



**FACUL  
TAD DE  
CIENCI  
AS DE  
LA  
SALUD  
“DR.  
ENRIQ  
UE  
ORTEG  
A  
MOREI  
RA”**

**RELACIÓN ENTRE  
SOBREEXPOSICIÓN AGUDA A  
RADIACIÓN SOLAR  
ULTRAVIOLETA, CON ACCIDENTE  
CEREBROVASCULAR AGUDO Y/O  
ATAQUE ISQUÉMICO  
TRANSITORIO EN ECUADOR.**

Artículo presentado como requisito para la obtención del título:

**MEDICINA**

Por la (os) estudiante(s):  
**Diego Andres Intriago Oporto**

Bajo la dirección de:  
**Erin Salazar**

**Universidad Espíritu Santo  
Carrera de MEDICINA  
Samborondón - Ecuador  
Agosto 2024**

**RELACIÓN ENTRE SOBREEXPOSICIÓN AGUDA A  
RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA, CON ACCIDENTE  
CEREBROVASCULAR AGUDO Y/O ATAQUE  
ISQUÉMICO TRANSITORIO EN ECUADOR.  
RELATIONSHIP BETWEEN ACUTE OVEREXPOSURE TO  
ULTRAVIOLET SOLAR RADIATION, WITH ACUTE  
CEREBROVASCULAR ACCIDENT AND/OR TRANSIENT  
ISCHEMIC ATTACK IN ECUADOR.**

**Diego Andres Intriago Oporto**

[diegointriago@uees.edu.ec](mailto:diegointriago@uees.edu.ec)

**ORCID 0009-0003-0412-3219**

**Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador**

## **RESUMEN**

Este estudio explora la relación entre la radiación ultravioleta (UV) y el tiempo de debut del accidente cerebrovascular (ACV) como de ataque isquémico transitorio (AIT) en Guayaquil, Ecuador, durante tres años (2021-2023). Al analizar los datos del índice UV por hora y las visitas a emergencias relacionadas con ACV, nuestro objetivo fue determinar si existe una correlación significativa entre la exposición a los rayos UV y la incidencia de ACV. Los resultados revelaron una correlación negativa moderada constante, con coeficientes de correlación de Spearman de -0,378, -0,397 y -0,402 para 2021, 2022 y 2023, respectivamente. Estos hallazgos sugieren que una mayor exposición a los rayos UV se asocia con una menor incidencia de ACV. Los mecanismos potenciales incluyen la síntesis de vitamina D y la liberación de óxido nítrico, los cuales contribuyen a mejorar la salud cardiovascular. Sin embargo, el estudio es retrospectivo, observacional

(correlacional) por lo que no puede establecer causalidad. El estudio subraya la importancia de una exposición equilibrada a los rayos UV para la salud cardiovascular, destacando la necesidad de directrices de salud pública que optimicen los beneficios y minimicen los riesgos de la radiación UV.

**Palabras clave:** Ictus, Accidente Cerebrovascular, Ataque isquémico transitorio, Radiación ultravioleta, Factores de riesgo, Vitamina D, Óxido nítrico, Salud cardiovascular.

## **ABSTRACT**

This study explores the relationship between ultraviolet (UV) radiation and the onset time of stroke (CVA) and transient ischemic attack (TIA) in Guayaquil, Ecuador, over three years (2021-2023). By analyzing hourly UV index data and stroke-related emergency visits, we aimed to determine if there is a significant correlation between UV exposure and stroke incidence. The results revealed a consistent moderate negative correlation, with Spearman correlation coefficients of -0.378, -0.397, and -0.402 for 2021, 2022, and 2023, respectively. These findings suggest that greater UV exposure is associated with a lower incidence of stroke. Potential mechanisms include vitamin D synthesis and nitric oxide release, both of which contribute to improved cardiovascular health. However, the study is retrospective, observational (correlational) so it cannot establish causality. The study underscores the importance of balanced UV exposure for cardiovascular health, highlighting the need for public health guidelines that optimize the benefits and minimize the risks of UV radiation.

**Key words:** Stroke, Transient ischemic attack, Ultraviolet radiation, Risk factors, Vitamin D, Nitric Oxide, Cardiovascular health.

## **INTRODUCCIÓN**

El accidente cerebrovascular (ACV) representa un importante desafío de salud pública a nivel mundial y se ubica constantemente como una de las principales causas de discapacidad y mortalidad a largo plazo. Cada año, cerca de 5 millones de personas se ven afectadas, con un 36% de mortalidad, y las consecuencias la vuelven la segunda causa de discapacidad a nivel mundial. [1] A pesar de los avances en el tratamiento médico y las estrategias de prevención, la incidencia de ACV sigue siendo alta en países

pobrementemente desarrollados, lo que lleva a los investigadores a explorar un espectro más amplio de posibles factores de riesgo, incluidas influencias ambientales como la radiación ultravioleta (UV). [2]

La relación entre la radiación ultravioleta y la salud humana es compleja y tiene dos facetas. Si bien la exposición excesiva a los rayos UV es un factor de riesgo bien documentado de cáncer de piel y otras afecciones dermatológicas, [3] las investigaciones emergentes sugieren que la exposición moderada a los rayos UV puede conferir varios beneficios para la salud. Estos beneficios incluyen la síntesis de vitamina D, que se ha relacionado con la prevención de ciertas enfermedades autoinmunes y potencialmente con una reducción de la rigidez arterial, un factor de riesgo clave de ACV. [4] Por el contrario, otros estudios insinúan la posibilidad de que altos niveles de exposición a los rayos UV puedan contribuir a la exacerbación de enfermedades cardiovasculares, posiblemente a través de mecanismos relacionados con la inflamación sistémica o la disfunción endotelial. [5]

Teniendo en cuenta estos antecedentes, nuestro estudio se centra en explorar la correlación entre los niveles de radiación UV y la incidencia de accidentes cerebrovasculares, isquémicos y hemorrágicos, así como ataques isquémicos transitorios (AIT) mediante el análisis de la hora de debut de la patología, en Guayaquil, Ecuador. Por simplicidad, cuando nos referimos a ACV próximamente también se incluirán los casos de AIT en este grupo. Esta región geográfica, caracterizada por su clima tropical, proporciona un entorno único donde los niveles de radiación ultravioleta son consistentemente altos, lo que permite una investigación profunda sobre cómo pequeñas fluctuaciones horarias en la exposición a la radiación ultravioleta podrían correlacionarse con la aparición de ACV.

