

Cuantificación e identificación de microplásticos en donantes de sangre del Hospital “Lcdo. José María Benítez”, 2023-2024

Franklin Pacheco-Coello¹ , Daniel Figueroa² , Joel Gutiérrez³ , Benito Aguilera⁴ , Maiqui Flores⁵ .

¹Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Bioanálisis, Departamento de Ciencias Básicas, Laboratorio de Metales Pesados. Laboratorio de Biotecnología FITOQUIMICA20 C.A ²Servicio de Salud General, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina. ³Servicio de Salud General, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina. ⁴Servicio Prácticas Profesionales de Salud Pública, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina. ⁵Servicio de Salud Pública, Hospital Central de Maracay, Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de Salud-Escuela de Medicina.

Premio XX Jornadas Científicas SVBE 2024

Recibido para publicación 16 noviembre 2024. Aceptado: 30 noviembre 2024

RESUMEN:

Diariamente los seres humanos estamos expuestos a pequeños fragmentos de plásticos cuyo tamaño puede llegar incluso a una escala micro y nanométrica, que al ingresar al organismo por vía aérea, consumo de alimentos y agua, pueden circular en sangre de forma libre o unidos a proteínas. El objetivo del estudio fue cuantificar e identificar la presencia de microplásticos en donantes de sangre. Se tuvo la participación de 37 donantes del Banco de Sangre del Hospital “Lcdo. José María Benítez”, La Victoria-Edo. Aragua. Una vez que los donantes cumplieron con los criterios establecidos por el Banco de Sangre, se realizó una punción venenosa y extraer un total de 5 mL con un tubo de vidrio al vacío con anticoagulante ácido etilendiaminetetraacético (EDTA). Para la cuantificación e identificación de los polímeros totales se empleó espectroscopía infrarroja transformada de Fourier (FTIR), para la identificación específica de los polímeros comparando los espectros obtenidos con patrones de referencia. De los 37 donantes un 56,76% correspondieron al sexo masculino y 43,24% femenino con una edad promedio de 40,16 años, y un rango de edad entre 18 y 61 años. La presencia de microplásticos fue confirmada en todos los donantes, con una concentración promedio de $7,4 \pm 0,76$ mcg/L de sangre. A través del IFTR se identificaron los microplásticos Polietileno (43,24%) y Poliestireno (27,83%) Polipropileno (28,93%). Así mismo un 54,35% de los individuos presentaron de forma simultánea los polímeros Polietileno y Polipropileno, un 34,7% Polietileno y Poliestireno y un 10,95% Polipropileno y Poliestireno. La presencia de microplásticos en un 100% de los donates es preocupante ya que se han asociado con diversas patologías respiratorias, cardiovasculares y renales.

Palabras clave: Microplásticos, Polímeros, Donantes, Pirólisis.

Quantification and identification of microplastics in blood donations from the Hospital “Lcdo. José María Benítez”, 2023-2024

ABSTRACT

Every day, humans are exposed to small plastic fragments that can even reach a micro and nanometric scale in size, which when entering the body through the air, food and water consumption, can circulate in the blood freely or bound to proteins. The objective of the study was to quantify and identify the presence of microplastics in blood donors. 37 donors from the Blood Bank of the “Lcdo. José María Benítez” Hospital, La Victoria-Edo. Aragua, participated. Once the donors met the criteria established by the Blood Bank, a venom puncture was performed and a total of 5 mL was extracted with a vacuum glass tube with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) anticoagulant. For the quantification and identification of total polymers, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was used for the specific identification of the polymers by comparing the spectra obtained with reference patterns. Of the 37 donors, 56.76% were male and 43.24% female, with an average age of 40.16 years, and an age range between 18 and 61 years. The presence of microplastics was confirmed in all donors, with an average concentration of 7.4 ± 0.76 mcg/L of blood. Through the IFTR, the microplastics Polyethylene (43.24%) and Polystyrene (27.83%) Polypropylene (28.93%) were identified. Likewise, 54.35% of the individuals simultaneously presented the polymers Polyethylene and Polypropylene, 34.7% Polyethylene and Polystyrene and 10.95% Polypropylene and Polystyrene. The presence of microplastics in 100% of the donors is worrying since they have been associated with various respiratory, cardiovascular and renal pathologies.

