



암을 개선하는 식물성 저탄고지

치료 중 체중 유지와 근육 보존, 영양 상태를 함께 살피는 식물성 케톤식 가이드

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-cancer
POD 정가 17,000원 → **10,200원** (60%)

ssbook.kr 홈페이지 안내

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

암을 개선하는 식물성 저탄고지

치료 중 체중 유지와 근육 보존, 영양 상태를 함께 살피는 식물성 케톤식 가이드

식물성 케톤식

논문 근거

식단 실천

『끓이지 않고, 굵인다』



암을 개선하는 식물성 저탄고지

치료 중 체중 유지와 근육 보존, 영양 상태를 함께 살피는 식물성 케톤식
가이드

이광조 박사 지음

과학과영성출판사

차례

이 책을 읽기 전에	6
1장 1924년의 관찰, 그리고 오늘 병원이 찍는 사진	10
1.1 포도당 주사를 맞고 찍는 사진	12
1.2 1924년, 어떤 사람이 본 이상한 일	15
1.3 왜 손해 보는 방법을 쓰는가	16
1.4 "그러면 설탕을 끓으면 되는 거 아닙니까"	20
1.5 몸에는 연료가 두 개 있습니다	22
1.6 그런데 암세포도 케톤을 쓰면 어떡합니까	24
1.7 백 년 동안 무슨 일이 있었나	25
1.8 왜 아직 표준치료가 아닌가	27
1.9 열두 번의 지도	29
1.10 이 책이 쓰는 네 층의 근거	31
2장 암이라는 병 — 하나가 아니다	37
2.1 '암'이라는 이름 아래 몇 개의 병이 있나	38
2.2 정상세포는 왜 쉽게 암이 되지 않는가	42
2.3 유전자에 무슨 일이 생기나 — 그리고 "유전입니까"	44
2.4 세포는 원래 죽게 되어 있습니다	46
2.5 소수의 특별한 세포 — 재발이 일어나는 이유	48
2.6 암세포는 혼자서 암을 만들지 않습니다	49
2.7 혈관을 끌어들이다	52
2.8 전이 — 정말로 무서운 것	52
2.9 진단서를 읽어 봅시다	55
2.10 그래서 이게 식단과 무슨 상관인가	57
3장 암세포의 식성 — 포도당만 먹는 게 아니다	63
3.1 암세포의 메뉴판	64
3.2 포도당 — 그런데 혈당은 마음대로 안 내려간다	65
3.3 글루타민 — 잘 알려지지 않은 두 번째 주력	67
3.4 지방산 — 연료이자 건축 자재	70
3.5 남의 찌꺼기까지 주워 쓴다	71
3.6 암은 몸 전체의 대사도 바꿉니다	72
3.7 발전소는 망가지지 않았습니까	73
3.8 활성산소 — 양날의 칼	75

3.9 한 길을 막으면 다른 길로	76
3.10 "그러면 오늘 저녁에 설탕은 어떻게 합니까"	79
3.11 그런데도 왜 시도해 보는가	80
4장 몸이 보내는 성장 신호 — 인슐린과 스위치들	87
4.1 인슐린의 두 번째 얼굴	88
4.2 IGF-1 — 또 하나의 성장 지시	91
4.3 세포 안의 두 스위치	92
4.4 그럼 무엇을 재면 알 수 있나	95
4.5 비만 — 체중계 숫자가 아니라 대사환경	96
4.6 염증이라는 배경 소음	99
4.7 그래서 식단으로 움직일 수 있는 숫자	101
5장 표준치료라는 기둥	108
5.1 큰 그림 — 무엇을 목표로 하는가	110
5.2 수술 — 여전히 가장 확실한 방법	111
5.3 방사선 — 왜 여러 번 나눠서 쬔는가	112
5.4 항암화학요법 — 왜 그렇게 힘든가	113
5.5 표적치료 — 과녁이 있어야 쏜다	115
5.6 피를 만드는 곳을 바꾸는 치료들	116
5.7 면역치료 — 브레이크를 푼다	117
5.8 호르몬 치료 — 신호를 끊는다	118
5.9 치료 중의 영양은 치료의 일부입니다	119
5.10 그래서 식단은 어디에 서는가	120
6장 무엇을 먹어 왔는가 — 식물성 식사와 암의 역학	128
6.1 역학이라는 도구	130
6.2 '18% 증가'가 실제로 뜻하는 것	131
6.3 고기 — 무엇이 확립되었나	134
6.4 식이섬유 — 가장 단단한 근거	135
6.5 채식은 정말 암을 줄이는가	137
6.6 식물성이라고 다 같지 않습니다	139
6.7 술 — 이 장에서 가장 확실한 하나	141
6.8 파이토케미컬 — 광고와 근거 사이	143
6.9 그래서 오늘 저녁에 무엇을 먹나	145
7장 두 번째 연료 — 케톤체의 정체	152
7.1 케톤은 어디서 오는가	153
7.2 케톤증과 케톤산증 — 이름은 비슷한데 하나는 응급입니다	156

7.3 숫자로 보는 케톤	157
7.4 케톤식의 백 년 — 암보다 훨씬 오래된 이야기	158
7.5 뇌가 케톤을 쓴다 — 1967년의 연구	160
7.6 케톤은 연료만이 아닙니다	161
7.7 그런데 그 신호가 항상 좋은 쪽은 아닙니다	163
7.8 케톤 보충제와 케톤식은 같지 않습니다	164
8장 굶는다는 것 — 공복, 단식, 시간제한식	172
8.1 굶으면 벌어지는 일 — 시간 순서대로	173
8.2 오토파지 — 세포의 재활용 장치	175
8.3 단식모방식이 — 굶지 않고 굶은 척하기	177
8.4 항암치료 전 단식 — 열 명, 열세 명, 스무 명	180
8.5 시간제한식 — 가장 현실적인 방법	181
8.6 그런데 암 환자에게는 왜 특히 위험한가	182
8.7 다시 먹기 시작할 때	184
9장 성적표 — 쥐에서는, 사람에서는	190
9.1 근거의 사다리 — 다섯 칸	191
9.2 쥐에서는 어땠나	193
9.3 사람에서는 어땠나 — 종합 분석 세 편	194
9.4 왜 결과가 이렇게 엇갈리는가	197
9.5 반대로 — 해가 될 가능성은 없는가	198
9.6 무엇이 확립됐고, 무엇이 모르는 것인가	200
9.7 그런데 왜 이 강좌를 하는가	203
9.8 앞으로 무엇이 증명되어야 하는가	204
10장 왜 하필 '식물성' 케톤식인가	211
10.1 같은 '케톤식'인데 왜 다른가	212
10.2 두 개의 다른 근거를 접친다	213
10.3 우선순위 — 이 순서를 절대 바꾸지 마십시오	215
10.4 실제 설계 — 무엇을 얼마나	216
10.5 식이섬유는 케톤식의 적이 아닙니다	219
10.6 이 식단의 약점 — 정직하게	221
11장 안전이 먼저 — 하면 안 되는 사람, 멈춰야 할 때	227
11.1 시작 전에 통과해야 하는 다섯 개의 문	228
11.2 절대로 하면 안 되는 경우	230
11.3 조건부로만 가능한 경우	231
11.4 약과의 충돌 — 특히 위험한 세 가지	233

11.5 시작한 뒤에 멈춰야 하는 신호	235
11.6 흔한 부작용과 대처	237
11.7 영양 결핍 — 무엇을 채우나	238
11.8 암 종류별로 다른 이야기	240
12장 식탁으로 — 실행, 기록, 그리고 가족	247
12.1 지금 상태에 따라 세 갈래	248
12.2 치료 중에 잘 먹는 법	249
12.3 시작한다면 — 4주 계획	251
12.4 무엇을 기록하는가	252
12.5 식탁 밖의 것들	253
12.6 검사 결과와 재발 불안	255
12.7 밥을 짓는 사람에게	256
12.8 마지막 문장	257
부록 — 도구와 참조	
부록 A 용어 풀이 사전	266
부록 B 30일 로드맵과 2주 순환 식단	274
부록 C 기록 서식과 검사 수치 읽는 법	280
부록 D 자주 묻는 질문 25제	287

끓이지 않고, 끓인다

환자는 먹이고 앓은 끓기는 식탁 — 식물성 케톤식과 앓, 열두 번의 저녁 강의

이 책을 읽기 전에

이 책은 강의실에서 오간 대화의 기록입니다.

대학병원 옆 앓 환자·가족 교육센터 2층, 매주 화요일 저녁 일곱 시. 열두 번의 강좌 〈치료를 돕는 식탁〉에 네 사람이 모였습니다. 강의하는 사람 하나, 듣는 사람 셋. 그리고 그 셋은 각자 다른 이유로 그 자리에 앉아 있었습니다.

이 책의 네 사람

윤재승 박사 (58세) — 영양학 박사. 대사와 임상영양이 전공입니다. 몸이 지방을 태워 만드는 '케톤'이라는 물질을 이십 년째 들여다보고 있습니다. 비유로 이야기를 열고, 반드시 숫자로 닫습니다. 그리고 매번 세 가지 선을 긋습니다. **확립된 것, 가능성만 있는 것, 아직 아무도 모르는 것.**

서정은 (49세, 중학교 국어교사) — 당사자입니다. 유방암 2기 진단을 받고 수술을 마쳤고, 지금은 항암치료 네 번째 주기를 지나는 중입니다. 질문이 늘 구체적입니다. "그래서 오늘 저녁에 뭘 먹어야 하나요?" "입맛이 하나도 없는데 그건 어떻게 하죠?"

김한수 (57세, 설비 기사) — 보호자입니다. 아내가 대장암 3기 수술을 받고 회복 중이고, 집에서 밥을 짓는 사람은 그입니다. 어려운 말이 나오면 반드시 손을 듭니다. 독자가 부끄러워서 못 하는 질문을 대신 합니다.

류지원 (34세, 보건의료 담당 기자) — 의심하러 온 사람입니다. "그거 몇 명 대상이었죠?" "사람 얘기입니까, 쥐 얘기입니까?" "대조군은 있었어요?" 이 사람이 물어봐 주기 때문에 강의를 정직해집니다.

첫 시간에 넷은 규칙을 하나 정했습니다.

모르는 말이 나오면 무조건 손 든다.

이 책에도 같은 규칙이 적용되어 있습니다. 이 책은 어려운 말을 되도록 쓰지 않으려고 합니다. 그래도 꼭 써야 하는 말이 나오면, 먼저 일상의 말로 풀어서 설명한 다음 **[용어]** 상자로 확인합니다. 예외는 없습니다.

이 책을 읽는 법

[용어] — 전문용어의 풀이. 처음 나올 때 반드시 붙습니다. 권말 부록 A에 모아 두었습니다.

[표] — 핵심 수치의 정리. 이 책은 "높다", "많다"로 끝내지 않습니다.

[한 걸음 더] — 더 깊이 알고 싶은 분을 위한 짧은 걸가지. 건너뛰어도 본문은 이어집니다.

[오늘의 정리] — 각 장 끝의 요약. 바쁘시면 여기부터 읽으셔도 됩니다.

장 끝의 출처 — 이 책이 근거로 삼은 논문 목록입니다. APA 7판 형식입니다.

그림 아래의 '원전 제N장' — 이 책은 전공서 《식물성 케톤식과 암치유》(본문 100장)를 일반 독자용으로 다시 쓴 것입니다. 그림의 출처에 적힌 '원전 제N장'은 그 전공서의 해당 장을 가리킵니다.

제목에 대하여

이 책의 제목은 《굵기지 않고, 굵긴다》입니다. 뜻이 두 개로 갈라져 있습니다.

굵기지 않는다 — 환자를 굵기지 않는다는 뜻입니다. 암 환자에게 가장 위험한 일 중 하나가 체중이 빠지고 근육이 줄어드는 것입니다. 살이 빠지면 항암 치료를 견디는 힘이 떨어지고, 치료를 미루거나 용량을 줄여야 하는 상황이 옵니다. 먹는 양을 줄이는 것은 이 책의 목표가 아닙니다. 오히려 반대입니다.

굵긴다 — 암세포가 특별히 좋아하는 연료를 줄여 본다는 뜻입니다. 많은 암세포는 포도당, 그러니까 당분을 유난히 빠르게 퍼 갑니다. 그래서 "그 연료를 줄이면 어떻게 될까"라는 질문이 백 년 전부터 있었습니다.

이 두 가지를 동시에 하는 것, 그러니까 먹는 양은 지키면서 먹는 종류만 바꾸는 것이 이 책이 다루는 전부입니다. 그리고 이것이 왜 말처럼 쉽지 않은지도 함께 다룹니다.

