

2021/07/21

Biluzik elurretan

Echeazarra Escudero, Leire

Farmazian lizentziaduna eta Giza Fisiologiaren arloko ikertzailea

2021. urte hau historikoa izaten ari da, ez bakarrik COVID-19aren pandemiagatik eta AEBko Kapitolioari eraso egin ziotelako, baita Filomena deituriko ekaitz gogorrek eragindako muturreko hotz-boladagatik ere. Zer pentsatuko zenuke elurretan gorputz biluzi bat aurkituko bazenu? Ziurrenik, erasoren baten biktima izan daitekeela bururatuko zaizu. Eta esaten badizut pertsona hori nahita biluzi dela? Portaera irrazional horren azalpena giza fisiologian aurki dezakegu.



Arg. Pikist

Hipotermia

Gorputzeko temperatura zentrala organismoaren barruko temperatura da, bihotzekoa. Temperatura hori behar bezala neurtzeko toki bakarra hestegorria da (temperatura esofagikoa), edo, bestela, tinpanoa (temperatura epitinpanikoa) [1,2]. Gorputzeko temperatura zentral normala (*normotermia* edo *eutermia* deitua) 36,5 eta 37,5 °C artekoa da. Tarte horretatik kanpo, erantzun termorregulatzaila aktibatzen da [3].

Gorputzeko temperatura 35 °C-tik behera jaisten denean, hipotermia gertatzen da, eta organismoa ez da gai funtzio fisiologikoak modu egokian betetzeko behar besteko beroa sortzeko. Hipotermia-maila bat baino gehiago daude, temperatura zentrala zenbat jaisten den. Hipotermia arina da gorputzeko temperatura 33 °C-tik 35 °C-ra bitartekoa denean, eta dardarak, mugimendu baldarrak eta buruko nahasmendua agertzen dira. Buruko nahasmendu hori *hotz inozo* izenez ezagutzen da mendizaleen artean. 30 °C eta 33 °C

artean, hipotermia ertaina da, eta, aurreko sintomekin batera, desorientazioa, logura eta oroimen-galera agertzen dira. 30 ° C-tik behera, hipotermia larria da, eta konortea galtzea, begi-niniak zabaltzea, tentsioa jaitea eta bihotz-taupadak ahultzea eragiten du. Bizi-funtzioak hainbeste moteltzen dira, non subjektua hilda dagoela irudi baitezake. Hala ere, baliteke bere funtzioak berreskuratzea tenperatura igo ahala. Horregatik, medikuen artean esan ohi da hipotermiak hildako bat ez dagoela hilda gorputza berotzen den arte [4].

Historian zehar, hipotermiak eragindako hainbat heriotza gertatu dira. Esate baterako, Errusiaren inbasio napoleonikoan, milaka soldadu frantziar hil ziren 1812ko neguan; eta *Titanic* itsasontziko bidaiari asko hil ziren 1912an, Ozeano Atlantikoko ur hotzetan hondoratu zelako.

Biluzi paradoxikoa

Bazenekien hipotermiaz hildakoen % 20 eta % 50 artean “nahita” biluzten direla? [5, 6]. Fenomeno hori *biluzi paradoxiko* izenez ezagutzen da. 1979an deskribatu zuten egoera hori, lehen aldiz, Wedin, Vanggaard eta Hirvonenek [7], eta noizbait ikusi izan da altuera handietan alpinismoan dabiltzaneren artean [8].

Biluzi paradoxikoa pertsona batek hipotermia-egoeran arropa kentzean datza. Jarduera horrek ez dirudi logikoa; izan ere, gorputzaren tenperatura are azkarrago jaisten da, eta horrek egoera larriagotzen du. Nola da posible hotzak hiltzen ari den norbaitek arropa erantztea erabakitzea, horrela hipotermia bizkortuz bere heriotza eragiteraino? Misterio hori ulertu ahal izateko, lehenik eta behin, jakin behar dugu gure gorputza hotzetik nola babesten den.

Nola detektatzen ditu gure organismoak tenperatura-aldaketak?

Gizakiok mundu arriskutsu batean bizi gara. Arriskuen aurrean defendatzeko mekanismo gisa, zentzumen-sistema konplexu bat dugu, agente kaltegarri horiekiko esposizioa saihesten saiatzen dena. Tenperatura da gure biziraupena arriskuan jar dezaketen faktoreetako bat, altuegia edo baxuegia bada. Giza gorputzak pertzepzio-sistema bikaina du, gehiegizko beroa edo hotza saihestea ahalbidetzen diguna, eta, gainera, gai da tenperatura ez-arriskutsuen tarte bat bereizteko.

Neuronek garrantzi handia dute tenperaturaren pertzepzioan. Badira estimulu termikoekiko sentikorrak diren neurona-mota batzuk, ehun periferikoetatik bizkarrezur-muinera eta garunera informazioa bidaltzen dutenak. Han, tenperatura informazioa

termiko gisa integratzen eta interpretatzen da, eta prozesu fisiologiko batzuk jartzen dira martxan hotzetik babesteko eta, horrela, oreka (*homeostasia*) mantentzeko.