Keywords: Microplastics, Polymers, Donors, Pyrolysis.

Correos de contacto: Franklin Pacheco-Coello, fpacheco2@uc.edu.ve; Daniel Figueroa, danielfigueroa023@gmail.com; Joel Gutiérrez, joel.gutierrezr29@gmail.com; Benito Aguilera, baguilera@uc.edu.ve; Maiqui Flores, maiquifloresmeneses@gmail.com

Introducción

El plástico es un material polímero semisintético caracterizado por una gran versatilidad, fuerza, ligereza, estabilidad, facilidad de esterilización y propiedades de barrera, lo que justifica la elevada utilización que actualmente existe de este material en el mundo (1). En 2020 la producción mundial de plástico alcanzó más de 390 millones de toneladas. China lideró la producción con el 32% en 2021, un incremento de tres puntos porcentuales respecto a 2017. A continuación, Norteamérica aportó el 18%, el resto de Asia el 17%, Europa el 15%, Oriente Medio y África el 8%, Latinoamérica el 4%, y Japón y los países del CIS el 3% cada uno (2).

La mayoría de los autores clasifican actualmente a los residuos de microplásticos en función de su tamaño (Figura 1) (3). Se considera microplástico cuando los fragmentos de plástico alcanzan un tamaño inferior a 5mm de diámetro, mientras que se considera nanoplástico a los fragmentos que tienen un tamaño inferior a 100 nm (1). Los microplásticos pueden provenir de fuentes primarias, como pellets usados en la industria del plástico y productos de cuidado personal, o de fuentes secundarias, como fragmentos y fibras generados por la degradación de desechos plásticos más grandes debido a procesos como la fotodegradación, la oxidación y la abrasión mecánica (4).

Con el aumento global en la producción y consumo de plásticos, también ha crecido la variedad y cantidad de sustancias químicas asociadas. Actualmente, más de 13.000 sustancias están presentes en los plásticos, incluyendo más de 3.200 que son monómeros, aditivos y otras sustancias añadidas, algunas de las cuales son peligrosas. Diez grupos de estas sustancias,

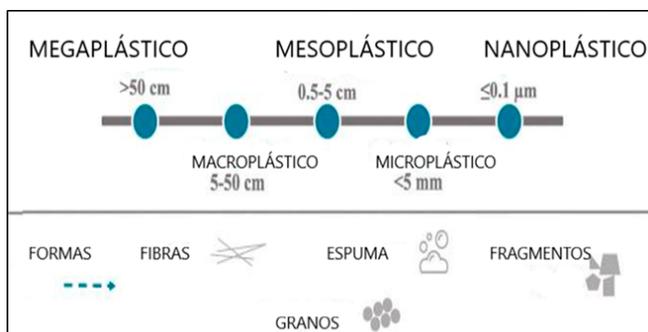


Figura 1. Clasificación del plástico y formas que pueden adoptar.

Fuente: Hirt y Body-Malapel, 2020 (3).

como retardadores de llama, estabilizadores UV, PFAS, ftalatos, bisfenoles, y metales pesados, son particularmente preocupantes por sus efectos nocivos en el medio ambiente y la salud, y pueden liberarse durante el uso o reciclaje de plásticos (5,6).

