으시라고 드리는 말씀은 아니라는 거예요. 몸이 보내는 작은 신호를 놓치지 말고 눈여겨보자는 뜻이에요.

**지수** 그럼 그 시소를 다시 반대쪽으로 되돌릴 수도 있어요?

**윤 교수** 좋은 질문이에요. 바로 그 질문이 이 책 뒷부분, 특히 케톤체와 식물성 식단을 다루는 부분에서 자세히 나와요. Th17과 Treg이 서로 다른 연료를 좋아한다는 연구도 있어서, 무엇을 먹는가가 이 시소에 영향을 줄 수 있다는 이야기예요. 21장에서 자세히 다룰게요.

**정훈** 오, 그래서 이 책이 자가면역질환 얘기를 하다가 케톤식 얘기로 넘어가는 거군요. 이제 좀 이해가 되네요.

**다운** 저 자유탐구 주제 정했어요! “우리 몸의 군대는 왜 아군을 쏘까 — 유전과 환경, 그리고 무너지는 균형”으로 할래요.

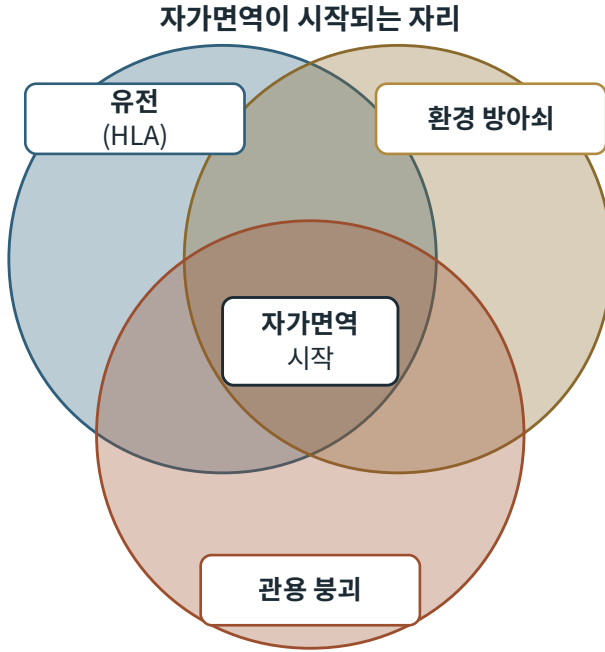
**윤 교수** 아주 좋은 제목이야. 그림 4-1이 다운이 탐구 주제의 뼈대가 될 거예요. 오늘 배운 세 가지, 유전·환경 방아쇠·관용 붕괴를 겹치는 원으로 그려서 발표할 때 쓰면 좋겠구나.

**다운** 그럼 나중에 발표할 때 이 그림 그대로 써도 돼요? 저 그림 그리는 거 잘 못하는데 걱정이었거든요.

**윤 교수** 그럼, 얼마든지. 대신 어디서 배웠는지는 꼭 밝혀야겠지?

**다운** 당연하죠! 콩밭머리 연구팀이라고 적을 거예요.

**정훈** 우리 딸이 벌써 연구자 흉내를 내네. 자랑스럽다. 나중에 발표 잘 되면 콩밭머리에서 축하 파티 열어 주마.



[그림 4-1] 유전 × 환경 방아쇠 × 관용 붕괴가 겹치는 자리에서 자가면역이 시작된다(세 원이 겹치는 개념도)

지수 방아쇠로 연구된 것들, 표 4-1로 한번 정리해 주실 수 있어요?