그리고 미리 드리는 세 문장

이 책은 다음 문장을 팔지 않습니다.

- × "식물성 케톤식은 암을 치료한다."
- × "설탕을 끊으면 암이 굶어 죽는다."
- × "이 식단으로 항암치료를 대신할 수 있다."

이 책의 문장은 이것입니다.

- "암의 대사 증위는 실재하고, 그 증위를 건드리는 식이 전략이 있으며,
- 그것은 표준 암치료 옆에서 안전을 지키며 검증받아야 할 후보다."

이 차이가 이 책 전체를 관통합니다. 열두 번의 저녁이 끝날 무렵, 왜 그 차이가 중요한지 아시게 될 겁니다.

▲ 시작하기 전에 반드시 읽어 주십시오

이 책은 의학적 조언을 대체하지 않습니다. 그리고 표준 암치료를 대체하지 않습니다.

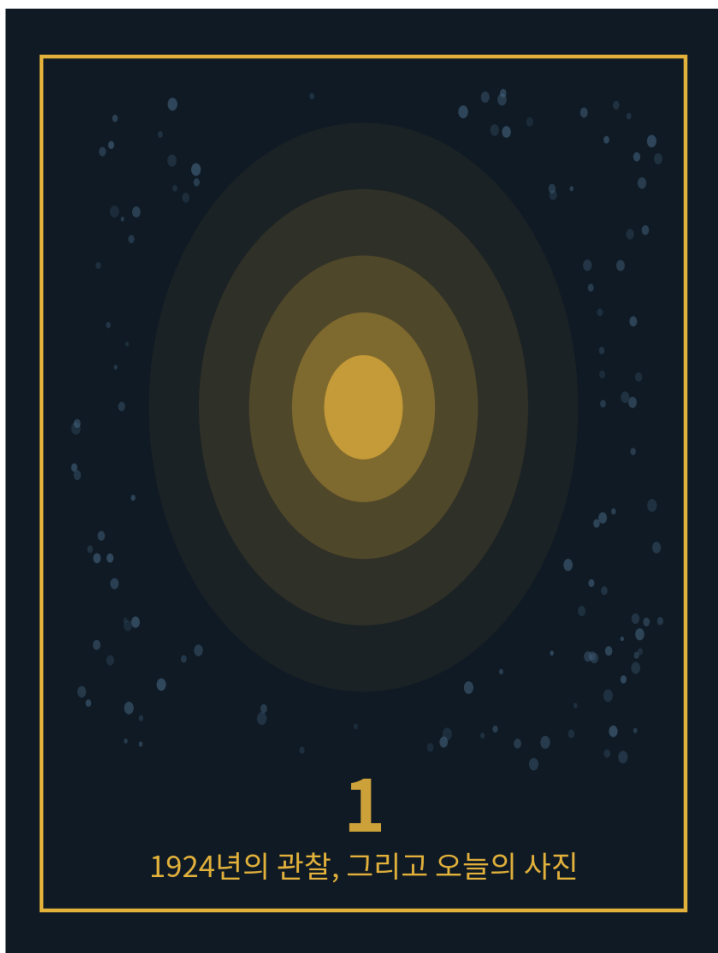
이 책이 다루는 식이 방법에는 **하면 안 되는 사람**이 분명히 있습니다. 특히 다음에 해당하시면 10장을 먼저 읽고, 반드시 담당 의료진과 상의한 뒤에 판단하십시오.

- 최근 6개월 사이 체중이 저절로 5% 이상 빠진 분
- 먹는 양이 평소의 절반 이하로 줄어 있는 분
- 당뇨병 중 인슐린, 설폰요소제, SGLT2 억제제('~글리플로진'으로 끝나는 약)를 쓰는 분
- 신장·간 기능이 나쁘거나, 췌장 효소가 부족하거나, 담낭을 절제한 분
- 임신·수유 중이거나, 만 18세 미만이거나, 섭식장애 병력이 있는 분

그리고 어떤 경우에도 수술·방사선·항암제·표적치료·면역치료 일정을 식단 때문에 미루지 마십시오.

그것이 이 책 전체를 통틀어 가장 중요한 한 문장입니다.

1장 1924년의 관찰, 그리고 오늘 병원이 찍는 사진



[그림 1-0] 저녁 강의실에 하나들 불이 켜지고, 창밖으로 병원 건물이 보인다

늦봄의 화요일 저녁이었다. 교육센터 2층 강의실에는 의자가 스무 개쯤 놓여 있었지만 앉은 사람은 셋뿐이었다.

맨 앞줄에 앉은 여자가 손에 든 종이를 만지작거렸다. 검사 결과지였다. 그 옆줄에 앉은 남자는 가방에서 노트와 볼펜을 꺼내 놓았다. 맨 뒷줄의 젊은 여자는 노트북을 열어 두고 있었다.

강사가 들어와 가방을 내려놓고 셋을 둘러보았다.

윤 박사 오늘부터 열두 번입니다. 매주 화요일 저녁 일곱 시. 주제는 '식물성 케톤식과 암'입니다. 그런데 시작하기 전에 한 가지 약속을 드리고 싶습니다. **이 열두 번 동안 저는 여러분에게 암이 낫는다는 말을 하지 않을 겁니다.**

서정은 …네?

윤 박사 대신 이런 말은 할 겁니다. 지금까지 무엇이 밝혀졌고, 무엇이 아직 가능성일 뿐이고, 무엇이 아무도 모르는지. 그 셋을 매번 구분해서 말씀드리겠습니다. 그게 제가 드릴 수 있는 전부이고, 사실 이게 꽤 쓸모가 있습니다.

류지원 (노트북에서 고개를 들며) 그 말씀은 저한테는 좋은 신호네요.

윤 박사 (웃으며) 기자분이시죠? 반갑습니다. 오늘 저를 좀 괴롭혀 주십시오.

류지원 류지원이라고 합니다. 보건의료 쪽 취재를 4년쯤 했습니다. 솔직히 말씀드리면 저는 '암에 좋다'는 말이 붙은 걸 취재하러 다니면서 대부분 실망하고 돌아왔습니다.

윤 박사 그러셨을 겁니다. 그런 게 정말 많으니까요. 두 분은요?

서정은 서정은입니다. 중학교에서 국어 가르치고요. 작년 가을에 유방암 2기 진단받고 수술했고, 지금 항암 4차 하고 있습니다. (잠시 멈추고) 사실은… 뭘 먹어야 되는지 아무도 안 알려 줘서 왔어요. 인터넷을 보면 이견 먹지 마라, 저건 먹지 마라만 있고요.

김한수 김한수입니다. 저는 환자가 아니고 보호자입니다. 집사람이 대장암 3기 수술하고 지금 회복 중인데, 밥은 제가 합니다. 원래 요리 안 하던 사람인데 6개월째 하고 있습니다. (웃으며) 그런데 제가 배운 게 없어서요, 오늘 모르는 말 나오면 계속 물어볼 겁니다. 미리 양해 구합니다.

윤 박사 한수 님, 그게 이 강의실에서 제일 고마운 역할입니다. 제가 부탁드리고 싶은 게 딱 그거예요.

전문가들이 잘하는 실수가 하나 있습니다. **자기가 아는 말이 남도 아는 말인 줄 아는 것**입니다. 제가 그러고 있으면 반드시 끊어 주십시오. 손 안 드셔도 됩니다. 그냥 "그게 뭐니까" 하시면 됩니다.

이 장에서 다룰 것

- ① 암을 찾아내는 검사 하나 — 왜 포도당 주사를 놓는가
- ② 1924년 오토 바르부르크가 본 이상한 현상
- ③ 암세포는 왜 손해 보는 방식으로 에너지를 만드는가
- ④ "그럼 설탕을 끊으면 됩니까" — 이 책에서 가장 중요한 질문
- ⑤ 몸에는 연료가 두 개 있다
- ⑥ 이 책이 쓰는 네 층의 근거

한 문장으로 — 많은 암세포가 포도당을 유난히 많이 퍼 간다는 백 년 된 관찰에서 출발해, 그 관찰이 곧바로 치료로 이어지지 않는 이유까지 확인합니다.

왜 이 장이 중요한가 — 이 책의 모든 이야기가 여기서 갈라져 나옵니다. 암세포가 포도당을 많이 쓴다는 것은 확립된 사실입니다. 실제로 병원은 그 성질을 이용해 암을 찾아냅니다. 그런데 여기서 "그러니까 당을 끊으면 암이 굶는다"로 곧장 건너뛰면 틀립니다. 왜 틀리는지를 1장에서 확실히 해 두어야, 나머지 열한 번의 강의가 과장 없이 읽힙니다.

1.1 포도당 주사를 맞고 찍는 사진

윤 박사 정은 님, 손에 든 게 검사 결과지 같은데요.

서정은 아, 네. PET 찍은 거요. 지난주예요.

윤 박사 그 검사를 어떻게 받으셨는지 기억나세요? 순서대로요.

서정은 음... 전날 밤부터 굶으라고 했고요. 아침에 가서 피 뽑아서 혈당 재고, 주사를 하나 놔어요. 그리고 한 시간쯤 어두운 방에 가만히 누워 있으라고 했어요. 움직이지도 말고 말도 하지 말라고요. 그다음에 촬영했어요.

윤 박사 그 주사가 뭐였는지 아세요?

서정은 조영제 아닌가요?

윤 박사 아닙니다. **포도당이었습니다.**

김한수 예? 포도당이에요? 당 주사를요?

윤 박사 정확히는 포도당을 아주 조금 개조한 물질입니다. 방사선을 아주 약하게 내보내는 표지를 하나 붙여 놔어요. 그래서 몸속에서 어디로 갔는지 밖에서 볼 수 있습니다. 이름이 좀 낯니다.

[용어] 에프디지 양전자 방출 단층촬영 (FDG-PET, fluorodeoxyglucose positron emission tomography)

포도당과 거의 똑같이 생긴 물질(FDG)에 방사선 표지를 붙여 주사한 뒤, 그것이 몸의 어느 부위에 많이 모이는지를 촬영하는 검사입니다.

FDG는 세포 안으로는 포도당처럼 들어가지만, 들어간 다음에는 더 분해되지 않고 **그 자리에 갇힙니다.** 그래서 포도당을 많이 퍼 가는 조직일수록 화면에서 밝게 나타납니다.

우리말로는 '양전자 단층촬영'이라고 부르고, 병원에서는 그냥 '펫(PET) 찍는다'고 합니다.

윤 박사 그러니까 이 검사는 이렇게 작동합니다.

[표 1-1] PET 검사 날에 실제로 일어나는 일

순서	하는 일	왜 그렇게 하나
1	전날 밤부터 6시간 이상 금식	혈액 속 포도당 농도를 낮춰야 주사한 포도당이 잘 흡수됩니다. 밥을 먹고 오면 진짜 포도당과 경쟁이 붙습니다
2	혈당 측정	혈당이 너무 높으면(대개 200mg/dL 이상) 검사가 잘 안 나옵니다. 검사를 미루기도 합니다
3	포도당 유사물질(FDG) 주사	이것이 몸 전체에 퍼집니다
4	약 60분간 어두운 방에서 안정	말하고 움직이면 근육과 뇌가 포도당을 퍼 갑니다. 그러면 그쪽이 밝아져 판독이 어려워집니다
5	촬영	포도당을 많이 가져간 부위가 밝게 나옵니다

김한수 그러니까... 암이 있는 자리가 밝게 나온다는 거네요.

윤 박사 많은 경우에 그렇습니다. 그리고 이건 실험실 얘기가 아니라 **오늘 대
한민국 모든 대학병원에서 매일 하는 일**입니다. 암을 찾고, 퍼졌는지 보고, 치
료 후에 남았는지 확인하는 데 씁니다.

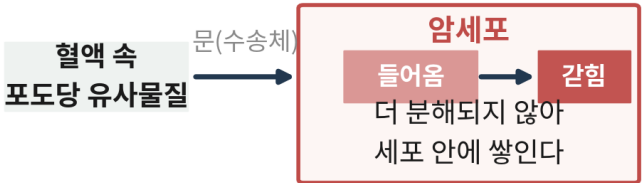
류지원 잠깐만요. 그 말은 결국 **"암세포는 포도당을 유난히 많이 먹는다"**는 걸 전
제로 검사를 하고 있다는 거네요?

