



뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지

뇌전증 환자와 보호자를 위한 논문 근거 기반 식물성 저탄고지 식단

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-epilepsy

POD 정가 23,000원 → **13,800원** (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

뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지

뇌전증 환자와 보호자를 위한 논문 근거 기반 식물성 저탄고지 식단

식물성 케톤식

논문 근거

식단 실천

『번개를 재우는 식탁』



뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지

뇌전증 환자와 보호자를 위한 논문 근거 기반 식물성 저탄고지 식단

이광조 박사 지음

과학과영성출판사

뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지

뇌전증 환자와 보호자를 위한 논문 근거 기반 식물성 저탄고지 식단

뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지

뇌전증 환자와 보호자를 위한 논문 근거 기반 식물성 저탄고지 식단

지은이	이광조 박사 (한국식품영양연구소 소장)
연구소	한국식품영양연구소 · 충남 금산군 금성면 장목동길 8-18 · 전화 070-4070-3369 · klifestyle.net
판형	신국판 152×225mm

이 책은 뇌전증과 식사, 특히 식물성 케톤식에 관한 연구를 일반 독자가 이해할 수 있도록 풀어 쓴 교양서입니다. 의학적 진단이나 치료를 대신하지 않습니다. **뇌전증으로 치료 중인 분은 처방받은 항발작약을 스스로 줄이거나 끊지 마십시오.** 약을 갑자기 끊으면 발작이 몰려오고 생명을 위협하는 발작 지속상태로 갈 수 있습니다. 식단을 크게 바꾸기 전에 반드시 담당 의사와 먼저 상의하십시오. **어린이의 케톤식은 소아신경과 의사와 임상영양사가 비율·열량·보충제·검사를 설계하고 관리하는 치료이며,** 보호자가 혼자 시작해서는 안 됩니다. 지방산 산화 장애, 카르니틴 결핍, 피루브산 카르복실화효소 결핍, 포르피리아가 있는 분에게 케톤식은 금기입니다. 임신·수유 중이거나 1형 당뇨병·췌장·간·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 뇌 속의 번개

1장 소양강 가의 일요일	25
2장 뇌는 전기로 말한다	36
3장 번개는 어떻게 시작되나	48
4장 발작의 얼굴들	59
5장 뇌파가 보여 주는 것	71
6장 뇌전증이라는 이름	83

제2부 뇌전증과 함께 사는 일

7장 첫 번째 기동, 약	94
8장 약이 듣지 않을 때	105
9장 수술과 자극	115
10장 아이의 뇌전증	125
11장 굶어야 사는 뇌	136
12장 발작이 남기는 것	146

제3부 번개를 키우는 조건

13장 잠이라는 방아쇠	156
14장 혈당의 파도	166
15장 장과 뇌 사이	176
16장 뇌 속의 불씨	186
17장 발전소가 낡을 때	196

제4부 케톤, 뇌의 두 번째 연료

18장 1921년의 처방	207
19장 케톤체가 만들어지는 길	217
20장 뇌는 케톤을 어떻게 쓰나	227
21장 왜 발작이 줄어드는가 ①	237

22장 왜 발작이 줄어드는가 ②	247
23장 케톤식의 종류	256

제5부 사람에게서 확인된 것

24장 증거에도 계단이 있다	265
25장 아이들의 무작위 시험	276
26장 어른의 케톤식	284
27장 증후군마다 다른 답	293
28장 동물이 보여 준 것과, 그 뒤	302
29장 두 흐름이 만나는 자리	311

제6부 식물성 케톤식 설계하기

30장 3위1체 채식식품군	322
31장 케톤올과 케톤 비율	332
32장 뇌를 위한 지방	342
33장 콩과 씨앗의 단백질	352
34장 결들임의 힘	362
35장 모자라기 쉬운 것	372

제7부 안전하게

36장 약과 식단이 만날 때	381
37장 먼저 멈춰서 상의하세요	391
38장 적응기와 기록	401

제8부 번개를 재우는 식탁

39장 열두 주의 식탁	412
40장 번개를 재우는 식탁	422

부록

부록 A 용어 풀이	434
부록 B 사람 대상 연구 목록	441
부록 C 임상연구 설계도	449
부록 D 식물성 케톤식 식품 성분표	455
부록 E 이 책의 근거 지도	459
부록 F 도움받을 곳	462

한국식품영양연구소와 이 책

이 책은 뇌전증을 겪는 사람의 식탁에서 식물성 케톤식이 할 수 있는 일을, 사람에게서 확인된 연구를 따라 차근차근 풀어 가는 책입니다. 케톤식은 1921년에 뇌전증을 위해 만들어진 식사입니다. 그러니까 이 책이 묻는 것은 “케톤식이 발작에 효과가 있을까”가 아닙니다. 그 물음에는 백 년 동안 쌓인 무작위 시험과 메타분석이 이미 답했습니다(25~27장). 이 책이 묻는 것은 그다음입니다. **이미 효과가 확인된 그 식사를, 크림과 버터 대신 들기름과 들깨와 두부로 지을 수 있는가.** 마지막 장과 부록 C에서 그 물음을 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.

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 보아도 지은이는 오랫동안 한 가지 질문을 붙들어 왔습니다. 식물로 차린 식사가 사람 몸의 대사를 어떻게 바꾸고, 그 변화가 몸의 여러 기관에 어떻게 이어지는가 하는 질문입니다.

식품영양을 연구하는 사람이 왜 뇌전증에 관한 책을 쓰는지 궁금할 수 있습니다. 답은 간단합니다. **뇌전증은 신경과 질환인 동시에 대사와 가장 깊이 얽힌 뇌 질환**이기 때문입니다. 뇌는 몸무게의 2%밖에 되지 않지만 몸이 쓰는 에너지의 5분의 1을 씁니다. 그 연료를 포도당에서 케톤으로 바꾸면 발작이 줄어든다는 사실이 백 년 전에 관찰되었고, 그 뒤 무작위 시험으로 확인되었습니다. 연료를 바꾸는 일은 곧

먹는 것을 바꾸는 일입니다. 그래서 뇌전증은 영양학자가 할 말이 가장 많은 신경과 질환입니다.

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 **케톤올**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 케톤올(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.

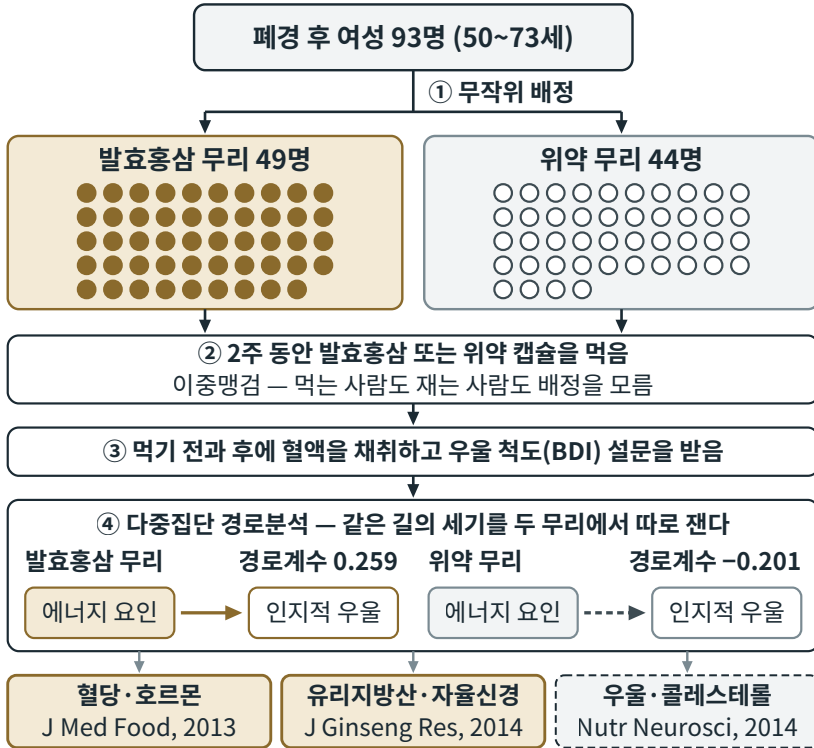
여기서 말하는 **임상연구**는 사람을 대상으로 건강에 관한 질문에 답하는 연구입니다. 세포나 동물이 아니라 사람에게서 재기 때문에, 증거의 계단(24장)에서 가장 높은 자리에 가까운 근거가 됩니다. 임상연구는 대체로 여섯 걸음으로 만들어집니다. 첫째, 알고 싶은 것을 한 문장으로 좁힙니다. 둘째, 몇 명에게 얼마 동안 무엇과 비교해 무엇을 쟁지 계획서에 미리 적습니다. 셋째, 그 계획서를 기관생명윤리위원회(IRB)가 심사합니다. 넷째, 참여자에게 목적과 방법을 설명하고 스스로 동의를 받은 뒤 시험을 수행합니다. 다섯째, 미리 정해 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. 뇌전증 치료에 관한 결정, 특히 항발작약에 관한 결정은 반드시 담당 의사와 함께 내려야 합니다. 어린이의 케톤식은 소아신경과 의사와 임상영양사가 설계하고 관리하는 치료입니다. 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 Med Food	혈당 지표와 호르몬 사이의 경로	발효홍삼 무리에서 DHEAS·성장호르몬·에스트라디올이 높고 당화혈색소·인슐린·인슐린 저항성 지수가 줄었다
2014 · J Ginseng Res	유리지방산을 움직이는 호르몬과 자율신경	코르티솔과 맥박이 유리지방산으로 가는 경로계수가 두 무리에서 유의하게 달랐다
2014 · Nutr Neurosci	우울과 호르몬·에너지원·무기질의 관계	에너지 요인이 인지적 우울로 가는 경로계수가 발효홍삼 0.259, 위약 -0.201로 유의하게 달랐고, 이 요인은 주로 콜레스테롤이 이끌었다

이 세 편이 보여 주는 연구의 힘

첫째, 몸의 연료가 어떻게 움직이는지를 사람에게서 댄 연구입니다. Journal of Ginseng Research 논문은 코르티솔이라는 대표적 스트레스 호르몬과 맥박(자율신경)이 **유리지방산**으로 가는 길을 다중집단 경로분석으로 쫓고, 이 길의 세기가 발효홍삼 무리와 위약 무리에서 유의하게 달랐습니다. 유리지방산은 간에서 케톤체가 만들어지는 바로 그 재료입니다(19장). 케톤식이 하는 일의 첫 단추를, 지은이는 이미 사람에게서 재어 본 셈입니다. 스트레스와 잠이 발작의 방아쇠라는 13장의 이야기와도 곧바로 이어집니다.

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. 발작 횟수는 본인과 가족이 세어 기록하는 값이므로, 이 세 가지 장치가 특히 중요합니다(24장).

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 혈중

케톤·혈당·염증을 거쳐 발작 횟수에 닿는지를 묻는 앞으로의 연구에 그대로 쓸 수 있습니다(부록 C).

넷째, 인슐린 저항성과 혈당을 함께 보았습니다. Journal of Medicinal Food 논문에서는 발효홍삼 무리의 당화혈색소·인슐린·인슐린 저항성 지수가 줄었습니다. 혈당의 출렁임과 뇌의 흥분성이 어떻게 이어지는지는 이 책 14장의 주제입니다. 같은 방법으로 식물성 케톤식이 혈당을 낮히는 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 뇌전증이 있는 사람이 아니라 폐경 후 여성을 대상으로, 케톤식이 아니라 발효홍삼을 시험한 연구입니다. 이 책이 세 논문에서 빌려 오는 것은 **질문과 방법**입니다. 먹는 것이 호르몬과 대사를 거쳐 몸에 닿는가라는 질문, 그리고 무작위로 나누고 위약과 견주고 배정을 가린 채 그 길을 재는 방법입니다. 그 질문과 방법을 식물성 케톤식과 뇌전증에 옮기는 것이 연구소의 다음 일입니다.