[표 4-1] 자가면역의 방아쇠로 연구된 것들

| 방아쇠          | 예시                                 | 근거<br>표지 |
|--------------|------------------------------------|----------|
| 유전           | HLA 공유 에피토프                        | [종합]     |
| 흡연           | HLA와 곱해져 자가항체 위험을 크게 높임            | [종합]     |
| 감염·분자 모방     | 바이러스 감염 뒤 신경 자가면역 논의               | [종합]     |
| 장내미생물<br>불균형 | 동물 모델에서 자가면역 촉진                    | [동물]     |
| 호르몬 변화       | 여성에게 자가면역질환이 더 흔한 배경 중 하나(5장에서 계속) | [종합]     |

**윤 교수** 다음 장에서는 이 자가면역질환이 얼마나 흔한지, 그리고 왜 유독 여성에게 많은지를 함께 볼 거예요. 지수 씨가 궁금해할 이야기예요.

**지수** 저도 궁금했어요. 병원 대기실 가면 정말 여자분들이 훨씬 많더라고요.

**정훈** 저는 건선이라 그런지 남자 손님도 꽤 봤는데, 질환마다 다르가 봐요?

**윤 교수** 맞아요, 질환마다 그 정도가 달라요. 다음 장에서 구체적인 수치와 함께 짚어 볼게요.

빛소리가 잦아들었다. 다운은 화이트보드에 세 개의 원을 겹쳐 그리며 탐구 계획을 다듬기 시작했다. 지수는 오늘 들은 이야기를 공책에 옮겨 적으며 “누구의 잘못도 아니다”라는 문장에 별표를 세 개 그렸다.

### 이 장의 핵심

- 자가면역질환은 한 가지 원인이 아니라, 유전(HLA)과 환경 방아쇠, 관용 붕괴가 겹쳐야 시작된다.
- 흡연은 특정 HLA 모양(공유 에피토프)과 함께 있을 때 자가항체 위험을 훨씬 크게 높인다(각각 약 2.7배, 함께면 약 4.2배).
- 분자 모방은 감염원의 겉모습이 우리 몸 조각과 비슷해 생기는 오인 공격이다.
- 공격형 Th17과 조절형 Treg의 균형이 무너지면 세 겹의 안전장치가 있어도 자가면역이 시작될 수 있다.
- 자가면역질환은 관리를 못 해서 생기는 병이 아니다. 누구의 잘못도 아니다.

### 이 장의 출처

1. Lee, Y. H., Bae, S. C., & Song, G. G. (2014). Gene-environmental interaction between smoking and shared epitope on the development of anti-cyclic citrullinated peptide antibodies in rheumatoid arthritis: a meta-analysis. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 17(5), 528–35. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.12307>
2. Gudi, R. R., Taylor, H., Johnson, B. M., Maurya, R., Mulligan, M. E., Carter, L., Westwater, C., & Vasu, C. (2026). Human Gut Commensal *Bacteroides fragilis* Suppresses Mucin Production and Alters Microbiota Composition Resulting in Accelerated Type 1 Diabetes in Mice. *Immunology*, 177(1), 119–136. <https://doi.org/10.1111/imm.70032>
3. Sadowski, J., Huk, J., Otulak, S., Zawilo, J., Klaudel, T., Roszak, M., Tenczyński, D., & Bułdak, R. J. (2025). Association between Guillain-Barré syndrome and SARS-CoV-2 virus infection, including the impact of COVID-19 vaccination in the context of the development and general clinical characteristics of the disease. *Journal of Neurovirology*, 31(4), 333–346. <https://doi.org/10.1007/s13365-025-01267-6>

05

## 얼마나 흔하고, 왜 여성에게 많은가 — 자가면역의 역학

---

빗줄기가 가늘어질 무렵, 정훈이 우산 네 개를 처마 밑에 나란히 세웠다. 다운은 화이트보드에 그려 둔 세 원 옆에 새 칸을 만들었다. “얼마나 많을까?”

