

REVISIÓN

OLA DE CALOR Y MUERTE CARDIOVASCULAR EN JULIO 2022

HEAT WAVE AND CARDIOVASCULAR DEATH IN JULY 2022

José Ramón de Berrazueta Fernández¹¹. Académico de Número de la Real Academia Nacional de Medicina de España – Cardiología**Palabras clave:**Ola de calor;
Muerte cardiovascular;
Golpe de calor;
Muerte súbita;
Insuficiencia cardiaca;
Ictus;
Trastornos del ritmo;
Hipertensión arterial.**Keywords:**Heat wave;
Cardiovascular death;
Heat stroke;
Sudden death;
Heart failure;
Stroke;
Rhythm disorders;
High blood pressure.**Resumen**

El Cambio Climático está condicionando elevaciones de temperatura por encima de los límites habituales en cada localidad. Cuando los aumentos de temperatura están por encima del percentil 95 y duran al menos 48 horas se califica de ola de calor. La elevación de la temperatura corporal condiciona una serie de respuestas internas, con liberación de mediadores y cambios en el tono vascular que conducen a una distribución inadecuado del flujo sanguíneo que a la larga conducen a isquemia miocárdica y distintos trastornos cardiovasculares, que inducen un aumento de muertes por esta causa.

Abstract

Climate Change is causing temperature rises above the usual limits in many locations. When temperature increases are above the 95th percentile for more than 48 hours, we have a heat wave. Elevation of body temperature conditions a series of internal responses, with the release of mediators and changes in vascular tone. This leads to an inadequate distribution of blood flow that eventually may lead to myocardial ischemia and various cardiovascular disorders, with a noticeable increase in deaths from this cause.

INTRODUCCIÓN

En 2019 murieron 55 millones de personas en todo el mundo, 17,7 millones (33%) fallecieron por Enfermedades Cardiovasculares (ECV). De ellas 8,89 millones lo hicieron por cardiopatía isquémica (infarto y sus complicaciones) y 6,19 millones por accidentes cerebro vasculares (ACVA) (1,2). Más de tres cuartas partes de las defunciones causadas por ECV en el mundo se producen en los países de ingresos bajos y medios. La ECV y otras enfermedades no transmisibles contribuyen a la mortalidad en estos países (3).

Ese año en EEUU fallecieron un millón de personas por ECV (4,5), en Europa 4,5 millones, 2 de ellos en la Unión Europea y en España 120.000 personas. En Cantabria en 2019 de los algo más de 6000 fallecimientos, un 26%, 1600 lo fueron por ECV. Estos números no lo dicen todo, conviene recordar que en Europa la ECV produce más muertes que el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas, la diabetes, el SIDA, la tuberculosis y la malaria juntas y que uno de cada 8 hombres y una de cada 17 mujeres morirán antes de los 65 años por ECV.

Merece que recordemos también que en estos tres últimos años que hemos convivido con la pandemia

de COVID y su elevada mortalidad por cada muerte por esta enfermedad se han producido 3-4 muertes por ECV, y tanto en España como en el resto del mundo, en estos años de pandemia la primera causa de muerte ha seguido siendo la ECV (6,7).

En el momento de redactar este párrafo, 6 Setiembre 2023, se han confirmado 770.437.327 casos de COVID-19. Con 6.956.900 fallecimientos comunicados a la OMS, y en este momento se han administrado 13.500.122.024 dosis de vacunas (8).

SUPERVIVENCIA Y LÍMITES DE TEMPERATURA

La mayoría de la población humana y distintos animales, se han ido adaptado a vivir en climas y ambientes variados hasta localizarse mayoritariamente en las zonas más templadas del planeta, cercanas a los trópicos, donde la temperatura, uno de los determinantes principales del clima, no suele exceder en situaciones límites los 40 grados y con mínimas que rozan los 0°, lo que les han permitido un desarrollo fisiológico, conductual, y cultural característicos.

La temperatura ambiente es una de las fuentes que ayuda a mantener la temperatura corporal interna

o central dentro de un rango de pocos grados centígrados compatible con todas las funciones vitales. Como en todos los animales endotérmicos (generadores de calor interno) la otra fuente de calor la obtiene el organismo del metabolismo de los distintos principios que capta de la ingesta o por la actividad de los distintos sistemas orgánicos. Estos procesos termogénicos proporcionan una ganancia de calor.

