



## **EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ANTIOXIDANTE EN OFICIALES DE DIFERENTES ESPECIALIDADES MILITARES**

José Luis Pérez Alejo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3598-0462>

Maura García Sánchez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2811-7676>

<sup>1</sup>- Especialidad Bioquímica Clínica, Doctor en Ciencias (Dr. Cs)  
Investigador y Profesor Titular, Profesor Consultante Departamento Invest.  
Med.Militares HMC Dr. Luis Díaz Soto. Habana Cuba

<sup>2</sup>- Master en Ciencias Farmacéuticas, Investigadora Auxiliar, Departamento  
Invest.Med. Militares HMC Dr. Luis Díaz Soto, Habana Cuba

Correspondencia Autor: [perezalejo@infomed.sld.cu](mailto:perezalejo@infomed.sld.cu)

### **Resumen**

**Introducción:** Las especies reactivas del oxígeno (radicales libres) cuando predominan sobre los antioxidantes producen en el organismo un desbalance redox y se establece un estado de estrés oxidativo que constituye un factor de riesgo de ENT. **Objetivo:** Identificar el comportamiento de los marcadores del estado redox antes y después de una suplementación con antioxidante en miembros de las FAR. **Método:** Se realizaron tres estudios de carácter experimental, transversal prospectivos en dos actividades de las FAR Personal de tropas radiotécnicas (radiaciones no ionizantes), personal que realizaron un ejercicio físico intenso y en el síndrome metabólico. fue utilizada una suplementación antioxidante y determinado antes y después las variables Organoperóxidos totales (OT), Malonildialdeído (MDA). Productos avanzados de la Oxidación de proteínas (PAOP) y Glutatión reducido tanto en plasma como en líquido espermático. **Resultados:** La suplementación antes y después en los estudios, Síndrome metabólico (SM); Ejercicio Físico Intenso(EFI) y las radiaciones electromagnéticas (RNI). disminuyendo las variables de estrés oxidativo. Los Organoperóxidos se encontraban incrementados, hasta 3 y 4 veces su valor, pero la suplementación antioxidante, las concentraciones detectadas se encontraban dentro del rango normal. los PAOP arrojaron un incremento significativo en las concentraciones en los pacientes con SM después de la intervención con ambos antioxidantes. Los PAOP disminuyeron después de la suplementación de forma significativa menos en el SM. Los parámetros del líquido seminal fueron favorecidos con la suplementación. **Conclusiones:** En los estudios se observó un estrés oxidativo inicial caracterizado por un incremento en las concentraciones de los biomarcadores prooxidantes que disminuyeron después de la suplementación

### **INTRODUCCIÓN**

Los antioxidantes son sustancias que pueden proteger a la célula de los efectos nocivos de los oxidantes o radicales libres y contrarrestan, de una manera directa



I Jornada Nacional Científica Hospitalaria Dr. Mario Muñoz Monroy  
Del 1 al 31 de octubre 2024



o indirecta, los efectos de los mismos.



Al existir una disminución de los niveles de antioxidantes o una inhibición de las enzimas antioxidantes se desencadena un estrés oxidativo, produciendo daño celular por la oxidación a macromoléculas como proteínas, lípidos y ácido desoxirribonucleico. Estudios previos correlacionan el estrés oxidativo con la patogénesis de numerosas enfermedades como Parkinson, enfermedad de Alzheimer, cáncer e infertilidad, el uso de la administración suplementaria de antioxidantes para prevenir algunas enfermedades ha sido estudiado ampliamente, por lo que su consumo es importante para lograr un efecto positivo en la salud del paciente <sup>(1,2)</sup>.

Halliwell y Gutteridge en 1998 <sup>(2)</sup>, definieron como antioxidante a toda sustancia que hallándose presente a bajas concentraciones, con respecto a las de un sustrato oxidable (biomolécula), retarda o previene la oxidación de dicho sustrato lo cual ocurre por diferentes mecanismos de acción, unos impiden la formación de los RL y/o especies reactivas (sistema de prevención), otros inhiben la acción de los RL (sistema barrador) y otros favorecen la reparación y la reconstitución de las estructuras biológicas dañadas (sistema de reparación). Cada antioxidante posee una afinidad hacia un determinado RL o hacia varios y puede actuar en los diferentes procesos de la secuencia oxidativa y tener más de un mecanismo de acción. Distintas enfermedades han sido relacionadas en la literatura con una deficiencia de ciertos antioxidantes <sup>(3)</sup>. Ciertas condiciones físicas tales como el ser fumador, el exceso de estrés, el ejercicio físico intenso, la exposición solar y la infertilidad masculina se han relacionado con la aparición de estrés oxidativo y sus consecuencias, a propósito de esto, las terapias antioxidantes y dietas ricas o enriquecidas en antioxidantes, parecen prevenir o al menos disminuir el deterioro funcional orgánico originado por el estrés oxidativo, pese a existir varios estudios con resultados positivos, también existen otros en los que la intervención a base de antioxidantes no ha resultado eficaz, estos resultados no concluyentes o contradictorios se pueden deber a múltiples causas, entre ellas el diseño del estudio es por eso que la eficacia de las terapias antioxidantes dependerá, en última instancia, de definir qué situaciones son las propicias para que estos tratamientos sean exitosos <sup>(3-5)</sup>.

