

Volumen 71 • N.º 2

Abril-Junio 2015

## Editorial

- 74 Unidad de aislamiento hospitalario de alto nivel. Necesidad y características  
*Fe Marqués A., Membrillo de Novalés FJ.*

## Artículo original

- 77 Patologías tratadas con oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital Central de la Defensa  
*Torres León JM., Domínguez Alegría AR., Navarro Téllez M., Brinquis Crespo MA., Espigares Correa A., Pérez Mochales JF.*
- 84 Estudio y caracterización óptica de un Carcinoma Basocelular mediante simulación láser numérica  
*Campoy Fernández J., Alcarria Garrido R., González-Marcos AP., Vidal-Asensi S.*

## Comunicación breve

- 91 Traumatismo de alta velocidad por arma de fuego en zona de conflicto  
*Navarro Suay R., Tamburri Bariain R., Sáenz Casco L., Bodega Quiroga I., D'Agostino L., Pozza M.*
- 95 Ortopedia de control del daño infantil en zona de combate  
*Tamburri Bariain R., Navarro Suay R., Porter M., Bodega Quiroga I., Sáenz Casco L.*

## Nota técnica

- 98 Evaluación positiva de medicamentos: diciembre 2014, enero y febrero 2015  
*Canencia Maldonado F., Cabanes Mariscal MªA., Tabakov A., Aparicio Hernández R.*

## Informes

- 103 Cumplimiento de la quimioprofilaxis antipalúdica en ASPFOR XXXIII  
*Arcos Sánchez C., Salinas Vela FT.*
- 109 La Sanidad Militar Operacional, en el contexto multinacional  
*Chereguini Pavón E., Blasco Ferrándiz R.*

## Imagen problema

- 117 Cuerpo extraño intraabdominal  
*Molero Silvero E., Bartolomé Cela E., Pérez Alé M., García de la Llana MA.*

## Historia y humanidades

- 119 Condiciones legales y administrativas para la secuenciación del genoma humano en el ámbito militar  
*Bobo-Ruiz J.*
- 125 El desconocido autogiro ambulancia de 1933, una innovación española predecesora en una década a la primera utilización del helicóptero sanitario  
*González Canomanuel MA.*

## I Congreso de Sanidad Militar Granada

- 132 Especialidad Enfermería. Comunicación ganadora  
Cirujanos y sangradores en la expedición de Argel de 1775  
*Gracia Velilla MR., Tuells Hernández JV., Duro Torrijos JL.*

## Normas de publicación

Incluida en el IME, IBECS,



ISSN 1887-8571





# Sanidad Militar

Revista de Sanidad de las Fuerzas Armadas de España

EDITA:



Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de información almacenada, sin la autorización del editor.

#### Distribución y suscripciones

MINISTERIO DE DEFENSA  
Secretaría General Técnica  
Subdirección General  
de Publicaciones y Patrimonio Cultural  
Camino de los Ingenieros, 6  
28071 Madrid  
Tfno. 91 364 74 21 RCT 814 74 21  
Fax 91 364 74 07 RCT 814 74 07  
Correo electrónico: suscripciones@oc.mde.es

#### Redacción

HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA  
Glorieta del Ejército, s/n  
28047 Madrid  
Tfno. 91 422 22 33  
Fax 91 422 81 95  
E-mail: medicinamilitar@oc.mde.es

#### Fotocomposición e Impresión

Imprenta del Ministerio de Defensa

NIPO: 083-15-050-4 (edición en papel)

NIPO: 083-15-051-X (edición en línea)

www.mde.es

ISSN: 1887-8571

Título abreviado: Sanid. mil.

Depósito Legal: M. 1046-1958

SopORTE válido: SVR n.º 352

Periodicidad: trimestral, un volumen por año

Tarifas de suscripción anual:

España: 10,82 euros.

Extranjero: 12,02 euros.

Precio por ejemplar: 3 euros.

#### Director

**D. Santiago Coca Menchero. G.D. Med. Inspector General de Sanidad de la Defensa  
(Inspección General de Sanidad)**

#### Director Ejecutivo

**D. Miguel Puerro Vicente, Tcol. Med. Farmacólogo, Profesor Honorífico. Universidad de Alcalá**

#### Comité de Redacción

**REDACTOR JEFE: D. Julio Astudillo Rodríguez. Cte. Enfermero. Licenciado en Veterinaria. Profesor Asociado. Universidad Alfonso X El Sabio.**

#### EDITORES:

D. Enrique Bartolomé Cela. Tcol. Med. Especialista en Medicina Intensiva.

D. Juan Ramón Campillo Laguna. Tcol. Med. Director del Departamento de Logística IGESAN.

D. Jorge Galindo Ángel. Cte. Psi. Servicio de Psicología. HCDGU.

D. Rafael García Rebollar. Tcol. Med. Odontólogo. Profesor Asociado de la UCM.

D.<sup>a</sup> Amelia García Luque. Cte. Med. Especialista en Farmacología Clínica.

D.<sup>a</sup> Mónica García Silgo. Cap. Psi. Jefe de la Subunidad de Psicología Operativa y Social. IGESAN.

D. Mario González Alfonso. Cor. Far. Especialista en Farmacia Hospitalaria y Análisis de medicamentos y drogas.

D. Agustín Herrera de la Rosa. Cor. Med. Neumólogo. IGESAN.

D. Arturo Lisbona Gil. Tcol. Méd. Especialista en Endocrinología. Profesor Honorífico Universidad de Alcalá.

D. Francisco Martín Sierra. Tcol. Med. Especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública. Jefe de la Unidad de Medicina Preventiva. EMISAN.

D. Rafael Mombiedro Sandoval. Tcol. Med. Estomatólogo.

D. Luis Moreno Fernández Caparrós. G.B. Vet. Académico de número de la Real Academia de Ciencias Veterinarias y de la Real Academia de Doctores de España y miembro correspondiente de la Real Academia de Veterinaria de Francia. Profesor Asociado de la UCM.

D. Luis Orbañanos Peiro. Cte. Enf. EMISAN.

D. Pablo Sarmiento Pérez. Cte. Vet. Prof. Cátedra Almirante D. Juan. Especialista en Bromatología e Higiene de los alimentos.

D. José Ignacio Robles. Cte. Psi. Jefe del Servicio de Psicología. HCDGU. Profesor Asociado de la UCM.

D. Juan Manuel Torres León. Tcol. Med. Especialista en Medicina Interna. Profesor Asociado. Universidad de Alcalá.

D. Álvaro Vázquez Prat. Cte. Med. Servicio de Urgencias. Hospital General de la Defensa. Zaragoza.

#### Comité Científico

D. José Luis Álvarez Sala

D. Arturo Anadón Navarro

D. José Badiola Díez

D. José Manuel Ballesteros Arribas

D. José Barberán López

D. Luis Callol Sánchez

D. Manuel Díaz Rubio

D. Vicente Domínguez Rojas

D. Fernando Gilsanz Rodríguez

D. Máximo A. González Jurado

D. Francisco Javier Labrador Encinas

D. Marcel Merlin

D.<sup>a</sup> María Teresa Miras Portugal

D. Alfonso Moreno González

D. José Carlos Nunes Marqués

D.<sup>a</sup> Carmen Peña López

D. Francisco Javier Puerto Sarmiento

D.<sup>a</sup> María Pilar Sánchez López

D. Juan José Rodríguez Sendín

D. Francisco José Santolaya Ochoa

D.<sup>a</sup> María Jesús Suárez García

D. Jesús Usón Gargallo

D. Manuel Alfonso Villa Vigil

## SUMARIO

### EDITORIAL

- 74** **Unidad de aislamiento hospitalario de alto nivel. Necesidad y características**  
*Fe Marqués A., Membrillo de Novales F.J.*

### ARTICULO ORIGINAL

- 77** **Patologías tratadas con oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital Central de la Defensa**  
*Torres León JM., Domínguez Alegría AR., Navarro Téllez M., Brinquis Crespo MA., Espigares Correa A., Pérez Mochales JF.*
- 84** **Estudio y caracterización óptica de un Carcinoma Basocelular mediante simulación láser numérica**  
*Campoy Fernández J., Alcarría Garrido R., González-Marcos AP., Vidal-Asensi S.*

### COMUNICACIÓN BREVE

- 91** **Traumatismo de alta velocidad por arma de fuego en zona de conflicto**  
*Navarro Suay R., Tamburri Bariain R., Sáenz Casco L., Bodega Quiroga I., D'Agostino L., Pozza M.*
- 95** **Ortopedia de control del daño infantil en zona de combate**  
*Tamburri Bariain R., Navarro Suay R., Porter M., Bodega Quiroga I., Sáenz Casco L.*

### NOTA TÉCNICA

- 98** **Evaluación positiva de medicamentos: diciembre 2014, enero y febrero 2015**  
*Canencia Maldonado F., Cabanes Mariscal M<sup>a</sup>A., Tabakov A., Aparicio Hernández R.*

### INFORMES

- 103** **Cumplimiento de la quimioprofilaxis antipalúdica en ASPFOR XXXIII**  
*Arcos Sánchez C., Salinas Vela FT.*
- 109** **La Sanidad Militar Operacional, en el contexto multinacional**  
*Chereguini Pavón E., Blasco Ferrándiz R.*

### IMAGEN PROBLEMA

- 117** **Cuerpo extraño intraabdominal**  
*Molero Silvero E., Bartolomé Cela E., Pérez Alé M., García de la Llana MA.*

### HISTORIA Y HUMANIDADES

- 119** **Condiciones legales y administrativas para la secuenciación del genoma humano en el ámbito militar**  
*Bobo-Ruiz J.*
- 125** **El desconocido autogiro ambulancia de 1933, una innovación española predecesora en una década a la primera utilización del helicóptero sanitario**  
*González Canomanuel MA.*

### I CONGRESO DE SANIDAD MILITAR

- Especialidad Enfermería. Comunicación ganadora**
- 132** **Cirujanos y sangradores en la expedición de Argel de 1775**  
*Gracia Velilla, M.R.; Tuells Hernández, J.V.; Duro Torrijos, J.L.*

### NORMAS DE PUBLICACIÓN

## CONTENTS

### EDITORIAL

- 74 **High Level Isolation Unit. Necessity and Features**  
*Fe Marqués A., Membrillo de Novales FJ.*

### ORIGINAL ARTICLE

- 77 **Pathologies treated with hyperbaric oxygen therapy in The Central Hospital of Defense**  
*Torres León JM., Domínguez Alegría AR., Navarro Téllez M., Brinquis Crespo MA., Espigares Correa A., Pérez Mochales JF.*  
SUMMARY: Introduction: Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) is a therapeutic modality that is based on obtaining high partial pressures of oxygen in blood, breathing pure oxygen inside a hyperbaric chamber at a pressure above atmospheric. Their actions include hemodynamic effects, actions on immunity and O<sub>2</sub> transport. This broad spectrum of effects makes its recommendations may include a variety of indications, some of them controversial. Objectives: To know the pathologies of patients treated with HBO in the Autonomous Community of Madrid (CAM) and review the scientific evidence for this. Method: At present the hyperbaric chamber MSB Service (Underwater Medicine) HCD (Central Hospital of Defense) is the reference in the CAM. The medical records of patients treated between February and June-13-14 were reviewed. The following variables were collected: 1) Sick accepted and rejected for treatment. 2) Age and sex of patients treated. 3) Pathology for which treatment is indicated. 4) Complications observed in connection with HBO. Results: 113 patients accepted for treatment from 15 hospitals in the CAM. Were rejected for HBO therapy for pathologies 22 patients or active treatments did not advisable HBO therapy at that time. The 59.82% were male and 40.18% female. Mean age 64.72 years. The main indications for treatment were within lesions induced 52.21% of cases (n = 59) and ulcers and wounds torpid with poor response to conventional treatment 23% of cases (n = 26). The treatment had to be suspended in 8 patients (7.14% treated) by poor tolerance or mild complications. Discussion and conclusions: The indications for HBO in our sample comprises a large number of pathologies. Radio induced injuries are the most common indication for patients treated with HBO in the HCD. In this group highlights the jaw osteoradionecrosis (ORN) after radiotherapy (RT) in head and neck tumors. All indications OHB sample have presented studies supporting its use, although there are none for randomized controlled trials, double-blind. The complications observed in the HBO treatment in our sample are mild so we can consider it a safe treatment. We believe that HBO offers a great opportunity to investigate the firm scientific evidence to support its indications discussion.  
KEYWORDS: Hyperbaric oxygen therapy, Radio induced lesions.
- 84 **Study and optical characterization of a Basal Cell Carcinoma by numerical laser simulation**  
*Campoy Fernández J., Alcarria Garrido R., González-Marcos AP., Vidal-Asensi S.*  
SUMMARY: Background: Monte Carlo simulations are one of the most used techniques in the context of modeling geometry such as human skin. One of the main challenges in biophotonics is the simulation of light spread in biological tissues. Objectives: to analyze the optical response of the skin, and to contribute information for the diagnosis and treatment of possible alteration in the skin. Material and methods: A commercial, proven and reliable simulation program based on Monte Carlo techniques, which allow studying the behavior of the skin from optical radiation. The approximation to the path followed by the light in its interaction with the tissue is obtained from known-optical properties. Modeling and numerical simulation of skin. Results: The results presented are innovative data about radiation patterns in units of irradiance as reflectivity and transmissivity of the skin. Conclusions: This work provides a method to distinguish between "healthy" skin and skin with basal cell carcinoma, which could provide a method for identifying skin cancer, allowing state that can later be extrapolated to other types of cancers and skin diseases. Finally, it is shown that the simulations allow having information prior to experimentation, reducing the cost thereof.  
KEY WORDS: Monte Carlo Simulation, Photons, Tissue optics, Optical properties, skin, carcinoma.

### BRIEF COMMUNICATION

- 91 **High velocity trauma by gunshot in conflict area**  
*Navarro Suay R., Tamburri Bariain R., Sáenz Casco L., Bodega Quiroga I., D'Agostino L., Pozza M.*  
SUMMARY: We present a case of a casualty by gunshot who was admitted in Spanish Role 2E (Herat -Afghanistan-) showing the diagnosis, treatment and evacuation in the theatre.  
KEYWORDS: Casualty, Gunshot, Spanish Role 2.
- 95 **Pediatrics Damage Control Orthopaedic Surgery in Area of Operations**  
*Tamburri Bariain R., Navarro Suay R., Porter M., Bodega Quiroga I., Sáenz Casco L.*  
SUMMARY: This is case report about a femoral shaft pediatric fracture treated with Orthopaedic Damage Control Means completed at the Second Surgical Echelon in Herat, Afghanistan. We show the benefits of this kind of procedures.  
KEYWORDS: Blast Injury, Pediatric fracture, Damage control surgery, ROLE 2.

## TECHNICAL NOTE

### 98 **Positive assessment of drugs: December 2014, January and February 2015**

*Canencia Maldonado F., Cabanes Mariscal MA., Tabakov A., Aparicio Hernández R.*

**SUMMARY:** The drugs assessed by the Spanish Agency for Medicines and Health Products or European Medicines Agency made public in December 2014, January and February 2015, and considered of interest to the healthcare professional, are reviewed. These are positive technical reports prior to the authorization and placing on the market of the product.

**KEYWORDS:** Autologous corneal epithelial cells, Holoclar<sup>®</sup>, Naltrexona/Bupropión, Mysimba<sup>®</sup>, Levofloxacin, Quinsair<sup>®</sup>, Salfinamid Xadago<sup>®</sup>, Dalbavancina, Xydalba<sup>®</sup>, Lamiduvina/Raltegravir, Dutrebis<sup>®</sup>, Ciclosporina, Ikervis<sup>®</sup>, Cangrelor, Kengresal<sup>®</sup>, Oritavancina, Orbactiv<sup>®</sup>, Liraglutida, Saxenda<sup>®</sup>, Fosfato de Telizolida, Sivextro<sup>®</sup>, Tolvaptan, Jinarc<sup>®</sup>, Ceritinib, Zykadia<sup>®</sup>.

## REPORTS

### 103 **Compliance with malaria chemoprophylaxis in ASPFOR XXXIII**

*Arcos Sánchez C., Salinas Vela FT.*

**SUMMARY:** Malaria in Afghanistan is an endemic disease in all areas lower than 2000 meters. In the XXI century it remains a threat to troops in combat zone despite the availability of effective drug prevention and keep out biting insects measures, as the most effective ones, it is necessary a higher effort to get a bigger and better observance of the chemoprophylaxis.

**KEYWORDS:** Malaria, Chemoprophylaxis.

### 109 **Multinational military medical support**

*Chereguini Pavón E., Blasco Ferrándiz R.*

**SUMMARY:** Medical support is a significant capability to activate in conventional military operations, but even more in current and future operations. The provision of sufficient medical support to military operations is critical and deficiencies in deployable medical capabilities have been a force limiter for multinational military joint operations. In addition to lack of common procurements projects, availability of medical personnel is also a common concern that severely affects the feasibility of deploying, and sustaining Medical Treatment Facilities (MTF), ROLE 2/3 capable for prolonged periods. These are the reasons why International Organizations (UE&NATO) are currently working on projects of Pooling and Sharing in order to standardizing national medical capabilities and to achieve a high level of multinational interoperability so that different functional medical means (structures, equipments, personnel, procedures...) can be integrated within the framework structure of a Multinational Medical Treatment Facility (MMTF).

## PICTURE PROBLEM

### 117 **Intraabdominal foreign body**

*Molero Silvero, E., Bartolomé Cela, E., Pérez Alé M., García de la Llana, M A.*

## HISTORY AND HUMANITIES

### 119 **Legal and administrative requirements for the sequencing of the human genome in the military context**

*Bobo-Ruiz J.*

**SUMMARY:** Genomics leads to new legal issues in addition to deepening those already raised from Molecular Genetics. The whole-genome sequencing of the human genome has evolved from economic efforts requiring a national consortium to be affordable for the average citizen. This revolutionary change also affects the administrations requiring a rethinking of the legal status of the databases for biomedical research and police DNA databases and its possible development in the military field. The same happens with biobanks associated with them. The restrictions imposed by international treaties on genomic research purposes should not obscure the broad roles of hosts in the more general framework of National Defence. The conditions that would allow genetic databases and biobanks in this context are discussed here under the new potential of the Genomics, trying to articulate its legal regime with the current national law.

**KEY WORDS:** Genomics. Military Databases. Military Biobanks. International Law. Biomedical Research Spanish Act.

### 125 **The stranger autogiro ambulance 1933, a Spanish innovation predecessor in a decade to the first use of medical helicopter**

*González Canomanuel MA*

**SUMMARY:** The medical helicopter has revolutionized patient transport. It is the only means of escape leading healthcare where the sick, transferring it to quickly and easily without relying on roads or facilities. The Spanish participation in the creation of "rotary wing aircraft" for sanitary use, which the helicopter belongs, is unknown to the vast majority of professionals working in this sector never having been published. In 1920 the Spanish Juan de la Cierva and Codorniú invented the "autogiro" revolutionizing the way to fly and solving the problems of low speed flight. This device solved the limitation that health had fixed wing aircraft to pick up wounded by the need of a field ready for takeoff or landing. They were doctors, engineers and Spanish aviators who realized the possibilities in healthcare application of autogiro promoting their use in multiple forums since 1929. Juan de la Cierva own thought in health application of his invention and it is already used in 30 years for this purpose. The project gyroplane ambulance dates from 1933 describing the health modifying a four-seat gyroplane PA-19 Pitcairn Autogiro Company. The Spanish healthcare innovation autogiro forward in more than a decade to taken first use of a rotary wing aircraft for domestic use in 1944.

**KEY WORDS:** Air medical transport, Helicopter transport, Aeromedical evacuation.

I CONGRESS OF MILITARY HEALTH: ERRATUM

**132 Nursing Specialty: Winning Communication**

**Surgeons and bleeder in the issuance of Algiers of 1775**

*Gracia Velilla MR., Tuells Hernández JV., Duro Torrijos JL.*

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

## Unidad de aislamiento hospitalario de alto nivel. Necesidad y características

El 8 de agosto de 2014 la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó, en relación al brote de Enfermedad por Virus Ébola (EVE) en la capital de Guinea Conakry, notificado por las Autoridades Nacionales a la OMS el 22 de marzo, una declaración de suma trascendencia<sup>1</sup>: “Que el brote de EVE en África Occidental constituye un “evento extraordinario” y supone un riesgo de Salud Pública para otros estados. Que las posibles consecuencias de una mayor propagación internacional son particularmente graves dada la virulencia del virus, su intensa transmisión tanto en la comunidad como en los centros sanitarios, y la debilidad de los sistemas de salud en los países afectados y en los que corren mayor riesgo de verse afectados. Que es esencial una respuesta internacional coordinada para detener y revertir la propagación internacional del virus. Por unanimidad, *el Comité consideró que se han cumplido las condiciones para declarar una emergencia de salud pública de importancia internacional*”.

Aunque prácticamente hasta el verano de 2014 la opinión pública no prestó excesiva atención al problema como una emergencia sanitaria internacional, el brote de EVE empezó en Guinea en diciembre de 2013, y a fecha de 4 de agosto de 2014<sup>1</sup>, afectaba a Guinea, Liberia, Nigeria y Sierra Leona. Los cuatro países habían notificado 1711 casos (1070 confirmados, 436 probables y 205 posibles), 932 de ellos mortales. Se trataba del mayor brote de EVE registrado hasta la fecha. Por primera vez en la historia, el virus atacaba en el África occidental, en una población urbana importante, y con aeropuerto internacional. El mundo occidental debía prepararse frente a la “nueva” enfermedad...

Pero la Enfermedad no era nueva<sup>2</sup>. El primer brote conocido de EVE tuvo lugar en 1976 en Yambuku, Zaire, actual República Democrática del Congo, con 318 casos y una mortalidad del 88%. Desde entonces hasta comienzos del año 2014, se tiene constancia de hasta 21 brotes en África, con mortalidad elevada pero variable dependiendo de la cepa, casi siempre en el África Oriental, autolimitados a zonas rurales y afectando a unos cientos de personas en el peor de los casos. Además hubo contagios aislados, con baja mortalidad, en países occidentales (Reino Unido, Estados Unidos de América, Rusia) y en Filipinas, asociados a la importación de monos infectados y a trabajos de laboratorio<sup>2</sup>. El Ébola no era un problema para Occidente, y por tanto, era “poco” conocido por Occidente...

En lo que concierne a nuestro País, a España, con fecha 6 de agosto y 21 de septiembre se realizaron sendas Aeroevacuaciones de dos pacientes enfermos que fallecieron posteriormente y, el día 6 de octubre, se informó del primer caso de EVE autóctono en un país occidental, en el contexto de la actual epidemia, en una trabajadora del Hospital que había atendido a los pacientes evacuados<sup>3</sup>. Evidentemente, la alarma social fue muy importante. Afortunadamente, la paciente se recuperó, y en fecha 2 de diciembre de 2014 la OMS declaró a España libre de Ébola<sup>4</sup>.

En el resto del mundo<sup>4</sup>, el brote afectó posteriormente en África a Senegal (con un solo caso importado, declarada libre de enfermedad el 17 de octubre de 2014) y Mali (declarada libre de EVE el 18 de enero de 2015). Nigeria fue declarada libre de EVE

el 21 de octubre de 2014. En el mundo occidental, se vieron afectados, aparte de España, Estados Unidos de Norteamérica (dos casos importados y dos de transmisión secundaria) con un fallecimiento (el último paciente fue dado de alta el 10 de noviembre de 2014) y el Reino Unido, que confirmó un caso importado de EVE el 29 de diciembre de 2014, con recuperación completa y alta el 24 de enero de 2015.

A fecha 25 de marzo de 2015<sup>4</sup>, la enfermedad persiste con transmisión intensa en Guinea Conakry y Sierra Leona, estabilizándose en Liberia, con un número total de casos acumulados en los tres países que asciende a 25.872 enfermos con 10.311 fallecidos. En las tres semanas previas, se han detectado un total de 345 casos, sólo uno en Liberia. La tasa de letalidad entre los pacientes hospitalizados, considerando aquellos para los que hay registro de su desenlace, se encuentra entre el 50% y el 65% aproximadamente.

Por otra parte, en nuestro País, el Gobierno había adoptado otras medidas. Había creado un “Comité de Crisis” específico para el Ébola y con fecha 8 de noviembre, se publicó el Real Decreto-ley 14/2014 por el que se concedían créditos extraordinarios para “llevar a cabo la remodelación de la planta 22 del Hospital Central de la Defensa “Gómez Ulla” como unidad de aislamiento hospitalario de alto nivel”. Posteriormente, en enero de 2015, la Vicepresidenta del Gobierno declaró al respecto: “No es una instalación que tenga su razón de ser exclusivamente por la crisis del Ébola, pero puede ser de gran utilidad para afrontar cualquier aspecto que pueda producirse en dicha enfermedad. (...) El acuerdo adoptado por el Gobierno forma parte de la obligación que tienen las Fuerzas Armadas de estar preparadas ante cualquier eventualidad, entre las que caben las enfermedades infecciosas. (...) Realizan misiones en países del mundo donde se dan varios tipos de enfermedades infecciosas y ahora se están dando los pasos necesarios para proteger y equipar a nuestras Fuerzas Armadas adecuadamente, con el fin de responder a estos riesgos y mejorar las capacidades existentes.”

Actualmente, a finales de mayo de 2015, en España ya no se habla del Ébola. Ni de ninguna otra Enfermedad que “alarme” a la población. Incluso hay quien piensa que estas nuevas instalaciones del Hospital “Gómez Ulla”, y las pequeñas Unidades que están preparando siete Centros Sanitarios de otras tantas Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Canarias, Cataluña, Madrid, País Vasco y Valencia), designadas por el Consejo Interterritorial de Salud para que dispongan de la posibilidad de hacer frente a un posible caso de Ébola u otra enfermedad altamente contagiosa, son en cierta medida un gasto exagerado...

Pero echemos un vistazo al Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias del Ministerio de Sanidad<sup>4</sup> y veremos que hay varias Alertas Internacionales, que no dejan de “estar ahí” porque no se hable de ellas...

En Madagascar se notificó un caso de peste bubónica el 31 de agosto de 2014. Hasta mediado el mes de febrero pasado, se habían contabilizado 263 enfermos con 71 fallecidos (tasa de letalidad del 27%). Sólo un pequeño porcentaje de todos los casos se han presentado en su forma neumónica. Según información

de la OMS, la situación podría empeorar debido a los débiles sistemas sanitarios del país y la alta densidad de población en la capital. Se trata de un evento grave para la Salud Pública ya que esta enfermedad, especialmente su forma neumónica, es una enfermedad contagiosa con alta mortalidad. El riesgo de extensión internacional de esta enfermedad es bajo, ya que la mayoría de los casos se han presentado en su forma bubónica. Sin embargo, se han notificado casos en la capital y el riesgo incrementaría si aparecieran más formas neumónicas de la enfermedad.

Muchos recordarán la comúnmente llamada “neumonía asiática” o SARS (Síndrome Agudo Respiratorio Grave) de los años 2002 y 2003 por el coronavirus. Pues bien, desde septiembre de 2012 hasta marzo de 2015, la OMS ha sido informada de 1.075 casos confirmados por laboratorio de infección por un nuevo coronavirus (denominado MERS-CoV: Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus) cuyo foco original se encuentra en Arabia Saudí, incluidos 404 fallecidos (letalidad próxima al 38%). Desde entonces, coincidiendo con la peregrinación a la Meca, y el consiguiente retorno a sus lugares de residencia habitual, se producen alertas sanitarias en diferentes países occidentales, incluida España, y ha habido casos de enfermedad importada en Europa.

También es fácil recordar la Gripe Aviar A (H5N1) de 2005. Sigue “viva”, aunque con baja intensidad. En el pacífico occidental, desde el año 2003, se ha informado de un total de 785 casos con 430 fallecidos (mortalidad del 55%).

Pero hay otra cepa gripal de la que poco se ha oído hablar. La Gripe Aviar A (H7N9) apareció en China en abril de 2013. Desde entonces se han notificado 631 casos con 204 fallecidos (letalidad mayor del 32%).

Y más recientemente, el 5 de mayo de 2014 la Directora General de la OMS declaró que la extensión internacional de la transmisión del poliovirus salvaje (PVS) en 2014 era un Evento de Salud Pública de Importancia Internacional (ESPII), basándose en la evaluación realizada por el Comité de Emergencia del Reglamento Sanitario Internacional y en el contexto de la Iniciativa global para la erradicación de la poliomielitis. El Comité concluyó que era necesaria una coordinación internacional para frenar esta transmisión.

Por último, comentar que, aunque con baja letalidad, la extensión fuera de África del Virus Chikungunya es imparable. Desde finales de 2013 hasta marzo de 2015, se han contabilizado 1.280.953 casos sospechosos y 26.391 confirmados en América (tasa de incidencia de 136 casos/100.000 habitantes), con 183 fallecidos. En España se han notificado 243 casos, todos ellos importados, pero no olvidemos que el mosquito *Aedes albopictus*, uno de los vectores de la enfermedad, está asentado en España, especialmente en la zona de levante, por lo que el riesgo de un brote epidémico es una realidad a considerar. Es éste un dato anecdótico en el contexto de lo que estamos hablando, dada su nula transmisión interpersonal, pero sirva como ejemplo de lo poco que muchas veces conocemos de las enfermedades que consideramos “ajenas”.

Así pues, parece que la necesidad de disponer de Unidades de Aislamiento Hospitalario de Alto Nivel ya no es tan “teórica”, sino que emana de datos reales y tangibles.

Pero ¿qué es una “Unidad de Aislamiento Hospitalario de Alto Nivel”? ¿Hay alguna norma estandarizada, nacional o internacional, que la defina o caracterice? La respuesta es que no, no la hay.

No obstante, a nivel europeo, contamos con los Consensos elaborados por el Grupo de Trabajo European Network of Infectious Diseases (EUNID)<sup>5</sup>. El Proyecto EUNID nace en 2004 en el contexto de una serie de iniciativas financiadas por la Comisión Europea como respuesta a las amenazas bioterroristas y enfermedades emergentes de los primeros años del Siglo XXI (crisis del ántrax, SARS, Gripe Aviar, etc). Lo constituyen representantes y expertos de 16 Estados miembros, entre ellos España, y sus objetivos son definir las Enfermedades Altamente Contagiosas (HID, Highly Infectious Diseases), elaborar un compendio de Guías Clínicas para el manejo de estos procesos, definir el concepto de Unidad de Aislamiento de Alto Nivel (HLIU, High Level Isolation Unit), identificar los elementos claves en su diseño y operatividad y utilizarlos para desarrollar un marco operativo para estas HLIU en Europa.

EUNID define una enfermedad altamente contagiosa (HID) como una infección de transmisión interpersonal, peligrosa para la vida y que representa un peligro grave en el entorno de los cuidados sanitarios y la comunidad, requiriendo medidas de control específicas.