왜 뇌전증과 식물성 케톤식에 임상연구가 필요한가

케톤식이 약으로 조절되지 않는 뇌전증에서 발작을 줄인다는 것은 여러 나라의 무작위 시험과 메타분석이 거듭 보고한 사실입니다(25~27장). 식물성 식단이 혈중 지질과 염증 지표를 낮추고 장내미생물을 바꾼다는 것도 사람 연구가 쌓여 있습니다(29장). 이 두 흐름을 합친 것이 이 책의 **식물성 케톤식**입니다. 두 흐름이 모두 좋은 방향을 가리키므로, 이제 남은 일은 식물성 재료로 지은 케톤식을 뇌전증이 있는 사람에게서 직접 재는 것입니다. 그 일에 임상연구가 꼭 필요한 까닭은 다섯 가지입니다.

첫째, 재료를 바꾸어도 같은 케톤이 오르는지 확인해야 합니다. 들기름·들깨·호두·아보카도의 지방은 크림·버터의 지방과 사슬 길이와 포화도가 다릅니다. 같은 케톤올에서 혈중 BHB가 같은 높이로 오르는지, 오르는 데 며칠이 더 걸리는지는 사람에게서 재야 알 수 있습니다(32장).

둘째, 발작 횟수는 세어서 비교해야 하는 값입니다. 발작은 날마다 고르게 일어나지 않고, 계절과 잠과 감염에 따라 출렁입니다. 그래서 식단을 시작하기 전 기저 기간을 충분히 두고, 비교 무리를 두고, 평가하는 사람이 배정을 모르게 해야 식단이 만든 몫을 또렷하게 볼 수 있습니다(24장).

셋째, 식단은 지키는 것이 효과의 열쇠입니다. 케톤식의 가장 큰 어려움은 오래 지키기 어렵다는 것입니다. 식물성 재료가 지키기를 더 쉽게 만드는지, 변비와 지질 상승 같은 불편을 줄이는지는 지속물로 재야 합니다(26·38장).

넷째, 안전은 사람에게서 기록할수록 더 튼튼해집니다. 항발작약과 함께 먹을 때의 주의점, 신장결석과 산증, 성장과 뼈, LDL 콜레스테롤의 변화는 사람에게서 꼼꼼히 기록할 때 누구나 안심하고 따라 할 수 있는 안내가 됩니다(35~38장).

다섯째, 누구에게 가장 도움이 되는지 찾아야 합니다. GLUT1 결핍증처럼 케톤식이 1차 치료인 병이 있고(11장), 증후군마다 반응이 다릅니다(27장). 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 뇌전증의 관계를 확인하는 것이 연구소가 이 책 다음에 하려는 일입니다. 모든 참여자는 **먹던 항발작약과 받던 진료를 그대로 이어 가면서** 식단을 더하게 됩니다. 어린이가 참여한다면 소아신경과와 케톤식 클리닉이 설계와 관리를 맡습니다. 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 발작일지를 열두 주 동안 기록하는 독자는, 좋은 임상연구가 무엇을 하는지 몸으로 배우게 됩니다. 날마다 같은 방식으로 재고, 좋았던 주와 힘들었던 주를 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
결과든 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), 발작 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
- 누리집 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

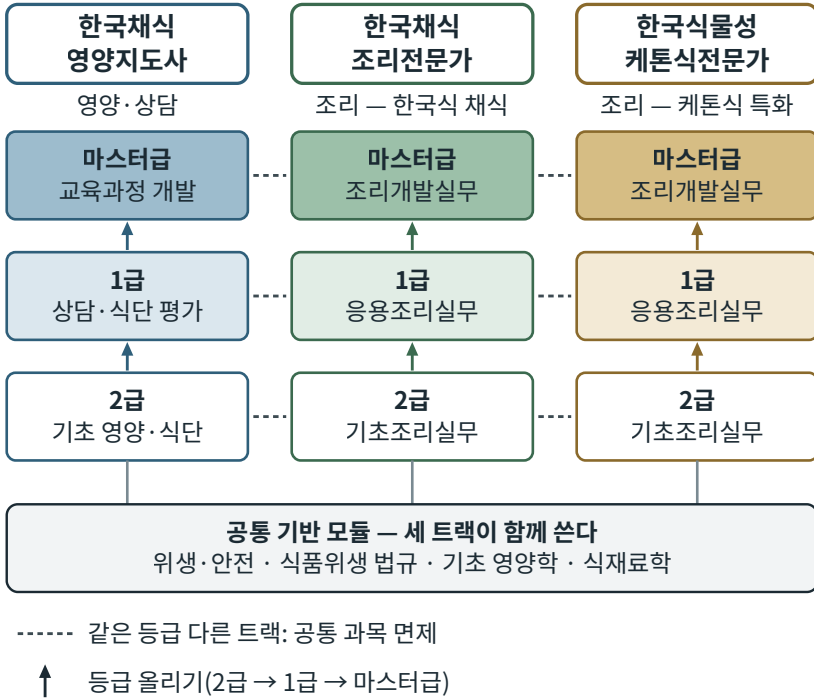
이 책을 덮고 나서 더 배우고 싶어지는 독자가 있을 것입니다. 뇌전증이 있는 가족을 위해 식탁을 스스로 설계하고 싶은 사람, 식물성 케톤 한식을 손으로 제대로 만들어 보고 싶은 사람, 배운 것을 이웃과 수강생에게 가르치고 싶은 사람입니다. 그런 분들을 위해 지은이가 교재를 쓰고 한국생활건강학원이 운영하는 세 가지 전문가 과정을 소개합니다. **한국채식영양지도사, 한국채식조리전문가, 한국식물성케톤식전문가**입니다.

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 하위 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

뇌전증이 있는 사람의 식탁에는 특별히 필요한 기술이 있습니다. 케톤이 끊기지 않도록 **끼니를 거르지 않고 미리 만들어 두는 요령**, 먹는 항발작약과 부딪치지 않는지 확인하고 **금기 대상을 알아보는 눈**, 그리고 한 주의 식사 기록과 발작일지를 나란히 놓고 **다음 주에 하나만 바꿀 점을 정하는 습관**입니다. 특히 어린이의 케톤식은 병원 팀이 계산한 비율을 정확히 지켜 만드는 일이어서, 저울과 표준 조리법을 다루는 손기술이 그대로 치료의 일부가 됩니다. 표 II-1은 이 책의 장에서 출발해 과정의 어느 과목에서 더 깊이 배우는지를 짚어주는 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 발작일지와 측정	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.** 뇌전증이 있는 사람의 식탁을 돕는 일과 뇌전증을 치료하는 일은 다른 일이며, 항발작약에 관한 권고는 의료진의 몫입니다. **어린이의 치료용 케톤식은 소아신경과와 임상영양사가 처방하고 관리하는 영역**이며, 이 자격은 그 처방 안에서 조리를 돕는 자리에 섭니다. 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

이 책을 읽기 전에

뇌는 전기로 말하는 기관입니다. 신경세포 하나하나가 아주 작은 전기 신호를 만들어 옆 세포에 건네고, 그 신호가 모여 생각과 기억과 움직임이 됩니다. 발작은 그 전기가 갑자기 한꺼번에, 같은 박자로 몰아칠 때 일어납니다. 뇌 속에 번개가 치는 것과 같습니다. 그런 발작이 되풀이해서 일어나는 상태를 **뇌전증**이라고 합니다. 항발작약은 그 번개를 막는 피뢰침입니다. 열 사람 가운데 예닐곱은 약으로 발작이 잘 조절됩니다. 그런데 서넛은 약을 바꾸고 더해도 발작이 납니다. 이 책은 약을 대신하려는 책이 아닙니다. **약과 진료 결에서, 식탁이 번개가 잘 치지 않는 날씨를 만드는 데 힘을 보탬 수 있는지를** 묻는 책입니다.

그 물음에는 이미 백 년의 답이 있습니다. 1921년, 미국 메이요클리닉의 의사들은 굶으면 발작이 멎는다는 오래된 관찰을 보고 **굶지 않고도 굶은 것과 같은 상태를 만드는 식사**를 설계했습니다. 그것이 케톤식입니다. 케톤식은 처음부터 뇌전증을 위해 만들어진 치료 식사이며, 지금도 세계 여러 나라의 소아신경과에서 약이 듣지 않는 아이들에게 씁니다. 여러 나라의 무작위 시험과 그 시험들을 모아 본 메타분석이 발작이 절반 아래로 줄어든 아이의 비율을 거듭 보고했습니다(25~27장).

그래서 이 책이 묻는 것은 그다음입니다. 전통적인 케톤식은 생크림과 버터와 마요네즈로 지방을 채웁니다. **같은 케톤을, 들기름과 들깨와 호두와 두부로 지을 수는 없을까.** 식물성 재료로 지으면 섬유와 폴리페놀이 함께 들어오고, 장내미생물이 달라지고, 혈중 지질이 달리 움직입니다. 그 길을 따라가 보는 것이 이 책입니다.

한 가지는 먼저 분명히 해 둡니다. **뇌전증은 누구의 탓도 아닙니다.** 부모가 무엇을 잘못 먹었기 때문도, 본인이 관리를 못 했기 때문도 아닙니다. 유전자, 뇌의 생김새, 감염이나 사고, 그리고 아직 이름 붙이지 못한 여러 원인이 얹혀 생깁니다(3·10장). 다만 잠과 스트레스와 혈당과 먹는 것이 발작의 문턱을 조금 낮추거나 조금 높일 수 있다는 연구는 분명히 있고, 이 책은 그 연구를 정직하게 따라갑니다.

이 책은 춘천 소양강 가의 막국수집 ‘소양막국수’에 모인 네 사람의 대화로 이루어져 있습니다. 소아신경과 교수, 측두엽 뇌전증을 안고 사는 국수집 주인,

드라베증후군이 있는 일곱 살 아이의 엄마, 그리고 과학 동아리 중학생입니다. 봄부터 초여름까지 열두 번의 일요일에 걸쳐, 뇌가 어떻게 전기로 말하는지부터 시작해 발작과 뇌전증의 지도를 그리고, 번개를 키우는 몸의 조건을 살피고, 케톤이라는 두 번째 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 책을 위해 PubMed에 실린 뇌전증·발작 논문의 서지와 초록을 모아 **epilepsy_db**라는 자료 더미를 새로 만들었습니다. 케톤식과 케톤체, 식사요법과 단식, 식물성 식품, 장내미생물, 소아 뇌전증 증후군, 약물난치성 뇌전증, 안전성, 사람 대상 연구를 비롯한 스무 갈래로 나누어 모았고, 공개된 오픈액세스 전문과 PDF도 함께 내려받았습니다. 제목이 무관하거나, 초록이 없거나, 철회되었거나, 정정된 논문을 걸러 내고 남은 것이 이 책이 쓴 자료입니다. 정확한 편수는 판권 쪽에 적었습니다.

자료 더미를 만든 뒤에는 검색 프로그램을 두었습니다. 각 장을 쓸 때 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. 표지의 뜻은 표 III-1과 같습니다.

[표 III-1] 근거 표지 읽는 법

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

등장인물

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

[표 III-2] 이 책의 네 사람

이름	나이·역할	뇌전증과의 자리
한운섭 교수	56세, 소아신경과 교수	25년째 뇌전증과 케톤식 클리닉, 형이 어릴 때 난치성 뇌전증을 앓았다 — 전문가
박도현	45세, 막국수집 ‘소양막국수’ 주인	스물여덟에 측두엽 뇌전증 진단, 약을 먹으며 식탁을 더한다
서민경	39세, 꽃집 주인	일곱 살 딸 하윤이 드라베증후군, 병원 케톤식 클리닉을 막 시작했다
서지우	15세, 민경의 큰딸	중학교 2학년, “뇌의 번개는 무엇으로 잣아드는가”를 탐구하는 독자의 눈

이 책에 나오는 도현과 하윤의 발작 횟수, 체중, 혈중 케톤 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.