Disímiles estudios se han realizado para evaluar el efecto de los antioxidantes en diferentes enfermedades, entre ellas se pueden citar la relación de los antioxidantes con la artritis reumatoide, anemia, síndrome metabólico, esclerosis múltiple, trastornos nefrológicos, pancreatitis, arrugas prematuras, sequedad de la piel, dermatitis y asma entre otros padecimientos que en la actualidad abordan las investigaciones en curso <sup>(6-9)</sup>.

Como en toda temática de salud, el diagnóstico, tratamiento o prevención requiere de años de estudio y de herramientas diversas para el análisis, sobre todo, en la actualidad que requieren bases sólidas para apoyar los estudios de este campo científico y su traslado a la población en general. Situaciones laborales y medio-ambientales han sido ampliamente estudiadas en las última dos décadas por su relación con los procesos de estrés oxidativo y entre ello se encuentra el ejercicio físico intenso (EFI), en el cual el elevado consumo de oxígeno (principalmente por el músculo esquelético), el aumento de catecolaminas y lactato en plasma, el aumento de la temperatura corporal y la activación de los neutrófilos aumentan la producción de RL, el



entrenamiento potencia y estimula la actividad de los sistemas antioxidantes, pero cuando el ejercicio es prolongado y/o extenuante, la producción de RL supera la capacidad antioxidante corporal generándose estrés oxidativo. En otro sentido son crecientes las evidencias que señalan al estrés oxidativo como un factor determinante en la patogenia de la infertilidad masculina, pues la mayoría de estos pacientes presenta altas concentraciones de ERO y/o una disminución de la capacidad antioxidante del semen. Además, varias observaciones sugieren la existencia de una asociación negativa entre la capacidad de fusión espermatozoide-óvulo y los niveles de ER.

No obstante, se recomienda manejar con cuidado los niveles de antioxidantes en la dieta ya que una cantidad excesiva podría interferir con las funciones protectoras de la apoptosis y así aumentar el crecimiento tumoral y otras enfermedades <sup>(10-14)</sup>.

Todos los autores coinciden en la necesidad de diseñar nuevos estudios que permitan dilucidar el verdadero papel de los antioxidantes en la prevención y tratamiento de algunas enfermedades, principalmente la patología cardiovascular y tumoral, que es la más relacionada con el estrés oxidativo y una dieta deficitaria en estas sustancias <sup>(15,16)</sup>.

La suplementación antioxidante tiene carácter universal, utilizada en to el mundo inclusive en los países desarrollados de forma tal que están en las pirámides alimentarias de estos países. Los nutracéuticos o los llamados Suplementos Nutricionales son muy empleados por la población como suplemento alimentario Por tal motivo en esta investigación nos propusimos como **OBJETIVO GENERAL**: Identificar el comportamiento de los marcadores del estado redox antes y después de una suplementación con antioxidante en oficiales expuestos a ejercicio físico intenso, radiaciones no ionizantes y portadores del síndrome metabólico.

## MÉTODOS

### **Estudio.1: Suplementación con Cartílago de tiburón y la asociación de vitaminas C y E en oficiales portadores del Síndrome Metabólico**

Tipo de estudio: Para dar salida a los objetivos propuestos se realizó un estudio por su alcance, carácter e intervención, clasificado en: Explicativo (inductivo), experimental de intervención, longitudinal prospectivo en oficiales con diagnóstico de SM, pertenecientes al Ejército Occidental que asisten al Examen Médico Control de Salud (EMCS) en Hospital Militar Central Dr. "Luis Díaz Soto" en el período comprendido de enero 2016- enero 2018.

Universo: 200 oficial mayor de 45 años, que asisten al EMCS en el período enero 2016-enero 2018.

Muestra: Se seleccionó una muestra de 60 oficiales por método aleatorio simple y por asignación aleatoria de los sujetos, se distribuyeron en dos grupos homogéneos (Grupo I), 30 oficiales, tratados con Vitaminas E (dosis mínimas de 100 mg y Vitamina C 500 mg al día, (Grupo II), 30 oficiales, tratados con Cartílago de Tiburón en dosis de 500 mg diarios, con evolución a los seis meses y al año, cumpliendo criterios de inclusión, con cuatro de los parámetros del Síndrome Metabólico.



#### Criterios de inclusión:

- Oficiales con aceptación voluntaria de su participación mediante la firma del consentimiento informado.
- Oficiales con edad mayor de 45 años con diagnóstico de SM y con los criterios: Hipertensión arterial (HTA), Hipertriglicerinemias, Diabetes mellitus tipo II (DM II), Circunferencia abdominal (CA) por encima de los parámetros de referencia), que asisten al EMCS.

#### Criterios de exclusión:

- Padecer otra enfermedad crónica no asociada al SM. 2. Oficiales que abandonan el estudio por cualquier causa.

#### Criterios de salida

- Aparición de otras enfermedades oncológicas y/o invalidantes.
- Enfermedades de declaración obligatoria en el período del estudio.

### **Estudio.2: Suplementación con Vimang tabletas, Noni C tabletas y Cartílago de tiburón cápsulas en oficiales que realizan ejercicio físico intenso.**

Tipo de estudio: Se realizó un estudio experimental de intervención, analítico, prospectivo, y longitudinal de marcadores de estrés oxidativo en el personal de tropas especiales de la UM 4895 "El Cacho" con intervención de antioxidantes de origen natural.

Muestra: La selección de la muestra se realizó por el método de aleatorización en donde fueron seleccionados 95 combatientes aspirantes al grado de sargento profesional que debían realizar un ejercicio de graduación donde demostraron las habilidades adquiridas.

#### Criterios de inclusión:

- Oficiales con aceptación voluntaria de su participación mediante la firma del consentimiento informado.