윤 박사 (고개를 끄덕이며) 지원 님, 바로 그겁니다. 그리고 그 전제는 **확립된
사실**입니다. 오늘 제가 확립됐다고 말하는 몇 안 되는 것 중 하나예요.

PET 검사가 암을 찾아내는 원리



세포 안에서 벌어지는 일



포도당을 많이 가져가는 곳일수록 화면에서 밝게 나온다

※ 염증이 있는 곳도 밝게 나오고, 밝게 나오지 않는 암도 있다

[그림 1-1] PET 검사가 암을 찾아내는 원리

FDG-PET의 표준 원리 도해. 포도당 유사물질의 세포 내 포획 기전은 원전 제12장 참
고문헌 종합.

1.2 1924년, 어떤 사람이 본 이상한 일

윤 박사 이 이야기는 백 년 전에 시작됩니다. 1924년, 독일에 오토 바르부르크라는 생화학자가 있었습니다. 이 사람은 나중에 노벨 생리학상을 받습니다.

이 사람이 종양 조각을 떼어다가 유리그릇에 담고, 옆에는 정상 조직을 담았습니다. 그리고 두 조직이 각각 무엇을 얼마나 먹고 무엇을 내놓는지 재 봤어요.

서정은 그래서요?

윤 박사 종양 쪽이 포도당을 훨씬 많이 먹었고, 젖산을 훨씬 많이 내뿜었습니다.

김한수 젖산이요? 그거 운동하고 나서 근육 아픈 거 아닙니까?

윤 박사 (웃으며) 정확히 그 젖산 맞습니다. 좋은 연결이세요.

[용어] 젖산 (lactate)

포도당을 급하게 태울 때 나오는 중간 찌꺼기입니다. 완전히 태우지 않고 중간에 멈춘 상태라고 생각하시면 됩니다.

100미터를 전력으로 달리면 근육이 산소를 충분히 못 받아서 이 젖산이 쌓입니다. 그래서 다리가 타는 것처럼 아픕니다.

중요한 건 이겁니다. 젖산은 원래 산소가 부족할 때 나오는 것입니다.

윤 박사 여기까지는 그럴 수 있습니다. 종양 덩어리 안쪽은 혈관이 잘 안 닿아서 산소가 부족할 수 있으니까요. 그런데 바르부르크가 발견한 진짜 이상한 점은 따로 있었습니다.

산소를 충분히 넣어 줘도 종양은 계속 그렇게 했습니다.

김한수 어... 산소가 있는데도 산소 없을 때 하는 방식으로 한다고요?

윤 박사 네. 그게 이상한 겁니다. 그리고 이 현상에 이 사람 이름이 붙었습니다.

[용어] 워버그 효과 (Warburg effect)

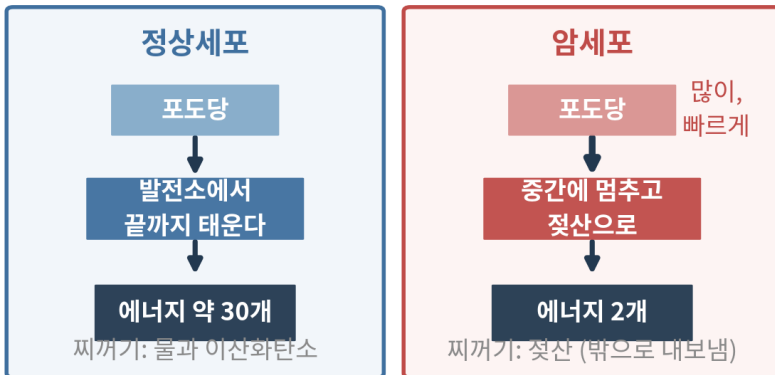
산소가 충분히 있는데도 암세포가 포도당을 빠르게 흡수해서 상당 부분을 젖산으로 바꿔 내보내는 현상입니다.

발견자 오토 바르부르크(Otto Warburg)의 이름을 따왔습니다. 우리나라에서는 '워버그 효과'로 굳어져 쓰입니다.

주의할 점 하나 — 이 말은 "암세포가 산소를 전혀 못 쓴다"는 뜻이 **아닙니다**. 이 오해가 백 년 동안 이어졌고, 지금도 인터넷에 많이 돌아다닙니다. 3장에서 자세히 바로잡겠습니다.

산소가 있는데도 — 정상세포와 암세포의 차이

산소는 두 세포 모두에 충분히 있다



에너지는 15배 손해. 그런데도 이 길을 쓰는 이유가 있다

[그림 1-2] 산소가 있는데도 — 정상세포와 암세포의 포도당 처리 방식

워버그 효과의 개념 도해. 호기성 해당과 혐기성 해당의 구분은 원전 제12장 참고문헌 종합.

1.3 왜 손해 보는 방법을 쓰는가

류지원 박사님, 그거 손해 아닌가요? 완전히 태우면 에너지가 더 나올 텐데요.

윤 박사 지원 님, 오늘 두 번째로 좋은 질문입니다. 숫자로 보시죠.

[표 1-2] 포도당 한 알을 처리하는 두 갈래 길

	중간에 멈추는 길 (젖산까지)	끝까지 태우는 길
산소가 필요한가	필요 없다	필요하다
어디서 일어나나	세포 안 액체 부분	세포 안 발전소(미토콘드리아)
얻는 에너지	2개	약 30~32개
속도	매우 빠르다	느리다
남는 것	젖산	물과 이산화탄소

※ '에너지 몇 개'는 세포가 쓰는 에너지 화폐(ATP)의 개수입니다.

김한수 아니 15배 차이가 나는데요? 왜 그 짓을 합니까?

윤 박사 그게 이 분야의 백 년짜리 질문이었습니다. 지금은 답이 어느 정도 정리됐어요. 세 가지입니다.

첫째, 속도입니다. 한 알당 수익은 적어도, 아주 많이 빠르게 돌리면 시간당 총 수익은 오히려 클 수 있습니다. 큰 발전소 한 대를 천천히 돌리는 대신 작은 발전기 백 대를 미친 듯이 돌리는 방식입니다. 포도당만 충분히 들어온다면 이게 더 빠릅니다.

둘째, 재료입니다. 이게 사실 더 중요합니다. 세포가 하나에서 둘로 나뉘려면 에너지만 있어서는 안 됩니다. **새 몸통을 지을 재료**가 있어야 해요. 유전자를 복사할 재료, 세포막을 지을 기름, 단백질을 만들 부품. 그런데 포도당을 완전히 태워 버리면 그냥 물과 이산화탄소가 되어 날아갑니다. **재료가 남지 않습니다.**

서정은 아... 태우지 않고 중간에 빼돌린다는 거네요.

윤 박사 (정은을 보며) 정은 님, 지금 아주 정확하게 말씀하셨습니다. 그겁니다. 포도당을 반쯤 분해한 상태에서 옆길로 빼내면, 그게 그대로 건축 자재가 됩니다.

셋째, 재활용입니다. 이 빠른 처리 공정을 계속 돌리려면 특정 부품이 계속 되돌아와야 하는데, 젖산을 만드는 마지막 단계에서 바로 그 부품이 회수됩

니다. 그러니까 젖산을 만드는 것은 쓰레기를 버리는 게 아니라 공정을 멈추지 않기 위한 재활용 단계입니다.

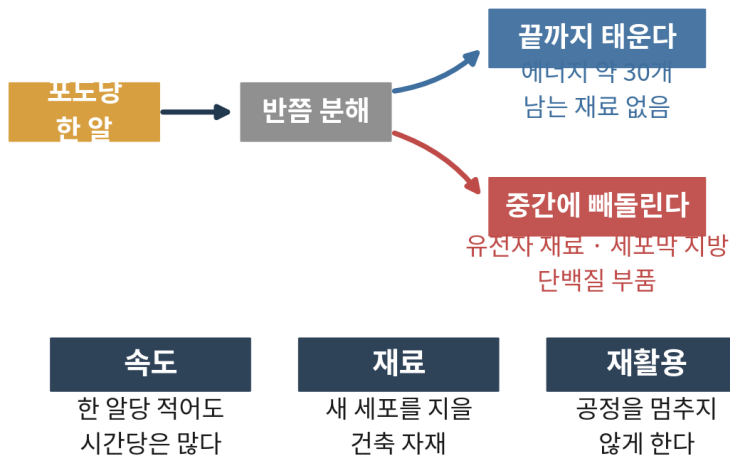
[표 1-3] 암세포가 손해 보는 길을 택하는 세 가지 이유

이유	무엇을 얻는가
속도	한 알당 수익은 적지만 시간당 총량은 많다
재료	반쯤 분해된 중간 물질을 빼내 새 세포의 건축 자재로 쓴다
재활용	공정을 계속 돌리는 데 필요한 부품을 회수한다

※ 여기에 하나 더 있습니다. 내뱉은 젖산이 종양 주변을 산성으로 만들어, 암세포를 공격해야 할 면역세포의 활동을 떨어뜨립니다. 이건 3장에서 다시 다룹니다.

윤 박사 그러니까 워버그 효과는 고장이 아닙니다. **빠르게 불어나야 하는 세포가 선택한 전략**입니다. 이 말은 좀 무섭게 들릴 수 있는데, 그 반대이기도 합니다. **전략이라면, 약점도 있을 수 있으니까요.**

포도당 한 알의 두 갈래 길 — 에너지냐 재료냐



[그림 1-3] 포도당 한 알의 두 갈래 길 — 에너지냐 재료냐

해당과정과 산화적 인산화의 비교 도해. 수치는 원전 제12장 참고문헌 종합.

[한 걸음 더] 워버그 효과에 붙은 세 가지 오해

이 개념은 백 년 동안 여기저기 인용되면서 오해도 같이 커졌습니다. 자주 보이는 세 가지를 미리 정리해 둡니다.

오해 ① "암세포의 발전소는 다 망가져 있다."

바르부르크 본인이 처음에 그렇게 생각했습니다. 세포 안의 발전소(미토콘드리아)가 고장 나서 어쩔 수 없이 급하게 태우는 방식으로 돌린다고요. 그런데 지금은 다릅니다. **발전소가 멸절한데도 이 방식을 쓰는 암이 아주 많습니다.** 심지어 어떤 암은 발전소를 오히려 더 열심히 돌립니다. 고장이 아니라 선택입니다.

오해 ② "암세포는 산소를 못 쓴다."

워버그 효과의 핵심은 **산소가 있는데도** 그렇게 한다는 것입니다. 산소가 없어서가 아닙니다. 실제로 종양 안에도 산소가 잘 닿는 부위와 안 닿는 부위가 섞여 있고, 두 가지 현상이 한 덩어리 안에 같이 있을 수 있습니다.

오해 ③ "PET에서 밝게 나오면 암, 안 나오면 암이 아니다."

둘 다 틀립니다. **염증이 있는 곳도 포도당을 많이 씹니다.** 수술 자리, 감염된 곳, 심지어 최근에 운동을 많이 한 근육도 밝게 나올 수 있습니다. 반대로 **밝게 안 나오는 암도 있습니다.** 전립선암 중에는 포도당보다 다른 연료를 주로 쓰는 종류가 있어서, 다른 종류의 표지물질을 써야 보입니다.

왜 이걸 미리 말씀드리냐면 — **이 세 가지 오해 위에 세워진 식이요법 주장이 인터넷에 아주 많기 때문입니다.**

1.4 "그러면 설탕을 끓으면 되는 거 아닙니까"

김한수 박사님, 그럼 답 나온 거 아닙니까? 암이 당을 먹고 산다면 당을 안 주면 되잖아요. 저 인터넷에서 그 얘기 진짜 많이 봤습니다.

윤 박사 (잠시 멈추고) 한수 님. 지금 하신 그 질문이 **이 책 전체에서 가장 중요한 질문**입니다. 그리고 답은 "아니요, 그렇게 간단하지 않습니다"입니다.

김한수 왜요?

윤 박사 이유를 네 가지 말씀드리겠습니다. 오늘은 이름만 걸어 두고, 각각 뒤에서 한 장씩 제대로 다룰 겁니다.

첫째, 암세포는 포도당만 먹지 않습니다.

이게 가장 큼니다. 암세포는 포도당 말고도 **글루타민**이라는 아미노산을 쓸 수 있고, **지방산**도 쓸 수 있고, 심지어 옆 세포가 내버린 **젖산**도 주워 씹니다. 포도당 한 길을 막으면 다른 길로 갑니다. 이걸 '대사 유연성'이라고 부르는데, 3장 전체를 여기에 쓰겠습니다.

류지원 그러니까 굶기려고 해도 땀 데서 먹는다.

윤 박사 정확합니다.