- **항발작약을 스스로 줄이거나 끊지 마십시오.** 약을 갑자기 끊으면 발작이 몰려오고, 발작이 멈추지 않는 **발작지속상태**로 갈 수 있습니다. 발작지속상태는 생명을 위협하는 응급 상황입니다. 케톤식으로 발작이 줄어도 약을 줄이는 결정은 오직 주치의가 합니다.
- **어린이의 케톤식은 보호자가 혼자 시작하는 식단이 아닙니다.** 소아신경과 의사와 임상영양사가 비율·열량·보충제·검사를 설계하고 관리하는 **치료**입니다. 인터넷에서 본 비율로 시작하면 저혈당, 성장 부진, 영양 결핍, 신장결석이 올 수 있습니다.
- **케톤식이 금기인 병이 있습니다.** 지방산 산화 장애, 원발성 카르니틴 결핍, 카르니틴 팔미토일전이효소 결핍, 피루브산 카르복실화효소 결핍, 포르피리아가 있으면 케톤식은 위험합니다. 시작 전 검사로 반드시 걸러야 합니다(37장).
- 임신·수유 중이거나, 1형 당뇨병이 있거나, 췌장염·간질환·담석·신장결석 병력이 있거나, 심한 저체중이거나 섭식장애가 있다면 의료진의 관리 없이 케톤식을 하지 마십시오.
- 발프로산을 먹는다면 간과 췌장 수치, 카르니틴을 함께 살피십시오. 토피라메이트나 조니사미드를 먹는다면 산증과 신장결석에 더 주의하고 물을 충분히 마시십시오(36장).
- **발작을 목격했을 때:** 머리 밑에 부드러운 것을 받치고, 주변의 위험한 물건을 치우고, 시계로 시간을 재고, 입에 아무것도 넣지 않고, 억지로 붙잡거나 돌리지 않습니다. 경련이 **멈춘 뒤에** 옆으로 눕혀 기도를 열어 줍니다. **발작이 5분 넘게 이어지거나, 연달아 일어나거나, 발작 뒤 의식이 돌아오지 않거나, 물에서 다칠 때 일어났거나, 처음 겪는 발작이라면 즉시 119에 연락하십시오**(4장 표 4-1).

이 책이 제안하는 식물성 케톤식은, **어른의 생활 요법**으로는 입문(케톤율 0.5~0.9)에서 시작해 기본(1.0~1.9)을 거쳐 필요하면 주치의와 상의해 강화(2.0~2.9)까지를 범위로 둡니다. **어린이와 난치성 뇌전증**에서는 병원 케톤식 팀이 정한 비율을 따르고, 이 책은 그 안에서 재료를 식물성으로 바꾸는 방법만 제안합니다. 이제 소양강가의 일요일로 함께 들어가 보겠습니다.

제 1 부

뇌 속의 번개

01

소양강 가의 일요일

4월 첫 일요일 오후 3시. 춘천 소양강 가 막국수집 ‘소양막국수’는 점심 장사를 막 끝냈다. 주인 박도현이 문에 ‘준비 중’ 팻말을 걸고 창가 평상을 닦는다. 강 건너 산벚꽃이 희끗희끗하다.

문 닫은 국수집에 모인 사람들

도현 교수님, 일요일마다 이렇게 붙들어서 죄송합니다. 그래도 이 평상이 춘천에서 제일 조용해요.

한 교수 저야 좋지요. 스무 해 넘게 이 집 막국수를 먹었는데, 이제 다른 걸 얻어먹게 생겼네요.

문이 열리고 여자 둘이 들어온다. 꽃집을 하는 서민경과 그의 큰딸 서지우다. 지우는 노트를 가슴에 안고 있다.

민경 안녕하세요. 저희가 늦었죠. 하운이를 친정에 맡기고 오느라고요.

도현 잘 오셨습니다. 여기 한운섭 교수님이세요. 저기 큰 병원에서 아이들 뇌를 보시는.

한 교수 소아신경과에 있습니다. 뇌전증을 스물다섯 해 봤어요. 하운이 이야기는 도현 씨한테 들었습니다.

민경 하운이가 일곱 살인데, 드라베증후군이에요. 돌 되기 전에 열나면서 경련을 했고, 지금은 한 달에 열여덟 번쯤 발작을 해요.

지우 저는 지우예요. 중학교 2학년이고, 과학 동아리 해요. 하운이 언니고요.

한 교수 지우가 오늘 이 자리에서 제일 중요한 사람이 될 것 같은데.

지우 제가요?

한 교수 내가 어려운 말을 하면 곧바로 “그게 무슨 뜻이에요?” 하고 끊어 줄 사람이 필요하거든. 그 일을 지우가 해 주면 좋겠구나.

영상 속의 그 말

민경이 휴대전화를 평상 위에 올려놓는다. 화면 속 사람이 환하게 웃고 있다.

민경 이걸 보고 잠을 못 잤어요. “케톤식으로 우리 아이 약을 다 끊었습니다”라고 하더라고요. 조회수가 80만이에요.

지우 댓글이 3천 개가 넘어. 다들 “우리도 해 보겠다”고 써 놔어.

도현 저도 그 영상 봤습니다. 저한테도 자꾸 뜨더라고요. 저는 스몰여덟에 뇌전증 진단받고 열일곱 해째 약을 먹거든요. 그런 영상 뜰 때마다 솔직히 마음이 흔들립니다.

한 교수 흔들리는 게 당연합니다. 그런데 그런 영상이 왜 자꾸 뜨는지, 연구로 확인한 게 있어요. 짧은 영상 플랫폼에서 뇌전증 영상 182편을 두 명의 의사가 따로따로 점수를 매겨 봤습니다.

지우 결과가 어땠는데요?

한 교수 전체적인 교육 품질 점수가 5점 만점에 평균 2.65점으로 낮았어요. 더 눈여겨볼 건 그다음입니다. **잘못된 치료 정보가 들어 있는 영상일수록 ‘좋아요’와 공유가 더 많았습니다.** 반대로 품질이 좋은 영상은 조회수와 아무 상관이 없었구요. **[사람-관찰]**¹

도현 그러니까 자극적인 게 더 퍼진다는 거네요. 하긴, 정비소 할 때도 그랬습니다. “이 부품 같면 연비가 두 배” 같은 말이 제일 빨리 돌았어요.

민경 그럼 저 영상은 거짓말인가요?

지우 그럼 인터넷에서 찾는 게 다 소용없는 거예요?

한 교수 아니란다. 환자가 스스로 기록하고 알아보는 일은 오히려 도움이 돼. 발작일지나 앱처럼 **스스로 적어 두는 도구**를 다룬 연구 70편을 살펴본 중설에서는 환자들의 관심이 높고 잘 지켜졌다고 했어. 다만 **그 기록을 의료진과 나눌 때** 쓸모가 있었지. **[종합]**²

민경 혼자 보는 것과 같이 보는 것이 다르군요.

한 교수 그건 아닙니다. 케톤식으로 발작이 크게 줄어서 의사와 상의해 약을 줄인 아이들은 실제로 있어요. 문제는 **영상이 보여 주지 않는 것들**입니다. 그 아이가 어떤 병이었는지, 병원 팀이 몇 달 동안 무엇을 했는지, 약을 누가 어떤 속도로 줄였는지, 그리고 같은 식단을 하고도 효과를 못 본 아이는 몇이었는지요.

한 교수 민경 씨, 도현 씨. 오늘 다른 말은 다 잊어도 이 한 가지는 가져가셨으면 합니다. **약은 스스로 줄이거나 끊지 않습니다.**

민경 식단이 잘되면 줄일 수도 있는 거 아니에요?

한 교수 줄이는 일 자체가 나쁘다는 게 아니에요. 그 결정을 **의사가 해야 한다는** 뜻입니다. 의사와 계획을 세워 천천히 끊은 아이들을 모아 본 연구가 있어요. 열아홉 편, 아이 3,226명을 합쳤더니 **28%에서 발작이 다시 나타났습니다.** **[종합]**³

지우 계획을 세우고 천천히 끊었는데도 열 명 중에 셋이 다시 한다고요?

한 교수 그렇단다. 그리고 **누가 다시 할지**도 꽤 밝혀져 있어. 아이 4,080명의 자료로 만든 예측 모형을 보면 지적장애, 열성경련을 했던 적, 약을 여럿 썼던 것, 뇌전증을 앓은 기간이 3년 이상인 것, **약을 줄이기 시작할 때 뇌파가 정상이 아닌 것** 같은 아홉 가지가 재발과 이어졌단다. **[종합]**⁴

민경 뇌파가 그렇게 중요해요?

한 교수 뇌파만 따로 모아 본 연구도 있습니다. 약을 끊은 뒤 뇌파가 정상이 아니었던 사람은 재발 위험이 **3배쯤** 높았습니다. **[종합]**⁵

도현 빨리 끊느냐 천천히 끊느냐도 차이가 납니까?

한 교수 그건 아직 근거가 얇습니다. 무작위 시험이 두 편뿐이고, 한 달에 걸쳐 줄인 아이들과 여섯 달에 걸쳐 줄인 아이들 사이에 뚜렷한 차이가 나오지 않았습니다. **[종합]**⁶ 다만 이 결과를 “**빨리 끊어도 된다**”로 읽으시면 안 됩니다. **두 시험 모두 2년 넘게 발작이 없던 아이들이** 대상이었으니까요.

한 교수 그래서 언제 끊을지, 뇌파를 보고 결정할지, 얼마나 천천히 줄일지를 의사가 하나하나 따지는 거야. 하물며 영상 하나 보고 혼자 끊으면 어떻게 되겠니.

도현 저도 예전에 한 번 겪었어요. 성수기에 바빠서 사흘을 거른 적이 있는데, 나흘째 새벽에 크게 넘어갔습니다. 아내가 119를 불렀고요.

한 교수 그게 가장 무서운 경우예요. 발작이 멈추지 않고 이어지는 상태를 **발작지속상태**라고 하는데, 생명을 위협합니다. 게다가 이 상태가 **겉으로 안 보이는 경우도** 있습니다. 정신이 흐려진 채 응급실에 온 성인 23,068명의 자료를 모아 보니, 연구에 따라 8%에서 27%까지가 경련 없는 발작지속상태였습니다. **[종합]**⁷

지우 경련을 안 하는데 발작이라고요?

한 교수 그래서 뇌파를 찍는 거란다. 5장에서 다시 볼 거야.

민경 집에서 쓰는 응급약도 있다고 들었어요.

한 교수 있습니다. 코에 뿌리는 미다졸람 같은 것이지요. 95명이 참여한 무작위 시험에서 입안에서 녹는 클로바잠과 견주어 보았는데, 두 약 사이에 뚜렷한 차이는 나오지 않았습니다.**[사람-시험]**⁸ **다만 이런 약은 주치의가 미리 처방하고 쓰는 법을 가르쳐 준 경우에만 씁니다.**

도현 곁에 있는 사람이 뭘 해야 합니까?

한 교수 그것도 연구가 있습니다. 의사 124명을 무작위로 나눠 한쪽에만 **한 장짜리 요약 지침**을 준 모의훈련에서, 요약본을 본 쪽이 숨길을 지키려고 **옆으로 눕히는 처치**를 훨씬 잘 해냈습니다(63% 대 25%).**[사람-시험]**⁹

지우 의사들도 한 장짜리가 있어야 하는구나.