La temperatura corporal se detecta en las neuronas termo sensibles del hipotálamo o termorreceptores centrales que regulan su actividad para tratar de mantener la temperatura central normal de 36 a 37° C. Si la temperatura ambiente es baja, y afecta al centro termorregulador, éste obliga al organismo a generar y mantener el calor reduciendo el flujo cutáneo y aumentando el músculo esquelético (convección). A la inversa, si la temperatura ambiente aumenta, el hipotálamo trata de mantener la temperatura central normal, redistribuyendo el flujo sanguíneo a la piel y produciendo sudoración en un intento de reducir la temperatura corporal (radiación).

En las respuestas de pérdida de calor intervienen también células termorreguladoras periféricas en la piel y en las mucosas oral y urogenital y otras señales no térmicas, como la deshidratación, y quimiorreceptores musculares que responde a metabolitos y citoquinas generados durante el ejercicio (9).

La temperatura corporal es asimétrica, el límite superior tolerado por el núcleo interno del organismo está a pocos grados centígrados del límite de supervivencia, que posiblemente está determinado por la desnaturalización de las proteínas reguladoras. El máximo térmico crítico es de 41,6° C a 42 ° durante 45 minutos a 8 horas que si se supera es prácticamente letal (10). A temperaturas aún más extremas (49°C a 50°C), todas las estructuras celulares se destruyen y se produce la muerte celular en menos de cinco minutos (11).

Cuando la temperatura corporal desciende de los 35 grados, el organismo se encuentra en hipotermia, baja el nivel de conciencia y el temblor incoercible es uno de los síntomas más evidentes, pero cuando alcanza temperaturas inferiores a 32 grados, cesan los temblores y puede producirse la parada cardíaca, que puede ser inevitable con temperaturas corporales inferiores a 26 grados. La falta de protección ante bajas temperaturas ambientales o la inmersión por debajo de 0° puede ser responsable de la muerte por congelación (12).

Por tanto las funciones fisiológicas se mantienen dentro de los rangos de temperatura corporal condicionados por la temperatura ambiente. Fuera de los límites con calor extremo o frío extremo, se pone en riesgo el mantenimiento de numerosas funciones vitales sin que existan mecanismos de adaptación que corrijan, fuera de esos límites, las funciones fisiológicas y con ello la vida (13).

CONTROL DE LA TEMPERATURA

Con el desarrollo económico y social, la temperatura exterior se amortigua por el control de la misma en la mayoría de los hogares, manteniendo temperaturas que la varían, para la mayoría entre los 17 y los 30° C. Fuera de esos límites de estabilidad térmica, la gente no vive cómodamente. Sin embargo estos límites pueden ser menores en caso de enfermedad o de edad avanzada, que hace a esta población más susceptible a los cambios térmicos extremos (14, 15).

Los adultos sanos poseen eficaces mecanismos reguladores del calor para hacer frente a los aumentos en la temperatura exterior hasta un determinado límite. El cuerpo puede aumentar la pérdida de calor radiante, por convección y evaporación por medio de la vasodilatación y transpiración. Las temperaturas elevadas causan varios síndromes clínicos, como la insolación, el agotamiento por calor, el síncope por calor y calambres por calor (16).

El ictus por calor severo ocurre cuando la temperatura corporal central supera los 40° C y desencadena un daño multiorgánico. El golpe de calor tiene una relación caso / mortalidad elevada, con una rápida progresión hasta la muerte (en cuestión de horas). En los supervivientes, se producen frecuentes secuelas con daño permanente en distintos sistemas orgánicos (17) que pueden causar grave daño funcional que aumenta el riesgo de muerte prematura.

La Agencia Estatal (Española) de Meteorología (AEMET) informó que el mes de Julio 2022, la temperatura media fue la más alta de las registradas en España, en cualquier mes desde 1961, tanto en la península como en Baleares. Además, fue el tercer mes de Julio más seco del siglo XXI, las precipitaciones no llegaron a alcanzar la mitad del valor normal. La temperatura media en la España peninsular fue de 25,6 °C, valor que queda 2,7° C por encima de la media de este mes (periodo de referencia: 1981-2010). Fue el mes de julio y el mes en general, más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, habiendo superado en 0,2° C a julio de 2015, que era hasta ahora el más cálido de la serie (18).

