

Artículo original

Caracterización inmunofenotípica de linfocitos T activados en adultos mayores cubanos

Immunophenotypic characterization of activated T lymphocytes in Cuban older adults

Yaneisy Duarte Pérez^{1*}, <https://orcid.org/0000-0002-8953-4476>

Vianed Marsán Suárez¹ <https://orcid.org/0000-0001-5659-8214>

Yenisey Triana Marrero¹ <https://orcid.org/0000-0003-3391-0767>

Elizabeth Hernández Ramos¹ <https://orcid.org/000-0003-1126-5314>

Imilla Casado Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0003-0432-7943>

Consuelo Milagro Macías Abraham¹ <https://orcid.org/0000-0001-5484-096X>

Instituto de Hematología e Inmunología. La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: dpyaneisy@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La inmunosenescencia provee de un escenario propicio para el desarrollo de infecciones, autoinmunidad y cáncer; por lo que disponer de un inmunofenotipo por citometría de flujo que permita la evaluación cualitativa y cuantitativa de la inmunidad celular, es de gran importancia para la toma de decisiones y el tratamiento de los pacientes; con el consiguiente mejoramiento de su calidad de vida.

Objetivo: Caracterizar el inmunofenotipo de los linfocitos T activados en adultos mayores.

Métodos: Se realizó un estudio transversal que incluyó 30 adultos mayores, con edades comprendidas entre 60 y 99 años, procedentes del Hogar de Ancianos "Alfredo Gómez Gendra", de La Habana, de cualquier sexo y color de la piel. La determinación de las subpoblaciones de linfocitos T activados CD45+CD3+HLA-DR+CD25-, CD45+CD3+HLA-



DR-CD25+ y CD45+CD3+HLA-DR+CD25+ de sangre periférica se realizó por citometría de flujo.

Resultados: Los ancianos con 80 años y más mostraron un aumento en el conteo absoluto de los linfocitos T CD3+HLA-DR+CD25-. Las mujeres mostraron menores porcentajes y conteos absolutos de dicha subpoblación linfocitaria.

Conclusiones: La caracterización inmunofenotípica por citometría de flujo de los linfocitos T activados en el adulto mayor permite aclarar la implicación de estos en el envejecimiento de origen inflamatorio, su relación con enfermedades crónicas-degenerativas e implementar intervenciones sanitarias específicas y oportunas.

Palabras clave: linfocitos T activados; citometría de flujo; adultos mayores; immunosenescencia

ABSTRACT

Introduction: Immunosenescence provides a favorable scenario for development of infections, autoimmunity and cancer; so having an immunophenotype by flow cytometry that allows the qualitative and quantitative evaluation of cellular immunity is of great importance to take decisions and treatment of the patients; which will result in improving quality of life.

Objective: To characterize the immunophenotype of activated T lymphocytes in older adults.

Methods: A cross-sectional study that included 30 older adults, aged between 60 and 99 years, from the "Alfredo Gómez Gendra" Nursing Home, in Havana, of any sex and skin color, was carried out. The determination of activated T lymphocyte subpopulations CD45+CD3+HLA-DR+CD25-, CD45+CD3+HLA-DR-CD25+ and CD45+CD3+HLA-DR+CD25+ from peripheral blood was performed by flow cytometry.

Results: Elderly people aged 80 years and older showed an increase in the absolute count of CD3+HLA-DR+CD25- T lymphocytes. Women showed lower percentages and absolute counts of the same T lymphocytes subset.

Conclusions: The immunophenotypic characterization by flow cytometry of activated T lymphocytes in the elderly allows us to clarify their involvement in aging of inflammatory

origin, their relationship with chronic-degenerative diseases and implement specific and timely health interventions.

Keywords: activated T lymphocytes; flow cytometry; older adults; immunosenescence

Recibido: 15/09/2023

Aceptado: 29/04/2024

Introducción

Cuba es uno de los países más envejecidos de América Latina y el Caribe. A finales de 2019, el 20,8 % de su población tenía 60 años o más, para el 2030 se espera alcance el 30 %.⁽¹⁾ El envejecimiento se relaciona con cambios en ambas ramas del sistema inmune, la innata y la adquirida. Los cambios en el sistema inmune relacionados con la edad se han denominado inmunosenescencia.⁽²⁾

La inmunosenescencia afecta prácticamente todos los componentes del sistema inmune. Se produce cierta pérdida de la función inmune adaptativa, con relativa preservación de la inmunidad innata; se observa una disminución en el número de células B, células T cooperadoras y un aumento relativo de los linfocitos asesinos naturales, de manera tal que el conteo global de linfocitos no varía con el envejecimiento.^(3,4) Sin embargo, los cambios críticos característicos de la inmunosenescencia, ocurren en las poblaciones de células T. Los más importantes observados son: disminución en el número de células T vírgenes; incremento de células T de memoria terminalmente diferenciadas, que resulta en un aumento de la producción de citocinas y la acumulación de células efectoras disfuncionales activadas con un repertorio limitado y por consiguiente, se generan respuestas pobres a nuevos antígenos.^(2, 5,6)

Estos cambios son en esencia atribuidos a la involución del timo, el acortamiento de los telómeros asociado a un aumento en los niveles de citocinas inflamatorias "inflamm-