한 교수 그래서 이 책 맨 앞에도 한 장짜리를 붙여 두었다. **경련이 멈춘 뒤에 옆으로 눕힌다** — 4장에서 다시 할 이야기야. 그리고 발작이 조절되지 않을수록 **SUDEP**의 위험도 올라갑니다. 영어 이름 sudden unexpected death in epilepsy의 머리글자로, **뇌전증이 있는 사람에게 다른 뚜렷한 원인 없이 일어나는 갑작스러운 죽음**을 가리킵니다.

민경 그 말은 인터넷에서 봤어요. 그래서 밤마다 하운이 방문을 열어 놓고 자요.

한 교수 드라베증후군처럼 발작이 잦은 아이들을 모은 연구에서는 SUDEP이 1,000명이 한 해를 지낼 때 7.59건쯤으로 집계됐어요. 숫자만 보면 작지만, 그 병에서 일어난 죽음의 절반가량을 차지합니다.**[종합]**¹⁰

도현 줄일 수는 있습니까?

한 교수 줄어든다는 신호가 있습니다. 미주신경자극을 받은 사람 44,000여 명을 290,000인년 동안 지켜본 연구들을 모아 보니, 가장 큰 연구에서 **시간이 갈수록 SUDEP 발생률이 뚜렷하게 내려갔습니다.****[종합]**¹¹

지우 발작이 줄면 그 위험도 줄어든다는 거네요.

한 교수 그게 이 책 전체가 기대는 논리란다. 그리고 안타까운 대목이 하나 더 있어. 아이들의 SUDEP과 사망을 사회적 조건과 함께 본 연구들을 모아 보니, **형편과 사는 곳에 따라 결과가 달랐다**는 보고가 있었지.**[종합]**¹²

민경 ...절반이요.

한 교수 그래서 저는 이렇게 말합니다. **약이나 식탁이냐가 아니라, 약과 식탁** 이라고요. 발작을 줄이는 일이 곧 그 위험을 줄이는 일이니까요.

번개와 피뢰침

지우 교수님, 그런데 발작이 정확히 뭐예요? 하운이가 발작할 때 몸이 굳고 눈이 돌아가는데, 뇌에서 무슨 일이 생기는 건지 모르겠어요.

한 교수 뇌는 전기로 말하는 기관이란대. 신경세포 하나하나가 아주 작은 전기를 만들어서 옆 세포에 건네주거든. 그게 모여서 생각이 되고 움직임이 되는 거야.

도현 제가 자동차 정비를 12년 했습니다. 배선 얘기라면 좀 압니다.

한 교수 잘됐네요. 평소에는 회로마다 제 박자로 조용히 신호가 흐르죠. 그런데 어느 순간 수많은 세포가 **한꺼번에, 같은 박자로** 터져 버리는 일이 생깁니다. 그게 발작이에요.

도현 아, 그러면 한 군데서 합선이 나서 회로 전체가 같이 튜는 거네요.

한 교수 아주 좋은 비유예요. 저는 번개라고 부릅니다. 뇌 속에 번개가 치는 거죠. 그 번개가 되풀이해서 치는 상태가 **뇌전증**입니다.

지우 그러면 약은 뭐예요?

한 교수 피뢰침이지. 번개가 쳐도 몸이 상하지 않게 붙잡아 주는 장치. 열 사람 중 예닐곱은 이 피뢰침으로 발작이 잘 잡혀.**[종합]**¹³ 다만 **첫 약 하나로** 잡히는 사람은 그보다 적어서, 초점 뇌전증을 다룬 무작위 시험들을 모아 보면 절반쯤은 첫 약으로 멎지 않았단다.**[종합]**¹⁴

지우 나머지는요?

한 교수 서넛은 약을 바꾸고 더해도 발작이 남는단다. 하운이가 지금 그 자리에 있고.

민경 그럼 저희는 뭘 해야 해요?

한 교수 피뢰침은 그대로 두고, **번개가 잘 치지 않는 날씨**를 만드는 쪽을 함께 봅니다. 잠, 스트레스, 열, 그리고 먹는 것이 그 날씨를 조금씩 바꿔요.

지우 진짜 날씨도요?

한 교수 그것도 연구되고 있단다. 아이들의 발작과 기온·대기오염을 살핀 연구 33편을 모아 본 종설이 있어.**[종합]**¹⁵ 아직 결론을 내릴 단계는 아니지만, **몸 밖의 조건이 발작에 닿는다**는 생각 자체는 낫선 것이 아니야.

한 교수 그리고 그 날씨 가운데 백 년 동안 가장 많이 연구된 것이 식탁입니다.**[종합]**

지우 잠깐만요. 제가 정리해 볼게요. 뇌는 전기로 말한다. 그 전기가 한꺼번에 몰아치면 발작이다. 그게 되풀이되면 뇌전증이다. 약은 피뢰침이고, 식탁은 날씨다. 맞아요?

한 교수 정확하구나. 한 가지만 더 없자면, 날씨를 바꾼다고 피뢰침을 뽑지는 않는다는 것.

지우 아, 둘 다 있어야 하는 거구나.

민경 그런데 교수님, 저는 자꾸 이런 생각이 들어요. 임신했을 때 제가 뭘 잘못 먹었나, 열날 때 빨리 병원에 안 갔나.

한 교수 민경 씨. 그건 아닙니다. 하운이 같은 경우는 유전자에서 시작된 병이에요. 부모가 무엇을 했거나 하지 않아서 생긴 게 아닙니다. 그 이야기는 10장에서 제대로 하겠습니다.

민경 그런데도 자꾸 그런 생각이 들어요.

한 교수 민경 씨만 그런 것이 아닙니다. 뇌전증을 새로 진단받은 성인 4,728명을 다룬 연구 21편을 모아 보니 **우울과 불안이 가장 흔하게 보고되었습니다.** [종합]¹⁷ 병을 안 직후가 가장 흔들리는 때입니다.

지우 하운이도 학교에서 힘들어할까요?

한 교수 그 물음을 다룬 연구도 모여 있단다. 뇌전증이 있는 아이들이 겪는 **낙인**이 친구 관계와 감정, 몸 상태에까지 닿는다는 것을 질적 연구들에서 거듭 확인했어. [종합]¹⁸ 자존감을 다룬 연구 26편에서도 발작이 얼마나 조절되느냐가 자존감과 이어져 있었고. [종합]¹⁹

민경 그럼 발작을 줄이면 그것도 나아지나요?

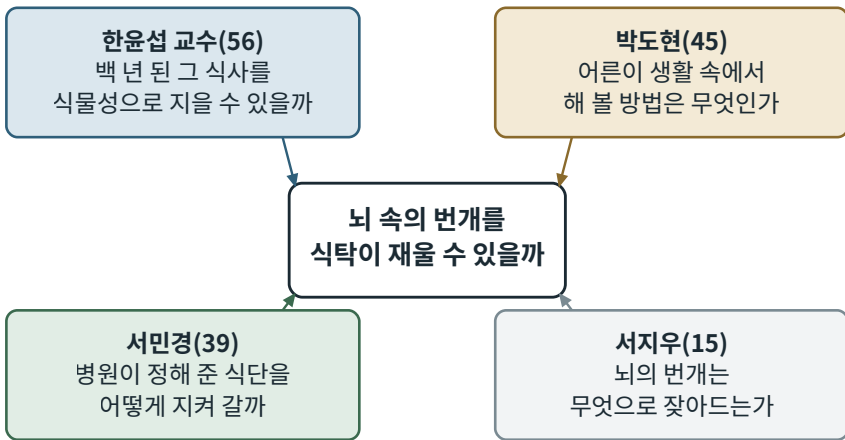
한 교수 그쪽으로 기울어 있습니다. 치료가 낙인에 어떤 영향을 주는지 살핀 연구 열 편을 보면, **발작 조절이 좋아진 사람에게서 낙인이 줄었다는 보고**가 많았습니다. [종합]²⁰ 다만 수술을 받고도 낙인이 그대로였다는 보고도 있어서, 병만 다스린다고 저절로 해결되는 일은 아닙니다.

한 교수 오늘은 이것만 기억해 주세요. **뇌전증은 누구의 탓도 아닙니다.**

민경이 고개를 숙인다. 지우가 엄마의 손을 잡는다.

낱말 풀이

- **발작(seizure)** 뇌의 신경세포 무리가 한꺼번에, 같은 박자로 지나치게 흥분해서 생기는 일시적인 증상. 몸이 굳거나 떨릴 수도 있고, 잠깐 멍해지기만 할 수도 있다.
- **뇌전증(epilepsy)** 그런 발작이 되풀이해서 일어나는 상태. 발작을 한 번 했다고 곧바로 뇌전증인 것은 아니다.
- **발작지속상태(status epilepticus)** 발작이 5분 넘게 이어지거나, 의식이 돌아오기 전에 다음 발작이 오는 상태. 생명을 위협하는 응급 상황이어서 곧바로 119에 연락해야 한다.
- **SUDEP** 뇌전증이 있는 사람에게 다른 원인 없이 일어나는 갑작스러운 죽음. 발작이 조절되지 않을수록 위험이 커진다.



이 책이 걸어갈 길



[그림 1-1] 네 사람의 질문 지도 가운데 물음(“뇌 속의 번개를 식탁이 재울 수 있을까”) 둘레에 네 사람이 각자 가지고 온 질문이 놓인다. 화살표는 그 질문을 다루는 부를 가리킨다(모식도)

이 책이 걸어갈 길

도현 그런데 교수님, 하나만 여쭙겠습니다. 저는 국수집 주인입니다. 밀가루하고 메밀로 먹고사는 사람한테 탄수화물을 끊으라고 하시면, 장사를 접으라는 말씀이신지.

한 교수 (웃으며) 그 이야기는 30장쯤에서 아주 길게 하게 될 거예요. 미리 한마디만 하면, 저는 도현 씨가 국수를 버리기보다 **다시 만들게** 될 거라고 봅니다.

도현 다시 만든다고요?

한 교수 면을 무엇으로 뽑을지, 양념에 어떤 기름을 쓸지 같은 이야기죠. 지금 답하지는 않겠습니다. 순서가 있으니까요.

도현 알겠습니다. 일단 들어 보지요.

한 교수 그리고 지금 약속드릴 게 하나 있습니다. 제가 무슨 말을 하든 **어디서 나온 결과인지**를 같이 말하겠습니다. 실험실 세포에서 나온 건지, 생쥐에서 나온 건지, 사람에게 직접 해 본 시험에서 나온 건지요.

지우 그거 저희 과학 동아리에서 배운 거예요. 증거에도 급이 있다고.

한 교수 맞아. 그 계단을 24장에서 제대로 그려 볼 거야. 지우 탐구 주제로 삼아도 좋겠구나.

민경 순서가 어떻게 되나요? 저는 당장 뭘 먹여야 하는지가 급한데요.

한 교수 급한 마음은 알지만, 순서를 지켜야 오래갑니다. 표 1-1에 네 분의 질문을 적어 봤어요. 뇌가 어떻게 전기로 말하는지부터 보고, 뇌전증이라는 병의 지도를 그리고, 번개를 키우는 몸의 조건을 살피고, 그다음에 케톤이라는 두 번째 연료로 갑니다.

도현 열두 주쯤 걸리겠는데요.

한 교수 정확합니다. 그림 1-1에 오늘 나온 질문들을 그려 두었어요. 6월 말까지, 일요일마다 뵙지요. 그동안 두 분은 지금 드시는 약을 **하나도 바꾸지 마시고요**.

민경 약속할게요.