Funcionalmente un aumento de temperatura por encima de las cifras normales en los registros durante un periodo más o menos prolongado se puede considerar una **Ola de Calor**. No hay una definición concreta de este término, pero se acepta en diferentes publicaciones, que tiene que ser un periodo de dos o más días consecutivos con niveles de temperatura en el percentil 90 o superiores a la estimada como normal en ese periodo (19).

Es importante fijar estos límites porque las olas de calor se acompañan de aumento de la mortalidad en la población. La AEMET ha señalado que la ola de calor de Julio 2022 fue excepcional en duración e intensidad, afectó a la España peninsular y

Baleares entre los días 9 y 26, y con dieciocho días de duración, se convirtió en la segunda ola de calor más larga desde que hay registros en España.

El Ministerio de Sanidad realiza desde 2004, un sistema de Monitorización de la Mortalidad (MoMo) desarrollado por el Instituto Carlos III, con registro diario de todas las causas de muerte, dentro del plan de acciones preventivas contra los efectos de las temperaturas excesivas. Desde el 01 de enero hasta finalizar el 2020 MoMo identificó a nivel nacional una mortalidad observada de 498.059 casos, se habían estimado 424.836 muertes, siendo el exceso de defunciones por todas las causas de 73.222 casos de los que 2.152 defunciones fueron atribuibles al aumento de temperatura.

El año 2021 las muertes observadas fueron 452.053 frente a 422.743 estimadas, el exceso por todas las causas fue de 29.310, de ellas 3.550 atribuibles a temperatura.

El año 2022 las muertes observadas fueron 460.836 frente a 427.712 estimadas, con 33.124 en exceso por todas las causas de ellas 5.876 atribuibles a temperatura.

En el registro de 2022 se produjo un exceso de 33.124 fallecimientos. El hecho de convivir con la pandemia de COVID, que seguía produciendo más de 100 fallecimientos diarios, dejó aún un exceso de 5.876 fallecimientos atribuibles al aumento de temperatura, siendo en el mes de Julio 2022 de 2.217 el exceso de fallecimientos en toda España. El segundo mes con exceso significativo por este motivo fue Agosto con 1.602 muertes.

En Cantabria se esperaban, hasta finalizar Agosto 2022, 3.973 fallecimientos pero hubo 4.757, con un exceso de 784, Al igual que en el resto del Estado, el mes con mayor exceso de mortalidad por todas las causas fue Julio con un exceso de 216 de los 694 fallecimientos observados. Se han atribuido 58 a infección por el COVID, y un caso fue certificado por los médicos como secundario a la acción directa del calor, y puede explicarse si ocurrió un golpe de calor. Por lo que parece que quedaron 157 casos sin clara explicación. Aunque no tiene porqué ser así (20).

ELEVACIÓN TEMPERATURA Y MUERTE CARDIOVASCULAR

La relación de los cambios de temperatura con las ECV es algo bien conocido. En numerosas publicaciones científicas y en cualquier zona del mundo, se ha demostrado una relación en forma de U, V o J entre la temperatura y las ECV. En general, se sabe que cuando la temperatura se mantiene en niveles promedios, se producen menos complicaciones CV, mientras que en las temperaturas extremas, altas o bajas, aumentan significativamente dichas complicaciones, los ingresos hospitalarios y la mortalidad CV. Otra situación que agrava la respuesta a la elevación de la temperatura es el aumento

paralelo de la humedad, que agrava la tolerancia del organismo al calor en algunos lugares, con un aumento significativo del trabajo cardiaco, la ventilación y la sudoración en condiciones en las que se reduce la tensión arterial, por vasodilatación periférica, y aumenta la frecuencia cardiaca por la estimulación simpática (21).

