



자폐를 개선하는 식물성 저탄고지

일곱 갈래 기전이 한 점에서 만난다

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-autism

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

자폐를 개선하는 식물성 저탄고지

일곱 갈래 기전이 한 점에서 만난다

식물성 케톤식

논문 근거

식단 실천

『아이의 접시』



자폐를 개선하는 식물성 저탄고지

일곱 갈래 기전이 한 점에서 만난다

이광조 박사 지음

과학과영성출판사

차례

이 책을 읽기 전에	8
1장 세 진료실의 한 아이 — 자폐를 몸에서 본다는 것	11
1.1 우리 넷	12
1.2 세 진료실, 세 아이	13
1.3 위장관 증상 — 인상이 아니라 측정된 차이	14
1.4 장벽 — 새는 정도가 행동 점수와 함께 움직인다	15
1.5 몇 명인가 — 31명당 1명	17
1.6 같은 해, 지역 간 5.5배	18
1.7 유전이 절반 이상인데, 바꿀 게 있나	20
1.8 비공유 환경 — 개입할 수 있는 층	21
1.9 일곱 갈래 — 이 책의 지도	22
1.10 숫자를 연도별로 펼쳐 보면	24
1.11 도구가 다르면 재는 것이 다르다	26
1.12 쌍둥이 연구가 실제로 보여 준 것	27
1.13 동반되는 것들 — 폭이 왜 이렇게 넓은가	29
1.14 그날 밤, 세 사람이 적어 간 것	30
1.15 첫 주에 나온 질문들	32
2장 너무 쉽게 켜지는 뇌 — 흥분과 억제의 저울	42
2.1 켜진다는 것 — 세 개의 숫자	43
2.2 브레이크는 어디서 오는가	44
2.3 실제로 재 봤더니 — 예상과 다른 결과	45
2.4 그런데 가설이 살아 있는 이유	47
2.5 그렇다고 부메타나이드가 답은 아니다	50
2.6 브레이크를 밟는 데도 힘이 든다	50
2.7 두 번째 시험 — 같은 방향이 다시 나왔다	51
2.8 GABA만 보면 안 되는 이유 — 효과 크기	53
2.9 이 장이 이 책에 남기는 원칙	54
2.10 그럼 집에서는 무엇을 하나	55
2.11 둘째 주의 질문들	57
2.12 발달의 시간표 — GABA가 방향을 바꾸는 시기	59
3장 힘을 못 내는 세포 — 미토콘드리아	68
3.1 발전소가 하는 일	69

3.2 몇 퍼센트인가 — 5%와 41% 사이	70
3.3 젓산만 보면 농친다	71
3.4 효소를 직접 재 봤더니	73
3.5 대사 이상을 찾아낸 실측 — 그리스 187명	74
3.6 그리고 케톤이 낮았다	75
3.7 5%가 뜻하는 것 — 일반 인구와 견주면	77
3.8 세 지표가 한 덩어리로 움직인다	78
3.9 187명 자료의 나머지 — 이름이 붙은 다섯 명	80
3.10 막을 이루는 지질도 달랐다	81
3.11 검사지를 어떻게 읽을 것인가	83
3.12 셋째 주의 질문들	84
4장 녹과 불 — 산화 스트레스와 신경염증	93
4.1 녹이 쓴다는 것	94
4.2 닳는 쪽 — 글루타티온	95
4.3 메틸화 회로 — 두 갈래가 만나는 자리	96
4.4 메틸 B12 시험 — 평균은 음성이었다	98
4.5 불 — 신경염증	100
4.6 하나로 여러 개를 켜는 스위치	101
4.7 오늘 조심해야 할 것 하나	101
4.8 숫자로 다시 — 두 개의 비율	102
4.9 재현 — 두 번, 세 번 나왔는가	104
4.10 30%라는 숫자를 어떻게 다룰 것인가	105
4.11 항산화제를 사도 됩니까	107
4.12 넷째 주의 질문들	109
4.13 산화 자료를 읽을 때 흔한 오독 셋	111
5장 배에서 머리로 — 장, 미생물, 그리고 혈거운 이음매	120
5.1 세 겹의 벽	121
5.2 이음매가 혈겁다	122
5.3 미생물 이야기가 어지러운 이유	123
5.4 배에서 머리로 가는 네 갈래 길	125
5.5 대변 이식 — 결과는 강렬하고 설계는 약하다	126
5.6 유산균, 사도 됩니까	127
5.7 케톤이 당지 못하는 자리	128
5.8 오클루딘 — 숫자로 다시 보기	129
5.9 대변 이식 — 설계를 뜯어보면	132
5.10 이 장이 이 책에 남기는 빈칸	134

5.11 유산균을 사도 됩니까 — 그리고 무엇을 볼 것인가	135
5.12 다섯째 주의 질문들	137
5.13 배에서 머리로 — 네 갈래를 하나씩	140
6장 금속 — 무엇이 사실이고 무엇이 아닌가	150
6.1 재 봤더니 반대였다	151
6.2 혼합 노출 점수는 오히려 반대로 나왔다	153
6.3 그럼 '쌍였다'는 설명은 어떻게 되나	153
6.4 알루미늄과 백신	154
6.5 킬레이션 — 이 책이 반대하는 이유	155
6.6 그럼에도 남는 것 — 아연과 구리	156
6.7 진짜 표적 세 가지	157
6.8 검체마다 다르게 나온다 — 세 가지 표	158
6.9 가장 잘 설계된 연구가 준 답	161
6.10 아연과 구리 — 숫자로	162
6.11 검사 광고를 어떻게 읽을 것인가	165
6.12 여섯째 주의 질문들	166
6.13 진짜 표적을 다시 쓴다	169
7장 두 번째 연료 — 케톤이란 무엇인가	178
7.1 이름부터 바로잡기	179
7.2 스위치는 두 개다	180
7.3 세 분자, 세 역할	181
7.4 지방은 못 들어가는데 케톤은 들어간다	182
7.5 쓸수록 더 잘 쓰게 된다	183
7.6 1967년, 사람에게서 확인된 것	184
7.7 2~5와 20 — 열 배의 거리	185
7.8 뇌척수액에서 쟀 값 — 얼마나 들어가는가	187
7.9 사람에게서 확인된 세 가지	188
7.10 무엇으로 재고, 언제 재는가	190
7.11 케톤 독감 — 처음 2주에 무슨 일이 일어나나	192
7.12 일곱째 주의 질문들	194
7.13 왜 뇌는 지방을 직접 못 쓰는가	196
8장 백 년의 임상 — 뇌전증이 알려 준 것	205
8.1 굶기면 발작이 멎는다	206
8.2 케톤식은 한 가지가 아니다	207
8.3 4:1이 식탁에서 무슨 뜻인가	208

8.4 무작위 시험 — 38% 대 6%	209
8.5 이 책에 가장 중요한 한 줄	210
8.6 케톤은 더 높았는데 효과는 같았다	212
8.7 발작 말고 다른 것도 움직였다	213
8.8 백 년의 기록에 빠져 있는 것	213
8.9 4:1이라는 숫자가 정말 뜻하는 것	214
8.10 케톤이 더 높았는데 효과가 같았다 — 다시 한 번	216
8.11 백 년 기록의 빈칸 — 그리고 그것이 이 책을 부른 이유	218
8.12 백 년 동안 아이들이 실제로 겪은 것	219
8.13 여덟째 주의 질문들	222
9장 케톤이 일곱 군데에 하는 일	232
9.1 첫째 — 브레이크 재료가 늘어난다	233
9.2 둘째 — 발전소를 늘린다, 그런데 조직마다 다르다	235
9.3 셋째 — 처음엔 나빠지고 나중에 좋아진다	236
9.4 넷째 — 염증 스위치를 직접 끈다	237
9.5 다섯째 — 세균이 없으면 듣지 않았다	237
9.6 일곱째 — 금속을 붙잡는 단백질을 켜다	239
9.7 그리고 여섯째 — 비어 있다	240
9.8 첫째 기전을 실험 세 층에서 확인한다	241
9.9 조직에 따라 방향이 갈린다 — 반드시 알아야 할 자료	243
9.10 세균이 없으면 듣지 않았다 — 이 장에서 가장 잘 설계된 실험	245
9.11 일곱 갈래를 한 장의 그림으로	247
9.12 아홉째 주의 질문들	249
9.13 넷째 기전 — 염증 스위치를 직접 끈다	252
9.14 일곱째 기전 — 금속을 붙잡는 단백질	253
10장 자폐에 직접 써 본 결과	261
10.1 전수로 세어 보면	262
10.2 2003년, 그리스	263
10.3 최근 자료 — 설계가 조금 나아졌다	264
10.4 15명 중 7명은 반응하지 않았다	266
10.5 누가 반응할지 미리 알 수 있을까	266
10.6 염증 물질이 실제로 줄었다	268
10.7 그리고 케톤이 낮았다 — 다시	269
10.8 이 자료로 말할 수 있는 것과 없는 것	269
10.9 15명 시험을 항목별로 뜯어본다	271
10.10 반응자를 미리 알 수 있는가 — 두 개의 상관	273

10.11 지금까지 나온 모든 것을 한 표로	275
10.12 그래서 우리 아이는 어떻게 되는가	276
10.13 열째 주의 질문들	278
10.14 반응한 아이와 반응하지 않은 아이	281
11장 식물이 갖는 것 — 섬유, 장벽, 그리고 브로콜리	290
11.1 '채식'은 하나가 아니다	291
11.2 섬유 — 34.89 대 22.79	292
11.3 부티르산이 벽을 세우는 방법	292
11.4 그런데 케톤식은 섬유를 줄인다	293
11.5 그래도 장기 자료는 경고한다	295
11.6 같은 스위치, 다른 문	296
11.7 섬유가 금속을 붙잡는다 — 그리고 그 한계	298
11.8 브로콜리 — 유일하게 통과한 것	299
11.9 분업 — 케톤이 못 움직인 것을 움직였다	300
11.10 그리고 식물이 새로 만드는 위험	301
11.11 채식 아동의 실측 — 좋은 쪽과 나쁜 쪽을 한 표에	302
11.12 평균보다 무서운 것 — 요오드 자료가 보여 준 것	304
11.13 그래서 이 장이 남기는 세 문장	307
11.14 채소를 안 먹는 아이에게 채소를 어떻게	308
11.15 열한째 주의 질문들	310
11.16 식물성 단백질의 질 — 그리고 이 설계의 딜레마	312
12장 식물로 케톤을 만든다 — 지방, 단백질, 그리고 빠진 것들	324
12.1 코코넛유의 배신	325
12.2 포도당이 케톤을 끈다	326
12.3 지방을 세 층으로	327
12.4 3.8% — 전환에 맡길 수 없는 이유	328
12.5 단백질 — 가장 좁은 문	330
12.6 글루타티온의 재료	331
12.7 아홉 가지 결손, 세 등급	332
12.8 부티르산이 벽을 세우는 방식 — 전사 수준까지	334
12.9 그런데 케톤식이 부티르산을 줄인다면	335
12.10 아홉 가지를 세 등급으로 — 그리고 왜 이 순서인가	337
12.11 하루 치를 실제로 세어 본다	340
12.12 열두째 주의 질문들	343
12.13 실제 아이들이 무엇을 덜 먹고 있는가	345
13장 두 전통이 만나는 자리 — 설계도와 안전	356

13.1 분업표	357
13.2 면역계에서도 나눠 맡았다	358
13.3 왜 케톤식은 동물성으로 굳었나	359
13.4 성립 조건 다섯	360
13.5 설계도	360
13.6 4주에 걸쳐 바꾸고, 3~6개월 뒤에 판정한다	362
13.7 절대 금기 — 여기부터 먼저 보십시오	363
13.8 누구에게 우선인가	364
13.9 안전성을 세 범주로	365
13.10 성인 자료로 본 실행 가능성	366
13.11 그리고 이 책이 주장할 수 있는 것	369
13.12 설폴라판 — 이 책에서 가장 강한 식물 쪽 임상 근거	371
13.13 여섯 편을 모으면 — 그리고 효과 크기의 정직한 크기	373
13.14 이 강좌가 여러분께 남기는 열 개의 질문	376
13.15 마지막으로	378

부록 — 도구와 참조

부록 A 용어와 약어 사전	388
부록 B 하루 식단, 식품표, 조리 원칙	405
부록 C 시작 전 검사와 추적 서식	424
부록 D 일곱 가지 반론과 여덟 개의 빈칸	441

이 책을 읽기 전에

이 책이 어디서 왔는가

이 책은 《식물성 케톤식과 자폐》라는 전공서를 일반 독자용으로 다시 쓴 것입니다.