[표 1-1] 네 사람과 그들의 질문

사람	자리	이 책에 가지고 온 질문	다루는 부
한운섭 교수	소아신경과·케톤식 클리닉 25년	백 년 된 그 식사를 식물성 재료로 지을 수 있을까	제4·6부
박도현	측두엽 뇌전증 17년, 국수집 주인	어른이 생활 속에서 해 볼 수 있는 방법은 무엇인가	제5·7부
서민경	드라베증후군 아이의 엄마	병원이 정해 준 케톤식을 어떻게 지켜 갈까	제2·8부
서지우	중학교 2학년, 언니	뇌의 번개는 무엇으로 찾아드는가	제1·3부

이 장의 핵심

- 뇌는 전기로 말하고, 발작은 그 전기가 한꺼번에 같은 박자로 몰아치는 ‘뇌 속의 번개’다.
- 항발작약은 피뢰침이다. 열 사람 중 예닐곱은 약으로 발작이 잘 조절되고, 서넛은 발작이 남는다.
- **약을 스스로 줄이거나 끊지 않는다.** 의사와 계획해 천천히 끊은 아이들에게서도 28%가 재발했다.
- 약을 갑자기 끊으면 발작지속상태로 갈 수 있고, 발작이 조절되지 않을수록 SUDEP의 위험이 올라간다.
- 이 책은 약을 대신하지 않는다. 피뢰침은 그대로 두고 ‘번개가 잘 치지 않는 날씨’를 함께 본다.

이 장의 출처

1. Zhang, Y. J., Guo, Y. Y., & Wang, Y. (2026). Quality, reliability, and treatment misinformation risk of epilepsy content on Chinese short-video platforms TikTok (Douyin) and Bilibili: a cross-sectional analysis. Scientific Reports. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-52532-5>

2. Biondi, A., Zabler, N., Kalousios, S., Simblett, S., Laiou, P., Viana, P. F., Dümpelmann, M., Schulze-Bonhage, A., & Richardson, M. P. (2024). The value of self-reported variables in epilepsy monitoring and management. A systematic scoping review. Seizure. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2024.10.004>

3. Lv, H., Wang, R., He, Y., Wen, N., Ouyang, W., Peng, J., Jiang, Q., Zhang, J., & Feng, L. (2026). Recurrence rate and risk factors of recurrence after antiseizure medications withdrawal in children with epilepsy: a meta-analysis. *Frontiers in Pediatrics*. <https://doi.org/10.3389/fped.2026.1827056>
4. Dai, K., Tang, D., Bao, L., Li, S., Chen, N., Ye, W., Song, A., Liao, S., & Li, T. (2025). Development and validation of a predictive model for seizure recurrence following discontinuation of antiseizure medication in children with epilepsy: a systematic review and meta-analysis, and prospective cohort study. *EClinicalMedicine*. <https://doi.org/10.1016/j.eclim.2025.103154>
5. Huang, S., Chen, R., Chen, H., & Si, G. (2022). Abnormal electroencephalogram (EEG) after drug withdrawal is a risk factor for epilepsy recurrence in children: a systematic review and meta-analysis. *Translational Pediatrics*. <https://doi.org/10.21037/tp-22-206>
6. Ayuga Loro, F., Gisbert Tijeras, E., & Brigo, F. (2022). Rapid versus slow withdrawal of antiepileptic drugs. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd005003.pub4>
7. Shaban, A., Zaki, H. A., Ponappan, B., Shaban, E. E., Shaban, A., & Abosamak, M. F. (2026). Prevalence of non-convulsive status epilepticus in adults presenting with altered mental status: a systematic review and meta-analysis. *Seizure*. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2026.07.030>
8. Fatima, S., Elavarasi, A., Ramanujam, B., Singh, R. K., Vibha, D., Sarangi, S. C., Khan, M. A., Tripathi, S., & Tripathi, M. (2026). Intranasal midazolam vs mouth-dissolving clobazam in terminating seizures: A randomized controlled trial. *Epilepsia*. <https://doi.org/10.1002/epi.70475>
9. Kliem, P. S. C., Tisljar, K., Baumann, S. M., Grzonka, P., De Marchis, G. M., Bassetti, S., Bingisser, R., Hunziker, S., Marsch, S., & Sutter, R. (2026). Improving emergency management of status epilepticus: a randomized high-fidelity simulator-based trial. *Journal of Neurology*. <https://doi.org/10.1007/s00415-026-14058-8>
10. Moro, P., Borioni, M. S., Mazzeo, A., Cocchi, E., Bonaventura, C. D., & Cerulli Irelli, E. (2026). SUDEP and mortality in developmental and epileptic encephalopathies: A meta-analysis of randomized clinical trials and extension studies. *Epilepsia*. <https://doi.org/10.1002/epi.70348>
11. Ranpariya, M., Kaur, G., Farooq, O., Glover, R. L., & Li, P. (2026). Neuromodulation and sudden unexpected death in epilepsy: A systematic review of SUDEP rates across VNS, DBS, and RNS therapies. *Seizure*. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2026.05.010>
12. Hunter, S. E., Patel, S., & Bhatia, S. (2026). Assessing Sudden Unexpected Death in Epilepsy (SUDEP), Mortality, and Suicide in Pediatric Epilepsy from the lens of Healthcare Disparities: Data From a Scoping Review. *Journal of Child Neurology*. <https://doi.org/10.1177/08830738261462227>
13. Vaccarezza, M. M., Sanguine, V. L., & Balaciano, G. (2026). Ketogenic diet therapies for the treatment of drug-resistant epilepsy in children and adults: A systematic review. *PLoS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0333334>
14. Egesa, I. J., Mbizvo, G., Maden, M., Spain, T., Emsley, R., Bonnett, L. J., Marson, A. G., & Smith, C. T. (2026). The effectiveness of adding on or switching antiseizure medications after the first fails to control focal epilepsy: A systematic review of randomized controlled trials. *Epileptic Disorders : International Epilepsy Journal With Videotape*. <https://doi.org/10.1002/epd2.70353>
15. Sarpy, C., Jung, Y. S., Mita, C., Wang, X., Pearl, P. L., & Mazumdar, M. (2026). Climate-related exposures and seizures in children: A systematic review. *Epilepsia*. <https://doi.org/10.1002/epi.70455>
16. Assmann, M., Albrecht, I., Frenser, M., Marquardt, T., & Fischer, T. (2025). Database Analysis of Application Areas and Global Trends in Ketogenic Diets from 2019 to 2024. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu17091478>
17. Tang, V., Bauer, P. R., Wagner, J., Aydemir, N., Okujava, N., Lai, S. T., Amos, A., Hooper, C., & Baker, G. A. (2026). A systematic review on mental health issues in adults with newly diagnosed epilepsy. *Epilepsia*. <https://doi.org/10.1002/epi.70422>

18. Coates, R., Hudson, M., Schröder, T., Frow, A., & Frayne, S. (2026). What is the impact of stigma on the wellbeing of children with epilepsy?: A qualitative systematic literature review. *Seizure*. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2026.06.006>
19. Popoluska, E., Ogunlade, G. S., Corker, E., & Reuber, M. (2026). Associations of self-esteem in people with epilepsy. *Epilepsy & Behavior : E&B*. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2026.111109>
20. Sharma, M., Singh, M. B., Bisht, R., Bhatia, R., Tiwari, H. K., Parihar, J., Haldar, P., Sander, J. W., Singh, G., Maulik, P. K., & Raman, U. (2026). Impact of medical and surgical treatment on stigma among people with epilepsy: A systematic review. *Epileptic Disorders : International Epilepsy Journal With Videotape*. <https://doi.org/10.1002/epd2.70358>

뇌는 전기로 말한다

도현이 주방에서 커피를 내려 온다. 지우가 노트를 펼치고 첫 장에 ‘뇌 = 전기’라고 크게 써 놓았다.

백억 개의 작은 전지

지우 교수님, 뇌가 전기로 말한다고 하셨잖아요. 그거 진짜 전기예요? 콘센트에 흐르는 그 전기요?

한 교수 같은 전기야. 다만 아주 작지. 신경세포 하나가 만드는 전압은 0.1볼트가 안 되거든. 건전지 하나가 1.5볼트니까, 그보다 훨씬 작은 셈이야.

도현 그렇게 작은 걸로 뭘 한다는 겁니까?

한 교수 수가 많으니까요. 사람의 뇌에는 신경세포가 대략 860억 개 있습니다. 그 하나하나가 작은 전지예요.

민경 그 전기 이야기가 이 책의 식탁 이야기와 어떻게 이어지나요?

한 교수 좋은 물음입니다. 요즘은 뇌전증을 **뇌 안의 일로만 보지 않습니다**. 몸의 대사와 면역, 장내 미생물까지 신경세포의 흥분성과 약의 반응에 관여한다고 보는 흐름이 있어요.^[종합]¹ 이 책 3부가 그 이야기입니다.

지우 860억이요? 우리나라 사람이 5천만이니까... 계산이 안 되는데요.

한 교수 잘 안 되지. 그래서 그림 2-1을 그려 왔단다. 신경세포 하나를 크게 그린 거야.

한 교수가 종이를 평상 위에 펼친다.

한 교수 신경세포는 세 부분으로 되어 있어요. 가운데 둥근 몸통이 **세포체**, 거기서 나뭇가지처럼 뻗은 짧은 가지들이 **가지돌기**, 그리고 한쪽으로 길게 뻗은 줄이 **축삭**입니다.

지우 나무 같네요. 뿌리가 가지돌기고 줄기가 축삭이고.

한 교수 정확하구나. 다만 방향이 반대야. 가지돌기는 신호를 **받는** 쪽이고, 축삭은 신호를 **보내는** 쪽이거든.

도현 그러면 축삭이 전선이네요. 그런데 전선에는 피복이 있어야 하는데.

한 교수 있습니다. 축삭을 감싸는 지방질 껍질을 **수초**라고 해요. 전선의 피복과 하는 일이 똑같습니다. 전기가 새지 않게 막고, 신호가 더 빨리 가게 해 줍니다.

도현 그럼 피복이 벗겨지면 어떻게 됩니까?

한 교수 신호가 느려지고 엉킵니다. 그게 실제로 병이 되기도 해요. 그리고 뇌전증에서도 이 피복이 관심을 받고 있습니다. 나트륨 문 유전자 **SCN2A**(나트륨 통로 알파2 소단위 유전자, sodium voltage-gated channel alpha subunit 2)에 변이가 있는 354명의 뇌 사진을 모아 보니 **절반 가까이에서 이상이 보였고, 그 가운데 백질 변화가 17%**였습니다. **[종합]**²

지우 백질이 피복이 모인 곳이에요?

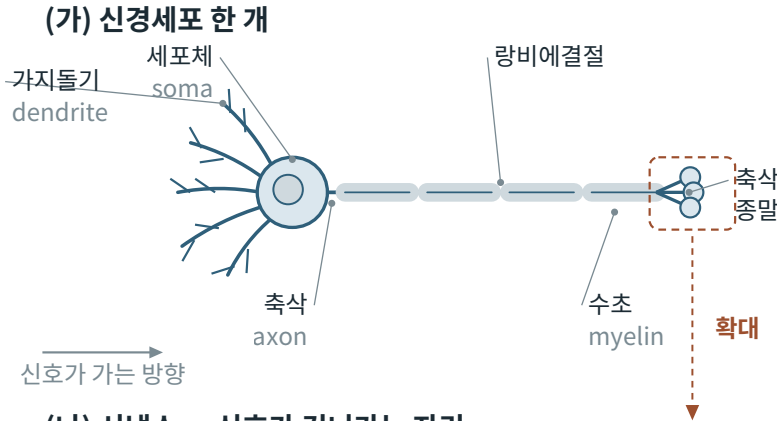
한 교수 그렇단다. 다만 그게 원인인지 결과인지는 아직 모른다. 아기 때 발작이 뇌 안을 옮겨 다니는 드문 병을 정리한 종설에서도 **뇌가 점점 위축되고 수초가 제대로 만들어지지 않는 소견**이 보고되었는데, 그것이 발작 때문인지, 약 때문인지, 병 자체 때문인지는 아직 가려지지 않았다고 적혀 있어. **[종합]**³

지우 그런데 피복이 중간중간 끊겨 있는데요?

