

워킹 페이퍼

사이언티픽 에세이 · 독자판

발행 2026-08-15 Creative Commons Attribution 4.0 International

온도계가 아무 이상이 없다고 말할 때

최연승¹ 백록담 리서치 커먼스 (BRC)¹¹ 백록담 리서치 커먼스 (BRC), 대한민국

논문 유형 관점 논문	접수 2026-08-15	공개 2026-08-15	영구 식별자 BRC-2026-E103
최종 갱신 2026-08-15	심사 상태 공개 검토 대기	라이선스 Creative Commons Attribution 4.0 International	교신 Baekrokdam Research Commons (BRC)

정식 주소 <https://research.baekrokdam.com/articles/when-the-thermometer-says-nothing-is-wrong>

권장 인용 최연승, 백록담 리서치 커먼스(BRC). 온도계가 아무 이상이 없다고 말할 때. 백록담 리서치 커먼스. 2026; BRC-2026-E103.

연구 결과를 읽기 쉽게 풀어 쓴 글입니다.

원 연구의 근거와 한계를 바꾸지 않고, 질문에서 결론까지의 흐름을 따라갈 수 있도록 다시 구성했습니다. 이 글의 바탕이 된 연구 기록과 검토 자료는 아래에서 따로 확인할 수 있습니다.

초록

몸 한쪽이 불에 덴 듯 뜨겁거나 얼음처럼 차가운데 체온계와 체열영상은 별다른 이상을 보여주지 않을 수 있다. 이때 흔히 감각과 숫자 가운데 하나를 선택하려 한다. 그러나 적외선 카메라는 피부 표면의 한 순간을 재고, 신경계는 온도뿐 아니라 변화 속도·부위·대비·통증·위험을 함께 읽는다. 건강한 사람도 같은 열 변화를 알아차리는 능력이 크게 다르고, 무해한 냉각을 따듯함으로 느끼거나 미지근한 자극에서 화끈거림을 느낄 수 있다. 신경손상 뒤에는 작은 냉각이 심한 통증이 되기도 한다. 감각은 온도계가 아니지만 바로 그 때문에 거짓도 아니다. 문제는 한 번의 정상 검사가 경험 전체를 부정하는 판결처럼 쓰일 때 생긴다. 직접 연구는 아직 없지만 만성통증과 만성질환 연구는 믿어주지 않음과 자기의심, 증상 은폐와 관계 철회가 고립을 깊게 할 수 있음을 보여준다. 이 글은 두 자료 가운데 승자를 가리는 대신, 증상이 일어난 순간의 위치·시간·온도·감각역치·사회적 반응을 같은 시간축에 놓는 연구를 제안한다.

핵심어: 사이언티픽 에세이 · 열감각 · 체열검사 · 냉이질통 · 의료적 무효화 · 사회적 고립

한 몸에서 두 개의 판독값이 나왔다

몸은 불이 난 것 같다고 말한다. 카메라는 33.1°C라고 말한다. 반대편과의 차이도 크지 않다. 손을 대본 사람도 특별히 뜨겁지 않다고 한다. 그런데 당사자에게는 옷깃이 스치는 것조차 열을 더하는 것 같고, 차가운 물을 대면 잠시 살 것 같다. 혹은 그 반대다. 실내는 따뜻한데 손발은 뻗속까지 얼어붙고, 다른 사람에게서는 산뜻한 바람이 칼처럼 차갑다.

이 장면에서 우리는 너무 빨리 재판을 시작한다. 숫자가 맞으면 감각이 틀려야 하고, 감각을 믿으면 검사가 쓸모없어야 한다고 생각한다. 하지만 두 판독값은 처음부터 같은 것을 읽은 적이 없다. 한쪽은 피부 표면의 물리량이고, 다른 쪽은 살아 있는 신경계가 만든 경험이다. 문제는 누가 거짓말했느냐가 아니라 두 측정 사이에 무엇이 빠졌느냐다 [1].