"aging" (inflamación crónica de bajo grado durante el envejecimiento), la desregulación de algunas vías hormonales y la estimulación antigénica crónica principalmente el citomegalovirus (CMV) y Epstein Barr (EBV), muchas veces adquiridas desde la infancia, no solo tienen efectos sobre el proceso de envejecimiento inmunológico sino también sobre el desarrollo de enfermedades con elevada morbilidad en el paciente adulto mayor.^(7,8,9)

Con el envejecimiento ocurre una inversión de la razón CD4:CD8, la cual es predictiva de disminución de la supervivencia de individuos mayores de 80 años. El incremento en las células T CD8+ resulta de la expansión clonal de células T CD8+CD28- altamente diferenciadas.^(10,11) Estas células CD8+ disfuncionales pueden reducir el repertorio de las células T disponibles para las nuevas respuestas a infecciones, vacunas o a neoplasias.⁽¹²⁾ Además, se ha reportado la existencia de un estado inflamatorio crónico en la vejez. En estas condiciones, las células T efectoras son resistentes a la apoptosis, no así las vírgenes ni las de memoria central.^(13,14) Durante el envejecimiento disminuye la expresión del receptor CD25 y con la pérdida de las poblaciones de linfocitos vírgenes disminuye también la producción de IL-2.^(9,15)

Tras la activación, los linfocitos T expresan además otras moléculas de superficie como el antígeno leucocitario humano-isotipo DR (HLA-DR), este se clasifica como antígeno de activación tardía de los linfocitos T y se sintetiza después de comenzado el proceso de activación celular.^(16,17,18) Este incremento en la activación celular, en un intento por mantener respuestas inmunes efectivas, puede ser beneficioso para responder contra el cáncer e infecciones; pero, puede acarrear un aumento en el riesgo de desarrollar enfermedades autoinmunes y enfermedades crónicas en la vejez.^(19,20)

Se plantea que los cambios inmunes relacionados con la edad constituyen una adaptación inmune. La relación entre la inflamación crónica de bajo grado y la inmunosenescencia podría ser un proceso de adaptación/remodelación en el que los cambios que ocurren durante el envejecimiento constituyen un proceso adaptativo que pudiera conducir a la disminución de la respuesta inmune y al incremento de la inflamación, que induce un estado de alerta para asegurar la estimulación oportuna de la respuesta inmune. A partir de esta reinterpretación del fenómeno, tal vez la

inflamación durante el envejecimiento no debe considerarse solo perjudicial, sino como un mecanismo homeostático adaptativo del sistema inmune que constantemente debe enfrentarse a desafíos para mantenerse como un sistema funcional.^(3,11,12) El objetivo de esta investigación fue caracterizar el inmunofenotipo de los linfocitos T activados en adultos mayores.

Métodos

Se realizó un estudio transversal en marzo de 2020, en el Instituto de Hematología e Inmunología (IHI) de Cuba. La muestra estuvo constituida por 30 adultos mayores entre 60 y 99 años, de cualquier sexo y color de la piel, procedentes del Hogar de Ancianos "Alfredo Gómez Gendra", de La Habana, que expresaron su consentimiento por escrito para participar en el estudio. Ninguno había recibido Biomodulina T en los dos últimos meses, ni tenido estados alérgicos agudos o antecedentes de reacciones alérgicas graves; enfermedad intercurrente no controlada, incluidas infecciones agudas con fiebre concomitante, insuficiencia cardíaca sintomática, angina de pecho inestable y tratamiento inmunosupresor.

A todos los pacientes se les extrajeron 3 mL de sangre periférica por venopunción y se depositaron en tubos (Vacutainer®), con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Las muestras fueron procesadas antes de las seis horas siguientes a la extracción. Se agregaron 50 µL de sangre total en dos tubos de 15 mL por muestra, uno para el control y otro para la determinación de linfocitos T activados. Se añadieron 5 µL de anticuerpos monoclonales conjugados a fluorocromos anti-CD45PerCP/CD3F (*MiltenyiBiotec*) y anti-CD25APC/HLA-DRPE, (*DaKoMultiMixTM*), se incubaron a temperatura ambiente (TA) y protegidos de la luz, durante 30 min. Seguidamente, se realizó el lisado de los hematíes con solución lisante, durante 10 min, a TA. Las células se lavaron dos veces con cloruro de sodio al 0,9 % y se centrifugaron durante 10 min a 1 500 rpm.

La lectura se realizó en un citómetro de flujo Gallios, BeckmanCoulter. Se adquirieron 100 000 células por tubo. El análisis de los datos se efectuó con el software *Kaluza Analysis®* versión 1.2. La estrategia de análisis utilizó como gráfico de puntos sobre el

total de células marcadas para la separación de los singletes; células que pasan solo una vez a través del láser y presentar la altura de la señal (FSC-H) y la señal uniforme de área (FSC-A) que el citómetro registra como un evento, descartando agregados de células (dos o más células) (Fig. 1A).