En Venezuela se ha evidenciado la presencia de microplásticos en las zonas costeras del país y en el río Orinoco como superficies afectadas por polución y de contacto estrecho con los habitantes, representando un medio de contaminación y de exposición continua a los individuos (7). El principal riesgo de exposición a microplásticos proviene del aire, agua y alimentos contaminados. Estos compuestos se han encontrado en tejidos biológicos como pulmones, intestinos, hígado, heces y sangre. La sangre, al transportar oxígeno y nutrientes, también puede transportar partículas de plástico por todo el cuerpo. El destino de estas partículas depende de sus propiedades fisicoquímicas, como tamaño y forma, que influyen en su eliminación a través de la filtración renal o excreción biliar, o en su depósito en órganos como el hígado y el bazo (Figura 2) (8).

El papel de la sangre como vía de transporte, junto con la viabilidad de acceder a muestras directamente del cuerpo, sin contacto con materiales plásticos, la convierte en una matriz adecuada para la

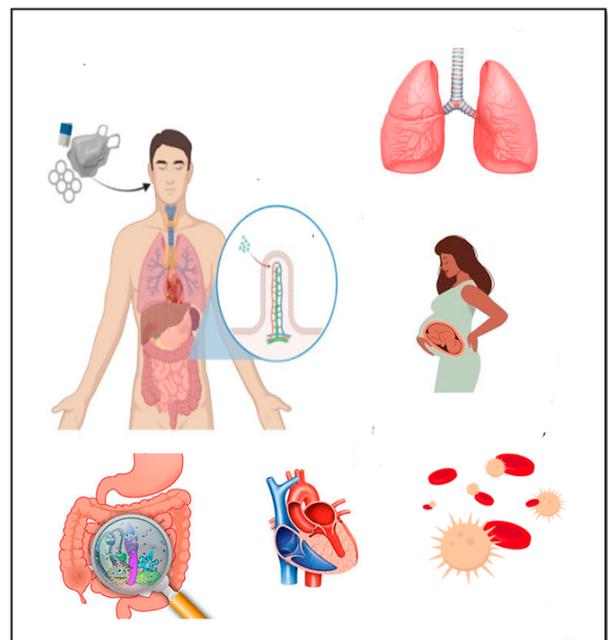


Figura 2. Ingreso y absorción de los microplásticos y sus efectos en diversos sistemas del cuerpo humano.

Fuente: Elaboración propia

biomonitorización humana de partículas plásticas y para el presente estudio. Medir posibles efectos adversos de los plásticos en los humanos es mucho más difícil que en los animales, dado a que los sujetos humanos no pueden alimentarse o exponerse intencionalmente con plásticos y si lo hacen hay barreras físicas que impiden su integración al sistema biológico (8).

Se puede señalar que Venezuela constituye uno de los cinco países más importantes de la producción de resinas plásticas en Latinoamérica, principalmente por su industria petrolera que abarca toda la cadena de producción desde el hidrocarburo hasta la materia prima y sus derivados en todos los sectores del plástico. Esto representa una alarmante correlación entre la producción de microplástico y todo su consumo diario per cápita en el país (7). A pesar de que en la actualidad es evidente que los microplásticos representan un problema en salud pública, se encuentra un vacío de conocimiento en cuanto a la determinación y cuantificación de qué tan expuestos están los venezolanos a los microplásticos y sus consecuencias en la salud.

Es por ello que el presente estudio se centró en cuantificar e identificar la presencia de microplásticos en sangre de personas aparentemente sanas que acuden al servicio de Banco de Sangre del Hospital "Lcdo. José María Benítez" en el periodo comprendido desde octubre del 2023 hasta febrero 2024.

Materiales y métodos

Diseño y tipo de estudio

Se presentó un estudio de enfoque cuantitativo, no experimental, de tipo clínico, analítico de corte transversal. Se realizó la recolección de muestras de sangre de manera aleatoria a donantes que acudieron al servicio de Banco de Sangre del Hospital "Lcdo. José María Benítez" desde octubre de 2023 hasta febrero de 2024.