La lista de enfermedades que EUNID considera altamente contagiosas incluye fiebres hemorrágicas víricas de transmisión interpersonal, con especial mención a la viruela, y las infecciones por orthopoxvirus de alta patogenicidad, la gripe aviar con transmisión interpersonal, el SARS u otras infecciones respiratorias emergentes y altamente contagiosas, la gripe pandémica, la tuberculosis extremadamente resistente o multirresistente con alto nivel de resistencia, y los casos de un patógeno emergente desconocido o la sospecha de agentes bioterroristas. En este último punto, EUNID no lo especifica, pero parece razonable que se refiera a la clasificación internacionalmente aceptada de los Centers for Diseases Control (CDCs) de Atlanta.

Conforme al Grupo de Trabajo EUNID<sup>5</sup>, una Unidad de Aislamiento de Alto Nivel (HLIU) es una instalación sanitaria específicamente diseñada para proporcionar cuidados adecuados, seguros, fiables y de alta calidad, con procedimientos óptimos de contención, prevención y control de la infección, para uno o un pequeño número de pacientes con enfermedades altamente contagiosas (HID) probables o confirmadas.

EUNID establece muchos requisitos concretos para las Unidades de Aislamiento de Alto Nivel:

- La Unidad debe estar ubicada junto a un hospital de tercer nivel, aunque puede ser un pabellón independiente o, con la ingeniería adecuada y protocolos operacionales precisos, situada dentro de un edificio de varias plantas. Debe tener capacidad de cuidados críticos y tiene que haber expertos disponibles para el asesoramiento y el apoyo pediátrico y de otras especialidades.
- Una HLIU debe poder usarse cotidianamente para pacientes infecciosos “estándares”, ya que esto garantiza que la Unidad no se deteriore entre los períodos de utilización específica. Sin embargo, la instalación debe estar lista para recibir a un paciente con una HID en un plazo de tres o cuatro horas, máximo seis horas, mediante los Protocolos de evacuación necesarios para trasladar a los enfermos que no precisan aislamiento de tan alto nivel.
- Se debe garantizar el tiempo para la formación de personal especializado en los protocolos especiales de la HLID, con

la realización de simulacros periódicos. Tiene que haber suficiente personal entrenado para garantizar la disponibilidad de la Unidad para su apertura y funcionamiento las 24 horas del día. Se debe restringir el acceso a la HLIU al personal no entrenado.

- El ingreso de un paciente con una HID a la HLIU debe poder realizarse por un acceso seguro y controlado, independiente, sin riesgo de contaminación del edificio o de contagio a otros pacientes.
- Debe incluir sistemas de seguridad para las visitas, control de accesos, sistemas de vigilancia con cámaras y apertura y cierre de puertas automatizado. El sistema de ventilación debe ser independiente, sin recirculación, y con salida directa al exterior con filtros HEPA. EUNID aconseja una presión negativa de 15 Pa entre las habitaciones y las esclusas y entre éstas y el resto de la Unidad, con un mínimo de 12 renovaciones de aire por hora. La HLIU debe disponer del apoyo de un Laboratorio de nivel BSL2 al menos, si bien se recomienda disponer de un Laboratorio de nivel BSL3, dentro de la Unidad o a una “distancia” inferior a 6 horas. Todos estos sistemas electrónicos requieren un Sistema de Alimentación Ininterrumpido (S.A.I.) para evitar su mal funcionamiento por cortes de la red eléctrica.
- La eliminación de excretas de los pacientes puede requerir un proceso de autoclavado tras la solidificación con geles si se prevé una carga microbiana muy alta o un pretratamiento con cloro (lejía) mediante hipercloración del agua de los inodoros. Sin embargo, aunque sin un consenso claro, muchos participantes de EUNID se inclinan por su evacuación directa a las aguas residuales, considerando que la dilución y tratamiento rutinario de las aguas fecales en Europa eliminan los posibles riesgos.
- Dentro de la Unidad deben estar perfectamente diferenciadas las áreas de “limpio” y “sucio”, debe haber vestuarios y duchas de descontaminación, zonas de descanso para el personal, almacenes, zona de descontaminación de grandes equipos (rayos X portátiles, por ejemplo), etc. Todo esto requiere que los suelos, paredes y techos sean de un material adecuado para tolerar sin degradarse la desinfección y estén sellados, sin juntas ni rendijas.
- Las habitaciones deben disponer de esclusas con un tamaño adecuado para permitir la adecuada puesta y retirada de los Equipos de Protección Personal, en torno a los 6-8 m<sup>2</sup> al menos, y el tamaño de la habitación no puede ser inferior a los 20 m<sup>2</sup> aproximadamente, para permitir el adecuado movimiento del personal y la introducción del equipamiento necesario (equipos de ventilación mecánica, hemofiltración, monitores...). Deben disponer de sistemas de comunicación bidireccional “manos libres”.

Siguiendo todas las especificaciones expuestas, en el mes de octubre de 2014 se constituyeron Grupos de Trabajo entre el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Sanidad con expertos en Enfermedades Infecciosas, Medicina Preventiva, Defensa NBQ, Gestión y Dirección de Hospitales, Ingeniería y Diseño de Hospitales, Enfermería y Bioseguridad, elaborando un Proyecto de reforma de la planta 22 del Hospital Central de la Defensa “Gómez Ulla” para convertirla en una HLIU que cumpliera los máximos estándares de calidad. Actualmente, a finales de mayo de 2015, se

encuentra en ejecución. El Plan Funcional se encuentra así mismo en avanzada fase de elaboración. Los requisitos arquitectónicos se cumplen al permitir su aislamiento del resto del Hospital, con la ventaja del acceso las 24 horas del día a los especialistas del Hospital para apoyar en sus competencias específicas a los infectólogos de la Unidad. Dispone de la posibilidad de entrada directa evitando el paso por Urgencias y un ascensor de uso exclusivo. Cuenta también con la ventaja de su altura y distancia de los edificios residenciales más cercanos, permitiendo que ante un escape de materia infecciosa, altamente improbable, las propias condiciones meteorológicas de viento, radiación solar, etc. la destruyesen, impidiendo su infectividad.

Esta HLIU cumple dos objetivos simultáneos: su puesta a disposición del Sistema Nacional de Salud en caso de Alertas Sanitarias por Enfermedades Altamente Contagiosas y la función logística operativa de dotar de capacidad de asistencia a bajas biológicas, igualmente por HID, al ROLE 4 de nuestras Fuerzas Armadas. Con este objetivo, se encuadra orgánicamente a la HLIU dentro de la Sección Biológica de la Unidad de Alertas NRBQ-Infecciosas, de reciente creación, que se encargará de dirigir y coordinar la actuación en caso de Activación, y de forma ordinaria, del entrenamiento de todo el personal necesario para mantener la operatividad de la misma. Confiamos en que éste sea un primer e importante paso en la puesta al día de las capacidades de Defensa NRBQ de nuestras FAS en el ámbito sanitario, que nos permitan avanzar por el camino de la excelencia convirtiendo al “buque insignia” de la Sanidad Militar en un referente en el campo de las enfermedades infecciosas, de evidente prioridad logístico-operativa.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Declaración de la OMS sobre la reunión del Comité de Emergencias del Reglamento Sanitario Internacional acerca del brote de enfermedad por el virus del Ebola de 2014 en África Occidental de 8 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2014/ebola-20140808/es/> (Visitado el 23 de marzo de 2015)
2. Centers for Diseases Control. Cronología de brotes: enfermedad del virus del Ébola. Disponible en <http://espanol.cdc.gov/enes/vhf/ebola/outbreaks/history/chronology.html> (Visitado el 23 de marzo de 2015)
3. Parra JM, Salmeron OJ, Velasco M. The First Case of Ebola Virus Disease Acquired outside Africa. *N Engl J Med* 2014; 371:2439-2440
4. Alertas de Salud Pública del Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Disponible en: [http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1354187044603&language=es&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA\\_pintarContenidoFin al&vest=1161769240369](http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1354187044603&language=es&pagename=PortalSalud%2FPage%2FPTSA_pintarContenidoFin al&vest=1161769240369) (Visitado el 29 de marzo de 2015)
5. Bannister B, Puro V, Francesco Fusco M, Heptonstall J, Ippolito G, for the EUNID Working Group. Framework for the design and operation of high-level isolation units: consensus of the European Network of Infectious Diseases. *Lancet Infect Dis* 2009; 9: 45-56

**Antonio Fe Marqués**

Coronel Médico

e-mail: afemar@oc.mde.es

**Francisco Javier Membrillo de Novales**

Capitán Médico

e-mail: fmemnov@oc.mde.es

Unidad de Alertas NRBQ-Infecciosas  
Hospital Central de la Defensa “Gómez Ulla”

# Patologías tratadas con oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital Central de la Defensa

Torres León JM.<sup>1</sup>, Domínguez Alegría AR.<sup>2</sup>, Navarro Téllez M.<sup>3</sup>, Brinquis Crespo MA.<sup>4</sup>, Espigares Correa A.<sup>2</sup>, Pérez Mochales JF.<sup>5</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 77-83; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

**Introducción:** La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad terapéutica que se fundamenta en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas en sangre, al respirar oxígeno puro, en el interior de una cámara hiperbárica a una presión superior a la atmosférica. Sus acciones incluyen efectos hemodinámicos, acciones sobre la inmunidad y el transporte de O<sub>2</sub>. Este amplio espectro de efectos facilita que sus recomendaciones puedan incluir una gran variedad de indicaciones, algunas de ellas controvertidas. **Objetivos:** Conocer las patologías de los pacientes tratados con OHB en la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) y revisar la evidencia científica al respecto. **Método:** En la actualidad la cámara hiperbárica del Servicio de MSB (Medicina Subacuática) del HCD (Hospital Central de la Defensa) es la de referencia en la CAM. Se revisaron las historias clínicas de los pacientes atendidos entre Febrero 2013 y Junio 2014. Se recogieron las siguientes variables: 1) Enfermos aceptados y desestimados para el tratamiento. 2) Edad y sexo de los pacientes tratados. 3) Patología por la que se indicaba el tratamiento. 4) Complicaciones observadas en relación con la OHB. **Resultados:** Se aceptaron para tratamiento 113 enfermos procedentes de 15 Hospitales de la CAM. Se desestimaron para tratamiento con OHB a 22 pacientes por patologías o tratamientos activos que no hacían aconsejable el tratamiento con OHB en ese momento. El 59,82 % eran hombres y el 40,18 % mujeres. Edad media 64,72 años. Las indicaciones principales de tratamiento fueron las lesiones radio inducidas 52,21 % de los casos (n=59) y las úlceras y heridas de evolución tórpida con mala respuesta a tratamiento convencional 23 % de los casos (n=26). El tratamiento tuvo que ser suspendido en 8 pacientes (7,14 % de los tratados) por mala tolerancia o complicaciones leves. **Discusión y conclusiones:** Las indicaciones de OHB en nuestra muestra comprenden un amplio número de patologías. Las lesiones radio inducidas son la indicación más frecuente de los enfermos tratados con OHB en el HCD. En este grupo destaca la osteorradionecrosis de mandíbula (ORNM) tras radioterapia (RT) en tumores de cabeza y cuello. Todas las indicaciones de OHB de la muestra presentada cuentan con estudios que avalan su uso, aunque no existen para ninguna de ellas estudios randomizados controlados, doble ciego. Las complicaciones que observamos en el tratamiento con OHB en nuestra muestra son leves por lo que la podemos considerar un tratamiento seguro. Creemos que la OHB ofrece una gran oportunidad para investigar la evidencia científica firme que avale sus indicaciones en discusión.

**PALABRAS CLAVE:** Oxigenoterapia hiperbárica, Lesiones radio inducidas.

## Pathologies treated with hyperbaric oxygen therapy in The Central Hospital of Defense

**SUMMARY: Introduction:** Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) is a therapeutic modality that is based on obtaining high partial pressures of oxygen in blood, breathing pure oxygen inside a hyperbaric chamber at a pressure above atmospheric. Their actions include hemodynamic effects, actions on immunity and O<sub>2</sub> transport. This broad spectrum of effects makes its recommendations may include a variety of indications, some of them controversial. **Objectives:** To know the pathologies of patients treated with HBO in the Autonomous Community of Madrid (CAM) and review the scientific evidence for this. **Method:** At present the hyperbaric chamber MSB Service (Underwater Medicine) HCD (Central Hospital of Defense) is the reference in the CAM. The medical records of patients treated between February and June-13-14 were reviewed. The following variables were collected: 1) Sick accepted and rejected for treatment. 2) Age and sex of patients treated. 3) Pathology for which treatment is indicated. 4) Complications observed in connection with HBO. **Results:** 113 patients accepted for treatment from 15 hospitals in the CAM. Were rejected for HBO therapy for pathologies 22 patients or active treatments did not advisable HBO therapy at that time. The 59.82% were male and 40.18% female. Mean age 64.72 years. The main indications for treatment were within lesions induced 52.21% of cases (n = 59) and ulcers and wounds torpid with poor response to conventional treatment 23% of cases (n = 26). The treatment had to be suspended in 8 patients (7.14% treated) by poor tolerance or mild complications. **Discussion and conclusions:** The indications for HBO in our sample comprises a large number of pathologies. Radio induced injuries are the most common indication for patients treated with HBO in the HCD. In this group highlights the jaw osteoradionecrosis (ORNM) after radiotherapy (RT) in head and neck tumors. All indications OHB sample have presented studies supporting its use, although there are none for randomized controlled trials, double-blind. The complications observed in the HBO treatment in our sample are mild so we can consider it a safe treatment. We believe that HBO offers a great opportunity to investigate the firm scientific evidence to support its indications discussion.

**KEYWORDS:** Hyperbaric oxygen therapy, Radio induced lesions.

<sup>1</sup> Tcol. Médico. Servicio de Medicina Interna.

<sup>2</sup> Médico civil especialista. Servicio de Medicina Interna

<sup>3</sup> Cap. Médico en formación de especialidad (MAFE) en Medicina Interna.

<sup>4</sup> Cor. Médico. Servicio de Medicina Subacuática.

<sup>5</sup> Cor. Médico. Servicio de Medicina Interna.

Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid, España.

**Dirección para correspondencia:** Dr. Juan M. Torres. Servicio de Medicina Interna. Hospital Central de la Defensa "Gómez Ulla". Glorieta del Ejército 1. 28047 Madrid.

Recibido: 1 de octubre de 2014.

Aceptado: 12 de febrero de 2015.

## INTRODUCCIÓN

La OHB se define por tres elementos esenciales: a) la administración terapéutica de O<sub>2</sub>, b) a una presión mayor de la ambiental y c) en una cámara hiperbárica<sup>1</sup>. Es una modalidad terapéutica que se fundamenta en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas en sangre, al respirar oxígeno puro, en el interior de una cámara presurizada<sup>2</sup>. La presión se mantiene por lo general entre 2,4 y 3 ATA, cada sesión dura entre 60 y 90 minutos, aunque puede prolongarse por mucho más tiempo en algunas situaciones como la enfermedad descompresiva grave. El número de sesiones varía de una a dos, en las indicaciones por procesos agudos, a 40 o más sesiones en las enfermedades crónicas<sup>3</sup>. Las cámaras pueden ser monoplaza o multiplaza, las primeras presurizadas con oxígeno puro y las segundas con aire comprimido. Las cámaras multiplaza tienen la ventaja de permitir la asistencia médica directa durante la sesión en el caso de enfermos críticos y su sistema de presurización hace que el riesgo de deflagración sea mucho menor si lo comparamos con el que presentan las cámaras monoplazas.

Los efectos fisiológicos de la OHB pueden explicarse a partir de las leyes que regulan el comportamiento de los gases y las consecuencias bioquímicas y fisiológicas de la hiperoxia.

La ley de Boyle establece que, a una temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión. Esta ley explica el uso de la OHB en los accidentes por descompresión brusca y en las embolias gaseosas, con objeto de reducir el tamaño y disolver las burbujas de nitrógeno que son las responsables de estos procesos.

La ley de Dalton explica que la presión ejercida por un gas mixto es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que forman la mezcla. La administración de oxígeno al 100%, y a una presión superior a la atmosférica, hacen posible que la presión parcial del oxígeno inspirado sea muy superior a la del aire ambiente. En la intoxicación por CO, un gas con una afinidad por la hemoglobina 200-250 veces mayor que la del oxígeno y que desplaza la curva de disociación de la hemoglobina a la izquierda, la OHB puede disminuir la vida media de la carboxihemoglobina de 4-5 horas a 15-30 minutos<sup>4</sup>. Además de favorecer la oxigenación a los tejidos por el mecanismo que se describe en el siguiente párrafo.

La ley de Henry establece que la solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión que este ejerce en dicho líquido. La mayor parte del oxígeno es transportado unido a la hemoglobina y una pequeña proporción (0,3 ml/dl) lo hace disuelto en el plasma. El aumento de la presión parcial de oxígeno en sangre, producida al inhalarlo al 100% y a una presión de 3 ATAs, eleva el oxígeno disuelto en el plasma hasta unas 20 veces su valor normal. El oxígeno disuelto puede alcanzar áreas con bajo flujo sanguíneo, donde no son capaces de llegar los hematíes, y aliviar situaciones en las que el transporte de oxígeno por la hemoglobina se encuentra comprometido, como en casos graves de anemia o intoxicación por monóxido de carbono<sup>5</sup>.

La hiperoxia debida a la OHB causa una rápida y significativa vasoconstricción, compensada por el incremento en el oxígeno transportado y el flujo microvascular en los tejidos isquémicos<sup>6</sup>. Estos tejidos comprometidos se benefician del

flujo del que son privados a los territorios sanos, fenómeno conocido como efecto Robin Hood. La vasoconstricción reduce el edema postraumático lo que contribuye al tratamiento del síndrome compartimental, las lesiones por aplastamiento y por quemaduras. La cicatrización de las heridas puede facilitarse por la amplificación del gradiente de oxígeno a lo largo de la periferia de los tejidos isquémicos y favorece la formación de la matriz de colágeno necesaria para la angiogénesis<sup>7</sup>. El aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y de nitrógeno (RNS) pueden explicar otros efectos<sup>8</sup>: facilita la acción del sistema de peroxidasas leucocitarias dependiente de oxígeno<sup>9</sup>, oxida las membranas lipídicas y las proteínas, daña el DNA e inhibe el metabolismo bacteriano. La OHB es especialmente eficaz frente a gérmenes anaerobios, dificulta la producción de exotoxinas y esporas clostridiales<sup>10</sup>, mata anaerobios como *Clostridium perfringens*, e inhibe el crecimiento de otras bacterias<sup>11</sup>.

En resumen la OHB tiene efectos hemodinámicos, acciones sobre la inmunidad y el transporte de oxígeno. El espectro de sus efectos terapéuticos va desde la reducción de la hipoxia y el edema hasta la mejora de la respuesta del huésped frente a la infección y la isquemia.

Con la excepción del neumotórax, no tratado, no existe una contraindicación absoluta para el tratamiento con OHB. Las contraindicaciones relativas incluyen la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la presencia de bullas<sup>12</sup>, las infecciones recientes de las vías respiratorias, oído o sinusitis, la cirugía torácica reciente y la claustrofobia. El embarazo es una contraindicación que no impide la OHB en los casos de intoxicación grave por CO<sup>13</sup>. El riesgo de toxicidad por oxígeno del sistema nervioso central (SNC) puede ser mayor en pacientes con antecedentes de epilepsia<sup>14</sup>, si bien la incidencia de complicaciones en estos pacientes o en los sometidos a cirugía reciente del SNC no se ha evaluado con exactitud. Existen estudios en animales sobre los efectos adversos en pacientes tratados concomitantemente con citostáticos como doxirrubicina o bleomicina, aunque los resultados no son concluyentes en estos pacientes, es aconsejable una especial valoración del riesgo/beneficio de la terapia con OHB<sup>15,16</sup>.

En general el tratamiento con OHB es bien tolerado<sup>17</sup>. La complicación más frecuente, observada en un 20 % de los pacientes, es la miopía reversible por toxicidad directa sobre el cristalino. El barotrauma ótico sintomático aparece en un 2-4 % de los pacientes, sin embargo la ruptura de la membrana timpánica es excepcional. La toxicidad pulmonar crónica por oxígeno, o efecto Lorrain-Smith, es más frecuente en los pacientes sometidos a múltiples sesiones de tratamiento. Las convulsiones por toxicidad aguda del SNC son raras, pero pueden ser graves en las condiciones que se producen. Su incidencia se estima en 2,4 por cada 100.000 tratamientos<sup>18</sup> y es más frecuente en pacientes tratados con glucocorticoides, hormona tiroidea, simpaticomiméticos e insulina, la hipoglucemia debe considerarse en el diagnóstico diferencial. La enfermedad descompresiva se produce por el nitrógeno contenido en el aire respirado a una presión superior a la atmosférica, por esto no es posible que se produzca si se respira oxígeno al 100%. Durante las sesiones, como medida complementaria de seguridad, se realiza la descompresión gradualmente con el fin de evitar barotraumas.

**Tabla 1.** Indicaciones aprobadas para OHB por la Health Care Financing Administration.

1. Embolismo gaseoso o aéreo
2. Intoxicación por monóxido de carbono
3. Accidentes de descompresión
4. Mionecrosis por *Clostridium*
5. Síndromes de aplastamiento y otras formas de isquemia traumática
6. Heridas y úlceras de difícil curación incluidas las producidas en el pie diabético
7. Anemia grave sin posibilidad de transfundir como en el caso de Testigos de Jehová
8. Abscesos cerebrales por *Actinomyces*
9. Infecciones necrotizantes de tejidos blandos
10. Osteomielitis crónica refractaria
11. Necrosis de hueso y tejidos blandos tras tratamiento con radioterapia
12. Injertos y colgajos de piel comprometidos

Los diferentes efectos producidos por las OHB facilitaron que entre sus recomendaciones se incluyeran un gran número de indicaciones, algunas sin suficiente validación científica con la consiguiente controversia respecto a su uso<sup>19</sup>. En las últimas décadas dos asociaciones, la Sociedad Americana de Submarinismo y Medicina Hiperbárica (UHMS) y el Comité Europeo para la Medicina Hiperbárica (ECHM), han tenido como objetivo establecer el uso médico de la OHB. Por ello se han utilizado sistemas para evaluar la evidencia científica disponible y sentar el nivel de la recomendación, como el del colegio americano de cardiología<sup>20</sup> u otros como el GRADE<sup>21</sup>. Este tipo de métodos son aplicables cuando existen estudios aleatorios controlados con un elevado grado de validez científica, en el caso de la OHB hay que reconocer que la realización de este tipo de ensayos es complicado por razones tales como la dificultad de efectuar trabajos sobre intervenciones terapéuticas aisladas como en las intoxicaciones por CO o accidentes de buceo, o sobre enfermedades que tienen una complejidad tal que hace muy difícil diseñar un estudio con un gran número de variables. Por estos motivos las indicaciones de la OHB son fruto del consenso entre expertos y sus conclusiones son comunicadas tras las reuniones periódicas de estas sociedades<sup>22-24</sup>. En la tabla 1 se reflejan las indicaciones aprobadas para la OHB en EEUU por la Health Care Financing Administration.

## OBJETIVOS

Conocer las patologías de los pacientes tratados con OHB en la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) y los trabajos científicos que las avalan.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La población objeto de este estudio, observacional, descriptivo y transversal, la constituyen los pacientes tratados con OHB entre Febrero de 2013 y Julio de 2014 en el Servicio de MSB del HCD. Desde Febrero de 2013 esta cámara es la de referencia para los Hospitales de del Servicio Madrileño de Salud. Se revisaron las historias clínicas de los pacientes atendidos y se recogieron las siguientes variables.

- a) Número de pacientes enviados para tratamiento desde los Hospitales de la CAM.
- b) Enfermos aceptados y rechazados para el tratamiento por el Servicio de MSB. Se registró la causa por la que se desestimó el tratamiento.
- c) Edad y sexo de los pacientes tratados.
- d) Hospitales de referencia de los pacientes tratados.
- e) Patología por la que se indicaba desde el Hospital de Referencia del paciente el tratamiento en la cámara hiperbárica.
- f) Complicaciones observadas en relación con la OHB.

## RESULTADOS

Registramos 135 pacientes, tras excluirse 10 de los casos por falta de alguno de los datos exigidos. Se desestimaron para tratamiento 22 pacientes de los 135 (16,30%): Dos de los casos presentaban una evolución favorable de la patología por la que se indicó la OHB por lo que se acordó no administrar este tratamiento. Uno de los pacientes presentaba una recidiva del proceso neoplásico causante de la complicación que había sentido su indicación. En 7 pacientes se desestimó el tratamiento por enfermedades concurrentes: 1 paciente esquizofrénico, 1 paciente con traqueotomía para el que no se disponía en ese momento de material apropiado para su tratamiento, 1 paciente tetrapléjico con incapacidad para realizar maniobras de compensación y no ser procedente en ese momento la miringocentesis, 2 pacientes con riesgo de sobre-expansión pulmonar por su patología respiratoria, 2 pacientes con patología del oído que no permitía su tratamiento en la cámara. Se excluyeron del tratamiento a 9 pacientes por considerarse que se trataban de indicaciones atípicas o bien porque las lesiones que presentaban hacían previsible que no fueran a mejorar con el tratamiento. Tres pacientes se rechazaron por estar en tratamiento con quimioterapia.

La muestra de este estudio es por tanto de 113 enfermos. El 60,18 % hombres (n=68) y el 39,82 % mujeres (n=45). Edad media 64,72 años, rango de 26 a 91 años.

Los pacientes tratados se recibieron de 15 Hospitales de la CAM. En la tabla 2 se muestra la distribución de pacientes por hospitales.

En el 52,21% de los casos (n = 59) la indicación estuvo motivada por complicaciones del tratamiento con RT. La princi-

**Tabla 2.** Hospitales de procedencia de los pacientes tratados.

Hospital de procedencia	N.º casos
HCD	26
Hospital Clínico San Carlos	19
Hospital de la Princesa	14
Hospital Severo Ochoa	13
Hospital Ramón y Cajal	9
Hospital Fundación Jiménez Díaz	8
Hospital Gregorio Marañón	6
Hospital Fuenlabrada	5
Hospital La Paz	3
Hospital Puerta Hierro	3
Hospital 12 de Octubre	2
Otros	5

**Tabla 3.** Patologías tratadas con OHB en el HCD.

Indicación de la OHB	N.º de casos	Porcentaje
Lesiones radio-inducidas	59	52,2
- ORNM	18	15,9
- Partes blandas	14	12,4
- Cistitis y proctitis	26	23,0
- SNC	1	0,9
Úlceras y heridas	26	23,0
Necrosis mandibular por bifosfonatos	8	7,08
Osteomielitis crónica refractaria	6	5,31
Accidentes de buceo	4	3,54
Patología digestiva	4	3,54
Otras	6	5,31
Total	113	100

pal de ella la ORNM en tumores de cabeza y cuello, 18 casos. Entre las lesiones de partes blandas por RT incluimos aquellas que afectaban a piel, mucosas y músculos, en nuestro caso 14 enfermos recibieron OHB por este motivo. La cistitis y proctitis radical es una complicación frecuente de la RT indicada en tumores de próstata, vejiga y útero, en 12 pacientes se indicó OHB por cistitis, en 11 por proctitis y en 3 por la asociación de estas dos complicaciones. En un enfermo se indicó OHB por afectación del SNC tras RT por un astrocitoma cerebral.

En el 23 % de los casos (n=26) se indicó OHB por úlceras y heridas de evolución tórpida con mala respuesta a tratamiento convencional. En el grupo las úlceras destacaban por su frecuencia las asociadas a pie diabético y las úlceras varicosas, 4 casos para cada una de estas causas, además se registraron otras etiologías: úlceras por isquemia, digitales asociadas a esclerodermia (2 casos) o un caso de úlcera de Martorel. Entre las heridas de evolución tórpida se contabilizaron 5 casos de cierre defectuoso de la herida quirúrgica tras injerto cutáneo.

Se indicó OHB en ocho enfermos que presentaban necrosis mandibular tras tratamiento con bifosfonatos. En seis enfermos se indicó por osteomielitis crónica refractaria al tratamiento convencional. Se registraron cuatro accidentes de buceo. Se indicó OHB en complicaciones digestivas de causa

variada: 2 casos de fistula rectal por enfermedad de Crohn y 2 por úlcera rectal secundaria a colitis inespecífica. En el resto de los casos la indicación estuvo motivada por las siguientes patologías: dos casos de cistitis hemorrágica tras quimioterapia, un caso de gangrena de Fournier, un caso de isquemia aguda del glande, un caso de mucormicosis rinoorbitaria y un caso de sordera súbita.

En la tabla 3 se muestra la distribución de las indicaciones de la OHB de nuestro estudio.

En la mayoría de los casos se programaron 40 sesiones, todas a 2,5 ATA.

El tratamiento se suspendió en 8 pacientes (7,14 %) por mala tolerancia o complicaciones del mismo: 6 pacientes presentaron un barotrauma auditivo leve, 1 paciente por una edematización del miembro en el que presentaba la lesión, en otro se suspendió por claustrofobia.

## DISCUSIÓN

Las publicaciones sobre la OHB se han multiplicado en los últimos años con especial atención a sus indicaciones<sup>25</sup>, quizás el campo de mayor controversia de este tratamiento. Por este motivo, creemos de interés conocer las patologías tratadas en el Servicio de MSB del HCD y revisar la evidencia científica en estas indicaciones.

La cámara hiperbárica del HCD es la de referencia para administrar OHB en la CAM desde Febrero de 2013. No hemos encontrado artículos en los que se exponga la actividad desarrollada en la cámara hiperbárica de un centro hospitalario, tras la búsqueda en PubMed con los términos “hyperbaric”, “oxygen”, “therapy”.

En general el tratamiento es bien tolerado, prácticamente exento de complicaciones, y las que obligan a suspenderlo suelen ser de carácter leve, entre estas destacan los problemas de compensación.

Más de la mitad de nuestros enfermos recibieron OHB como tratamiento de los efectos secundarios de la RT. Se estima que a un 50 % de los pacientes diagnosticados de cáncer se les administrará RT en algún momento de su enfermedad y que un 5% de ellos pueden presentar complicaciones derivadas de sus efectos, algunas tras un periodo de latencia que puede oscilar desde meses a varios años. Sus secuelas se relacionan con la hipoxia tisular secundaria al daño del endotelio que causa inflamación, fibrosis y finalmente necrosis tisular que se traducen en la aparición de endarteritis obliterante. Aunque estas consecuencias raramente comprometen la vida, sí producen un deterioro de la calidad de vida de los pacientes.

La ORNM, en los pacientes con tumores de cabeza y cuello, ha sido la causa más frecuente dentro de este grupo. La mandíbula es un hueso pobremente vascularizado y de gran densidad por lo que es muy sensible a los efectos de la radiación. Existen 14 ensayos que informan de los beneficios de la OHB en el tratamiento de la osteoradionecrosis mandibular, si bien sólo uno de ellos es un estudio controlado y aleatorizado de una muestra pequeña en el que no se detallan la asignación al azar o como se valoran los de resultados<sup>26</sup>. Un solo estudio no presenta resultados favorables<sup>27</sup>, en estos casos la OHB se

administraba después de realizar el tratamiento quirúrgico de la necrosis, mientras que en algunos los ensayos con resultados positivos se insiste en la importancia de recibir OHB previa al tratamiento quirúrgico de la necrosis mandibular<sup>28</sup>. La ORNM es una indicación aceptada por los expertos en OHB como indiscutible.