Nuestro análisis retrospectivo abarca historias clínicas de tres años de pacientes con patología por ACV (incluyendo infarto cerebral, hemorragia cerebral y accidente isquémico transitorio) e implica un examen detallado de las admisiones a emergencias, correlacionándolas con los datos del índice UV por hora recopilados en el mismo período. Al estudiar estas variables, nuestro objetivo es determinar si existe una relación estadísticamente significativa entre la exposición a la radiación UV y la frecuencia de emergencias médicas relacionadas con ACV. Este enfoque no sólo contribuye a nuestra comprensión de la epidemiología del ACV, sino que también explora las implicaciones

más amplias de los factores ambientales en la salud vascular, lo que se podría abarcar dentro de las políticas de salud pública y las estrategias preventivas adaptadas a condiciones climáticas específicas.

## **1.1 Accidente Cerebrovascular**

El ACV es una emergencia médica y un importante problema de salud mundial. Representa una de las principales causas de discapacidad y mortalidad en pacientes de edad superior a 65 años. [1] Ocurre cuando el suministro de sangre a una parte del cerebro se interrumpe o se reduce, lo que impide que el tejido cerebral obtenga suficiente oxígeno y nutrientes. Esto culmina en la muerte celular, lo que desencadena cadenas apoptóticas que culminan en inflamación y daño tisular diseminado. [6] El impacto de un ACV puede variar desde discapacidades físicas menores hasta deterioros cognitivos graves, según la ubicación y el alcance de la lesión cerebral. [1]

### **1.1.1 Hemorrágico/HTA**

Los ACV hemorrágicos son menos comunes (10-15%), pero más mortales. Ocurren cuando un vaso sanguíneo en el cerebro estalla, lo que provoca sangrado (hemorragia) dentro del cerebro. Las causas principales incluyen presión arterial alta, aneurismas (áreas debilitadas en las paredes de los vasos sanguíneos), malformaciones arteriovenosas (ovillos anormales de vasos sanguíneos) y lesiones en la cabeza. [7] Los ACV hemorrágicos se dividen en dos categorías principales:

Hemorragia intracerebral; esto ocurre cuando una arteria en el cerebro estalla, inundando el tejido circundante con sangre. La presión de la sangre filtrada daña las células cerebrales. [7]

Hemorragia subaracnoidea; este tipo implica sangrado en el área entre el cerebro y los tejidos delgados que lo cubren (espacio subaracnoideo). A menudo es causada por la rotura de un aneurisma. [2,7]

### **1.1.2 Isquémico**

Los ACV isquémicos son el tipo más común y representan aproximadamente el 87% de todos los casos de accidentes cerebrovasculares. [7] Ocurren cuando se obstruye un vaso sanguíneo que suministra sangre al cerebro, a menudo debido a un coágulo de sangre. Hay dos mecanismos principales por los cuales esto puede suceder:

Accidente cerebrovascular trombótico; ocurre cuando se forma un coágulo de sangre (trombo) en una de las arterias que suministran sangre al cerebro. Por lo general, se asocia con la aterosclerosis, una afección en la que se acumulan depósitos de grasa en las paredes internas de las arterias, lo que reduce el flujo sanguíneo. [7]

Accidente cerebrovascular embólico; en este caso, se forma un coágulo de sangre u otros desechos fuera del cerebro, a menudo en el corazón, y es arrastrado por el torrente sanguíneo para alojarse en arterias cerebrales más estrechas. Una causa común de ACV embólico es la fibrilación auricular, un latido cardíaco irregular que puede provocar la formación de coágulos en el corazón. [7]

### **1.1.3 Accidente Isquémico Transitorio**

Un ataque isquémico transitorio (AIT), a menudo denominado mini ACV, es un período temporal de síntomas similares a los de un ACV. Un AIT no causa daño permanente y se caracteriza por una interrupción temporal del flujo sanguíneo al cerebro, que generalmente dura solo unos minutos. [8] Los AIT presentan los mismos síntomas que los ACV, como entumecimiento o debilidad repentina en la cara, el brazo o la pierna (especialmente en un lado del cuerpo), confusión, afasia, agnosia visual, mareos, vértigo, síntomas piramidales, coreas, pérdidas de la coordinación, entre otros. [8]

Las causas de los AIT son similares a las de los ACV isquémicos, principalmente a coágulos sanguíneos. [7] Estos coágulos pueden formarse debido a aterosclerosis, fibrilación auricular u otras afecciones cardiovasculares. Otras causas incluyen insuficiencia cardíaca aguda, patología carotídea, vasoespasmo, entre otros. [7,8]

Los AIT no causan daños duraderos, aun así, advierten de patología subyacente, brindando una oportunidad para intervención temprana de la causa. [8] El control de factores de riesgo como la hipertensión, la diabetes, el colesterol alto y las modificaciones del estilo de vida (p. ej., dejar de fumar, una dieta balanceada moderada en grasas y azúcares y hacer ejercicio regularmente) son cruciales después de un AIT. [8]

## **1.2 Radiación UV y salud**

La radiación ultravioleta (UV), un componente de la luz solar, desempeña un papel complejo en la salud humana y abarca efectos tanto beneficiosos como adversos. Esta radiación electromagnética, dividida en tipos UVA, UVB y UVC según la longitud de onda, interactúa con la piel y los ojos, lo que produce una variedad de resultados de salud. [9]

## **1.2.1 Beneficios**

### **1.2.1.1 Síntesis de Vitamina D**

Uno de los principales beneficios de la radiación UVB es su papel en la síntesis de vitamina D en la piel. [9] La vitamina D es crucial para mantener huesos y dientes sanos, apoyar la función inmune y reducir la inflamación. Unos niveles adecuados de vitamina D ayudan a prevenir enfermedades como el raquitismo en los niños y la osteomalacia en los adultos. [9] Las investigaciones emergentes sugieren que la vitamina D también puede desempeñar un papel en la prevención de ciertos cánceres, enfermedades cardiovasculares y afecciones autoinmunes. [4,5,9,10]

### **1.2.1.2 Salud Mental**

La exposición a la luz solar se ha relacionado con una mejora del estado de ánimo y la salud mental. La radiación ultravioleta estimula la producción de serotonina, un neurotransmisor asociado con la sensación de bienestar y felicidad. [10] Este efecto puede ayudar a aliviar los síntomas del trastorno afectivo estacional (TAE), un tipo de depresión que se produce en determinadas épocas del año, normalmente en los meses de invierno, cuando se reduce la exposición a la luz solar. [9,10]