### 하나가 아니라 여든 가지

**지수** 교수님, 자가면역질환이라고 하면 저는 류마티스관절염밖에 몰랐는데, 종류가 많다면가요?

**윤 교수** 맞아요. 학자마다 기준이 조금씩 다르지만, 알려진 자가면역질환만 여든 가지가 넘어요. 지수 씨의 관절, 정훈 씨의 피부, 저의 갑상선처럼 몸의 거의 모든 곳이 표적이 될 수 있어요.

**정훈** 그럼 요즘 더 늘어나고 있는 거예요, 아니면 원래 이만큼 있었는데 이제 알게 된 거예요?

**윤 교수** 둘 다 조금씩 맞을 텐데, 실제로 늘어난다는 근거도 있어요. 195개 나라를 30년 가까이 추적한 연구를 보면, 류마티스관절염의 나이를 보정한 발생률은 1990년에서 2017년 사이에 8.2퍼센트 늘었고, 앓고 있는 사람의 비율도 7.4퍼센트 늘었어요. **[사람·관찰]**<sup>1</sup> 건선도 비슷해요. 2021년 전 세계 건선 환자가 약 4천3백만 명으로, 1990년보다 거의 두 배가 됐고, 그해에만 새로 5백1십만 명이 진단받았어요. **[사람·관찰]**<sup>2</sup>

**다운** 두 배나요? 왜 이렇게 늘어나요?

**윤 교수** 여러 이유가 얹혀 있어요. 진단 기술이 좋아져서 예전엔 놓쳤던 사람을 지금은 찾아내는 것도 있고, 3부에서 다룰 서구식 식탁·비만·환경 변화가 실제로 늘리는 몫도 있어요.

**정훈** 저희 할머니 세대에는 이런 병 얘기를 잘 못 들었던 것 같은데, 그때는 정말 없었을까요?

**윤 교수** 아마 진단을 못 받고 지나간 분들도 꽤 있었을 거예요. 예전엔 “그냥 삭신이 쑤신다”고 넘어갔던 증상 중에 류마티스관절염이 숨어 있었을



식물성 케톤식 시리즈

## 관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

관절염을 개선하는 식물성 저탄고지

관절의 통증은 많은 연골만의 문제가 아닙니다. 몸 전체의 염증 신호와 관절이 건디는 체중, 그리고 대사 건강이 함께 얽혀 있습니다.

이 책은 식물성 저탄고지가 염증과 체중, 대사에 어떻게 작용하는지 논문 근거로 살피고, 진료 곁에서 실천할 수 있는 식단으로 옮깁니다.

이 책은 의학적 진단과 치료를 대신하지 않습니다. 식단을 크게 바꾸기 전에 반드시 담당 의사와 상의하십시오.

**과학과영성출판사**

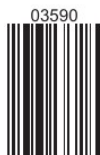
(32707) 충청남도 금산군 금성면 뒷밭들길 68, A동 103호

전화 070-4070-3369

값 17,000원



9 791122 177596  
ISBN 979-11-221775-9-6



03590

## 이어서 읽으시려면

관절염을 개선하는 식물성 저탄고지 — 전체 328쪽

[ssbook.kr/book/pkd-arthritis](https://ssbook.kr/book/pkd-arthritis)

판매가 **10,200원** (POD 정가 17,000원)

- 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](https://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](https://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](https://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](https://ssbook.kr/book/pkd-depression)



**자폐를 개선하는 식물성 저탄고지**  
 일곱 갈래 기전이 한 점에서 만난다  
 23,000원 → **13,800원**  
[ssbook.kr/book/pkd-autism](https://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](https://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](https://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](https://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](https://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](https://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](https://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](https://ssbook.kr/book/cupping99)



**세 겹의 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 흙인형 · 우하랑의 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 콩팥까지 항상성  
~~24,000원~~ → **14,400원**  
ssbook.kr/book/nonsul-08



**대입 과학논술 09 — 면역·백신**  
몸은 기억한다 — 염증 반응에서 백신과 집단 면역까지  
~~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 — 원자 구조·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



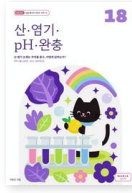
**대입 과학논술 16 — 유기 화학·생체 분자·고분자**  
유기 화학·생체 분자·고분자 논제 해설  
24,000원 → **14,400원**  
ssbook.kr/book/nonsul-16



**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 × 르샤틀리에로 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 뒤통해질까**  
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/seogyeong-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