둘째, 혈당은 마음대로 내려가지 않습니다.

서정은 그건 무슨 말씀이세요? 밥을 안 먹으면 혈당이 떨어지지 않나요?

윤 박사 어느 선까지만 떨어집니다. 우리 뇌와 적혈구는 포도당이 반드시 있어야 하거든요. 그래서 밥을 아예 안 먹어도 **간이 알아서 포도당을 만들어 냅니다**. 몸은 혈당을 일정 범위 안에 유지하도록 설계되어 있어요. 탄수화물을 아무리 줄여도 혈당이 0이 되지는 않습니다. 절대로요.

셋째, 혈액의 당 농도와 종양이 실제로 퍼 가는 양은 다른 숫자입니다.

이게 좀 미묘한데 중요합니다. 같은 혈당을 가진 두 사람이 있어도, 종양이 실제로 빨아들이는 포도당의 양은 다를 수 있습니다. 종양 쪽 혈관이 얼마나 잘 닿아 있는지, 그 암세포가 포도당 문(門)을 몇 개나 열어 났는지에 따라 달라지거든요.

넷째, 그리고 이게 제일 중요합니다. 굶으면 환자가 먼저 상합니다.

(강의실이 조용해졌다.)

윤 박사 암 치료를 받는 분이 체중이 빠지고 근육이 줄면, 항암치료를 버티는 힘이 떨어집니다. 그러면 어떻게 되냐면 — 치료 용량을 줄이거나, 일정을 미루거나, 심하면 중단합니다. **암을 굶기려다 치료를 놓치는 겁니다**. 이건 가정이 아니라 임상에서 반복해서 확인된 일입니다.

서정은 …저 항암 시작하고 4kg 빠졌는데요.

윤 박사 정은 님, 그건 11장에서 아주 자세히 다룰 겁니다. 지금 말씀드릴 것은 이겁니다. **이 강좌는 정은 님한테 덜 드시라고 하지 않습니다**. 오히려 충분히 드시게 하는 게 목표예요. 다만 **무엇을** 드시는지를 바꿔 보자는 겁니다.

[표 1-4] '굶긴다'는 말의 두 가지 뜻

	이 책이 하려는 것	이 책이 반대하는 것
먹는 양	지킨다. 체중과 근육을 유지하는 것이 최우선	굶는다, 열량을 크게 줄인다
먹는 종류	바꿔 본다. 탄수화물을 줄이고 지방을 늘린다	—
목표	환자는 먹이고, 연료 구성만 바꾼다	"암을 굶겨 죽인다"
표준치료	무조건 먼저. 식단이 치료를 밀어내면 즉시 멈춘다	식단으로 치료를 대신한다

윤 박사 이 표가 이 책의 제목입니다. 굶기지 않고, 굶긴다.

1.5 몸에는 연료가 두 개 있습니다

류지원 그러면 탄수화물을 줄이면 몸은 뭘로 돌아갑니까?

윤 박사 지원 님, 이제 이 강좌의 주인공이 나옵니다.

우리 몸에는 주 연료가 두 개 있습니다. 하나는 다들 아시는 포도당입니다. 그리고 다른 하나가 케톤체입니다.

김한수 케톤이요? 그거 다이어트 할 때 나오는 그거 아닙니까?

윤 박사 맞습니다. 그런데 다이어트 유행어가 되기 훨씬 전부터 있던 물질입니다.

[용어] 케톤체 (ketone body)

탄수화물이 부족할 때, 간이 지방을 태워서 만드는 물질입니다. 세 종류가 있는데 그중 가장 중요한 것이 '베타하이드록시부티레이트'(줄여서 BHB)입니다. 이름이 어려우니 이 책에서는 대부분 그냥 '케톤'이라고 쓰겠습니다.

케톤은 물에 녹습니다. 그래서 혈액을 타고 온몸으로 갈 수 있고, 특히 뇌가 쓸 수 있습니다. 지방 자체는 뇌에 들어가지 못하지만 케톤은 들어갑니다.

이건 비상 수단이 아니라 원래 설계된 두 번째 연료 계통입니다. 갓 태어난 아기, 밤새 굶은 사람, 오래 걷는 사람의 몸에서 늘 조금씩 만들어집니다.

서정은 그러니까 밥을 줄이면 몸이 지방을 태워서 그걸 만든다는 거죠?

윤 박사 그렇습니다. 그리고 여기서 이 강좌의 핵심 가설이 나옵니다.

많은 암세포는 포도당을 쓰는 데는 아주 뛰어난데, 케톤을 쓰는 능력은 상대적으로 떨어지는 경우가 있습니다. 케톤을 쓰려면 특정 효소가 있어야 하는데, 그 효소가 줄어 있는 암세포들이 관찰됐습니다.

류지원 그러면 정상세포는 케톤으로 갈아타고, 암세포는 못 갈아타고?

윤 박사 (손가락을 세우며) 지원 님. **그게 가설입니다.** 지금 아주 정확하게 말씀하셨는데, 제가 여기서 반드시 선을 그어야 합니다.

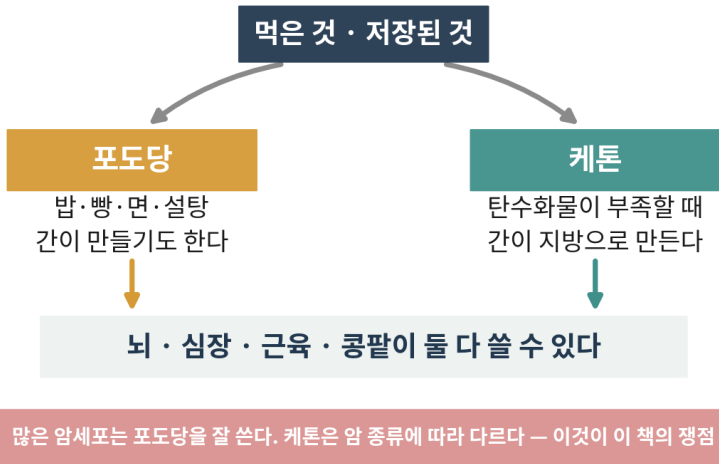
이건 아직 증명되지 않았습니다.

세포를 접시에 놓고 실험하면 그런 결과가 잘 나옵니다. 쥐 실험에서도 종양이 천천히 자란 사례들이 꽤 있습니다. 그런데 사람에게서 "이 식단을 하면 더 오래 산다"를 보여 준 연구는 아직 없습니다. 없습니다. 저는 이 말을 열두 번 강의 내내 반복할 겁니다.

김한수 ...그럼 왜 하는 겁니까?

윤 박사 (웃으며) 한수 님, 오늘 질문을 제일 잘하십니다. 그 답이 9장이고 10장입니다. 오늘은 짧게만 말씀드리죠. **첫째, 아직 모른다는 것은 효과가 없다는 뜻이 아닙니다. 둘째, 이 식단에는 암 효과와 별개로 이미 알려진 이득이 있습니다. 셋째, 위험이 관리 가능한 수준이라면 검증해 볼 가치가 있습니다.**

몸의 두 가지 연료



[그림 1-4] 몸의 두 가지 연료 — 포도당과 케톤

포도당-케톤 이중 연료계의 개념 도해. 케톤체 생성과 이용은 원전 제52장 참고문헌 종합.

1.6 그런데 암세포도 케톤을 쓰면 어떡합니까

류지원 박사님. 방금 "일부 암세포는 케톤을 잘 못 쓴다"고 하셨는데, 그럼 **잘 쓰는 암세포도 있다**는 얘기잖아요.

윤 박사 (잠시 지원을 보다가) 지원 님, 오늘 세 번째로 정확한 질문입니다. 네, 있습니다.

김한수 그럼 그런 암한테는 이게 오히려 밥을 주는 겁니까?

윤 박사 한수 님이 지금 이 분야에서 가장 심각하게 논쟁되는 지점을 짚으셨습니다. 솔직하게 말씀드리겠습니다.

실험실 자료를 보면, 어떤 암세포들은 케톤을 연료로 받아 쓸 수 있습니다. 케톤을 쓰려면 세포 안에 특정 효소가 있어야 하는데, 그 효소가 넉넉하게 있

는 암세포가 있어요. 심지어 몇몇 연구에서는 **종양 주변의 정상 세포가 만들어 준 케톤을 암세포가 받아 쓰는** 현상이 보고되기도 했습니다.

서정은 …그럼 하면 안 되는 거 아니에요?

윤 박사 정은 님, 여기서 두 가지를 구분해야 합니다.

첫째, 접시 위의 세포와 사람 몸속의 종양은 다릅니다. 접시에 세포를 놓고 케톤만 넣어 주면 그걸 씹니다. 안 쓰면 죽으니깐요. 그런데 사람 몸속에서는 포도당도 있고 지방산도 있고 아미노산도 있습니다. 조건이 완전히 다릅니다.

둘째, 그리고 이게 더 중요한데 — 암 종류마다 다릅니다. 그래서 이 분야에서는 "케톤식이 암에 좋다/나쁘다"라는 문장 자체가 성립하지 않습니다. **어떤 암에서, 어떤 치료와 함께, 어떤 강도로**를 빼면 아무 말도 아닙니다.

류지원 그럼 지금 사람 대상 연구는 어떤 암에서 제일 많이 됐습니까?

윤 박사 뇌종양의 한 종류인 **교모세포종**, 그리고 유방암, 대장암, 췌장암 순입니다. 다만 대부분 **참가자 10~50명짜리 작은 연구**예요. 9장에서 하나씩 다 뜯어보겠습니다.

김한수 저희 집사람은 대장암인데요.

윤 박사 한수 님, 그 얘기는 11장에서 암 종류별로 정리해서 말씀드리겠습니다. 미리 하나만 말씀드리면 — **대장암에서는 사람 대상 연구가 있긴 하지만 아직 아주 작습니다.** 그리고 대장 수술을 받은 분은 식이섭유와 지방 처리에 별도의 주의가 필요합니다. 그건 반드시 담당 선생님과 상의하셔야 하는 부분이에요.

1.7 백 년 동안 무슨 일이 있었나

윤 박사 시간표를 한번 보시죠. 1924년부터 오늘까지입니다.

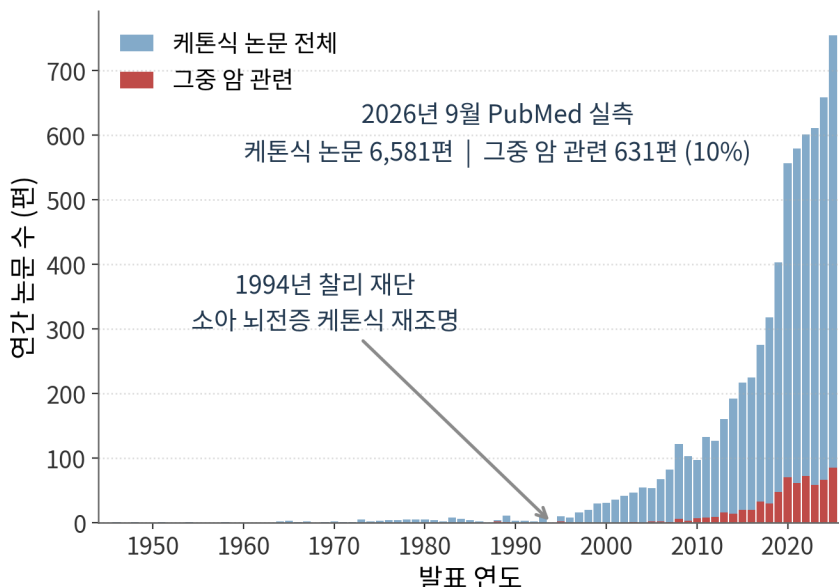
- **1924년** — 바르부르크가 종양의 포도당 소비와 젖산 생산을 보고합니다.
- **1931년** — 바르부르크가 노벨 생리의학상을 받습니다. 다만 수상 이유는 암이 아니라 세포 호흡 효소 연구였습니다.