#### Criterios de exclusión:

- Oficiales que no aprueben su consentimiento de participar en el estudio.

#### Criterios de salida

- Oficiales que abandonan el estudio por cualquier causa.

A los oficiales seleccionados se les midieron las siguientes variables: Edad, peso talla, y determinaciones de parámetros del estrés oxidativo (MDA, PAOP, PP, GHS, Los grupos de trabajo quedaron conformados de la siguiente manera:

Grupo.1: Tratado con Noni C n=26

Grupo. 2: Control n= 24

Grupo.3: Tratado con Vimang n=15

Grupo. 4: Tratado con Cartílago de tiburón. n=30

El tiempo de tratamiento fue de 26 días durante el cual se desarrollaron los ejercicios físicos programados que incluyeron marcha, carrera, nado. etc.

Al finalizar los ejercicios y el tratamiento, repitieron todas las determinaciones del inicio.



### **Estudio.3: Suplementación con Vimang tabletas en oficiales radistas**

**Tipo de estudio:** Se realizó un estudio experimental de intervención, prospectivo, transversal, analítico de casos y controles.

**Universo:** Estuvo compuesto por 199 oficiales la unidad militar de tropas radiotécnicas de las Fuerzas Armadas Revolucionarias.

**Muestra:** Se seleccionaron por método aleatorio, según los criterios de inclusión una muestra de 135 operadores de radares expuestos directamente al campo electromagnético (radiaciones no ionizantes).

Los sujetos seleccionados fueron sometidos a controles de: Edad, peso talla, y determinaciones hemoquímicas y de parámetros del estrés oxidativo (MDA, OT, PAOP, y GHS,) en suero y líquido seminal.

Se seleccionaron los siguientes grupos de trabajo:

Grupo.1: Tratado con Placebo. n=62

Grupo.2: Tratado con Vimang. n=63

La terapia antioxidante constituida por tabletas de Vimang a una dosis de 100 mg/d fue aplicada durante 21 días y al finalizar el Tratamiento se repitieron todas las determinaciones del inicio.

**variables:** Se determinaron variables cualitativas y cuantitativas.

Técnicas y Procedimientos.

La información como recurso, constituyó un factor primordial para alcanzar los objetivos propuestos, se establecieron sistemas de búsquedas, recopilación y procesamiento, teniendo como fin un estudio bien estructurado del proceso que se desarrolló, dando un significado comprensible y por tanto una utilidad superior. La búsqueda: Se llevó a cabo mediante el análisis de los registros y los Libros médicos personales, la consulta directa, previo a la información a realizar y el consentimiento informado de participar en el mismo, por lo que la confiabilidad resultó elevada (+95%).

Las búsquedas documentales y bibliográficas se realizaron con la utilización del gestor de bases de datos Procite 5.0.1, COCHRANE, HINARI, MEDLINE, EBSCO, Biblioteca de salud virtual, donde incluye GOOGLE y revistas especializadas de impacto nacional e internacional. La información fue recolectada y registrada en una planilla de recolección de datos Se selecciona la muestra por método aleatorio simple la muestra de todos los ensayos y que cumplieran con los criterios de inclusión en cada caso para establecer los diferentes grupos de tratamiento.

Conjuntamente con el consentimiento informado y la información de la investigación, se realizó interrogatorio, toma de muestras de sangre y líquido seminal en el caso de los oficiales radistas.

En todos los estudios se mantuvo una atención constante con vistas a detectar la aparición de alguna reacción adversa, a pesar de que ninguno de los productos naturales utilizados reporta ningún tipo de toxicidad.

Se recogen tanto las reacciones adversas como las posibles complicaciones relacionadas con la hipertensión arterial y la diabetes mellitus II

Las variables de balance redox que se determinaron fueron las siguientes:



- ✓ Para el daño a lípidos: (Malonildialdehído y Organoperóxidos totales)
- ✓ Daño a proteínas (Productos avanzados de la oxidación de proteínas)
- ✓ Metabolito y enzima de defensa\_antioxidante endógena (Glutatión reducido y la Superóxido dismutasa).

□

Todas las determinaciones fueron, realizadas con el espectrofotómetro uv-1700 pharmaspec Shimadzu, por los procedimientos normalizados de operación (PNO), en el Departamento de Investigaciones Médico Militar (DIMM), y calculadas según el programa estadístico LABTOOLS específico para estas determinaciones.

Para garantizar el control o validez interna de la situación experimental en las etapas del diseño y análisis de la investigación, en el intento de eliminar el efecto de variables extrínsecas a la investigación, se identificaron las posibles variables externas, extrínsecas o confusoras: Edad, Sexo; variables independientes que al no controlarlas, pueden alterar el resultado en la investigación, el control garantiza que los efectos hallados sean debidos únicamente a la variable independiente por probar o probada.

En la etapa de diseño se utilizaron procedimientos que permitieron lograr el control: Aleatorización: Única forma de controlar las variables experimentales, evita el sesgo de selección, lograda con la distribución al azar o aleatoria en la selección y asignación de los sujetos en grupos, logrando una distribución homogénea, con iguales criterios, frecuencia y distribución. Constancia en las condiciones: Distribución de la variable en igualdad o similitud en los grupos de estudio, con la preparación de los investigadores, utilización y medición de instrumentos utilizados, con iguales procedimientos, estandarización para los grupos, con tratamiento sin diferencias entre sujetos.