Posteriormente, se analizó el gráfico de puntos SSC-A vs CD45PercP, para separar la población de linfocitos sobre los singletes seleccionados (Fig. 1B). De la población de linfocitos CD45+ se realizaron otros dos gráficos de puntos: SSC-A vs CD3F para separar la población de linfocitos T (Fig. 1C) y CD25APC-A/HLA-DRPE-A para cuantificar la expresión de estos antígenos (Fig. 1D).

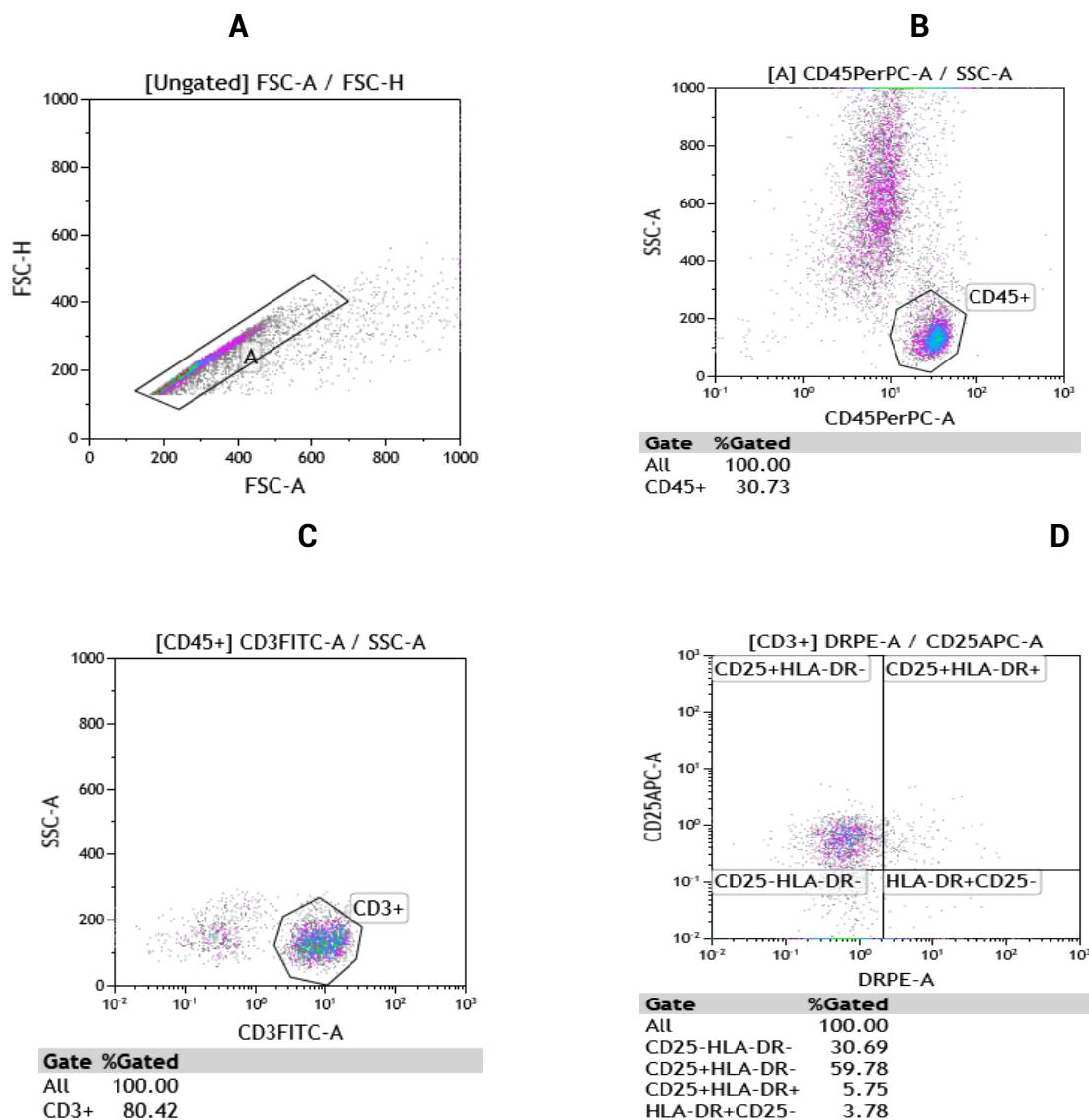


Fig. 1. Estrategia de análisis de Gate para la selección de los linfocitos T activados. A): Dotplot FSC-H/FSC-A; selección de singletes. B): Dotplot SSC-A/CD45PerCP-A; selección de linfocitos. C): Dotplot SSC-A/CD3F; selección de linfocitos T CD3+ (80,42 %). D):DotplotCD25APC-A/HLA-DRPE-A; selección de linfocitos TCD25+/HLA-DR-(59,78%), CD25+/HLA-DR+ (5,75 %) y HLA-DR+/CD25- (3,78 %).