La muestra de estudio estuvo constituida por 37 donantes que acudieron de forma voluntaria, los cuales cumplieron con los criterios establecidos por el banco de sangre para poder ser donantes:

- Mayor de 18 años y menores de 61 años
- Peso mayor a 50 kg
- Haber dormido la noche anterior al menos 8 horas,
- No haberse tatuado en los últimos 6 meses

- No presentar alguna patología infectocontagiosa en menos de 6 meses y que fueron operadas en un periodo menor de un año.

En cuanto a las variables de estudio se registró las condiciones socio demográficas: sexo, edad, procedencia, estrato socioeconómico por método de Graffar y ocupación, se identificaron los factores de riesgos por el uso habitual de plástico: si es vegetariano, consumo habitual de pescados y mariscos, uso de envoltura plástica para conservar comida, consumo habitual de agua en botellas plásticas, uso de microonda para calentar comida. Los datos se obtuvieron a través de un instrumento tipo encuesta con preguntas directas.

Muestra biológica (sangre venosa)

Las muestras se recolectaron a través de punción venosa que se realizó mediante una aguja de acero inoxidable 21G estéril de grado quirúrgico y que se conectó al tubo de ensayo de vidrio al vacío con anticoagulante ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) de acuerdo a los protocolos de la Declaración de Helsinki, de modo que se extrajo 5 mL de la sangre de la vena del donante directamente al vacutainer de vidrio y se mezcló la solución anticoagulante del tubo con la sangre obtenida para su preservación y manipulación(8).

Así mismo, el manejo y transporte de las muestras, se tomó cada tubo de ensayo e identificó el número de paciente para posteriormente ubicarlo en una cava previamente esterilizada con etanol al 70%. Esta cava con una rejilla para tubos de ensayo donde se ubicó cada muestra. Para el control de la temperatura se ubicó en la cava hermética y para evitar las vibraciones se colocó esta misma cava en una caja cubierta de espuma de poliuretano para ser transportada.

Para una garantía y control de calidad se adoptó un protocolo sin plástico, destinado a evitar la contaminación por microplásticos, durante la recolección, el almacenamiento, el procesamiento y el análisis de las muestras. Además, la digestión de las muestras de sangre, la filtración y los pasos de análisis de espectroscopía se llevaron a cabo en una sala dedicada. Todas las herramientas de plástico fueron sustituidas por herramientas de vidrio esterilizado. Se usó batas de laboratorio de algodón y guantes de látex de un solo uso durante todas las fases del experimento.

También se utilizó etanol (70%) para limpiar las superficies de trabajo antes de iniciar todos los procedimientos y durante el tiempo experimental. La cristalería y los instrumentos, como tijeras y pinzas,

se lavaron con líquido lavavajillas, se enjuagaron tres veces con etanol al 70% y luego se enjuagaron con agua desionizada filtrada. Todos los líquidos, incluido el etanol al 70% y el agua desionizada, se filtraron a través de membranas filtrantes con un tamaño de poro de 20 μm .

Tratamiento de extracción

Las muestras de sangre se centrifugaron a 4000 rpm durante 15 minutos para separar el plasma de los componentes celulares. Posteriormente, se separó el sobrenadante quedando solo el paquete globular, al cual se le adicionó de una solución lisante constituida por Tritón y dimetilsulfoxido a 2%, para luego volver a centrifugar por 5 min a 3500 rpm. Se retiró el sobrenadante para luego añadir 5 ml de tampón TRIS-HCl (400 mM Tris-HCl, pH 7,8, 0,5 % SDS, Trizbase, HCl H1758), los viales se calentaron en un baño de agua a 50 °C durante 1 h para desnaturalizar las proteínas. Para digerir las proteínas presentes en la sangre completa, se añadieron 100 μl de la proteínasa K (1 mg/ml, junto con 1 ml de CaCl_2 5 mM) y los viales se incubaron durante 1 h a 60 °C. El CaCl_2 evita la autólisis de la proteínasa K y mejora la estabilidad térmica y la unión al sustrato. Finalmente, los viales se agitaron en una mesa de agitación durante 20 min a temperatura ambiente y se calentaron una vez más a 60 °C durante 20 min. Este procedimiento permitió la separación de cualquier proteína o constituyente celular de los posibles polímeros presentes, los cuales por diferencia de densidades y estructura sin degradar por el Tritón y DMSO, quedan en el sobrenadante. Es de destacar que se aplicó este método a las muestras luego de un análisis con muestras externas empleadas como control y aplicación de las técnicas para la identificación de los polímeros. Dicho protocolo fue evaluado, establecido y realizado en el Laboratorio de Metales en la Universidad de Carabobo, sede Aragua.