원본은 본문 22장에 부록 다섯 편, 조판하면 606쪽입니다. 문장은 논문에 가깝고, 문단마다 위첨자 번호가 붙어 있으며, 그 번호는 장 끝의 참고문헌으로 이어집니다. 의료인과 연구자를 위해 쓴 책입니다.

그 책을 쓰고 나서 저자가 받은 편지가 몇 통 있었습니다. 대부분 자폐 아동의 부모였습니다. 내용은 대체로 비슷했습니다. **"읽고 싶는데 읽히지 않는다."**

이 책은 그 편지에 대한 답입니다.

무엇이 달라졌는가

내용을 줄이지는 않았습니다. 형식을 바꿨습니다.

첫째, 네 사람의 대화로 바꿨습니다. 강의실에서 열세 번에 걸쳐 오간 이야기라고 생각하고 읽어 주십시오. 묻는 사람이 셋이고 답하는 사람이 하나입니다.

둘째, 어려운 말은 나오기 전에 풀니다. 전문용어가 처음 등장하면 그 앞에 회색 상자가 붙습니다. 상자를 읽고 나서 본문으로 돌아오면 됩니다.

셋째, 숫자는 그대로 두었습니다. 이것이 이 책이 양보하지 않은 부분입니다. "케톤이 뇌에 좋다"고 쓰는 대신 "굵은 지 사흘이면 뇌가 쓰는 에너지의 절반 이상이 케톤에서 온다"고 씁니다. 숫자가 없으면 판단할 수 없기 때문입니다.

넷째, 근거의 등급을 매번 밝힙니다. 이 책에는 세 종류의 문장이 섞여 있습니다.

확립된 것 — 무작위 대조시험이나 여러 연구가 같은 방향을 가리키는 것
수렴하는 것 — 서로 다른 갈래의 근거가 한 지점을 가리키지만 직접 시험은 없는 것
가설인 것 — 기전은 그럴듯하나 사람에서 확인되지 않은 것

셋을 섞어 쓰면 책이 위험해집니다. 그래서 매 장 끝에 이 셋을 나누어 정리해 두었습니다.

이 책이 하지 않는 약속

먼저 분명히 하겠습니다.

이 책은 자폐가 식이로 낫는다고 말하지 않습니다.

자폐 아동에게 식물성 케톤식을 적용한 무작위 대조시험은 **한 편도 없습니다**. 이 문장은 책 안에서 여러 번 반복됩니다. 감추지 않으려고 그렇게 했습니다.

그러면 왜 600쪽을 쓰고, 다시 이 책을 썼는가.

자폐 아동의 몸에서 반복해 관찰된 생리적 이상이 일곱 갈래 있고, 그중 다섯 갈래에 케톤이 닿는다는 것이 동물과 사람에서 각각 확인되었기 때문입니다. 그리고 케톤이 닿지 못하는 나머지 두 갈래에 식물성 식품이 닿습니다. 그 겹침을 보이는 것이 이 책이 하는 일입니다.

겹친다는 것과 효과가 있다는 것은 다릅니다. 이 거리를 좁히는 것은 시험이고, 그 시험은 아직 없습니다.

읽는 순서

1장부터 6장까지는 '무엇이 다른가'입니다. 자폐 아동의 몸에서 실제로 측정된 것들입니다. 케톤 이야기는 아직 나오지 않습니다.

7장부터 10장까지는 '케톤이 무엇인가'입니다. 케톤의 정체, 백 년의 임상 기록, 그리고 자폐에 직접 써 본 결과입니다.

11장과 12장은 '식물이 무엇을 하는가'입니다.

13장은 '그래서 어떻게 하는가'입니다. 설계도와 안전 수칙입니다.

부록 네 편은 사전과 서식입니다. 필요할 때 찾아보시면 됩니다.

급하시면 13장과 부록 C부터 보셔도 됩니다. 다만 그렇게 읽으시면 이 설계가 왜 이런 모양인지는 알 수 없습니다.

마지막으로

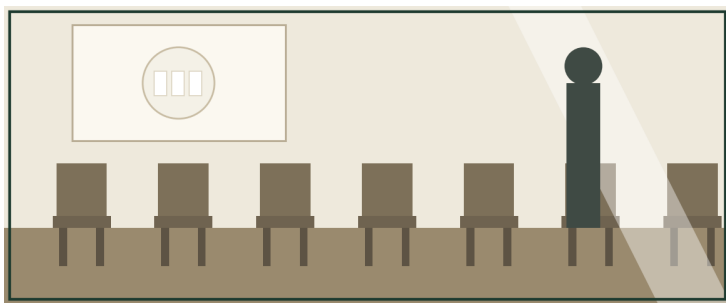
이 책의 주인공은 케톤이 아닙니다. 아이입니다.

책을 쓰는 내내 저자가 붙들고 있던 장면이 하나 있습니다. 흰 것만 남은 접시입니다. 밥과 빵과 면. 색이 있는 것은 다 밀어낸 접시.

그 접시를 앞에 두고 부모가 할 수 있는 일이 무엇인지 — 그리고 무엇을 할 수 없는지 — 를 정확히 적는 것이 이 책의 목적입니다.

시작하겠습니다.

1장 세 진료실의 한 아이 — 자폐를 몸에서 본다는 것



[그림 1-0] 저녁 무렵의 발달지원센터 교육실

사월 첫째 주 화요일 저녁 일곱 시. 지역 발달지원센터 2층 교육실에는 접이식 의자가 스무 개쯤 놓여 있었지만 앉은 사람은 셋이었다. 창문이 반쯤 열려 있었고 밖에서 아직 덜 자란 나뭇잎 냄새가 들어왔다. 앞에 선 사람이 노트북을 열더니, 화면에 사진 대신 흰 접시 하나를 띄웠다. 접시에는 밥과 흰 빵 조각과 면 몇 가닥이 놓여 있었다.

윤 박사 안녕하세요. 앞으로 열세 번, 화요일마다 뵙게 될 윤재승입니다. 영양학 박사고요, 몸이 지방을 태워서 만드는 '케톤'이라는 물질을 이십 년째 들여다보고 있습니다.

첫 시간이니까 강의 계획서부터 넘겨야 할 텐데, 그건 뒤로 미루겠습니다. 대신 이 접시 이야기부터 하려고 합니다.

배정국 밥이랑 빵이랑... 면이네요.

윤 박사 네. 흰 것만 남았습니다. 색 있는 건 다 밀어냈어요. 어제도 그랬고 그 저께도 그랬습니다. 여섯 살이 되도록 이 아이가 먹어 본 음식이 열 가지를 넘지 않습니다.

문영주 (조용히) 저희 반에도 있어요. 그런 아이.

윤 박사 계실 겁니다. 오늘은 이 아이 이야기로 시작하겠습니다.

이 장에서 다룰 것

- ① 한 아이가 세 진료실에서 어떻게 세 명의 환자가 되는가
- ② 자폐는 몇 명에게 있는가 — 그리고 그 숫자가 왜 이렇게 빨리 늘었는가
- ③ 같은 해에 지역에 따라 유병률이 5.5배 차이 나는 이유
- ④ 유전이 절반 이상이라는데, 그러면 바꿀 수 있는 건 없는가
- ⑤ 자폐 아동의 몸에서 반복해 측정된 것들 — 이 책이 다룰 일곱 갈래

한 문장으로 — 자폐를 '행동'이 아니라 '몸'에서 본다는 것이 무슨 뜻인지, 그리고 그렇게 볼 때 무엇이 보이는지를 다룹니다.

왜 이 장이 중요한가 — 이 책은 식이 이야기를 하는 책입니다. 그런데 식이 이야기를 하려면 먼저 **바꿀 수 있는 것이 무엇인지**를 알아야 합니다. 자폐가 전부 유전으로 정해진 것이라면 접시는 아무 의미가 없습니다. 이 장은 그 전제를 확인하는 자리입니다.

1.1 우리 넷

윤 박사 본론 전에, 열세 번을 같이 갈 사이니까 한 마디씩만 하시죠. 왜 오셨는지.

서지훈 서지훈입니다. 서른여덟이고 데이터 엔지니어예요. 아들 준우가 여섯 살인데 네 살 때 진단받았습니다. 솔직히 말씀드리면 저는 좀 따지러 왔습니다. 인터넷에 "자폐 식이요법"으로 검색하면 나오는 게 수백 가지인데, 근거를 찾아보면 대부분 없어요. 그래서 직접 물어보려고 왔습니다.

윤 박사 아주 반갑습니다. 진심입니다. 그런 분이 한 분은 계셔야 강의가 정직해집니다. 오늘부터 제가 근거 없이 말하면 바로 끊어 주세요.

서지훈 그러겠습니다.

문영주 문영주예요. 마흔하나고 초등학교 특수교사입니다. 저는 학부모는 아니고... 그런데 매일 급식실에서 아이들 접시를 봐요. 저 접시요, 진짜 저러요. 그래서 뭐라도 알고 싶어서 왔습니다.

윤 박사 급식 이야기는 13장에서 길게 하겠습니다. 아마 제일 어려운 부분일 겁니다.

배정국 배정국입니다. 예순셋, 작년까지 목수 했고요. 손자 하람이가 자폐예요. 다섯 살입니다. 제가 여기 온 이유는... 딸이 자꾸 이상한 걸 사 와요. 뭐 좋다더라, 뭐 먹이면 낫는다더라. 그래서 제가 배워서 좀 걸러 주려고요.

윤 박사 (웃으며) 그게 이 강좌의 가장 좋은 이유인 것 같습니다.

배정국 그리고 미리 말씀드리는데, 저는 어려운 말 나오면 바로 손 듭니다. 목수 하면서 도면 못 읽으면 큰일 나거든요. 모르는 채로 넘어가는 걸 못 견뎌니다.

윤 박사 그게 제일 고마운 습관입니다. 규칙 하나 정하죠. **모르는 말이 나오면 무조건 손 든다.** 안 드시면 제가 지목하겠습니다.

1.2 세 진료실, 세 아이

윤 박사 아까 그 접시의 아이 이야기로 갑니다. 편의상 아이라고만 부르겠습니다.

이 아이한테는 세 가지 문제가 있었습니다. 첫째, 안 먹습니다. 둘째, 배가 아픕니다. 셋째, 못 잡니다.

문영주 세트네요. 저희 반 아이들도 대개 그래요.

윤 박사 네. 그런데 이 아이가 병원 세 곳을 다녔습니다.

소아정신과에 갔더니 자폐 스펙트럼 진단을 주고 행동치료를 권했습니다. 소아소화기내과에 갔더니 변비약을 처방했습니다. 잠 문제로 다시 소아과에 갔더니 "그 나이 아이들이 흔히 그렇다"는 말을 들었습니다.

서지훈 저희도 그랬어요. 거의 똑같습니다.

윤 박사 그래서 제가 이 장면을 이렇게 부릅니다. **세 진료실에서 아이는 세 명이었습니다.**

배정국 한 명인데요.