Emparejamiento: Asignación al azar con características comunes y distribución aleatoria en orden a los grupos. Grupo control: Un antes y un después, Propios sujetos su propio control, asignación y distribución aleatoria. En la etapa de análisis, se priorizaron las relacionadas con el aporte estadístico, y la correcta utilización de técnicas estadísticas, relacionadas con pruebas de hipótesis (Estadística inferencial: técnicas paramétricas y no paramétricas), con énfasis en las no paramétricas, las que se describen en el epígrafe de técnicas y procedimientos.

### **Indicadores de daño oxidativo a biomoléculas:**

**Determinación de Malonildialdehído** (MDA): Se realiza por método colorimétrico, la concentración de malonildialdehído, en las muestras biológicas como indicadores de peroxidación lipídica se realiza utilizando el N-metil-2-fenil-indol como reactivo cromógeno. Este ensayo se basa en la reacción entre el N-metil-2 fenil- indol con el MDA y los HDA a 45%. Una molécula de manolildialdehído reacciona con dos moléculas de N- metil -2 fenilindol rindiendo un cromóforo estable que absorbe a 586nm. El empleo de esta longitud de onda y la baja temperatura de incubación (450C) minimizan las interferencias presentes en otros métodos para determinar estos aldehídos derivados del proceso de peroxidación lipídica Los valores normales: 1,16-1,76.



**Determinación de Organoperóxidos Totales:** Los peróxidos orgánicos y el peróxido de hidrógeno presentes en la muestra, convierten el  $Fe^{2+}$  en  $Fe^{3+}$  en medio ácido. El  $Fe^{3+}$  forma un complejo coloreado con el xileno naranja que es detectable por medición espectrofotométrica a 560 nm. Los valores normales: valor medio-102,78  $\mu M$  y desviación- 9,10.

**Determinación de Productos Avanzados de la Oxidación de Proteínas:** Se determina siguiendo la transformación de los iones yodo a yodo diatómico que provocan los Productos avanzados de la oxidación de proteínas, siguiendo el cambio de DO a 340 nm. Se utiliza como patrón cloramina T. Los valores normales: 11,13-13,  $\mu M$  Cloramina T.

#### **Indicadores de defensas antioxidantes:**

**Determinación de la concentración de glutatión reducido:** El GSH con el colorante DTNB [5,5-Ditiobis (2 ácido nitrobenzoico)] rinde un compuesto coloreado que absorbe la luz a 412 nm. La concentración del glutatión reducido se cuantifica utilizando una curva patrón de GSH el rango normal en el plasma humano es de 876 – 1165 mg/l.

#### **2.8.- Control de calidad en el procesamiento de las muestras.**

Las tomas de muestras se realizaron con estricto cumplimiento de buenas prácticas de laboratorio, en ayunas de más de 12 horas y un total de 20 ml de sangre, mientras que la toma de líquido seminal se realizó en el DIMM, previo cumplimiento de los requisitos de no ingerir bebidas alcohólicas, no relaciones sexuales 5 días antes de la prueba y sin presencia 15 días antes de alguna patología de origen infeccioso e inflamatorio. Todas las técnicas utilizadas poseen sus procedimientos normalizados de operación, por lo que estuvieron sujetas a los controles de calidad que corresponden. Las muestras de sangre fueron analizadas por triplicado y se conservaron bajo las condiciones establecidas durante su manipulación.

#### **Procesamiento y análisis de la información**

Una vez recogidos los datos primarios, los datos se almacenaron en una base de datos de Microsoft Excel, procesada de manera automatizada mediante el procesador estadístico SPSS 26.0, para este último se procesaron las muestras utilizando el test de puntos aberrantes y ANOVA. Para caracterizar a los pacientes se determinaron medidas de resumen para variables cualitativas (número absoluto y porcentajes) y medidas de resumen para variables cuantitativas (media aritmética, desviación estándar). Se determinó el intervalo de confianza de todas las determinaciones puntuales.

Para evaluar el comportamiento de los indicadores del estado redox, se utilizó la estadística paramétrica y no paramétrica para muestras pequeñas, utilizando, T de Student para muestras relacionadas en un mismo grupo de variables, con el fin de comparar el comportamiento de cada variable en el tiempo (inicio y final), la Prueba de Kruskal Wallis para muestras independientes, para determinar la diferencia entre los tratamientos en los diferentes momentos, la Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo, para determinar la relación entre la evolución del daño oxidativo y la presencia de complicaciones.



Las determinaciones estadísticas se realizaron teniendo en cuenta un error de tipo I ( $\alpha \leq 0,05$ ) para garantizar una confiabilidad del 95 % de los resultados obtenidos los cuales se presentaron en tablas y gráficos estadísticos para facilitar el análisis y comprensión.

### Efectos adversos

Se consideraron efectos adversos la aparición de signos y síntomas durante la investigación.

### Consideraciones éticas.

Para la protección de la integridad de los sujetos se cumplieron los aspectos de la declaración de Helsinki , por lo cual el Comité de Ética de la investigación aprobó cada proyecto relacionado con el trabajo. Se firmó el consentimiento informado, luego expresar los objetivos, métodos, posibles beneficios y riesgos previsible del experimento.