Los resultados se expresaron por los valores relativos (% de células) y absolutos (células/ μ L). El número absoluto de células T activadas fue calculado de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Recuento absoluto (células}/\mu\text{L}) = \text{Recuento de linfocitos (células}/\mu\text{L}) \text{ en hemograma} \times \% \text{ del subpoblación celular de interés} \div 100$$

Se tomaron como referencia los valores absolutos y porcentuales de referencia de las subpoblaciones linfocitarias descritas (Tabla 1)⁽¹⁸⁾

Tabla 1. Valores de referencia de antígenos de activación de linfocitos T en adultos mayores

Inmunofenotipo		Femenino	Masculino
CD3 ⁺ HLA-DR ⁺ CD25 ⁻	(%)	3,1-28,2	2,7-26,4
	(cells/ μ L)	59-695	54-588
CD3 ⁺ HLA-DR ⁻ CD25 ⁺	(%)	1,0-10,3	1,4-12,0
	(cells/ μ L)	17-235	19-208
CD3 ⁺ HLA-DR ⁺ CD25 ⁺	(%)	0,4-3,1	0,2-2,2
	(cells/ μ L)	7-75	4-46

Se creó una base de datos en Microsoft Excel con la información obtenida. La muestra se dividió por sexo y edad (<80 años y 80 años y más). Los datos fueron procesados utilizando el programa estadístico GraphPadPrism versión 6.00 usando los valores porcentuales y la mediana para la descripción de la muestra. La desviación estándar (SD) indica el grado de variabilidad de los datos. El intervalo de confianza en cada caso se calculó al 95 %. Los resultados se expresaron en tablas para su mejor comprensión y análisis.

Este estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki⁽²¹⁾ y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del IHI.

Resultados

La distribución de los fenotipos de linfocitos T activados en adultos mayores mostró que en el grupo de ≥ 80 años de edad, la mediana de los conteos absolutos de CD3+HLA-DR+CD25- fue mayor, en relación con los encontrados en el grupo de < 80 años (46,34 vs 27,55, SD 35,59 vs 49,72). No hubo diferencias en cuanto al valor porcentual en ambos grupos (2,575 vs 2,190, SD 2,909 vs 2,696); aunque los conteos absolutos y porcentajes estuvieron disminuidos respecto a los valores previamente establecidos.

Por su parte, el porcentaje del fenotipo CD3+HLA-DR-CD25+ no mostró diferencias en ambos grupos de edades (1,240 vs 1,090, SD 0,9498 vs 0,9703), mientras que el conteo absoluto fue mayor en los < 80 años (19,66 vs 17,92, SD 34,27 vs 16,65); no hubo diferencias respecto a los valores de referencia.

Los linfocitos T que coexpresaron los marcadores CD3+HLA-DR+CD25+ exhibieron porcentajes similares en ambos grupos de edad (0,4389 vs 0,4201, SD 1,581 vs 1,786) pero, el conteo absoluto fue mayor en los < 80 años (7,390 vs 8,198, SD 20,83 vs 32,41). Ambos estuvieron dentro de los valores de referencia (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de antígenos de activación de linfocitos T en adultos mayores, según grupos etarios

Inmunofenotipo	(%)	< 80 años (n=17)			≥ 80 años (n=13)		
		Mediana	SD	CI	Mediana	SD	CI
CD3+HLA-DR+CD25-	(%)	2,190	2,696	1,601-4,374	2,575	2,909	0,925-4,623
	(cells/ μ L)	27,55	49,72	27,73-78,86	46,34	35,59	17,94-63,16
CD3+HLA-DR-CD25+	(%)	1,090	0,9703	0,913-1,911	1,240	0,9498	0,796-2,003
	(cells/ μ L)	19,66	34,27	11,87-47,11	17,92	16,65	11,94-33,10
CD3+ HLA-DR+CD25+	(%)	0,4201	1,786	0,334-2,170	0,4389	1,581	0,135-2,397
	(cells/ μ L)	8,198	32,41	7,040-40,37	7,390	20,83	3,243-33,04

HLA-DR: antígeno leucocitario humano- isotipo DR; CD: Cluster de diferenciación

En este estudio hubo un predominio de mujeres, que representaban el 70 %. La distribución del fenotipo de linfocitos T CD3+HLA-DR+CD25-, según el sexo exhibió

porcentajes y conteos absolutos menor en mujeres que en hombres (1,860 vs 2,960, SD 2,925 vs 2,376 y de 35,55 vs 46,61, SD 42,10 vs 49,75). En ambos grupos las medianas de conteos absolutos y porcentajes en las mujeres, estuvieron disminuidos respecto a los valores previamente establecidos.

El porcentaje y el conteo absoluto de los linfocitos CD3+HLA-DR-CD25+ no mostró diferencias según el sexo (1,200 vs 1,090; SD 0,9720 vs 0,9377 y de 19,55 vs 19,43, SD 29,51 vs 26,55). Ambos grupos se mantuvieron dentro de los valores previamente establecidos, excepto la mediana del porcentaje de los hombres que estuvo disminuida en relación al de las mujeres.