윤 박사 한 명입니다. 그런데 어느 진료실에서도 이 셋을 한 몸에서 일어나는 일로 놓고 보지 않았습니다.

서지훈 그건 진료 체계 문제 아닌가요? 과가 나뉘어 있으니까.

윤 박사 맞습니다. 그리고 그 지적이 정확합니다. 제가 여기서 하려는 말은 의사들이 잘못했다는 게 아니에요. **한 아이를 세 조각으로 나눠 보면 안 보이는 것이 있다는** 겁니다.

무엇이 안 보이는지 지금부터 숫자로 보여 드리겠습니다.

1.3 위장관 증상 — 인상이 아니라 측정된 차이

윤 박사 자폐 아동이 배가 자주 아프다는 건 부모들 사이에서는 상식입니다. 그런데 그건 인상일 수 있잖아요. 그래서 연구자들이 세어 봤습니다.

여기서 용어 하나 풀고 가겠습니다.

[용어] 오즈비 (odds ratio, OR)

두 집단에서 어떤 일이 일어날 '승산'을 비교한 값.

1이면 차이 없음. 2면 대략 두 배쯤 흔하다는 뜻이다.

함께 붙는 **95% 신뢰구간**은 "참값이 이 범위 안에 있을 가능성이 높다"는 폭이다.

이 구간이 1을 걸치면 — 예를 들어 0.8~1.5 — 차이가 없을 가능성을 배제하지 못한다.

그래서 오즈비를 볼 때는 **가운데값보다 구간이 1을 넘어서 있는지를** 먼저 본다.

윤 박사 자폐 아동과 비교군을 대조한 연구들을 모아서 계산하면 이렇게 나옵니다.

[표 1-1] 자폐 아동의 위장관 증상 — 대조군 대비 오즈비

증상	오즈비	95% 신뢰구간
전반적 위장관 증상	4.42	1.90 ~ 10.28
변비	3.86	2.23 ~ 6.71
설사	3.63	1.82 ~ 7.23
복통	2.45	1.19 ~ 5.07

서지훈 네 개 다 구간이 1을 안 걸치네요.

윤 박사 정확합니다. 네 개 모두 신뢰구간의 아래쪽 끝이 1보다 큼니다. 방향이 일관된다는 뜻입니다.

서지훈 그런데 4.42인데 구간이 1.9에서 10.28이면… 이거 폭이 너무 넓지 않나요?

윤 박사 넓습니다. 그 지적이 맞습니다. 그래서 저는 이 자료에서 '방향'만 취하고 '절대 수치'는 취하지 않습니다. 자폐 아동이 위장관 증상을 더 겪는다 — 여기까지는 말할 수 있습니다. 정확히 4.42배다 — 이건 말하지 않겠습니다.

배정국 잠깐요. 근데 그거 당연한 거 아닙니까? 애가 밥을 저렇게 먹는데 배가 안 아프면 이상하죠.

윤 박사 (잠시 멈추고) 지금 아주 중요한 걸 지적하셨습니다.

배정국 그런가요?

윤 박사 네. 그게 이 분야에서 20년째 논쟁 중인 질문입니다. **편식이 먼저인가, 장 문제가 먼저인가.**

한번 생각해 보시죠. 흰 것만 먹으면 섬유가 안 들어옵니다. 섬유가 없으면 변비가 옵니다. 이건 인과가 명확합니다. 그런데 반대 방향도 가능해요. 먹으면 배가 아픈 아이는 안 먹게 됩니다. 특정 음식을 먹었을 때 속이 불편했던 경험이 쌓이면 그 음식을 피합니다.

문영주 둘 다인 것 같은데요.

윤 박사 저도 그렇게 봅니다. 그리고 둘 다라는 것이 이 책에 중요합니다. 왜냐하면 둘 다라면, 한쪽을 건드리면 다른 쪽도 움직일 수 있으니까요.

1.4 장벽 — 새는 정도가 행동 점수와 함께 움직인다

윤 박사 조금 더 안쪽을 보겠습니다. 장 이야기는 5장에서 본격적으로 할 텐데, 오늘은 숫자 하나만 미리 보여 드리겠습니다.

[용어] 오클루딘 (occludin)

장 상피세포와 상피세포를 이어 붙이는 단백질. 세포 사이의 틈을 막는 '이음매' 역할을 한다.

이 이음매가 헐거워지면 원래 통과하지 못할 물질이 혈액으로 들어간다. 흔히 말하는 '장이 샌다'가 이 상태를 가리킨다.

[용어] CARS (Childhood Autism Rating Scale, 아동기 자폐 평정척도)

자폐 증상의 정도를 15개 항목으로 평정하는 검사. 점수가 높을수록 증상이 심하다.

윤 박사 혈청에서 오클루딘 농도를 재서 CARS 총점과 견줘 본 연구가 있습니다. 결과는 이렇습니다.

오클루딘이 낮을수록 CARS 총점이 높았습니다.

배정국 이음매가 헐거울수록 증상이 심하다?

윤 박사 그렇게 관찰됐습니다. 그런데 여기서 제가 반드시 붙여야 할 말이 있습니다.

서지훈 상관관계지 인과는 아니다.

윤 박사 정확합니다. 오늘부터 이 말을 자주 하게 될 겁니다.

[용어] 상관과 인과

상관 — 두 값이 함께 움직인다. A가 크면 B도 크더라.

인과 — A가 B를 만든다.

상관은 인과의 필요조건이지 충분조건이 아니다.

상관만 보고 인과를 말하려면 최소한 세 가지를 더 확인해야 한다.

① 시간 순서(A가 먼저인가) ② 다른 요인의 개입(교란) ③ A를 바꿨을 때 B가 바뀌는가(개입 시험).

윤 박사 오클루딘과 CARS 자료는 ①②③ 중 아무것도 확인하지 않았습니다.

그러므로 이 자료로는 "장벽을 고치면 증상이 좋아진다"고 말할 수 없습니다. 말할 수 있는 건 "함께 움직이는 것이 관찰되었다"까지입니다.

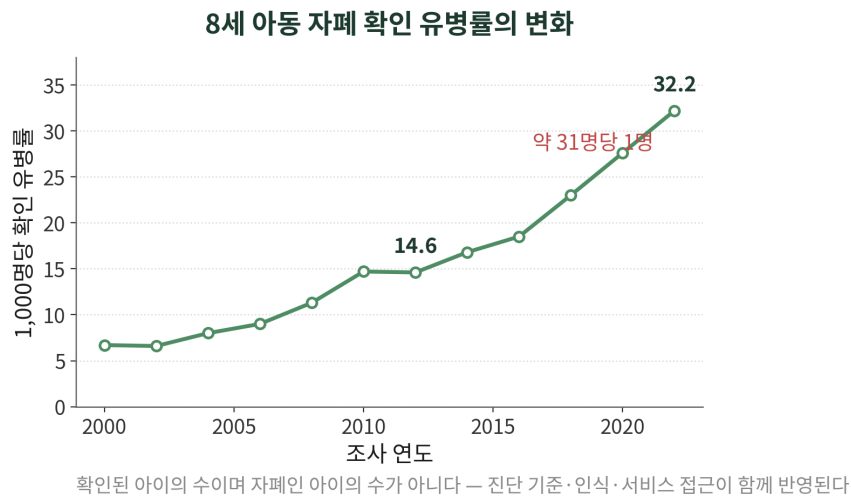
서지훈 그럼 왜 보여 주시는 거예요?

윤 박사 좋은 질문입니다. 표적을 정하기 위해서입니다.

무언가를 시험하려면 먼저 어디를 볼지 정해야 합니다. 이런 관찰들이 그 목록을 만듭니다. 그리고 목록을 만든 다음에 시험을 하는 겁니다. 이 책의 1장부터 6장까지가 그 목록을 만드는 과정입니다.

1.5 몇 명인가 — 31명당 1명

윤 박사 이제 규모를 보겠습니다. 미국 질병통제예방센터가 8세 아동을 대상으로 유병률을 반복 조사한 자료가 있습니다.



[그림 1-1] 8세 아동 자폐 유병률의 변화, 2000~2022

ADDM Network 연도별 감시 보고서. 1,000명당 확인 유병률.

[표 1-2] 8세 아동 자폐 유병률		
조사 연도	1,000명당	몇 명당 1명
2012	14.6	약 68명당 1명
2022	32.2	약 31명당 1명

문영주 10년 만에 두 배가 넘네요.

배정국 아니 그러면 자폐가 진짜로 늘어난 겁니까? 뭐 때문예요?

윤 박사 그 질문에 답하려면 먼저 이 곡선이 무엇을 재는지를 봐야 합니다. **이 숫자는 '자폐인 아이의 수'가 아니라 '자폐로 확인된 아이의 수'입니다.** 두 개는 다릅니다.

서지훈 진단 기준이 바뀌었나요?

윤 박사 바뀌었습니다. 2013년에 진단 편람이 개정되면서 예전에 따로 있던 몇 개 범주가 '자폐 스펙트럼 장애' 하나로 합쳐졌습니다. 그리고 인식이 높아졌고, 선별 검사가 널리 퍼졌고, 서비스를 받으려면 진단이 필요하다는 현실도 있습니다.

서지훈 그럼 실제로는 안 늘었을 수도 있다는 건가요?

윤 박사 **그건 또 아닙니다.** 도구와 인식만으로 전부 설명되지 않는다는 게 지금의 대체적 판단입니다. 늘어난 것 중 얼마가 진짜인지는 확정되지 않았습니다.

제가 여기서 하려는 말은 다릅니다. 이 곡선을 보고 "환경이 나빠져서 늘었다"고 말하는 사람도 있고 "그냥 잘 찾게 된 것뿐"이라고 말하는 사람도 있는데, 둘 다 지금 자료로는 단정할 수 없습니다.

배정국 그럼 우리는 뭘 알 수 있는 겁니까?

윤 박사 다음 숫자에서 알 수 있습니다.

1.6 같은 해, 지역 간 5.5배

윤 박사 방금 그 조사는 미국 여러 지역에서 동시에 이뤄집니다. **같은 해, 같은 방법, 같은 연령.** 그런데 지역별 값이 이렇습니다.

[표 1-3] 2022년 조사, 지역 간 격차

지역	1,000명당
텍사스 러레이도	9.7
캘리포니아	53.1
차이	약 5.5배

서지훈 5.5배요?

윤 박사 5.5배입니다. 같은 해예요.

배정국 캘리포니아 물에 뭐가 들었습니까?

윤 박사 (웃으며) 그렇게 생각하기 쉽죠. 그런데 아닙니다. **같은 나라 안에서 유전자 구성이 5.5배 다를 수는 없습니다.** 환경 오염이 그만큼 다르다고 보기도 어렵습니다.

그러면 무엇이 다른가.

문영주 서비스요?

윤 박사 네. 진단 인프라, 조기 선별 체계, 학교의 평가 기록 접근성, 보험, 그리고 부모가 병원에 갈 수 있는 여건. **이건 생물학의 차이가 아니라 체계의 차이입니다.**

서지훈 그러면 그 곡선 자체를 못 믿는 거 아닌가요.

윤 박사 곡선을 못 믿는 게 아니라, **곡선이 무엇을 재는지 알고 봐야 한다**는 겁니다. 이 자료는 "자폐로 확인되어 서비스에 연결된 아이가 얼마나 되는가"를 잘 짹니다. "자폐가 생물학적으로 얼마나 흔한가"는 덜 짹니다.

그리고 이 구분이 이 책 전체의 태도입니다. 숫자를 버리지도 않고, 숫자가 말하지 않는 것까지 말하지도 않습니다.

1.7 유전이 절반 이상인데, 바꿀 게 있나

윤 박사 이제 가장 중요한 질문으로 갑니다. 아마 오늘 오신 이유이기도 할 겁니다.