En la ola de calor de 2010 en Quebec, se alcanzaron temperaturas máximas de 33,3 a 34,8 ° C durante 2,9 días (percentil 95 de la temperatura máxima). Se produjo un aumento del 33% de las muertes globales. Como país con altos niveles de ingresos económicos ya se habían producido avances en la climatización en domicilios y lugares públicos, lo que redujo la mortalidad. En otras regiones en situación similar de aumento de temperatura, la mortalidad llegó a multiplicarse por seis (22).

Durante el verano de 2018, el verano más caluroso registrado en 146 años de observaciones meteorológicas en el sur de Quebec, se notificaron un exceso de 86 muertes posiblemente relacionadas con el calor en las nueve regiones afectadas por la ola de calor y también aumentos significativos en las hospitalizaciones. Pero estos impactos sobre la mortalidad y la morbilidad fueron inferiores a los experimentados en julio de 2010 (23).

REDUCCIÓN DE LA MORTALIDAD EN LAS OLAS DE CALOR

Esta menor tasa de mortalidad trece años después, se debió a que se había extendido la instalación de **unidades de aire acondicionado**. Estas instalaciones están muy extendidas en muy pocos países. En Japón y Estados Unidos, están instaladas en más del 90% de los hogares, frente a países con escasos recursos y otros con temperaturas medias no extremas, donde no alcanzan al 8% de la población. Es difícil extender una medida que supone alcanzar el 75% de la demanda anual de electricidad en un breve periodo de tiempo, en cualquier país salvo en los dos comentados (24).

Sin embargo mientras no se consiga frenar el cambio climático y reducir los incrementos medios de temperatura ambiente y la aparición de olas de calor, estas se pueden mitigar en los países con bajos recursos donde no es posible la instalación masiva de unidades de aire acondicionado, lo que no hace más que ahondar la diferencia entre países en los extremos económicos. Pero se deben extender medidas con menos consumo eléctrico en países con escasos recursos y en muchos países europeos, modificando la estructura de las nuevas edificaciones con ventanas diseñadas para capturar la luz solar en invierno y que sirvan de cortinas de protección solar en verano. Con mejor aislamiento térmico de los nuevos edificios. O manteniendo medidas tradicionales como “techos frescos”, con superficies blancas que permiten resistir a la entrada del calor y quizá la medida más rentable sean los ventiladores que extraen el calor interior y barren aire fresco en las habitaciones (25).

RELACIÓN DE AUMENTO DE TEMPERATURA AMBIENTE Y MUERTE CARDIOVASCULAR

La sobre elevación de la temperatura ambiente induce, como ya hemos comentado, cambios en el organismo que llevan a la descompensación CV. Los mecanismos termorreguladores hacen aumentar el flujo sanguíneo a la piel para aliviar el calor con la transpiración y el sudor, lo que aumenta el volumen minuto, y favorece el desencadenamiento de isquemia miocárdica en individuos susceptibles y con ello una cadena de complicaciones CV que pueden llevar a la muerte del paciente.

En numerosos estudios se han descrito el aumento de estas complicaciones CV en las olas de calor, tales como la muerte súbita (MS) que aumenta hasta un 14%. EL grupo Israelí encontró una clara correlación entre los casos de MS extrahospitalaria (MSEH) y las condiciones meteorológicas más duras con un aumento extremo de temperatura y baja humedad, en las 72 h anteriores a una MSEH en comparación con la mediana local de 21 ° C. (26). En Australia las olas de calor se asociaron también con un aumento significativo en la incidencia de MSEH. Cuando el aumento estuvo en un percentil 95 de la temperatura anual, el riesgo de MS aumentó 1,25 veces, mientras que si el umbral de calor aumentaba al percentil 99, el riesgo relativo de MS aumentó a 1,48. (27).

La insuficiencia cardiaca aumentó un 22% en Roma en los periodos de máximo calor entre los años 2000 a 2004 (28). También se doblaron los casos de ictus por isquemia o hemorragias cerebrales en ciudades chinas, que concurren con más trastornos del ritmo cardiaco y más descompensaciones de hipertensión arterial y todo ello con mayor mortalidad (29).