El porcentaje de los linfocitos TCD3+HLA-DR+CD25+ fue semejante en ambos sexos (0,4961 vs 0,4099, SD 1,960 vs 0,6563), pero, el conteo absoluto de este fue mayor en las mujeres (8,537 vs 4,079, SD 32,84 vs 12,26). Ambos grupos se mantuvieron dentro de los valores de referencia (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de antígenos de activación de linfocitos T en adultos mayores, según el sexo

Inmunofenotipo	(%)	Masculino (n=9)			Femenino (n=21)		
		Mediana	SD	CI	Mediana	SD	CI
CD3+HLA-DR+CD25-	(%)	2,960	2,376	1,467-5,120	1,860	2,925	1,353-4,091
	(cells/ μ L)	46,61	49,75	19,17-95,66	35,55	42,10	24,09-63,50
CD3+HLA-DR-CD25+	(%)	1,090	0,9377	0,6726-2,114	1,200	0,9720	0,958-1,868
	(cells/ μ L)	19,43	26,55	5,749-46,56	19,55	29,51	13,00-40,62
CD3+HLA-DR+CD25+	(%)	0,4099	0,6563	0,1579-1,167	0,4961	1,960	0,579-2,529
	(cells/ μ L)	4,079	12,26	2,161-21,01	8,537	32,84	10,34-43,00

Respecto a las comorbilidades, el 83,3 % padecía enfermedades cardiovasculares, el 53,3 % demencia, 30 % diabetes mellitus, 26,6 % enfermedad pulmonar obstructiva crónica y enfermedades cerebrovasculares, respectivamente; el 13,3% tenía enfermedades neoplásicas y 6,7 % asma bronquial. De la totalidad de los pacientes, el 60 % tenía más de una comorbilidad. Además, el 16,7 % manifestó infecciones cutáneas, el 13,3 % agudas respiratorias y 6,7 % urinarias. En el 6,7 % coexistieron dos infecciones.

Discusión

En los adultos mayores existe un desequilibrio del sistema inmune que se manifiesta por respuestas mayormente proinflamatorias de la inmunidad innata y alteración grave de la rama adaptativa. Una de las causas más relevantes de la presencia de un estado inflamatorio de origen multifactorial es probablemente la estimulación antigénica crónica.⁽²⁾ La literatura sitúa al citomegalovirus (CMV) como el germen más asociado a este fenómeno, pero se han identificado otros como el virus de Ebstein Barr (EBV), virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) e incluso bacterias;⁽⁶⁾ aunque los informes de las últimas dos décadas describen un fenómeno mucho más complejo que también involucra la senescencia celular y el envejecimiento del sistema inmunológico.⁽²²⁾ Las células senescentes muestran además cambios locales en la metilación del ADN y reordenamientos globales de la cromatina, lo que conduce a patrones de expresión génica alterados y la secreción de una variedad de quimiocinas, citocinas y enzimas de remodelación de tejidos.^(23, 24)

En esta investigación, los ancianos con 80 años y más, mostraron un aumento en el conteo absoluto de los linfocitos CD3+HLA-DR+CD25-. mientras que los conteos absolutos de los fenotipos CD3+HLA-DR-CD25+ y CD3+HLA-DR+CD25+, fueron menores en relación con los del grupo de < 80 años. Se observa que a medida que aumenta la edad, hay incremento en la expresión del antígeno HLA-DR y disminución en la expresión del CD25, lo cual está acorde a lo planteado en la literatura.^(18,19,20) Villegas-Valverde et al.⁽¹⁸⁾ plantean que esto puede estar relacionado con la presencia de poblaciones de memoria efectora de linfocitos T en sangre periférica, que también expresan estas moléculas, y con el hecho de que el tamaño de esta subpoblación está determinado, entre otros factores, por el número de exposiciones personales previas a diferentes inmunógenos. Estas moléculas son antígenos de activación tardía de los linfocitos T y se sintetizan después de que ha comenzado el proceso de activación celular y se requieren para cumplir las funciones biológicas de estas células.^(11,12,13,14)

Se ha demostrado una relación causal entre la presencia de células senescentes y la inflamación elevada, lo que refuerza la idea de la implicación de la senescencia en la inflamación. La inflamación crónica también puede inducir la disfunción de los telómeros y promover la senescencia, lo que sugiere que la inflamación y la senescencia se refuerzan mutuamente.⁽²⁵⁾ En particular, el tejido adiposo es proinflamatorio, la obesidad y enfermedades como la diabetes, asociadas con la aparición temprana de enfermedades del envejecimiento contribuye a la inflamación.^(26, 27)

Los desafíos antigenicos persistentes conducen a una respuesta deficiente a los antígenos microbianos recién encontrados, así como a un cambio en el sistema inmunológico hacia un perfil inflamatorio autoinmune, Th2. Además, la carga microbiana crónica a largo plazo induce la activación progresiva de los macrófagos, que contribuye al estado de inflamación crónica de bajo grado.⁽²⁸⁾ Esta puede provocar disfunción y degeneración de los tejidos. El sistema inmunológico es bastante eficaz para combatir las infecciones agudas en los jóvenes, pero no para responder a los estímulos crónicos, especialmente cuando ocurren en una etapa avanzada de la vida. Esto conduce a una mayor activación celular, producción de citocinas proinflamatorias y proteínas de fase aguda y el estrés oxidativo.^(29, 30,31,32)

Es importante evaluar la expresión de marcadores que reflejan la función celular y el estado de activación de las células T en adultos mayores; de este modo el proceso inflamatorio crónico de bajo grado que acompaña al envejecimiento pudiera justificar el esfuerzo de la vigilancia inmunológica permanente, contra patógenos persistentes o estresores endógenos como las células cancerosas. Todos estos cambios contribuyen a la disminución en la expresión de las células T y al decrecimiento de la capacidad inmunológica efectora que se torna incapaz de responder apropiadamente contra antígenos nuevos, como la emergencia de células tumorales durante toda la vida.^(3,11)