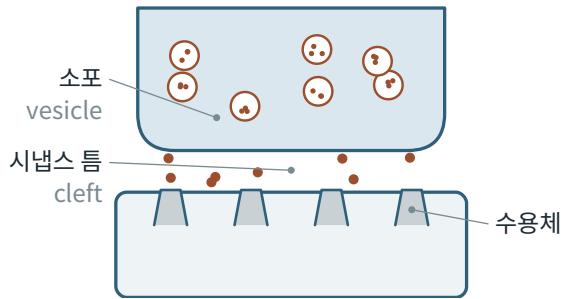
한 교수 잘 봤구나. 수초는 소시지처럼 토막토막 감겨 있고, 그 사이에 맨살이 드러난 좁은 틈이 있어. 그 틈을 **랑비에결절**이라고 한단다.

지우 일부러 비워 놓은 거예요?

한 교수 그래야 더 빨라져. 전기 신호가 피복 구간은 미끄러지듯 건너뛰고 맨살에서만 새로 힘을 얻거든. 징검다리를 건너뛰는 것과 비슷하지. 그래서 수초가 있는 축삭은 없는 축삭보다 신호가 수십 배 빠르단다.



(나) 시냅스 — 신호가 건너가는 자리



[그림 2-1] 신경세포 한 개와 시냅스의 확대 왼쪽은 신경세포의 전체 모습(세포체·가지돌기·축삭·수초·랑비에결절), 오른쪽은 축삭 끝과 다음 세포가 만나는 자리를 확대한 것이다. 흥분성 신호는 주황색, 억제성 신호는 초록색으로 나타냈다(모식도)

신호가 건너가는 자리

전부 아니면 전무

도현 교수님, 아까 전압이 0.1볼트도 안 된다고 하셨는데, 그게 어떻게 신호가 됩니까? 잡음에 묻힐 것 같은데요.

한 교수 좋은 지적입니다. 그래서 신경세포는 **모 아니면 도**로 일합니다. 평소에는 안쪽이 바깥쪽보다 약간 음전기를 띠고 조용히 있어요. 그러다 받은 신호가 어느 선을 넘으면, 그때 한 번에 확 뒤집힙니다.

도현 어느 선이라면.

한 교수 그 선을 **문턱값**이라고 합니다. 문턱을 넘으면 나트륨 문이 한꺼번에 열리면서 전압이 확 올라갔다가 곧 제자리로 돌아와요. 이 한 번의 파동을 **활동전위**라고 합니다.

지우 그러면 조금 넘든 많이 넘든 똑같아요?

한 교수 똑같아. 문턱을 살짝 넘어도, 크게 넘어도 파동의 크기는 같단다. 넘지 못하면 아무 일도 일어나지 않고.

지우 전등 스위치 같네요. 살살 눌러도 세게 눌러도 불은 똑같이 켜지니까.

한 교수 딱 그거야. 그래서 잡음에 묻히지 않는 거란다.

도현 그러면 세기는 어떻게 표현합니까? 아픈 정도 같은 거요.

한 교수 **횟수**로 표현합니다. 세계 자극받으면 파동을 더 자주 보내요. 초당 몇 번 보내느냐로 세기를 나타내는 겁니다.

한 교수 그리고 한 가지 더. 한 번 파동을 보낸 직후에는 아주 잠깐, 다시 보내고 싶어도 보낼 수 없는 시간이 있습니다. **불응기**라고 해요. 총을 쏘고 다시 장전하는 시간 같은 거죠.

민경 그 장전 시간을 늘리는 약이 있나요?

한 교수 있습니다. 라코사마이드가 그 계열인데, 나트륨 문이 **천천히 잠기도록** 도와줍니다. 머리를 다친 뒤 발작을 막는 데 쓰인 기록들도 모여 있고요. **[종합]**⁴ 같은 계열인 옥스카르바제핀에서 부작용 때문에 다른 약으로 바꾼 312명의 기록에서는 **절반 남짓에서 부작용이 사라졌습니다.** **[종합]**⁵

도현 그 장전 시간이 짧아지면 문제가 되겠네요.

한 교수 바로 그 이야기를 다음 장에서 합니다.

신호가 건너가는 자리

민경 그러면 신경세포끼리는 딱 붙어 있나요?

한 교수 아닙니다. 아주 좁은 틈이 있어요. 그 틈을 사이에 둔 만남의 자리를 **시냅스**라고 합니다. 그림 2-1의 오른쪽이 그 자리예요.

지우 붙어 있지 않으면 전기가 어떻게 건너가요?

한 교수 못 건너간단다. 그래서 전기를 **화학물질로 바꿔서** 던져. 축삭 끝에 작은 주머니들이 있는데, 거기 화학물질이 들어 있거든. 전기 신호가 도착하면 그 주머니가 터지면서 틈으로 쏟아져 나와.

지우 배에서 밧줄을 던지는 것처럼요?

한 교수 비슷해. 건넌편 세포에는 그 물질만 딱 맞게 받는 **수용체**가 있어. 열쇠와 자물쇠처럼.

도현 그 화학물질 이름이 뭐니까?

한 교수 종류가 많은데, 뇌에서 가장 흔한 두 가지만 오늘 기억하시면 됩니다. **글루탐산**(glutamate)과 **가바**(GABA, gamma-aminobutyric acid의 머리글자로 우리말로 감마아미노뷰티르산)입니다.

민경 글루탐산이면... 조미료에 들어 있는 그거요?

한 교수 (웃으며) 맞습니다. 다시마에서 감칠맛을 내는 그 물질과 같은 이름이에요. 다만 먹는 글루탐산이 뇌로 그대로 들어가지는 않습니다. 뇌는 따로 만들어 씹니다.

도현 그 가속페달을 직접 막는 약도 있습니까?

한 교수 있습니다. 페람파넬이라는 약이 글루탐산을 받는 문(AMPA 수용체) 쪽을 막습니다. 뇌종양 때문에 발작을 하는 382명의 기록에서 **42%가 발작이 없어졌고 46%가 절반 이하로 줄었습니다.** [종합]⁶ 레녹스-가스토증후군 환자 330명에서도 **절반 이하로 준 사람이 46.5%**였고요. [종합]⁷

지우 가속페달을 막으면 다 해결되는 거 아니에요?

한 교수 같은 연구에서 **오히려 발작이 늘어난 사람도 4.4%** 있었던단다. 저울은 한쪽만 눌러서 맞출 수 있는 게 아니야.

가속페달과 브레이크

한 교수 도현 씨, 차에는 가속페달과 브레이크가 다 있죠.

도현 당연하죠. 브레이크 없는 차는 못 굴립니다.

한 교수 뇌도 같습니다. **글루탐산은 가속페달**이에요. 받는 세포를 더 흥분하게 만듭니다. **GABA는 브레이크**고요. 받는 세포를 조용하게 만듭니다.

지우 그럼 둘이 계속 싸우는 거예요?

한 교수 싸운다기보다 **저울처럼 맞추는** 거야. 가속만 있으면 뇌가 타 버리고, 브레이크만 있으면 아무 생각도 못 하거든. 둘이 적당히 맞물려 있을 때 우리가 생각하고 움직이는 거란다.

민경 브레이크 쪽이 고장 난 병도 있나요?

한 교수 있습니다. GABA를 시냅스에서 거두어들이는 청소부 **GAT-1**(GABA 수송체 1, GABA transporter 1)을 만드는 유전자에 변이가 생기는 병인데, **이 병이 있는 사람의 90%쯤이 뇌전증을 앓습니다.** 그리고 남아 있는 청소부의 기능이 적을수록 증상이 무거웠습니다. **[종합]**⁸

지우 브레이크가 덜 건히는 건데 왜 발작을 해요?

한 교수 좋은 질문이구나. 브레이크가 **제때 건히지 않으면** 회로의 박자가 어긋나거든. 저울은 한쪽이 모자라도, 지나쳐도 기울어.

민경 그럼 발작은 가속페달이 눌린 상태인가요?

한 교수 절반은 맞습니다. 가속이 세졌거나, 브레이크가 약해졌거나, 둘 다일 수 있어요. 측두엽 뇌전증이 있는 분들의 뇌를 영상으로 살펴본 연구에서, 흥분과 억제의 균형이 병터 주변만이 아니라 **뇌 전체에 걸쳐** 치우쳐 있다는 결과가 나왔습니다. **[사람-관찰]**⁹

도현 제 병이 딱 그건데요. 측두엽.

한 교수 그렇지요. 그래서 도현 씨가 발작을 하지 않는 날에도 피로하고 기억이 흐릿한 일이 생기는 겁니다. 저울이 조금 기울어 있는 상태니까요.

부품을 하나씩

지우 교수님, 그 페달이랑 브레이크는 어떻게 세포를 흥분시키는 거예요? 물질이 붙으면 그냥 흥분이 돼요?

한 교수 좋은 질문이구나. 한 단계가 더 있어. 물질이 수용체에 붙으면 세포막에 있는 **작은 문이 열려.** 그 문을 **이온통로**라고 한단다.

지우 문이 열리면요?

한 교수 소금물 속에 떠 있는 작은 알갱이들이 드나들어. 나트륨, 칼륨, 칼슘, 염소 같은 것들이지. 이 알갱이들은 전기를 띠고 있어서, 드나드는 것만으로 세포 안팎의 전압이 바뀐단다.

도현 아, 그러니까 문이 스위치네요. 문이 열리면 전류가 흐르고.

한 교수 정확합니다. **나트륨 문이 열리면 흥분, 염소나 칼륨 문이 열리면 진정**입니다. 항발작약 대부분이 바로 이 문들을 붙잡고 일합니다. 7장에서 다시 보겠습니다.

민경 문이 아니라 주머니 쪽에 붙는 약도 있다고 하셨잖아요.

한 교수 예, 레베티라세탐 계열입니다. 같은 계열의 브리바라세탐을 아이들에게 쓴 연구들을 모아 본 분석도 나와 있습니다.**[종합]**¹⁰ 어느 자리를 붙잡느냐가 약마다 다르다는 것만 오늘 기억해 두시면 됩니다.

지우 그 문이 고장 나면 어떤 병이 되는지도 밝혀졌어요?

한 교수 많이 밝혀졌단다. 칼륨 문에도 부품이 여럿인데, 그 부품을 만드는 유전자에 **KCNT1**(칼륨 통로 KCNT1 유전자)과 **KCNQ2**(칼륨 통로 KCNQ2 유전자) 같은 이름이 붙어 있어. 최근 종합 연구는 **어느 부품이 고장 났느냐에 따라 맞는 약이 다르다는 것**까지 이름별로 정리했단다.**[종합]**¹¹ 나트륨 문 쪽에서는 변이가 문을 **세게 만드는지 약하게 만드는데** 따라 써야 할 약이 정반대가 된다는 것도 확인됐고.**[종합]**¹²

민경 같은 문인데 반대라고요?

한 교수 그렇습니다. 그래서 10장에서 하운이의 약 이야기를 할 때 “이 약은 오히려 해롭다”는 말이 나오는 겁니다.

지우 고장 난 유전자 자체를 고칠 수는 없어요?

한 교수 시작되고 있단다. 나트륨 문 유전자(SCN2A)가 **너무 세게 일하는** 두 아이에게, 그 유전자의 작동을 줄이는 물질을 맞춰 만들어 넣어 본 연구가 있어.**[사람-시험]**¹³ 아직 두 사람에서 해 본 단계이지만, **부품의 이름을 알아야 그런 일이 가능해진다는** 것이 오늘의 요점이야.

민경 칼륨 문 쪽도요?