- **1920~30년대** — 같은 시기에 미국에서는 케톤식이 소아 뇌전증 치료법으로 쓰이기 시작합니다. 암과는 아직 상관이 없었습니다.
- **1950~70년대** — 항암제와 방사선치료가 발전합니다. 암 연구의 관심은 대사에서 **유전자**로 완전히 옮겨 갑니다. 워버그의 관찰은 오랫동안 각주로 남습니다.
- **1970년대 후반** — 포도당 유사물질(FDG)이 개발되고, 워버그의 관찰이 진단 기술로 되살아납니다. 지금의 PET입니다.
- **1990년대~2000년대** — 유전자만으로는 설명이 안 되는 부분들이 쌓입니다. 암 대사 연구가 다시 살아납니다.
- **2010년대** — 케톤식과 암에 대한 사람 대상 연구가 하나둘 발표되기 시작합니다. 대부분 참가자 10~50명 규모의 작은 연구입니다.
- **2020년대** — 여러 연구를 묶어서 분석한 결과들이 나옵니다. 가장 일관된 결과는 **"혈당이 내려간다"**입니다. 종양이 줄었다거나 더 오래 살았다는 결과는 **아직 확정적이지 않습니다**.

류지원 그러니까 백 년 동안 진단에는 쓰이는데 치료에는 못 쓰고 있다.

윤 박사 (고개를 끄덕이며) 아주 정확한 요약입니다. 그리고 그게 이 분야의 현재 위치입니다.

케톤식 논문은 늘었지만, 암 관련은 그중 일부다



[그림 1-5] 케톤식 연구 논문의 100년 — 연도별 발표 편수

미국 국립의학도서관 PubMed 직접 조회(2026-09-10). 검색어 및 집계 방식은 부록 C 참조.

서정은 논문이 이렇게 늘었으면 뭔가 나온 거 아니에요?

윤 박사 정은 님, 논문 수는 **관심**의 크기를 보여 주지 **답**의 크기를 보여 주지 않습니다. 이 구분이 중요합니다.

논문이 백 배 늘어도 그 안에 사람 대상 무작위 비교 연구가 몇 편이냐가 진짜 숫자예요. 그리고 그 숫자는 아직 한 손으로 셀 수 있는 수준입니다. 정확한 편수는 9장에서 다 세어 드리겠습니다.

1.8 왜 아직 표준치료가 아닌가

김한수 박사님. 저는 이게 계속 이해가 안 갑니다. 백 년이나 됐고, 논문도 그렇게 많고, 쥐에서는 된다면서요. 근데 왜 아직 병원에서 안 해 줍니까?

윤 박사 한수 님, 이걸 정말 중요한 질문이라 오늘 끝나기 전에 꼭 답을 드리고 싶었습니다.

이유가 크게 네 가지입니다.

첫째, 쥐와 사람은 다릅니다. 이걸 케톤식만의 문제가 아니라 의학 전체의 문제예요.

[한 걸음 더] 왜 쥐에서 되는 것이 사람에서 안 되나

실험용 쥐의 대사 속도는 사람보다 **약 7배 빠릅니다**. 몸이 작을수록 단위 무게당 열량 소비가 큼니다. 그래서 쥐는 같은 식단을 먹어도 케톤이 훨씬 빨리, 훨씬 높이 올라갑니다.

게다가 실험은 대개 이렇게 합니다. 유전적으로 거의 똑같은 쥐들에게, 똑같은 암세포를, 똑같은 자리에, 똑같은 날에 심습니다. 그리고 다른 병이 없는 젊은 쥐를 씁니다.

사람은 정반대입니다. 나이도 다르고, 유전자도 다르고, 당뇨나 고혈압을 같이 앓기도 하고, 암의 성질도 사람마다 다르고, 받는 치료도 다르고, 식단을 얼마나 잘 지키는지도 천차만별입니다.

그래서 의학에는 이런 말이 있습니다. **"쥐의 암은 지난 수십 년 동안 수천 번 완치되었다."** 자조적인 농담이지만 사실입니다. 동물실험 결과가 사람 치료로 이어지는 비율은 분야에 따라 다르지만 대체로 매우 낮습니다.

둘째, 지키기가 어렵습니다.

케톤이 실제로 올라가려면 탄수화물을 상당히 낮춰야 합니다. 그런데 항암치료를 받는 분들은 입맛이 없고, 구내염이 생기고, 메스껍고, 냄새에 민감해집니다. 그 상태에서 식단을 엄격하게 지키는 것은 대단히 어렵습니다.

실제로 여러 연구에서 **중도 포기율이 20~40%**에 이릅니다. 그리고 포기한 분들의 자료를 빼고 분석하면 결과가 좋아 보이는 착시가 생깁니다.

류지원 그거 '완주자만 분석'이죠. 기사 쓸 때 제일 조심하는 함정입니다.

윤 박사 (웃으며) 지원 님, 정확합니다. 9장에서 그 얘기만 한 절을 쓰겠습니다.

셋째, 무엇을 재야 할지가 아직 합의되지 않았습니다.

혈당이 떨어진 게 좋은 겁니까? 케톤이 올라간 게 좋은 겁니까? 그 둘은 식단을 잘 지켰다는 증거이지 **암이 줄었다**는 증거가 아닙니다. 이 구분이 이 책 전체에서 가장 중요한 원칙 중 하나입니다.

[표 1-5] 헛갈리기 쉬운 두 종류의 숫자

	무엇을 보여 주나	예
식단을 잘 지켰다는 숫자	그 사람이 실제로 그 식단을 했는가	혈중 케톤 농도, 혈당, 소변 케톤
환자에게 좋은 일이 생겼다는 숫자	실제로 도움이 되었는가	종양 크기, 재발까지 걸린 기간, 생존 기간, 삶의 질, 치료 부작용

두 번째 줄이 진짜입니다. 첫 번째 줄이 좋아졌다고 두 번째 줄이 좋아진다는 보장은 없습니다.

넷째, 위험이 있습니다. 그리고 암 환자에게는 그 위험이 더 큼니다.

체중이 빠질 수 있습니다. 근육이 줄 수 있습니다. 당뇨약을 쓰는 분은 혈당이 위험하게 떨어질 수 있습니다. 특정 당뇨약을 쓰는 분은 드물지만 심각한 상태에 빠질 수 있습니다. 이 얘기는 11장 전체를 여기에 쓰겠습니다.

서정은 그러니까 결론은… 아직 아니다?

윤 박사 "아직 아니다"와 "영원히 아니다"는 다릅니다. 그리고 "치료로는 아직 아니다"와 "지금 해도 안전한가"도 다른 질문입니다.

지금 시점에서 제가 정직하게 드릴 수 있는 말은 이겁니다. **이 식단은 암을 치료하는 방법으로 검증되지 않았습니다. 다만 조건을 갖춘 분이, 의료진과 함께, 안전 기준을 지키며 시도해 볼 수 있는 후보입니다. 그 조건이 무엇인지가 이 강좌의 나머지 열한 번입니다.**

1.9 열두 번의 지도

윤 박사 마지막으로 앞으로 갈 길을 보여 드리겠습니다. 오늘 이 표를 사진으로 찍어 두셔도 좋습니다.

[표 1-6] 열두 번의 강의 지도

회차	무엇을 하나	한 문장
1	오늘 — 백 년의 관찰	암은 포도당을 많이 쓴다. 그런데 그게 답은 아니다
2	암이라는 병	암은 하나가 아니라 진화하는 세포 무리다
3	암세포의 식성	포도당만 먹는 게 아니다. 글루타민과 지방도 먹는다
4	성장 신호	인슐린이 왜 문제인가. 몸이 보내는 "자라라"는 신호
5	표준치료	수술·방사선·항암제·표적·면역치료. 식단이 대신할 수 없는 자리
6	무엇을 먹어 왔는가	수십만 명을 추적한 연구가 말하는 것과 말하지 못하는 것
7	두 번째 연료	케톤이란 무엇이며, 연료이면서 어떻게 신호가 되는가
8	굶는다는 것	단식·시간제한식은 무엇이 다르고 무엇이 위험한가
9	성적표	쥐에서는, 사람에서는. 정확하게 세어 본 연구들
10	왜 '식물성'인가	같은 케톤식이라도 무엇으로 지방을 채우느냐가 다르다
11	안전이 먼저	하면 안 되는 사람, 멈춰야 할 때, 암 종류별 한계
12	식탁으로	실제로 어떻게 시작하고 어떻게 기록하는가

윤 박사 순서에 뜻이 있습니다. **식단 얘기를 하기 전에 암을 알아야 하고, 케톤 얘기를 하기 전에 표준치료를 알아야 합니다.** 이 순서를 뒤집으면 위험한 책이 됩니다.

(한수가 노트에 표를 그대로 옮겨 적었다.)

김한수 박사님, 12주 뒤에 저는 뭘 할 수 있게 됩니까?

윤 박사 세 가지입니다. 첫째, **아내분의 상태에서 이 식단이 가능한지 아닌지 판단할 수 있게 됩니다.** 둘째, **하기로 했다면 무엇을 재고 언제 멈춰야 하는지** 아시게 됩니다. 셋째 — 이게 사실 제일 중요한데 — **인터넷에서 본 주장이 몇 층짜리인지 구분하실 수 있게 됩니다.**

1.10 이 책이 쓰는 네 층의 근거

윤 박사 이제 오늘의 마지막입니다. 앞으로 열한 번 동안 제가 계속 쓸 도구를 하나 드리겠습니다.

제가 무슨 말을 할 때마다, 그 말이 어느 층에 있는지 표시하겠습니다. 네 층입니다.

[표 1-7] 이 책이 쓰는 네 층의 근거

층	뜻	어떻게 대해야 하나	이 주제에서의 예
① 확립	여러 연구가 반복해서 같은 결과를 보였다	그대로 믿고 써도 된다	암세포의 대사가 정상세포와 다르다 / 체중·근육을 지키는 것이 중요하다 / 탄수화물을 줄이면 케톤이 올라간다
② 가능성	사람 대상 연구에서 신호는 있으나 확증이 부족하다	조건을 달고 조심스럽게	혈당과 인슐린이 내려간다 / 일부 체성분 변화 / 일부 상황에서 실행 가능하다
③ 모름	연구가 작거나 결과가 엇갈린다	연구가 더 필요하다	암 종류별로 더 오래 사는가 / 케톤 수치를 얼마로 맞춰야 하는가
④ 하연안됨	근거가 없거나 위험하다	하지 말아야 한다	표준치료를 식단으로 대체 / 모든 암에 같은 처방 / 케톤 수치를 재발 검사처럼 사용

윤 박사 이 표를 부록에 크게 실어 두겠습니다. 그리고 매 장 끝에서 오늘 이 야기가 어느 층이었는지 정리하겠습니다.

류지원 박사님, 하나만요. 이 강좌 12주 동안 ④번에 해당하는 얘기를 하시는 분들도 많잖아요. 인터넷에요.

윤 박사 많습시다. 그리고 그게 제가 이 강좌를 하는 이유 중 하나입니다.

암 진단을 받으면 사람이 무엇이든 하고 싶어집니다. 그 마음을 노리는 정보가 정말 많습시다. 저는 여러분이 "무엇을 해야 하나"보다 "무엇을 믿을 수 있나"를 판단하실 수 있게 되기를 바랍니다. 그게 열두 번의 진짜 목표예요.

(정은이 결과지를 접어 가방에 넣었다.)

서정은 박사님. 그럼 다음 주에는 뭘 하나요?

윤 박사 다음 주에는 암이라는 병 자체를 봅니다. 식단 얘기를 하려면 상대를 먼저 알아야 하니까요. 그리고 미리 말씀드리면 — **암은 하나의 병이 아닙니다.** 그것부터 시작하겠습니다.

오늘의 정리

① 병원은 **포도당을 이용해 암을 찾습니다**. 포도당 유사물질을 주사하고 어디에 모이는지 촬영하는 PET 검사입니다. 그러려면 6시간 이상 굶어야 하고, 검사 전 1시간은 말도 하지 않고 누워 있어야 합니다. 이 검사가 매일 쓰인다는 사실 자체가 **"많은 암세포가 포도당을 유난히 많이 가져간다"**는 것의 증거입니다. → **확립**

② 1924년 오토 바르부르크는 **산소가 충분한데도 종양이 포도당을 급하게 태워 젖산을 내뿜는 것**을 관찰했습니다. 이것을 워버그 효과라고 합니다. 다만 이 말은 **"암세포가 산소를 못 쓴다"**는 뜻이 아닙니다. → **확립**

③ 이 방식은 포도당 한 알당 에너지가 2개로, 끝까지 태울 때의 약 30~32개보다 훨씬 적습니다. 그런데도 암세포가 이 길을 쓰는 이유는 **속도, 재료, 재 활용** 세 가지입니다. 특히 **재료** — 반쯤 분해된 중간 물질을 빼내 새 세포를 짓습니다.

④ 그러나 **"당을 끊으면 암이 굶는다"**는 틀린 단순화입니다. 이유는 네 가지입니다. 암세포는 글루타민·지방산·젖산도 씹니다. 간이 포도당을 계속 만들어 냅니다. 혈당과 종양이 실제 퍼 가는 양은 다른 숫자입니다. 그리고 **끊으면 환자가 먼저 상합니다**.