자폐는 유전인가.

서지훈 제가 찾아본 바로는 유전율이 80%대로 나오던데요.

윤 박사 어떤 연구는 그렇게 나옵니다. 어떤 연구는 50%대로 나옵니다. 추정 범위가 대략 **0.50에서 0.95** 사이에 걸쳐 있습니다.

배정국 아니 그게 왜 그렇게 차이가 납니까? 유전이면 유전이고 아니면 아니지.

윤 박사 그 질문에 답하려면 '유전율'이라는 말의 뜻부터 정확히 해야 합니다. 여기가 이 장에서 제일 자주 오해되는 곳입니다.

[용어] 유전율 (heritability)

어떤 집단에서 관찰된 차이(분산) 가운데 유전적 차이로 설명되는 비율.

개인에 대한 값이 아니다. "당신 아이 자폐의 80%가 유전"이라는 뜻이 아니다.

그리고 이 값은 고정된 상수가 아니라 그 집단의 환경 조건에 따라 달라진다.

윤 박사 세 가지만 정확히 하겠습니다.

첫째, 유전율은 집단의 성질입니다. 개인의 성질이 아닙니다.

둘째, 유전율은 환경이 균질할수록 커집니다. 모두가 비슷한 환경에 있으면 남는 차이는 유전 쪽으로 몰립니다. 반대로 환경 격차가 크면 유전율은 작아 집니다. 그래서 연구마다 값이 다른 겁니다 — **설계와 표본이 다르니까요.**

셋째, 그리고 이게 핵심입니다. 유전율이 높다는 게 '바꿀 수 없다'는 뜻이 아닙니다.

배정국 그건 이해가 잘 안 되는데요.

윤 박사 키로 설명드리겠습니다. 키의 유전율은 아주 높습니다. 80%가 넘어요. 그런데 지난 백 년 동안 한국인 평균 키가 얼마나 컸습니까?

배정국 많이 컸죠. 우리 아버지 세대보다 요즘 애들이 한참 큼니다.

윤 박사 유전자가 백 년 만에 바뀌었을까요?

배정국 아니죠. 잘 먹어서죠.

윤 박사 그겁니다. 유전율이 높아도 조건이 바뀌면 결과가 움직입니다. 유전율은 지금 이 집단 안에서 관찰되는 차이의 출처를 말할 뿐, 조건이 바뀌었을 때의 한계를 말하지 않습니다.

서지훈 그러면 자폐에서 그 '조건'에 해당하는 게 뭔가요?

윤 박사 그게 오늘의 마지막 이야기입니다.

1.8 비공유 환경 — 개입할 수 있는 층

윤 박사 쌍둥이 연구에서는 차이의 출처를 세 몫으로 나눕니다.

[표 1-4] 차이를 만드는 세 몫

몫	뜻	예
유전	물려받은 것	유전형, 염색체 변이
공유 환경	형제가 함께 겪는 것	가정 소득, 부모 교육, 사는 동네
비공유 환경	형제가 각자 겪는 것	태내 환경, 감염, 장내 미생물, 개인의 식이, 약물 노출

윤 박사 자폐 쌍둥이 연구에서 반복해 나오는 결과가 하나 있습니다. 공유 환경의 몫은 작고, 비공유 환경의 몫은 무시할 수 없다는 것입니다.

서지훈 비공유 환경이면... 같은 집에 사는 형제가 서로 다르게 겪는 것들이네요.

윤 박사 그렇습니다. 그리고 그 목록을 보시면 — 태내 환경, 감염 이력, 장내 미생물 구성, 개인의 식이.

문영주 식이가 거기 들어가네요.

윤 박사 들어갑니다. 그래서 이 책이 성립합니다.

여기서 제 주장을 정확한 문장으로 만들어 두겠습니다. 오늘 이 문장 하나만 가져가셔도 됩니다.

자폐의 상당 부분은 유전으로 설명된다. 그러나 남은 몫이 있고, 그 몫 안에 식이가 들어간다.
그 몫이 얼마나 큰지는 알려져 있지 않다.

서지훈 마지막 줄이 마음에 듭니다.
윤 박사 그 줄이 빠지면 이 책은 사기가 됩니다.

1.9 일곱 갈래 — 이 책의 지도

윤 박사 마지막입니다. 오늘 접시 이야기로 시작했죠. 편식, 배앓이, 불면.
이런 것들을 하나씩 파고 들어가면 자폐 아동의 몸에서 반복해 측정되는 이상이 나옵니다. 이 책은 그걸 일곱 갈래로 정리했습니다.



붉은 칸(⑥ 장벽)은 케톤이 닿지 못하는 자리 — 9장·11장

[그림 1-2] 일곱 갈래 기전과 이 책의 구성

저자 작성. 각 기전의 근거는 해당 장에 있다.

[표 1-5] 일곱 갈래와 다룰 장

	기전	한 줄로	장
①	흥분/억제 불균형	뇌가 너무 쉽게 켜지고 잘 안 꺼진다	2장
②	미토콘드리아 기능 저하	세포가 힘을 못 낸다	3장
③	산화 스트레스	몸 안에서 녹이 쓴다	4장
④	신경염증	뇌 안에서 불이 꺼지지 않는다	4장
⑤	장내 미생물 이상	배 속 세균의 구성이 다르다	5장
⑥	장벽 투과성 증가	장의 이음매가 헐겁다	5장
⑦	금속 처리의 문제	배출과 결합에 이상이 있다	6장

배정국 일곱 개나 됩니까.

윤 박사 일곱 개입니다. 그런데 여기서 오늘 마지막으로 중요한 말씀을 드리겠습니다.

이 일곱은 따로 놀지 않습니다. 서로 연결된 고리입니다.

장벽이 헐거워지면 들어오면 안 될 것이 들어옵니다 → 면역이 반응해서 염증이 생깁니다 → 염증은 산화 부담을 늘립니다 → 산화 부담은 미토콘드리아를 상하게 합니다 → 미토콘드리아가 약해지면 에너지가 모자랍니다 → 그런데 뇌에서 '억제'를 유지하는 데는 에너지가 많이 듭니다 → 억제가 약해지면 흥분/억제 균형이 무너집니다.

서지훈 한 바퀴 도네요.

윤 박사 둥니다. 그리고 **바로 그 구조가 이 책의 논증을 만듭니다.**

고리의 여러 지점에 동시에 개입하는 수단이 있다면, 한 지점만 미는 수단보다 나을 겁니다. 케톤은 그중 다섯 지점에 작용하는 것이 측정되었습니다. 9장에서 하나씩 보겠습니다. 그리고 케톤이 닿지 못하는 자리 — 특히 여섯째, 장벽 — 에 식물성 식품이 닿습니다. 11장과 12장입니다.

문영주 둘을 합치면 일곱이 다 덮인다는 말씀이신가요.

윤 박사 그게 이 책의 가설입니다. **가설이라고 말씀드린 것을 기억해 주십시오.** 13장에서 이 가설이 어디까지 확인되었고 어디부터 비어 있는지를 표로 정리하겠습니다.

서지훈 오늘 마지막 질문 하나 해도 될까요.

윤 박사 네.

서지훈 지금 이 일곱 개, 다 자폐 아동에게서 관찰된 거잖아요. 그런데 관찰됐다는 게 그게 원인이라는 뜻은 아니죠?

윤 박사 (고개를 끄덕이며) 오늘 강의를 가장 잘 요약하셨습니다.

아닙니다. 여기 실린 수치는 전부 관찰 자료입니다. 관찰 자료는 '무엇이 다른가'를 말할 뿐 '무엇이 원인인가'를 말하지 못합니다. 원인을 말하려면 개입 연구가 있어야 하고, 그 자료는 8장 이후에 나옵니다.

오늘 이 장이 한 일은 표적을 정한 것까지입니다.

밖은 이미 어두워져 있었다. 배정국이 노트를 덮으며 물었다.

배정국 다음 주에는 뭘 합니까?

윤 박사 뇌가 너무 쉽게 켜진다는 이야기를 하겠습니다. 일곱 개 중 첫째입니다.

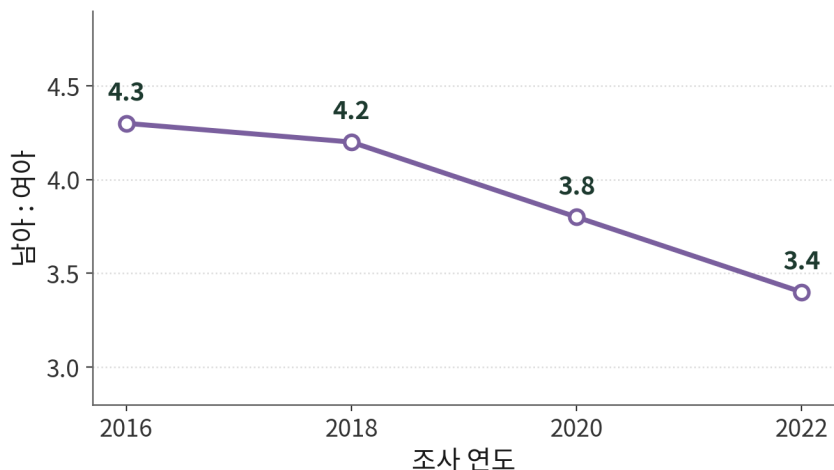
1.10 숫자를 연도별로 펼쳐 보면

윤 박사 아까 두 숫자만 봤는데, 전체를 펼쳐 보겠습니다. 남녀비도 같이요.

[표 1-6] 8세 아동 자폐 유병률과 남녀비

조사 연도	1,000명당	몇 명당 1명	남녀비
2012	14.6	68명당 1명	—
2016	18.5	54명당 1명	4.3
2018	23.0	44명당 1명	4.2
2020	27.6	36명당 1명	3.8
2022	32.2	31명당 1명	3.4

자폐 유병률의 남녀비는 좁아지고 있다



여아 자폐가 늘었거나, 여아 자폐를 더 찾게 되었거나 --- 지금은 후자 쪽으로 본다

[그림 1-3] 남녀비의 변화

미국 질병통제예방센터 ADDM 네트워크 조사 보고.

서지훈 남녀비가 계속 내려가네요. 4.3에서 3.4로.

윤 박사 오늘 세 번째로 좋은 지적입니다. 이게 무슨 뜻일까요?

문영주 여자아이가 늘었다는 건가요?

윤 박사 여자아이 자폐가 늘었거나, 여자아이 자폐를 더 잘 찾게 됐거나 둘 중 하나입니다.

배정국 둘이 다른니까?

윤 박사 완전히 다릅니다. 그리고 지금은 후자 쪽으로 보는 사람이 많습니다.

여자아이의 자폐는 겉으로 덜 드러나는 경우가 많습니다. 사회적 어려움을 흥내로 덮는 경우가 있고, 관심사가 남자아이와 달라 눈에 덜 띄니다. 그래서 오래 놓쳤다가 최근에 찾기 시작한 겁니다.

문영주 저희 반에도 늦게 진단받은 여자아이가 있어요. 4학년 때요.

윤 박사 그런 경우가 자료에 들어오기 시작한 것이 이 곡선입니다.

1.11 도구가 다른면 재는 것이 다르다

윤 박사 여기서 이 강좌 내내 쓸 도구들을 정리하겠습니다. **자폐 연구에서 "좋아졌다"**는 말은 어느 도구로 잴느냐에 따라 뜻이 다릅니다.

[표 1-7] 네 가지 도구

도구	누가 매기나	무엇을 재나	용도
DSM-5	임상의	진단 기준 충족 여부	진단
ADOS-2	훈련받은 검사자가 직접 관찰	사회정서·제한반복 두 영역	진단 및 연구
CARS-2	임상의	15문항 × 1~4점. 30~36점 정도~중등도, 37점 이상 중증	중증도 평정
ATEC	보호자	말·사회성·감각인지·건강행동 4영역	변화 추적용 — 진단용 아님

서지훈 ATEC은 부모가 매기는 거네요.