### **1.2.1.3 Regulación de ciclo celular Dérmico**

La exposición controlada a la radiación UV se usa terapéuticamente para tratar ciertas afecciones de la piel, como la psoriasis, el eccema y el vitíligo. La fototerapia, que implica exponer la piel a la luz ultravioleta, a través de la autofagia puede ayudar a reducir la inflamación y ralentizar la producción de células de la piel, lo que alivia estas afecciones crónicas. [11]

### **1.2.1.4 Sistema Cardiovascular**

La radiación UV, particularmente la UVB, tiene efectos beneficiosos notables sobre el sistema cardiovascular. Como ya hablamos mejora la síntesis de vitamina D en la piel. Esta juega un papel crucial en la regulación de la presión arterial, el mantenimiento de la salud vascular y la reducción de la inflamación. [2,4,5,12] Niveles adecuados de vitamina D se asocian con un menor riesgo de hipertensión, un importante factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares. [4]

Además, la exposición a los rayos UV estimula la liberación de óxido nítrico de la piel al torrente sanguíneo, lo que ayuda a dilatar los vasos sanguíneos, mejorar el flujo sanguíneo y reducir la presión arterial. [12] Estos efectos contribuyen colectivamente a reducir el riesgo cardiovascular y mejorar la salud del corazón. Además, la exposición moderada a los rayos UV se ha relacionado con una mejor función cardiovascular general, lo que podría reducir la incidencia de ataques cardíacos y ACV. [2,4,5,12] Por lo tanto, una exposición equilibrada al sol puede favorecer la salud cardiovascular, lo que enfatiza la importancia de mantener niveles óptimos de vitamina D mediante una exposición segura a los rayos UV. [2,5]

## **1.2.2 Riesgos**

### **1.2.2.1 Patología Dermatológica**

La exposición prolongada y sin protección a la radiación ultravioleta es la principal causa de cánceres de piel, incluidos el carcinoma de células basales, el carcinoma de células escamosas y el melanoma. [11] La radiación UVB, en particular, puede dañar directamente el ADN de las células de la piel, provocando mutaciones y el desarrollo de cáncer. La radiación UVA, aunque menos energética, penetra más profundamente en la piel y contribuye al envejecimiento de la piel y a la formación de cáncer al generar especies reactivas de oxígeno. [11]

Además, la exposición crónica a la radiación UVA acelera el proceso de envejecimiento celular de la piel, provocando arrugas, pérdida de elasticidad y cambios de pigmentación. [13] Este proceso, conocido como fotoenvejecimiento, resulta de la degradación del colágeno y la formación de radicales libres que dañan las células de la piel. [11,13]

Finalmente, La radiación ultravioleta puede suprimir la respuesta inmune local de la piel, reduciendo su capacidad para combatir infecciones y detectar células malignas. Este efecto inmunosupresor puede comprometer el sistema inmunológico general del cuerpo, aumentando la susceptibilidad a las infecciones y posiblemente afectando la eficacia de ciertas vacunas. [14]

### **1.2.2.2 Patología Oftalmológica**

La exposición aguda a radiación UV puede provocar fotoqueratitis, una afección dolorosa que se asemeja a una quemadura solar en la córnea. [15] La exposición prolongada aumenta el riesgo de cataratas, una opacidad del cristalino que afecta la visión, y puede



contribuir al desarrollo de degeneración macular, una de las principales causas de pérdida de visión en los adultos mayores. Finalmente, puede llegar a generar melanoma uveal, una de las formas más comunes de cáncer de ojo. [15,16]

### **1.2.2.3 Golpe de calor y trastornos metabólicos**

La radiación ultravioleta, contribuye significativamente al calor experimentado durante los días soleados. [18-21] La exposición prolongada a altos niveles de rayos UV puede aumentar la temperatura corporal y provocar enfermedades relacionadas con el calor. El golpe de calor ocurre cuando falla la capacidad del cuerpo para regular la temperatura, a menudo exacerbado por una intensa exposición a los rayos UV. [14,18-21]

La radiación ultravioleta también causa deshidratación, reduciendo la eficiencia de enfriamiento del cuerpo a través de la sudoración. [20] Además, la radiación UV al dañar la piel, reduce su eficacia en la disipación del calor. [13,20] Finalmente, hay una correlación latente, poco estudiada y poco entendida entre temperaturas extremas, golpes de calor y ACV. [18-21]

### **1.3 Relación entre radiación UV e injuria cerebrovascular**

Mirbagheri et al. examinó la incidencia global de Hemorragia Subaracnoidea (HSA) y los índices UV, encontrando una notable correlación inversa. La incidencia de HSA osciló entre 1,3 y 27 por 100.000 pacientes-año, mientras que el índice UV varió entre 1,76 y 11,27. El coeficiente de correlación ( $\rho$ ) entre la incidencia de HAS y el índice UV fue -0,48 ( $P = 0,012$ ), lo que indica que las regiones con índices UV más altos generalmente tenían incidencias de HAS más bajas. [2]

Dentro de Europa, se observó una correlación inversa significativa entre índices UV más altos e incidencias más bajas de HSA ( $\rho = -0,68$ ,  $P = 0,004$ ). Por ejemplo, el noroeste de Europa informó una incidencia de HSA de 8,61 por 100.000 p-y con un índice UV de 2,85, mientras que el sudeste de Europa tuvo una incidencia de HSA de 7,37 por 100.000 p-y con un índice UV de 4,65. Por el contrario, la correlación no fue significativa entre los países no europeos ( $\rho = -0,43$ ,  $P = 0,19$ ). [2]

La relación inversa observada sugiere que una mayor exposición a los rayos UV puede reducir el riesgo de HSA, potencialmente debido a los efectos anteriormente descritos. [2,17]

## **MÉTODO**

Este enfoque metodológico tuvo como objetivo identificar correlaciones significativas entre la exposición a la radiación UV y la incidencia de ACV, estimando la relación sobre la epidemiología del ACV y la posible influencia de los factores ambientales en la salud cerebrovascular.

## **2.1 Muestra**

Este estudio es un análisis correlacional y retrospectivo realizado a través de una investigación documental. La población está conformada por pacientes mayores de 18 años que sufrieron un ACV o Ataque Isquémico Transitorio (AIT) y que fueron ingresados en el Hospital Naval Sur de Guayaquil, Ecuador, entre los años 2021 y 2023.