## RESULTADOS

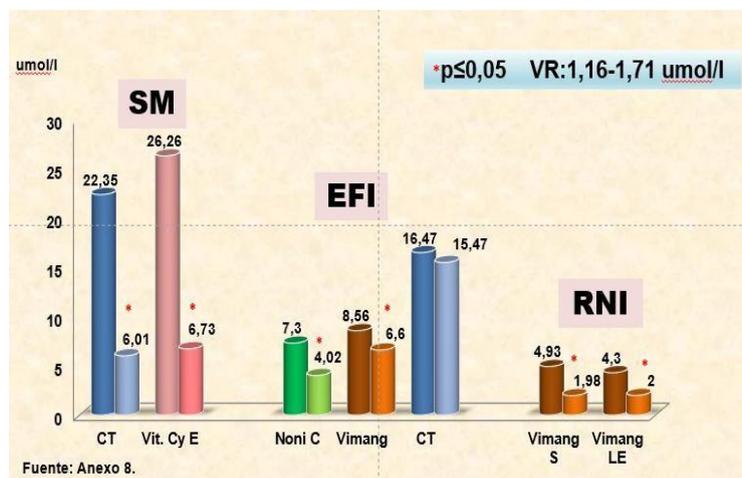


Gráfico 1.  
Concentraciones de MDA antes y después de la suplementación con antioxidantes en los diferentes estudios.

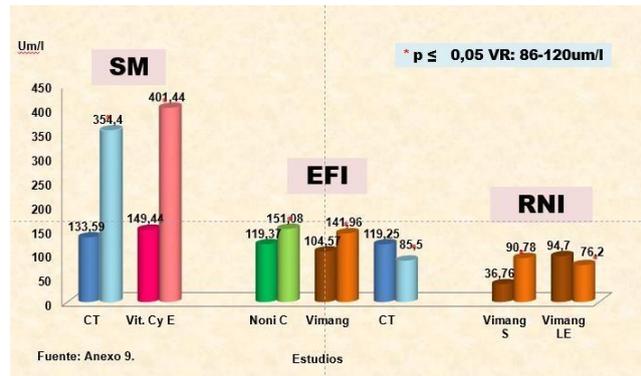
El gráfico 1 muestra la suplementación antioxidante antes y después en los tres estudios, Síndrome metabólico (SM); Ejercicio Físico Intenso (EFI) y la exposición a las radiaciones electromagnéticas (RNI). En todos los estudios la suplementación utilizada disminuyó las variables de estrés oxidativo con respecto a la basal y aumentando la defensa antioxidante de los sujetos.

El Gráfico.2 muestra la variable Organoperóxidos totales (OT) antes y después de la suplementación antioxidante. Los Organoperóxidos totales al inicio se encontraban incrementados, incluso hasta 3 y 4 veces su valor, pero al administrar la suplementación antioxidante, las concentraciones detectadas se encontraban dentro del rango normal.

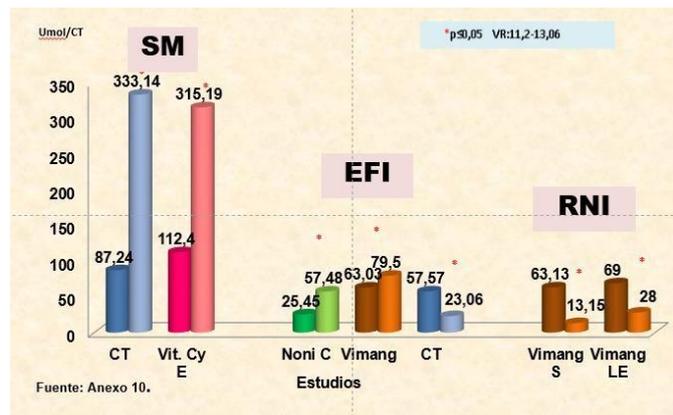
El gráfico.3 muestra la variable Productos Avanzados de la Oxidación de Proteínas (PAOP). Las determinaciones de los PAOP arrojaron un incremento significativo en las concentraciones de este biomarcador en este tipo de pacientes, después de la intervención con ambos antioxidantes para una



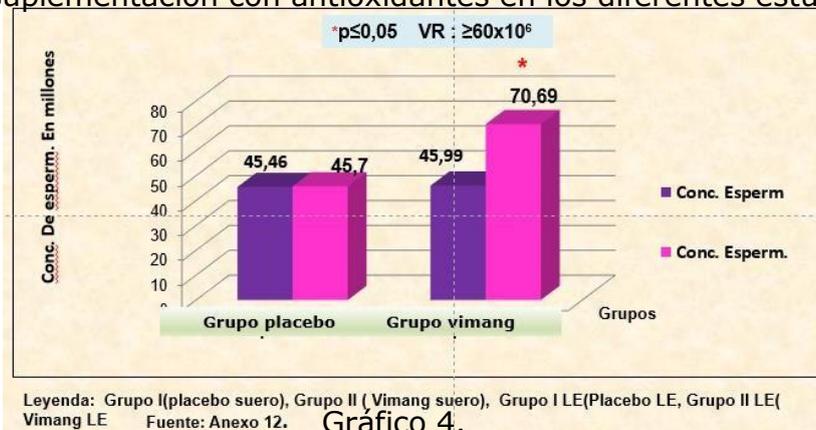
$p=0.001$  y  $p=0.004$  respectivamente, lo cual constituye una evidencia de que estos antioxidantes no son efectivos para disminuir la oxidación de las proteínas en los pacientes con SM.



**Gráfico 2.**  
Concentraciones de OT antes y después y la suplementación con antioxidantes en los diferentes estudios.



**Gráfico 3.**  
Concentraciones de PAOP antes y después de la suplementación con antioxidantes en los diferentes estudios.



**Gráfico 4.**  
Concentración espermática antes y después de una suplementación con antioxidantes en personal expuesto a radiaciones no ionizantes



El gráfico.4 muestra la intervención con Vimang los marcadores del espermograma básico muestran un incremento significativo con un  $p=0,025$  para la concentración espermática (gráfico 15) y  $p=0,021$  para la viabilidad, se logra una recuperación a los rangos de referencia.