La indicación de OHB por lesiones de partes blandas secundarias a RT es la segunda en frecuencia en el grupo de pacientes tratados con RT. La OHB se ha dirigido sobre tres tipos de lesiones diferentes: 1) Las producidas tras la radiación de tumores de cabeza y cuello, sobre todo la necrosis laríngea. Un estudio prospectivo no aleatorizado muestra los beneficios de la OHB en la reducción de la dehiscencia de sutura y del riesgo de infección tras RT en los tumores de cabeza y cuello<sup>29</sup> tratados quirúrgicamente, otros 5 estudios de series pequeñas de casos informan de los resultados beneficiosos de la OHB<sup>25</sup>. 2) En las de la pared torácica y mama se ha publicado una serie de casos que apoya el tratamiento complementario con OHB en la necrosis de tejidos blandos inducidas por la radiación, aunque la OHB deben de acompañarse de un desbridamiento adecuado que incluya la extirpación del hueso necrótico para asegurar la resolución de la necrosis ósea además de la de los tejidos blandos<sup>30</sup>. Un estudio no aleatorizado, comparativo entre un grupo de enfermas que recibieron OHB por secuelas de RT por cáncer de mama frente a otro que no lo recibió mostraba una reducción de los signos inflamatorios<sup>31</sup>. 3) En las de pelvis y pared abdominal los trabajos publicados incluyen series de casos que informan del probable beneficio de la OHB en las lesiones secundarias a RT en esta localización<sup>32</sup>.

La cistitis rádica fue la tercera indicación más frecuente entre los pacientes con lesiones radio inducidas. A pesar de que son muchas las publicaciones sobre el uso de OHB en esta complicación, ninguno de los estudios es randomizado o controlado. La mayoría son revisiones retrospectivas o serie de casos en los que la OHB es usada como un tratamiento de segunda línea tras el fracaso o mejoría incompleta con el habitual. Existen dos estudios prospectivos, que apoyan el uso de la OHB<sup>33,34</sup>, en el más reciente de ellos se utilizó la OHB como tratamiento de primera línea con buen resultado. Hoy en día es una de las indicaciones aceptadas sin reservas en los centros que disponen de cámara hiperbárica y en la experiencia de los enfermos tratados en nuestro Hospital una de patologías que mejor responden al tratamiento.

La proctitis rádica supuso una indicación habitual de OHB en la muestra que presentamos. Las publicaciones que avalan su uso son series de casos que comunican su efecto beneficioso<sup>25</sup>. Los resultados en los pacientes tratados en la muestra son muy favorables aunque en nuestra experiencia se precisan un número mayor de sesiones que en los afectados por cistitis rádica.

Uno de los casos tratados corresponde a las lesiones radio-inducidas en el SNC tras RT por un astrocitoma. Son pocos los estudios realizados sobre esta indicación, la serie más numerosa es la de 10 pacientes pediátricos en los que se comunicaba la mejoría inicial de las lesiones y dicha mejoría se mantenía en el tiempo en 5 de ellos<sup>35</sup>.

Los enfermos con úlceras y heridas de evolución tórpida con mala respuesta tras tratamiento convencional son el segun-

do grupo en frecuencia de nuestra muestra. Es un conjunto de pacientes con lesiones de diferente etiología en el que destacan algunos tipos. Las úlceras en el pie diabético y las varicosas fueron las más habituales. Una revisión sistemática<sup>36</sup> sobre el valor de la OHB en las lesiones del pie diabético y la prevención de la amputación, incluye siete ensayos clínicos randomizados de los que dos destacan por su calidad metodológica, esta revisión concluye que existen evidencias sobre la utilidad del tratamiento de la OHB en lesiones con isquemia asociada, si bien se reconoce que deberían realizarse estudios con muestras más amplias y con validez suficiente para justificarla como un tratamiento habitual. En el caso de las úlceras por insuficiencia venosa la evidencia se reduce a un ensayo randomizado, con una muestra pequeña, que apoya el uso de OHB como un tratamiento complementario al convencional<sup>37</sup>. El empleo de OHB en otros tipos de úlceras se apoya en publicaciones de casos aislados o series de casos<sup>38,39</sup>. Entre las heridas de evolución tórpida destacan en nuestra muestra 5 pacientes tratados con un injerto cutáneo, un estudio con una serie de casos informa de los beneficios de la OHB si bien no se disponen de ensayos aleatorizados doble ciego<sup>40</sup>.

La osteonecrosis mandibular por bifosfonatos es una patología emergente y de difícil tratamiento. La OHB se ha utilizado frente a esta complicación en un estudio piloto<sup>41</sup> en el que se informan los beneficios de la misma cuando se asocia de forma adyuvante y siempre que se suspenda el tratamiento con bifosfonatos. En nuestra muestra supone el tercer grupo más frecuente de pacientes.

La osteomielitis crónica refractaria ha sido tratada con OHB en muchos hospitales desde hace años, no se dispone de estudios randomizados, aunque las publicaciones de series de casos<sup>42,43</sup> apoyan su uso cuando se asocia a un tratamiento médico y quirúrgico correcto. En nuestra muestra 5 pacientes fueron tratados por esta patología.

Sólo se registraron 4 tratamientos por secuelas tras accidentes de buceo, un dato que se explica por la localización de la cámara en una zona alejada del litoral que hace poco probable la presentación de casos agudos. Aunque se carece de estudios randomizados, la OHB es reconocida como el tratamiento de elección en los protocolos de la enfermedad descompresiva<sup>44</sup>. El efecto explicado por la ley de Boyle se considera una base firme para sentar dicha indicación.

Los estudios sobre OHB en la enfermedad inflamatoria incluyen publicaciones sobre series de casos de enfermedad de Crohn y colitis ulcerosa. Una revisión sistemática<sup>45</sup> de 2014 concluye que la OHB es una opción de tratamiento relativamente seguro y teóricamente eficaz en estos pacientes, aunque hasta el momento se carece de ensayos aleatorizados.

En el resto de los casos tratados, sus indicaciones se apoyan en estudios de diferente entidad: la retinitis pigmentosa en estudios randomizados de casos-control<sup>46</sup>, la sordera súbita neurosensorial en series de casos en los que se compara el uso de OHB con otros tratamientos<sup>47</sup>, la cistitis hemorrágica por ciclofosfamida en estudios de casos aislados<sup>48</sup> y en la enfermedad de Fournier y la mucormicosis como una recomendación aceptada tras lo comunicado en el tratamiento de casos aislados<sup>49,50</sup> que puede considerarse tras lo aportado por algunas publicaciones<sup>51</sup>.

## CONCLUSIONES

1. Las indicaciones de OHB en nuestra muestra comprende un amplio número de patologías.
2. Las lesiones radio inducidas son la indicación más frecuente de los enfermos tratados con OHB en el HCD. En este grupo destaca la ORNM tras RT en tumores de cabeza y cuello.
3. Todas las indicaciones de OHB de la muestra presentada cuentan con estudios que avalan su uso aunque no existen, para ninguna de ellas, estudios randomizados controlados doble ciego.
4. Las complicaciones observadas con el tratamiento con OHB en nuestra muestra son leves por lo que la podemos considerar un tratamiento seguro.
5. Creemos que la OHB ofrece una gran oportunidad para investigar la evidencia científica firme que avale sus indicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kot J, Desola J, Simao AG, Gough-Allen R, Houman R, Meliet JL, Galland F, Mortensen C, Mueller PH, Sippinen S. A European code of good practice for hyperbaric oxygen therapy. *Int Marit Health*. 2004;55(1-4):121-30.
2. Desola J. Bases y fundamento terapéutico de la oxigenoterapia hiperbárica. Revista virtual de medicina hiperbárica. En <http://www.ccmh.com/REVISTA-OHB/Revista-OHB.htm>
3. Leach RM, Rees PJ, Wilmshurst P. Hyperbaric oxygen therapy. *BMJ* 1998; 317 (7166):1140-3.
4. Ernst A, Zibrak JD. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med*. 1998;339(22):1603.
5. Gill AL, Bell CN. Hyperbaric oxygen: its uses, mechanisms of action and outcomes. *QJM*. 2004 Jul;97(7):385-95.
6. Nylander G, Lewis D, Nordström H, Larsson J. Reduction of postischemic edema with hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg*. 1985;76(4):596.
7. Roth RN, Weiss LD. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Clin Dermatol*. 1994; 12(1):141.
8. Thom SR. Hyperbaric oxygen: its mechanisms and efficacy. *Plast Reconstr Surg*. 2011; 127 Suppl 1:131-41.
9. Knighton DR, Halliday B, Hunt TK. Oxygen as an antibiotic. A comparison of the effects of inspired oxygen concentration and antibiotic administration on in vivo bacterial clearance. *Arch Surg*. 1986 Feb;121(2):191-195.
10. Kaye D. Effect of hyperbaric oxygen on Clostridia in vitro and in vivo. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1967;124(2):36
11. Mader JT, Brown GL, Guckian JC, Wells CH, Reinartz JA. A mechanism for the amelioration by hyperbaric oxygen of experimental staphylococcal osteomyelitis in rabbits. *J Infect Dis*. 1980;142(6):915.
12. Toklu AS, Korpınar S, Erelel M, Uzun G, Yildiz S. Are pulmonary bleb and bullae a contraindication for hyperbaric oxygen treatment?-. *Respir Med*. 2008 Aug;102(8):1145-47.
13. Ernst A, Zibrak JD. Carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med*. 1998;339(22):1603.
14. Roth RN, Weiss LD. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Clin Dermatol*. 1994;12(1):141.
15. Torp KD, Carraway MS, Ott MC, Stolp BW, Moon RE, Piantadosi CA, Freiburger Safe administration of hyperbaric oxygen after bleomycin: a case series of 15 patients. *J Undersea Hyperb Med*. 2012 Sep;39(5):873-79.
16. Karagoz B, Suleymanoglu S, Uzun G, et al. Hyperbaric oxygen therapy does not potentiate doxorubicin-induced cardiotoxicity in rats. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2008; 102:287.
17. Plafki C, Peters P, Almeling M, Welslau W, Busch R. Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. *Aviat Space Environ Med*. 2000;71(2):119.
18. Yildiz S, Aktas S, Cimsit M, et al. Seizure incidence in 80,000 patient treatments with hyperbaric oxygen. *Aviat Space Environ Med* 2004; 75:992.
19. Gabb G, Robin ED. Hyperbaric oxygen: a therapy in search of disease. *Chest* 1987; 92:1074-82.
20. Tricoci P, Allen JM, Kramer JM, Califf RM, Smith SC Jr. Scientific evidence underlying the ACC/AHA clinical practice guidelines. *JAMA*. 2009;301:831-41.
21. M.H. Murad et al. Using GRADE for evaluating the quality of evidence in hyperbaric oxygen therapy clarifies evidence limitations. *Journal of Clinical Epidemiology* 2014; 67: 65-72.
22. 7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine, Lille, France, December, 2004. Recommendations of the Jury. In: Marroni A, Mathieu D, Wattel F, editors. The ECHM Collection. Volume 3. Flagstaff, AZ: Best Publishing Company; 2008. p. xv-xxix.
23. Jacek Kot and Daniel Mathieu. Controversial issues in hyperbaric oxygen therapy: a European Committee for Hyperbaric Medicine Workshop report. *Diving and Hyperbaric Medicine* Volume 41 No. 2 June 2011.
24. [https://www.modahealth.com/pdfs/med\\_criteria/HyperbaricOxygen.pdf](https://www.modahealth.com/pdfs/med_criteria/HyperbaricOxygen.pdf).
25. Lee CH, Lee L, Yang KJ, Lin TF. Top-cited articles on hyperbaric oxygen therapy published from 2000 to 2010. *Undersea Hyperb Med*. 2012 Nov-Dec;39(6):1089-98.
26. Feldmeier JJ. Hyperbaric oxygen therapy and delayed radiation injuries (soft tissue and bony necrosis). *Undersea Hyperb Med*. 2012 Nov-Dec;39(6):1121-39.
27. Maier A, Gaggl A, Klemen H, Santler G, Anegg U, Fell B, Kärcher H, Smolle-Jüttner FM, Friehs GB. Review of severe osteoradionecrosis treated by surgery alone or surgery with postoperative hyperbaric oxygenation. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2000 Jun;38(3):173-6.
28. Cronje FJ. A review of the Marx protocols: prevention and management of osteoradionecrosis by combining surgery and hyperbaric oxygen therapy. *SADJ*. 1998 Oct; 53(10):469-71.
29. Marx RE. Radiation injury to tissue. In: Kindwall EP, ed. *Hyperbaric Medicine Practice*, Second Edition. Flagstaff, Best Publishing, 1999, pp 665-740.
30. Feldmeier JJ, Heimbach RD, Davolt DA, Court WS, Stegmann BJ, Sheffield PJ. Hyperbaric oxygen as an adjunctive treatment for delayed radiation injury of the chest wall: a retrospective review of twenty-three cases. *Undersea Hyperb Med*. 1995 Dec;22(4):383-93.
31. Carl UM, Feldmeier JJ, Schmitt G, Hartmann KA. Hyperbaric oxygen therapy for late sequelae in women receiving radiation after breast conserving surgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;49:1029-31.
32. Feldmeier JJ, Heimbach RD, Davolt DA, Court WS, Stegmann BJ, Sheffield PJ. Hyperbaric oxygen as an adjunctive treatment for delayed radiation injuries of the abdomen and pelvis. *Undersea Hyperb Med* 1997;23(4):205-13.
33. Bevers RF, Bakker DJ, Kurth KH. Hyperbaric oxygen treatment for haemorrhagic radiation cystitis. *Lancet* 1995;346: 803-5.
34. Oscarsson N, Arnell P, Lodding P, Ricksten SE, Seeman-Lodding H. Hyperbaric oxygen treatment in radiation-induced cystitis and proctitis: a prospective cohort study on patient-perceived quality of recovery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2013 Nov 15;87(4):670-5.
35. Chuba PJ, Aronin P, Bhambhani K, Eichenhorn M, Zamarrano L, Cianci P, Muhlbauer M, Porter AT, Fontanesi J. Hyperbaric oxygen therapy for radiation-induced brain injury in children. *Cancer* 1997;80:2005-2012.
36. Stoekenbroek RM, Santema TB, Legemate DA, Ubbink DT, van den Brink A, Koelemay MJ. Hyperbaric oxygen for the treatment of diabetic foot ulcers: a systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2014 Jun;47(6):647-55.
37. Hammarlund C, Sundberg T. Hyperbaric oxygen reduced size of chronic leg ulcers: a randomized double-blind study. *Plast Reconstr Surg*. 1994 Apr; 93(4):829-33.
38. Markus YM, Bell MJ, Evans AW. Ischemic scleroderma wounds successfully treated with hyperbaric oxygen therapy. *J Rheumatol*. 2006 Aug;33(8):1694-6.
39. Frada G, Di Chiara A, Nicolosi G, Alletto M, Barbagallo Sangiorgi G. A case of Martorell's ulcer: considerations on the use of hyperbaric oxygenotherapy. *Angiologia*. 1989 May-Jun;41(3):93-5.
40. Larson JV, Steensma EA, Flikkema RM, Norman EM. The application of hyperbaric oxygen therapy in the management of compromised flaps. *Undersea Hyperb Med*. 2013 Nov-Dec;40(6):499-504.
41. Freiburger JJ, Padilla-Burgos R, Chhoeu AH, Kraft KH, Boneta O, Moon RE, Piantadosi CA. Hyperbaric oxygen treatment and bisphosphonate-induced osteonecrosis of the jaw: a case series. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007 Jul;65(7):1321-7.

## Patologías tratadas con oxigenoterapia hiperbárica en el Hospital Central de la Defensa

42. Chen CE, Ko JY, Fu TH, Wang CJ. Results of chronic osteomyelitis of the femur treated with hyperbaric oxygen: a preliminary report. *Chang Gung Med J.* 2004 Feb;27(2):91-7.
43. Chen CE, Shih ST, Fu TH, Wang JW, Wang CJ. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of chronic refractory osteomyelitis: a preliminary report. *Chang Gung Med J.* 2003 Feb;26(2):114-21.
44. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. Decompression illness. *Lancet.* 2011 Jan 8;377(9760):153-64.
45. Dulai PS, Gleeson MW, Taylor D, Holubar SD, Buckey JC, Siegel CA. Systematic review: The safety and efficacy of hyperbaric oxygen therapy for inflammatory bowel disease. *Aliment Pharmacol Ther.* 2014 Jun;39(11):1266-75.
46. Vingolo EM, Rocco M, Grenga P, Salvatore S, Pelaia P. Slowing the degenerative process, long lasting effect of hyperbaric oxygen therapy in retinitis pigmentosa. *Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008 Jan;246(1):93-8.
47. Yang CH, Wu RW, Hwang CF. Comparison of intratympanic steroid injection, hyperbaric oxygen and combination therapy in refractory sudden sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol.* 2013 Oct;34(8):1411-6.
48. Davis M, MacDonald H, Sames C, Nand K. Severe cyclophosphamide-induced haemorrhagic cystitis treated with hyperbaric oxygen. *N Z Med J* 2011; 124: 48–54.
49. Mallikarjuna MN, Vijayakumar A, Patil VS, Shivswamy BS. Fournier's Gangrene: Current Practices. *ISRN Surg.* 2012;2012:942437. doi: 10.5402/2012/942437. Epub 2012 Dec 3.
50. Lin SY, Lu PL, Tsai KB, Lin CY, Lin WR, Chen TC, Chang YT, Huang CH, Chen CY, Lai CC, Chen YH. A mucormycosis case in a cirrhotic patient successfully treated with posaconazole and review of published literature. *Mycopathologia.* 2012 Dec;174(5-6):499-504.
51. Riseman JA., Zamboni WA, Curtis A., Graham DR., Konrad HR., Ross DS. Hyperbaric oxygen therapy for necrotizing fasciitis reduces mortality and the need for debridements. *Surgery* 1990; 108(5): 847–850.

# Estudio y caracterización óptica de un Carcinoma Basocelular mediante simulación láser numérica

Campoy Fernández J.<sup>1</sup>, Alcarria Garrido R.<sup>2</sup>, González-Marcos AP.<sup>3</sup>, Vidal-Asensi S.<sup>4</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 84-90; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

**Antecedentes:** Las simulaciones de Monte Carlo son una de las técnicas más utilizadas en el contexto de modelación de geometrías de sistemas heterogéneos, como puede ser la piel humana. Además uno de los principales retos modernos en biofotónica es la simulación del comportamiento óptico y la propagación de la luz en tejidos. **Objetivos:** Analizar la respuesta óptica de la piel, y aportar información para el diagnóstico de posibles alteraciones en la piel con la presencia de un basalioma. **Material y Método:** Un programa comercial, contrastado y fiable de simulación basado en técnicas de Monte Carlo, que permite estudiar el comportamiento de la piel frente a una radiación óptica; la aproximación a la trayectoria que sigue la luz en su interacción con el tejido se obtiene a partir de las propiedades ópticas conocidas a priori. Piel modelada y simulación numérica. **Resultados:** Los resultados expuestos son datos innovadores, hasta donde conocen los autores, sobre patrones de radiación en unidades de irradiancia como de reflectividad y transmitividad de la piel. **Conclusiones:** Este trabajo ofrece un método para distinguir entre piel «sana» y piel con carcinoma basocelular, lo que podría facilitar un procedimiento de identificación de lesiones cancerosas de la piel.

**PALABRAS CLAVE:** Simulación Monte Carlo, fotones, propiedades ópticas, piel, basalioma.

## Study and optical characterization of a Basal Cell Carcinoma by numerical laser simulation

**SUMMARY: Background:** Monte Carlo simulations are one of the most used techniques in the context of modeling geometry such as human skin. One of the main challenges in biophotonics is the simulation of light spread in biological tissues. **Objectives:** to analyze the optical response of the skin, and to contribute information for the diagnosis and treatment of possible alteration in the skin. **Material and methods:** A commercial, proven and reliable simulation program based on Monte Carlo techniques, which allow studying the behavior of the skin from optical radiation. The approximation to the path followed by the light in its interaction with the tissue is obtained from known-optical properties. Modeling and numerical simulation of skin. **Results:** The results presented are innovative data about radiation patterns in units of irradiance as reflectivity and transmissivity of the skin. **Conclusions:** This work provides a method to distinguish between “healthy” skin and skin with basal cell carcinoma, which could provide a method for identifying skin cancer, allowing state that can later be extrapolated to other types of cancers and skin diseases.

**KEY WORDS:** Monte Carlo Simulation, Photons, Tissue optics, Optical properties, skin, carcinoma

## INTRODUCCIÓN

Los tejidos biológicos como la piel son medios de difícil estudio y caracterización in vivo ya que ante radiaciones electromagnéticas se comportan como estructuras y composiciones uniformes que presentan distintas propiedades según la dirección del tejido. Es decir que son medios no homogéneos y anisotrópicos<sup>1</sup>, entendiendo la anisotropía como la propiedad del material según la cual la propagación de la luz se comporta de distinta manera en función de la dirección en que es examinada.

El análisis con radiación lumínica no invasiva para el conocimiento de las propiedades ópticas de la piel se utiliza para muchos fines, entre los que se destaca la concentración en la piel de componentes cromóforos como la hemoglobina o la melanina<sup>2</sup>.

El *scattering* (esparcimiento o dispersión) y la absorción, son los responsables del ensanchamiento del patrón de radiación del láser primero y de la disminución de la densidad de potencia posterior a medida que viaja a través del tejido. El *scattering* ocurre en la piel debido a la diferencia en el índice de refracción de los orgánulos subcelulares y el citoplasma que los envuelve. La luz incidente es redireccionada en múltiples caminos con ángulos distintos, mientras que la absorción es el fenómeno fisicoquímico que tiene lugar en la piel debido a los cromóforos y que atenúan la densidad de potencia de la radiación incidente.

Por lo tanto, la propagación de luz dentro de la piel depende de las propiedades de absorción y de *scattering* y de sus componentes: células, orgánulos, y capas<sup>3</sup>. La forma, el tamaño, y la densidad de estas estructuras, así como su índice de refracción, y los estados de polarización de la luz incidente, juegan un papel muy importante en la propagación de la luz en los tejidos<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Tte. Ingeniero Politécnico. Ejército de Tierra. Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Antiaéreos, Costa y Misiles.

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica de Ingenieros de Telecomunicación. Dpto. de Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Madrid. España.

<sup>3</sup> Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Dpto. de Tecnología de Fotónica y Bioingeniería. Madrid. España.

<sup>4</sup> Tcol. Médico. Hospital General de la Defensa “Gomez Ulla”. Madrid. España.

**Dirección para correspondencia:** PCMASACOM. Autovía M-40, kilómetro 37,100, vía servicio. Pozuelo. jcamfe5@et.mde.es

Recibido: 5 de noviembre de 2014.

Aceptado: 25 de marzo de 2015.

**Tabla 1.** Clasificación de la piel según Fitzpatrick<sup>12</sup>.

Tipo	Acción del sol sobre la piel	Características pigmentarias
Fototipo I	Presenta intensas quemaduras solares, casi no se pigmenta nunca y se descama de forma ostensible	Individuos de piel muy clara, ojos azules, pelirrojos y con pecas en la piel. Su piel habitualmente no está expuesta al sol y es de color blanco-lechoso.
Fototipo II	Se quema fácil e intensamente, pigmenta ligeramente y descama de forma notoria	Individuos de piel clara, pelo rubio, ojos azules, y pecas cuya piel no está expuesta habitualmente al sol y es blanca.
Fototipo III	Se quema moderadamente y se pigmenta correctamente	Razas caucásicas (europeas) de piel blanca que no está expuesta habitualmente al sol
Fototipo IV	Se quema moderada o mínimamente y pigmenta con bastante facilidad y de forma inmediata al exponerse al sol	Individuos de piel morena o ligeramente amarronada, con pelo y ojos oscuros( mediterráneos, orientales)
Fototipo V	Raramente se quema, pigmenta con facilidad e intensidad (siempre presenta reacción de pigmentación inmediata)	Individuos de piel marrón (árabes, hispanos)
Fototipo VI	No se quema nunca y pigmenta intensamente	Razas negras

La piel es a menudo modelada como conjuntos multicapas<sup>5</sup> con distintos elementos homogéneos de partículas esféricas con distintas propiedades de no homogeneidad radial, anisotropía y actividad óptica.

El método de Monte Carlo (MC) encuentra su aplicación a los tejidos biológicos, a principios de los ochenta y parece ser especialmente satisfactorio en este contexto; además está siendo muy usado para solucionar de forma numérica la ecuación de transporte radiativo en diferentes campos de conocimiento (astrofísica, la atmósfera, la óptica del océano, etc.). El método se basa en la simulación numérica y aplicando conceptos estadísticos de transporte de fotones en los medios de difusión. La posición del fotón depende exclusivamente de la posición anterior, y se generan caminos aleatorios que pueden describirse mediante cadenas de Markov (proceso estocástico en el que la probabilidad de que ocurra un evento depende exclusivamente del evento anterior).

A partir de que en 1983<sup>6</sup>, se incorporaran de forma innovadora las simulaciones MC en las interacciones de los sistemas heterogéneos con los láseres, su uso ha ido aumentando, llegándose a utilizar en interacciones con sistemas biológicos convirtiéndose en el método más utilizado y preferido por la comunidad científica<sup>7</sup> ya que llega a proporcionar resultados comparables con los experimentales<sup>8,9</sup>. El método MC proporciona una solución al transporte de la luz por medios difusos y anisotrópicos, como el caso de la piel. Este método se utiliza para, calcular y solucionar expresiones matemáticamente complejas que no pueden resolverse analíticamente o que son difíciles de evaluar con exactitud.

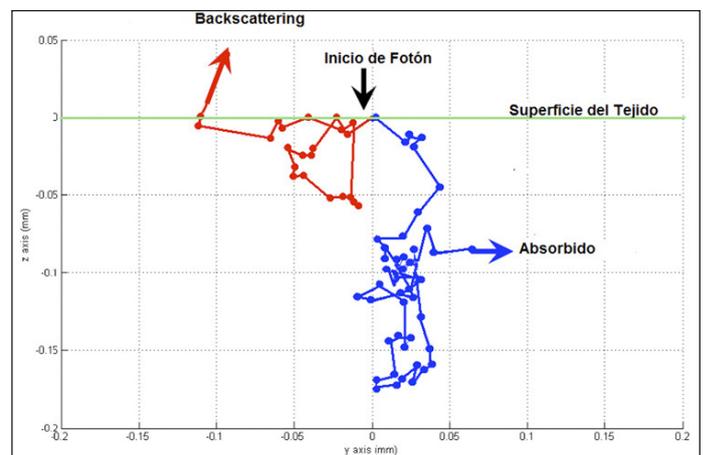
Este trabajo presenta un estudio con un programa comercial que es un simulador de MC para el transporte de fotones en tejidos heterogéneos como la piel. Se ha de tener en cuenta que el personal que participa en operaciones militares realiza la mayor parte de su actividad al aire libre estando expuesto a radiaciones actínicas por largos periodos de tiempo, en diferentes zonas con latitud y longitud geográficas diferenciadas, lo que afecta a las intensidades de radiación. Además cada vez los dispositivos electrónicos y materiales adquiridos por el Ejército como los nuevos lanzadores de misiles, cámaras de visión nocturna y muchos más incorporan

telémetros y dispositivos láseres. Un conocimiento más exhaustivo sobre la radiación electromagnética, especialmente la radiación láser dotaría a nuestros efectivos de una mejor forma de protección y de prevención de problemas de piel.

Cada capa de tejido está descrita por los siguientes parámetros: índice de refracción, grosor, el coeficiente de scattering  $\mu_s$ , el coeficiente de absorción  $\mu_a$  y el factor de anisotropía  $g$ , siendo el factor  $g$  la medida de la anisotropía de un medio que se puede caracterizar como el valor medio del coseno del ángulo de scattering<sup>10</sup>.

El simulador MC utilizado en el presente trabajo ejecuta el transporte de varios fotones de un láser incidentes sobre distintas pieles sanas, y sobre una piel con basalioma obteniendo un método para la caracterización y diagnóstico de dicha enfermedad en las pieles.

Un ejemplo de uso de simulación lo podemos observar en la figura 1, donde se muestran los distintos caminos que siguen varios fotones cuando interaccionan con un sistema biológico en estudio<sup>11</sup>.



**Figura 1.** Trayectoria posible de varios fotones simulados por MC en un tejido.

La melanina, la hemoglobina y los carotenos son tres pigmentos que otorgan a la piel una gran variedad de colores distintos. La melanina, en función de su cantidad consigue que la piel varíe de amarillo pálido a rojo y de pardo a negro. Debido a que el número de melanocitos es aproximadamente el mismo en todos los individuos, los diferentes colores de la piel son consecuencia de la cantidad de pigmento producido y transferido por los melanocitos a los queratinocitos).

Todo ello ha llevado a clasificar el tipo de pieles según su color mediante la clasificación de Fitzpatrick<sup>12</sup> (tabla 1).

## MATERIAL Y MÉTODO

Los parámetros ópticos introducidos en el programa de simulación son los coeficientes de absorción, *scattering*, y factor de anisotropía de cada capa de piel simulada, mientras que las propiedades ópticas que vamos a calcular serán, la transmitancia, reflectancia, y la densidad de potencia en unidades de irradiancia, para comparar su valor en cada piel y observar las diferencias que presentan con la piel con carcinoma basocelular.

Hemos simulado el fotón  $p$  con el siguiente vector  $(p, w, x, t, C)$  que representan el peso, la posición actual, el tiempo, la longitud de onda ( $\lambda$ ) y el sistema de coordenadas  $(i, j, k)$ , siendo  $k$  la dirección de propagación del fotón.

El principal inconveniente del método MC es el alto tiempo de cálculo necesario para su ejecución ya que si se quiere una variación aceptable en el modelado estadístico, necesita analizar un gran número de fotones. El programa utilizado para nuestra simulación es el comercial TracePro® versión 7.0 en un ordenador portátil Intel® Pentium® Dual CPU 1.73 GHz y 2 GB de RAM.

Respecto a la función de probabilidad, el método MC es un método para simular el transporte de la luz por el tejido por el envío de fotones o paquetes de fotones (muchos fotones) por un camino aleatorio sobre una muestra virtual de tejido en un ordenador. El camino de cada paquete de fotones se simula sobre si emerge o se absorbe.

La función de probabilidad de una interacción del fotón viene dada por:

$$p(x) = \mu_t e^{-\mu_t x}$$

Donde es el coeficiente de atenuación total, es decir la suma de los coeficientes de absorción y *scattering*.