Mujeres y hombres difieren en varios aspectos fisiológicos, incluida la respuesta inmune. Estas diferencias pueden estar relacionadas con las hormonas esteroideas sexuales (estrógenos, progesterona y testosterona), que se unen a receptores específicos y modulan diferencialmente el sistema inmunológico; la genética (efecto del cromosoma X) y factores medioambientales. En general, mientras que los estrógenos

aumentan la respuesta inmune, la progesterona y los andrógenos tienen acciones inmunosupresoras.^(9,32) La evidencia epidemiológica muestra que mientras los hombres mayores son más susceptibles a padecer enfermedades infecciosas complicadas y a la muerte por cáncer; las mujeres mayores tienden a generar una respuesta inmune más vigorosa.^(34, 35) Algunos datos muestran que la inmunosenescencia se desarrolla antes en los hombres que en las mujeres. Esto se ha relacionado con una mayor esperanza de vida para las mujeres.⁽³¹⁾

En esta investigación, las mujeres mostraron una disminución en porcentajes y conteos absolutos de los linfocitos CD3+HLA-DR+CD25- y aumento en el conteo absoluto de CD3+HLA-DR+CD25+. En la literatura donde se plantea que las mujeres muestran una respuesta inmune más potente en relación a los hombres lo que se traduce en un aclaramiento más rápido de los patógenos en las infecciones agudas y una mejor respuesta a la vacunación; no obstante, también presentan mayor susceptibilidad a enfermedades inflamatorias y autoinmunes.⁽²⁹⁾ No obstante, hay que considerar que el número de mujeres estudiadas fue mayor que el de hombres.

Ligotti et al.⁽³⁶⁾ plantean que determinadas causas biológicas, como diferencias hormonales o la presencia de dos cromosomas X, podrían explicar parcialmente las diferencias dependientes de la edad en los conteos y porcentajes celulares de hombres y mujeres; también podría afectar la respuesta a la infección por CMV. De hecho, se sabe que las mujeres son más resistentes a las infecciones.⁽³⁷⁾

Los hallazgos de este estudio indican que el sexo pudiera influir en el envejecimiento diferencial del sistema inmune, aunque se necesitan más estudios para identificar factores de correlación entre el envejecimiento, el sexo y las enfermedades crónicas. Por ello es importante monitorear la expresión de marcadores de activación de células T como CD25 y HLA-DR en los adultos mayores, para evaluar la función del sistema inmunológico en muchas enfermedades; en algunos casos como un factor inmunopatogénico y en otros como patológico o consecuencia fisiológica de una enfermedad o condición previa.^(28,29,33) No obstante, en la vejez estas reacciones inflamatorias predisponen al desarrollo de enfermedades degenerativas que condicionan la declinación funcional del adulto mayor, así como una mayor dependencia

funcional; estas irregularidades en la respuesta inflamatoria están relacionadas con la patogenia de múltiples enfermedades comunes de los adultos mayores como diabetes mellitus, dislipidemia, hipertensión o cardiopatía isquémica. (38,39)

La relación entre inmunosenescencia e inflamación es compleja e involucra la interacción entre los brazos innatos y adaptativos del sistema inmunitario, junto con células senescentes de linajes no inmunitarios, en un círculo potencialmente vicioso. La inflamación promueve la senescencia e impide las respuestas inmunitarias adaptativas, mientras que este deterioro puede conducir a una mayor movilización de las células inmunitarias innatas, lo que favorece la inflamación.

En este estudio se evidenció que tanto la edad como el sexo son factores biológicos que influyen en la expresión de marcadores de activación de los linfocitos T, en el adulto mayor. La caracterización inmunofenotípica por citometría de flujo de los linfocitos T activados CD3+HLA-DR+CD25-, CD3+HLA-DR-CD25+ y CD3+HLA-DR+CD25+ en el anciano, permite aclarar su implicación en el envejecimiento de origen inflamatorio ya que se relacionan con varias de las enfermedades que representan un reto para los médicos; además muchas de las enfermedades crónicas degenerativas y la exposición continua a enfermedades infecciosas favorecen el desarrollo de un estado inflamatorio que requieren un manejo adecuado para evitar consecuencias en los ancianos e implementar intervenciones sanitarias específicas y oportunas.