Se obtuvo una muestra de 836 pacientes ingresados al Hospital Naval Sur, de los cuales un total de 165 cumplían con todos nuestros criterios de inclusión y no presentaron ningún criterio de exclusión. Los criterios de inclusión incluyeron: pacientes del Hospital Naval Sur ingresados en la sala de emergencia entre 2021 y 2023 por ACV agudo (ictus) completo o transitorio, tanto hombres como mujeres, mayores de 18 años y de etnia indeterminada. Los criterios de exclusión fueron historias clínicas que no presentaran las variables deseadas (edad, sexo, ACV como motivo de atención, paciente atendido a través del servicio de emergencia), historias clínicas registradas en días en que no se reportaba el índice UV en Guayaquil, Ecuador, por la muestra histórica del centro meteorológico “Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA)”, y cualquier otra anomalía que desacredite el historial médico del paciente.

## **2.2 Materiales**

Los materiales e instrumentos utilizados en este estudio incluyeron las historias clínicas de los pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión, equipos meteorológicos con medición por geolocalización satelital de la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA), específicamente el registro histórico del índice UV diario en Guayaquil, Ecuador, para los años 2021, 2022 y 2023, Excel para tabulación de datos y algoritmos SPSS y Python para análisis de datos.

## **2.3 Procedimiento**

El procedimiento comenzó con la recolección de historias clínicas que cumplían con los criterios de inclusión, las cuales luego fueron categorizadas según el momento de debut

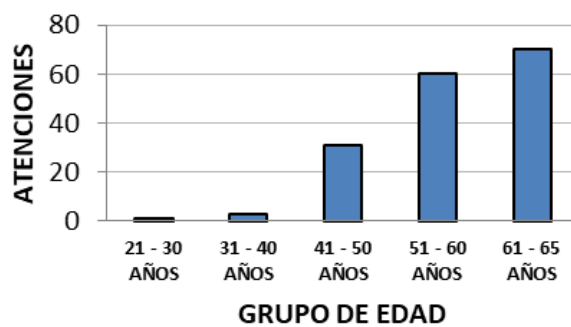
de la patología como indicaba en la respectiva historia clínica. Los datos del índice UV se obtuvieron de los registros históricos de la "Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA)" e incluyeron mediciones mediante geolocalización satelital, incorporando vistas de luz infrarroja, ultravioleta y visible, calculadas a partir del espesor de la capa de ozono y los cambios espaciotemporales en las nubes en tiempo real. El índice UV de cada hora se comparó con la hora correspondiente de debut del ACV o AIT (tomando en cuenta una exposición estándar promedio entre todos los pacientes por la zona geográfica, descartando la variable de tiempo de exposición real individual por paciente por limitaciones en las historias clínicas recolectadas) y a cualquier hora sin valores de índice UV específicos se le asignó un índice UV de cero, repitiendo este proceso por cada año de datos receptados. Esta correlación se calculó usando el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho_s$ ), el cual evalúa la fuerza y dirección de la relación monótona entre dos variables clasificadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

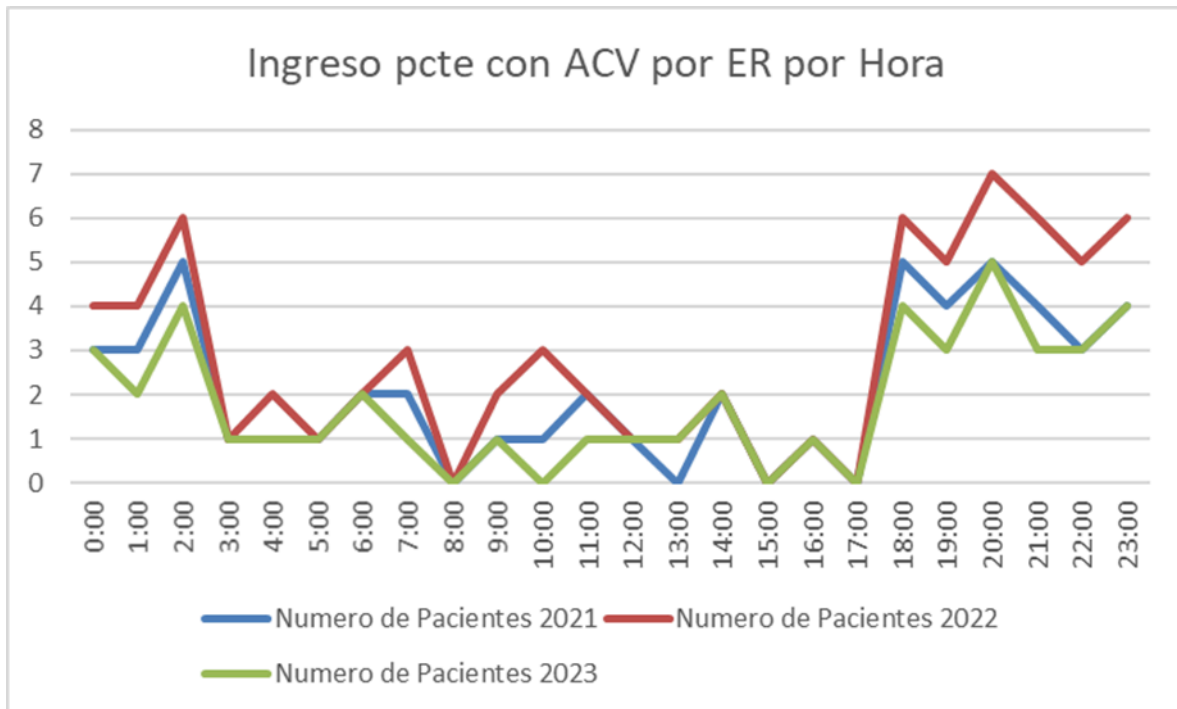
Se recolecto un total de 836 historias clínicas de pacientes que cumplían con los criterios de inclusión, pero, tan solo 165 de estas cumplían con todos los criterios. De estos casos, la mayoría de pacientes 93 eran hombres (56%) y 72 mujeres (44%), con el 78% por encima de los 51 años. Entre sus diagnósticos se notó un número elevado de 61 casos (37%) de infarto cerebral.