La propagación de fotones en los tejidos continúa hasta que la intensidad del fotón se reduzca al 5% de su intensidad incidente o hasta que el fotón es emitido por retrodispersión hasta la superficie del tejido.

El trabajo experimental que presentamos utiliza el simulador de MC<sup>13</sup> y está basado en la interacción láser con tres tipos de pieles sanas como una piel caucásica, una piel hispana, una piel africana y una piel con lesión cancerosa. Las propiedades ópticas de cada tipo de piel han sido obtenidas del análisis bibliográfico, así como en publicaciones y otros trabajos<sup>14-16</sup>.

Como elemento diferenciador para su caracterización se realiza un estudio del patrón de incidencia en las distintas pieles así

como la transmitancia y reflectancia, lo que nos permite clasificar e incluso diagnosticar el tipo de piel que se ha expuesto.

La fuente excitante utilizada es una fuente circular de 0.01 milímetros de radio, con una potencia total de 1 Watio de radiación, y situada a 0.1 mm de la piel, lo que equivale a una radiación laser monocromática (emplearemos una longitud de onda distinta en cada simulación). Su patrón de retícula (grid-pattern) es circular, lo que determina un total de 2791 rayos de luz en cada simulación. El ángulo de incidencia es perpendicular y se ha ido variando la frecuencia de 50 en 50 nanómetros para observar las propiedades de irradiancia de cada uno de los tejidos expuestos.

Se utilizan 10 ejecuciones por cada simulación, lo que hace un total de casi 30000 fotones totales. Esto entra dentro de las publicaciones de referencia<sup>17,18</sup>.

Cuanto mayor número de fotones utilicemos mayor es la exactitud y menor la incertidumbre pero el tiempo de computación requerido es mayor. En nuestro caso hemos realizado un total de 440 simulaciones (10 por cada 11 longitudes de onda y cuatro tipos de pieles distintos) que en tiempo empleado equivale a:

- Simulaciones realizadas con 103 fotones : 15 segundos
- Simulaciones realizadas con 104 fotones: 5 minutos
- Simulaciones realizadas con 105 fotones: 45 minutos
- Simulaciones con 106 fotones: 8 horas

Y la variación en los datos obtenidos para una simulación de transmitancia y reflectancia no son excesivos teniendo un porcentaje de error de media del 0.8% respecto a utilizar nuestro número de fotones en lugar de 106 fotones y del 0,55% en la reflectancia.

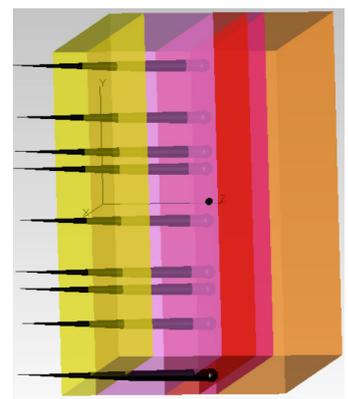
Además lo que mostramos en la publicación es la diferencia observada en los distintos tipos de piel más que el valor exacto a una determinada longitud de onda.

La elección de estos parámetros y no otros ha sido la búsqueda de una monocromaticidad en la radiación laser así como el compromiso entre el tiempo de ejecución del programa y la exactitud en los fotones siendo estos parámetros validados por la comunidad científica<sup>19</sup>.

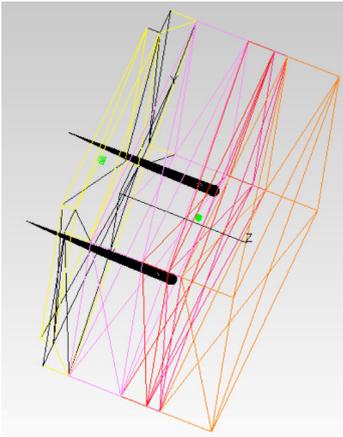
Las pieles que van a ser radiadas se modelizan como la figura 2, en la que se observa la estructura de multicapa que presenta la piel.

Todo modelo formal es una abstracción de la realidad no exenta de un margen de error. El trabajo presentado se trata de una simulación en la que se han añadidos propiedades ópticas publicadas en bibliografía obtenidas de forma real que se han incorporado a la simulación.

Los autores han tomado la distribución multicapa que presenta la piel de forma resumida y esquemática, las propiedades ópticas publicadas en bibliografía obtenidas de forma real que se han incorporado a la simulación.

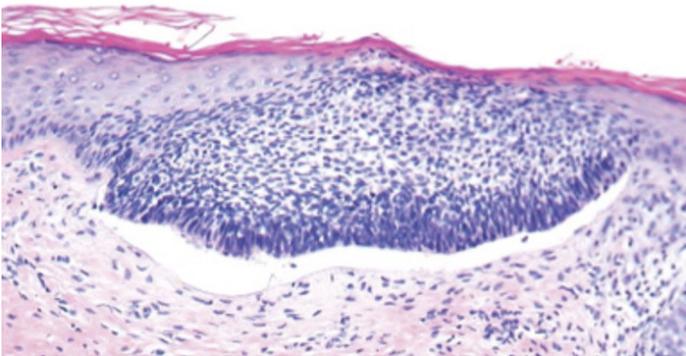


**Figura 2.** Piel simulada. Simulación de un tejido epitelial con varias capas. De izquierda a derecha: Epidermis (amarilla), dermis (lila), región papilar (roja), región reticular (morada) e Hipodermis (naranja).



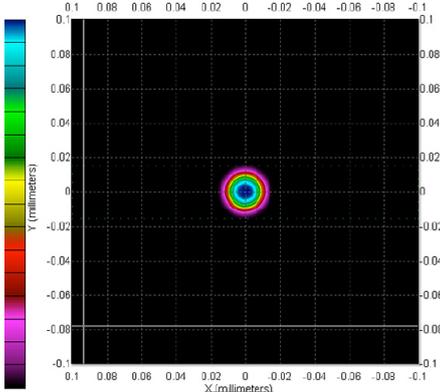
**Figura 3.** Simulación de piel con carcinoma basocelular.

superficial en el que las células tumorales sustituyen parcialmente las células epiteliales.



**Figura 4.** Carcinoma basocelular superficial.

El patrón de radiación de la fuente incidente, viene descrito en la figura 5 en la que los colores representan la densidad de potencia de la radiación (azul mayor, fucsia menor). Se va a observar el cambio del patrón en la superficie de la raíz capilar.



**Figura 5.** Patrón de radiación de la incidencia láser en la piel. Luz pulsada colimada que se emitirá por la fuente radiante.

dermis, plexo superficial de la dermis, dermis reticular, hipodermis, folículos y fluidos en una piel de 1 milímetro de altura por 0.5 milímetros de profundidad basándose en bibliografía existente<sup>20</sup>.

En el programa de simulación hemos agregado una capa anterior a la epidermis con las propiedades ópticas de dicho carcinoma basocelular<sup>21</sup> que mostramos en la figura 3.

Dicha simulación se corresponde con el caso de un carcinoma basocelular superficial

Para la recogida de información de transmitancia y reflectancia en la simulación se emplearon 2 fotodetectores idénticos colocados a 0.3 mm antes de la piel para obtener la reflectancia y otro a una distancia de 0.1 mm posterior a la piel para medir su transmitancia. El detector presenta las propiedades de InGaAs tipo PT521.

La viabilidad del método de MC puede encontrarse en la bibliografía así como la del programa comercial<sup>22</sup>. Además los autores han validado igualmente el programa comercial<sup>23</sup> estudiando las diferencias en reflectancias y transmitancias de varios tejidos adiposos y del corazón encontrando minúsculas diferencias entre el programa y otras referencias.

**RESULTADOS**

Se han realizado simulaciones con distintos tipos de pieles sanas, en concreto tres tipos de pieles como la caucásica (tipo III), hispana (tipo V) y africana (tipo VI) así como con una piel con carcinoma basocelular. Los resultados obtenidos se corresponden con los patrones de radiación en unidades de irradiancia en la raíz del folículo.

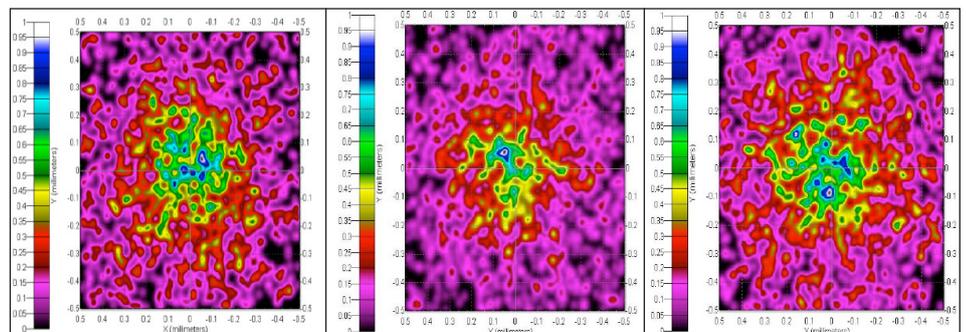
A continuación se muestran los resultados representativos para cada tipo de piel así como el análisis comparativo de todas las simulaciones realizadas.

Entendemos por reflectancia, la relación entre la potencia electromagnética incidente con respecto a la potencia que va a ser reflejada en la interfase aire-tejido, mientras que transmitancia es la relación entre la potencia incidente respecto a la potencia transmitida a lo largo de todo el volumen.

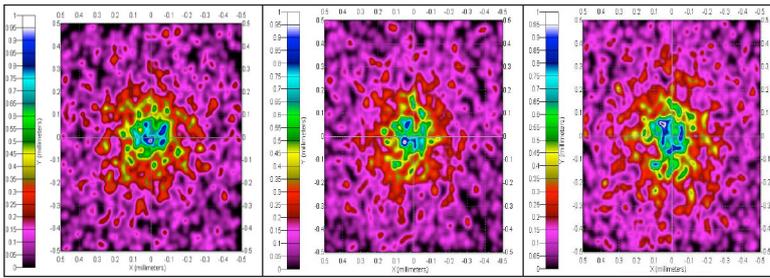
**Piel “sana”**

Entendemos por piel sana, aquella correspondiente con cualquiera de las pieles estudiadas en la clasificación de Fitzpatrick<sup>12</sup> que no posea un basalioma.

El patrón de radiación del láser va cambiando al interceder con los distintos tipos de pieles a distintas longitudes de onda. En las siguientes figuras observamos el patrón de radiación en unidades de irradiancia en el detector de la izquierda. En las figuras 6-7 se representa el patrón de radiación en unidades de

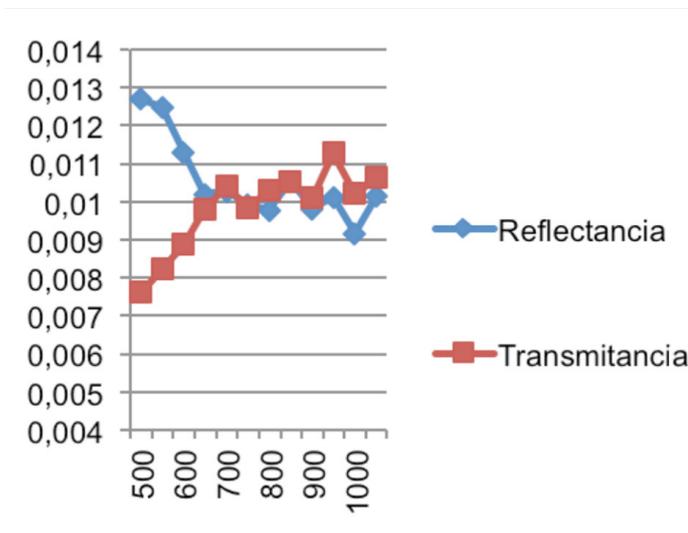


**Figura 6.** Patrón de radiación en unidades de irradiancia de  $\lambda = 500$  nm, de una piel caucásica, hispana y africana respectivamente en la superficie de la raíz del folículo.



**Figura 7.** Patrón de radiación en unidades de irradiancia de  $\lambda = 750 \text{ nm}$ , de una piel caucásica, hispana y africana respectivamente en la superficie de la raíz del folículo.

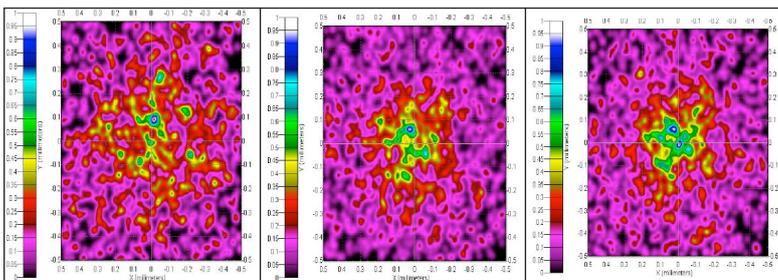
irradiancia (es decir la distribución de la densidad de potencia del haz incidente) en la raíz del folículo, mientras que en la figura 8 se representa el comportamiento en reflectancia y transmitancia para una piel caucásica.



**Figura 8.** Relación de transmitancia y reflectancia para piel caucásica respecto a su longitud de onda ( $\lambda$ ).

**Piel con carcinoma basocelular**

Se radia sobre una piel con carcinoma basocelular (basalioma) y obtenemos los siguientes resultados. En la figura 9 repre-



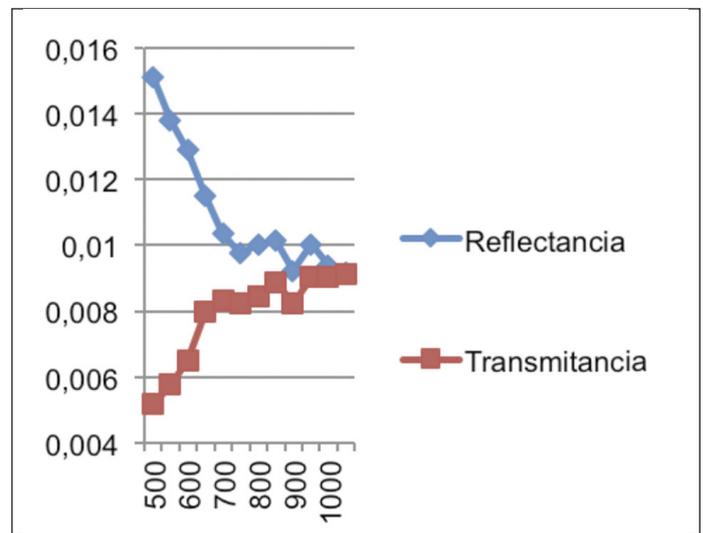
**Figura 9.** Irradiancia en piel con basalioma a 500, 750 y 1000 nm respectivamente.

sentamos el patrón de radiación del láser incidente sobre el carcinoma basocelular, mientras que en la figura 10 se observa los distintos parámetros de reflectancia y transmitancia de una piel con carcinoma basocelular.

**DISCUSIÓN**

El método y el programa que hemos utilizado, define los parámetros de propagación del fotón en forma de funciones de densidad de probabilidad, que describen la probabilidad de absorción o de una determinada dirección con el ángulo de scattering.

En una publicación previa<sup>23</sup>, los autores validaron y compararon con otros programas de simulación, el estudio de diferentes propiedades ópticas y tejidos comprobando la validez de los resultados con el simulador empleado en el presente trabajo<sup>24</sup>.



**Figura 10.** Transmitancia y reflectancia de piel con cáncer respecto a la longitud de onda ( $\lambda$ ).

En las figuras anteriores hemos presentado las distintas formas que el patrón de radiación presenta en la superficie de la raíz del folículo. En ellas observamos importantes diferencias en cuanto a la forma y distribución de la irradiancia a lo largo de distintas longitudes de onda, en las distintas pieles debido a las características ópticas de la piel y a la cantidad de hemoglobina y melanina presente en cada una de ellas.

Se observa, aunque no se muestren a todas las longitudes de onda, que el patrón de radiación va variando en  $\lambda$  del espectro visible (400-650 nm), esto es debido principalmente a que el espectro de la hemoglobina y melanina presentan actividad a estas longitudes de onda. Un dato importante a tener en cuenta es que aunque la absorción sea mayor a longitudes de onda más bajas (por la hemoglobina y melanina), no quiere decir que tengamos mayor irradiancia a estas longitudes de onda en el folículo en cuestión ya que cuanto menores sean las

longitudes de onda mayor va a ser el *scattering* y todo será un compendio entre los dos procesos.

Respecto a la transmitancia y reflectancia, se puede observar una diferenciación entre los distintos tipos de pieles con una piel con basalioma debido principalmente a la absorción por parte del basalioma.

La caracterización de reflectancia y transmitancia en el caso de pieles con basalioma tenemos que a longitudes de onda más bajas predomina la reflexión sobre la transmisión y a longitudes de onda de 500 nm la reflectancia es 3 veces mayor, mientras que en ningún momento la transmitancia supera a la reflectancia como en los casos de las pieles “sanas”. De aquí podemos sacar uno de nuestros resultados, si en un tejido no domina la transmitancia para longitudes de onda de en torno 1000 nm, no es un tejido “sano” y puede presentar una anomalía como un cáncer.

En las figuras 8 y 10 vemos como el cáncer del basalioma a 500 nm presenta un 15% más de reflectancia que una piel caucásica normal, un 16% a 550, un 18% a 600 nm y un 20% a 650 nm, consiguiendo un método eficaz para la detección de anomalías en la piel. De las figuras mencionadas anteriormente también se deduce que es mucho más fácil detectar un basalioma sobre una persona con piel hispana que sobre una muestra caucásica mediante la interacción del láser.

Observamos que todas las pieles presentan las mismas características ópticas de reflectancia, siendo mayor la diferencia entre ellas a longitudes de onda bajas.

## TRABAJOS FUTUROS

Los datos expuestos necesitan complementarse con una experimentación práctica y un análisis de resultados clínicos que validara la presentación simulada. El siguiente paso del trabajo es su implementación de forma fehaciente en la realidad con pacientes. Este estudio puede complementar a las nuevas técnicas de detección de imagen en el diagnóstico de las queratosis actínicas como la luz fluorescente, la tomografía de coherencia óptica o la microscopía confocal de reflectancia ya que presenta una simplificación en el instrumental y el utilaje. Además puede utilizarse como complemento a la dermatoscopia para tener elementos que faciliten el *screening* de una piel enferma.

Investigaciones en marcha, con la colaboración del Servicio de Dermatología de Hospital Central de la Defensa, permitirán validar el sistema frente al estudio histológico de las piezas neoplásicas extirpadas. Se piensa que unas pruebas de validación consistentes en aplicar sobre un grupo piloto de 10 pacientes para posterior establecer un grupo de N igual a 35 en la que se le aplicaría una radiación láser para observar su patrón de radiación serían suficientes.

Además la incorporación de una herramienta asequible para el diagnóstico no invasivo in vivo en los Hospitales de Campaña que discriminara la aparición de un cáncer de piel sobre la piel sana sería un instrumental que complementaria a la dermatoscopia de manera barata y sencilla.

Uno de los trabajos futuros inmediatos es utilizar muestras in vivo o in vitro de distintas pieles y su desarrollo experimental. Pero si nos limitamos al tipo de simulación realizada el si-

guiente paso sería describir una geometría de fronteras entre capas internas de la piel más compleja que la representada en la figura 2 y 3.

Por último, indicar que las simulaciones permiten disponer de información previa a la experimentación.

## CONCLUSIÓN

Este estudio presenta un método de análisis con datos innovadores, hasta donde conocen los autores, en la detección de cánceres de piel específicos (basaliomas). Al menos, en lo que se refiere a la simulación del patrón de radiación en la superficie de la raíz de un folículo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Miralles RC, Miralles I. Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor. Barcelona: Masson, 2005.
2. Zonios G, Bykowsky J, Kollias N. Skin melanin, hemoglobin, and light scattering properties can be quantitatively assessed in vivo using diffuse reflectance spectroscopy. *Journal of Investigative Dermatology* 2001; 117(6): 1452–1457.
3. Minet O, Mueller G, Beuthan J. Selected Papers on Optical Tomography. Fundamental and Applications in Medicine. 1988; 147 vols. SPIE Press Bellingham.
4. Tuchin V, Selected Papers on Tissue Optics: Applications in Medical Diagnostics and Therapy. 1994; Vol. 102. SPIE Press Bellingham.
5. Wu Z, Wang Y. Electromagnetic scattering for multilayered sphere: Recursive algorithms. *Radio Science (American Geophysical Union)*. 2012; 26(2): 1393–1401.
6. Wilson BC, Adam G. A Monte Carlo model for the absorption and flux distributions of light in tissue. *Medical Physics (Am.Assoc.Phys.Med)* 1983. 10(6): 824-830.
7. Prah S, Keijzer M, Jacques S, Welch A. A Monte Carlo model of light propagation in tissue. *SPIE Proceedings of Dosimetry of Laser Radiation in Medicine and Biology-* 1989; 5:102-111.
8. Wang L, Jacques SL, Zheng L. MCML—Monte Carlo modeling of light transport in multi-layered tissues. *Computer methods and programs in biomedicine (Elsevier)* 1995; 47, n° 2 (7): 131-146.
9. Vishwanath K, Poque B, Mycek MA. Quantitative fluorescence lifetime spectroscopy in turbid media: comparison of theoretical, experimental and computational methods. *Phys Med Biol*. 2002; 47 (18) :3387-3405.
10. Mishchenko MI, Hovenier JW, Travis LD. Light Scattering by Nonspherical Particles: Theory, Measurements, and Applications. 2000. San Diego: Academic Press.
11. Leahy MJ. Advanced Tissue Optics for Physical Scientist Tissue Optics and Microcirculation Imaging Facility. Department of Physics. University of Limerick., 2002.
12. Fitzpatrick, TB. Soleil et peau [Sun and skin]. *Journal de Médecine Esthétique (in French)* 1975; 2: 33-34.
13. Guerra P, Aguirre J, Ortuño J E, Ledesma M J, Vaquero J J, Desco M, Ripoll J, Santos J. Simulador Monte Carlo para el estudio de la propagación de la luz en el tejido” *Actas del XXVII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica*, 2009.
14. Branco G. The development and evaluation of head probes for optical imaging of the infant heat. Department of Medical Physics & Bioengineering. University College London, 2007.
15. Tuchin V. Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis. 2007. SPIE Press Bellingham
16. Vo-Dinh, Tuan. Biomedical Photonics Handbook. 2003. CRC Press.
17. Welch A J, van Gemer JC. Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue. Springer Science Business Media B.V. 2011.
18. *Journal Of Geophysical Research*, Vol. 107, No. D22, 4650, Doi:10.1029/2001jd001166, 2002

19. Dhawan AP, D'Alessandro B, Xiaolei F. Optical Imaging Modalities for Biomedical Applications. IEEE Reviews in Biomedical Engineering 2002; 3: 69-92.
20. Igarashi T, Nishino K, Nayar K. The Appearance of Human Skin. Technical Report: CUCS-024-05. Department of Computer Science. Columbia University New York. 2005.
21. Simpsonz CR, Kohlyx M, M Essenpreisk, Copey M. Near-infrared optical properties of *ex vivo* human skin and subcutaneous tissues measured using the Monte Carlo inversion technique. Phys. Med. Biol. 1998; 43:2465–2478.
22. Maeder U, Schmidts T, Avci E, Heverhagen JT, Runkel F, Fiebich M. Feasibility of Monte Carlo simulations in quantitative tissue imaging. Int J Artif Organs 2010; 33 (4): 253-259
23. Campoy J, González-Marcos AP. Estudio de las Propiedades Ópticas de los tejidos con el método de Monte Carlo. 2011; XXIX Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica.
24. Campoy J, Alcarria R P, González-Marcos AP. Estudio del comportamiento óptico de pieles utilizando técnicas de Monte Carlo. 2014; Rev. int. métodos numér. cálc. diseño ing. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2014.04.004>

# Traumatismo de alta velocidad por arma de fuego en zona de conflicto

Navarro Suay R.<sup>1</sup>, Tamburri Bariain R.<sup>2</sup>, Sáenz Casco L.<sup>3</sup>, Bodega Quiroga I.<sup>4</sup>, D'Agostino L.<sup>5</sup>, Pozza M.<sup>6</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 91-94; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

Presentamos el caso de una baja por arma de fuego ingresada en el Role 2E español de Herat (Afganistán) analizando el diagnóstico, tratamiento y evacuación en el teatro de operaciones.

**PALABRAS CLAVE:** Baja, herida de arma de fuego, Role 2 español.

## High velocity trauma by gunshot in conflict area

**SUMMARY:** We present a case of a casualty by gunshot who was admitted in Spanish Role 2E (Herat –Afghanistan–) showing the diagnosis, treatment and evacuation in the theatre.

**KEYWORDS:** Casualty, Gunshot, Spanish Role 2.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente el traumatismo en combate ha supuesto un reto, una experiencia y un aprendizaje en la medicina militar y por ende en la sanidad civil. La guerra actual difiere respecto a las de la primera mitad del siglo XX. Hoy en día se pretende desestabilizar las bases política, cultural y social de un territorio, las armas se diseñan para atacar no solo al combatiente sino a civiles y el campo de batalla ha alcanzado el territorio urbano.

Para atender a las bajas en combate por arma de fuego y por explosivo es necesario analizar el agente lesional empleado, estudiar las regiones anatómicas más afectadas, aprender la fisiopatología, la clínica y el diagnóstico de este tipo de traumatismo, conocer un esquema terapéutico que prioriza el control de la hemorragia por delante del aislamiento de la vía aérea, entender en qué consiste la reanimación del control del daño, comprender el despliegue escalonado de la sanidad militar y valorar la evacuación a retaguardia como parte del tratamiento<sup>1</sup>.

## CASO CLÍNICO

Presentamos el caso de un varón, de 29 años (165 cm, 68 Kg), afgano, policía, que durante un atentado sufrió un traumatismo

abierto en codo derecho secundario al impacto de arma de fuego (probablemente AK-74 de 7,62 mm) (Figura 1). Tras el incidente, se le colocó un torniquete a nivel humeral, se le aplicó un hemostático granulado a nivel tópico (Celox® SAM Medical Products, Newport, Oregon, EEUU) y se administró ácido tranexámico (1 g iv). Fue evacuado por medio de un helicóptero medicalizado hasta el Role 2E español de Herat (Afganistán) llegando a la sala de triaje 70 minutos después de sufrir la lesión.

En la valoración primaria, el herido presentaba GCS 15 pts, SatO<sub>2</sub> periférica de 98%, frecuencia cardíaca de 110 lpm, tensión arterial no invasiva de 130/80 mmHg y con buen control del dolor (EVA 2/10) tras administración de midazolam (3 mg iv) y ketamina (30 mg iv). Se confirmó la presencia de herida de arma de fuego con orificio de entrada en codo sin orificio de salida. En la radiografía se evidenció una fractura distal de húmero izquierdo, una fractura proximal de cúbito izquierdo y fractura proximal de radio izquierdo (Figura 1).

Se decidió intervención quirúrgica para desbridamiento, limpieza, extracción de las esquirlas óseas y colocación de un fijador externo en brazo izquierdo bajo anestesia general.

Durante la realización del estudio preanestésico no se encontraron alteraciones de consideración en la analítica sanguínea, en el ECG o la valoración de la vía aérea. El paciente no recordaba cuándo había sido su última ingesta y aceptó el consentimiento informado en presencia de un intérprete.

En quirófano se utilizó una monitorización grado I (SatO<sub>2</sub> periférica, frecuencia cardíaca, tensión arterial no invasiva y capnografía) incrementada con dispositivo de análisis bispectral (BIS®), monitor continuo de hemoglobina (Masimo® Radical 7) y termómetro orofaríngeo. Se premedicó al herido con midazolam (1 mg iv) y con ketamina (20 mg iv). Tras 3 minutos de desnitrógenización con FiO<sub>2</sub> al 80% consiguiendo una SatO<sub>2</sub> del 100%, se procedió a la inducción de anestésica de secuencia rápida con fentanilo (150 µg iv), propofol (130 mg iv) y rocuroonio (30 mg iv). Se realizó laringoscopia estándar (Cormak II), se aisló la vía aérea con tubo endotraqueal de 7,5 mm y se

<sup>1</sup> Cte. Médico. Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del dolor.

<sup>2</sup> Cte. Médico. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

<sup>3</sup> Cte. Médico. Servicio de Medicina Intensiva.

<sup>4</sup> Cte. Médico. Servicio de Cirugía General.

Hospital Central de la Defensa "Gómez Ulla". Instituto Mixto de Investigación Biosanitaria de la Defensa (IMIDEF). Madrid. España.

<sup>5</sup> Alf. Médico. Cruz Roja italiana (Cuerpo Militar). Servicio de Anestesiología. Hospital "San Mateo". Pavía. Italia.

<sup>6</sup> Cap. Médico. Ejército italiano. Polígono Militar "Force Reno" Ravenna. Italia.

**Dirección para correspondencia:** Ricardo Navarro Suay, r\_navarro\_suay@yahoo.es

Recibido: 28 de abril de 2014.

Aceptado: 3 de noviembre de 2014.



**Figura 1.** Impacto de proyectil de alta velocidad en codo izquierdo y radioescopia intraoperatoria de la misma lesión.

rellenó el balón de neumotaponamiento con aire (8 ml). Tras seleccionar parámetros de ventilación protectora ( $V_T$  420 ml, PEEP 7,  $FiO_2$  45%) no fue necesaria la realización de maniobras de reclutamiento alveolar. El mantenimiento anestésico se realizó con mezcla de  $O_2$ , aire y sevoflurano. Durante los 75 minutos del procedimiento quirúrgico el paciente se mantuvo con tendencia a la taquicardia. La intervención realizada fue reducción abierta bajo control de escopia, osteosíntesis transarticular mediante implantación de fijador externo Hoffmann II Stryker en configuración multiplanar, lavado pulsátil de la herida y desbridaje del tejido necrótico que implicaba al extensor carpi ulnaris, flexor carpi ulnaris y tendón tricipital.

Se administró profilaxis antitetánica, antibiótica (cefazolina 2 g iv y metronidazol 500 mg iv), gastroprotectora (omeprazol 40 mg iv), antiemética (granisetron 3 mg iv), antiinflamatoria (desketoprofeno 50 mg iv), ocular (pomada oculos-epitelizante junto con cierre palpebral forzado), ortopédica (protección articular) y térmica (regulación de la temperatura del quirófano, calentador de fluidos y manta de aire caliente). Para mejorar el control del dolor, además de realizar una analgesia multimodal (metamizol 2 g iv, paracetamol 1 g iv, ketamina 30 mg iv y fentanilo 150  $\mu$ g iv) se utilizó un bloqueo nervioso periférico ecoguiado a nivel interescalénico empleando 37 mg de bupivacaína 0,25%. La educación se realizó sin incidencias y no fue

necesaria la antagonización de opiáceos ni la reversión del relajante muscular. El paciente ingresó estable y con buen control del dolor en la unidad de cuidados intensivos y posteriormente pasó a sala de hospitalización. Fue dado de alta del Role 2E a las 72 horas de sufrir el atentado, siendo evacuado a un hospital militar afgano para su curación de partes blandas y futura osteosíntesis.