윤 박사 그리고 그게 중요합니다. 5장에서 위약 효과 이야기를 할 텐데, 부모가 매기는 척도는 기대에 취약합니다.

배정국 그럼 못 믿는 겁니까?

윤 박사 못 믿는 게 아니라 **가중치를 다르게 둡니다**. 검사자가 직접 관찰한 ADOS-2에서 좋아진 것과 부모가 매긴 ATEC에서 좋아진 것은 무게가 다릅니다.

그리고 오늘 규칙을 하나 더 정하죠.

어떤 도구로 잴는지 밝히지 않은 '개선' 주장은 평가할 수 없다.

문영주 인터넷 후기 같은 거요.

윤 박사 (웃으며) 그렇습니다.

1.12 쌍둥이 연구가 실제로 보여 준 것

윤 박사 유전율 이야기를 조금 더 정확히 하겠습니다. 아까 0.50에서 0.95라고 했는데, 그 양 끝이 어디서 나왔는지 보시죠.

[표 1-8] 두 종류의 쌍둥이 연구

연구	유전율 추정
스웨덴 인구 코호트	0.50 (95% 신뢰구간 0.45~0.56)
영국 쌍둥이 연구	도구에 따라 56~95% , 일란성 쌍둥이 상관 0.77~0.99

서지훈 영국 쪽이 훨씬 높네요.

윤 박사 높습니다. 차이가 어디서 오는지 아십니까?

서지훈 도구요? 아까 도구마다 재는 게 다르다고 하셨으니까.

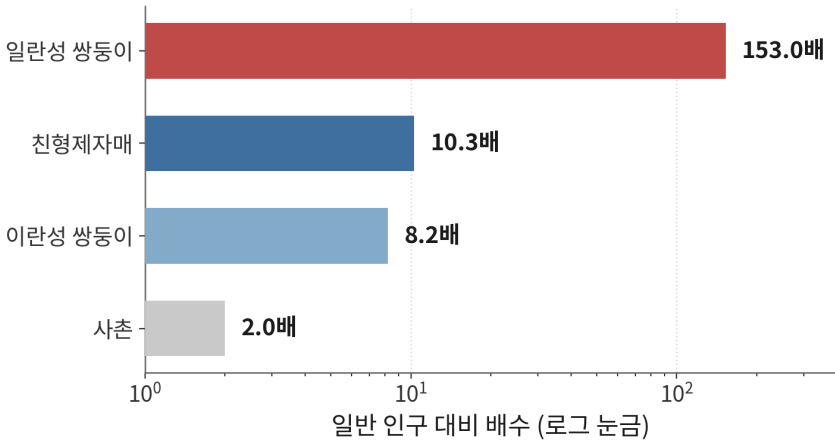
윤 박사 그것도 있고, **표본이 다릅니다**. 스웨덴은 나라 전체 인구 등록 자료를 썼고, 영국은 쌍둥이 등록 표본을 썼습니다. **1.7절에서 말씀드린 대로, 표본과 설계가 다르면 유전율이 다르게 나옵니다**.

윤 박사 그리고 더 직관적인 숫자가 있습니다. **형제자매의 재발 위험입니다**.

[표 1-9] 상대 재발 위험 — 일반 인구 대비 몇 배

관계	배수
일란성 쌍둥이	153.0배
이란성 쌍둥이	8.2배
친형제자매	10.3배
사촌	2.0배

가까울수록 높다 --- 그러나 일란성도 100%가 아니다



일란성 쌍둥이 형제가 자폐일 때 절대 발생은 100,000인년당 6,274 --- 약 6%다

[그림 1-4] 관계별 상대 재발 위험

스웨덴 인구 코호트 자료.

배정국 일란성이 153배요?

윤 박사 153배입니다. 유전자를 100% 공유하니까요.

그런데 여기를 보십시오. 절대 숫자로 바꾸면 이렇게됩니다.

[표 1-10] 절대 발생률 (100,000인년당)

집단	발생
일란성 쌍둥이 형제가 자폐인 경우	6,274
그렇지 않은 경우	27

서지훈 6,274면... 100,000명 중 6,274명이니까 6% 정도네요.

윤 박사 그리고 그게 100%가 아니라는 게 중요합니다.

문영주 유전자가 똑같은데도요?

윤 박사 똑같은데도 한 명은 자폐고 한 명은 아닌 경우가 있습니다.

배정국 그럼 유전자 말고 다른 게 있다는 거네요.

윤 박사 (조용히) 그것이 1.8절에서 말씀드린 비공유 환경입니다. 그리고 이 책이 서 있는 자리입니다.

일관성 쌍둥이조차 일치하지 않는다는 사실이, 유전자 밖에 무언가가 있다는 가장 강한 증거입니다.

1.13 동반되는 것들 — 폭이 왜 이렇게 넓은가

윤 박사 마지막으로 동반질환을 보겠습니다. 여기 숫자가 이상하게 나옵니다.

[표 1-11] 동반질환 보고 범위 (체계적 고찰)

동반 문제	보고된 유병률 범위
뇌전증	2.80 ~ 77.50%
수면 장애	2.08 ~ 72.50%
위장관 문제	0.00 ~ 67.80%

서지훈 0%에서 67%요? 이게 무슨 범위예요.

윤 박사 (웃으며) 거의 쓸모없어 보이죠. 그런데 이 표에서 배울 게 있습니다.

왜 이렇게 벌어질까요?

문영주 정의가 다른 거 아닐까요? 뭘 위장관 문제로 볼 건지.

윤 박사 그겁니다. 어떤 연구는 "설사가 주 3회 이상"을 썼고 어떤 연구는 "부 모가 배가 아프다고 보고한 적 있음"을 썼습니다. 그리고 표본도 다릅니다 — 병원에 온 아이들만 본 연구와 지역사회 전체를 본 연구가 다릅니다.

배정국 그럼 이 숫자는 못 쓰는 거네요.

윤 박사 개별 숫자는 못 씁니다. 그런데 두 가지는 씁니다.

첫째, 이 세 가지가 자폐에서 반복 논의된다는 사실 자체입니다. 아무 관계 없으면 이런 고찰이 나오지 않습니다.

둘째 — 그리고 이게 1.3절과 이어집니다 — 잘 설계된 연구에서는 방향이 일관됩니다. 오즈비 4.42와 그 네 개의 신뢰구간이 그것입니다.

범위가 넓다는 것은 "모른다"가 아니라 "정의와 표본을 통일하지 않았다"는 뜻입니다.

서지훈 그럼 앞으로 숫자를 볼 때 정의부터 봐야겠네요.

윤 박사 이 강좌 열세 주 동안 계속 그렇게 하겠습니다.

1.14 그날 밤, 세 사람이 적어 간 것

윤 박사 오늘은 여기까지 하겠습니다. 그런데 마치기 전에 한 가지 부탁을 드리겠습니다.

서지훈 숙제요?

윤 박사 (웃으며) 열세 주 내내 이어질 숙제입니다. 노트를 한 권씩 마련해 주십시오.

문영주 무엇을 적나요?

윤 박사 오늘부터 세 가지를 적으시면 됩니다.

[표 1-12] 첫 주 기록 항목

항목	어떻게 적나
아이의 하루	잠든 시각 · 깬 시각 · 밤에 깬 횟수. 그리고 오늘 특별했던 일 한 줄
배	배변 횟수와 모양. 배가 아프다고 한 적이 있으면 그 시각
먹은 것	완전한 식사 기록이 아니어도 됩니다. 거부한 것과 유독 잘 먹은 것만

배정국 이걸 왜 지금부터 합니까? 아직 아무것도 안 바꿨는데.

윤 박사 바로 그래서입니다.

[용어] 기저값 (baseline)

무언가를 바꾸기 전에 재 둔 값.

기저값이 없으면 나중에 좋아졌는지 나빠졌는지 말할 수가 없다.

사람의 기억은 변화를 만들어 낸다 — 좋아졌다고 믿으면 예전을 더 나빴던 것으로 기억한다.

서지훈 (조용히) 저희가 지금까지 그랬을 것 같은데요.

윤 박사 거의 모든 부모가 그렇습니다. 저를 포함해서, 사람은 자기 기대에 맞게 기억을 다시 씁니다.

문영주 그럼 최소한 얼마나 적어야 하나요?

윤 박사 석 달입니다. 시작 전 석 달의 기록이 있어야 시작 후 석 달과 비교할 수 있습니다.

배정국 석 달이면... 이 강좌 끝날 때쯤이네요.

윤 박사 (고개를 끄덕이며) 일부러 그렇게 맞췄습니다. 열세 주가 끝나면 여러분 손에 석 달치 기저값이 있게 됩니다.

서지훈 그러니까 강좌를 듣는 동안 이미 시작하는 거군요.

윤 박사 가장 중요한 부분을 이미 하고 계신 겁니다.

(강의실을 나서는 길에 배정국이 문영주를 붙잡았다.)

배정국 선생님, 나는 눈이 나빠서 밤에 뭘 적기가 힘든데.

문영주 휴대전화 녹음으로 하셔도 돼요. 자기 전에 한 문장씩만요.

배정국 아, 그건 되겠네.

문영주 (웃으며) 저도 반 아이들 관찰 기록을 그렇게 남겨요. 손으로 다 적으려면 못 해요.

배정국 선생님은 이미 하고 계신 거군요.

문영주 (잠시 멈추고) ...네. 그런데 하람이 같은 아이들 기록은 학교에 남고, 집으로는 안 갑니다. 부모님이 못 보세요.

배정국 (조용히) 그게 참 이상하네요.

문영주 저도 매번 이상합니다.

1.15 첫 주에 나온 질문들

윤 박사 마치기 전에 쪽지로 받은 질문 몇 개에 답하겠습니다. **매주 이렇게 하겠습니다.**

질문 1 — "자폐가 정말 늘어난 겁니까, 아니면 진단이 늘어난 겁니까?"

윤 박사 가장 많이 나온 질문입니다. 그리고 정답은 "둘 다"입니다.

진단 기준이 넓어졌습니다. 1980년대의 자폐 기준과 지금의 자폐 스펙트럼 장애 기준은 다릅니다. 옛날 기준으로는 진단받지 못했을 아이들이 지금은 진단을 받습니다.

서비스 접근이 늘었습니다. 진단이 있어야 지원을 받으니 진단을 받으려 합니다.

인식이 늘었습니다. 부모도 교사도 소아과 의사도 예전보다 잘 알아봅니다.

서지훈 그럼 실제로는 안 는 건가요?

윤 박사 그 세 가지로 증가분 전부가 설명되지는 않는다는 것이 현재의 판단입니다. 그리고 얼마나가 설명되고 얼마나가 남는지에 대해 연구자들이 갑니다.

제 입장을 말씀드리면 — 이 책은 그 논쟁에 답하지 않습니다.

문영주 왜요?

윤 박사 답할 필요가 없기 때문입니다. 지금 자폐로 진단받은 아이가 서른한 명당 한 명이라는 사실은, 그 원인이 무엇이든 대응이 필요하다는 뜻입니다.

질문 2 — "부모가 뭘 잘못해서 그런 건가요?"

윤 박사 (잠시 멈추고) 이 질문을 쪽지로 주신 분께 먼저 말씀드리겠습니다. 아닙니다.

배정국 아직도 그런 말을 듣습니까?

윤 박사 듣습니다. 그리고 이 이야기는 역사가 있습니다.

[용어] 냉장고 엄마 가설 (refrigerator mother theory)

1940~60년대에 널리 퍼졌던 주장. 어머니의 애정 부족이 자폐를 일으킨다는 것.