⑤ 몸에는 연료가 둘입니다. **포도당과 케톤**입니다. 케톤은 탄수화물이 부족할 때 간이 지방으로 만드는 물질이고, 물에 녹아 뇌까지 갑니다. **일부 암세포는 케톤을 잘 쓰지 못한다**는 관찰이 있지만, 이것이 사람의 생존을 늘린다는 증거는 **아직 없습니다**. → **가능성 / 모름**

⑥ 이 책은 모든 이야기를 **확립 · 가능성 · 모름 · 하면 안 됨** 네 층으로 나누어 말합니다.

오늘의 한 문장 — 암세포가 포도당을 많이 쓴다는 것은 백 년 된 확립된 사실이고, 그래서 병원이 그것으로 암을 찾습니다. 그러나 그 사실에서 **"당을 끊으면 낫는다"**까지는 아주 먼 거리가 있고, 이 책은 그 거리를 정직하게 걸어갈 것입니다.

다음 시간

2장 — 암이라는 병, 하나가 아니다. 같은 '암'이라는 이름 아래 얼마나 다른 병들이 들어 있는지, 정상세포가 어떤 단계를 거쳐 암세포가 되는지, 그리고

왜 전이가 무서운지를 봅니다. 상대를 정확히 알아야 식단 이야기가 과장되지 않습니다.

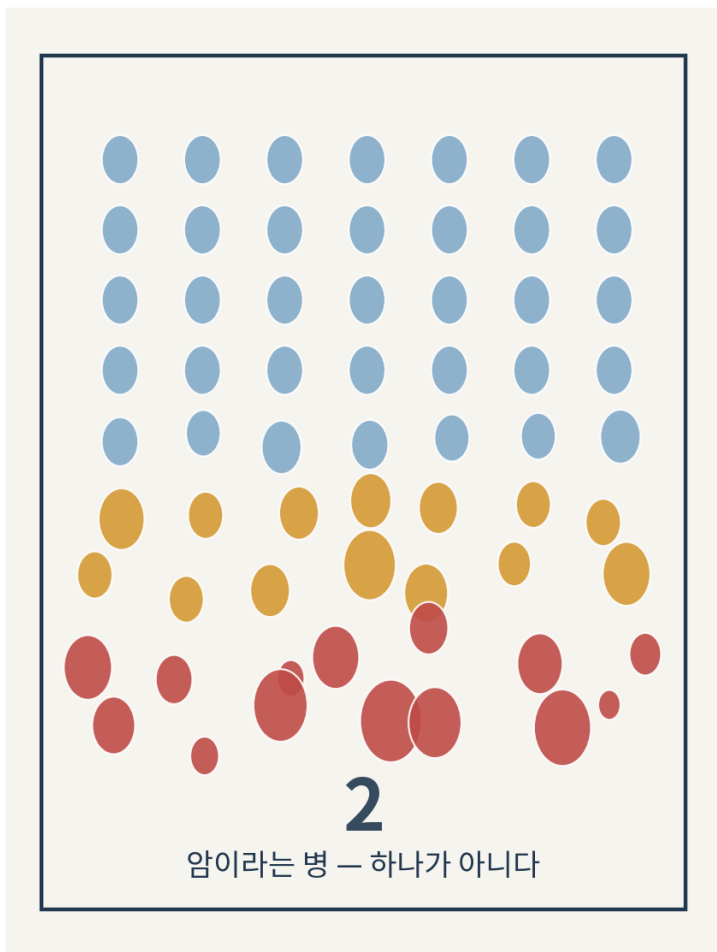
1장의 출처

1. Barba, I., Carrillo-Bosch, L., & Seoane, J. (2024). Targeting the Warburg effect in cancer: Where do we stand? *International Journal of Molecular Sciences*, 25(6), 3142. <https://doi.org/10.3390/ijms25063142>
2. Buga, A., Harper, D. G., Sapper, T. N., Hyde, P. N., Fell, B., Dickerson, R., Stoner, J. T., Kackley, M. L., Crabtree, C. D., Decker, D. D., Robinson, B. T., Krystal, G., Binzel, K., Lustberg, M. B., & Volek, J. S. (2024). Feasibility and metabolic outcomes of a well-formulated ketogenic diet as an adjuvant therapeutic intervention for women with stage IV metastatic breast cancer: The Keto-CARE trial. *PLoS ONE*, 19(1), e0296523. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296523>
3. Campbell, T. M., Campbell, E. K., Culakova, E., Blanchard, L. M., Wixom, N., Guido, J. J., Fettes, J., Huston, A., Shayne, M., Janelins, M. C., Mustian, K. M., Moore, R. G., & Peppone, L. J. (2024). A whole-food, plant-based randomized controlled trial in metastatic breast cancer: weight, cardiometabolic, and hormonal outcomes. *Breast Cancer Research and Treatment*, 205(2), 257-266. <https://doi.org/10.1007/s10549-024-07266-1>
4. Chen, W., Zhao, H., & Li, Y. (2023). Mitochondrial dynamics in health and disease: Mechanisms and potential targets. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8(1), 333. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01547-9>
5. Duraj, T., Kalamian, M., Zuccoli, G., Maroon, J. C., D'Agostino, D. P., Scheck, A. C., et al. (2024). Clinical research framework proposal for ketogenic metabolic therapy in glioblastoma. *BMC Medicine*, 22(1), 578. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03775-4>
6. Effects of ketogenic diets on cancer-related variables: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. (2024). *Nutrition Bulletin*. PMID: 38923748. <https://doi.org/10.1111/mbu.12693>
7. Garcia, J. H., Jain, S., & Aghi, M. K. (2021). Metabolic drivers of invasion in glioblastoma. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 9, 683276. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.683276>

8. Impact of ketogenic diets on cancer patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. (2025). *Frontiers in Nutrition*. PMID: 40756563. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1535921>
9. Kamali, M., Ataei Kachooei, M., Aminnezhad, B., et al. (2026). The Effect of a Ketogenic Diet on Cancer: Evidence From Systematic Reviews and Meta-Analyses. PMID: 41782309. <https://doi.org/10.1177/15347354261422756>
10. Kozal, K., Józćwiak, P., & Krzesćlak, A. (2021). Contemporary perspectives on the Warburg effect inhibition in cancer therapy. *Cancer Control*, 28, 10732748211041243. <https://doi.org/10.1177/10732748211041243>
11. Ligibel, J. A., Bohlke, K., May, A. M., et al. (2022). Exercise, Diet, and Weight Management During Cancer Treatment: ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 40, 2491-2507. <https://doi.org/10.1200/JCO.22.00687>
12. Liu, H., Wang, S., Wang, J., et al. (2025). Energy metabolism in health and diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 10(1), 69. <https://doi.org/10.1038/s41392-025-02141-x>
13. Murakami, M., & Tognini, P. (2022). Molecular mechanisms underlying the bioactive properties of a ketogenic diet. *Nutrients*, 14(4), 782. <https://doi.org/10.3390/nu14040782>
14. Nandi, I., Ji, L., Smith, H. W., Avizonis, D., Papavasiliou, V., Lavoie, C., Pacis, A., Attalla, S., Sanguin-Gendreau, V., & Muller, W. J. (2024). Targeting fatty acid oxidation enhances response to HER2-targeted therapy. *Nature Communications*, 15, 6587. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-50998-3>
15. National Cancer Institute, Division of Cancer Biology. (2026). Cancer Cell Biology Research; Tumor Biology and Microenvironment Research. <https://www.cancer.gov/about-nci/organization/dcb/>
16. National Cancer Institute. (2024). Nutrition in Cancer Care (PDQ®) - Ketogenic diet. <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/side-effects/appetite-loss/>
17. National Cancer Institute. (2024). Popular Diets, Supplements, and Cancer. <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/cam/diets-supplements>
18. Persiani, M., Dallolio, L., Masini, A., et al. (2026). Ketogenic Diet in the Treatment of Malignant Gliomas: A Systematic Review. *Nutrients*, 18(13), 2166. <https://doi.org/10.3390/nu18132166>

19. Post-Diagnosis Dietary Patterns among Cancer Survivors in Relation to All-Cause Mortality and Cancer-Specific Mortality: A Systematic Review and MetaAnalysis of Cohort Studies. (2023). PMID: 37686892.
20. Rock, C. L., Thomson, C. A., Sullivan, K. R., et al. (2022). American Cancer Society nutrition and physical activity guideline for cancer survivors. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 72, 230-262. <https://doi.org/10.3322/caac.21719>
21. Rosito, M., Maqbool, J., Reccagni, A., et al. (2025). Ketogenic diet induces an inflammatory reactive astrocytes phenotype reducing glioma growth. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 82, 73. <https://doi.org/10.1007/s00018-025-05600-4>
22. Sainero-Alcolado, L., Liaño-Pons, J., Ruiz-Pérez, M. V., & Arsenian-Henriksson, M. (2022). Targeting mitochondrial metabolism for precision medicine in cancer. *Cell Death & Differentiation*, 29(7), 1304-1317. <https://doi.org/10.1038/s41418-022-01022-y>
23. Trauchburg, A., Schwingshackl, L., & Hoffmann, G. (2023). Association between Dietary Indices and Dietary Patterns and Mortality and Cancer Recurrence among Cancer Survivors. *Nutrients*, 15(14), 3151. <https://doi.org/10.3390/nu15143151>
24. Wang, T., Masedunskas, A., Willett, W. C., & Fontana, L. (2023). Vegetarian and vegan diets: benefits and drawbacks. *European Heart Journal*, 44(36), 3423–3439. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad436>
25. You, M., Xie, Z., Zhang, N., Zhang, Y., Xiao, D., Liu, S., Zhuang, W., Li, L., & Tao, Y. (2023). Signaling pathways in cancer metabolism: mechanisms and therapeutic targets. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8(1), 196. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01442-3>
26. Zhong, X., He, X., Wang, Y., Hu, Z., Huang, H., Zhao, S., Wei, P., & Li, D. (2022). Warburg effect in colorectal cancer: The emerging roles in tumor microenvironment and therapeutic implications. *Journal of Hematology & Oncology*, 15(1), 160. <https://doi.org/10.1186/s13045-022-01358-5>

2장 암이라는 병 — 하나가 아니다



[그림 2-0] 현미경 아래 세포들이 질서를 벗어나 흩어지기 시작한다

둘째 주 화요일. 정은이 먼저 와서 앉아 있었다. 지난주와 달리 노트를 펴 놓고 있었다.

서정은 박사님, 저 숙제 하나 하고 왔는데요.

윤 박사 오, 뭘 하셨어요?

서정은 제 진단서를 다시 읽어 봤어요. 그런데 무슨 말인지 하나도 모르겠어요. (읽으며) "침윤성 유관암, 조직학적 등급 2, 에스트로겐 수용체 양성, HER2 음성, 액와 림프절 1/12 양성"... 이게 다 무슨 뜻이에요?

윤 박사 (웃으며) 정은 님. 오늘 강의가 딱 그 문장을 풀어 드리는 시간입니다.

김한수 저희 집사람 것도 비슷한 게 적혀 있던데요. 저는 아예 안 봤습니다. 봐도 모르니까요.

윤 박사 오늘 끝나면 두 분 다 그 종이를 다시 읽을 수 있게 될 겁니다. 그리고 그게 이 강좌의 나머지를 이해하는 데 꼭 필요합니다. **상대를 모르면 식단 얘기가 전부 헛소리가 되거든요.**

이 장에서 다룰 것

- ① '암'이라는 한 단어 안에 들어 있는 서로 다른 병들
- ② 정상세포는 왜 그렇게 쉽게 암이 되지 않는가 — 겹겹의 안전장치
- ③ 암은 한 번에 되지 않는다 — 여러 단계의 사고
- ④ 왜 암세포는 죽지 않고 계속 분열하는가
- ⑤ 소수의 특별한 세포와 재발
- ⑥ 암세포는 혼자서 암을 만들지 않는다 — 주변 환경
- ⑦ 전이 — 정말로 무서운 것
- ⑧ 진단서 읽는 법

한 문장으로 — 암은 하나의 병이 아니라 여러 단계를 거쳐 만들어지고, 주변 세포와 함께 살아가며, 계속 변하는 세포 무리라는 것을 확인합니다.