## DISCUSIÓN

Durante la década de 1960, 1970 y 1990 la humanidad ha sufrido 11, 14 y 50 conflictos al año respectivamente. En combate, el traumatismo penetrante ocasiona el 90% de las bajas, los agentes lesionales que predominan son los proyectiles por arma de fuego y los explosivos ocasionando fundamentalmente traumatismos en extremidades<sup>2</sup>.

En España, entre los años 1968-1988 se perpetraron 1946 atentados terroristas provocando 1230 heridos y 742 muertos<sup>3</sup>. La experiencia reciente obtenida por médicos militares españoles en la atención de este tipo de traumatizados fundamentalmente se basa en la guerra de los Balcanes, Irak, atentado del 11 de marzo de 2004 y Afganistán (hasta la realización de este trabajo las fuerzas españolas han sufrido más de 500 ataques de

la insurgencia y han desactivado más de 1500 artefactos explosivos en esta zona de operaciones<sup>4</sup>).

Según la masa del proyectil disparado, las armas de fuego se clasifican en pequeño y grueso calibre y dependiendo de la velocidad del proyectil, en armas de alta y baja velocidad. Si analizamos los factores que determinan la energía cinética ( $E_c = \frac{1}{2} \text{ masa} \times \text{velocidad}^2$ ), comprobamos que el poder lesivo del proyectil dependerá fundamentalmente en la velocidad más que de la masa. De hecho, la lesión es proporcional a la diferencia entre la energía cinética en el momento del impacto y a la salida del organismo, provocando un daño mayor cuando la velocidad en el punto de salida es cercana a 0. Esto es debido a que toda la energía cinética se ha disipado en los tejidos involucrados, provocando una mayor afectación orgánica<sup>5</sup>.

Muy relacionado con la velocidad del proyectil se encuentra el fenómeno de cavitación. Cuando un proyectil impacta en el organismo, la energía cinética se va a disipar hacia adelante y en sentido lateral a la trayectoria, generando en milisegundos una cavidad con presión subatmosférica. El estiramiento, la compresión y el cizallamiento tisular resultante, pueden producir lesión en vasos, nervios, músculos que nunca estuvieron en contacto con el proyectil. El tipo de orificio de salida también puede depender del fenómeno de cavitación de tal forma que, si el proyectil sale del organismo durante la formación de la cavidad, originará un orificio de salida mucho mayor que si el fenómeno de cavitación ya ha terminado. Además, la presión negativa de la cavidad puede originar una aspiración de material extraño (ropa, botón...) dentro de la herida<sup>5</sup>.

Hay otros factores que influyen en la gravedad de la lesión, como son la forma del proyectil, su composición, la propensión al cabeceo, el tipo de tejido afectado y la formación de proyectiles secundarios al impactar en tejidos con alta resistencia como el óseo<sup>5</sup>.

El manejo de la baja de combate debe ser precoz, protocolizado y multidisciplinar, siendo especialmente necesario el control exhaustivo de la hemorragia, la infección y del dolor. En este caso clínico el sangrado se trató de manera inicial mediante la colocación de un torniquete, la aplicación de un hemostático tópico y la administración de ácido tranexámico. Las dos primeras medidas son necesarias según la doctrina del JTTS<sup>6</sup>. El ácido tranexámico ha demostrado<sup>7</sup> mejorar la supervivencia de la baja de combate si es administrado en las primeras 3 horas tras el traumatismo.

La profilaxis antibiótica elegida ante un traumatismo penetrante en miembros fue cefazolina y metronidazol. La guía de profilaxis antibiótica de la baja en combate seguida por la sanidad militar estadounidense<sup>8</sup> recomienda la administración de cefazolina, mientras que la del ejército británico sugiere el empleo de amoxicilina clavulánico<sup>9</sup>. Los autores nos decantamos por nuestra pauta para cubrir más satisfactoriamente la posible infección por anaerobios.

El tratamiento del dolor fue precoz y multimodal. Varios autores sugieren que un adecuado control del dolor disminuye la incidencia de dolor crónico, estrés postraumático y facilita la reincorporación a la unidad militar de procedencia. Como complemento a la anestesia general realizada, se empleó un bloqueo periférico para disminuir la sensación dolorosa a nivel postoperatorio. En esta línea de actuación encontramos bibliografía<sup>10</sup> que recomienda este tipo de medida.

La fijación externa transarticular en el miembro lesionado está especialmente indicada en presencia de fracturas complejas peri e intra articulares, fracturas con extenso daño capsular y ligamentoso y heridas penetrantes con componente articular y daño capsular y ligamentoso<sup>11</sup>.

La reducción de la fractura en las fases iniciales del procedimiento quirúrgico suele presentar dificultades técnicas aunque en algunas ocasiones y gracias al carácter de fractura abierta de muchas de las fracturas articulares, se puede realizar una reducción de la fractura mediante visión directa y control manual. Tras la fijación externa se produce una relajación de las partes blandas venciendo el espasmo muscular y siendo por tanto más fácil la reducción de los fragmentos fractuarios. Posiblemente el elemento técnico más complejo sea el control rotacional en el procedimiento de reducción de la fractura<sup>12</sup>.

Se debe intentar una correcta reducción del componente articular de la fractura, pero este no puede ser un fin en sí mismo ya que al mismo tiempo se debe realizar un extenso desbridaje de las partes blandas necróticas. Recordemos que en el medio bélico debemos de realizar procedimientos de ortopedia de control del daño que tienen a su vez una limitación temporal en su ejecución<sup>11-12</sup>.

El procedimiento quirúrgico para tratar a estas bajas debe ser mínimamente agresivo y realizado en el menor tiempo posible con el fin de no producir un daño fisiológico añadido (el llamado *second hit*) sobre un daño inflamatorio generalizado previo (*first hit*). En la fractura en sí, el objetivo es eliminar el desplazamiento fructuario de los grandes fragmentos y reducir la presión sobre las partes blandas y las estructuras neurovasculares<sup>12</sup>.

Finalmente la doctrina militar recomienda que las bajas en combate no permanezcan ingresadas de forma prolongada en un segundo escalón sanitario con el objetivo de no sobrecargar este nivel sanitario y perjudicar el posible flujo de bajas futuras. Gracias a la adecuada coordinación, nuestro paciente fue evacuado a un hospital militar afgano a las 72 horas para su completa recuperación.

## CONCLUSIÓN

El arma de fuego sigue constituyendo uno de los principales agentes lesionales de las bajas en combate. Es recomendable analizar la fisiopatología de este tipo de heridas, el diagnóstico, el tratamiento y los aspectos logísticos de la baja en combate para poder prestarle una adecuada atención tanto en zona de operaciones como en territorio nacional.

El manejo de la baja de combate debe ser precoz, protocolizado y multidisciplinar, siendo especialmente necesario el control exhaustivo de la hemorragia (torniquete, hemostático tópico y ácido tranexámico), la infección (cefazolina y metronidazol o amoxicilina-clavulánico) y del dolor (analgesia multimodal).

El procedimiento quirúrgico para tratar a estas bajas debe ser mínimamente agresivo y realizado en el menor tiempo, considerando la fijación externa transarticular y desbridaje de partes blandas, técnicas de elección dentro de la ortopedia del control del daño.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Navarro Suay R, Bartolomé Cela E, Jara Zozaya I, Hernández Abadía de Barbará A, Gutiérrez Ortega C, García Labajo JB. Medicina aún más crítica: análisis retrospectivo de las bajas atendidas en la UCI del Hospital Militar español de Herat (Afganistán). *Med Intensiva*. 2011;35(3):157-65.
2. Smith J, Greaves I, Porter KM. Major trauma. Oxford: Oxford University Press; 2011.
3. Politraumatismo. Fundación Maphre. Ed. Maphre. 1994.
4. Montánchez E. Misión: Afganistán, Madrid: Ministerio de Defensa; 2012.
5. Jenkins D. The effects of bullets. En Brooks A, Clasper J, Midwinter M, Hodgetts T, Manoney P, editors. *Ryan's Ballistic Trauma*. 3ª ed. Springer; 2011. p. 37-40.
6. Kragh JF, Swan KG, Smith DC, Mabry RL, Blackburne LH. Historical review of emergency tourniquet use to stop bleeding. *American J Surgery* 2012; 203: 242-52.
7. Morrison JJ, Ross JD, Dubose JJ, Jansen JO, Midwinter MJ, Rasmussen TE. Association of cryoprecipitate and tranexamic acid with improved survival following wartime injury, findings from the MATTERS II Study. *JAMA Surg* 2013; 148(3): 218-25.
8. Hospenthal DR, Murray CK, Andersen RC, Bell RB, Calhoun JH, Cancio LC. Guidelines for the prevention of Infections associated with combat-related injuries: 2011 Update. *J Trauma* 2011; 71(S1): 202-9.
9. Parker PJ. Prehospital antibiotic administration. *JR Army Med Corps* 2008; 154(1): 5-9.
10. Namplaparampil DE, Lee BE, Chen YY, Cheng DS. Innovations in Access to interventional pain management. *Mil med* 2013; 178 (4): 362-4.
11. Bumbasirević M, Lesic A, Mitkovic M, Bumbasirević V. Treatment of blast injuries of the extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006; 14(10 Spec No.):S77-81.
12. Melvin JS, Dombroski DG, Torbert JT, Kovach SJ, Esterhai JL, Mehta S. Open tibial shaft fractures: I. Evaluation and initial wound management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010 Jan; 18(1):10-9. Review.

# Ortopedia de control del daño infantil en zona de combate

Tamburri Bariain R.<sup>1a</sup>, Navarro Suay R.<sup>2a</sup>, Porter M.<sup>3b</sup>, Bodega Quiroga I.<sup>4a</sup>, Sáenz Casco L.<sup>5a</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 95-97; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

El objeto de esta comunicación breve es presentar un caso de fractura pediátrica tratada mediante premisas de Ortopedia de Control del Daño en el segundo escalón quirúrgico español de Camp Arena, Herat, Afganistán.

**PALABRAS CLAVE:** Blast, Fractura pediátrica, Ortopedia de control del daño, ROLE 2.

## Pediatrics Damage Control Orthopaedic Surgery in Area of Operations

**SUMMARY:** This is case report about a femoral shaft pediatric fracture treated with Orthopaedic Damage Control Means completed at the Second Surgical Echelon in Herat, Afghanistan. We show the benefits of this kind of procedures.

**KEYWORDS:** Blast Injury, Pediatric fracture, Damage control surgery, ROLE 2.

## INTRODUCCIÓN

Las fracturas de la diáfisis femoral son fracturas de alta energía y están frecuentemente asociados a traumatismos de tráfico y con menos frecuencia son de origen patológico<sup>1,2</sup>, y en zonas de guerra o en proceso de pacificación al efecto directo de explosivos o su onda de blast. En este tipo de escenarios son los explosivos improvisados o las minas antipersonal los agentes lesionales más frecuentemente implicados<sup>3-5</sup>. Las fracturas de fémur suponen dentro del conjunto de las fracturas infantiles menos del 1% de todas las fracturas en la edad pediátrica<sup>6</sup>. Estas pueden ocurrir en cualquier segmento de edad, pero es el rango de edad entre los 11 y los 12 años el que engloba el 75% de los casos pediátricos; Las diferencias de densidad ósea entre la edad infantil y adulta explican que la ratio entre ambas sea de 130:17.

## CASO CLÍNICO

Paciente varón de cinco años de edad que tras sufrir un atentado con explosivo improvisado (*Improvised Explosive Device-IED*) en un lugar público es evacuado sobre un centro asistencial local siendo diagnosticado en primera instancia de fractura diafisaria de fémur izquierdo. La fractura no es adecuadamente reducida (Figura 1) y se inmoviliza con una férula suropédica. Se evacua sobre el segundo escalón quirúrgico militar español ROLE 2 de Herat, Afganistán para tratamiento definitivo.

Tras constatarse la inaceptable reducción fractuaria, se decide la realización de un procedimiento quirúrgico de Ortopedia de Control del Daño que consiste en una reducción e inmovilización mediante fijación externa.

En ausencia de varillas endomedulares elásticas tipo TENS o fijadores externos para la edad pediátrica se decide una fijación



**Figura 1.** Inaceptable reducción inicial de fractura diafisaria de fémur.

<sup>1</sup> Cte. Médico. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

<sup>2</sup> Cte Médico. Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del dolor.

<sup>3</sup> Lieutenant Colonel Dr. US Army Medical Corps.

<sup>4</sup> Cte Médico. Servicio de Cirugía General.

<sup>5</sup> Cte Médico. Servicio de Medicina Intensiva.

<sup>6</sup> Hospital Central de la Defensa "Gómez Ulla". Instituto Mixto de Investigación Bio-sanitaria de la Defensa (IMIDEF). Madrid. España.

<sup>b</sup> 909th Forward Surgical Team, Chicago, IL. Department of the Army. United States of America.

**Dirección para correspondencia:** rtambar@oc.mde.es

Recibido: 8 de mayo de 2014.  
Aceptado: 25 de junio de 2014.

externa mediante un fijador externo de muñeca (utilizado como método de circunstancias) sobre diáfisis femoral izquierda.

En quirófano y previa optimización anestésica se procede al tiempo quirúrgico que implica un desbridamiento de las partes blandas necróticas con lavado pulsátil profuso. Mediante escopia se confirma la presencia de una fractura de diáfisis femoral de trazo transverso e inestable. Se procede a reducción cerrada con control de escopia de la fractura, realizándose una técnica de fijación externa mediante implantación de un fijador externo Stryker™ TRIAX (Fijador externo de muñeca y pequeños fragmentos utilizado aquí como método de circunstancias) en configuración monoplano y monotubo. Dos pines proximales y dos pines distales y comprobación bajo escopia de la correcta colocación de los pines (Figura 2).



**Figura 2.** Fijación externa Stryker TRIAX monotubo sobre diáfisis femoral. Inmediato postoperatorio.

## RESULTADOS

Se realizó seguimiento clínico y radiológico de la fractura con curación completa de la lesión de partes blandas. Se consigue callo de fractura progresivo y suficiente con alineación satisfactoria de los extremos fracturarios (Figuras 3 y 4). Tras retirada de fijación externa se consigue la deambulación autónoma, estable e indolora.

## DISCUSIÓN

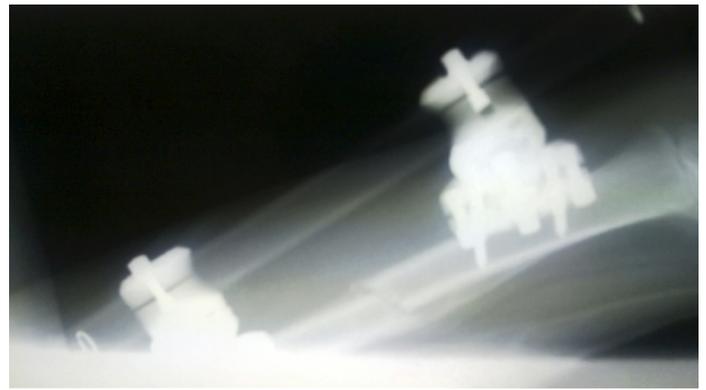
### Las fracturas de diáfisis femoral entre los 5 y los 15 años.

#### Opciones terapéuticas.

#### La tracción transesquelética

Todavía es ampliamente usada en países en desarrollo y áreas de conflicto. El procedimiento de tracción transfemoral con estribo es un procedimiento que implica bajo riesgo quirúrgico. La tracción en exclusiva durante un periodo de entre 6 y 8 semanas tiene como alternativa el uso de la tracción durante 3 a 4 semanas continuada con una inmovilización con yeso cerrado en *espica* durante 2 o 3 semanas más<sup>8,9</sup>.

Una alternativa muy utilizada en el pasado fue la tracción bilateral de ambos fémures sobre ambos miembros inferiores ferulizados. El tratamiento con la llamada férula de Weber permitía un óptimo control rotacional e implicaba una mayor duración de la tracción que debía seguirse de dos semanas adicionales con yeso cerrado tipo *espica*<sup>10</sup>.



**Figura 3.** Control radiológico con proyección lateral de la diáfisis del fémur tras procedimiento.



**Figura 4.** Curación completa de partes blandas.

#### El yeso en *espica*

El uso del llamado yeso en *espica* es un método de tratamiento de bajo riesgo usado todavía en algunos centros habiéndose utilizado sobre todo en el tramo de edad entre los 7<sup>11</sup> y los 10 años<sup>12</sup>. De cualquier manera, la aplicación del yeso de *espica* con un correcto ajuste y una correcta aplicación de los principios mecánicos que la rigen no es una cuestión sencilla.

En su aplicación sobre una tabla denominada a su vez tabla de *espica*, se deben evitar los defectos de consolidación en varo y malrotación. Se aplica una flexión de 45° sobre cadera y rodilla que puede ser suficiente como maniobra de reducción. El miembro afecto y respecto al plano longitudinal presentará abducción mínima o neutra. En caso de mala reducción puede ser necesaria la realización de ventanas o cuñas sobre el yeso. Las fracturas transversas y oblicuas pueden desarrollar acortamiento<sup>13</sup>. La retirada final del yeso se realiza a las 6-8 semanas con un retorno a la actividad completo a las 3 ó 4 semanas<sup>14</sup>. Un alternativa a este tratamiento pero siguiendo los mismo principios biomecánicos es el uso de ortesis termoconformadas tipo *brace*<sup>15</sup> o de la ortesis en *espica* con apoyo en tres puntos<sup>16</sup>. Ambos métodos evitan la hospitalización prolongada y permiten el tratamiento domiciliario.

#### Los fijadores externos

Ha sido un dispositivo de amplio uso como tratamiento de las fracturas de diáfisis femoral durante los últimos 20 años. La

fijación externa y estable de la fractura permite una carga precoz del miembro junto a un retorno precoz a la actividad<sup>17,18</sup>.

La mayoría de las complicaciones se han referido en relación con infección de los pines, aunque su tasa de infección suele ser mayor cuando se utilizan los fijadores externos con otros fines (intentos de elongación de miembros o discrepancias de longitud).

En las fracturas transversas de fémur (como es la que nos ocupa en este caso) el fijador debe continuarse en su uso durante tres meses, mientras que en fracturas con trazos espiroideos puede ser suficiente con dos o menos incluso. La refractura después de la retirada del fijador externo puede ocurrir hasta en un 10% de los casos, implicando por tanto un segundo periodo de morbilidad.

### *Los dispositivos endomedulares*

Con la introducción de las varillas endomedulares de titanio durante los últimos años, los fijadores externos han perdido su papel terapéutico dominante aunque su uso sigue estando vigente para fracturas abiertas tipo Gustilo 2 y 3, fracturas consecuencia de la onda de blast asociada a explosivos y heridas por arma de fuego<sup>19</sup>.

El uso de varillas elásticas de titanio endomedulares se ha convertido en la actualidad en el método de elección en las fracturas de diáfisis femoral en edad escolar. Se han desarrollado diferentes tipos de dispositivos elásticos y endomedulares como los franceses denominados clavos de Nancy o ESIN (Elastic Stable Intramedullary Nailing)<sup>20-22</sup>. El sistema se ha extendido a toda Europa<sup>23-25</sup> y Norteamérica siendo el método de elección para este tipo de fracturas en la actualidad<sup>26-28</sup>.

Otros dispositivos de concepción *similar son los llamados TENS* (Titanium Endomedullary Nail System) de uso generalizado en la actualidad y que ha sustituido parcialmente al fijador externo como método de fijación en muchos centros<sup>29-31</sup>. En un estudio randomizado de Bar-on *et al.* se han constatado unos mejores resultados en comparación con los referidos a la fijación externa<sup>21</sup>.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Landin LA. Fracture patterns in children. Analysis of 8682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in Swedish urban population 1950-1979. *Acta Orthop Scand Suppl* 1983; 202: 1-109.
2. Hedlund R, Lindgren U. The incidence of femoral shaft fractures in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1986; 6: 47-50.
3. Bumbasirević M, Lesic A, Mitkovic M, Bumbasirević V. Treatment of blast injuries of the extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10 Spec No.):S77-81.
4. Haidukewych GJ. Temporary external fixation for the management of complex intra- and periarticular fractures of the lower extremity. *J Orthop Trauma*. 2002 Oct;16(9):678-85.
5. Labeeu F, Pasuch M, Toussaint P, Van Erps S. External fixation in war traumatology: report from the Rwandese war (October 1, 1990 to August 1, 1993). *J Trauma*. 1996 Mar;40(3 Suppl):S223-7.
6. Cooper C, Dennison EM, Leufkens HG, et al. Epidemiology of childhood fractures in Britain: a study using the general practice research database. *Bone Mineral Res* 2004; 19: 1976-1981.
7. Kasser JR, Beaty JH. Femoral shaft fractures. In: Beaty JH, Kasser JR, eds. *Rockwood and Wilkins' Fractures in Children*, 5th ed. Philadelphia: Lippincott-Williams & Wilkins; 2001: 941-980.
8. Hinton RY, Lincoln A, Crockett MM, et al. Fractures of the femoral shaft in children. Incidence, mechanisms, and sociodemographic risk factors. *J Bone Joint Surg* 1999; 81: 500-509.
9. Taitz J, Moran K, O'Meara M. Long bone fractures in children under 3 years of age: is abuse being missed in Emergency Department presentations? *J Paediatr Child Health* 2004; 40: 170-174.
10. Banaszkiwicz PA, Scotland TR, Myerscough EJ. Fractures in children younger than age 1 year: importance of collaboration with child protection services. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 740-744.
11. Schwendt RM, Werth C, Johnson A. Femur shaft fractures in toddlers and young children: rarely from child abuse. *J Pediatr Orthop*. 2000 Jul-Aug;20(4):475-81.
12. Thompson JD, Buehler KC, Sponseller PD, et al. Shortening in femoral shaft fractures in children treated with spica cast. *Clin Orthop Rel Res* 1997; 338: 74-78.
13. Hughes BF, Sponseller PD, Thompson JD. Pediatric femur fractures: effects of spica cast treatment on family and community. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 457-460.
14. Gross RH, Davidson R, Sullivan JA, et al. Cast brace management of the femoral shaft fracture in children and young adults. *J Pediatr Orthop* 1983; 3: 572-582.
15. Guttmann GG, Simon R. Three-point walking spica cast: an alternative to early or immediate casting of femoral shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 699-703.
16. Aronson J, Tursky EA. External fixation of femur fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 157-163.
17. Davis TJ, Topping RE, Blanco JS. External fixation of pediatric femoral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1995; 318:191-198.
18. Hull JB, Bell MJ. Modern trends for external fixation of fractures in children: a critical review. *J Pediatr Orthop B* 1997; 6:103-109.
19. Weinberg AM, Hasler CC, Leitner A, et al. External fixation of pediatric femoral shaft fractures. *Europ J Trauma* 2000; 1:25-32.
20. Hedin H, Hjorth K, Rehberg L. External fixation of displaced femoral shaft fractures in children: a consecutive study of 98 fractures. *J Orthop Trauma* 2003; 17: 250-256.
21. Bar-On E, Sagiv S, Porat S. External fixation or flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg* 1997; 79 B: 975-978.
22. Ramseier LE, Bhaskar AR, Cole WG, et al. Treatment of open femur fracture in children: comparison between external fixator and intramedullary nailing. *J Pediatr Orthop* 2007; 27:748-750.
23. Metaizeau JP. L'ostéosynthèse chez l'enfant. Embrochage centromédullaire élastique stable. Sauramps, Montpellier 1988:77-84.
24. Lascombe P, Métaizeau JD. Fracture du fémur. In: Lascombe P, ed. *Embrochage centromédullaire élastique stable*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS; 2006: 207-240.
25. Dietz HG, Schmittenbecher PP, Illing P. Intramedulläre Osteosynthese am Oberschenkel. In: *Intramedulläre Osteosynthese im Wachstumsalter*. München: Urban & Schwarzenberg; 1997: 135-168.
26. Mazda K, Khairouni A, Pennecot GF, et al. Closed flexible intramedullary nailing of the femoral shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop B* 1997; 6: 198-202.
27. Parsch K. Modern trends in internal fixation of femoral shaft fractures in children. A critical review. *J Pediatr Orthop Part B* 1997; 6: 117-125.
28. Ho CA, Skaggs DL, Tang CW, et al. Use of flexible intramedullary nails in pediatric femur fractures. *J Pediatr Orthop* 2006; 26: 497-504.
29. Till H, Huettl B, Knorr P, et al. Elastic stable intramedullary nailing (ESIN) provides good long-term results in pediatric long bone fractures. *Eur J Pediatr Surg* 2000; 10: 319-322.
30. Carey TP, Galpin RD. Flexible intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 332:110-118.
31. Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, et al. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 4-8.

# Evaluación positiva de medicamentos: diciembre 2014, enero y febrero 2015

Canencia Maldonado F<sup>1.</sup>, Cabanes Mariscal M<sup>a</sup>A.<sup>2.</sup>, Tabakov A.<sup>3.</sup>, Aparicio Hernández R.<sup>3</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 98-102; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

Se reseñan los medicamentos evaluados y con dictamen positivo por comisión de expertos de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios o de la Agencia Europea del Medicamento hecho públicos en diciembre de 2014, enero y febrero de 2015, y considerados de mayor interés para el profesional sanitario. Se trata de opiniones técnicas positivas que son previas a la autorización y puesta en el mercado del medicamento.

**PALABRAS CLAVE:** Células autólogas del epitelio corneal, Holoclar®, Naltrexona/Bupropión, Mysimba®, Levofloxacino, Quinsair®, Sildenafil Xadago®, Dalbavancina, Xydalba®, Lamiduvina/Raltegravir, Dutrebis®, Ciclosporina, Ikervis®, Cangrelor, Kengresal®, Oritavancina, Orbactiv®, Liraglutida, Saxenda®, Fosfato de Telizolida, Sivextro®, Tolvaptan, Jinarc®, Ceritinib, Zykadia®

## Positive assesment of drugs: September, October and November 2014

**SUMMARY:** The drugs assessed by the Spanish Agency for Medicines and Health Products or European Medicines Agency made public in December of 2014, January and February of 2015, and considered of interest to the healthcare profesional, are reviewed. These are positive technical reports prior to the authorization and placing on the market of the product.

**KEY WORDS:** Autologous corneal epithelial cells, Holoclar®, Naltrexona/Bupropión, Mysimba®, Levofloxacino, Quinsair®, Sildenafil Xadago®, Dalbavancina, Xydalba®, Lamiduvina/Raltegravir, Dutrebis®, Ciclosporina, Ikervis®, Cangrelor, Kengresal®, Oritavancina, Orbactiv®, Liraglutida, Saxenda®, Fosfato de Telizolida, Sivextro®, Tolvaptan, Jinarc®, Ceritinib, Zykadia®

## 1. CÉLULAS AUTÓLOGAS DEL EPITELIO CORNEAL DIFUNDIDAS “EX VIVO” QUE CONTIENEN CÉLULAS MADRE (HOLOCLAR®)<sup>1</sup>

De forma natural el ojo humano cuenta con una población de células madre capaces de regenerar día a día el desgaste que se produce en la córnea, que elimina parte de sus células. A veces esos mecanismos de regeneración natural fallan porque la zona en la que se encuentran esas células madre han sido dañadas, por lo que la persona perderá la visión de forma progresiva.

Hasta el momento la única solución era realizar un trasplante de córnea, está sería una terapia celular basada en el autotrasplante.

El procedimiento de la terapia Holoclar se puede resumir en 4 pasos.

- Extracción de células madre del paciente, de una pequeña zona sana. Se requiere un mínimo de 1 – 2 mm<sup>2</sup> de tejido del limbo sin dañar para la biopsia.
- Aislamiento de las células madre limbares.

- Cultivo de células madre limbares, que se desarrollan y se multiplican.
- Trasplante de las células madre limbares en la zona afectada del ojo del paciente.

El principio activo de Holoclar son células humanas autólogas del epitelio corneal difundidas “ex vivo” que contienen células madre. Al restablecer el reservorio de células madre en el ojo, Holoclar consigue el crecimiento celular normal y el mantenimiento de la córnea.

El Comité Europeo de Evaluación de Medicamentos (CHMP) ha recomendado de manera condicional la autorización de comercialización de Holoclar, al satisfacer una necesidad médica no cubierta, en la medida en que, el beneficio para la salud pública de su inmediata disponibilidad es superior al riesgo inherente de que todavía se requieran datos adicionales. El titular de la autorización de comercialización proporcionará más datos clínicos posteriormente.

Holoclar está designado como medicamento huérfano y medicamento de terapia avanzada.

Holoclar ha mostrado que repara el daño en la superficie ocular y mejora o resuelve los síntomas de dolor, fotofobia y quemazón, y mejora también la agudeza visual. El porcentaje de éxito de esta terapia es de alrededor del 76%, de acuerdo a un seguimiento por 12 a 14 años que se le ha hecho a cada uno de los casi 300 pacientes que ya se han tratado en Italia.

La reacción adversa más frecuente (observada en más de un paciente de cada diez) es la blefaritis. Otros problemas son la hemorragia conjuntival y el posible aumento de la presión intrao-

<sup>1</sup> Farmacéutico. Servicio de Farmacia Hospitalaria.

<sup>2</sup> Tcol. Farmacéutico. Servicio de Farmacia Hospitalaria.

<sup>3</sup> Médico Interno Residente de Farmacología Clínica. Servicio de Farmacología Clínica. Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid. España.

**Dirección para correspondencia:** Florencio Canencia. Servicio de Farmacia. Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Glorieta del Ejército 1. 28047 Madrid. Email: fcanmal@oc.mde.es

Recibido: 27 de marzo de 2015.

Aceptado: 9 de abril de 2015.

cular (glaucoma) relacionada con el tratamiento concomitante con corticosteroides.

## 2. NALTREXONA/BUPROPIÓN (MYSIMBA®)<sup>1</sup>

Los principios activos son naltrexona y bupropión. La naltrexona es un antagonista muopioide y el bupropión es un inhibidor de la recaptación de norepinefrina y dopamina. Ambos compuestos actúan sobre circuitos clave en dos áreas del cerebro, influyendo en la conducta alimentaria. La primera zona es el núcleo arqueado del hipotálamo, un área del cerebro que juega un papel crítico en el control de la ingesta de alimentos y el gasto energético. El segundo es el sistema de recompensa dopaminérgico mesolímbico, una región del cerebro importante para el procesamiento de los aspectos gratificantes de los alimentos y de los estímulos relacionados con los alimentos.

La indicación aprobada, junto con dieta hipocalórica y actividad física incrementada, en el manejo del peso en pacientes adultos con un índice de masa corporal:

- $\geq 30 \text{ kg} / \text{m}^2$  (obeso), ó
- $\geq 27 \text{ kg} / \text{m}^2$  a  $<30 \text{ kg} / \text{m}^2$  (sobrepeso) con factores de riesgo asociados con el peso (por ejemplo, diabetes tipo 2, dislipidemia o hipertensión controlada).