한 교수 빠르게 일하는 억제 세포가 쓰는 칼륨 문 **KV3.1**(전압 의존 칼륨 통로 KV3.1, voltage-gated potassium channel KV3.1)을 겨냥한 약을 정리한 연구도 있습니다.**[종합]**¹⁴ 아직 사람에게서 성공했다고 말할 단계는 아닙니다.

민경 그럼 문이 고장 나면요?

한 교수 그게 하운이의 경우입니다. 드라베증후군은 나트륨 문을 만드는 설계도, 그러니까 유전자에 변이가 생겨서 오는 병이거든요. 자세한 건 10장에서 하겠습시다.

지우 유전자 말고 뇌 모양이 잘못돼서 생기는 것도 있어요?

한 교수 있단다. 뇌 껍질이 자라는 동안 자리를 잘못 잡아 생기는 **피질이형성증**이 그런 경우야. 약이 잘 듣지 않는 뇌전증의 큰 원인 가운데 하나지. 그

조직에서 어떤 분자가 달라져 있는지를 모아 본 연구도 나와 있단다. [종합]

15

민경 그건 수술로 떼어 내는 건가요?

한 교수 자리를 찾을 수 있으면 그렇게 합니다. 9장에서 다루겠습니다.

민경 ...그 문 하나 때문이에요.

한 교수 문 하나가 뇌 전체의 저울을 기울일 수 있습니다. 반대로 말하면, 그 저울을 조금만 되돌려도 발작이 줄 수 있다는 뜻이기도 하고요.

도현 그 문들을 건드리는 약은 부작용도 썩니까?

한 교수 대개는 견딜 만합니다. 다만 드물게 심한 피부 반응이 옵니다. 스티븐스-존슨 증후군이라는 반응을 겪은 4,403명의 자료를 모아 보니 **88%가 한 가지 약 때문이었고, 항발작약이 흔한 원인 가운데 하나였습니다.**

[종합]¹⁶

민경 그게 7장에서 말씀하신 발진인가요?

한 교수 그렇습니다. **발진에 열과 입안 혈음이 함께 오면 곧바로 병원입니다.** 이 문장은 이 책에서 여러 번 되풀이하겠습니다.

민경 오늘 나온 이름이 너무 많아요. 시냅스, 글루탐산, 가바, 이온통로.

도현 그래서 어느 문을 붙잡는 약이 제일 낫습니까?

한 교수 그 질문에 답이 잘 안 나옵니다. 난치성 초점 뇌전증에서 **나트륨 문을 붙잡는 약(라코사마이드)과 주머니에 붙는 약(브리바라세탐)**을 무작위 시험 여덟 편, 3,338명의 자료로 견주어 보니 **절반 이하로 줄어든 비율에 뚜렷한 차이가 없었습니다.** [종합]¹⁷

지우 붙잡는 자리가 다른데 결과가 같아요?

한 교수 그렇단다. 그래서 “어느 문이 더 좋은 문이다”가 아니라 **“이 사람에게 어느 문이 맞나”**로 묻는 거야. 브리바라세탐만 따로 8,150명을 모아 본 분석에서도 절반 이하로 준 사람이 44.0%였어. [종합]¹⁸

민경 새로 나온 약도 있나요?

한 교수 세노바메이트라는 약이 있습니다. 무작위 시험을 마친 뒤 357명을 이어서 지켜본 연장 연구가 나와 있고, [사람-시험]¹⁹ 몇지 않는 발작지속상태에 써 본 기록도 조금씩 모이고 있습니다. [종합]²⁰

한 교수 표 2-1에 한 줄씩 정리해 두었습니다. 회로에 빚댄 칸을 같이 보시면 덜 헛갈릴 거예요.

지우가 표를 옮겨 적는다. 한 교수가 옆에서 이름을 불러 준다.

[표 2-1] 뇌의 전기를 만드는 부품들

부품	하는 일	회로에 빚대면
세포체	신호를 모아 보낼지 결정한다	제어 장치
가지돌기	다른 세포에게서 신호를 받는다	입력 단자
축삭	신호를 멀리 보낸다	전선
수초	전기가 새지 않게 감싸고 속도를 높인다	피복
시냅스	세포와 세포가 만나는 좁은 틈	접점
글루탐산	받는 세포를 흥분시킨다	가속페달
GABA	받는 세포를 진정시킨다	브레이크
이온통로	전기를 띤 알갱이가 드나드는 문	스위치

지우 정리해 볼게요. 뇌에는 신경세포가 860억 개 있고, 축삭이라는 전선으로 신호를 보내고, 시냅스라는 틈에서 화학물질로 바뀌어서 건네고, 그 물질이 이온통로라는 문을 열고, 글루탐산은 가속 GABA는 브레이크. 맞아요?

한 교수 한 글자도 안 틀렸구나.

도현 그럼 다음은 그 회로가 어떻게 합선되는지겠네요.

한 교수 맞습니다. 커피 한 잔 더 주시면 바로 하지요.

낱말 풀이

- **활동전위(action potential)** 신경세포가 문턱값을 넘었을 때 한 번에 일으키는 전기 파동. 크기는 늘 같고, 세기는 횡수로 나타낸다.
- **문턱값(threshold)** 활동전위가 일어나는 경계선. 이 선이 낮아져 있으면 작은 자극에도 신호가 터진다.
- **불응기(refractory period)** 파동을 보낸 직후 잠시 다시 보내지 못하는 시간.
- **랑비에결절** 수초와 수초 사이의 맨살 구간. 신호가 여기서만 새로 힘을 얻어 훨씬 빨리 간다.

이 장의 핵심

- 뇌에는 신경세포가 약 860억 개 있고, 저마다 아주 작은 전기를 만든다.
- 신경세포는 세포체·가지돌기·축삭으로 되어 있고, 축삭은 수초라는 피복에 싸여 있다.
- 세포와 세포는 붙어 있지 않다. **시냅스**라는 틈에서 전기를 화학물질로 바뀌 건넨다.
- **글루탐산은 가속페달, GABA는 브레이크**다. 둘의 저울이 맞을 때 뇌가 제대로 일한다.
- 화학물질은 세포막의 **이온통로**라는 문을 연다. 항발작약 대부분이 이 문을 붙잡고 일한다.

이 장의 출처

1. Cabri, G., Bhatti, S. F. M., Hemeryck, L. Y., Boon, P., Volk, H. A., Hesta, M., & Verdoodt, F. (2026). Canine Idiopathic Epilepsy as a Natural Animal Model for Human Epilepsy: A Scoping Review Highlighting Metabolic Perspectives Beyond the Brain. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu18111734>
2. Bamborschke, D., Bendella, Z., Allen, M., Salimbeni, L., Trivisano, M., Fritzen, D., Henak, A., Gverdtisiteli, S., Möller, R. S., Specchio, N., Scheffer, I. E., Wolff, M., Howell, K. B., Clauberg, R., & Fazeli, W. (2026). Neuroradiologic Findings in Patients With SCN2A Disease: A Systematic Review and Retrospective Multicenter Cohort Study. *Neurology*. <https://doi.org/10.1212/wnl.00000000000218541>

3. Samanta, D. (2026). Epilepsy of infancy with migrating focal seizures: A scoping review of clinical features, diagnostic testing including genetics, long-term outcomes, mortality, and current and emerging therapeutic strategies. *Epilepsy & Behavior : E&B*. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2026.111218>
4. Taniguchi, H., & Yamada, S. (2026). Lacosamide Use After Traumatic Brain Injury: A Scoping Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.112117>
5. de Amorim, S. O., da Silva, N. F. C., Ferreira, M. D. S., Soares, C., Pereira, F. H. L., Naim, R. M. P., Bastos, V. C. L., Neto, J. A., de Sousa, J. R., & Honorato, M. M. (2026). Switching from oxcarbazepine to eslicarbazepine in patients with focal epilepsy: A systematic review and single-arm meta-analysis. *Seizure*. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2026.05.031>
6. Da Silva, A. M. P., Gonçalves, O. R., Tudella, G. C. N., Menegucci, G., Klostermann, A. U., Valverde, M. E. S., Meldola, P. F., Gunkan, A., & Noletto, G. S. (2026). Efficacy and Safety of Perampanel in Patients With Brain Tumor-Related Epilepsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurology. Clinical Practice*. <https://doi.org/10.1212/cpj.0000000000200636>
7. Rabelo, A. A., Oliveira, J. F. C. E., Nunes, Y. S., Corrêa, C. A., Castro, D. C., Carolino GDGDS, & Steinhoff, B. J. (2026). Effectiveness and safety of perampanel in patients with lennox-gastaut syndrome: a single-arm meta-analysis with meta-regression and sensitivity analyses. *Epilepsy & Behavior : E&B*. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2026.110972>
8. Samanta, D. (2026). SLC6A1-Related Neurodevelopmental Disorder: A Scoping Review of Clinical Features and Emerging Therapeutic Strategies. *Pediatric Neurology*. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2026.04.014>
9. Xie, K., Royer, J., Rodriguez-Cruces, R., Horwood, L., Ngo, A., Arafat, T., Auer, H., Sahlas, E., Chen, J., Zhou, Y., Valk, S. L., Hong, S. J., Frauscher, B., Pana, R., Bernasconi, A., Bernasconi, N., Concha, L., & Bernhardt, B. C. (2025). Temporal Lobe Epilepsy Perturbs the Brain-Wide Excitation-Inhibition Balance: Associations with Microcircuit Organization, Clinical Parameters, and Cognitive Dysfunction. *Advanced Science*. <https://doi.org/10.1002/adv.202406835>
10. Khan, U. U., Kamran, M. S., Ansab, M., Talpur, A. I., Ahmed, A. S., Abbas, G. M., Hasan, S. Z., Hung, P. H., Inam, S. H. A., John, J. D., & Arfin, S. M. W. (2026). Clinical Response and Tolerability of Brivaracetam in Pediatric Epilepsy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Child Neurology*. <https://doi.org/10.1177/08830738261474048>
11. Xie, C., Yin, F., Kessi, M., & Peng, J. (2026). Potassium Channelopathies and Precision Medicine Approaches in Epilepsy: A Systematic Review of Personalized Treatment Strategies. *Current Neuropharmacology*. <https://doi.org/10.2174/011570159x407197251204124232>
12. Brunklaus, A., Feng, T., Brünner, T., Perez-Palma, E., Heyne, H., Matthews, E., Semsarian, C., Symonds, J. D., Zuberi, S. M., Lal, D., & Schorge, S. (2022). Gene variant effects across sodium channelopathies predict function and guide precision therapy. *Brain : A Journal of Neurology*. <https://doi.org/10.1093/brain/awac006>
13. Kim-McManus, O., Mignon, L., Douville, J., Pu, H., Parisien, C., Glass, S., Bennett, C. F., Celso, J., Robbins, K., Ung, H., Olson, H., Kingsmore, S. F., Petrou, S., Crooke, S. T., Gleeson, J. G., & Berry-Kravis, E. (2026). Individualized antisense oligonucleotides for SCN2A-related developmental epileptic encephalopathy. *Nature Medicine*. <https://doi.org/10.1038/s41591-026-04527-y>
14. Nuñez, E., Muguruza-Montero, A., Arrizabalaga-Iriondo, A., Zayas-Arrabal, J., M-Alicante, S., Urrutia, J., & Revuelta, M. (2026). KV3.1 channel modulation: a systematic review of pharmacological intervention strategies. *Frontiers in Pharmacology*. <https://doi.org/10.3389/fphar.2026.1821275>
15. Shakerzadeh, J., Jaroušek, R., Goliášová, Z., & Brázdil, M. (2025). Molecular Signature in Focal Cortical Dysplasia: A Systematic Review of RNA and Protein Data. *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms26209909>
16. Lee, E. Y., Knox, C., Sugumar, C., & Phillips, E. J. (2026). Proportion of Antiepileptic Drug-Associated Stevens-Johnson Syndrome and Toxic Epidermal Necrolysis: A Meta-Analysis. *JAMA Dermatology*. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2026.2473>