### Grafico 1. Pacientes receptados por Emergencia

**ATENCIONES A PACIENTES CON  
PATOLOGIA DE ENFERMEDADES  
CEREBRO VASCULARES  
POR GRUPOS DE EDAD EN  
PRIMERAS CONSULTAS  
2021 - 2023 (MAYO)**



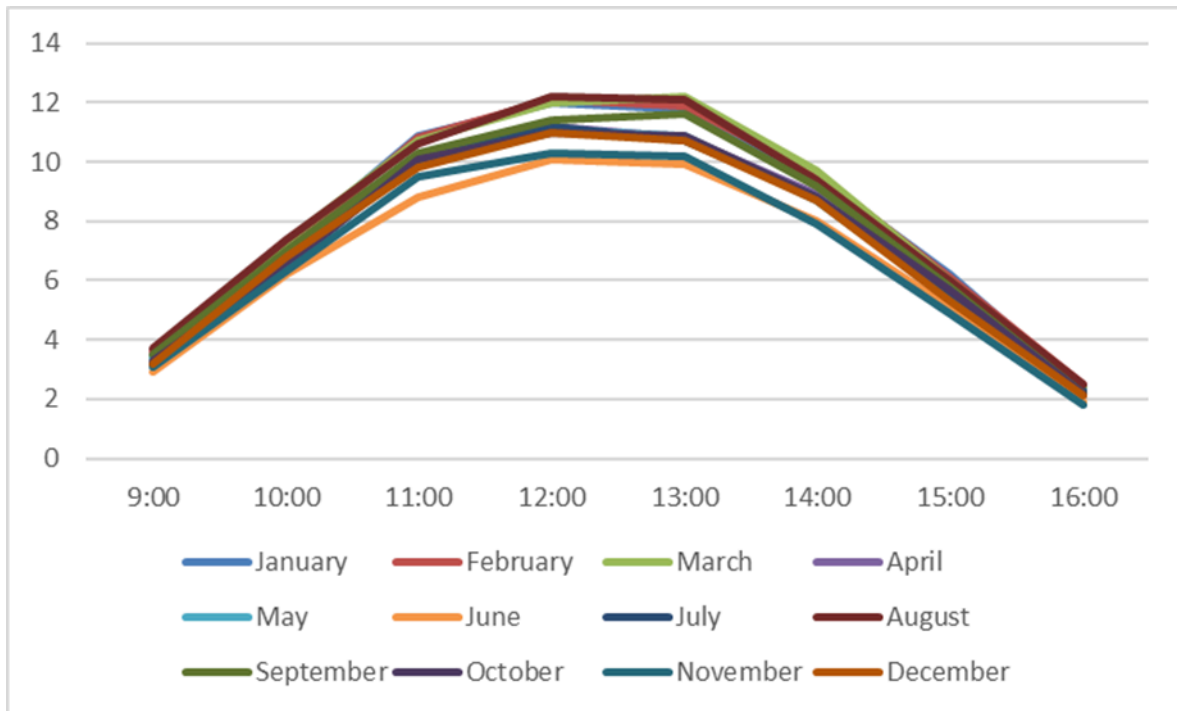
**Gráfico 2. Hora de debut de ACV por hora**



Horas de debut tabuladas según lo indicado en sus respectivas historias clínicas. Observando una fuerte tendencia con cerca del 70% de los casos receptados en horas de la noche o madrugada.

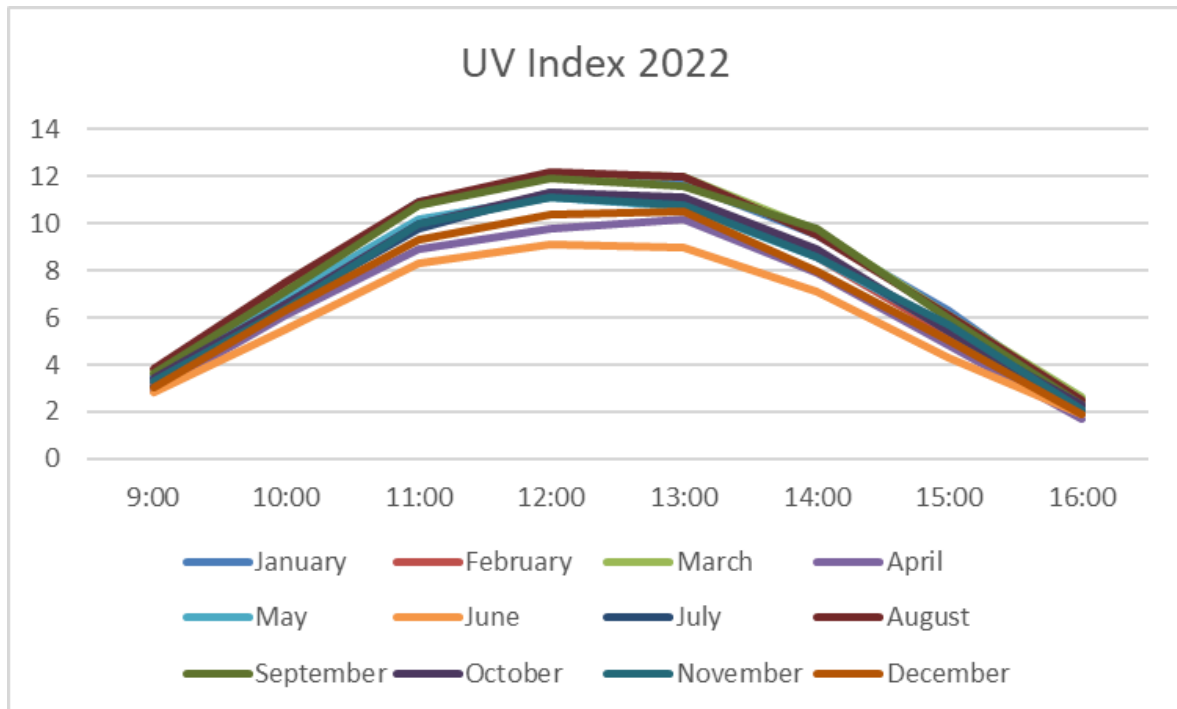
Luego, revisamos los datos provistos de la EXA, verificándolos con otras centrales meteorológicas internacionales, sobre el UV index, tabulándolos por año:

**Gráfico 3. UV index promedio por hora por mes el 2021 en Guayaquil**



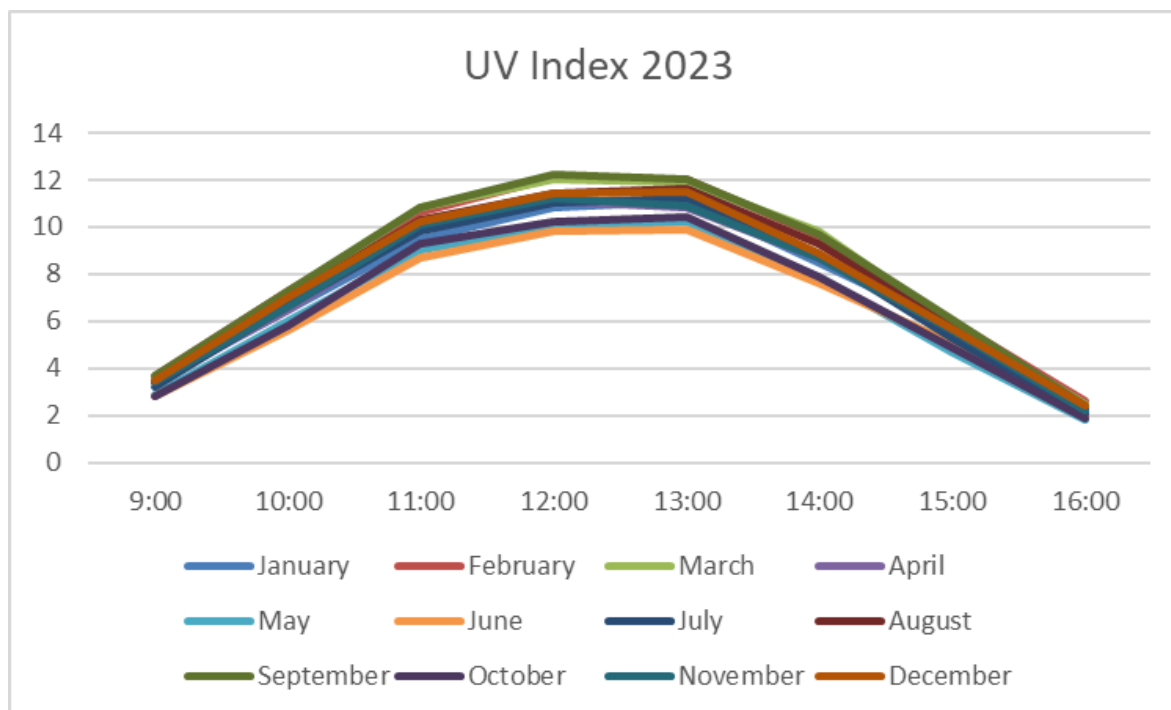
Se observa cierta homogeneidad en los rangos de radiación UV promedio por hora, con una variación en las horas de máxima exposición de hasta 2 puntos entre el mes de agosto con un UV index de 12 y el mes de Junio con un UV index de 10.

**Gráfico 4. UV index promedio por hora por mes el 2022 en Guayaquil**



Se observa cierta homogeneidad en los rangos de radiación UV promedio por hora, con una variación en las horas de máxima exposición de hasta 3 puntos entre el mes de agosto con un UV index de 12 y el mes de Junio con un UV index de 9.

**Gráfico 5. UV index promedio por hora por mes el 2023 en Guayaquil**



Observamos claramente una homogeneidad moderada en lo que es el UV index a nivel de cada mes, con una oscilación de máximo 2 puntos en las horas de mayor exposición solar, cerca del mediodía.

Finalmente, para analizar la relación entre el índice UV por hora y el número de casos por ACV por hora se calculó el coeficiente de correlación de Spearman para cada año.

**Tabla 1. Correlación de Spearman**

	2021	2022	2023
<b>Correlación de Spearman</b>	-0.378	-0.397	-0.402
<b>Valor p</b>	0.068	0.055	0.044

El análisis para 2021 reveló una correlación negativa moderada ( $\rho_s = -0,378$ ) entre el índice UV y el número de casos por ACV por hora, con un valor de p de 0,068, lo que indica una tendencia hacia la significancia, pero no estadísticamente significativo.



Para 2022, el coeficiente de correlación de Spearman fue -0,397, lo que muestra una correlación negativa moderada, con un valor p de 0,055, lo que sugiere una tendencia hacia una relación inversa significativa, pero ligeramente por encima del umbral de significancia típico de 0,05.

Los resultados para 2023 indicaron una correlación negativa moderada ( $\rho_s = -0.402$ ) entre el índice UV y el número de casos por ACV por hora, con un valor de p de 0,044, lo que confirma una relación estadísticamente significativa.

Los datos de los tres años, nos generan una correlación negativa moderada entre el índice UV y el número de admisiones a emergencias debido a ACV. Esto sugiere que los valores más altos del índice UV generalmente se asocian con menos visitas a urgencias relacionadas con ACV.

## **Discusión**

Los hallazgos de este estudio, exploraron la relación entre la radiación ultravioleta y el número de casos por ACV por hora en Guayaquil, Ecuador, durante tres años (2021-2023), brindando información importante sobre los posibles efectos protectores de la radiación ultravioleta sobre la salud cardiovascular y neurológica. Los datos revelaron una correlación negativa moderada y constante entre el índice UV y el número de visitas a urgencias relacionadas con ACV, lo que sugiere que una mayor exposición a los rayos UV podría estar asociada con una menor incidencia de ACV.

Esta correlación inversa entre la exposición a los rayos UV y la incidencia de ACV se alinea con el creciente conjunto de evidencia que sugiere que la radiación UV moderada puede tener efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular. [2,12] Estos beneficios provienen principalmente de la síntesis de vitamina D, que desempeña un papel crucial en el mantenimiento de la salud vascular, la regulación de la presión arterial y la reducción de la inflamación. Los niveles más altos de vitamina D se han asociado con un menor riesgo de hipertensión, que es un importante factor de riesgo de ACV. Además, la exposición a los rayos UV estimula la liberación de óxido nítrico de la piel, lo que ayuda a dilatar los vasos sanguíneos, mejorar el flujo sanguíneo y reducir la presión arterial, lo que contribuye aún más a la salud cardiovascular. [2,9,12,14-17]

Como mencionamos anteriormente, uno de los beneficios mejor documentados de la radiación UVB es su papel en la síntesis de vitamina D en la piel. Esta es esencial para el metabolismo del calcio y la salud ósea, por medio de su metabolito 1,25 dihidroxivitamina D, pero también tiene efectos importantes sobre el sistema cardiovascular, donde se han encontrado múltiples receptores para la misma, principalmente a nivel del ventrículo izquierdo. Además, niveles de <20ng de 25 hidroxivitamina D se correlaciona con patología cardíaca, al ayudar a mediar la presión arterial tanto a través del sistema de renina, angiotensina y aldosterona, como a prevenir la disfunción epitelial vascular. [22,23] Los niveles adecuados de vitamina D se asocian con una presión arterial más baja, una mejor función endotelial y una rigidez arterial reducida, todo lo cual contribuye a un menor riesgo de ACV. Los estudios han demostrado que la deficiencia de vitamina D está relacionada con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, incluido el ACV. [4,10,22,23]

La radiación ultravioleta, particularmente la UVA, induce la liberación de óxido nítrico de la piel al torrente sanguíneo. El óxido nítrico es un potente vasodilatador, lo que significa que relaja los músculos internos de los vasos sanguíneos, provocando que se ensanchen y aumenten la circulación. [12] Este proceso puede conducir a una presión arterial más baja y una reducción de la tensión cardiovascular, disminuyendo así el riesgo de ACV. La liberación de óxido nítrico también tiene propiedades antiinflamatorias, que pueden proteger aún más contra el daño vascular y los ACV. [2,9,12]