카메라는 틀리지 않았다. 다만 한 장면만 보았다

적외선 체열영상은 몸 안의 열을 투시하지 않는다. 피부 표면이 내보낸 적외선을 온도로 바꾼다. 실내온도와 습도, 촬영 전 운동, 피부에 바른 것, 카메라 거리와 각도, 어떤 영역을 골라 평균냈는지에 따라 값이 달라진다. 준비와 촬영을 표준화해야 하는 이유다 [2].

그러나 표준화에는 역설이 있다. 조용한 방에서 충분히 적응하고 증상이 가라앉은 뒤 찍은 완벽한 사진은, 정작 연구하려던 발작을 놓칠 수 있다. 카메라는 그 순간의 표면에 관해서는 정확할 수 있다. 그 정확성이 어제 밤 두 시간 동안 지속된 작열감이나 피부 아래에서 느껴진 냉감을 소급해 부정하지는 못한다. 사진 한 장은 영화 전체의 반증이 아니다.

몸은 섭씨를 읽지 않는다

신경계는 절대온도 하나만 읽지 않는다. 온도가 오르는지 내리는지, 얼마나 빨리 바뀌는지, 어느 면적에 닿는지, 주변 피부와 대비되는지, 그 자극이 손상 위험을 뜻하는지를 함께 계산한다. 몸의 각 부위는 해상도도 다르다. John Stevens와 Kenneth Choo가 60명의 13개 부위를 조사했을 때 민감도는 부위에 따라 약 100배 달랐고 대체로 냉각을 더 잘 알아차렸다 [3].

Anna Vabba와 동료들은 건강한 성인 31명의 손을 빛으로 덥히면서 실제 온도 변화와 느낀 방향을 맞춰보게 했다. 평균 정확도는 73%였지만 사람에 따라 41%에서 92%까지 벌어졌다. 심장박동을 알아차리는 능력이 좋다고 열 변화를 잘 아는 것도 아니었다 [4]. 몸 안을 느끼는 능력은 하나의 총점이 아니라 여러 감각 채널의 느슨한 연합에 가깝다.

미지근함이 불이 되는 실험

우리의 직관은 자극이 조금 커지면 감각도 조금 커질 것이라고 기대한다. 실험실에서는 이 직선이 쉽게 꺾인다. 손에 무해한 따뜻한 막대와 차가운 막대를 번갈아 대면 둘을 따로 만졌을 때는 없던 작열감이나 통증이 생길 수 있다. ‘온·냉 격자 착각’이라고 부르는 오래된 현상이다. 뜨거운 막대가 숨어 있는 것이 아니다. 공간적으로 섞인 온·냉 신호를 중추신경계가 통합하는 과정에서 새로운 경험이 만들어진다 [5].

더 놀라운 실험도 있다. 건강한 피부의 아주 작은 감각 지점에서는 29°C나 37°C 정도의 온화한 자극도 따끔거리거나 화끈거릴 수 있었다 [6]. 신경이 손상된 뒤에는 원래 무해한 냉각이 견디기 힘든 통증으로 변하기도 한다 [7]. 따라서 “온도 차이는 작는데 왜 그렇게 심하게 느끼는가”라는 질문에는 생리학적 답이 있다. 감각계는 선형 온도계가 아니다. 다만 이 가능성만으로 어떤 개인에게 신경병증이 있다고 결론 내릴 수는 없다.

차가워지는데 뜨겁다고 느낄 수도 있다

감각은 크기만 증폭되는 것이 아니라 방향이 바뀌기도 한다. J Vollert와 동료들이 체성감각 병변이 있는 1,090명의 정량감각검사를 분석했을 때, 차가운 자극을 따뜻함으로 보고하는 역설적 열감은 신경병증성 통증 환자의 30%와 건강인의 2%에서 나타났다. 흥미롭게도 이 현상은 통증의 세기보다 온도 감지능력 저하와 더 가까웠다^[8].