Por tanto durante las épocas de mayor calor las causas que elevan la mortalidad son principalmente complicaciones CV, las mismas que se producen ordinariamente, pero en una parte de la población más susceptible de sufrir estas complicaciones en las olas de calor, como son los pacientes que padecen previamente una ECV, o personas de edad avanzada sin diagnóstico previo de ECV. También, con las temperaturas elevadas son más frecuentes las muertes CV en mujeres, que normalmente tienen menor incidencia de estas enfermedades, y por último también, como otros muchos desastres, la mortalidad por calor aumenta en poblaciones con bajos recursos. Todas estas complicaciones suelen ocurrir muy rápidamente y en gran número fuera del hospital y cuando se producen los fallecimientos son 24 a 48 horas más tarde del inicio de las temperaturas más elevadas (29) .

Sin embargo aunque el calor sea el motivo indirecto que desencadena estas muertes CV, muy pocos fallecimientos tienen el diagnóstico causal exclusivo del calor. Los casos como el único certificado en Cantabria en el mes de Julio 2022 por exposición al calor, no precisan ninguna

patología de base concomitante. El calor extremo en distintas circunstancias, puede conducir a un **Golpe de Calor**. En respuesta a la elevada temperatura periférica y una inadecuada hidratación, se produce un trastorno en la transpiración, que conduce a un aumento de la temperatura central por encima de los 40°C, alterando la respuesta del núcleo termorregulador central, activando una serie de mediadores inflamatorios con expresión de citoquinas inflamatorias que conducen a un daño endotelial, activación de células endoteliales y liberación factores vasoactivos como óxido nítrico y endotelinas, y favoreciendo una trombosis microvascular difusa. Se producen síntomas por alteración del sistema nervioso central como delirio, convulsiones, o coma, junto con agotamiento, sed, debilidad, cefaleas y situación crítica que evoluciona rápidamente a una situación irreversible con fallecimiento del paciente (30)

En **conclusión** el exceso de fallecimientos en la ola de calor del mes de Julio 2022 tanto en España como en Cantabria, aparte de los casos por COVID 19, para el resto de casos, la explicación no hay que buscarla en causas extrañas, se ha acelerado la descompensación de las ECV en una población susceptible que han soportado unas temperaturas ambientes extraordinariamente elevadas durante un tiempo muy prolongado.

DECLARACIÓN DE TRANSPARENCIA

El autor/a de este artículo declara no tener ningún tipo de conflicto de intereses respecto a lo expuesto en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la salud. Enfermedades cardiovasculares. Datos y cifras. Recuperado 22 diciembre 2023 www.who.int › Acceso › Centro de prensa › Notas descriptivas › Detalle)
2. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO et al; GBD-NHLBI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update from the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol.* 2020; 76(25): 2982-3021.
3. Organización Mundial de la Salud. Oficina Regional para las Américas. Organización Panamericana de la Salud. Plan de acción para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles en las Américas 2013-2019. Recuperado el 22 de Diciembre 2023. Plan Estratégico de la Organización Panamericana de la Salud 2020-2025: La equidad, el corazón de la salud. <https://www.paho.org/es>
4. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ et al. Heart