왜 이 장이 중요한가 — 식이요법 주장이 잘못되는 지점의 대부분이 암을 너무 단순하게 보는 데서 옵니다. "암세포는 이렇다"라는 문장이 나오면 일단 의심하셔야 합니다. 어느 암인지, 어느 단계인지, 어떤 환경인지를 빼놓았기 때문입니다. 오늘 그 감각을 만들어 두겠습니다.

2.1 '암'이라는 이름 아래 몇 개의 병이 있나

윤 박사 질문부터 드리겠습니다. 폐암과 대장암은 같은 병일까요, 다른 병일까요?

김한수 다르지 않습니까? 장기가 다르니까.

윤 박사 맞습니다. 그런데 더 놀라운 게 있습니다. 같은 폐암 안에서도 서로 다른 병들이 있습니다. 조직 종류가 다르고, 유전자 변화가 다르고, 그래서 쓰는 약도 완전히 다릅니다.

류지원 그러니까 '암'은 병 이름이라기보다 병들의 묶음 이름이라는 거네요.

윤 박사 지원 님, 정확합니다. 그러면 우리가 암 하나를 볼 때 실제로 봐야 하는 것이 몇 층이나. 다섯 층입니다.

[표 2-1] 암 하나를 볼 때 함께 봐야 하는 다섯 층

층	무엇을 보나	정은 님 진단서에서
① 어느 세포에서 시작했나	조직의 종류	'유관암' — 젖을 나르는 관의 세포에서 시작
② 유전자에 무슨 일이 있었나	어떤 변화가 생겼나	'HER2 음성' — 성장 신호를 켜는 특정 단백질이 많지 않다
③ 어떤 신호가 켜져 있나	성장·생존 스위치	'ER 양성' — 여성호르몬 신호에 반응한다
④ 무엇을 먹고 사나	대사 성질	진단서에는 안 적혀 있습니다. 3장의 주제입니다
⑤ 주변 환경은 어떤가	면역세포·혈관·조직	'조직학적 등급 2' — 세포가 원래 모습을 얼마나 잃었나

서정은 아... '유관암'이 그런 뜻이었어요?

윤 박사 네. 유방 안에 젖을 만드는 주머니가 있고 그걸 밖으로 나르는관이 있는데, 그 관의 벽 세포에서 시작했다는 뜻입니다. '침윤성'은 그 관의 벽을 뚫고 밖으로 나왔다는 뜻이고요.

김한수 관 밖으로 나오면 안 좋은 겁니까?

윤 박사 벽 안에만 있으면 '제자리암'이라고 부르고, 벽을 뚫고 나온 것을 '침윤성'이라고 합니다. 이 차이가 아주 큼니다. 뒤에서 다시 하겠습니다.

암 하나를 볼 때 함께 봐야 하는 다섯 층

① 어느 세포에서 시작했나	조직의 종류 — 예: 유관암
② 유전자에 무슨 일이 있었나	어떤 변화가 생겼나 — 예: HER2 음성
③ 어떤 신호가 켜져 있나	성장·생존 스위치 — 예: 호르몬 수용체 양성
④ 무엇을 먹고 사나	대사 성질 — 진단서에는 적혀 있지 않다
⑤ 주변 환경은 어떤가	면역세포·혈관·조직

이 다섯 층이 다르면 다른 병이다. '암세포는 이렇다'로 시작하는 문장을 조심한다

[그림 2-1] 암 하나를 볼 때 봐야 하는 다섯 층

종양 특성 평가의 다층 구조 개념도. 원전 제1장 참고문헌 종합.

김한수 박사님, 그런데 '종양'이라는 말도 있고 '암'이라는 말도 있잖아요. 같은 겁니까?

윤 박사 다릅니다. 이건 꼭 짚고 가겠습니다.

[용어] 종양과 암 (neoplasm / cancer)

종양 — 세포가 비정상적으로 늘어나 만들어진 덩어리입니다. 모든 **종양이 암은 아닙니다.**

양성 종양 — 자기 자리에서만 자랍니다. 주변을 파고들지 않고, 다른 장기로 가지 않습니다. 자궁근종, 지방종 같은 것입니다. 크기 때문에 문제가 되면 떼어 냅니다.

악성 종양 = 암 — 주변을 파고들고, 다른 장기로 갈 수 있습니다.

양성인지 악성인지는 크기로 정하지 않습니다. 행동으로 정합니다.

[표 2-2] 양성 종양과 악성 종양(암)

	양성 종양	악성 종양(암)
자라는 속도	대체로 느리다	대체로 빠르다
경계	뚜렷하다. 대개 막에 싸여 있다	흐릿하다. 주변으로 스며든다
주변 조직	밀어낸다	파고든다
다른 장기로	가지 않는다	갈 수 있다
떼어 낸 뒤	대개 재발하지 않는다	재발할 수 있다
세포의 생김새	원래 세포와 비슷하다	원래 모습을 잃는다

서정은 그럼 검사에서 '종양이 보인다'고 하면 아직 암인지 아닌지 모르는 거예요?

윤 박사 그렇습니다. 영상만으로는 짐작만 할 뿐이고, **확정은 조직을 떼어서 현미경으로 봐야** 합니다. 그래서 조직검사를 하는 겁니다. 기다리는 그 며칠이 참 길죠.

서정은 ...정말 길었어요.

[한 걸음 더] 암의 '특징' 목록

2000년에 미국의 두 연구자가 논문 하나를 냈습니다. 수많은 암을 관통하는 공통 성질을 목록으로 정리한 것이었어요. 처음엔 여섯 개였습니다.

① 스스로 성장 신호를 만든다 ② 성장을 멈추라는 신호를 무시한다 ③ 자폭 명령을 피한다 ④ 무한히 분열한다 ⑤ 혈관을 끌어들인다 ⑥ 침윤하고 전이한다

2011년에 네 개가 추가됐습니다. ⑦ 대사를 바꾼다와 ⑧ 면역을 피한다가 여기 들어갑니다. **암 대사가 '암의 공식 특징' 목록에 들어온 것이 2011년입니다.** 워버그의 관찰로부터 87년 만이었습니다.

2022년에 또 네 개가 추가되어 지금은 열네 개 안팎입니다. 이 목록이 계속 늘어난다는 사실 자체가 중요합니다. **우리가 아직 배우는 중이라는 뜻이니깐요.**

2.2 정상세포는 왜 쉽게 암이 되지 않는가

윤 박사 이제 반대쪽에서 보겠습니다. 우리 몸에는 세포가 대략 **37조 개** 있습니다.

김한수 37조요?

윤 박사 네. 그리고 그 세포들이 매일 분열합니다. 장 점막은 며칠에 한 번씩 통째로 갈립니다. 피부도, 혈액도 그렇습니다. 그때마다 유전자 30억 쌍을 복사해야 합니다.

류지원 그 정도 복사하면 오타가 안 날 수가 없겠는데요.

윤 박사 납니다. 매일 납니다. 게다가 자외선, 담배 연기, 방사선, 몸 안에서 생기는 활성산소가 계속 DNA를 때립니다. **하루에 세포 하나당 수만 건의 DNA 손상이 생긴다**고 추정합니다.

서정은 그런데 왜 다들 암에 안 걸려요?

윤 박사 정은 님, 오늘 그 질문이 핵심입니다. **안전장치가 여러 겹이기 때문**입니다.

[표 2-3] 정상세포가 암이 되지 않도록 막는 장치들

장치	하는 일	고장 나면
DNA 수리반	복사 오류와 손상을 찾아 고친다	오타가 쌓인다
분열 검문소	DNA에 문제가 있으면 분열을 멈춘다	손상된 상태로 복사된다
성장 제동장치	필요 이상 늘어나지 못하게 한다	계속 늘어난다
자폭 명령	못 고칠 세포는 스스로 죽게 한다	망가진 세포가 살아남는다
정년퇴직 장치	일정 횟수 이상 분열하면 영구히 멈춘다	무한히 분열한다
면역 감시	이상한 세포를 찾아 없앤다	이상한 세포가 자란다
조직의 질서	세포가 제자리를 벗어나지 못하게 한다	침윤과 전이가 시작된다

윤 박사 여기서 중요한 게 있습니다. **암이 되려면 이 장치들이 하나씩 차례로 무너져야 합니다.** 하나 고장 났다고 암이 되지 않습니다. 그래서 암은 **시간이 걸리는 병**입니다.

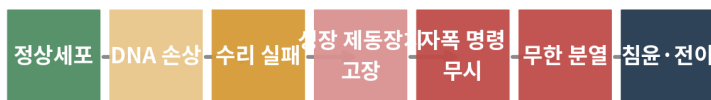
류지원 그 시간이 얼마나 걸립니까?

윤 박사 암 종류마다 다르지만, **대장암의 경우 정상 점막에서 용종을 거쳐 암이 되기까지 10년 이상** 걸린다고 봅니다. 그래서 대장내시경으로 용종을 떼면 그 암을 예방할 수 있는 겁니다.

김한수 아, 그래서 내시경을 하는구나. (잠시) 저희 집사람도 용종 떼라는 얘기를 몇 년 전에 들었는데 안 갔어요.

윤 박사 (조용히) 한수 님. 그 얘기는 나중에 하시죠. 지금 중요한 건 아내분이 지금 치료를 잘 받고 계시다는 겁니다.

정상세포에서 암세포까지 — 여러 단계의 사고



각 단계에 안전장치가 있고, 하나씩 무너져야 암이 된다

그래서 암은 시간이 걸리는 병이다 — 대장암은 정상 점막에서 암까지 10년 이상 걸린다고 본다

그리고 이 오타의 상당 부분은 그냥 복사 실수다. '내가 뭘 잘못해서'에는 대개 답이 없다

[그림 2-2] 정상세포에서 암세포까지 — 여러 단계의 사고

다단계 발암 모델의 개념도. 원전 제2장 참고문헌 종합.

[한 걸음 더] 왜 나이가 들수록 암이 늘어나는가

암 환자의 절반 이상이 65세 이상입니다. 이유는 세 가지가 겹칩니다.

- ① 시간이 쌓입니다. 오타가 하나 생기는 데 몇 년이 걸린다면, 여러 개가 쌓이려면 수십 년이 걸립니다.
- ② 수리 능력이 떨어집니다. DNA 수리반도 나이가 들면 느려집니다.
- ③ 면역 감시가 약해집니다. 이상 세포를 찾아내는 능력이 나이와 함께 떨어집니다.

그래서 암은 상당 부분 오래 살아서 생기는 병입니다. 이 말이 위로가 되지 않지만, 자책을 줄이는 데는 도움이 됩니다.

2.3 유전자에 무슨 일이 생기나 — 그리고 "유전입니까"

김한수 박사님, 이건 꼭 여쭙보고 싶었는데요. 저희 집사람이 대장암인데, 우리 애들도 위험한 겁니까?

윤 박사 한수 님, 아주 많이 나오는 질문입니다. 그리고 답을 하려면 두 가지를 구분해야 합니다.

첫째, 암은 유전자의 병입니다. 이진 맞습니다. 모든 암은 유전자에 변화가 생겨서 시작합니다.

둘째, 그런데 그 변화는 대부분 유전되지 않습니다.

김한수 예? 그 두 개가 어떻게 같이 성립합니까?

윤 박사 좋은 지적입니다. 이렇게 생각해 보세요.

유전자 변화에는 두 종류가 있습니다. 태어날 때부터 온몸의 모든 세포에 들어 있는 변화가 있고, 살아가면서 특정 세포 하나에 생긴 변화가 있습니다. 앞의 것은 자녀에게 전달되지만, 뒤의 것은 전달되지 않습니다.

그리고 암의 대부분은 뒤쪽입니다. 유방암을 예로 들면, 유전되는 소인이 원인인 경우가 전체의 5~10% 정도입니다. 대장암도 비슷한 수준입니다. 나머지는 살아가면서 생긴 변화입니다.

서정은 그 5~10%는 어떻게 알 수 있어요?

윤 박사 유전자 검사를 합니다. 다만 아무나 다 하지는 않고, 가족 중에 암 환자가 여러 명 있거나, 젊은 나이에 발병했거나, 양쪽에 다 생겼거나 하는 경우에 권합니다. 이진 담당 선생님과 상의하실 부분입니다.

류지원 그럼 그 '살아가면서 생긴 변화'는 왜 생깁니까?

윤 박사 세 가지가 섞여 있습니다.

- ① **복사 오류.** 세포가 분열할 때마다 유전자를 복사하는데, 그때 그냥 실수가 납니다. 아무 이유 없이요.
- ② **외부 자극.** 담배 연기, 자외선, 특정 화학물질, 일부 바이러스가 DNA를 직접 망가뜨립니다.
- ③ **몸 안에서 생기는 것.** 만성 염증, 활성산소 같은 것들이 있습니다.