Caracterización de los microplásticos

Como técnica de análisis que se empleó para determinar los diferentes tipos de polímeros existentes en las muestras, fue la de Espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

La utilidad de la espectroscopia infrarroja surge porque las diferentes estructuras químicas (moléculas) producen diferentes huellas espectrales. Mediante este método se puede llegar a identificar microplásticos en un rango de 50–500 μm en un periodo de tiempo muy corto, además de poseer una alta resolución espacial (10 - 20

μm); sin embargo, puede presentar inconvenientes al momento de preparar las muestras (9). Para el análisis de identificación de los polímeros presentes en las muestras se procedió a colocar en la sonda óptica tubular 300 μL de muestra previamente diluida en un búfer empleado el equipo Lyza 7000 el cual trabaja en un rango espectral de 8100–350 cm^{-1} .

Análisis Estadístico

Finalmente, se utilizó análisis estadístico descriptivo para variables cualitativas frecuencia absolutas y porcentajes y para variables cuantitativas se registró media desviación estándar y para resumir los datos y comparar los resultados entre las muestras se utilizó chi cuadrado todo procesado en una base de datos en Excel 2013 y paquete estadístico EPIINFO 7.2.5.0 y SPSS Versión 15 con un intervalo de confianza de 95% y una significancia de $p < 0,05$.

Consideraciones Bioéticas

Todos los procedimientos fueron ejecutados de acuerdo a los protocolos de la Declaración de Helsinki. Así mismo se contó con la aprobación del directivo de la institución Hospital "Lcdo. José María Benítez".

Resultados

Un total de 37 personas aparentemente sanas acudieron al banco de sangre, entre octubre de 2023 y febrero de 2024. Se evidencia que la edad promedio de los participantes fue de 40,16 años, con un rango entre 18 y 61 años. De los 37 participantes 56,76% son hombres y 43,24% mujeres. Procedentes la mayoría de Aragua (83,78%), seguido por Carabobo (13,51%) y otras regiones 2,70% (Tabla 1).

Así mismo un 29,73% consumía regularmente pescados y mariscos, un 72,97% de los participantes usan envolturas plásticas para conservar comida. En cuanto al consumo de agua en botellas plásticas, la mayoría (86,49%) consumía agua en botellas plásticas. El uso de microondas para calentar comida en envases plásticos es de (29,73%). El porcentaje de participantes que usan tapabocas (32,43%). Consumo de tabaco (16,22%) eran fumadores (Tabla 2).

La presencia de microplásticos fue confirmada en todos los donantes, con una concentración promedio de $7,4 \pm 0,76$ mcg/L de sangre. A través del IFTR se identificaron los microplásticos Polietileno, Polipropileno y Poliestireno. Así mismo un 54,35% de los individuos presentaron de forma simultánea los polímeros Polietileno y Polipropileno, un 34,7% Polietileno y Poliestireno y un 10,95% Polipropileno y Poliestireno (Tabla 3).