- disease and stroke statistics, 2020 update: a report from the American Heart Association, 15-29 Jan 2020. *Circulation*. 2020; 141: e139-e596. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000757>
5. GBD US Health Disparities Collaborators. Cause-specific mortality by county, race, and ethnicity in the USA, 2000 -19: a systematic analysis of health disparities. *The Lancet*. 2023; 402(10407): 1065-1082. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01088-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01088-7)
 6. Ministerio de Sanidad. Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2022. Informes, Estudios e Investigación, 2023. Recuperado el 22 de Diciembre de 2023. https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2022/INFORME_ANUAL_2022.pdf
 7. National Center for Health Statistics. The Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease (GBD) www.healthdata.org/research-analysis/about-gbd
 8. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2022). The European Health Report 2021. Taking stock of the health-related sustainable development goals in the COVID-19 era with a focus on leaving no one behind. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://iris.who.int/handle/10665/352137>. Licencia: CC BY-NCSA 3.0 IGO
 9. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: Focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol Rev*. 2008; 88: 1379-1406.
 10. Bynum GD, Pandolf KB, Schuette WH et al. Induced hyperthermia in sedated humans and the concept of critical thermal maximum. *Am J Physiol*. 1978; 235: R228-R236.
 11. Buckley IK. A light and electron microscopic study of thermally injured cultured cells. *Lab Invest*. 1972; 26: 201-209.
 12. Romanovsky AA. Thermoregulation: Some concepts have changed: Functional architecture of the thermoregulation system. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007; 292: R37-R46. <http://www.the-aps.org/publications/ajpregu>
 13. Ballester J, Quijal-Zamorano M, Méndez Turribiates RF et al. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nat Med*. 2023; 29(7): 1857-1866. doi: 10.1038/s41591-023-02419-z
 14. Gutiérrez-Pesquera LM, Tejedo M, Olalla-Tárraga MA, Duarte H, Nicieza, Solé AM. Testing the climate variability hypothesis in thermal tolerance limits of tropical and temperate tadpoles. *J Biogeography*. 2016; 43: 1166-1178.
 15. Somero G.N. Linking biogeography to physiology: Evolutionary and acclimatory adjustments of thermal limits. *Front Zool*. 2005; 2(1): 1.
 16. Kilbourne EM. Illness due to thermal extremes. En: Last JM, Wallace RB, eds. *Public Health and Preventative Medicine*. Norwalk, Connecticut: Appleton and Lange.1992. pp. 491-501.
 17. Dematte JE, O'Mara K, Buescher J et al. Near-fatal heat stroke during the 1995 heat wave in Chicago. *Ann Intern Med*.1998; 129: 173-181.
 18. Agencia Estatal de Meteorología. Avance Climático Nacional de julio de 2022. Temperatura.
 19. Kovats RS, Hajat, S. Heat stress and public health: a critical review. *Annu Rev Public Health*. 2008; 29: 41-55.
 20. Informes MoMo 2022. Monitorización de la mortalidad diaria por todas las causas y atribuible a temperatura. Situación a 28 de diciembre de 2022.
 21. Henderson MET, Brayson D, Halsey LG. The cardio-respiratory effects of passive heating and the human thermoneutral zone. *Physiol Rep*. 2021; 9(16): e14973. doi: 10.14814/phy2.14973. PMID: 34409765.
 22. Bustinza R, Lebel G1, Gosselin P, Bélanger D, Chebana F. Health impacts of the July 2010 heat wave in Québec, Canada. *BMC Public Health*. 2013; 13: 56. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/56>. 18
 23. Lebel G, Dubé M, Bustinza R. Surveillance des impacts des vagues de chaleur extreme sur la santé au Québec à l'été 2018. Institut National de Santé Publique du Québec. INSPQ. Recuperado 22 Dic 2023. <https://inspq.qc.ca/bise/surveillance-des-impacts-des-vagues-dechaleur-extreme-sur-la-sante-au-quebec-l-ete-2018>.
 24. Sherman P, Lin H, McElroy M. Projected global demand for air conditioning associated with extreme heat and implications for electricity grids in poorer countries. *Energ Buildings*. 2022; 268: 112198.
 25. Jay O, Capon A, Berry P et al. Reducing the health effects of hot weather and heat extremes: From personal cooling strategies to green cities. *Lancet*. 2021; 398: 709-724.
 26. Kranc H Novack V, Shtein A, Sherman RE, Novack L. Extreme temperature and out-of-hospital cardiac-arrest: Nationwide study in a hot climate country. *Environ Health*. 2021; 20(1): 38.
 27. Doan TN, Wilson D, Rashford S, Bosley E. Ambient temperatures, heatwaves and out-of-hospital cardiac arrest in Brisbane, Australia. *Occup Environ Med*. 2021 Jan 12:oemed-2020-107018. doi: 10.1136/oemed-2020-107018. Epub ahead of print. PMID: 33436382.
 28. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Impact of heat waves on mortality-Rome, Italy, June-August 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2004; 53(17): 369-371. PMID: 15129195.
 29. Liu C, Yavar Z, Sun Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2015; 309: H1793-H1812.
 30. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. *N Engl J Med*. 2002; 346: 1978-1988. doi: 10.1056/NEJMra011089

Si desea citar nuestro artículo:
Berrazueta-Fernández JR. Ola de calor y muerte cardiovascular en Julio 2022. *An RANM*. 2023;140(03): 259–263. DOI: 10.32440/ar.2023.140.03.rev03