Hans Henrik Andersen과 동료들은 건강한 사람 100명의 피부를 먼저 차게 했을 때에도 역설적 열감이 더 자주 생긴다는 것을 보였다^[9]. 냉각이 실제로 가열로 바뀐 것은 아니다. 입력을 해석하는 감각 회로가 방향을 잘못 표지한 것이다. “냉온자극 왜곡”이라고 부를 만한 현상은 실제로 존재하지만, 왜곡이라는 말은 당사자의 진술이 거짓이라는 뜻이 아니라 변환 과정이 비선형이라는 뜻이어야 한다.

두 개의 측정을 겹치면 네 개의 이야기가 나온다

감각과 장치를 동시에 기록하면 단순한 일치와 불일치보다 많은 것이 보인다. 뜨겁게 느낄 때 표면도 올라갈 수 있다. 뜨겁게 느끼지만 표면 변화가 없을 수 있다. 표면 변화가 생겼는데 알아차리지 못할 수도 있다. 그리고 차가워지는데 뜨겁게 느끼거나 작은 변화가 통증으로 커질 수도 있다. 어떤 유형인지 알기 전에는 같은 “검사 불일치”로 묶어서는 안 된다.

폐경기 열성 홍조를 24시간 기록한 한 연구가 이 구조를 선명하게 보여준다. 27명에게 흉골 피부전도와 자기보고를 함께 기록했더니 장치가 잡은 사건 가운데 47%만 본인이 느꼈고, 본인이 보고한 사건 가운데 56%만 장치에 잡혔다^[10]. 피부전도는 온도가 아니라 발汗을 대리한다는 한계가 있지만, 바로 그래서 중요하다. 우리가 객관값이라고 부르는 것조차 전체 생리를 대표하는 한 개의 창일 뿐이다.

세 번째 판독값은 진료실에서 만들어진다

검사가 끝나면 장치와 감각 사이에 세 번째 판독값이 생긴다. 설명이다. “현재 촬영에서는 표면온도의 뚜렷한 비대칭이 없습니다. 하지만 이 검사가 감각 자체나 이미 지난간 발작을 재는 것은 아닙니다. 다음에는 증상 시점과 감각역치를 함께 보겠습니다.” 이 문장은 정상 결과의 의미를 보존하면서 경험도 지우지 않는다.

반대로 “아무 이상이 없습니다”라는 여섯 글자는 검사실 밖에서 더 큰 문장이 된다. “당신이 느낀 것은 사실이 아니다.” 설명되지 않는 증상을 다룬 면담 연구에서 환자들은 정상 결과 자체보다 설명 없이 증상을 정상화하고 대화를 닫는 일을 문제로 꼽았다^[11]. 음성 검사는 어떤 가능성을 줄이지만, 남은 경험을 설명하는 새 가설까지 자동으로 제공하지 않는다.

설명되지 않는 감각은 어떻게 섬이 되는가

보이지 않는 증상은 증명 비용을 당사자에게 떠넘기기 쉽다. 약속을 취소할 때마다 설명해야 하고, 에어컨을 끄거나 창문을 열어달라고 할 때마다 다른 사람의 쾌적함과 충돌한다. 검사지는 정상인데 계속 아프다고 말하면 예민한 사람으로 보일까 걱정한다. 결국 말하지 않는 편이 쉬워진다. 증상은 사라지지 않았지만 사회적 기록에서는 사라진다.

만성통증의 무효화 경험을 검토한 연구에서는 믿어주지 않음, 공감 부족, 낙인과 자기비난이 정체성 손상과 고립으로 이어지는 서사가 반복됐다. 만성질환자 면담에서는 다른 사람의 삶을 유리창 밖에서 보는 듯한 느낌과 관계의 시간표에서 뒤쳐지는 경험이 나타났다^[12, 13]. 그러나 여기에는 결정적인 빈칸이 있다. 열감과 실제 측정열이 어긋난 사람만

을 모집해 이 경로를 검증한 연구는 아직 찾지 못했다. 우리는 가능성을 발견했지 인과를 증명한 것이 아니다.