Zer dute neurona horiek tenperaturaren aldaketak detektatzeko? Kanal ioniko gisa jarduten duten proteinak, TRP izenekoak, tenperaturarekin aktibatzen direnak [9]. Aurkitu zen familia horren lehen kanala TRPV1 izan zen (ingelesezko izenetik, *Transient Receptor Potential, Vanilloid 1*), kapsaizinarekin egindako ikerketatik abiatuta; piper minetan (hala nola txilean) dagoen konposatu kimiko bat da, janari mina jatean ahoan sentitzen dugun berotasun-sentsazioaren arduraduna. Horrela aurkitu ziren beroarekiko sentikorrak diren proteinak. TRPV1en klonaziotik abiatuta, 6 TRP kanal deskribatu dira, tenperatura-tarte handi bati erantzuten diotenak [10]. Haien artean, ANKTM1 kanala dugu, 17 °C-tik beherako tenperaturetan aktibatzen dena. Organismoa tenperatura baxuegietara hurbiltzen denean, kanal hori aktibatzen da, eta babes-mekanismoak martxan jartzen dira [11, 12].

Zer prozesu fisiologiko jartzen dira martxan gure organismoa hotzetik babesteko?

Organismoak zenbait mekanismo ditu bere tenperatura mugen barruan mantentzeko. Hotzetik babesten gaituzten mekanismoak bi dira nagusiki: beroa sortzea eta beroaren galera mugatzea. Tenperatura erregulatzeko sistema larruazaleko eta hipotalamoko termorrezeptoreek eta hipotalamoan dagoen zentro integratzaile batek osatzen dute. Termorrezeptoreek dardararen zentro motor primarioa aktibatzen dute, hipotalamoan. Neuronetatik seinaleak bidaltzen zaizkie muskulu eskeletikoei, erritmikoki uzurtzea eragiteko. Muskulatura eskeletikoa atsedenean dagoenean, gorputz-beroaren % 20 ekoizten du. Hotza egiten duenean, muskulu-tonua handitzen da gorputzaren atal distaletan, eta horrek beroaren ekoizpen basala % 50-100 igotzen du. Tonuaren igoera hori muskulu proximaletara zabaltzean, dardara sortzen da. Dardarak 2-5 aldiz handitzen du bero-ekoizpena, eta, ondorioz, gorputzeko tenperatura zentrala 0,5 °C igotzen da. Dardararen intentsitatea garun-azalaren, aurreko hipotalamoaren eta zerebeloaren arteko elkarreaginaren arabera da [13]. Egoera hori denboran luza daiteke, eta horrek energia-kontsumo handia dakar [14, 15].

Beroa ez galtzeko mekanismoa basokonstriktzio periferikoa da. Odola gorputz-adarretatik barneko bizi-organoetara mugitzen da. Horrela, kanpoko gorputz-eremuak isolatzaile gisa jarduten dute barneko gorputz-eremuak babesteko [3]. Bestetik, aldaketa metabolikoak eta endokrinoak jartzen dira martxan, hala nola giltzurrun gaineko aktibitatea handitzea (adrenalina eta noradrenalinaren askapena), hormona tiroideoak askatzea, metabolismo

basala handitzea eta beroa ekoiztea. Azkenik, ezin dugu ahaztu termorregulazio konduktuala, giro, elikagai eta arropa egokiak aukeratzera eramaten gaituena, hotzetik babesteko [16].

Zer gertatzen da hipotermiak denboran irauten duenean?

Hipotermiak kalte funtzionalak eragiten ditu zeluletan, aldaketak eragiten baitu oreka hidroelektrolitikoan eta oxigeno-kontsumoan; horren ondorioz, heriotza zelularra gertatzen da. Maila kardiobaskularrean, presio arteriala eta bihotz-gastua jaisten dira, eta arritmiak sor daitezke. Arnas mailan, arnasteko zailtasunak sortzen dira. Giltzurrunetan diuresia handitzen da, eta, beraz, deshidratazio-arriskua handiagoa da. Nerbio-sistema zentrolean, alterazioak gertatzen dira memorian, arrazoiketan eta kontzientzian [15].

Ikuspuntu fisiologikotik, bi azalpen aurki ditzakegu hipotermia larriaren biktimak biluztera eramaten dituen jokabide irrazionala azaltzeko. Azalpen bat izan daiteke gorputzeko tenperatura erregulatzen duen garun-eremua, hipotalamoak, deskontrolatu egiten dela tenperatura puntu batetik behera jaisten denean. Hipotalamoak termostato batek bezala funtzionatzen du. Termostatoak ondo funtzionatzen ez duenean, bero egiten duela adieraz dezake (eta pertsonak horrela sentitu), baina benetan izozten ari da. Ikerketa batzuen arabera, tenperatura erregulatzeko zentro hipotalamikoak desorekatu egin daiteke odoljario subaraknoideo batek eragindako lesio baten ondorioz [17].