Tabla 1. Características sociodemográficas de los donates de sangre

Variables	Fr. (n=37)	%	IC95%*	
			IC min	IC máx
Estrato social				
II	3	8,11	-0,69	16,90
III	19	51,35	35,25	67,46
IV	8	21,62	8,36	34,89
V	7	18,92	6,30	31,54
Ocupación				
Comerciante	6	16,22	4,34	28,09
Asistente administrativo	5	13,51	2,50	24,53
Militar	5	13,51	2,50	24,53
Obrero	4	10,81	0,81	20,82
Profesional de la salud	4	10,81	0,81	20,82
Ama de casa	3	8,11	-0,69	16,90
Mecánico latonero automotriz	2	5,41	-1,88	12,69
Taxista	2	5,41	-1,88	12,69
Abogado	1	2,70	-2,52	7,93
Ayudante herrero	1	2,70	-2,52	7,93
Cocinero	1	2,70	-2,52	7,93
Costurera	1	2,70	-2,52	7,93
Estudiante	1	2,70	-2,52	7,93
Herrero	1	2,70	-2,52	7,93

IC95%= Intervalo de confianza al 95% de probabilidad

Tabla 2 Factores de riesgos relacionados con el uso del plástico de los donantes de sangre.

Variables	Fr. (n=37)	%	IC95%*	
			IC min	IC máx
Dieta vegetariana				
No	37	100,0	100,0	100,0
Si	0	0,00	0,00	0,00
Consumo habitual pescados y mariscos				
No	26	70,27	55,54	85,00
Si	11	29,73	15,00	44,46
Uso envoltura plástica para conservar comida				
No	10	27,03	12,72	41,34
Si	27	72,97	58,66	87,28
Consumo habitual de agua en botellas plásticas				
No	5	13,51	71,91	95,66
Si	32	86,49	2,50	24,53
Uso de Microondas para calentar comida				
No	26	70,27	55,54	85,00
Si	11	29,73	15,00	44,46
Uso de Tapabocas y su frecuencia				
No	25	67,57	52,48	82,65
Si	12	32,43	17,35	47,52
Consumo de tabaco				
No	31	83,78	71,91	95,66
Si	6	16,22	4,34	28,09

IC95%= Intervalo de confianza al 95% de probabilidad

Tabla 3. Concentración y clasificación de acuerdo al tamaño de partículas de microplásticos en sangre de los donantes

Tipos de polímeros detectados	n=37	%
Polietileno (PE)	16	43,24
Polipropileno (PP)	10	27,83
Poliestireno (PS)	11	28,93

En el análisis de regresión lineal multivariado, ninguno de los factores sociodemográficos o de riesgo evaluados muestra una relación estadísticamente significativa con la concentración de microplásticos en sangre ($p > 0,05$). Esto sugiere que, en el contexto de este estudio, los factores evaluados no tienen un impacto claro en los niveles de microplásticos detectados en sangre (Tabla 4).

Tabla 4. Relación entre las características sociodemográficas, factores de riesgo con Niveles de concentración de microplásticos en sangre la presencia de personas aparentemente sanas

Variables / Concentración CPS microplástico	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	p
	B	Error típ.	Beta	B		
Edad grupo	0,0041	0,0023	0,3907	1,8260	0,0798	
Sexo	-0,0100	0,0060	-0,3892	-1,6746	0,1065	
Procedencia	-0,0043	0,0061	-0,1523	-0,6939	0,4941	
Estrato social	-0,0022	0,0035	-0,1532	-0,6328	0,5326	
Ocupación	0,0010	0,0007	0,3311	1,5676	0,1295	
Consumo habitual pescados y mariscos	0,0062	0,0056	0,2231	1,1136	0,2761	
Uso envoltura plástica para conservar comida	-0,0041	0,0060	-0,1421	-0,6735	0,5068	
Consumo habitual de agua en botellas plásticas	0,0000	0,0068	-0,0007	-0,0036	0,9971	
Uso de Microondas para calentar comida	0,0074	0,0061	0,2650	1,2019	0,2407	
Uso de Tapabocas y su frecuencia G	0,0007	0,0055	0,0239	0,1186	0,9065	
Consumo de tabaco	-0,0029	0,0071	-0,0846	-0,4105	0,6849	

Variable dependiente: Concentración CPS microplástico. Modelo regresión lineal Multivariado $\chi^2 p < 0,005$

Discusión

En el presente estudio se evaluó la presencia de microplásticos en sangre 37 muestras, encontrando polímeros en el 100% de las muestras procesadas. En contraposición con lo expuesto por Leslie *et al.* (2022), donde la muestra fue de 22 en la cual el 77% demostraron microplásticos en sangre, con una concentración promedio de 1.6 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (8,10).