다음 연구에는 온도계보다 먼저 시계가 필요하다

이 문제를 연구하려면 사람을 한 번 검사실로 불러 평균온도를 비교하는 것만으로는 부족하다. 먼저 20-30명의 말을 깊게 들어 “속에서 뜨겁다”, “싸하다”, “열이 흐른다” 같은 표현이 어느 부위와 깊이, 지속시간과 기능 손상을 가리키는지 배워야 한다. 진료실에서 어떤 말을 들은 뒤 증상을 숨기기 시작했는지도 물어야 한다.

그 다음 21일 동안 증상이 시작될 때, 가장 심할 때, 가라앉을 때를 잡는다. 몸 지도와 감각 강도, 주변 온도와 가능한 피부온도, 활동과 스트레스, 누군가에게 말했는지, 그 뒤 이해받았는지 또는 스스로 의심했는지를 같은 시간축에 기록한다. 사람 사이의 0.3°C보다 한 사람 안에서 반복되는 변화와 감각이 몇 분 앞서거나 뒤따르는지가 더 중요할 수 있다.

감각과 숫자가 마침내 같은 시간축에 놓일 때

검사실에서는 휴식, 온·냉 자극, 회복을 거치며 체열영상과 순간 감각을 동시에 기록한다. 여기에 따뜻함과 차가움을 처음 알아차리는 역치, 그것이 아픔으로 바뀌는 역치를 더한다. 검사자는 먼저 그런 증상 지도를 모른 채 해당 부위와 반대편, 바로 옆 피부를 비교한다. 그러면 “온도는 같은데 감각역치가 낮다”, “정지온도는 같지만 회복 속도가 다르다”, “아무 차이도 반복되지 않는다”처럼 서로 반증 가능한 결과가 나온다 ^[14,15].

어떤 결과도 미리 승리하도록 설계해서는 안 된다. 체열 변화가 반복되면 장치가 감각을 따라잡은 것이다. 역치 변화만 반복되면 감각처리 가설이 강해진다. 둘 다 없으면 측정 시점·깊이·맥락을 다시 보거나, 재현되지 않는다는 사실을 그대로 남긴다. 치료 시험은 이 지도가 안정된 다음이다. 이름을 붙이는 일보다 틀릴 수 있는 관찰을 만드는 일이 먼저다.

두 종류의 진실을 함께 들고 가는 법

환자의 감각을 믿는다는 것은 그 감각이 표면온도를 정확히 보고한다고 가정하는 일이 아니다. 그 사람이 실제로 겪은 강도와 위치, 시간과 삶의 방해를 자료로 받아들이는 일이다. 검사 결과를 믿는다는 것도 그 결과가 경험 전체를 판결한다고 여기는 일이 아니다. 장치가 겨냥한 현상과 포착하지 못한 현상을 정확히 구분하는 일이다.

“온도는 정상입니다” 뒤에 한 문장만 더 붙여도 사람이 서 있는 장소가 달라진다. “그러므로 아무것도 없다”가 아니라 “그러므로 온도 말고 어떤 축에서 이 경험이 생기는지 찾아보자.” 그 문장은 아직 진단도 치료도 아니다. 하지만 고립을 만드는 막다른 길을 연구 가능한 갈림길로 바꾼다. 감각은 온도계가 아니다. 온도계도 감각의 거짓말 탐지가 아니다. 둘이 어긋나는 바로 그 틈이 다음 연구가 시작될 자리다.