류지원 ①번이 그냥 실수라고요? 그럼 아무것도 안 해도 생긴다는 거네요.

윤 박사 그렇습니다. 그리고 이게 중요한 얘기입니다. **암의 상당 부분은 운입니다.** 물론 담배처럼 확실한 원인도 있습니다. 그런데 "내가 뭘 잘못해서 암에 걸렸나"라는 질문에는 **대개 답이 없습니다.**

윤 박사 그리고 하나 더. 유전자에 생긴 변화가 다 같은 무계가 아닙니다.

[표 2-4] 두 종류의 유전자 변화

	주동자 변이	구경꾼 변이
무엇인가	암이 되는 데 실제로 기여 하는 변화	같이 생겼지만 역할이 없는 변화
개수	종양 하나에 대략 2~8개	훨씬 많다. 수백~수천 개
왜 중요한가	표적 치료의 과녁 이 된다	치료 표적이 되지 않는다

※ 지금까지 알려진 '주동자' 역할을 하는 유전자는 대략 **140개 안팎**으로 정리되어 있습니다. 유전자 검사에서 "변이가 100개 나왔다"고 해도 그중 치료와 관련 있는 것은 몇 개뿐일 수 있습니다.

윤 박사 그리고 유전자 자체는 안 바뀌었는데 **읽는 방식**만 바뀌는 경우도 있습니다. 같은 악보인데 어떤 부분에 뿔개를 씌워서 연주가 안 되게 만드는 것과 비슷합니다. 이것 **후성유전**이라고 부릅니다.

서정은 그건 되돌릴 수 있나요?

윤 박사 정은 님, 아주 좋은 질문입니다. **원리상으로는 되돌릴 수 있습니다. 그래서 이 분야에 관심이 많습니다.** 그리고 식이요법 얘기가 여기 자주 등장합니다. "이 음식이 유전자 스위치를 바꾼다"는 식으로요.

정직하게 말씀드리면 — 세포 실험에서는 그런 결과가 나옵니다. 사람이 실제로 먹는 양으로 그런 변화가 일어나는지는 **훨씬 불확실합니다.** 6장에서 다루겠습니다.

2.4 세포는 원래 죽게 되어 있습니다

윤 박사 안전장치 중에 두 개를 더 깊이 보겠습니다. 이게 암을 이해하는 데 특히 중요합니다.

첫 번째는 **정년퇴직 장치**입니다.

1961년에 레너드 헤이플릭이라는 연구자가 사람의 정상 세포를 접시에 놓고 계속 키워 봤습니다. 그때까지 사람들은 조건만 맞으면 세포가 영원히 분열할 거라고 생각했어요. 그런데 아니었습니다. **일정 횟수를 분열하고 나면 멈췄습니다.**

김한수 왜 멈췄니까?

윤 박사 이유 중 하나가 이겁니다. 유전자 실타래의 양쪽 끝에 **보호용 마개** 같은 게 붙어 있습니다. 이것 '텔로미어'라고 부릅니다. 그런데 세포가 한 번 분열할 때마다 이 마개가 조금씩 닳습니다.

서정은 신발끈 끝에 있는 플라스틱 같은 거네요.

윤 박사 (웃으며) 정은 님, 그게 이 분야에서 제일 많이 쓰는 비유입니다. 정확합니다. 그게 다 닳으면 세포가 "아, 이제 그만"이라고 판단하고 분열을 멈춥니다.

류지원 그럼 암세포는요?

윤 박사 암세포는 그 마개를 다시 만드는 효소를 겁니다. 정상 세포에서는 대부분 꺼져 있는 효소예요. 그걸 켜면 아무리 분열해도 마개가 안 닳습니다.

김한수 그럼 안 죽는다는 겁니까?

윤 박사 여기서 조심할 게 있습니다. '불멸'이라는 말이 오해를 많이 낳습니다. 암 세포가 아무 조건에서나 영원히 사는 게 아닙니다. 영양이 끊기면 죽고, 면역세포한테 잡히면 죽고, 항암제 맞으면 죽습니다. **분열 횟수 제한을 넘었다**는 뜻일 뿐이에요.

두 번째는 **자폭 명령**입니다.

우리 세포에는 스스로 죽는 프로그램이 들어 있습니다. 손상이 심하면 이 프로그램이 켜져서 세포가 조용히 자기를 정리하고 사라집니다. 염증도 안 일으키고 깔끔하게요.

[용어] 세포사멸 (apoptosis, 아포토시스)

세포가 정해진 절차에 따라 스스로를 정리하고 사라지는 과정입니다. '프로그램된 세포 죽음'이라고도 합니다.

사고로 터져 죽는 것(괴사)과는 다릅니다. 터지면 내용물이 쏟아져 나와 염증이 생기지만, 세포사멸은 조용히 진행되고 주변 세포가 잔해를 치웁니다.

암세포의 아주 흔한 특징 중 하나가 이 명령을 무시하는 것입니다. 그리고 대부분의 항암제는 결국 **암세포에게 이 자폭 명령을 다시 내리게** 하는 방식으로 작동합니다.

서정은 아... 항암제가 그렇게 작동하는 거예요?

윤 박사 크게 보면 그렇습니다. DNA를 망가뜨리거나 분열을 방해해서, 세포가 "이건 못 고치겠다" 하고 스스로 죽게 만드는 겁니다. 5장에서 자세히 하겠습니다.

2.5 소수의 특별한 세포 — 재발이 일어나는 이유

류지원 박사님, 저 이거 취재하면서 계속 궁금했던 게 있는데요. 항암치료 하면 종양이 확 줄잖아요. 그런데 왜 몇 년 뒤에 다시 나오니까?

윤 박사 (고개를 끄덕이며) 지원 님, 오늘 제일 중요한 질문일 수 있습니다.

종양은 똑같은 세포 덩어리가 아닙니다. **그 안에 여러 종류의 세포가 섞여 있습니다.** 그리고 그중에 **소수의 특별한 세포**가 있습니다.

[용어] 암 줄기세포 (cancer stem cell)

종양 안에 있는 소수의 세포 집단으로, 두 가지 능력을 가집니다. 첫째, 자기 자신을 계속 유지합니다. 둘째, 종양 전체를 다시 만들어 낼 수 있습니다.

특징은 **천천히 분열한다**는 것입니다. 그런데 대부분의 항암제는 **빨리 분열하는 세포**를 노립니다. 그래서 이 세포들이 살아남기 쉽습니다.

주의: 이 개념은 아직 논쟁 중입니다. 특정 표지 하나로 딱 잘라 구분되지 않고, 암 종류에 따라 다르게 나타납니다.

김한수 그러니까... 잡초를 뿌리는 안 뽑고 잎만 자른 거네요.

윤 박사 (손뼉을 치며) 한수 님, 오늘 최고의 표현입니다. 정확히 그 그림입니다.

눈에 보이는 종양은 줄어듭니다. 영상에서 사라지기도 합니다. 그런데 천천히 분열하는 소수가 남아 있으면, 시간이 지나 다시 자랍니다. **이게 재발입니다.**

서정은 ...그럼 어떻게 해야 돼요?

윤 박사 그래서 수술로 종양을 다 떼어 낸 다음에도 항암치료를 하는 겁니다. 눈에 안 보이는 세포를 겨냥하는 거예요. 정은 님이 지금 받고 계신 게 그렇습니다. 그리고 이것 '보조 치료'라고 부릅니다.

류지원 식이요법 얘기가 여기랑 연결되니까?

윤 박사 지원 님, 여기가 중요합니다. **연결되기를 바라는 가설은 있습니다. 증명은 없습니다.**

일부 연구에서 그 소수의 세포가 대사적으로 다른 성질을 보인다는 관찰이 있습니다. 그래서 "대사를 건드리면 그 세포에 영향을 줄 수 있지 않을까"라는 아이디어가 나왔어요. 그런데 **사람에게서 확인된 바는 없습니다.** 세포와 쥐 수준입니다. 오늘도 한 번 말씀드리네요.

2.6 암세포는 혼자서 암을 만들지 않습니다

윤 박사 이제 시야를 좀 넓히겠습니다. 지금까지는 암세포 한 개를 봤는데, 실제 종양은 **동네**입니다.

김한수 동네요?

윤 박사 종양 덩어리 안에 암세포만 있는 게 아닙니다. **혈관이 있고, 면역세포가 있고, 섬유를 만드는 세포가 있고, 지방세포가 있고, 그 사이를 채우는 그물 구조가 있습니다.** 어떤 종양은 암세포보다 이런 주변 세포가 더 많기도 합니다.

[용어] 종양미세환경 (tumor microenvironment)

종양 덩어리 안과 그 주변에 함께 사는 모든 것을 말합니다. 면역세포, 혈관, 섬유아세포, 지방세포, 신경, 세포 사이를 채우는 그물 구조, 그리고 그 안의 산소·산도·영양분까지 포함합니다.

이 환경은 종양을 돕기만 하는 게 아닙니다. **암세포를 공격하는 면역세포도 이 안에 있습니다.** 종양은 이 환경을 자기에게 유리하게 바꾸려 하고, 몸은 그 반대로 하려 합니다.

[표 2-5] 종양 동네의 주민들

주민	원래 하는 일	종양 안에서 벌어지는 일
면역세포(T세포 등)	이상 세포를 찾아 제거	오래 싸우다 지치거나, 브레이크가 걸려 기능이 떨어진다
대식세포	죽은 세포를 먹어 치우고 상처를 아물게 함	상처 치유 모드로 바뀌어 오히려 종양을 도울 수 있다
섬유아세포	상처가 났을 때 조직을 다시 지음	종양 주위를 단단하게 감싸 약이 못 들어 가게 만들 수 있다
혈관	산소와 영양 공급	종양이 급하게 끌어들이려 영성하고 새는 혈관 이 만들어진다

류지원 잠깐만요. 면역세포가 종양 안에 있는데 왜 못 잡습니까?

윤 박사 지원 님, 그게 지난 십 년간 암 치료를 가장 크게 바꾼 질문입니다.

답을 짧게 말씀드리면 — **암세포가 면역세포에게 '나 정상이야'라는 신호를 보냅니다.** 면역세포 표면에 브레이크 역할을 하는 스위치가 있는데, 암세포가 그 브레이크를 눌러 버리는 거예요.

김한수 브레이크를 떼면 되는 거 아닙니까?

윤 박사 그걸 하는 약이 나왔습니다. **면역관문억제제**라고 합니다. 2010년대에 나와서 일부 암에서 치료 성적을 크게 바꿨습니다. 5장에서 제대로 다루겠습니다.

윤 박사 그리고 오늘 이 얘기를 하는 이유가 하나 더 있습니다. **종양 동네의 환경은 대사와 아주 밀접합니다.**



식물성 케톤식 시리즈

끓이지 않고, 끓인다

암을 개선하는 식물성 저탄고지

이 책은 표준 암치료를 대신하지 않습니다. 치료를 견디려면 환자는 잘 먹어야 합니다.

환자는 먹이고 암은 끓기는 식탁 — 치료 중 체중과 근육을 지키는 법부터 식물성 케톤식의 근거와 한계까지, 환자와 보호자, 기자가 함께한 열두 번의 저녁 강의로 정리했습니다.

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

과학과영성출판사

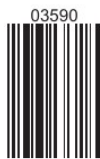
(32707) 충청남도 금산군 금성면 뒷밭들길 68, A동 103호

전화 070-4070-3369

값 17,000원



9 791122 177589
ISBN 979-11-221775-8-9



03590

이어서 읽으시려면

암을 개선하는 식물성 저탄고지 — 전체 294쪽

ssbook.kr/book/pkd-cancer

판매가 **10,200원** (POD 정가 17,000원)

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

발간 도서 목록

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

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

인삼 (6)



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



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



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



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



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

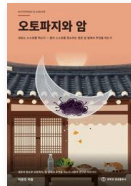


인삼의 임상연구
최신연구와 방법론
₩18,000원 → **10,800원**
ssbook.kr/book/ginseng-clinical

오토파지 (2)



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



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

식물성 저탄고지 (11)



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



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



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



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 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



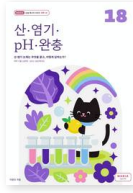
대입 과학논술 16 — 유기 화학·생체 분자·고분자
유기 화학·생체 분자·고분자 논제 해설
24,000원 → **14,400원**
ssbook.kr/book/nonsul-16



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 × 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 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