En cuanto a la identificación de los polímeros, en el trabajo de Leslie *et al.* (2022), los polímeros más comunes fueron polietileno tereftalato (PET), polietileno (PE) y polipropileno (PP), siendo PET el más prevalente. En este estudio también muestra una alta prevalencia de microplásticos, pero en este caso, el polietileno (PE) y el poliestireno (PS) son dominantes, seguidos por combinaciones con polipropileno (PP). Esto podría sugerir diferencias en las fuentes de exposición y condiciones sociodemográficas de los participantes.

Si bien en estudios previos se han determinado los factores de riesgos de contaminación por microplásticos a los humanos dado a la liberación de estas partículas como en agua embotellada, bolsas plásticas o el uso de microondas, en ningún estudio anterior se había asociado estos factores de riesgo con la presencia de microplásticos en la sangre humana demostrando una relación que el 72,97% utilizaba bolsas de plástico para preservar los alimentos y el 86,49% bebidas en botellas plásticas.

La sangre ha demostrado ser un medio donde se puede acumular y persistir el microplástico, además de lograr transportar estas partículas a otros órganos y tejidos (11,12,13). Las repercusiones en la salud a largo plazo deben ser estudiadas, sobretodo en la eminente interacción de estos micropolímeros con las membranas celulares, influyendo en desregulaciones del ciclo celular, señalizaciones y el estrés oxidativo, dado que la exposición crónica a estos polímeros podrá relacionarse con patologías autoinmunes como Lupus eritematoso sistémico o enfermedad reumática autoinmune, además de posibles neoplasias y trastornos del funcionamiento de órganos hematopoyéticos, por lo que representa una amenaza silente ante estas patologías (14,15,16).

Por otra parte, con los resultados se logró identificar microplásticos de tipo Polietileno (PE) en el 43,24% de los donantes en contraste con el 54,4% de los pacientes en los que se encontró Polietileno (PE) en placa ateroma, lo que muestra la impactante relación entre la presencia

de microplásticos en sangre y posibles enfermedades cardiovasculares como eventos cerebrovasculares, eventos isquémicos al miocardio, entre otros (17).

Si bien los resultados de las correlaciones no fueron estadísticamente significativos al momento de discriminar la presencia de microplástico asociada a un factor de riesgo en específico, se pudo enfatizar en marcadores de riesgos más relevantes a exposición a los micropolímeros como la implementación de envolturas y envases plásticos para almacenar alimentos y el consumo de bebidas en recipientes y botellas plásticas.

Donde se determina que en cuanto al sexo, el hombre tiene una mayor concentración de micropolímeros en sangre que las mujeres, con un rango de edad en la que estos elementos se encuentran mas predominantes de 25 a 35 años y el estrato social cuyo valor de densidad de los polímeros en sangre fue mayor corresponde al estrato social IV.

Con este trabajo se procura fijar cimientos y motivar el campo de investigación de microplásticos y su impacto en la salud humana que es un área poco explorada en Latinoamérica hasta ahora. Así como resaltar la necesidad de la aplicación de nuevas leyes y medidas de control en la producción, eliminación y reciclaje del plástico, con la intención de limitar la exposición continua del humano a estos elementos y que dichos objetos sean elaborados con mejor calidad y con materiales alternativos al plástico.