## DISCUSIÓN

### EVALUACIÓN DEL MDA.

En los pacientes con SM, pertenecientes al estudio I, la intervención con ambos antioxidantes provocó una disminución significativa de MDA para ambos grupos con una  $p=0.000$ , lo cual evidencia una disminución en la peroxidación lipídica, de igual forma se puede observar que existe una similitud en el comportamiento de ambos antioxidantes en el SM, al actuar sobre este marcador.

Dado que se considera que las concentraciones de MDA son directamente proporcional al grado de estrés oxidativo, se pudiera inferir que en este caso el grado de estrés oxidativo disminuye con la suplementación antioxidante en el SM, el comportamiento mostrado tanto por el cartílago, como por la asociación de vitaminas, consideradas estas últimas, como antioxidantes estrellas, fue similar al actuar sobre la peroxidación lipídica, con lo cual se deben prevenir las complicaciones que conlleva la oxidación de los lípidos, entre las que se encuentran la aterosclerosis y otras<sup>(17)</sup>.

De acuerdo con su mecanismo antioxidante, las vitaminas C y E se clasifican como antioxidantes interruptores, dado que actúan interrumpiendo la reacción en cadena de formación de radicales libres, en este sentido la vitamina C es considerada como un antioxidante de alta jerarquía, ya que durante el metabolismo inhibe la formación de radicales superóxido y nitrosaminas, y también reduce los radicales fenoxilo formados durante la actividad antioxidante de la vitamina E, restableciéndola.

Por otra parte, la vitamina E en su forma química como tocoferoles se considera una de las primeras barreras de la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados.

El SM, constituye un evento crónico y en consecuencia la exposición prolongada a altos niveles de EO ha sido relacionada con el desarrollo o aceleración de varias disfunciones y enfermedades, como la enfermedad de Parkinson, Alzheimer, la esclerosis múltiple y la esclerosis lateral amiotrófica, las cardiovasculares, inflamación, diabetes tipo II, cánceres de mama, colon y próstata, pancreatitis y enfermedades El incremento de la intensidad del esfuerzo parece ser la variable determinante de la ocurrencia de peroxidación lipídica, lo cual explicaría el aumento en los niveles de MDA observado en estudios probando ejercicios con intensidades entre el 75 y el 80% del  $VO_{2máx}$  En este sentido, diferentes estudios han mostrado una incrementada peroxidación lipídica después de ejercicios isométricos capaces de generar frecuentes periodos de isquemia-reperusión.

En cualquier caso, parece haber suficiente evidencia para sostener que los ejercicios anaeróbicos podrían en ciertas circunstancias provocar un mayor daño oxidativo de los lípidos.



Se observa que la suplementación con Vimang y Noni C, logran disminuir las concentraciones de MDA de forma significativa, aunque no se restablecen los niveles normales de este marcador, no siendo así en el caso de la suplementación con cartílago, donde no se observan cambios después de la intervención.

El consumo de antioxidantes permite el restablecimiento del sistema de defensa antioxidante, mejora el rendimiento y reduce considerablemente la probabilidad de desarrollar enfermedades no transmisibles.

El Vimang®, basa su potencia antioxidante en la propiedad de los polifenoles de atrapar radicales libres, en medios lipídico y acuoso, además de efectos antiinflamatorios y acción quelante de hierro, la concentración de estos fitoquímicos se encuentra entre el 40 % y el 60% de su composición química y a la manguiferina, otro componente mayoritario en el Vimang y al cual se le atribuyen propiedades antioxidantes se encuentra entre el 25y 30%. hepáticas, entre otras.

### **EVALUACIÓN DE ORGANOPEROXIDOS OTALES (OT)**

Los Organoperóxidos totales al inicio se encontraban incrementados, incluso hasta 3 y 4 veces su valor, pero al administrar la suplementación antioxidante, las concentraciones detectadas se encontraban dentro del rango normal.

De manera general con ambos antioxidantes se obtuvieron resultados positivos en la protección contra la LPO en el SM.

Al analizar los resultados en el estudio II observamos que la intervención con Vimang y Noni C, incrementó significativamente las concentraciones de OT para una  $p= 0.000$ , mientras que en el grupo de cartílago de tiburón las concentraciones de este marcador disminuyeron significativamente, lo cual atribuimos a la composición química de los diferentes antioxidantes.

En el estudio III la intervención con Vimang, provocó un incremento significativo de OT, para una  $p=0.000$ , mientras que, con placebo, se observó un comportamiento similar en ambas muestras.

En el grupo La membrana espermática tiene alto contenido de fosfolípidos unidos a ácidos grasos insaturados que la hacen vulnerable a cambios peroxidativos. La acción de las ROS involucra la formación de hidroperóxidos en la membrana plasmática, alterando la fluidez de la misma y afectando profundamente el comportamiento espermático (migración, capacitación, unión y fusión de las gametas).

Con respecto a este indicador, se puede observar un comportamiento similar al del MDA, siendo los ROOH significativamente más elevados en lisado de eritrocitos ( $p < 0,05$ ) y muy elevados ( $p < 0,01$ ) en el lisado de espermatozoides y el plasma seminal comparados con los valores controles. Para obtener el lisado de espermatozoides, estos fueron primeramente separados del plasma seminal mediante centrifugación, posteriormente resuspendidos en suero fisiológico, nuevamente centrifugados y finalmente lisados por choque osmótico con agua desionizada, durante este proceso pudo haberse incrementado la concentración de hidroperóxidos totales, entre los cuales se encuentra el  $H_2O_2$ <sup>(18,19)</sup>.