근거 없이 제기되었고, 이후 쌍둥이 연구와 유전 연구로 완전히 기각되었다. 그러나 이 주장이 수십 년간 부모들에게 남긴 죄책감은 지금도 남아 있다.

문영주 완전히 기각됐다고요?

윤 박사 완전히 기각됐습니다. 오늘 본 유전율 0.5에서 0.95, 일란성 쌍둥이 재발 위험 153배 — 이 숫자들이 그 답입니다.

그리고 오늘 강의에서 제가 개입 가능한 층을 강조한 것을 오해하지 말아 주십시오.

서지훈 무슨 오해요?

윤 박사 "환경이 관여한다"는 말이 "부모 탓"으로 읽히는 오해입니다.

비공유 환경에는 태내 감염, 조산, 대사 상태, 장내 세균, 산화 스트레스 같은 것들이 들어갑니다. 부모의 양육 태도가 아닙니다.

배정국 (조용히) 우리 며느리가 그 말을 십 년 들었습니다.

윤 박사 (잠시 침묵) 오늘 이 자리에서 분명히 말씀드립니다. 근거가 없는 말이었습니다.

질문 3 — "이 강좌를 다 들으면 무엇을 할 수 있게 됩니까?"

윤 박사 정직하게 답하겠습니다. 세 가지입니다.

- ① 자폐에 관한 주장을 스스로 평가할 수 있게 됩니다. 어떤 도구로 잴는지, 대조군이 있었는지, 신뢰구간이 0을 넘는지.
- ② 이 접근이 무엇을 근거로 하고 무엇을 근거로 하지 않는지 아시게 됩니다.
- ③ 시작하기로 하신다면, 무엇을 재고 무엇을 감시해야 하는지 아시게 됩니다.

문영주 아이가 좋아지는 건 없네요.

윤 박사 (조용히) 약속드릴 수 없습니다. 그리고 약속드리는 사람은 조심하십시오.

1장에서 확인한 것

확립된 것

- 8세 아동 확인 유병률이 2012년 1,000명당 14.6에서 2022년 32.2로 늘었다(약 31명당 1명).
- 같은 해 지역 간 격차가 5.5배다. 생물학이 아니라 체계의 차이가 큰 몫을 한다.
- 자폐 아동에서 위장관 증상이 더 흔하다. 네 지표 모두 신뢰구간이 1을 넘는다.
- 유전을 추정은 0.50~0.95로 설계에 따라 크게 다르다.

수렴하는 것

- 쌍둥이 연구에서 비공유 환경의 몫이 무시할 수 없고, 그 안에 식이가 포함된다.
- 일곱 갈래 이상이 서로 연결된 고리를 이룬다.

아직 가설인 것

- 장벽 상태와 행동 점수가 함께 움직인다는 관찰의 인과 방향.
- 일곱 갈래 중 어느 것이 원인이고 어느 것이 결과인지.

1장의 출처

1. Mazzola, G., Rondanelli, M., Cabrini, C., & Perna, S. (2026). Metabolic, adherence, and sustainability outcomes of plant-based low-carbohydrate and ketogenic diets: A systematic review of clinical evidence. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 148, 113222. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2026.113222>
2. Lopez-Espejo, M., & Nuñez, A. (2026). Medical comorbidities in autistic children: prevalence, sex-specific clustering, and network patterns at diagnosis in a Chilean cohort. *European journal of pediatrics*, 185(2), 85. <https://doi.org/10.1007/s00431-025-06739-9>
3. Volk, H. E., Fortes, D., Musci, R., Kim, A., Bastain, T. M., Camargo CA Jr, et al. (2026). Co-occurring Psychopathology in Children With and Without Autism Spectrum Disorder (ASD): Differences by Sex in the ECHO Cohorts. *Journal of autism and developmental disorders*, 56(5), 2023-2034. <https://doi.org/10.1007/s10803-024-06670-2>

4. Yan, J., Han, V. X., Jones, H. F., Couttas, T. A., Jieu, B., Leweke, F. M., et al. (2025). Cerebrospinal fluid metabolomics in autistic regression reveals dysregulation of sphingolipids and decreased β -hydroxybutyrate. *EBioMedicine*, 114, 105664. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2025.105664>
5. Shaw, K. A., Williams, S., Patrick, M. E., Valencia-Prado, M., Durkin, M. S., Howerton, E. M., et al. (2025). Prevalence and Early Identification of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 4 and 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 16 Sites, United States, 2022. Morbidity and mortality weekly report. *Surveillance summaries* (Washington, D.C. : 2002), 74(2), 1-22. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7402a1>
6. Khamees, H., Gulati, A., Vatsa, A., Aldosari, M., & Hoque, E. (2025). Estimating autism prevalence among children in the Kingdom of Saudi Arabia: A comprehensive multisource benchmarking approach. *Saudi medical journal*, 46(11), 1276-1279. <https://doi.org/10.15537/smj.2025.46.11.20250781>
7. Fannin, D. K., Williams, E. G., Fuller, M., Pearson, J. N., Boyd, B. A., Drame, E. R., et al. (2024). Unpacking the prevalence: A warning against overstating the recently narrowed gap for Black autistic youth. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 17(6), 1072-1082. <https://doi.org/10.1002/aur.3168>
8. Martini, M. I., Butwicka, A., Du Rietz, E., Kanina, A., Rosenqvist, M. A., Larsson, H., et al. (2024). Age effects on autism heritability and etiological stability of autistic traits. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 65(9), 1135-1144. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13949>
9. Maenner, M. J., Warren, Z., Williams, A. R., Amoakohene, E., Bakian, A. V., Bilder, D. A., et al. (2023). Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2020. Morbidity and mortality weekly report. *Surveillance summaries* (Washington, D.C. : 2002), 72(2), 1-14. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1>
10. Micai, M., Fatta, L. M., Gila, L., Caruso, A., Salvitti, T., Fulceri, F., et al. (2023). Prevalence of co-occurring conditions in children and adults with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 155, 105436. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105436>

11. Taylor, M. J., Larsson, H., Lundström, S., Lichtenstein, P., & Butwicka, A. (2022). Etiological links between autism and difficulties in initiating and maintaining sleep: a familial co-aggregation and twin study. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 63(3), 315-323. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13473>
12. Nalbant, K., Erden, S., Yazar, A., & Kılınc, İ. (2022). Investigation of the Relation between Epithelial Barrier Function and Autism Symptom Severity in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of molecular neuroscience : MN*, 72(4), 741-747. <https://doi.org/10.1007/s12031-021-01954-z>
13. Shenouda, J., Barrett, E., Davidow, A. L., Sidwell, K., Halperin, W., Silenzio, V. M. B., et al. (2022). Disparities in Early Intervention Program Participation by Children With Autism Spectrum Disorder in a US Metropolitan Area, 2006 to 2016. *JAMA pediatrics*, 176(9), 906-914. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.2366>
14. Rice, C. E., Carpenter, L. A., Morrier, M. J., Lord, C., DiRienzo, M., Boan, A., et al. (2022). Defining in Detail and Evaluating Reliability of DSM-5 Criteria for Autism Spectrum Disorder (ASD) Among Children. *Journal of autism and developmental disorders*, 52(12), 5308-5320. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05377-y>
15. Carlsson, T., Rosenqvist, M., Butwicka, A., Larsson, H., Lundström, S., Pan, P. Y., et al. (2022). Association of cumulative early medical factors with autism and autistic symptoms in a population-based twin sample. *Translational psychiatry*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-01833-0>
16. Liu, X., Sun, X., Sun, C., Zou, M., Chen, Y., Huang, J., et al. (2022). Prevalence of epilepsy in autism spectrum disorders: A systematic review and meta-analysis. *Autism : the international journal of research and practice*, 26(1), 33-50. <https://doi.org/10.1177/13623613211045029>
17. Bougeard, C., Picarel-Blanchot, F., Schmid, R., Campbell, R., & Buitelaar, J. (2021). Prevalence of Autism Spectrum Disorder and Co-morbidities in Children and Adolescents: A Systematic Literature Review. *Frontiers in psychiatry*, 12, 744709. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.744709>
18. Maenner, M. J., Shaw, K. A., Bakian, A. V., Bilder, D. A., Durkin, M. S., Esler, A., et al. (2021). Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental

- Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2018. Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D.C. : 2002), 70(11), 1-16. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss7011a1>
19. Evers, K., Maljaars, J., Carrington, S. J., Carter, A. S., Happé, F., Steyaert, J., et al. (2021). How well are DSM-5 diagnostic criteria for ASD represented in standardized diagnostic instruments?. *European child & adolescent psychiatry*, 30(1), 75-87. <https://doi.org/10.1007/s00787-020-01481-z>
 20. Blázquez Hinojosa, A., Lázaro García, L., Puig Navarro, O., Varela Bondelle, E., & Calvo Escalona, R. (2021). Sensitivity and specificity of DSM-5 diagnostic criteria for autism spectrum disorder in a child and adolescent sample. *Revista de psiquiatria y salud mental*, 14(4), 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.rpsmen.2019.10.005>
 21. Taylor, S. C., Steeman, S., Gehringer, B. N., Dow, H. C., Langer, A., Rawot, E., et al. (2021). Heritability of quantitative autism spectrum traits in adults: A family-based study. *Autism research : official journal of the International Society for Autism Research*, 14(8), 1543-1553. <https://doi.org/10.1002/aur.2571>
 22. Mu, C., Corley, M. J., Lee, R. W. Y., Wong, M., Pang, A., Arakaki, G., et al. (2020). Metabolic Framework for the Improvement of Autism Spectrum Disorders by a Modified Ketogenic Diet: A Pilot Study. *Journal of proteome research*, 19(1), 382-390. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00581>
 23. Maenner, M. J., Shaw, K. A., Baio, J., Washington, A., Patrick, M., DiRienzo, M., et al. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years - Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2016. Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D.C. : 2002), 69(4), 1-12. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6904a1>
 24. Nevison, C., & Zahorodny, W. (2019). Race/Ethnicity-Resolved Time Trends in United States ASD Prevalence Estimates from IDEA and ADDM. *Journal of autism and developmental disorders*, 49(12), 4721-4730. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04188-6>
 25. Lukmanji, S., Manji, S. A., Kadhim, S., Sauro, K. M., Wirrell, E. C., Kwon, C. S., et al. (2019). The co-occurrence of epilepsy and autism: A systematic

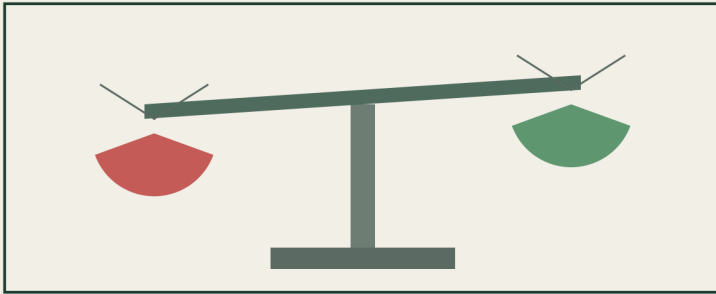
- review. *Epilepsy & behavior : E&B*, 98(Pt A), 238-248. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2019.07.037>
26. Lee, R. W. Y., Corley, M. J., Pang, A., Arakaki, G., Abbott, L., Nishimoto, M., et al. (2018). A modified ketogenic gluten-free diet with MCT improves behavior in children with autism spectrum disorder. *Physiology & behavior*, 188, 205-211. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.02.006>
 27. Sheldrick, R. C., & Carter, A. S. (2018). State-Level Trends in the Prevalence of Autism Spectrum Disorder (ASD) from 2000 to 2012: A Reanalysis of Findings from the Autism and Developmental Disabilities Network. *Journal of autism and developmental disorders*, 48(9), 3086-3092. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3568-z>
 28. Lucarelli, J., Pappas, D., Welchons, L., & Augustyn, M. (2017). Autism Spectrum Disorder and Avoidant/Restrictive Food Intake Disorder. *Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP*, 38(1), 79-80. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000362>
 29. Shi, H. F., Zhang, J. X., Zhang, R., & Wang, X. L. (2017). [Prevalence of autism spectrum disorders in children aged 0-6 years in China: a meta-analysis]. *Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences*, 49(5), 798-806.
 30. Mazurek, M. O., Lu, F., Symecko, H., Butter, E., Bing, N. M., Hundley, R. J., et al. (2017). A Prospective Study of the Concordance of DSM-IV and DSM-5 Diagnostic Criteria for Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 47(9), 2783-2794. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3200-7>
 31. Taylor, M. J., Gillberg, C., Lichtenstein, P., & Lundström, S. (2017). Etiological influences on the stability of autistic traits from childhood to early adulthood: evidence from a twin study. *Molecular autism*, 8, 5. <https://doi.org/10.1186/s13229-017-0120-5>
 32. Christensen, D. L., Baio, J., Van Naarden Braun, K., Bilder, D., Charles, J., Constantino, J. N., et al. (2016). Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years--Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2012. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D.C. : 2002)*, 65(3), 1-23. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6503a1>