Referencias bibliográficas

1. Menéndez-Jiménez J. El Decenio del Envejecimiento Saludable (2020-2030), una oportunidad para Cuba. Rev Cuba Salud Pública. 2020 [citado: 18/06/23]; 46(4):e2748. Disponible en:
<https://revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/2748>
2. Saavedra D, García B, González A, Lorenzo-Luaces P, Lage A. Marcadores de inmunosenescencia y su relación con el cáncer de pulmón. Anal Acad Cienc Cuba. 2021[citado: 18/06/23];11(1). Disponible en:

- https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2304-01062021000100027&script=sci_abstract&tlang=es
3. Suárez GM, Saavedra D. Manipulación de la inmunosenescencia. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter. 2018 [citado: 18/06/23];34(1):e584. Disponible en: <https://revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/584>.
 4. Moskalev A, Stambler I, Caruso C. Innate and Adaptive Immunity in Aging and Longevity: The Foundation of Resilience. *Aging Dis.* 2020; 11(6):1363-73. doi: <https://doi.org/10.14336/AD.2020.0603>.
 5. Rodriguez IJ, Ruiz N, Llano M, Martínez L, Montilla MP, Ortiz JP, et al. Immunosenescence study of T cells: A systematic review. *Front Immunol.* 2021;11:604591. doi: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.604591>.
 6. Fulop T, Larbi A, Dupuis G, Le Page A, Frost EH, Cohen AA, Witkowski JM, Franceschi C. Immunosenescence and Inflamm-Aging As Two Sides of the Same Coin: Friends or Foes? *Front Immunol.* 2018;8:1960. doi: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01960>
 7. Xu W and Larbi A. Markers of T cell Senescence in Humans. *Int J Mol Sci.* 2017;18(8):1742. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms18081742>
 8. Moro-García MA, Mayo JC, Sainz SM and Alonso-Arias R. Influence of inflammation in the Process of T Lymphocyte Differentiation: Proliferative, Metabolic, and Oxidative Changes. *Front Immunol.* 2018;9:339. doi: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00339>
 9. Aiello A, Farzaneh F, Candore G, Caruso C, Davinelli S, Gambino CM. Immunosenescence and Its Hallmarks: How to Oppose Aging Strategically? A Review of Potential Options for Therapeutic Intervention. *Front Immunol.* 2019;10:2247. doi: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02247>
 10. Lang PO, Govind S, Aspinall R. Reversing T cell immunosenescence: why, who, and how. *Age (Dordr).* 2013;35(3):609-20. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11357-012-9393-y>.
 11. Fulop T, Dupuis G, Baehl S, Le Page A, Bourgade K, Frost E, et al. From inflamm-aging to immune-paralysis: a slippery slope during aging for immune-adaptation.

- Biogerontol. 2016;17(1):147-57. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10522-015-9615-7>.
12. Pawelec G. The human immunosenescence phenotype: does it exist? Semin Immunopathol. 2020;42(5):537–44. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00281-020-00810-3>
13. Picón C, Tejeda-Velarde A, Villar LM. Identification of the Immunological changes appearing in the CSF during the early immunosenescence process occurring in multiple sclerosis. Front Immunol. 2021;12:685139. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.685139>.
14. Herndler-Brandstetter D, Schwaiger S, Veel E, Fehrer Ch, Cioca DP, Almanza G, et al. CD25-Expressing CD8+ T cells are potent memory cells in old age. J Immunol 2005;175(3):1566-74. DOI: <https://doi.org/10.4049/jimmunol.175.3.1566>.
15. Kuca-Warnawin E, Skalska U, Janicka I, Musiałowicz U, Bonek K, Głuszko P, et al. The phenotype and secretory activity of adipose-derived mesenchymal stem cells (ASCs) of patients with rheumatic diseases. Cells. 2019;8(12):1659. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells8121659>.
16. Abbas AK, Trotta E, Simenov D, Marson A, Bluestone JA. Revisiting IL-2. Biology and therapeutic prospects. Sci Immunol. 2018;3(25):1482. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciimmunol.aat1482>.
17. Palacios-Pedrero MA, Osterhaus ADME and Saletti G. Aging and options to halt declining immunity to virus infections. Front Immunol. 2021;12:681449. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.681449>.
18. Villegas-Valverde C, Kokuina E, Breff-Fonseca MC. Estimating normal values of rare T-lymphocyte populations in peripheral blood of healthy Cuban adults. MEDICC Rev. 2018; 20(4):20–6. DOI: <https://doi.org/10.37757/MR2018.V20.N4.6>.
19. Reber A, Chirkova T, Kim J, Cao W, Biber R, Shay D and Sambhara S. Immunosenescence and challenges of vaccination against Influenza in the aging population. Aging Dis. 2012;3(1):68-90.
20. Kuca-WarnawinE, Janicka I, Szczesny P, Olesin'ska M, Bonek K, Głuszko P, and Kontny E. Modulation of T-cell activation markers expression by the adipose