Según hallazgos experimentales de *Mahfouz* y otros, 2010, durante los procesos convencionales de centrifugación se produce una activación de la actividad de la enzima SOD, con lo cual se genera mayor cantidad de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; esta hipótesis también puede justificar que en el lisado exista una mayor concentración de ROOH y está en concordancia con los resultados experimentales referentes a la actividad enzimática de la SOD.

### **EVALUACIÓN DE LOS PRODUCTOS ABANZADOS DE LA OXIDACIÓN DE PROTEÍNAS (PAOP)**

Estos resultados pueden ser indicativo de un estado fisiopatológico de carácter inflamatorio, por la actividad oxidativa de los neutrófilos circulantes, los que constituyen la fuente más importante de oxidantes clorinados (proteínas), en estos casos la estimulación de la mieloperoxidasa, contenida en los macrófagos activados, generan ácido hipocloroso (potente oxidante) y conducen a la formación de los PAOP en plasma y con ello un aumento en la concentración de proteínas dañadas, que no son eliminadas por el organismo y responden a un EO crónico, estos resultados coinciden con estudios realizados.

Además al analizar este biomarcador en el SM se pudiera sugerir la necesidad de un aumento del tiempo de tratamiento con antioxidantes e incluso se pudiera necesitar de tratamientos prolongados o combinados para modificar el la acumulación de las PAOP y con ello el EO, este comportamiento habla a favor de un EO crónico, la degradación proteolítica por enfermedades de base asociadas al SM como la resistencia a la insulina favorece la acumulación y aumento en las concentraciones de este marcador.

También estudios revelan que la presencia de PAOP en las placas de ateroma, en estos tipos de pacientes favorece el entorno oxidativo.

En los oficiales sometidos al ejercicio físico intenso, se observó en los grupos I, II y III un incremento significativo en las concentraciones de proteínas oxidadas, con unas  $p=0.000$ ,  $0.000$  y  $0.035$  respectivamente, mientras que el grupo tratado con CT, presentó una disminución en la producción de proteínas oxidadas con una  $p=0.000$ .

En los vertebrados superiores, el cartílago está constituido en su mayor parte de colágeno tipo II (90 %) y tipo I (10 %) CT, y se ha demostrado que el procedente de la columna vertebral está compuesto por colágeno tipo II en 66 % y 33 % por colágeno tipo I, estos complejos están formados por glucosaminoglucanos, que son la porción hidrato de carbono del complejo y por proteoglucanos, que son las moléculas en las cuales la porción de hidrato de carbono está unida en forma covalente con polipéptidos, además existen glucoproteínas formando parte de la matriz.

En los oficiales sometidos al ejercicio físico intenso, se observó en los grupos I, II y III un incremento significativo en las concentraciones de proteínas oxidadas, con unas  $p=0.000$ ,  $0.000$  y  $0.035$  respectivamente, mientras que el grupo tratado con CT, presentó una disminución en la producción de proteínas oxidadas con una  $p=0.000$ .

En los vertebrados superiores, el cartílago está constituido en su mayor parte de colágeno tipo II (90 %) y tipo I (10 %) CT, y se ha demostrado que el procedente de la columna vertebral está compuesto por colágeno tipo II en



66 % y 33 % por colágeno tipo I, estos complejos están formados por glucosaminoglucanos, que son la porción hidrato de carbono del complejo y por proteoglucanos, que son las moléculas en las cuales la porción de hidrato de carbono está unida en forma covalente con polipéptidos, además existen glucoproteínas formando parte de la matriz<sup>(20,21)</sup>.

Las concentraciones de GSH fueron diferentes en todos los fluidos entre pacientes y controles; en general en plasma sanguíneo y lisado de eritrocitos las concentraciones de GSH resultaron inferiores a la de individuos controles, lo cual es indicativo de sus bajas reservas de este antioxidante de fase soluble. Por otra parte, tanto el plasma seminal como en lisado de eritrocitos los valores de GSH son significativamente ( $p < 0,01$ ) elevados en células espermáticas y ( $p < 0,05$ ) en plasma seminal. Se debe aclarar que el papel primario del GSH no es actuar capturando directamente radicales libres, en un ambiente altamente oxidante, como el presente. En el plasma seminal y células espermáticas una alta concentración de GSH podría tener una función oxidante, debido a que los radicales -SH generados por la interacción GSH-radicales libres pueden ser más nocivos que los radicales que le dieron origen.

### CONCLUSIONES

En los estudios se observó un estrés oxidativo inicial caracterizado por un incremento en las concentraciones de los biomarcadores prooxidantes y una disminución de las defensas antioxidantes, además de la afectación de parámetros de la calidad seminal en el estudio III. En los tres estudios la suplementación antioxidante fue favorable en la disminución de los prooxidantes y el incremento de las defensas antioxidantes, garantizando la disminución del desbalance redox inicial. El estudio III, se observó una mejoría en los parámetros de la calidad seminal determinados. En ninguno de los estudios se observó reacciones adversas durante la suplementación con antioxidantes.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.-Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. Rev Invest Med Sur Mex. [Internet]. 2013 jul-sept [citado 2017 Mar26];20(3):161-8. Disponible en: <http://medicasur.org.mx/pdfrevista/RMS133-AR01-PROTEGIDO.pdf>.
- 2.-Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. (1989) Free Radicals in Biology and Medicine. 2nd Edition, Clarendon Press, Oxford, 22-85 Lordoño Lordoño J. Antioxidantes: Importancia biológica y métodos para medir su actividad. [Tesis Doctoral] 2018 [Citado 2018 Oct 5]. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf>.
- 3.-Coronado H Marta, Vega y León Salvador, Gutiérrez T Rey, Vázquez F Marcela, Radilla V Claudia. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev. Chil. Nutr [Internet]. 2015 [citado 2017 oct 27]; 42(2):



206212.Disponible en:<https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?Script=sci-arttext&pid=S071775182015000200014&lng=ess>.