33. Dawkins, T., Meyer, A. T., & Van Bourgondien, M. E. (2016). The Relationship Between the Childhood Autism Rating Scale: Second Edition and Clinical Diagnosis Utilizing the DSM-IV-TR and the DSM-5. *Journal of autism and developmental disorders*, 46(10), 3361-8. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2860-z>
34. Pusponogoro, H. D., Ismael, S., Sastroasmoro, S., Firmansyah, A., & Vandenplas, Y. (2015). Maladaptive Behavior and Gastrointestinal Disorders in Children with Autism Spectrum Disorder. *Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition*, 18(4), 230-7. <https://doi.org/10.5223/pghn.2015.18.4.230>
35. Lord, C., & Bishop, S. L. (2015). Recent advances in autism research as reflected in DSM-5 criteria for autism spectrum disorder. *Annual review of clinical psychology*, 11, 53-70. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032814-112745>
36. Colvert, E., Tick, B., McEwen, F., Stewart, C., Curran, S. R., Woodhouse, E., et al. (2015). Heritability of Autism Spectrum Disorder in a UK Population-Based Twin Sample. *JAMA psychiatry*, 72(5), 415-23. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2014.3028>
37. McElhanon, B. O., McCracken, C., Karpen, S., & Sharp, W. G. (2014). Gastrointestinal symptoms in autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(5), 872-83. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3995>
38. Singh, K., Connors, S. L., Macklin, E. A., Smith, K. D., Fahey, J. W., Talalay, P., et al. (2014). Sulforaphane treatment of autism spectrum disorder (ASD). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(43), 15550-5. <https://doi.org/10.1073/pnas.1416940111>
39. King, B. H., Navot, N., Bernier, R., & Webb, S. J. (2014). Update on diagnostic classification in autism. *Current opinion in psychiatry*, 27(2), 105-9. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000040>
40. Sandin, S., Lichtenstein, P., Kuja-Halkola, R., Larsson, H., Hultman, C. M., & Reichenberg, A. (2014). The familial risk of autism. *JAMA*, 311(17), 1770-7. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.4144>
41. Herbert, M. R., & Buckley, J. A. (2013). Autism and dietary therapy: case report and review of the literature. *Journal of child neurology*, 28(8), 975-82. <https://doi.org/10.1177/0883073813488668>

42. Wilson, C. E., Gillan, N., Spain, D., Robertson, D., Roberts, G., Murphy, C. M., et al. (2013). Comparison of ICD-10R, DSM-IV-TR and DSM-5 in an adult autism spectrum disorder diagnostic clinic. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(11), 2515-25. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1799-6>
43. Wang, H. B., Wang, P. Y., Wang, X., Wan, Y. L., & Liu, Y. C. (2012). Butyrate enhances intestinal epithelial barrier function via up-regulation of tight junction protein Claudin-1 transcription. *Digestive diseases and sciences*, 57(12), 3126-35. <https://doi.org/10.1007/s10620-012-2259-4>
44. Plazinski, W. (2012). Sorption of lead, copper, and cadmium by calcium alginate. *Metal binding stoichiometry and the pH effect. Environmental science and pollution research international*, 19(8), 3516-24. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-0913-1>
45. Huerta, M., Bishop, S. L., Duncan, A., Hus, V., & Lord, C. (2012). Application of DSM-5 criteria for autism spectrum disorder to three samples of children with DSM-IV diagnoses of pervasive developmental disorders. *The American journal of psychiatry*, 169(10), 1056-64. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2012.12020276>
46. Mattila, M. L., Kielinen, M., Linna, S. L., Jussila, K., Ebeling, H., Bloigu, R., et al. (2011). Autism spectrum disorders according to DSM-IV-TR and comparison with DSM-5 draft criteria: an epidemiological study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 50(6), 583-592.e11. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2011.04.001>
47. Milder, J. B., Liang, L. P., & Patel, M. (2010). Acute oxidative stress and systemic Nrf2 activation by the ketogenic diet. *Neurobiology of disease*, 40(1), 238-44. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2010.05.030>
48. Neal, E. G., Chaffe, H., Schwartz, R. H., Lawson, M. S., Edwards, N., Fitzsimmons, G., et al. (2009). A randomized trial of classical and medium-chain triglyceride ketogenic diets in the treatment of childhood epilepsy. *Epilepsia*, 50(5), 1109-17. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2008.01870.x>
49. Neal, E. G., Chaffe, H., Schwartz, R. H., Lawson, M. S., Edwards, N., Fitzsimmons, G., et al. (2008). The ketogenic diet for the treatment of childhood epilepsy: a randomised controlled trial. *The Lancet. Neurology*, 7(6), 500-6. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(08\)70092-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(08)70092-9)

50. Amiet, C., Gourfinkel-An, I., Bouzamondo, A., Tordjman, S., Baulac, M., Lechat, P., et al. (2008). Epilepsy in autism is associated with intellectual disability and gender: evidence from a meta-analysis. *Biological psychiatry*, 64(7), 577-82. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2008.04.030>
51. Doughman, S. D., Krupanidhi, S., & Sanjeevi, C. B. (2007). Omega-3 fatty acids for nutrition and medicine: considering microalgae oil as a vegetarian source of EPA and DHA. *Current diabetes reviews*, 3(3), 198-203. <https://doi.org/10.2174/157339907781368968>
52. Van Naarden Braun, K., Pettygrove, S., Daniels, J., Miller, L., Nicholas, J., Baio, J., et al. (2007). Evaluation of a methodology for a collaborative multiple source surveillance network for autism spectrum disorders--Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 14 sites, United States, 2002. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries* (Washington, D.C. : 2002), 56(1), 29-40.
53. Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network Surveillance Year 2000 Principal Investigators (2007). Prevalence of autism spectrum disorders--autism and developmental disabilities monitoring network, six sites, United States, 2000. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries* (Washington, D.C. : 2002), 56(1), 1-11.
54. Eapen, V., Mabrouk, A. A., Zoubeidi, T., & Yunis, F. (2007). Prevalence of pervasive developmental disorders in preschool children in the UAE. *Journal of tropical pediatrics*, 53(3), 202-5. <https://doi.org/10.1093/tropej/fml091>
55. Hoekstra, R. A., Bartels, M., Verweij, C. J., & Boomsma, D. I. (2007). Heritability of autistic traits in the general population. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 161(4), 372-7. <https://doi.org/10.1001/archpedi.161.4.372>

2장 너무 쉽게 커지는 뇌 — 흥분과 억제의 저울



[그림 2-0] 저울 위의 두 접시

사월 둘째 주 화요일. 지난주보다 한 사람이 늘어 넷이 앉아 있었지만, 새로운 사람은 조용히 뒤에 앉아 듣기만 했다. 윤 박사가 화이트보드에 선을 하나 길게 그었다.

윤 박사 오늘은 일곱 갈래 중 첫째, 흥분과 억제 이야기입니다. 시작하기 전에 지난주 숙제를 확인하겠습니다. 지훈 님, 뭐 찾아보셨어요?

서지훈 찾아봤습니다. "자폐는 GABA가 부족하다"는 글이 엄청 많더라고요. GABA 보충제도 팔고 있고요.

윤 박사 그거 사셨어요?

서지훈 안 샀습니다. 근거를 못 찾아서요.

윤 박사 잘하셨습니다. 오늘 그 이야기를 하겠습니다. **결론부터 말씀드리면, "자폐는 GABA 부족"이라는 문장은 측정으로 뒷받침되지 않습니다.** 그런데 흥분/억제 가설 자체는 살아 있습니다. 이 둘이 어떻게 같이 성립하는지가 오늘 의 내용입니다.

이 장에서 다룰 것

- ① 신경세포가 '켜진다'는 것이 물리적으로 무슨 일인가 — 세 개의 숫자
- ② 브레이크 역할을 하는 GABA는 어디서 오는가
- ③ 자폐 아동의 뇌에서 GABA 농도를 실제로 재 봤더니 — 예상과 다른 결과
- ④ 그런데도 흥분/억제 가설이 살아 있는 이유 — 부메타나이드 시험
- ⑤ 브레이크를 밟는 데 드는 에너지 — 3장으로 이어지는 다리

한 문장으로 — 뇌가 너무 쉽게 켜지고 잘 안 꺼진다는 가설이 어디까지 확인되었는지를 봅니다.

왜 이 장이 중요한가 — 이 장은 이 책에서 "**물질의 양이 아니라 작용을 봐야 한다**"는 원칙이 처음 등장하는 자리입니다. 이 원칙을 여기서 익혀 두지 않으면 뒤에 나오는 케톤 이야기도 오해하게 됩니다.

2.1 켜진다는 것 — 세 개의 숫자

윤 박사 신경세포가 신호를 보낸다는 게 물리적으로 무슨 일인지부터 보겠습니다. 숫자 세 개면 됩니다.

[표 2-1] 신경세포 막전위 — 세 개의 문턱

상태	전압	무슨 일인가
안정 상태	-70 mV	아무 일 없음. 안쪽이 바깥보다 음전하
역치	-55 mV	여기를 넘으면 되돌릴 수 없다
정점	+30 ~ +40 mV	신호 발사

배정국 손 들겠습니다. mV가 뭘니까?

윤 박사 밀리볼트입니다. 볼트의 천분의 일이에요. 건전지가 1.5볼트니까, -70 mV면 그 20분의 1쯤 되는 아주 작은 전압입니다.

배정국 그 작은 걸로 생각을 한다고요?

윤 박사 합니다. 그리고 그게 하루에 수억 번 일어납니다.

중요한 건 이 구조입니다. -70에서 -55까지, 딱 15 mV의 여유밖에 없습니다. 이 15를 지키는 일이 '억제'입니다.

문영주 여유가 그것밖에 없어요?

윤 박사 그것밖에 없습니다. 그래서 억제가 조금만 약해져도 세포가 쉽게 커 집니다. 그리고 한 번 -55를 넘으면 되돌릴 수 없습니다. 이걸 실무울이라고 하는데, 반쯤 발사되는 일은 없다는 뜻입니다.

서지훈 그럼 자폐에서 그 15가 좁아져 있다는 가설인가요?

윤 박사 정확히 그 가설입니다. **흥분/억제 불균형 가설**입니다.

[용어] **흥분/억제 불균형 (excitation/inhibition imbalance, E/I 불균형)**

뇌에서 신호를 켜는 작용(흥분)과 끄는 작용(억제)의 균형이 흥분 쪽으로 기울어 있는 상태.

자폐에서 가장 오래 논의된 신경생물학 가설 중 하나다.