선언

저자 기여(CRediT)	최연승: 개념화, 임상 문제 설정, 초안 작성, 연구 시스템 설계 · 백록담 리서치 커먼스 (BRC): 조사, Critical synthesis, 데이터 큐레이션, 근거 검증
데이터 이용 가능성	이 글은 공개 비판적 종합 BRC-2026-W106과 선행 측정 프레임 BRC-2026-W001에서 파생됐다. 상세 근거와 직접 연구 공백은 연구 검색에서 독립적으로 확인할 수 있다.
연구비	외부 연구비 없음.
이해관계	저자와 발행 기관은 백록담한의원과 연구 인프라를 공유한다. 이 관계는 특정 진단이나 치료효과의 근거가 아니다.
AI 사용 공개	AI 도구는 검색어 확장, 자료 구조화, 이중언어 초안과 독자판 변환에 사용됐다. 수치와 주장 강도는 공개 비판적 종합 및 원문에서 재검사했으며 가상 환자나 연구 결과를 만들지 않았다.
윤리	공개 문헌만을 사용했으며 개인 환자 자료나 합성 증례를 포함하지 않는다. 이 글은 자가 진단 지침이 아니며 급성 신경학적 변화, 지속 발열, 피부 손상이나 심한 전신 증상은 별도 평가가 필요하다.

References

1. Choe Y, Baekrokdam Research Commons. 주관적 냉·열감과 측정 온도의 불일치. BRC. 2026; BRC-2026-W106. [원문](#)

2. Tirabassi G, et al. Infrared medical thermography: a perspective on clinical standardization and application. Medicina. 2026;62:1204. PMID 42356216. <https://doi.org/10.3390/medicina62061204>

3. Stevens JC, Choo KK. Temperature sensitivity of the body surface over the life span. Somatosens Mot Res. 1998;15:13–28. PMID 9583574. <https://doi.org/10.1080/08990229870925>

4. Vabba A, et al. Thermosensory perception and thermal interoception. J Neurophysiol. 2023;130:682–693. PMID 37529855. <https://doi.org/10.1152/jn.00014.2023>

5. Adam F, et al. The thermal grill illusion: a review. J Clin Med. 2021;10:3597. PMID 34441893. <https://doi.org/10.3390/jcm10163597>

6. Green BG, et al. Nociceptive sensations evoked from spots in the human skin by mild cooling and heating. Pain. 2008;135:196–208. PMID 18194841. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.11.013>

7. MacDonald DI, Wood JN, Emery EC. Molecular mechanisms of cold pain. Neurobiol Pain. 2020;7:100044. PMID 32090187. <https://doi.org/10.1016/j.ynpai.2020.100044>

8. Vollert J, et al. Paradoxical heat sensation in 1,090 patients with somatosensory lesions. Pain. 2024;165:122–131. PMID 37578447. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003014>

9. Andersen HH, et al. When cooling the skin is perceived as warmth. Somatosens Mot Res. 2023;40:1–9. PMID 37332303. <https://doi.org/10.1080/23328940.2022.2088028>

10. Hunter MS, Haqqani JR. Discordance between subjective and physiological measures of vasomotor symptoms. Climacteric. 2011;14:146–151. PMID 20443722. <https://doi.org/10.3109/13697131003735585>

11. Mendes Nunes J, et al. Patients’ experiences of consultations for medically unexplained symptoms. BMC Fam Pract. 2013;14:192. PMID 24427173. <https://doi.org/10.1186/1471-2296-14-192>

12. Boring BL, et al. Invalidation of chronic pain: a thematic analysis of pain narratives. Disabil Rehabil. 2019. PMID 31290347. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1636888>

13. Moensted ML, et al. Loneliness among people living with chronic illness. Soc Sci Med. 2024;344:116596. PMID 38246108. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.116596>

14. Backonja MM, et al. Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. Pain. 2013;154:1807–1819. PMID 23742795. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.05.047>

15. Devigili G, et al. Diagnostic criteria for small fibre neuropathy in clinical practice and research. Brain. 2019;142:3728–3736. PMID 31665231. <https://doi.org/10.1093/brain/awz333>