4.-Nuñez Selles AJ. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2011 [citado 2023-05-19];37(5): 644-660. Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662011000500013&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662011000500013&lng=es&nrm=iso)

5.-Reyes A, Galicia M, Carrillo M. Antioxidantes: la magia de lo natural. Rev Tlatemoani. [Internet]. 2011[citado 2024-05-19]; 4(8): 1-16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20388486>.

6.-León Fernández O, Martínez Sánchez G, Candelario Jail EJ. Balance Antioxidante Prooxidante: Salud Enfermedad. Conceptos básicos sobre Estrés oxidativo y las Especies Reactivas del Oxígeno. La Habana: Palcograf; 2005.

7.-Elejalde GuerraJI. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. An. Med. Interna (Madrid) [Internet]. 2001 [citado2023-05-19],18(6):50-59. Disponible en:[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-71992001000600010&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-71992001000600010&lng=es&nrm=iso)

8.-Lima Hernández L. Estrés y Antioxidantes: Actualidades sobre antioxidantes en los alimentos. [tesis Grado]. La Habana: Universidad de la Habana; 2012. 10 9-10 Lima Hernández L. Estrés y Antioxidantes: Actualidades sobre antioxidantes en los alimentos. [Tesis Grado]. La Habana:Universidad de la Habana; 2012.

9.-León Fernández O, Martínez Sánchez G, Candelario Jail EJ. Balance Antioxidante Prooxidante: Salud Enfermedad. Conceptos básicos sobre Estrés oxidativo y las Especies Reactivas del Oxígeno. La Habana: Palcograf; 2005.

10.-Halliwell B, Gutteridge JMC. Free Radicals in Biology andMedicine.2nd Edition, Clarendon Press, Oxford;1989.

11.-Constanza Corrales L, Muñoz Ariza MM. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Nova Publicación Científica en Ciencias biomédicas. [Internet].2012 [citado 2017 Nov 16]; 10(18):135-250. Disponible en: <http://unicolmayo.educo/publicaciones/inde.php/nova/article/view/205/402>.

12.-Sies H. Introductory Remarks. In: Sies H. Oxidative Stress. [Internet]. Academic Press, London;1985[citado 2017 Nov 16]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-642760-8.50005-3>.

13.-Carrillo Esper R, Díaz Ponce Medrano JA, Peña Pérez CA, Flores Rivera OI, Neri Maldonado R. Especies reactivas de oxígeno, sepsis y teoría metabólica del choque séptico. [Internet].2016[citado 2017 Nov 16]; 59(1):7-12. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2016/un161b.pdf>.

14.-Bergendi L, Benes L, Durackova Z, Ferencik M. Chemistry, physiology and pathology of free radicals. LifeSci [Internet]. 1999 [citado 2016 Feb



10]; 65(3):1865-74. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10576429>.

15.- Miranda Folch JJ, Vega Jiménez J, García Cuervo D, Alemán Marichal B. Los puntos de contacto entre enfermedad renal crónica y enfermedad cerebrovascular. *Rev. Med. Electrón.* [Internet]. 2016 Oct [citado 2024 Ago 06];38(5):744-746. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242016000500010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242016000500010&lng=es)

16.-Artinez Sánchez G. Especies reactivas del oxígeno y balance redox, parte I: aspectos básicos y principales especies reactivas del oxígeno. *Rev Cubana Farm* [Internet]. 2005 [citado 2 oct 2023];39 (3) .Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152005000300009&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152005000300009&lng=es&nrm=iso)

17.- Miranda Folch JJ, Robledo Querol K, Vega Jiménez J, Trenzado Mendoza A, Bravo Romero L, García Cuervo D. Método clínico: seguridad y atención médica integral. *Rev. Med. Electrón.* [Internet]. 2015 Dic [citado 2024 Sep 06];37(6):666-668. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242015000600013&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242015000600013&lng=es).

18. Macedo-Márquez A. La producción de especies reactivas de oxígeno (EROs) en las mitocondrias de *Saccharomyces cerevisiae* Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 2012 ;15 (2): 97-103

19.-Kakhlon O, Cbantchik ZI. The labile iron pool: characterization, measurement, and participation in cellular processes. *Free Radic Biol Med.* [Internet]. 2002 Oct 15 [citado 2016 Feb 10]; 33(8):1037-46. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12374615>.

20.-Aiken SI, Oixt TA. Perthydioyl radical (HOO.) initiated lipid peroxidation the role of fattyacid hydroperoxides. *J Biol Chem.* 1998; 266(3):15091-8.

21.-Moncada S, Palmer RM, Higgs EA. Biosynthesis of nitric oxide from L-arginine. A pathway for the regulation of cell function and communication. *Biochem Pharmacol.* [Internet]. 1989 Jun 1 [citado 2016 Feb 10]; 38(11):1709-15.

### **Conflictos de interés**

Los autores no refieren conflictos de interés.