Beste azalpen bat odol-hodietan aurki dezakegu. Lehen esan bezala, gorputza hoztu ahala, odola gorputz-adarretatik barneko bizi-organoetara mugitzen da. Segur aski, denok jabetu gara noizbait aurrena hozten diren gorputz-atalak oinak eta eskuak direla. Mekanismo horren helburua bizi-organoak babestea da. Hipotermiak eta basokonstriktzio periferikoak luzaroan irauten dutenean sortzen da arazoa. Zer gertatzen da odol-fluxua kanpoko gorputz-eremuetan murrizten denean? Basokonstriktzioaren ondorioz, odol-kantitate askoz txikiagoa iristen da muskulu horietara, eta energia nahikorik gabe geratzen dira. Azkenik, muskulu horiek erlaxatu egiten dira, eta kontrako efektua agertzen da: basodilatazioa. Ondorioz, gorputzaren barnealdeko odol beroa berehala igarotzen da kanpoaldeko eremuetara, eta bero-sentsazio handia sortzen du, nahiz eta hipotermian egon. Horregatik, batzuetan, hipotermiaren biktimek arropa kentzen dute, gorputzeko tenperatura gero eta txikiagoa den arren. Horrek egoera larriagotzen du, eta, azkenean, heriotza gertatzen da.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Davis PR, Bayer M. 2006. "Accidental hypothermia". *J R Army Med Corps*, 152, 223-233.
- [2] Walpoth BH, Galdikas J, Leupi F, Muehleemann W, Schlaepfer P, Althaus U. 1994. "Assessment of hypothermia with a new "tympanic" thermometer". *J Clin Monit*, 10, 91-96.
- [3] Sessler DI. 2009. "Thermoregulatory defense mechanisms" *Crit Care Med*, 37, 203-210.
- [4] Avellanasa ML, Ricartb A, Botellac J, Mengelled F, Soterase I, Veresf T and Vidalg M. 2012. "Management of severe accidental hypothermia". *Med. Intensiva*, 36(3), 200-212. doi: 10.1016/j.medin.2011.12.005.
- [5] Albiin N, Eriksson A. 1984. "Fatal accidental hypothermia and alcohol". *Alcohol and Alcoholism*, 19(1): 13-22. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.alcalc.a044396>.
- [6] Rothschild, M.A., Schneider, V. 1995. "Terminal burrowing behaviour" — a phenomenon of lethal hypothermia. *Int J Leg Med* 107, 250-256. <https://doi.org/10.1007/BF01245483>.
- [7] Wedin B, Vanggaard L, Hirvonen J. 1979. "Paradoxical undressing in fatal hypothermia". *J Forensic Sci.* 24(3), 543-53.
- [8] Rolf CM, Gallagher KE. 2018. "Hypothermic Death in the Arctic State". *Acad Forensic Pathol.* 8(1), 64-82. doi: 10.23907/2018.005.
- [9] Castillo K, Diaz-Franulic I, Canan J, Gonzalez-Nilo F, Latorre R. 2018. "Thermally activated TRP channels: molecular sensors for temperature detection". *Phys Biol.* 15(2):021001. doi: 10.1088/1478-3975/aa9a6f.
- [10] Salgado-Aguayo A y Vaca L. 2009. "Las bases moleculares de la percepción de temperatura en el humano". *REB*, 28(2), 36-41.
- [11] Jordt SE, McKemy DD, Julius D. 2003. "Lessons from peppers and peppermint: the molecular logic of thermosensation". *Curr Opin Neurobiol.* 13(4), 487-92. doi: 10.1016/s0959-4388(03)00101-6.
- [12] Story GM, Peier AM, Reeve AJ, Eid SR, Mosbacher J, Hricik TR, Earley TJ, Hergarden AC, Andersson DA, Hwang SW, McIntyre P, Jegla T, Bevan S, Patapoutian A. 2003. "ANKTM1, a TRP-like channel expressed in nociceptive neurons, is activated by cold temperatures". *Cell.* 112(6), 819-29. doi: 10.1016/s0092-8674(03)00158-2.

- [13] Lloret J, Santalo M, Ris J, Domingo P, Net A. 1987. “Regulación de la temperatura corporal e hipotermia accidental”. *Med Clín* 88(20); 817-825.
- [14] Solanas M, Escrich E, Nicolas B. 2004. Regulación de la temperatura corporal” En: Frío y Montaña. Desnivel, Madrid (2004). p 23–33.
- [15] Soterias I, Subirats E, Reisten O. 2011. “Hipotermia accidental”. *Medicina Clínica*, 137 (4), 171-177. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.04.005>.
- [16] Turk EE. 2010. “Hypothermia”. *Forensic Sci Med Pathol* 6:106–115.
- [17] Descloux E, Ducrot K, Scarpelli MP, Lobrinus A, Palmiere C. 2017. “Paradoxical undressing associated with subarachnoid hemorrhage in a non-hypothermia case?” *Int J Legal Med*. 131(5), 1341-1345. doi: 10.1007/s00414-017-1597-3.

Idatzi zuk zeuk Gai librean atalean

Gai librean aritzeko, bidali zure artikulua aldizkaria@elhuyar.eus helbidera
Hauek dira Gai librean atalean Idazteko arauak

Proiektu honen laguntzaile izan nahi baduzu, **harpidetu**. Urtean 20 € baino ez.