17. Wang, Y., Zheng, W., Jiang, F., Sun, Y., & Zheng, D. (2026). Lacosamide versus brivaracetam as adjunctive therapy for drug-resistant focal epilepsy: A placebo-anchored indirect comparison and network meta-analysis. *Epilepsy Research*. <https://doi.org/10.1016/j.eplepsyres.2026.107850>
18. Tai, Y., Huang, C., Wei, Z., Liu, T., Li, X., & Liang, S. (2026). Effectiveness and safety of brivaracetam in patients with focal epilepsy: A systematic review and meta-analysis. *Epilepsy Research*. <https://doi.org/10.1016/j.eplepsyres.2026.107852>
19. Lee, S. K., Yu, P., Choe, E., Ferrari, L., Heo, K., Hong, S. B., Hong, Z., Iida, K., Jeon, Y. H., Jung, J., Kamin, M., Kawai, K., Kim, J. H., Kim, M. W., Liu, X., Park, J., Rosenfeld, W., Yamamoto, T., Zhou, D., . . . Misra, S. N. (2026). Long-term efficacy of adjunctive cenobamate: Open-label extension of a randomized, placebo-controlled study in a multinational Asian population. *Epilepsia*. <https://doi.org/10.1002/epi.70459>
20. Mo, M., Howard, A., Jaworska, N., Bencsik, C., Bains, I., & Kromm, J. A. (2026). Cenobamate for Status Epilepticus: A Systematic Review. *The Canadian Journal of Neurological Sciences. Le Journal Canadien Des Sciences Neurologiques*. <https://doi.org/10.1017/cjn.2026.10651>

번개는 어떻게 시작되나

해가 조금 기울었다. 도현이 평상에 방석을 하나 더 깔고, 지우는 노트 두 번째 장을 펼친다. 강 쪽에서 바람이 들어온다.

한 박자로 몰아칠 때

한 교수 지우야, 운동회에서 줄다리기 해 봤니?

지우 네. 작년에 했어요.

한 교수 잘 이기는 팀은 힘센 사람이 많은 팀이 아니야. **“영차” 하고 박자를 맞추는 팀이 이긴단다.**

지우 아, 맞아요. 따로따로 당기면 줄이 안 움직여요.

한 교수 뇌도 똑같아. 평소에는 수많은 신경세포가 제각각 다른 박자로 신호를 보내. 그래서 겉에서 보면 잔잔한 물결처럼 보이지.

도현 그런데 발작 때는 박자가 맞는다는 말씀이군요.

한 교수 그렇습니다. 수천, 수만 개의 세포가 **한꺼번에, 같은 박자로** 터집니다. 이것을 **과동기화**라고 불러요. 동기화는 박자를 맞추는 뜻이고, 앞에 ‘과’가 붙으면 지나치게 맞추는 뜻입니다.

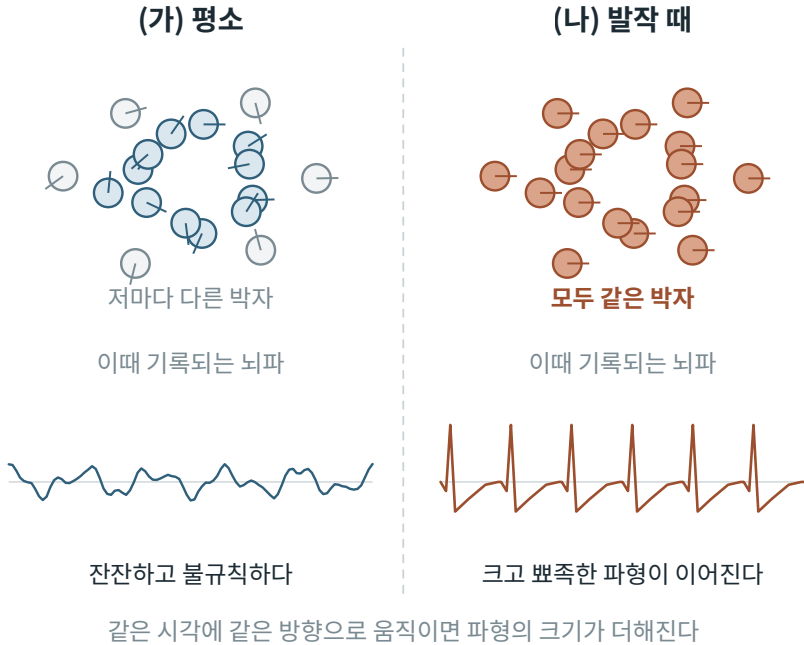
민경 박자가 맞으면 좋은 거 아닌가요?

한 교수 음악이라면 좋지요. 그런데 뇌에서는 아닙니다. 모두가 같은 말을 동시에 외치면 아무 뜻도 전해지지 않으니깐요. 그래서 발작 중에는 그 부위가 맡은 일을 못 합니다. 말하는 부위면 말이 멈추고, 움직임을 맡은 부위면 근육이 제멋대로 굳습니다.

지우 그럼 하운이가 발작할 때 눈이 돌아가는 것도.

한 교수 눈을 움직이는 회로가 한 박자로 끌려간 거란다. 하운이가 일부러 그러는 게 아니야.

한 교수 그림 3-1을 보시면 왼쪽이 평소, 오른쪽이 발작 때입니다. 위쪽은 신경세포 무리를 그린 것이고 아래쪽은 뇌파로 기록한 파형이에요.



[그림 3-1] 평소의 신호와 발작 때의 신호 왼쪽(평소)은 신경세포들이 저마다 다른 박자로 신호를 보내 뇌파가 잔잔하고, 오른쪽(발작)은 한 박자로 몰려 크고 뾰족한 파형이 이어진다. 아래 파형은 실제 뇌파 기록을 본떠 그린 모식도다

도현 파형이 확 커졌네요.

한 교수 같은 시각에 같은 방향으로 움직이면 크기가 더해지니까요. 파도가 겹쳐 높아지는 것과 같습니다.

발작의 문턱

민경 그런데 왜 갑자기 박자가 맞는 거예요? 계기가 있나요?

한 교수 지난 장에서 문턱값 이야기를 했지요. 신경세포 하나에 문턱이 있듯, 뇌 전체에도 **발작의 문턱**이 있다고 생각하시면 됩니다.

도현 그 문턱이 낮으면 쉽게 넘어간다는 말씀이고요.

한 교수 맞습니다. 그리고 이 문턱은 **누구에게나 있습니다**. 뇌전증이 없는 사람도 문턱만 충분히 낮아지면 발작을 합니다. 심하게 잠을 못 자고, 열이 40도까지 오르고, 특정한 약을 갑자기 끊으면요.

지우 그럼 뇌전증이 있는 사람은 문턱이 원래 낮은 거예요?

한 교수 대체로 그래. 왜 낮은지는 사람마다 달라. 하운이처럼 유전자에서 시작된 경우도 있고, 뇌가 만들어질 때 한 부분이 다르게 자란 경우도 있고, 사고나 뇌염이 흉터를 남긴 경우도 있고, 끝내 원인을 못 찾는 경우도 절반 가까이 된단다.

민경 태어날 때 숨을 못 쉬었던 아이도 그런가요?

한 교수 그 경로가 가장 많이 연구된 것 가운데 하나입니다. 출생 전후에 산소가 모자랐던 경우를 다룬 연구 118편을 모아 보니, **미세아교세포가 예민해지고, 혈액뇌장벽이 새고, 염증 물질이 늘어나는** 과정이 되풀이해서 나왔습니다.**[종합]**¹ 16장에서 이 이야기를 제대로 하겠습니다.

민경 못 찾는 게 절반이나요?

한 교수 지금 의학이 거기까지입니다. 다만 못 찾았다는 말이 치료를 못 한다는 뜻은 아닙니다. 문턱을 올리는 일은 원인을 몰라도 할 수 있으니까요.

지우 문턱을 올리는 방법이 약 말고 또 있어요?

한 교수 요즘 연구자들이 보는 쪽이 바로 그거란다. 흥분과 억제만 보지 말고 **염증과 산화 스트레스를 가라앉혀 문턱 자체를 올리자**는 방향이야.**[종합]**² 이 책의 3부와 4부가 그 이야기고.

한 교수 문턱은 고정된 선이 아니라 **날마다 오르내리는 선**입니다. 표 3-1에 무엇이 문턱을 낮추고 무엇이 올리는지 정리했습니다.

도현 잠이 맨 위에 있네요.

한 교수 도현 씨가 겪어서 아실 겁니다. 잠이 가장 세고, 가장 자주 걸립니다. 13장에서 아주 중요하게 다시 나옵니다.

지우 번쩍이는 불빛도 방아쇠예요? 게임할 때 조심하라고 하잖아요.

한 교수 일부 사람에게는 그렇단다. 다만 요즘 걱정하시는 LED(발광다이오드, light-emitting diode) 조명의 깜빡임에 대해서는, **눈에 보이는 깜빡임은 위험이 알려져 있지만 눈에 안 보이는 미세한 깜빡임까지 발작을 일으킨다는 근거는 아직 없다**고 정리한 종설이 있어.**[종합]**³

민경 그럼 텔레비전은요?



식물성 케톤식 시리즈

번개를 재우는 식탁

뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지

항발작약은 뇌 속의 번개를 막는 피뢰침입니다. 이 책은 약을 대신하려는 책이 아닙니다. 약과 진료 곁에서, 식탁이 번개가 잘 치지 않는 날씨를 만드는 데 힘을 보탤 수 있는지를 묻는 책입니다.

1921년 메이요클리닉에서 시작된 케톤식의 백 년을 따라가며, 생크림과 버터 대신 들기름·들깨·호두·두부로 같은 케톤을 짓는 길을 논문 근거와 함께 안내합니다.

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 23,000원



9 791122 177534
ISBN 979-11-221775-3-4



03590

이어서 읽으시려면

뇌전증을 개선하는 식물성 저탄고지 — 전체 466쪽

ssbook.kr/book/pkd-epilepsy

판매가 **13,800원** (POD 정가 23,000원)

- 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 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 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 — 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



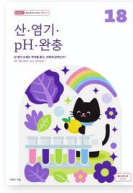
대입 과학논술 16 — 유기 화학·생체 분자·고분자
유기 화학·생체 분자·고분자 논제 해설
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-16



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
±8,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/tonghap-03



04 통합과학 생명과학 2 — 늑대가 돌아오자
유전 정보에서 진화·생태계까지
±8,500원 → **11,100원**
ssbook.kr/book/tonghap-04



05 통합과학 물리 1 — 미끄럼틀은 왜 뒤통해질까
원자에서 힘과 에너지까지
±2,000원 → **13,200원**
ssbook.kr/book/tonghap-05



06 통합과학 물리 2 — 호박 구슬과 나침반
원자에서 전자기파까지
±4,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/tonghap-06



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



08 통합과학 지구과학 2 — 단양의 돌은 바다였다
원자에서 암석·판·지구의 역사까지
±8,000원 → **12,000원**
ssbook.kr/book/tonghap-08

채식 (5)



사상체질과 채식
이제마의 사상·권도원의 팔체질·황제내경을 영
양학과 분자생물학으로 다시 읽다
±1,000원 → **12,600원**
ssbook.kr/book/sasang-veg



체질과 심리신경내분비
사상·팔체질·황제내경과 Big5·MBTI를 몸의
언어로 다시 읽다
±8,000원 → **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
±8,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/rejuvenation



피부는 안에서 만들어진다
콜라겐·아쿠아포린·자가포식과 식물성 케톤식
±8,400원 → **11,000원**
ssbook.kr/book/skin-inside

고대사 (5)



동아시아 1만 년의 기후와 땅

한반도에서 본 홀로세 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