- tissue-derived mesenchymal stem cells of patients with rheumatic diseases. *Cell Transplant.* 2020;29:963689720945682. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963689720945682>.
21. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013; 310(20):2191-4. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
22. Teissier Th, Boulanger E and Cox LS. Interconnections between inflammageing and immunosenescence during ageing. *Cells.* 2022;11(3):359. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells11030359>.
23. Ovadya Y, Landsberger T, Leins H, Vadai E, Gal H, Biran A, Yosef R, et al. Impaired immune surveillance accelerates accumulation of senescent cells and aging. *Nat. Commun.* 2018;9(1):5435. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07825-3>.
24. Jurk D, Wilson C, Passos JF, Oakley F, Correia-Melo C, Greaves L, et al. Chronic inflammation induces telomere dysfunction and accelerates ageing in mice. *Nat Commun.* 2014;2:4172. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms5172>.
25. Ryder JR, Northrop E, Rudser KD, Kelly AS, Gao Z, Khouri PR, et al. Accelerated early vascular aging among adolescents with obesity and/or type 2 Diabetes Mellitus. *J. Am. Heart Assoc.* 2020;9(10):e014891. DOI: <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.014891>.
26. Seo Y, Shin TH, Kim HS. Current strategies to enhance adipose stem cell function: an update. *Int J Mol Sci.* 2019;20(15):3827. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20153827>.
27. Chiossone L, Conte R, Spaggiari GM, Serra M, Romei C, Bellora F et al. Mesenchymal stromal cells induce peculiar alternatively activated macrophage escitable of dampening both innate and adaptive immune responses. *Stem Cells.* 2016;34(7):1909–21. DOI: <https://doi.org/10.1002/stem.2369>.
28. Davies LC, Heldring N, Kadri N, Le Blanc K. Mesenchymal stromal cell secretion of programmed death-1 ligands regulates T cell mediated immunosuppression. *Stem Cells.* 2017;35(3):766–76. DOI: <https://doi.org/10.1002/stem.2509>.

29. Yin K, Zhu R, Wang S, Zhao RC. Lower level laser (LLL) attenuate LPS-induced inflammatory responses in mesenchymal stem cells via the suppression of NFkB signaling pathway in vitro. *PLoS One.* 2017;12(6):e0179175. doi:
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179175>.
30. Salminen A. Immunosuppressive network promotes immunosenescence associated with aging and chronic inflammatory conditions. *J Mol Med (Berl).* 2021;99(11):1553-1569. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00109-021-02123-w>.
31. Leng SX, Margolick JB. Aging, sex, inflammation, frailty, and CMV and HIV Infections. *Cell Immunol.* 2020;348:104024. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.cellimm.2019.104024>.
32. Crooke SN, Ovsyannikova IG, Kennedy RB, Poland GA. Immunosenescence: A Systems-Level overview of immune cell biology and strategies for improving vaccine responses. *Exp Gerontol.* 2019;124:110632. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110632>.
33. Piasecka B, Duffy D, Urrutia A, Quach H, Patin E, Posseme C, et al. Distinctive roles of age, sex, and genetics in shaping transcriptional variation of human immune responses to microbial challenges. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018;115(3):E488-97. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1714765115>.
34. Starska K, Główacka E, Kulig A, Lewy-Trendal, Bryś M, Lewkowicz P. Prognostic value of the immunological phenomena and relationship with clinicopathological characteristics of the tumor—the expression of the early CD69+, CD71+ and the late CD25+, CD26+, HLA/DR+ activation markers on T CD4+ and CD8+ cells in squamous cell laryngeal carcinoma. Part II. *Folia Histochem Cytobiol.* 2011;49(4):593–603.
35. Lukas S, Keller M, Leonard F, Weinberger B, Pangrazzi L, Sopper S et al. CD8+HLA-DR+ regulatory T cells change With aging: They increase in number, but lose checkpoint inhibitory Molecules and suppressive Function. *Front Immunol.* 2018;9:1201. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01201>.
36. Ligotti ME, Aiello A, Accardi G, Aprile S, Bonura F, Bulati M et al. Analysis of T and NK cell subsets in the Sicilian population from young to supercentenarian: The role

- of age and gender. *Clin Exp Immunol.* 2021;205(2):198–212. DOI: <https://doi.org/10.1111/cei.13606>.
37. Márquez EJ, Chung C-H, Marches R, Rossi RJ, Nehar-Belaid D, Eroglu A, et al. Sexual-dimorphism in human immune System aging. *Nat Commun.* 2020;11(1):751. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14396-9>.
38. Costantini E, D'Angelo Ch, Reale M. The role of immunosenescence in neurodegenerative diseases. *Med Inflam.* 2018;6039171. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/6039171>.
39. Wakiguchi H, Hasegawa S, Suzuki Y, Kudo K, Ichiyama T. Relationship between T-cell HLA-DR expression and intravenous immunoglobulin treatment response in Kawasaki disease. *Pediatr Res.* 2015;77(4):536–40. DOI: <https://doi.org/10.1038/pr.2015.12>.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Declaración de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de los autores:

Conceptualización: Yaneisy Duarte Pérez,

Curación de datos: Yaneisy Duarte Pérez, Yenisey Triana Marrero, Imilla Casado Hernández, Elizabeth Hernández Ramos

Análisis formal: Yaneisy Duarte Pérez, Vianed Marsán Suárez, Yenisey Triana Marrero, Imilla Casado Hernández

Investigación: Yaneisy Duarte Pérez, Vianed Marsán Suárez, Yenisey Triana Marrero, Imilla Casado Hernández, Elizabeth Hernández Ramos

Metodología: Yaneisy Duarte Pérez, Vianed Marsán Suárez

Redacción – borrador original: Yaneisy Duarte Pérez, Vianed Marsán Suárez, Yenisey Triana Marrero, Imilla Casado Hernández, Elizabeth Hernández Ramos, Consuelo

Milagros Macías Abraham

Redacción – revisión y edición: Yaneisy Duarte Pérez, Vianed Marsán Suárez