El tratamiento debe interrumpirse si después de 16 semanas la pérdida no llega al 5% del peso inicial.

Las reacciones adversas son principalmente gastrointestinales (nauseas, estreñimiento, vómitos, mareos y sequedad de boca).

## 3. LEVOFLOXACINO 240 MG, SOLUCIÓN PARA INHALACIÓN POR NEBULIZADOR (QUINSAIR®)<sup>1,4</sup>

Indicado para el tratamiento de las infecciones pulmonares crónicas por *Pseudomonas aeruginosa* en pacientes adultos con fibrosis quística.

El principio activo es levofloxacino una fluoroquinolona antibacteriana que actúa inhibiendo las enzimas bacterianas ADN girasa y topoisomerasa IV.

Los beneficios con Quinsair son su capacidad para evitar el deterioro de la función respiratoria en pacientes con fibrosis quística, basadas principalmente en los datos derivados de una Fase 2 (MPEX 204) y dos estudios de fase 3 (MPEX 207-209).

Las reacciones adversas más comunes son tos productiva, disgeusia y astenia.

Fue designado medicamento huérfano el 23 de septiembre de 2008.

## 4. SAFINAMIDA (XADAGO®)<sup>1,5</sup>

Es la primera nueva molécula farmacológica en 10 años que recibe una opinión positiva del CHMP para el tratamiento de pacientes con enfermedad de Parkinson. Indicado en pacientes adultos con enfermedad de Parkinson idiopática como tratamiento añadido a una dosis estable de levodopa administrada sola o en combinación con otros medicamentos antiparkinsonianos tanto en etapas intermedias como avanzadas de la enfermedad.

nianos tanto en etapas intermedias como avanzadas de la enfermedad.

Los efectos de la safinamida dependen de mecanismos farmacológicos no coincidentes con otros medicamentos para el Parkinson. Estos efectos incluyen su doble mecanismo de acción. Inhibidor altamente selectivo y reversible de la MAO-B, que produce un incremento en los niveles extracelulares de dopamina en el núcleo estriado. El bloqueo dependiente de los canales de sodio que inhiben la liberación de glutamato, implicados en el origen de la discinesia

En los ensayos clínicos safinamida ha mostrado que mejora el tiempo "on" en pacientes con fluctuaciones motoras, actualmente tratados con levodopa sola o en combinación con otros medicamentos antiparkinsonianos

Los efectos adversos más frecuentes son insomnio, discinesia, somnolencia, mareos, dolor de cabeza, empeoramiento de la enfermedad de Parkinson, cataratas, hipotensión ortostática, náuseas y caídas.

No debe utilizarse en pacientes con problemas graves de hígado, en pacientes tratados con petidina, con otros inhibidores de la MAO y en determinadas enfermedades de los ojos que puedan aumentar el riesgo de efectos potenciales para la retina.

Este medicamento está sujeto a seguimiento adicional, lo que agilizará la detección de nueva información sobre su seguridad.

Se ha elaborado un plan de gestión de riesgos para garantizar que Xadago se administra de la forma más segura posible.

## 5. DALBAVANCINA (XYDALBA®)<sup>1,6</sup>

Indicado para el tratamiento de infecciones bacterianas agudas de la piel y sus estructuras en adultos.

El principio activo es dalbavancina, un glicopéptido antibacteriano que actúa interrumpiendo la síntesis de la pared celular en bacterias grampositivas susceptibles.

En los ensayos clínicos dalbavancina ha mostrado tener actividad frente a grupos importantes de bacterias grampositivas, incluyendo cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina y algunas cepas de *Staphylococcus aureus* con susceptibilidad reducida a los glicopéptidos, así como a estreptococos patógenos. Además, posee un perfil farmacocinético que permite la administración intravenosa una vez por semana.

Xydalba está disponible en forma de polvo que se mezclan para obtener una solución para perfusión en vena durante 30 minutos. La dosis recomendada es de 1.000 mg en la primera semana, seguido de 500 mg una semana después. La dosis puede ser necesario reducirla en pacientes con función renal severamente dañada.

Xydalba se comparó con vancomicina o con linezolid en tres estudios principales con un total de alrededor de 2.000 pacientes con infecciones graves de la piel y el tejido blando debajo de la piel, como la celulitis, abscesos e infecciones de heridas. Incluidas infecciones causadas por MRSA.

Los pacientes que recibieron vancomicina y respondieron al tratamiento tenían la opción de cambiar a linezolid después de 3 días. En todos los estudios, el criterio principal de eficacia fue el número de pacientes cuya infección se curó después del tratamiento.

Xydalba fue al menos tan eficaz como la vancomicina o linezolid en la curación de la infección. En los 3 estudios, entre el 87% y el 94% de los pacientes tratados con Xydalba se curaron, en comparación con entre 91% y 93% de los pacientes tratados con cualquiera de los dos comparadores.

Las reacciones adversas más comunes observadas durante el desarrollo clínico son náuseas, diarrea y cefalea generalmente de intensidad leve o moderada.

## 6. LAMIDUVINA/RALTREGAVIR (DUTREBIS®)<sup>2</sup>

Aprobado en combinación con otros antirretrovirales para el tratamiento de la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) en adultos, adolescentes y niños a partir de 6 años de edad y que pesen al menos 30 Kg sin evidencia presente o pasada de resistencia viral a inhibidores de la integrasa e inhibidores de la transcriptasa inversa análogos de nucleósidos.

Dutrebis es una combinación a dosis fija de lamivudina y raltregavir, dos antivirales ya autorizados como monocomponentes para el tratamiento de infecciones por VIH.

En los ensayos clínicos Dutrebis ha mostrado que mejora el régimen posológico al reducir la cantidad de comprimidos diarios a tomar manteniendo una eficacia comparable a la que presentan los principios activos por separado.

## 7. CICLOSPORINA 1 MG/ML COLIRIO (IKERVIS®)<sup>2</sup>

La indicación aprobada es el tratamiento de queratitis grave en pacientes adultos con síndrome de ojo seco que no ha mejorado a pesar del tratamiento con lágrimas artificiales.

Un plan de farmacovigilancia para Ikervis se llevará a cabo como parte de la autorización de comercialización.

El principio activo es la ciclosporina, un inmunosupresor que bloquea la liberación de citoquinas pro-inflamatorias y ejerce un efecto antiinflamatorio en las células de la superficie ocular.

Los beneficios con Ikervis son su capacidad para mejorar el daño de la superficie ocular y reducir la inflamación en pacientes con queratitis grave DED, que se cree que ayuda a prevenir la progresión de la enfermedad y el empeoramiento.

Los efectos secundarios más comunes son dolor de ojos (19%), irritación de los ojos (17,8%), lagrimeo (6,2%), hiperemia ocular (5,5%) y eritema palpebral (1,7%).

## 8. CANGRELOR (KENGREXAL®)<sup>2,7</sup>

Esta indicado, administrado conjuntamente con ácido acetilsalicílico, para la reducción de eventos tromboticos cardiovasculares en pacientes adultos con enfermedad arterial coronaria sometidos a una intervención coronaria percutánea (ICP) que no han recibido un inhibidor oral P2Y12 antes de la ICP y para los que el tratamiento oral con inhibidores P2Y12 no es posible.

El principio activo es cangrelor, un inhibidor directo del receptor plaquetario P2Y12 que bloquea la activación plaquetaria mediada por el adenosín difosfato (ADP) y la agregación in-vitro y ex-vivo. Cangrelor se une selectiva y reversiblemente al

receptor P2Y12 para evitar una mayor señalización y activación de las plaquetas.

Las reacciones adversas más comunes observadas durante el desarrollo clínico fueron hemorragias leves o moderadas y disnea. Las reacciones adversas graves asociados con cangrelor en pacientes con enfermedad arterial coronaria incluyen hemorragia grave/amenazante para la vida e hipersensibilidad.

## 9. ORITAVANCINA (ORBACTIV®)<sup>2,8</sup>

La indicación aprobada es el tratamiento de las infecciones bacterianas agudas de la piel y sus estructuras en adultos.

El principio activo es oritavancina, un glicopéptido antibacteriano que actúa inhibiendo la síntesis de la pared celular y dificultando la integridad de la membrana, lo que da lugar a una rápida muerte celular.

Se ha demostrado que tiene potente actividad in vitro contra enterococos resistentes a vancomicina (VRE) y estafilococos, *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA), y bacterias gram-positivas anaerobias. Oritavancina exhibe excelente penetración en el tejido y se concentra bien en los macrófagos.

Oritavancina ha mostrado eficacia frente a infecciones bacterianas agudas de la piel y sus estructuras, con una única dosis intravenosa. En dos estudios clínicos pivotales diseñados idénticamente (SOLO 1 y SOLO 2), oritavancina mostró no inferioridad frente al comparador vancomicina en la respuesta clínica temprana (cese de la difusión o reducción en el tamaño de la lesión) y en tasa de curación clínica.

Oritavancina ha demostrado tener actividad sinérgica con varios antibióticos (por ejemplo, ampicilina, gentamicina, linezolid) contra ciertas infecciones.

Las reacciones adversas más comunes observadas durante el desarrollo clínico fueron náuseas, reacciones de hipersensibilidad, reacciones en el sitio de perfusión y cefalea.

## 10. LIRAGLUTIDA (SAXENDA®)<sup>2,9</sup>

Está indicado, junto con una dieta hipocalórica y una actividad física incrementada, para el manejo del peso en pacientes adultos con un índice de masa corporal (IMC) de:

- $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  (obeso), o
- $\geq 27 \text{ kg/m}^2$  a  $< 30 \text{ kg/m}^2$  (sobrepeso) con al menos un factor de riesgo asociado con el peso, como las alteraciones de la glucemia (pre-diabetes o diabetes mellitus tipo 2), hipertensión, dislipemia o apnea obstructiva del sueño.

El tratamiento con liraglutida debe interrumpirse si después de 12 semanas con la dosis de 3 mg/día, los pacientes no han perdido al menos el 5% de su peso corporal inicial.

El Saxenda es un agonista de un péptido similar al glucagón 1 (GLP-1) y no debe usarse en combinación con otro ningún fármaco perteneciente a esta clase, incluyendo el Victoza, que es un tratamiento para la diabetes tipo 2. El Saxenda y el Victoza contienen el mismo ingrediente activo (liraglutida), en dosis diferentes (3 mg y 1.8 mg, respectivamente). Sin embargo, el Saxenda no está indicado para el tratamiento de la diabetes tipo

2, pues su seguridad y eficacia para el tratamiento de la diabetes no han sido establecidas.

La seguridad y eficacia del Saxenda fueron evaluadas en tres ensayos clínicos en los que participaron aproximadamente 4,800 pacientes obesos y con sobrepeso, con y sin padecimientos importantes relacionados con el peso. Todos los pacientes recibieron orientación en cuanto a su estilo de vida, consistente en una dieta baja en calorías y actividad física regular.

Los resultados de un ensayo clínico que reclutó a pacientes sin diabetes arrojaron una pérdida de peso promedio de 4.5 por ciento desde el punto de inicio al cabo de un año, en comparación con el tratamiento con un placebo (una píldora inactiva). En este ensayo, 62 por ciento de los pacientes tratados con el Saxenda perdió por lo menos un 5% de su peso corporal, en comparación con el 34 por ciento de los que recibieron el placebo. Los resultados de otro ensayo que reclutó a pacientes con diabetes tipo 2 arrojaron una pérdida de peso promedio de 3.7 por ciento desde el punto de inicio al cabo de un año, en comparación con el tratamiento con el placebo. En este ensayo, 49 por ciento de los pacientes tratados con el Saxenda perdió por lo menos 5 por ciento de su peso corporal, en comparación con el 16 por ciento de los que recibieron el placebo.

Las reacciones adversas más comunes observadas durante el desarrollo clínico fueron alteraciones gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarrea, hipoglucemia y estreñimiento).

El Saxenda tiene un recuadro de advertencia indicando que se han observado tumores de la glándula tiroidea (tumores de células C de la tiroides) en estudios sobre este medicamento realizados con roedores, pero que se desconoce si ocasiona tumores de células C de la tiroides, incluyendo un tipo de cáncer de la tiroides llamado cáncer medular tiroideo (CMT), en los seres humanos. El Saxenda no debe administrarse a pacientes con antecedentes personales o familiares de CMT, o que padezcan el síndrome de neoplasia endocrina múltiple tipo 2 (una enfermedad en la que los pacientes presentan tumores en más de una glándula del cuerpo, lo que los predispone para contraer CMT).

Entre los efectos secundarios graves de los que se ha informado en pacientes tratados con Saxenda están: pancreatitis, enfermedades de la vesícula biliar, insuficiencia renal y pensamientos suicidas. El Saxenda también puede aumentar la frecuencia cardíaca y debe suspenderse su uso en aquellos pacientes que experimenten un aumento sostenido aun en estado en descanso.

La FDA está exigiendo que se someta al Saxenda a los siguientes estudios una vez que empiece a comercializarse:

- ensayos clínicos para evaluar su dosificación, su seguridad y su eficacia en pacientes pediátricos;
- un estudio para evaluar los efectos potenciales sobre el crecimiento, la maduración sexual, y el desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso central en ratas inmaduras;
- un registro de casos de CMT de por lo menos 15 años de duración para identificar cualquier aumento en la incidencia de CMT relacionado con el Saxenda; y
- una evaluación del riesgo potencial de contraer cáncer de seno con el uso del Saxenda en ensayos clínicos ya en curso.

Además, se está investigando la seguridad cardiovascular de la liraglutida en un ensayo de consecuencias cardiovasculares ya en marcha.

## 11. FOSFATO DE TELIZOLIDA (SIVEXTRO®)<sup>2,10</sup>

La indicación aprobada es el tratamiento de las infecciones bacterianas agudas de la piel y sus estructuras en adultos.

El principio activo es el fosfato de tedizolida, una nueva oxazolidinona que actúa inhibiendo la biosíntesis de proteínas en la célula bacteriana, uniéndose a la subunidad 50S del ribosoma. Activo por vía oral y en perfusión intravenosa con una única dosis de 200 mg día.

Los beneficios con Sivextro son su capacidad de ser activo frente a importantes patógenos Gram-positivas, incluyendo *S. aureus* resistente a la meticilina (incluyendo cepas resistentes a linezolid), así como los estreptococos patógenos. Los efectos secundarios más comunes son náusea, dolor de cabeza, diarrea y vómitos.

La eficacia de SIVEXTRO se evaluó con un total de 1.315 adultos con infecciones bacterianas agudas de la piel y de sus estructuras (ABSSSI), asignados al azar en dos ensayos multicéntricos, multinacional, doble ciego, de no inferioridad. Ambos ensayos compararon SIVEXTRO 200 mg una vez al día durante 6 días frente a linezolid 600 mg cada 12 horas durante 10 días. En el Ensayo 1, los pacientes fueron tratados con la terapia oral, mientras que en el Ensayo 2, los pacientes pueden recibir tratamiento por vía oral después de un mínimo de un día de la terapia intravenosa. Los pacientes con celulitis / erisipela, gran absceso cutáneo, o infección de la herida se inscribieron en los ensayos. Los pacientes con infecciones de las heridas podrían haber recibido aztreonam y / o metronidazol como tratamiento adyuvante para la cobertura de bacterias gram-negativas, si es necesario.

## 12. TOLVAPTAN (JINARC®)<sup>3,11</sup>

Indicado para enlentecer la progresión del desarrollo de quistes y la insuficiencia renal en adultos con enfermedad renal poliquística autosómica dominante (ERPAD) con estadio 1-3 de la enfermedad renal crónica al inicio del tratamiento y con evidencia de evolución rápida de la enfermedad.

ERPAD afecta a aproximadamente 4 de cada 10.000 personas en la Unión Europea (UE). Es una enfermedad hereditaria caracterizada por el crecimiento de numerosos quistes llenos de líquido en los riñones y otros órganos. El crecimiento de los quistes finalmente afecta la función renal y puede hacer que los riñones fallan. Los síntomas incluyen dolor abdominal, problemas para orinar, presión arterial alta y la infección.

EL tolvaptan es un antagonista de la vasopresina que disminuye la proliferación de quistes en la ERPAD mediante la reducción intracelular de los niveles de AMPc. Ya estaba autorizado para el tratamiento de la hiponatremia, aunque las dosis estudiadas en la ERPAD son diferentes.

La opinión positiva concedida a Jinarc por el Comité de Medicamentos de Uso Humano (CHMP) se basa en un ensayo clínico en 1.445 adultos con ERPAD que mostraron una progresión más lenta con Jinarc (medida por la ampliación de los riñones y el cambio en el nivel funcional de los riñones) en comparación con placebo durante tres años

El CHMP recomienda la monitorización adicional del riesgo de daño hepático con Jinarc, ya que este estudio encontró un mayor número de personas con reacciones adversas graves hepáticas al tomar Jinarc (2,3%, 22/961) en comparación con placebo (1,0%, 5/483). Aunque no se encontraron casos de insuficiencia hepática en este estudio, es posible que en una población más amplia de pacientes con ERPAD el tolvaptán pueda causar lesión hepática que podría progresar a insuficiencia hepática

Las reacciones adversas más comunes observadas durante el desarrollo clínico fueron sensación de sed, poliuria, nicturia, polaquiuria en aproximadamente el 55%, 38%, 29% y 23% de los pacientes, respectivamente. Tolvaptan también se asoció a elevaciones idiosincrásicas de transaminasas y de manera poco frecuente con elevaciones de la bilirrubina total (BT).

Jinarc fue designado como medicamento huérfano el 5 de agosto de 2013.

### 13. CERITINIB (ZYKADIA®)<sup>3,12,13</sup>

Indicado para el tratamiento de pacientes adultos con carcinoma de pulmón no microcítico (CPNM) localmente avanzado o metastásico, positivo para la quinasa del linfoma anaplásico (ALK), previamente tratado con crizotinib.

Zykadia ha recibido opinión positiva del CHMP para una autorización condicional, sujeta a la presentación de los resultados del estudio confirmatorio que está en marcha.

El ceritinib es un inhibidor de proteína quinasa que inhibe la autofosforilación de ALK, la fosforilación mediada por ALK de las proteínas de señalización descendente y la proliferación de células cancerosas dependientes de ALK.

Los beneficios con Zykadia son su importante actividad en ALK-positivo NSCLC en pacientes previamente tratados con crizotinib, con una tasa de respuesta objetiva del 56,4% y el 37,1% en una fase I y II del estudio, respectivamente. La mediana de duración de la respuesta fue de 8,3 y 9,2 meses, respectivamente. Los efectos secundarios más comunes son diarrea, náuseas, vómitos, fatiga, anomalías en las pruebas de laboratorio del hígado, dolor abdominal, pérdida de apetito, estreñimiento, erupción, creatinina sérica, trastorno esofágico y anemia. Las reacciones adversas más graves son hepatotoxicidad, efectos gastrointestinales, prolongación del intervalo QT, bradicardia, enfermedad pulmonar intersticial / neumonitis y la hiperglucemia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Informe mensual sobre Medicamentos de Uso Humano y Productos Sanitarios Diciembre 2014. Disponible en: <http://www.aemps.gob.es/informa/boletinMensual/2014/diciembre/boletin-diciembre.htm>.
2. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Informe mensual sobre Medicamentos de Uso Humano y Productos Sanitarios Enero 2015. Disponible en: <http://www.aemps.gob.es/informa/boletinMensual/2015/enero/boletin-enero.htm>
3. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Informe mensual sobre Medicamentos de Uso Humano y Productos Sanitarios Febrero 2015. Disponible en: <http://www.aemps.gob.es/informa/boletinMensual/2015/febrero/boletin-febrero.htm>
4. Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP). Levofloxacin. Disponible en: [http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/medicines/human/medicines/002789/smops/Positive/human\\_smop\\_000770.jsp&mid=WC0b01ac058001d127](http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/medicines/human/medicines/002789/smops/Positive/human_smop_000770.jsp&mid=WC0b01ac058001d127)
5. Ficha técnica de Xadago. Disponible en: [http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2015/20150224130766/anx\\_130766\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2015/20150224130766/anx_130766_es.pdf)
6. Ficha técnica de Dalbavancina. Disponible en: [http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2015/20150219130765/anx\\_130765\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2015/20150219130765/anx_130765_es.pdf)
7. Yong Tang, Ya-Chen Zhang, Yu Chen, and Yin Xiang. Efficacy and safety of cangrelor for patients with coronary artery disease: a meta-analysis of four randomized trials. *Int J Clin Exp Med.* 2015; 8(1): 800–808. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4358515/>
8. Joumana Kmeid and Zeina A Kanafani. Oritavancin for the treatment of acute bacterial skin and skin structure infections: an evidence-based review. *Core Evid.* 2015; 10: 39–47. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4334198/>
9. RISK EVALUATION AND MITIGATION STRATEGY (REMS). Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/drugs/drugsafety/postmarketdrugsafetyinformationforpatientsandproviders/ucm428537.pdf>
10. Jeffrey M. Rybak and Karrine Roberts. Tedizolid Phosphate: a Next-Generation Oxazolidinone. *Infect. Dis. Ther.* 2015 Mar; 4(1): 1–14. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4363212/>
11. Vicente E. Torres, M.D., Ph.D., Arlene B. Chapman, M.D., Olivier Devuyst, M.D., Ph.D., Ron T. Gansevoort, M.D., Ph.D., Jared J. Grantham, M.D., Eiji Higashihara, M.D., Ph.D., Ronald D. Perrone, M.D., Holly B. Krasa, M.S., John Ouyang, Ph.D., Frank S. Czerwiec, M.D., Ph.D., and for the TEMPO 3:4 Trial Investigators\*. Tolvaptan in Patients with Autosomal Dominant Polycystic Kidney Disease. *N Engl J Med.* 2012 Dec 20; 367(25): 2407–2418. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3760207/>
12. Full Prescribing Information. Disponible en: [http://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda\\_docs/label/2014/2057551bl.pdf](http://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2014/2057551bl.pdf)
13. Alice T. Shaw, M.D., Ph.D., Dong-Wan Kim, M.D., Ph.D., Raneeh Mehra, M.D., Daniel S.W. Tan, M.B., B.S., Enriqueta Felip, M.D., Ph.D., Laura Q.M. Chow, M.D., D. Ross Camidge, M.D., Ph.D., Johan Vansteenkiste, M.D., Ph.D., Sunil Sharma, M.D., Tommaso De Pas, M.D., Gregory J. Riely, M.D., Ph.D., Benjamin J. Solomon, M.B., B.S., Ph.D., Juergen Wolf, M.D., Ph.D., Michael Thomas, M.D., Martin Schuler, M.D., Geoffrey Liu, M.D., Armando Santoro, M.D., Yvonne Y. Lau, Ph.D., Meredith Goldwasser, Sc.D., Anthony L. Boral, M.D., Ph.D., and Jeffrey A. Engelman, M.D., Ph.D. Ceritinib in *ALK*-Rearranged Non-Small-Cell Lung Cancer. *N Engl J Med.* 2014 Mar 27; 370(13): 1189–1197. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4079055/>.

# Cumplimiento de la quimioprofilaxis antipalúdica en ASPFOR XXXIII

Arcos Sánchez C.<sup>1</sup>, Salinas Vela FT.<sup>2</sup>

*Sanid. mil.* 2015; 71 (2): 103-108; ISSN: 1887-8571

## RESUMEN

El Paludismo o Malaria en Afganistán es una enfermedad endémica por debajo de los 2.000 metros de altitud. En pleno siglo XXI la malaria continúa siendo una amenaza para los militares desplegados en Zona de Operaciones y puesto que la quimioprofilaxis adecuada con fármacos junto con los métodos para evitar la picadura del mosquito son las medidas que más protegen, es necesario hacer un esfuerzo por un mayor y mejor cumplimiento de las directrices en cuanto a quimioprofilaxis.

**PALABRAS CLAVE:** Paludismo, Malaria, Quimioprofilaxis.

## Compliance with malaria chemoprophylaxis in ASPFOR XXXIII.

**SUMMARY:** Malaria in Afghanistan is an endemic disease in all areas lower than 2000 meters. In the XXI century it remains a threat to troops in combat zone despite the availability of effective drug prevention and keep out biting insects measures, as the most effective ones, it is necessary a higher effort to get a bigger and better observance of the chemoprophylaxis.

**KEYWORDS:** Malaria, Chemoprophylaxis.

## INTRODUCCIÓN

El paludismo o malaria es una enfermedad producida por protozoos del género *Plasmodium sp.* (*falciparum*, *ovale*, *vivax* y *malariae*) y transmitida por la picadura de la hembra del mosquito *Anopheles* infectada. El cuadro clínico que produce es muy variable, cursando con fiebre, escalofríos, náuseas y sudoración profusa. La malaria sigue siendo la enfermedad infecciosa que produce mayor morbilidad y mortalidad en el mundo.

Los vectores representan un papel esencial en la transmisión de muchas enfermedades infecciosas (los mosquitos y las moscas hematófagas son importantes insectos vectores de enfermedades, las garrapatas y ciertos caracoles acuáticos participan en el ciclo vital y de transmisión de enfermedades). En la Tabla 1 se exponen los principales vectores y las enfermedades que transmiten.

El paludismo supone un problema de salud pública en más de 90 países, implicando un riesgo para aproximadamente 2400 millones de personas<sup>1</sup>. Existen países considerados áreas endémicas, estimándose que el 36% de la población mundial vive en áreas de riesgo palúdico que afecta principalmente a países de África tropical, Sudeste Asiático, Oceanía, Haití, Amazonas, América Central, Oriente Medio, India y África Subsahariana, con riesgo heterogéneo variando de país a país e incluso en distintas zonas dentro del mismo país (Figura 1). Además se han

descrito casos de Paludismo en zonas no endémicas cercanas a aeropuertos, ya que, con los vuelos intercontinentales el mosquito puede viajar y transmitir la infección. Es una enfermedad en auge con un incremento de casos importados (30.000/año en países industrializados). En España se declaran alrededor de 300-400 casos/año, de los que el 45% son inmigrantes. Más del 75% de todos los casos importados se deben a *P. falciparum*, la especie más virulenta.

El Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad emite las recomendaciones en Sanidad Exterior en cuanto a quimioprofilaxis indicadas en los viajes según las de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>2,3</sup>. Ya que se trata de una enfermedad para la que no hay una vacuna disponible, lo fundamental es evitar la picadura del vector, lo que se lleva a cabo a través de la prevención primaria y la prevención secundaria<sup>4</sup>.

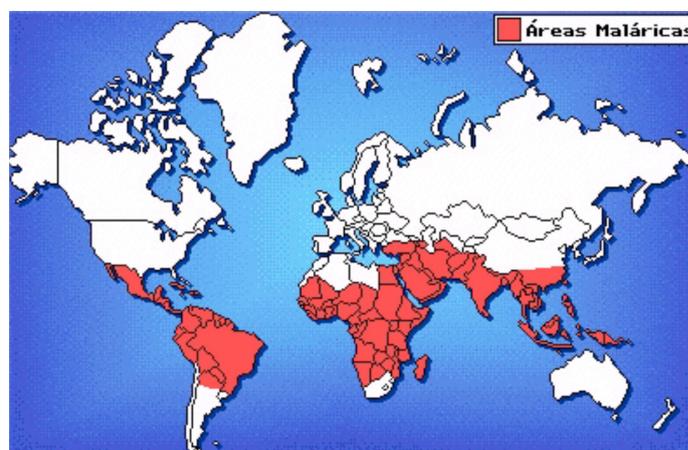


Figura 1. Áreas endémicas.

<sup>1</sup> Cte. Médico. Servicio de Neurología.

<sup>2</sup> Cte. Médico. Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital General de la Defensa "Orad y Gajías". Zaragoza. España.

**Dirección para correspondencia:** Carolina Arcos Sánchez. Servicio de Neurología. Hospital General de la Defensa "Orad y Gajías" de Zaragoza. Vía Ibérica, 1, 50009 Zaragoza. España. carcsan@fn.mde.es

Recibido: 25 de febrero de 2014.

Aceptado: 23 de septiembre de 2014.

**Tabla 1.** Principales vectores y enfermedades que transmiten<sup>11</sup>.

Vectores	Principales enfermedades transmitidas(*)
Caracol acuático	Esquistosomiasis (Bilharziasis)
Mosca negra	Ceguera de río (Oncocercosis)
Pulga	Peste (transmitida por pulgas de ratas a humanos) Rickettsiosis
Mosquitos-Aedes	Fiebre del Dengue Fiebre del Valle del Rift Fiebre amarilla Chikungunya
M-Anopheles	Filariasis Linfática Paludismo
M- Culex	Encefalitis Japonesa Filariasis Linfática Fiebre del Nilo Occidental
Flebotomos hembras	Leishmaniasis Fiebre por flebotomos
Garrapatas	Fiebre hemorrágica Crimea- Congo Enfermedad de Lyme Fiebre recurrente (Borreliosis) Enfermedades rickettsiales incluidas fiebre botonosa y fiebre Q Encefalitis por Garrapatas Tularemia
Chinche triatoma	Enfermedad de Chagas (Tripanosomiasis Americana)
Mosca Tsé- Tsé	Enfermedad del sueño (Tripanosomiasis Africana)

\* Basado en extensas investigaciones, no existe absolutamente ninguna evidencia científica de que la infección por VIH pueda ser transmitida por insectos.

### Prevención primaria

- Medidas de Barrera: El estímulo principal de atracción vectorial es olfatorio, también térmico y visual (secreción de CO<sub>2</sub>, ácido láctico, perfumes, jabones y cremas). Vestir mangas largas, pantalones largos, evitar ropas de colores oscuros.
- Repelentes de Insectos: 35%-40% DEET (3-4h); Icaridín-Picaridina (Bayrepel)\* (AutanActivo)\* (piperidín-carboxílico, 1-metilpropilester) (8h) (menor toxicidad); Dimetilftalato, aceites esenciales de plantas.
- Insecticidas residuales: Impregnar ropas con Permetrinás y mosquiteras tratadas con insecticidas<sup>5</sup>.

### Prevención secundaria

Se basa en la quimioprofilaxis antipalúdica o toma de fármacos antipalúdicos a dosis preventivas antes, durante y después de la estancia en una zona palúdica. El tipo de medicación varía según la zona a visitar y dado que los antipalúdicos no están exentos de toxicidad, hay que hacer una valoración individualizada del riesgo.

Como ya se ha mencionado los diferentes medicamentos y las pautas de administración se basarán en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud<sup>6</sup>. La OMS distingue zonas con *P. falciparum* resistente a cloroquina y zonas con *P. falciparum* sensible a cloroquina. Existen otras resistencias a fármacos y de otros *Plasmodium*, siendo útil para conocerlas consultar la página web de la OMS<sup>7</sup>.