Además, una mayor exposición a los rayos UV generalmente ocurre durante las actividades al aire libre. Por lo que una persona sedentaria, o incluso encamada, estará exenta de realizar actividades físicas, privándola de la exposición a los rayos UV. [24] En este caso, la radiación UV también nos sirve como indicador de un estilo de vida activo, con potencial actividad física regular. Esta última, ayuda a controlar el peso, reducir la presión arterial, mejorar los niveles de colesterol y mejorar la salud general del corazón, todo lo cual puede reducir el riesgo de sufrir un ACV. [5,24]

## **CONCLUSIONES**

En este estudio se investigó la posible relación entre la radiación ultravioleta (UV) y la hora de debut del ACV relacionados con ACV en Guayaquil, Ecuador, en un lapso de tres años, de 2021 a 2023. Al examinar los datos del índice UV por hora junto con los registros

de visitas a urgencias relacionadas con ACV, el objetivo fue determinar si existe una correlación significativa entre los niveles de exposición a los rayos UV y la incidencia de ACV. El análisis reveló una correlación negativa moderada y constante entre ambas variables, como lo demuestran los coeficientes de correlación de Spearman de -0,378 para 2021, -0,397 para 2022 y -0,402 para 2023. Estos resultados indican que los niveles más altos de exposición a los rayos UV generalmente se asocian con una disminución del número de admisiones a urgencias relacionadas con ACV.

Los hallazgos sugieren que la exposición a los rayos UV puede tener efectos cardiovasculares protectores, lo que podría reducir el riesgo de ACV. Aun así, si bien los hallazgos del estudio son convincentes, se deben reconocer varias limitaciones.

En primer lugar, el estudio es de naturaleza observacional y correlacional, lo que significa que no se puede establecer una causalidad sin el uso de metodología adicional. La relación observada entre la radiación ultravioleta y la incidencia de ACV puede verse influenciada por otros factores y variables que no fueron controlados durante nuestro análisis. Por ejemplo, factores de riesgo individuales de cada paciente, como hipertensión, dislipidemia, hipertrigliceridemia, diabetes, sobrepeso, tabaquismo, malos hábitos alimenticios, predisposiciones genéticas, estatus socioeconómico, acceso a atención médica, entre otros, son factores que pueden afectar el riesgo de ACV y pueden influenciar la relación entre la exposición a los rayos UV y la incidencia de ACV. [1,5,24] Así mismo, tampoco se controló el nivel ni tiempo de exposición real de cada paciente individualmente a la radiación UV, tomándose un estimado general dependiente del índice por hora.

En segundo lugar, el estudio se basa en datos retrospectivos, que pueden estar sujetos a imprecisiones o inconsistencias en el mantenimiento de registros, especialmente de la institución de la cual fueron recaudados, por temas logísticos limitados, tras un desastre natural en los años previos que ha reducido su infraestructura como su personal apto. Los datos del índice UV, aunque ajustados para las horas en las que no hay luz diurna, pueden no reflejar perfectamente los niveles de exposición individuales. Así mismo, este índice está ligado a factores externos del estudio, como de mediciones indirectas satelitales, siendo idóneamente realizados a nivel de suelo en un futuro. [25] Los comportamientos personales, como el uso de protector solar o el tiempo que se pasa en

interiores, pueden modificar significativamente la exposición individual a los rayos UV y no se tuvieron en cuenta en este análisis. [2]

En tercer lugar, el tamaño de la muestra, aunque suficiente para identificar una correlación moderada, es relativamente pequeño si se considera la población en general. Se necesitan estudios más amplios con datos más completos, de poblaciones más heterogéneas, para confirmar estos hallazgos y proporcionar estimaciones más sólidas de la relación entre la exposición a los rayos UV y el riesgo de ACV.

En cuarto lugar, no se logró tomar en cuenta una exposición real del paciente individual por la falta de información dentro de las historias clínicas, tomándose un estándar promedio entre todos los pacientes por la zona geográfica. Esto es un problema que desaparecería en un estudio prospectivo.

Por todos estos motivos, y los intrigantes hallazgos de este estudio, se justifica realizar otras investigaciones para comprender mejor la relación entre la radiación ultravioleta y la incidencia de ACV. Los estudios futuros podrían explorar las áreas que este tipo de estudio no pudo.

Expandir la muestra, incluyendo estudios poblacionales mucho más amplios puede ayudar a esclarecer esta relación entre la radiación UV y la salud cerebrovascular. Los datos demográficos diversos son esenciales para generalizar los hallazgos, así como su reproducibilidad a nivel global en distintas poblaciones expuestas a índices UV distintos. Esto ya fue reproducido en un meta análisis publicado el 2024 por Mirbagheri, et al. quienes estudiaron los efectos de la exposición a los rayos UV en diferentes regiones geográficas, climas y poblaciones con distintos antecedentes genéticos proporcionando una comprensión más completa de su impacto en el riesgo de ACV. Aun con su población mucho más extensa que la nuestra, con 32 países, sigue siendo un estudio retrospectivo, el cual llegó a nuestra misma conclusión, comprobando reproducibilidad, pero manteniendo las mismas incógnitas. [2]

Por otro lado, los estudios prospectivos a largo plazo podrían establecer la causalidad, o al menos reforzar la relación temporal entre la exposición a los rayos UV y la incidencia de ACV. El seguimiento de las personas a lo largo del tiempo proporcionaría datos más precisos sobre la exposición a los rayos UV y sus efectos sobre el riesgo de ACV. Además de esto, en este estudio se eliminó a los pacientes con recurrencia por consulta externa con su especialista, lo que es crucial para comprender la radiación UV como posible futuro factor protector de este tipo de paciente. [2]

De igual manera, se necesitan más investigaciones para dilucidar los mecanismos biológicos que subyacen a los efectos protectores de la radiación UV, principalmente a nivel biomolecular. Los estudios deberían investigar el papel de la vitamina D, el óxido nítrico y otros mediadores potenciales en la reducción del riesgo de ACV. [1,5]

Este es un tema innovador que requiere colaboración multidisciplinaria, ya que los hallazgos de estos estudios podrían tener importantes implicaciones para la salud pública. Si bien se sabe que la exposición excesiva a los rayos UV aumenta el riesgo de cáncer de piel, la exposición moderada a los rayos UV parece tener importantes beneficios cardiovasculares. [1-5,9-24] Las directrices de salud pública eventualmente podrían postular la radiación UV como una recomendación para ciertos pacientes, así como su regulación diaria. [2,5,9]