감각 과민, 뇌전증 동반, 수면 곤란을 하나로 묶어 설명하려는 시도에서 나왔다.

2.2 브레이크는 어디서 오는가

윤 박사 이제 브레이크를 보겠습니다.

[용어] **글루타메이트 (glutamate) / GABA (감마아미노뷰티르산, γ -aminobutyric acid)**

글루타메이트 — 뇌의 주된 **흥분성** 신경전달물질. 가속 페달.

GABA — 뇌의 주된 **억제성** 신경전달물질. 브레이크.

우리말로는 '감마아미노뷰티르산'인데 길어서 세계적으로 GABA라 부른다.

배정국 가속이랑 브레이크가 따로 있는 거네요.

윤 박사 그런데 여기가 재미있는 부분입니다. **따로가 아닙니다.**

GABA는 어디서 만들어질까요? **글루타메이트에서 만들어집니다**. 글루탐산 탈탄산효소라는 효소가 글루타메이트에서 탄소 하나를 떼어 내면 GABA가 됩니다.

서지훈 가속 페달로 브레이크를 만든다고요?

윤 박사 그렇습니다. 같은 재료입니다. 하나의 흐름 위에 있어요.



가속 페달과 브레이크가 같은 재료에서 나온다 — 하나의 흐름 위에 있다

[그림 2-1] 글루타메이트에서 GABA로 — 하나의 흐름

저자 작성. 표준 생화학 경로.

윤 박사 이 구조가 왜 중요하냐면 — **GABA를 늘리려고 GABA를 먹는 것이 왜 소용없는지가** 여기서 나오기 때문입니다.

서지훈 아, 아까 그 보충제요.

윤 박사 네. 두 가지 문제가 있습니다.

첫째, 먹은 GABA는 뇌에 거의 못 들어갑니다. 뇌로 들어가는 문이 아주 까다롭습니다. 7장에서 이 문 이야기를 자세히 하겠습니다.

둘째, 설령 들어간다고 해도 그건 '양'을 늘리는 것이지 '작용'을 고치는 게 아닙니다. 이게 오늘의 핵심입니다.

2.3 실제로 재 봤더니 — 예상과 다른 결과

윤 박사 그럼 자폐 아동의 뇌에 GABA가 정말 적을까요? 재 봤습니다.

[용어] 자기공명분광법 (magnetic resonance spectroscopy, MRS)

MRI 기계로 뇌 특정 부위의 **화학물질 농도**를 재는 방법.

사진을 찍는 대신 그 자리에 어떤 물질이 얼마나 있는지를 본다. 머리를 열지 않고 켤다.

윤 박사 결과를 보시죠.

[표 2-2] MRS로 켤 GABA·글루타메이트 — 자폐군 대 대조군

부위	결과
측두피질 좌반구	GABA·글루타메이트 차이 없음 (효과크기 0.24 · 0.03)
측두피질 우반구	GABA 높고 글루타메이트 낮음 — 좌우가 안 맞음
여러 부위 동시 측정	GABA·글루타메이트 모두 유의차 없음
증상과의 상관	자폐 핵심 척도와 무상관 . ADHD 부주의 점수와만 양의 상관

서지훈 어... 차이가 없네요?

윤 박사 없습니다. 그리고 좌우가 안 맞습니다. 왼쪽은 차이 없고 오른쪽은 GABA가 오히려 **높게** 나왔어요.

배정국 그럼 가설이 틀린 거 아닙니까?

윤 박사 (잠시 멈추고) 지금 이 방에서 제일 정직한 질문이 나왔습니다.

여기서 학자들이 갈립니다. 어떤 사람은 "가설을 버려야 한다"고 하고, 어떤 사람은 "측정이 문제다"라고 합니다. 저는 세 번째 입장인데, 그걸 말씀드리기 전에 왜 이렇게 나올 수 있는지를 보겠습니다.

첫째, MRS는 부위 전체의 평균을 잽니다. 한 각설량만 한 부피 안에 신경세포가 수백만 개 들어 있습니다. 그 안에서 어떤 세포는 GABA가 많고 어떤 세포는 적은데, MRS는 그걸 다 합쳐서 하나의 숫자로 냅니다.

문영주 반 평균이 같아도 아이들 성적이 다 다른 거랑 비슷하네요.

윤 박사 아주 좋은 비유입니다. 평균이 같아도 분포는 완전히 다를 수 있습니다.

둘째, MRS는 '있는 양'을 재지 '작동하는 양'을 재지 않습니다. 창고에 브레이크 패드가 몇 개 있느냐를 재는 거지, 브레이크가 밟히느냐를 재는 게 아닙니다.

서지훈 그러면 이 자료로는 아무것도 못 말하는 건가요?

윤 박사 아니요. 한 가지는 확실히 말할 수 있습니다.

'자폐 = GABA 부족'이라는 단순한 문장은 측정으로 뒷받침되지 않는다.

그리고 이 결론은 실용적으로 중요합니다. GABA 보충제를 사는 부모가 있다면, 그 근거가 여기서 무너집니다.

2.4 그런데 가설이 살아 있는 이유

윤 박사 자, 그럼 왜 저는 가설이 살아 있다고 할까요. **개입 시험이 있기 때문**입니다.

지난주에 말씀드렸죠. 관찰은 '무엇이 다른가'만 말한다고. 원인을 말하려면 **바꿔 봐야** 합니다.

여기 그 시험이 있습니다.

[용어] 부메타나이드 (bumetanide)

원래 이뇨제로 쓰이던 약. 신장에서 나트륨-칼륨-염소 공동수송체(NKCC1)를 억제한다.

그런데 이 수송체가 뇌 신경세포에도 있다는 것이 알려지면서 자폐 연구에 쓰이기 시작했다.

윤 박사 시험 설계부터 보겠습니다.

[표 2-3] 부메타나이드 무작위 대조시험

항목	내용
설계	무작위 배정 · 이중맹검 · 위약 대조
대상	3~6세 자폐 아동 120명 (약 59명 대 위약 60명)
처방	부메타나이드 0.5 mg, 3개월
1차 지표	CARS (아동기 자폐 평정척도)
결과	위약 대비 중증도 감소 유의
기전 지표	섬피질 GABA 감소 , 그 감소폭이 임상 개선과 연관
안전성	이상반응으로 인한 중도 탈락 없음

서지훈 잠깐만요. 이거 이상한데요.

윤 박사 어디가요?

서지훈 GABA가 **줄었는데** 증상이 좋아졌다고요? 브레이크가 줄었는데?

윤 박사 (웃으며) 오늘 두 번째로 정확한 지적입니다. 그게 이 시험의 핵심입니다.

이걸 이해하려면 염소 이야기를 해야 합니다. 조금 어렵지만 한 번만 따라와 주세요.

[용어] 염소 이온과 GABA의 방향

GABA 수용체가 열리면 **염소 이온(Cl^-)**이 이동한다.

그런데 어느 쪽으로 이동하느냐는 세포 안팎의 염소 농도에 달려 있다.

세포 안 염소가 낮으면 → 염소가 안으로 들어옴 → 세포 안이 더 음전하가 됨 → **억제** (정상)

세포 안 염소가 높으면 → 염소가 밖으로 나감 → 세포 안이 덜 음전하가 됨 → **흥분** (뒤집힘)

배정국 그러니까 브레이크가 가속 페달로 작동한다는 겁니까?

윤 박사 정확히 그 말입니다. 아주 잘 정리하셨습니다.

세포 안 염소 농도를 정하는 게 두 개의 수송체입니다. NKCC1은 염소를 세포 안으로 퍼 넣고, KCC2는 밖으로 퍼냅니다. 발달 초기에는 NKCC1이 우세하다가 자라면서 KCC2로 넘어갑니다.

만약 이 전환이 제대로 일어나지 않으면 — 세포 안 염소가 계속 높게 남습니다. 그러면 GABA가 아무리 많아도 브레이크가 브레이크로 작동하지 않습니다.

부메타나이드는 NKCC1을 막습니다. 세포 안 염소가 내려갑니다. 그러면 GABA가 제 기능을 합니다.



[그림 2-2] 염소의 방향이 GABA의 작용을 뒤집는다

저자 작성. NKCC1/KCC2 전환 가설.

서지훈 아... 그래서 GABA 농도가 줄어도 되는 거군요. 적은 양으로도 제대로 작동하니까.

윤 박사 그겁니다. 그래서 제가 오늘 두 번째로 강조할 문장이 이겁니다.

물질의 양이 아니라 작용 경로로 판단해야 한다.

이 원칙을 오늘 꼭 가져가 주십시오. 이 책 끝까지 반복됩니다.

2.5 그렇다고 부메타나이드가 답은 아니다

문영주 그럼 그 약을 쓰면 되는 거 아닌가요?

윤 박사 좋은 질문인데, 여기서 제가 정직해야 합니다. 부메타나이드 연구는 여러 결과가 섞여 있습니다.

방금 보신 시험은 양성이었습니다. 그런데 규모가 더 큰 다른 시험들에서는 1차 지표를 넘지 못한 것들이 있습니다. 제약사가 개발을 중단한 사례도 있습니다.

서지훈 그럼 실패한 거네요.

윤 박사 약으로서는 아직 확립되지 않았습니다. 그런데 제가 이 시험을 든 이유는 약을 권하려는 게 아닙니다.

E/I 축이 개입으로 움직인다는 것, 그리고 그 움직임이 증상과 연동된다는 것 — 이 두 가지가 사람에서 확인되었다는 사실이 중요합니다.

배정국 약이 아니라 그 길이 있다는 게 확인됐다는 말씀이시죠.

윤 박사 그렇습니다. 길이 있다는 게 확인됐습니다. 그 길로 가는 다른 방법이 있느냐 — 그게 이 책이 던지는 질문입니다.

그리고 9장에서 보시겠지만, 케톤이 이 축을 건드리는 방식이 부메타나이드와 다릅니다. 부메타나이드는 염소 쪽을 건드리고, 케톤은 GABA를 만드는 쪽을 건드립니다. 그 이야기는 그때 하겠습니다.

2.6 브레이크를 밟는 데도 힘이 든다

윤 박사 오늘 마지막입니다. 다음 장으로 넘어가는 다리를 놓겠습니다.

아까 -70 mV 이야기를 했죠. 그 -70 을 어떻게 유지할까요?

서지훈 이온을 계속 퍼내야 하지 않나요?

윤 박사 맞습니다. 나트륨-칼륨 펌프라는 게 있어서 나트륨을 밖으로, 칼륨을 안으로 계속 퍼 나릅니다. 잠시도 쉬지 않습니다.

그리고 이 펌프가 ATP를 씁니다.



식물성 케톤식 시리즈

아이의 접시

자폐를 개선하는 식물성 저탄고지

606쪽 전공서 《식물성 케톤식과 자폐》를 부모와 일반 독자를 위해 다시 쓴 책입니다. 내용은 줄이지 않고 형식을 바꿨습니다.

네 사람의 대화로 풀고, 어려운 말은 먼저 설명하며, 숫자는 그대로 두고, 근거의 등급을 매번 밝힙니다. 일곱 갈래 기전이 한 점에서 만나는 자리를 아이의 접시 위에서 찾아갑니다.

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



03590



9 791122 177558
ISBN 979-11-221775-5-8

이어서 읽으시려면

자폐를 개선하는 식물성 저탄고지 — 전체 460쪽

ssbook.kr/book/pkd-autism

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 안과전두엽 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 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



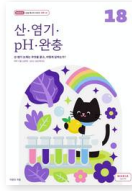
대입 과학논술 16 — 유기 화학·생체 분자·고분자
유기 화학·생체 분자·고분자 논제 해설
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-16



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 × 르사틀리에로 읽는 화학 평형
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-21



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



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



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



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



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



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



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



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



05 통합과학 물리 1 — 미끄럼틀은 왜 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/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