La prevención recomendada para cada país se decide basándose en los siguientes factores: el riesgo de contraer paludismo; las especies de parásitos del paludismo prevalentes en la zona; el nivel y extensión de las resistencias a medicamentos registradas en cada país; y el posible riesgo de efectos secundarios graves como consecuencia del uso de los diferentes medicamentos profilácticos<sup>8</sup>. Allí donde existe tanto *P. falciparum* como *P. vivax* es prioritaria la prevención de la malaria por *falciparum*. A menos que el riesgo de malaria se defina como “exclusivamente” debido a ciertas especies (*P. falciparum* o *P. vivax*), los viajeros podrán infectarse de cualquier parásito, incluyendo las infecciones mixtas.

Además hay que tener en cuenta que a pesar de tomar cualquier medicación preventiva, la posibilidad de contraer paludismo no desaparece

de forma absoluta. Para que la quimioprofilaxis tenga efectividad deberá continuarse durante las cuatro semanas siguientes al abandono de la zona palúdica, tanto si los viajeros vuelven a su país de origen como si van a una zona tropical exenta de paludismo, ya que el parásito que produce la enfermedad puede permanecer acantonado en el hígado durante ese período de tiempo. Asimismo cada vez son mayores las cepas de *Plasmodium* resistentes a los fármacos utilizados en la prevención y tratamiento de la enfermedad.

A pesar de todas estas recomendaciones, de todos los casos de paludismo importados, más del 75% aparece en viajeros que no tomaron quimioprofilaxis, y el porcentaje se eleva al 85-97%<sup>9</sup>, si se suman los que tomaron la quimioprofilaxis de forma irregular. Datos muy importantes que coinciden con los obtenidos en este trabajo. En la Tabla 2, se recogen los principales fármacos utilizados en la prevención del paludismo.

Dentro de los países incluidos en los considerados como áreas endémicas de Paludismo se encuentra Afganistán.

La OMS, en su actualización de 2010, indica que existe riesgo de Paludismo desde mayo hasta noviembre, por debajo de 2.000 metros de altitud, lo que significa que 12 millones de afganos viven en áreas de riesgo, así como las tropas desplegadas

## Cumplimiento de la quimioprofilaxis antipalúdica en ASPFOR XXXIII

**Tabla 2.** Principales fármacos utilizados en la prevención del Paludismo<sup>9</sup>

Fármaco	Dosis	Indicaciones	Efectos adversos	Contraindicaciones Precauciones
Cloroquina. Resochin®. Comprimidos de 150 mg.	2 comprimidos una vez a la semana. Comenzar una semana antes de empezar el viaje y continuar un mes después del regreso.	Zonas donde no hay resistencia del Plasmodio a la cloroquina.	Reacciones leves: dolor abdominal, náuseas, vómitos, diarrea. Más raro: psicosis o convulsiones. Retinopatía: rara cuando se usa como profilaxis.	Hipersensibilidad a Cloroquina, déficit G6PD*, retinopatía, enfermedad SNC, miastenia gravis, epilepsia, psicosis, enfermedades hematológicas. Puede exacerbar los síntomas de la psoriasis.
Mefloquina. Lariam®. Comprimidos de 250 mg.	1 comprimido a la semana**. Comenzar una semana antes del viaje y continuar un mes después del regreso.	Zonas de resistencia a Cloroquina. Hay zonas en el sudeste asiático en las que hay descrita resistencia de <i>P. falciparum</i> a Mefloquina.	Neurológicos: SNC y SNP. Psiquiátricos: alteraciones del sueño, ansiedad, trastornos del ánimo. Las reacciones neuropsiquiátricas graves son raras (1/10.000- 1/13.000). Síntomas gastrointestinales.	Contraindicado en pacientes psiquiátricos, epilepsia y arritmias ventriculares. Precaución en personas en las que se requiere gran destreza (como los pilotos).
Doxiciclina. Comprimidos de 100 mg.	1 comprimido al día. Comenzar un día antes de entrar en zona de riesgo y continuar un mes después del regreso.	Zonas de resistencia a Cloroquina y en zonas de <i>P. falciparum</i> multirresistente (no se han encontrado resistencias a Doxiciclina).	Fotosensibilidad (4-16%). Trastornos gastrointestinales: náuseas, dolor abdominal y esofagitis. Candidiasis vaginal.	Contraindicada en niños menores de 8 años y embarazadas. Precaución en insuficiencia hepática.
Atovacuona+Proguanil. Malarone®. Para adultos comprimidos de 100 mg de proguanil/250 mg de atovacuona. Pedátricos: 25 mg de proguanil/62.5 mg de atovacuona.	1 comprimido de adulto al día para viajeros de más de 40 kg. Comenzar 1-2 días antes del viaje, tomar diariamente y continuar una semana tras el regreso.	Zonas de resistencia a Cloroquina y en zonas de <i>P. falciparum</i> multirresistente.	Poco frecuentes dolor abdominal, vómitos, cefalea, insomnio, fiebre y rash cutáneo.	Contraindicado en niños menores de 5 kg, embarazadas, durante la lactancia y en insuficiencia renal severa (Aclaramiento de Creatinina <30).

\*Glucosa 6-Fosfato Deshidrogenasa

\*\*Las mujeres, sobre todo las que tienen índice de masa corporal <20 Kg/m<sup>2</sup>, tienen mayor propensión a sufrir efectos adversos. En estos casos se puede disminuir algo la dosis (3/4 de comprimido).

Fuente: López-Velez R. de Guzman M. Cuadernos de malaria importada. Prevención en viajeros 2007.

en estas zonas (la ciudad de Herat se encuentra a 964 metros y Kabul a 1795 metros).

En el año 2003 (últimos datos disponibles según la OMS), hubo 591.441 casos confirmados de la enfermedad con una incidencia anual de 197/10.000 habitantes. El *P. vivax* representa el 93% de todos los casos confirmados de malaria y *P. falciparum* explica el 7% restante, encontrándose entre el 0.002% en la provincia de Wardak hasta el 31% en la provincia de Takhar.

Se han notificado casos de Malaria en todos los ejércitos OTAN desplegados en la zona, 15 casos británicos durante el período comprendido entre 2001/02), 7 españoles entre 2002/04, 38 estadounidenses entre junio y septiembre del 2002 y 91 casos en 2011, y de la antigua URSS 7.683 casos entre 1981/89, también fueron notificados en diciembre de 2008, en el Role 2 francés en Camp Warehouse 21 casos de paludismo, 19 de ellos por *P. falciparum* y 2 por *P. vivax*<sup>10</sup>.

**Tabla 3.** Zonas de riesgo de Paludismo y tipo de quimioprofilaxis recomendada<sup>10</sup>.

Riesgo de paludismo	Tipo de profilaxis
<b>TIPO I</b> Riesgo muy limitado de transmisión de paludismo.	Sólo prevención de picadura de mosquito.
<b>TIPO II</b> Riesgo de paludismo sólo por <i>P. vivax</i> o <i>P. falciparum</i> sensible a Cloroquina.	Prevención de picadura de mosquito y profilaxis con Cloroquina.
<b>TIPO III</b> Riesgo de transmisión de paludismo por <i>P. vivax</i> o <i>P. falciparum</i> , con emergencia de resistencia a Cloroquina.	Prevención de picadura de mosquito y profilaxis con Cloroquina-Proguanil.
<b>TIPO IV</b> Riesgo alto de paludismo por <i>P. falciparum</i> , combinado con evidencia de resistencia a antipalúdicos ó riesgo moderado/ bajo de paludismo por <i>P. falciparum</i> en combinación con alto grado de resistencia a fármacos.	Prevención de picadura de mosquito y profilaxis con Mefloquina o Doxiciclina o Atovacuona-Proguanil (según las resistencias de cada zona).

Se ha evidenciado resistencia del *P. falciparum* a la cloroquina y la sulfadoxina-pirimetamina, por lo que la prevención recomendada es la tipo IV, dentro de los cuatro grupos que se refieren al tipo de prevención, expuestos en la Tabla 3. En resumen, mefloquina (Lariam®) o atovacuona + proguanil (Malarone®) o doxiciclina (Vibracina®, Doxycilat®), en función de las características de la misión. En el caso de los pilotos, personal de aeronaves o aquellos que manejen instrumentos que requieran alto poder de concentración y/o precisión, en general está contraindicada la mefloquina (Lariam®), pudiendo tomar atovacuona + proguanil o doxiciclina.

En cuanto a otras recomendaciones de Sanidad Exterior en Afganistán se exige certificado de vacunación contra la Fiebre Amarilla a los viajeros procedentes de países con riesgo de transmisión de la enfermedad. España no está incluida en estas zonas. En cuanto a las vacunas recomendadas es conveniente tener actualizado el calendario oficial de vacunaciones. Pueden ser recomendables otras vacunas, cuya prescripción deberá realizarse de forma personalizada en cualquiera de los Centros de Vacunación Internacional autorizados.

Durante el año 2013 se llevó a cabo el repliegue de la zona de Badghis, que comenzó el 21 de febrero, al entregar al Ejército afgano el puesto avanzado en Ludina. Posteriormente, se realizó la misma operación con los puestos avanzados de Moqur y Sanga Tesh, completándose el 25 de septiembre de 2013 con la entrega de la base de Qala-i-Naw, la principal base española en la provincia. Con ello culminó el repliegue español y la transferencia de todas las actividades de seguridad a las fuerzas afganas en esta provincia.

ASPFOR XXXIII ha sido la última rotación del contingente desplegado en la base "Ruy Gonzalez de Clavijo" en Qala-i-Naw, la peculiaridad del repliegue y las características logísticas de esta misión también han influido en las cuestiones sanitarias en general, cada vez menos medios tanto humanos, al reducirse el número de células de estabilización, como materiales, y en la quimioprofilaxis en particular, como puede desprenderse del siguiente informe.

En la fase previa al despliegue ZO se lleva a cabo una Fase de Concentración a la que deben acudir todos los militares que van a ser desplegados en ZO, en esta fase previa además de tener en cuenta aspectos operacionales y tácticos, todos los miembros de la misión deben obtener la máxima información sanitaria ya que se trata una medida básica para su propia seguridad. Esta información debe incluir todo tiempo de riesgos sanitarios a los que van estar expuestos los militares durante el despliegue y, fundamentalmente, las medidas para su prevención.

## MATERIAL Y MÉTODO

Nuestro propósito ha sido llevar a cabo un estudio observacional transversal basándonos en los datos extraídos de los cuestionarios de salud que deben rellenar todos los militares antes de salir de Zona de Operaciones (ZO), una vez finalizada una misión internacional.

Las variables tenidas en cuenta son el grado de cumplimiento de la quimioprofilaxis total del grupo, y posteriormente distribuyendo a los sujetos en varios grupos en función de determinadas variables que son categorías profesionales, sexo y grupos de edad.

En los cuestionarios existe una primera parte a completar por el interesado y unas cuestiones finales que consisten en una serie de preguntas que efectúa el oficial médico.

En la parte a completar por el interesado las preguntas 9 y 10 son sobre el contacto con insectos y la prevención primaria y la 19 y la 20 son las que se refieren al tema de la quimioprofilaxis. En la 19 se interroga acerca de si se le recomendó realizar quimioprofilaxis y, en caso afirmativo, cual. En la 20 si la realizó adecuadamente y en caso de respuesta negativa, los motivos.

El primer dato a tener en cuenta se trata de la formulación de estas cuestiones ya que en el 79% de los casos el problema era el desconocimiento del significado del término quimioprofilaxis, ya que se trata de un término científico que hubo que

## Cumplimiento de la quimioprofilaxis antipalúdica en ASPFOR XXXIII

explicar uno por uno a casi el 80% de los interesados, y, a la vista de los resultados en esta pregunta, se trata de un término no apto para su uso en la población general. Además al responder a esta pregunta solían hacerlo de forma negativa pero al preguntar en cada caso, la mayoría se refería a que no la había llevado a cabo, no a que no se lo hubieran recomendado en la fase previa al despliegue en ZO.

En cuanto a los motivos más frecuentes para no iniciar la quimioprofilaxis se encuentran por orden de frecuencia: motivos personales, por decisión propia, por miedo a efectos adversos, lo que en resumen se basa en una mala percepción del riesgo beneficio. Y en el caso de abandono del tratamiento lo más frecuente es que se deba, en primer lugar, al hecho de no haber visto mosquitos en zona o por efectos adversos. De estos, los más frecuentemente referidos, son el mareo, las molestias gastrointestinales y la cefalea. También cabe destacar en este último grupo aquellos que no han iniciado la quimioprofilaxis por haber presentado alguno de estos efectos adversos al tomarla en misiones previas. No hubo ninguna referencia expresa a efectos adversos psiquiátricos.

Otro aspecto muy importante es la incorrecta realización de la quimioprofilaxis. En este caso también influye la gestión de la medicación. Hay unidades en las que se entrega la medicación de forma semanal al interesado, que frecuentemente no puede recogerla por cuestiones logísticas, derivadas de las operaciones, o por olvido. En otras unidades, se le entregan las cajas de una en una y en otras acuden al servicio de sanidad para recoger la medicación, lo que también repercute en el cumplimiento. También son muy frecuentes los olvidos derivados de la pauta de administración semanal, en el contexto de una rutina en la que “todos los días son iguales” y es difícil acordarse cuando uno está centrado en cuestiones mucho más relevantes. Cuando estos olvidos se repiten también hemos recogido casos que deciden abandonarlo por lo errático del cumplimiento y por percibir que de esta forma es ineficaz.

### RESULTADOS

Para obtenerlos, como ya se ha mencionado, hemos tomado los datos de los cuestionarios de salud y las entrevistas llevadas a cabo por el Oficial Médico justo antes del regreso a territorio nacional. Se ha dividido a los participantes según el empleo militar, sexo y en cuatro grupos de edad para su clasificación.

Teniendo en cuenta todas estas cuestiones y basándonos en los cuestionarios de salud realizados por los oficiales del Cuerpo Militar de Sanidad (CMS) desplegados en ASPFOR XXXIII en la base “Ruy Gonzalez de Clavijo” en Qala-i-Naw, hasta un 78% del personal no llevó a cabo la quimioprofilaxis antipalúdica de forma adecuada. Un 61% ni siquiera inició la quimioprofilaxis por pensar que era mayor el riesgo que el beneficio, y hubo un 17% de abandonos o incumplimientos, justificándose sólo el 22% de éstos por efectos adversos atribuibles a la medicación.

Por categorías profesionales, la realización correcta de la quimioprofilaxis alcanzó su cifra más elevada entre los oficiales, casi un 42%, en los suboficiales el 25% y en personal de tropa tan solo el 11%.

Por géneros el cumplimiento en las mujeres fue significativamente mayor, siendo de un 38% frente al 22% de los hombres.

Por edades se dividió a la población de forma aleatoria en 4 grupos, menores de 25 años, entre 25 y 35 años, entre 35 y 45, y mayores de 45. El incumplimiento, aún siendo elevado en todos los grupos, fue algo mayor en los dos primeros, como reflejan las siguientes cifras: primer grupo (<25 años) 86%, segundo grupo (25-35 años) 82%, tercer grupo (35-45 años) 70% y cuarto grupo (>45 años) 74%.

Asimismo son básicos los errores en cuanto al inicio y fin de la quimioprofilaxis. Un ejemplo significativo en esta rotación ha sido el hecho de que un 37% de los que estaban realizando de manera adecuada la quimioprofilaxis dejaron de hacerlo cuando su unidad se replegó hacia la base de Herat por dejar de percibir el riesgo de enfermedad en esta última ya que no se les había informado acerca de esta cuestión en concreto. Además hasta un 57% desconocían que debían continuar con la quimioprofilaxis durante 4 semanas tras su llegada a territorio nacional. Y reinterrogando a los interesados, hasta en un 40% de los casos, el inicio de la medicación previa al despliegue tampoco se había realizado correctamente, empezando a tomar la medicación a la llegada a ZO.

### DISCUSIÓN

A pesar de la dilatada experiencia de los ejércitos de múltiples nacionalidades en misiones internacionales con despliegue en áreas endémicas para el paludismo, no existen publicaciones fiables en cuanto a la adherencia a la quimioprofilaxis en ZO. Lo que si hemos podido encontrar en la búsqueda bibliográfica realizada, son descripciones de casos de paludismo en casi todos los ejércitos que han participado en estas operaciones.

Por esto no parece que, hasta el momento, se puedan establecer datos comparables con los de nuestro estudio. Que por otra parte, y como ya se ha mencionado, tan solo se trata de unos datos, a partir de una muestra muy concreta, obtenidos en la última rotación de ASPFOR y con la peculiaridad de tratarse de la encargada del repliegue.

### CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos en esta rotación de ASPFOR XXXIII, podemos decir que no se han conseguido unos objetivos adecuados en cuanto al cumplimiento de la profilaxis antipalúdica. A pesar de los esfuerzos que se realizan en cuanto a formación sanitaria, estos han sido insuficientes en este caso concreto.

Si estos datos se extrapolaran al cumplimiento de las recomendaciones de quimioprofilaxis en otras rotaciones y a otras misiones internacionales, parece claro que hay que plantearse nuevas técnicas de concienciación del riesgo de contraer paludismo en zonas endémicas, así como la incidencia real y gravedad de los posibles efectos secundarios para poder conocer el balance riesgo-beneficio, además sería importante implantar medidas destinadas a controlar el cumplimiento terapéutico.

## BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization International travel a health. Actualización en 2014. Disponible en: <http://www.who.int/ith/diseases/malaria/en>
2. Ministerio de Sanidad y Consumo. Viajes internacionales y salud [página en Internet]. Ministerio de Sanidad y Consumo. Actualización 2014. Disponible en: <https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/sanidadExterior/salud/viajesInter/cap7.htm>
3. Guía de Enfermedades infecciosas importadas. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2008 (consulta el 25 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/migracion/docs/GuiaEnfInfImp.pdf>
4. Fernández-Sierra MA, Rosales Rodríguez M. Atención sanitaria al viajero internacional. *Med Fam Andal* 2009; 10 (3): 234-41.
5. Informe Mundial sobre el Paludismo 2013 World Health Organization. Disponible en: [http://www.who.int/malaria/publications/world\\_malaria\\_report\\_2013/report/en](http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2013/report/en)
6. Quimioterapia práctica del paludismo. Informe de un Grupo Científico de la OMS, 1990. Serie de Informes Técnicos, N° 805). Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/40290?locale=ar>
7. Guidelines for the treatment of malaria, 2nd edition. World Health Organization, 2010 (consulta 25 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.who.int/malaria/publications/atoz/9789241547925/en>
8. Aplicación de la resolución 66/289 de la Asamblea General sobre la consolidación de los logros y aceleración de la labor destinada a combatir y erradicar la malaria en los países en desarrollo, particularmente en los de África, para 2015. (consulta el 25 de enero de 2014). Disponible en: [http://www.who.int/malaria/publications/atoz/UNGA\\_malaria\\_report\\_2013\\_Spanish.pdf](http://www.who.int/malaria/publications/atoz/UNGA_malaria_report_2013_Spanish.pdf)
9. Boletín Epidemiológico de las Fuerzas Armadas. VOL. 19 N° 230 Diciembre 2012.
10. Boletín Epidemiológico de las Fuerzas Armadas. VOL. 17 N° 202 Agosto 2010.
11. Ministerio de Sanidad y Consumo. Viajes internacionales y salud. Ministerio de Sanidad y Consumo (actualización en 2014). Disponible en: <https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/sanidadExterior/salud/viajesInter/cap7.htm>.
12. World Health Organization. World Malaria Report 2013. Disponible en: [http://www.who.int/malaria/publications/world\\_malaria\\_report\\_2013/report/en](http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2013/report/en)].

# La Sanidad Militar Operacional, en el contexto multinacional

Chereguini Pavón E.<sup>1</sup>, Blasco Ferrándiz R.<sup>2</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 109-116; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

El apoyo sanitario constituye una importantísima capacidad a activar en las operaciones militares convencionales, pero incluso más aún en las operaciones en curso y futuras. La aportación del apoyo sanitario suficiente a las operaciones militares es crítica y las deficiencias en las capacidades sanitarias desplegadas han constituido un fuerte factor limitante para las operaciones militares conjuntas multinacionales. Además de la ausencia de proyectos de licitación comunitarios, la disponibilidad de personal sanitario es también una preocupación multinacional que afecta en un alto grado a la factibilidad del despliegue y al sostenimiento de las Formaciones Sanitarias de Tratamiento (FST), de capacidades tipo ROLE 2/3 durante periodos prolongados. Estas son las razones por las que las Organizaciones Internacionales (UE&OTAN) están trabajando, en la actualidad, en los proyectos de "Pooling and Sharing", con el fin de normalizar las capacidades sanitarias nacionales y alcanzar un alto nivel de inter-operatividad para que los diferentes medios sanitarios funcionales (instalaciones, equipos, personal sanitario, procedimientos...) puedan ser integrados en la estructura marco de una Formación sanitaria de tratamiento multinacional (FSTM).

## Multinational military medical support

**SUMMARY:** Medical support is a significant capability to activate in conventional military operations, but even more in current and future operations. The provision of sufficient medical support to military operations is critical and deficiencies in deployable medical capabilities have been a force limiter for multinational military joint operations. In addition to lack of common procurements projects, availability of medical personnel is also a common concern that severely affects the feasibility of deploying, and sustaining Medical Treatment Facilities (MTF), ROLE 2/3 capable for prolonged periods. These are the reasons why International Organizations (UE&NATO) are currently working on projects of Pooling and Sharing in order to standardizing national medical capabilities and to achieve a high level of multinational interoperability so that different functional medical means (structures, equipments, personnel, procedures...) can be integrated within the framework structure of a Multinational Medical Treatment Facility (MMTF).

## INTRODUCCIÓN

El apoyo sanitario constituye una capacidad fundamental en las operaciones militares de cualquier índole.

A pesar de que el tipo de guerra, de las contempladas en los criterios de la Alianza Atlántica en su artículo 5 (convencionales), en la que se producen gran cantidad de bajas en una amplia área geográfica, siguen constituyendo una preocupación, en la actualidad este escenario posiblemente se contempla como menos probable, siendo las de carácter localizado las que se llevan a cabo por los diferentes ejércitos encuadrados en la Unión Europea (UE) y en la Alianza Atlántica (OTAN).

La provisión del apoyo sanitario a las diferentes operaciones es una necesidad fundamental para el desarrollo de las mismas, dado que cualquier deficiencia constituye, sin duda, un factor limitante. La falta de proyectos conjuntos y la disponibilidad del personal sanitario, son algunos de los factores que pueden

afectar a la viabilidad de un despliegue y del sostenimiento de las Formaciones Sanitarias de Tratamiento (FST,s). Es por ello, que Organizaciones Internacionales UE/OTAN están desarrollando en la actualidad proyectos como el denominado "Pooling and Sharing" (P&S), que tienen por objeto normalizar las capacidades sanitarias de las diferentes naciones con la finalidad de alcanzar un alto grado de interoperabilidad multinacional, de modo que los diferentes recursos funcionales sanitarios (instalaciones, equipos materiales, personal, procedimientos, etc.) puedan ser integrados en la estructura marco de una Formación Sanitaria de Tratamiento, multinacional.

Con la finalidad de conseguir economías de escala, el apoyo sanitario en las diferentes operaciones, pretende ser realizado a través de una Formación Sanitaria de Tratamiento Multinacional (FSTM) constituida y regida por acuerdos y procedimientos conjuntos, implicando con ello la realización de un esfuerzo coordinado, entre los diversos países participantes, que evite/reduzca al máximo las redundancias y duplicidades entre los proyectos que se están desarrollando en el seno de la UE y la OTAN, dado que todos ellos tienen como objetivo general la utilización eficiente y eficaz de los recursos, así como la interoperabilidad entre dichas Organizaciones Internacionales (OI,s) para alcanzar el mayor grado de preparación y cualificación en las FSTM,s, anteriormente comentadas.

La multinacionalidad en el apoyo sanitario, en futuras operaciones a desarrollar en el seno de la UE y/u OTAN, deben ser

<sup>1</sup> Cte. Veterinario.

<sup>2</sup> Cte. Farmacéutico.

AGRUHOC (BRISAN). Madrid. España.

**Dirección para correspondencia:** Enrique Chereguini Pavón. 913647151. echepav@et.mde.es

Recibido: 20 de febrero de 2014.

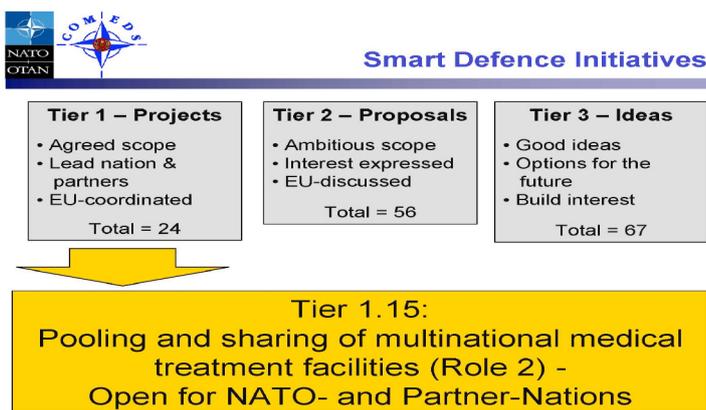
Aceptado: 10 de marzo de 2015.

contempladas como un elemento para el desarrollo de conceptos, procedimientos y actuaciones, conjuntas y coordinadas, para conseguir una adecuada atención a las bajas.

## ALIANZA ATLÁNTICA

En la reunión de la OTAN, celebrada en Lisboa en el año 2010, se puso de manifiesto la necesidad de reforzar la aptitud de la organización para alcanzar sus prioridades, satisfacer las necesidades de las operaciones en curso, hacer frente a los desafíos actuales y emergentes, siendo necesaria para ello la adopción de las llamadas “capacidades claves”.

Posteriormente, en la cumbre celebrada en el año 2012 en Chicago, la OTAN aprueba la Iniciativa “Smart Defence” como una nueva forma de entender la generación de capacidades en materia de Defensa para el año 2020. Entre las que se establecen y desarrollan diferentes capacidades, que se plasman en unos 170 proyectos, teniendo todos ellos como objetivo “suprimir duplicidades, aumentar y fortalecer la cooperación, con la finalidad de realizar un reparto de responsabilidades y cargas económicas de los países aliados” (Fig 1 y 2).



**Figura 1.** Iniciativas del Smart Defence OTAN.

**“Smart Defence is about deciding not just what we cut, but what we keep, and where we place our priorities “**

El “Smart Defence” trata no solo de lo que reducimos, sino de aquello que mantenemos y de donde establecemos nuestras prioridades.

**Figura 2.** Objetivos del Proyecto Smart Defence.

Estos proyectos se clasifican, en función de su grado de interés, en niveles (Tier,s):

- ✓ Tier 1. Proyectos recomendados.
- ✓ Tier 2. Potenciales propuestas
- ✓ Tier 3. Otras propuestas.

En Tier 1 “Proyectos recomendados” se establece el alcance del acuerdo, el concepto y la definición de responsabilidades de la Nación Anfitriona, Líder y/o asociadas, así como también la *coordinación* del Proyecto entre la OTAN y la UE. Entre aque-

llos, en el codificado como Tier 1.15, se incorpora el Proyecto de “Pooling and Sharing of Multinational Medical Treatment Facilities” (MMTF), abierto a las naciones miembro y/o asociadas de la Alianza Atlántica.

El proyecto incorporado en el Tier 1.15, de apoyo sanitario a las operaciones militares multinacionales, está dirigido a constituir FSTM,s, especializadas para atender y cubrir todas las necesidades sanitarias que requiera cada tipo de misión, contándose para ello con los recursos humanos y materiales sanitarios militares que, los países miembros y/o asociados, ofrezcan y/o pongan a disposición de esta Iniciativa, de conformidad con los memorándum de entendimiento y los acuerdos de participación que cada gobierno establezca con la Alianza.

España, viene asistiendo y participando con representantes, pertenecientes al Cuerpo Militar de Sanidad, en las reuniones y trabajos celebrados en el “Military Medical Structures, Operations and Procedures” (MMSOP), Grupo de Trabajo del Committee of the Chiefs of Military Medical Services in NATO (COMEDS), de la iniciativa Smart Defence (OTAN), con el objetivo de estudiar, diseñar y/o definir estructuras, competencias y capacidades sanitarias, en la Función Logística de Sanidad, a prestar en las diferentes misiones multinacionales.

## UNIÓN EUROPEA

Desde la firma del tratado de Maastricht en 1992, la UE ha tratado también de realizar una estrategia propia en varias áreas, como por ejemplo en política exterior y en seguridad.

El establecimiento de una complementariedad con la OTAN, en materia de defensa, se puso de manifiesto a partir del 2004 con la creación de la Agencia Europea de Defensa (European Defence Agency, EDA); organismo especializado de la UE que está iniciando una aproximación sistemática en el establecimiento de áreas de cooperación para el desarrollo de diferentes capacidades. Este organismo constituye, a su vez, una plataforma de gran utilidad para la identificación, estudio y evaluación de diferentes necesidades y capacidades, entrelas que figura la de la Sanidad Militar, en las diferentes operaciones multinacionales.

En el mes de septiembre del año 2010, en el seno de la EDA, se presentó la Iniciativa Gante, en la que los ministros de defensa de todos los países, incluida España, acuerdan y se comprometen a realizar acciones que conduzcan a la concentración y compartición de recursos y capacidades,

con la finalidad de eliminar duplicidades y realizar una contención de costes.

En mayo de 2011 la EDA, a través de su Junta de Gobierno, ordena realizar, en estrecha colaboración con el Comité Militar de la Unión Europea (EUMC), un listado de Iniciativas para impulsar el concepto de “Pooling and Sharing (P&S)”, mediante la identificación de los diferentes requerimientos operativos comunes, tratando de fomentar determinadas áreas que presenten un importante potencial para el futuro desarrollo de esta Organización.

## La Sanidad Militar Operacional, en el contexto multinacional

La Iniciativa europea del “Pooling and Sharing” cubre, de forma integral, el desarrollo de diferentes capacidades que van desde la selección y armonización de los requerimientos operativos hasta su sostenimiento, teniendo como objetivo estimular la creación de diferentes grupos de trabajo entre los estados miembros para:

- Establecer necesidades operativas.
- Identificar prioridades comunes.
- Proporcionar información que oriente al sector industrial europeo de la Defensa.
- Explorar oportunidades de colaboración.

España en el año 2011, inicia su participación en la Iniciativa Pooling and Sharing, colaborando en diferentes áreas como son la adquisición, sostenimiento, adiestramiento y empleo de fuerzas, siendo de destacar su presencia activa en las siguientes Iniciativas: MASUR (Maritime Surveillance), M3U (Multinational Modular Medical Unit), ENT (European Naval Training), AAR (Air to Air Refuelling), PT (Pilots Training) (Fig 3).

Estas Formaciones se denominan, en la Iniciativa del P&S de la UE, Unidades Sanitarias Modulares Multinacionales (M3U,s), a diferencia de las de OTAN (que solo contemplan capacidad máxima de 2º Escalón Sanitario, tipo ROLE 2) , incluyen, además la capacidad de 3º Escalón (tipos ROLE 2 y 3).