Conclusiones

La presencia de polietileno, poliestireno polipropileno y de sus combinaciones en un 100% de los donantes constituye un hallazgo preocupante, ya que si cualquier donante llegase a cumplir con los requisitos establecidos por el centro de salud, su sangre se convierte en un fluido que se puede utilizar para mejorar la salud de otro ser humano. Así mismo lo hallado en el presente estudio nos indica que muy posiblemente la población esta interactuando con estos polímeros de forma directa por lo que es importante evaluar los diversos factores que pudieran estar involucrados a la presencia de los microplásticos.

Referencias

1. Delgado Fimia O. Implicaciones de la exposición a microplásticos en la salud humana. Tesis de fin de máster. Granada: Departamento de Radiología y

- Medicina Física, Facultad de Medicina, Universidad de Granada; 2019.
2. Plastics Europe. Plastics – Situación en 2022. Plastics Europe [Internet]. 2022. [citado 12 Sep 2023]. Disponible en: <https://www.plasticseurope.org/>
 3. Hirt N, Body-Malapel M. Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Part Fibre Toxicol 2020;12;17(1):57-65. <https://doi.org/10.1186/s12989-020-00387-7>.
 4. Antao LG. Microplastics in the marine environment: current trends and future perspectives. Mar Pollut Bull 2015;101(1):123-129. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.008>.
 5. Weber R, Ashta NM, Aurisano N, Wang Z, Outters M, De Miguel K. Chemicals in plastics: A technical report. United Nations Environment Programme 2023;1:1-88. [citado 12 Sep 2023]. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report>
 6. Kutralam-Muniasamy G, Pérez-Guevara F, Elizalde-Martínez I, Shruti VC. Review of current trends, advances, and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. Environ Pollut 2020;267:115463. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115463>.
 7. Gamboa AC, Pinto C, Gutiérrez G, Ramírez JI. Basura plástica y microplásticos: contaminantes emergentes presentes en sedimentos de una playa urbana del oriente venezolano. Ciencia y Tecnología 2022;9(1):e6706296. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6706296>
 8. Leslie H, Van Velzen M, Brandsma SH, Vethaak AD, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Mar Pollut Bull 2022;163:107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>.
 9. Schwabl P, Köppel S, Königshofer P, Bucsecs T, Trauner M, Reiberger T. Detection of various microplastics in human stool. Ann Intern Med 2019;171(5):453-457. <https://doi.org/10.7326/M19-0618>.
 10. Hollóczki O, Gehrke S. Can nanoplastics alter cell membranes? ChemPhysChem 2020;21(2):9-12. <https://doi.org/10.1002/cphc.201900481>
 11. Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, Catalano P, Notarstefano V, Carnevali O. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. Environ Int 2021;146:106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>.
 12. Ragusa A, Notarstefano V, Svelato A, Belloni A, Gioacchini G, Blondeel C. Raman Microspectroscopy Detection and Characterisation of Microplastics in Human Breastmilk. Polymers 2022;14(13):2700. <https://doi.org/10.3390/polym14132700>.
 13. Jenner LC, Rotchell JM, Bennett RT, Cowen M, Tentzeris V, Sadofsky LR. Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. Environ Int 2022;831:154907. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>.
 14. Hussain KA, Romanova S, Okur I, Zhang D, Kuebler J, Huang X. Assessing the release of microplastics and nanoplastics from plastic containers and reusable food pouches: Implications for human health. Environ Sci Technol 2023; 57(26):9782-9792. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c01942>.
 15. Zhang W, Chai S, Duan C, Sun X, Zuo Q, Gong L. The Fate of Microplastics, Derived from Disposable Masks, in Natural Aquatic Environments. Toxics 2024;12(1):61. <https://doi.org/10.3390/toxics12010061>
 16. Peiponen KE, Rätty J, Ishaq U, Péllisset S, Ali R. Outlook on optical identification of micro- and nanoplastics in aquatic environments. Chemosphere. 2019;214:424-429. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.09.111>
 17. Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T. Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. N Engl J Med 2024;390(10):900-910. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309822>.