## REFERENCIAS

- 1.Lanas F, Seron P. Facing the stroke burden worldwide. *The Lancet Global Health*. 2021 Jan;9(3).
- 2.Mirbagheri A, Rinkel GJE, Berneburg M, Ertman N. Association of Global Ultraviolet Radiation With the Incidence of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurosurgery* [Internet]. 2022 May 17 [cited 2024 Aug 1];10.1227/neu.0000000000003091. Available from:  
[https://journals.lww.com/neurosurgery/abstract/9900/association\\_of\\_global\\_ultraviolet\\_radiation\\_with.1261.aspx](https://journals.lww.com/neurosurgery/abstract/9900/association_of_global_ultraviolet_radiation_with.1261.aspx)
- 3.Lopes FCPS, Sleiman MG, Sebastian K, Bogucka R, Jacobs EA, Adamson AS. UV Exposure and the Risk of Cutaneous Melanoma in Skin of Color: A Systematic Review. *JAMA Dermatology* [Internet]. 2021 Feb 1;157(2):213–9. Available from:  
<https://jamanetwork.com/journals/jamadermatology/article-abstract/2774113>
- 4.High doses of vitamin D rapidly reduce arterial stiffness in overweight/obese, vitamin-deficient African-Americans [Internet]. *ScienceDaily*. [cited 2024 Aug 1]. Available from: <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180102114147.htm>
- 5.Zhang Z, Yu B, Sun Y, Zhang K, Tan X, Lu Y, et al. Self-Reported Outdoor Light Exposure Time and Incident Heart Failure. *Journal of the American Heart Association Cardiovascular and cerebrovascular disease*. 2024 Feb 13;
- 6.Tuo Q, Zhang S, Lei P. Mechanisms of neuronal cell death in ischemic stroke and their therapeutic implications. *Medicinal Research Reviews*. 2021 May 6;42(1).

- 7.Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and Treatment of stroke: Present Status and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2020 Oct;21(20):7609. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7589849/>
- 8.Park TH, Lee JK, Park MS, Park SS, Hong KS, Ryu WS, et al. Neurologic deterioration in patients with acute ischemic stroke or transient ischemic attack. *Neurology*. 2020 Aug 14;95(16):e2178–91.
- 9.Holick MF. Sunlight, UV Radiation, Vitamin D, and Skin Cancer: How Much Sunlight Do We Need? *Advances in Experimental Medicine and Biology* [Internet]. 2020;1268:19–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32918212/>
- 10.Zhang H, Zhu A, Liu L, Zeng Y, Liu R, Ma Z, et al. Assessing the effects of ultraviolet radiation, residential greenness and air pollution on vitamin D levels: A longitudinal cohort study in China. *Environment International*. 2022 Nov;169:107523.
- 11.Liu C, Gu L, Ding J, Meng Q, Li N, Dai G, et al. Autophagy in skin barrier and immune-related skin diseases. *The Journal of Dermatology*. 2021 Oct 16;48(12):1827–37.
- 12.Halliday GM, Byrne SN. An Unexpected Role: UVA-Induced Release of Nitric Oxide from Skin May Have Unexpected Health Benefits. *Journal of Investigative Dermatology*. 2014 Jul;134(7):1791–4.
- 13.Gromkowska-Kępa KJ, Puścion-Jakubik A, Markiewicz-Żukowska R, Socha K. The impact of ultraviolet radiation on skin photoaging — review of in vitro studies. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2021 Mar 13;20(11):3427–31.
- 14.Piovani D, Brunetta E, Stefanos Bonovas. UV radiation and air pollution as drivers of major autoimmune conditions. *Environmental Research*. 2023 May 1;224:115449–9.
- 15.Sengillo JD, Kunkler AL, Medert C, Fowler B, Shoji M, Pirakitikulr N, et al. UV-Photokeratitis Associated with Germicidal Lamps Purchased during the COVID-19 Pandemic. *Ocular Immunology and Inflammation* [Internet]. 2021 Jan 2 [cited 2022 May 28];29(1):76–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33215961/>
- 16.Chalada M, Ramlogan-Steel CA, Dhungel BP, Layton CJ, Steel JC. The Impact of Ultraviolet Radiation on the Aetiology and Development of Uveal Melanoma. *Cancers* [Internet]. 2021 Jan 1;13(7):1700. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6694/13/7/1700/htm>
- 17.Wright F, Weller RB. Risks and benefits of UV radiation in older people: More of a friend than a foe? *Maturitas*. 2015 Aug;81(4):425–31.

18. Avenue 677 H, Boston, Ma 02115. Extreme temperatures may increase risk of stroke mortality, especially in low-income countries [Internet]. News. 2024 [cited 2024 Aug 1]. Available from: <https://www.hsph.harvard.edu/news/press-releases/extreme-temperatures-may-increase-risk-of-stroke-mortality-especially-in-low-income-countries/#:~:text=low%2Dincome%20countries->
19. Lian H, Ruan Y, Liang R, Liu X, Fan Z. Short-Term Effect of Ambient Temperature and the Risk of Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015 Jul 31;12(8):9068–88.
20. Morris A, Patel G. Heat Stroke [Internet]. PubMed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537135/>
21. Wu FF, Hung YC, Tsai YH, Yang JT, Lee TH, Liow CW, et al. The influence of dehydration on the prognosis of acute ischemic stroke for patients treated with tissue plasminogen activator. *BMC Cardiovascular Disorders* [Internet]. 2017 Jun 13 [cited 2022 Jul 31];17(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5470225/>
22. de la Guía-Galipienso F, Martínez-Ferran M, Vallecillo N, Lavie CJ, Sanchis-Gomar F, Pareja-Galeano H. Vitamin D and cardiovascular health. *Clinical Nutrition*. 2021 May;40(5):2946–57.
23. Valentino Condoleo, Corrado Pelaia, Armentaro G, Severini G, Clausi E, Cassano V, et al. Role of Vitamin D in Cardiovascular Diseases. *Endocrines*. 2021 Oct 18;2(4):417–26.
24. Moreira JBN, Wohlwend M, Wisløff U. Exercise and cardiac health: physiological and molecular insights. *Nature Metabolism*. 2020 Aug 17;2(9):829–39.
25. Vitt R, Laschewski G, Bais A, Diémoz H, Fountoulakis I, Siani AM, et al. UV-Index Climatology for Europe Based on Satellite Data. *Atmosphere*. 2020 Jul 8;11(7):727.