Estas M3U,s se configurarán atendiendo a la capacidad sanitaria específica y necesaria que requiera cada misión a apoyar, en función de la naturaleza de la misma (ayuda, humanitaria, interposición de la fuerza, de reconstrucción, desastres naturales, etc.), concentrando en ellas todos los esfuerzos y recursos necesarios para atender y recuperar las bajas sanitarias lo más cerca posible del punto donde se produzcan, en el Teatro de Operaciones (TO).

### SANIDAD MILITAR ESPAÑOLA

Es importante señalar que las Unidades Sanitarias Militares, como por ejemplo las que dispone el ET, cambian su designación en el momento en que son desplegadas en el TO, pasando a denominarse Formaciones Sanitarias de Tratamiento (FST,s) que

se van posicionando en varios escalones, en función de su misión y capacidades sanitarias a prestar.

Estas FST,s, designadas, en la actualidad, con la palabra ROLE, (papel o capacidad a desempeñar), derivada de la doctrina sanitaria OTAN, se clasifican en Role 1, Role 2 o Role 3, en función del Escalón Sanitario en el que se localizan y de la capacidad sanitaria que pueden desarrollar.

De conformidad con el PD4-616 de “Sanidad en operaciones” del MADOC (ET), para dar una mayor coherencia a nuestro escalonamiento sanitario con la nueva doctrina sanitaria OTAN, se establece que el Ejército Español dispone de una serie de FST,s diseñadas para ser desplegadas, en el correspondiente Escalón Táctico-Sanitario del Teatro de Operaciones (TO), en función del tipo de capacidad sanitaria que puede desempeñar,

- 1º Escalón Sanitario: “Puesto de Socorro” (PS) o Role 1 (OTAN) que despliega a vanguardia en el TO
- 2º Escalón Sanitario Ligero: “Puesto de Cirugía Ligera Avanzada” (PCLA), que ofrece capacidad de Role 2 LM (Light Maneuver, OTAN) o bien de Role 1, en función de que disponga o no de equipo quirúrgico, respectivamente.
- 2º Escalón Sanitario Reforzado: “Escalón Médico Avanzado Terrestre” (EMAT), equivalente a Role,s 2 LM o E. (Enhanced, OTAN) si se aumenta su capacidad de hospitalización y otros medios cuando proceda y el “Equipo de Cirugía Avanzada” (ECA), que dispone de dos equipos de cirugía. 2 ECA,s podrían constituir el núcleo de activación de un Role 2 LM.
- 3º Escalón: “Hospital de Campaña” o Role 3 (OTAN)

### EL HOSPITAL DE CAMPAÑA

La FST más reciente de las FAS españolas es el Hospital de Campaña (HOC) del Ejército de Tierra (ET) que, encuadrado en la Agrupación de Hospital de Campaña (AGRUHOC) de la Brigada de Sanidad (BRISAN), dependiente de la Fuerza Logística Operativa (FLO), ofrece una capacidad sanitaria de tipo Role 3 (OTAN).

MASUR	Maritime Surveillance	Desarrollar capacidades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, así como la articulación de una red de vigilancia marítima para la seguridad nacional y el despliegue en operaciones.
M3U	Multinational Modular Medical Unit	Organizar Formaciones Sanitarias Multinacionales, constituidas sobre la base de una nación marco, que cuente con contribuciones complementarias de otros países.
EVT	European Naval Training	Aumentar el adiestramiento e instrucción naval en ámbito de la Unión Europea.
AAR	Air to Air Refuelling	Fomentar y mejorar la capacidad de reabastecimiento en vuelo.
PT	Pilot Training	Obtención de economías de escala, mejorar la interoperabilidad y solucionar problemas de transporte.

Figura 3. Iniciativas EDA.

El origen del HOC surge en los llamados “Acuerdos de Praga,” (OTAN 2002), en los que España se compromete a aportar a la Alianza Atlántica un Cuerpo de Ejército y sus diferentes apoyos logísticos, entre los que se encuentra el apoyo sanitario operacional, con un Hospital de Campaña de Tercer Escalón Sanitario.

Con esta adquisición España se convierte en el 8º país del mundo que dispone de este tipo de FST.

En 2005 las FAS españolas inician las acciones para la adquisición del HOC que, tras la aprobación de su expediente de adquisición, en Consejo de Ministros de 23 de marzo de 2007, se resuelve con su adjudicación a una Unión Temporal de Empresas (UTE), el 24 de agosto de 2007.

En paralelo a las acciones mencionadas, el 23 de abril del 2007, en aplicación de la Instrucción Comunicada nº 64, del Jefe de Estado Mayor del ET, se constituye la Agrupación de Hospital de Campaña (AGRUHOC), en la BRISAN de la Fuerza Logística Operativa (FLO) del ET, donde queda encuadrado orgánicamente el HOC (Fig. 4).

La entrega y recepción del material del HOC se desarrolló entre el mes de noviembre de 2008 y diciembre de 2010, dándose por finalizado el proceso de recepción y comprobación en el mes febrero de 2011.

- Verificar las capacidades disponibles así como los procedimientos necesarios y suficientes.
- Comprobar que el HOC y la AGRUHOC en su conjunto, está adiestrada en el conocimiento y aplicación de los procedimientos logísticos y/o sanitarios aprobados.

b. Específicos:

- Instrucción y adiestramiento del personal en los diferentes módulos no facultativos.
- Instrucción y adiestramiento en los módulos facultativos.
- Evaluación posterior por el equipo de evaluación del “NATO Centre of Excellence for Military Medicine” para, una vez superada, obtener la certificación del HOC como una FST de 3er Escalón de la OTAN (Fig. 6).

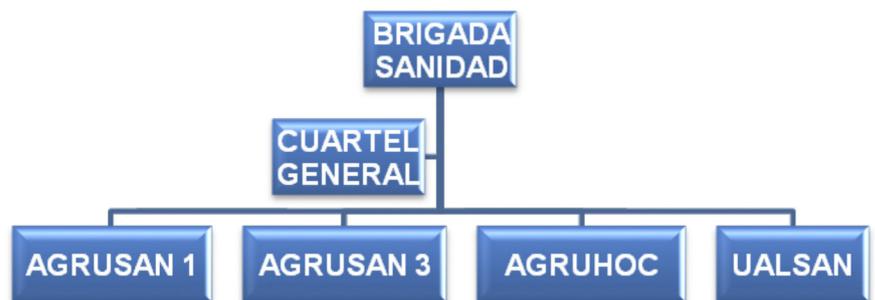


Figura 4. Organización de BRISAN.



Figura 5. Evaluación FOC.

En mayo de 2011 se desarrolla el ejercicio de presentación que, junto con el adiestramiento e instrucción de su personal, hace posible que en mayo de 2012 se despliegue el HOC completo para ser evaluado de su “Capacidad Operativa Inicial” (*Initial Operational Capability, (IOC)*).

Un año más tarde, en mayo del 2013, la Agrupación Hospital de Campaña (AGRUHOC) supera la evaluación nacional de su Capacidad Operativa Final (*Final Operational Capability, (FOC)*), bajo el Ejercicio denominado “Batalla de Toro, 2013” (Fig. 5).

Dicha evaluación tuvo como objetivos:

a. Generales:

- Obtener la certificación nacional del HOC como Formación Sanitaria de Tratamiento de capacidad de Tercer Escalón Sanitario, tipo ROLE 3.



Figura 6. Vista general del Hospital de Campaña.

El HOC del ET, ha sido la primera unidad sanitaria española evaluada, como FST con capacidad de Role 3, bajo estándares OTAN a través del Manual de Evaluación Sanitaria "AMedP-27", cuyo propósito es facilitar y proporcionar el marco de referencia necesario para que los países aliados certifiquen sus capacidades, módulos y/o FST,s, cuando se constituyan para apoyar una operación de la Alianza.

La certificación sanitaria en el campo militar, constituye el reconocimiento oficial de que bien el personal, módulos, protocolos, procedimientos, formaciones y/o componente de la fuerza ostentan la capacidad y/o requerimientos normalizados por los países miembros o bien, en caso negativo, determina e identifica los puntos críticos, riesgos potenciales y las acciones preventivas, correctoras o de mejora necesarias que deben ser implementadas.

La actual situación de la sanidad militar española, miembro-participante en operaciones multinacionales, lideradas por OI,s, en las que se requieren FSTM,s, debería ser sometida a revisión para que la Función Logística de Sanidad Nacional se constituya en un único estándar para la Defensa, y estar en mayor consonancia con la logística y derroteros de la sanidad militar internacional.

Debemos también tener en cuenta los cometidos del planeamiento operacional, así como del adiestramiento e instrucción sanitaria de las FST,s, que competen a la Inspección General de Sanidad de la Defensa (IGESANDEF), como así lo dispone la Instrucción Técnica 2/2013 de 15 de Enero de la Subsecretaría de Defensa, por la que se asignan funciones y cometidos en el ámbito de la IGESANDEF y se describe su estructura orgánica (BOD nº 18/2013), como máximo órgano militar de las FAS encargado de facilitar y dotar de personal cualificado para cualquier FST que sea desplegada.

### MULTINACIONALIDAD DE LAS FST,S

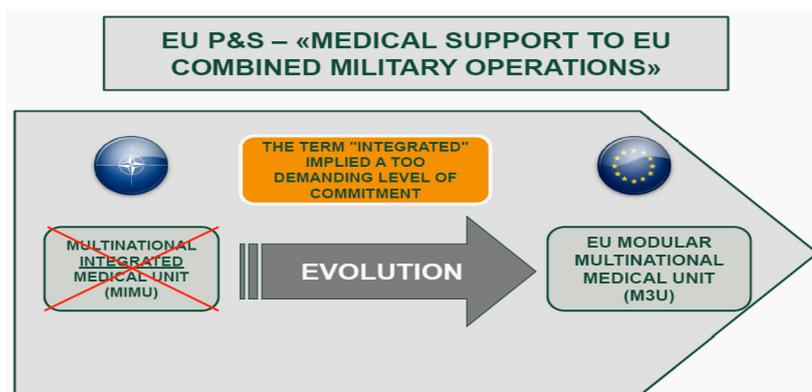
Las diferentes iniciativas en curso, anteriormente comentadas, relacionadas con el apoyo sanitario multinacional, van encaminadas a constituir FSTM,s a partir de aquellos medios materiales y personales que los diferentes países miembros y/o asociados de la OTAN/UE ponen a disposición en estos proyectos, teniendo en cuenta que son las "necesidades de atención sanitaria específicas e identificadas del T.O." las que determinarán en su proceso de planeamiento, la estructura y capacidades requeridas.

Como se ha citado con anterioridad, España está presente en los diversos foros internacionales, que mantienen entre sí una estrecha relación de colaboración y coordinación, con la finalidad de establecer sinergias y criterios comunes de actuación, ofreciendo FSTM,s de capacidad Role 2 (LM y E) al proyecto Smart Defence y de tipo Role 2 (LM y E), así como de Role 3 (HOC del ET) en el P&S, suscribiendo, de este modo, su compromiso e interés de participación en la multinacionalidad de la sanidad militar, dado que esta representa una serie de ventajas como las que se citan a continuación:

- Cobertura de carencias de personal sanitario cualificado.

- Intercambio de conocimientos y lecciones aprendidas de la experiencia y de diversos Centros especializados, como por ejemplo el Centre of Excellence for Military Medicine (CoE) de la OTAN en Budapest.
- Normalizar Procedimientos conjuntos bajo los estándares de OTAN y de la UE.
- Fomentar el conocimiento del idioma inglés en el personal sanitario.
- Optimizar recursos materiales y personales.
- Racionalizar los costes.
- Utilizar recursos comunes para el desarrollo y sostenimiento de las operaciones multinacionales.
- Coordinación en la adquisición y mantenimiento de equipos.
- Etc.

La evolución en la Sanidad Militar operativa internacional, fruto de experiencias y de lecciones aprendidas, ha llevado a la UE a modificar conceptos y a redefinir unidades tradicionales como las MIMU,s de la OTAN (Multinational integrated Medical Units) en otras denominadas M3U (Multinational Modular Medical Unit) incorporando el término "Modular" y eliminando el término "integrated," en cuanto este implica un nivel de compromiso demasiado exigente para los países participantes al incluir todas las capacidades sanitarias independientemente de la naturaleza de la misión (Fig. 7).



**Figura 7.** Evolución hacia el concepto M3U (Multinational Modular Medical Unit).

En la actualidad son dos los grupos de trabajo que están desarrollando los nuevos conceptos y doctrina sanitaria militar operativa: el MMSOP-WG (Military Medical Structures, Operation and Procedures Working Group en la Iniciativa Smart Defence de la OTAN), liderado en la actualidad por Francia e Italia y, el M3U-AHWG (Multinational Modular Medical Unit Ad Hoc Working Group), de la Iniciativa Pooling and Sharing de la EDA en la UE, liderado por Italia (Fig. 8).

Estos grupos de trabajo presentan como objetivo común la agrupación y/o configuración de instalaciones, recursos materiales y personales, así como procedimientos para conformar las diferentes FST,s, basadas en una "aproximación de tipo modular."

Así se distinguen:

- ✓ Instalaciones de Tratamiento Sanitario Multinacional; Multinational Medical Treatment Facility (MMTF) de

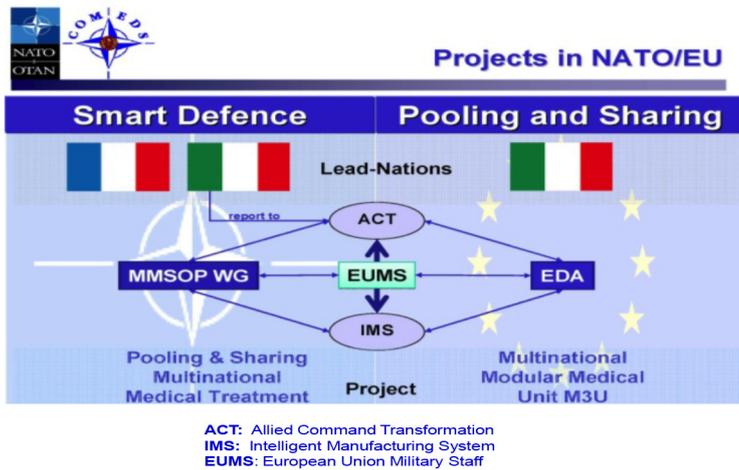


Figura 8. Relación Smart Defence y Pooling and Sharing.

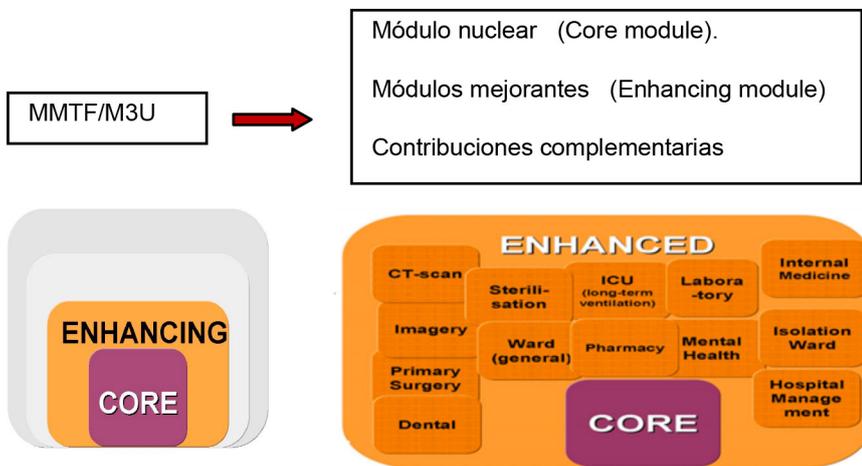


Figura 9. Capacidades sanitarias de carácter modular.

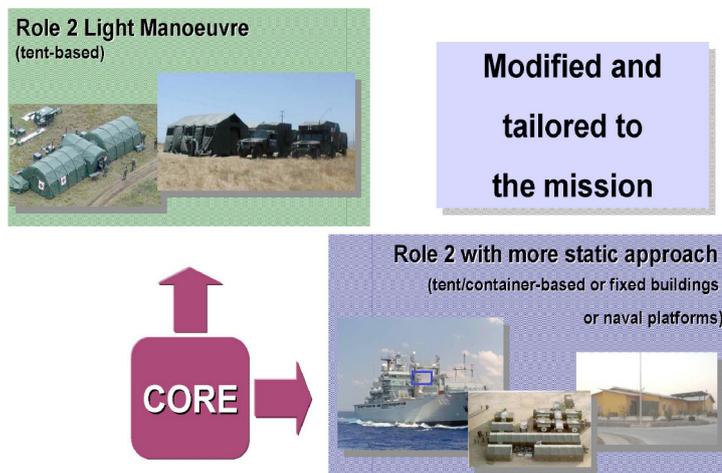


Figura 10. Tipo de FST en función del escenario operacional.

capacidad sanitaria tipo Role 2, en la iniciativa Smart Defence (OTAN).

✓ Unidades Sanitarias Modulares Multinacionales; Multinational Medical Modular Unit (M3U) en el proyecto de P&S de la EDA (UE) para capacidades sanitarias de tipo Role,s 2 y 3.

El carácter modular de las FSTM,s es consecuencia del tipo de estructura y capacidades que la constituyen: Módulos sanitarios y Contribuciones complementarias (Fig. 9).

Módulo sanitario: implica una capacidad sanitaria completa e indivisible, que no se puede subdividir en otros sub-módulos, comprendiendo en sí mismo las instalaciones, su personal específico y/o cualificado, el equipamiento completo, los materiales, así como los procedimientos de actuación necesarios.

Contribuciones complementarias: elementos adicionales para ampliar las capacidades básicas modulares de la FST, en función de la naturaleza de la misión encomendada.

Según estos criterios, los módulos se configurarán en función del tipo, naturaleza y objetivos de la misión, representando el “Módulo Core” el núcleo o germen de una FSTM de capacidad de tipo Role 2, una capacidad funcional de carácter indivisible que cuenta con las siguientes capacidades sanitarias esenciales:

- Urgencias y clasificación.
- Cirugía inicial de control de daños.
- Diagnóstico.
- Hospitalización temporal de bajas.
- Mando y control.

El “módulo core” deberá estar diseñado y construido con las peculiaridades necesarias para actuar tanto en operaciones marítimas como terrestres, con mayor o menor capacidad de movilidad (Fig. 10).

En cambio, los Módulos Enhancing, “mejorantes”, no son necesarios en su totalidad, por lo que solo deberán ser seleccionados aquellos verdaderamente necesarios, configurándose en especialización y/o dimensionamiento en función de las características y peculiaridades de la operación en que vayan a ser desplegados. En la actualidad su definición y composición es objeto de estudio en el seno de los grupos de trabajo MMSOP-WG y M3U-AHWG, con fines de estandarización y normalización siguiendo los criterios y directrices de OTAN y UE.

Una vez definida la composición y capacidades del considerado modelo básico de MMTF/M3U, éste deberá ser aprobado por los organismos directores de los proyectos Smart Defence (MMSOP) y de P&S (EDA) para constituir un referente de partida en el planeamiento sanitario de una operación determinada.

De manera semejante, con la finalidad de dirigir, coordinar y configurar una determinada FST según la naturaleza y tipo de una operación, se establecen diferentes denomi-

## La Sanidad Militar Operacional, en el contexto multinacional

naciones para las naciones y tropas participantes, en función del papel que van a desempeñar.

Nación Líder (LN): país que dirige y coordina las actividades en los grupos de trabajo del MMSOP y de la EDA de cara a desarrollar la capacidad sanitaria de una MMTF/M3U básica, así por ejemplo Francia e Italia se han ofrecido como naciones líder para las iniciativas Smart Defence y P&S respectivamente.

Nación Marco (FN): país o países que necesitan ser identificados para proporcionar y constituir el llamado módulo core, antes citado, con al menos:

- El Mando y Control, las Comunicaciones, Ordenadores y la Inteligencia (C4I).
- Servicios de Comunicaciones y de Información (CIS).
- Servicio de apoyo al combate. Combat Support Service (CSS).
- Protección a la Fuerza. Force Protection (FP).
- Normas y Procedimientos operativos. Standard Operation Procedures (SOP,s).

Estos países son los responsables de llevar a cabo el adiestramiento pre-despliegue, la validación y cualificación de todos los medios (humanos y materiales), así como hacer efectiva su integración en la Fuerza, en las actividades previas al despliegue de una M3U.

Nación Contribuyente con Tropa (TCN): estos países deben ser capaces de proveer módulos normalizados y/o contribuciones complementarias que cumplan con las normas y procedimientos acordados.

La M3U, resultante de recombinar los módulos (core y mejorantes) y las contribuciones complementarias, debe estar sometida a un proceso de validación por un organismo acreditado tanto para la Iniciativa Smart Defence (OTAN) como la de Pooling & Sharing de la EDA (UE).

Los módulos y/o contribuciones aportados deberán ser validados por lo tanto por un Equipo de Evaluación Multinacional (MET), apoyado por el Centro de Excelencia para la Sanidad Militar de la OTAN (CoE) en Budapest (único organismo internacional acreditado para evaluaciones en el ámbito sanitario operacional por el momento). Este MET está constituido por personal evaluador cualificado y acreditado según lo establecido en el Medical Evaluation Manual (MEM), recogido en el AMedP-27 de la OTAN.

Por otra parte la validación de la FSTM (tipos Role 2/3), en la iniciativa P&S, también será llevada a efecto por un Equipo de Evaluación Multinacional constituido al efecto, bajo la colaboración y dirección técnica del CoE de Budapest, en tanto se establezca un centro acreditado similar en la UE. Esta validación consistirá igualmente en evaluar la capacidad, eficiencia y eficacia de los elemen-

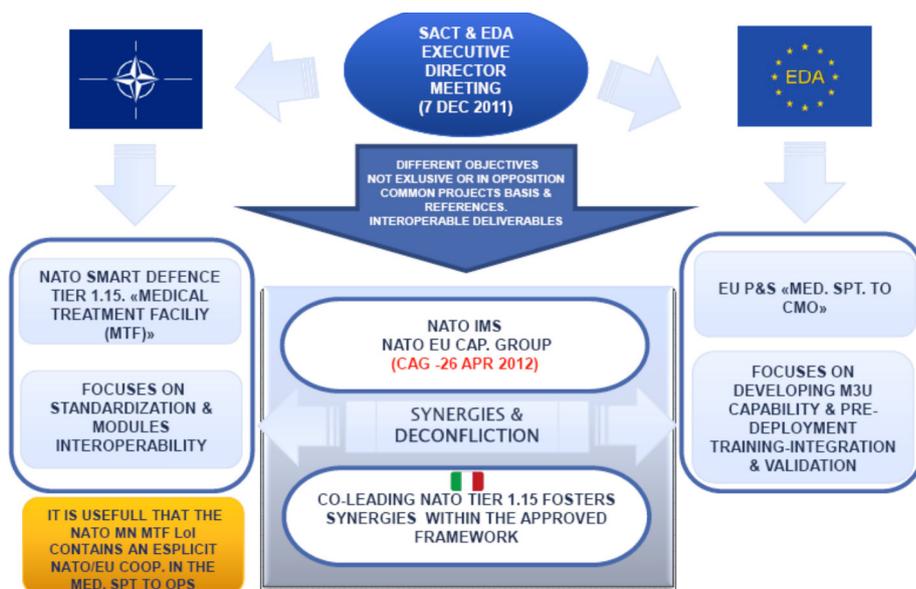


Figura 11. Sinergias OTAN-EDA.

tos que la configuran en su totalidad, incluyendo la cualificación y el adiestramiento del personal (Fig 11).

Por el momento, la colaboración y sinergia de ambas Iniciativas (Smart Defence y Pooling and Sharing), se están traduciendo, en la UE, en la creación de M3U,s bajo los referentes de la doctrina sanitaria de la Alianza Atlántica, la experiencia y lecciones aprendidas en operaciones combinadas y/o multinacionales, junto con el asesoramiento, adiestramiento e instrucción del Centro de Excelencia para la Sanidad Militar de la OTAN, en Budapest.

No obstante, las carencias doctrinales que la UE tiene en este proyecto de P&S, están siendo subsanadas inicialmente, por el P&S-AHWG, mediante la adopción de normativa OTAN como punto de partida en la elaboración de la doctrina y normativa propias.

En tanto que no se dispone de un Centro de Adiestramiento Sanitario Multinacional dependiente de la EDA, Italia ha puesto a disposición de este organismo su Centro de Formación Sanitario (Roma) para ser utilizado por los diferentes países miembros de la iniciativa Pooling&Sharing, como en el Multinational Medical Joint Training Centre (M2JTC) para que, en coordinación con el Centre of Excellence for Military Medicine (OTAN), de Budapest, constituya el primer Centro de la futura red de Centros de Formación, Adiestramiento e Instrucción de la EDA de los profesionales de la sanidad militar internacional que vayan a realizar rotaciones en las FSTM,s (Fig 12).

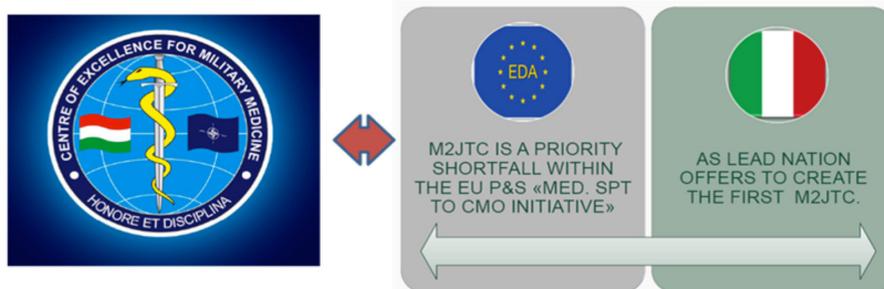


Figura 12. Relación Centros de Adiestramiento sanitario EDA- OTAN.

Desde el seno de la EDA, se anima a que otros países se incorporen a esta Red de Centros de Adiestramiento e Instrucción Sanitaria para que puedan servir como elemento de integración, coordinación o aglutinación de conocimientos y experiencias, así como también para establecer estándares, formulación de propuestas, formación de equipos especializados y/o de evaluadores que participen en la acreditación de las MMTF/M3U (Fig 13).

La incorporación del Hospital de Campaña (HOC), al conjunto de FST,s de las FAS, puede constituir un hecho clave para establecer una revisión estratégica y funcional de la Sanidad Militar Española para normalizarla en los tres Ejércitos, representando un antes y un después de la Sanidad Operacional; un punto de inflexión a partir del

cual se hace realidad prestar apoyo sanitario de Tercer Escalón Táctico a unidades tipo División y/o Cuerpo de Ejército (25.000 personas).

En virtud de lo anteriormente expuesto, podría ser un buen momento para realizar una reflexión de la Función Logística de la Sanidad Militar Española, en operaciones, desde un prisma integral, es decir, considerar los recursos y capacidades sanitarias de las FAS (ET, Armada y EA), como un todo normalizado, estructurado y protocolizado con un marcado carácter complementario e integrador que permita ser empleada indistinta y/o conjuntamente por profesionales sanitarios del CMS, independientemente de su encuadramiento en uno o en otro Ejército.

Dado que la Sanidad Militar española viene participando con frecuencia y muy activamente en operaciones multinacionales de OI,s, en las que se aplican estándares y normativa sanitaria de la OTAN y en un futuro de la UE, parece oportuno que estos sean tenidos en cuenta e incorporados a la doctrina sanitaria de las FAS españolas, para su conocimiento y aplicación.

Igualmente, teniendo en cuenta los compromisos establecidos en sanidad operativa multinacional (proyectos Smart Defence (OTAN) y Pooling and Sharing (UE), sería conveniente considerar en próximos planeamientos sanitarios aquellas especificaciones técnicas, funcionales y de adaptación-acomodación, necesarias para hacer posible combinar y compartir los diferentes medios/equipos, de diferentes países, que van a constituir las futuras Formaciones Sanitarias de Tratamiento Multinacionales (MMTF/M3U).

En resumen, la Sanidad Militar Operacional en el contexto Multinacional está orientándose a un sistema funcional basado en el reparto de los esfuerzos para desarrollar el apoyo sanitario, en las operaciones conjuntas, apoyándose en el principio de “Reunir y Compartir” (Pooling and Sharing) medios, personal y/o capacidades sanitarias, para salvar el grave inconveniente que

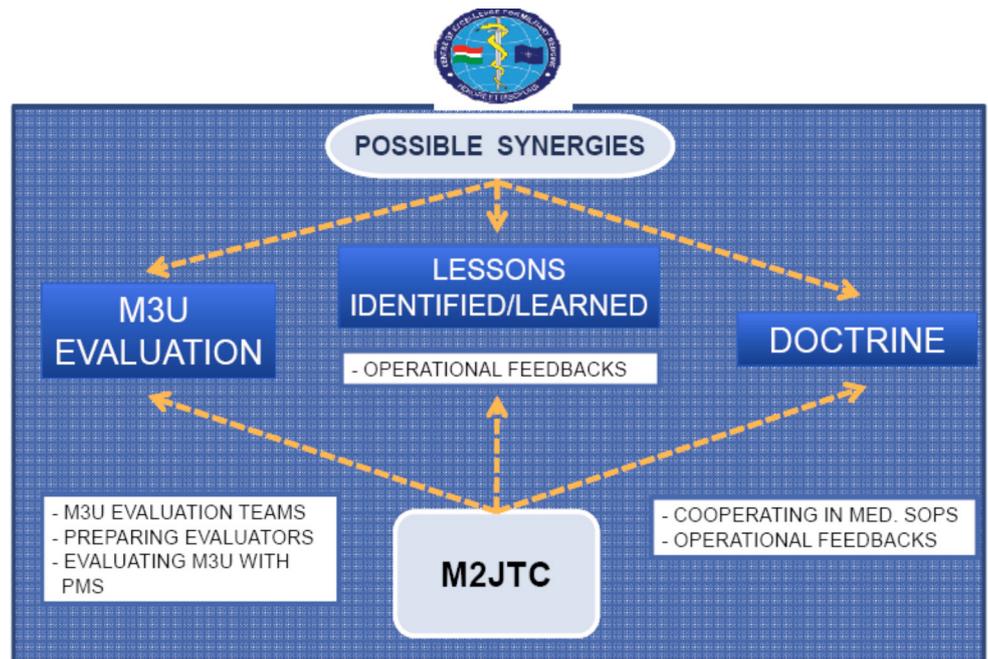


Figura 13. Posibles sinergias entre EDA y OTAN.

le supone a un país realizar el esfuerzo del apoyo sanitario en solitario.

Las FSTM,s deben ir evolucionando en su concepto y capacidad, dado que en la actualidad las operaciones militares multinacionales convencionales se han reducido considerablemente y han surgido otras de naturaleza y objetivos diferentes que obligan a plantearse un nuevo concepto y planeamiento de las mismas, en función de lo “estrictamente necesario y suficiente”, con una mayor cualificación y un reparto logístico y económico entre los países actuantes, según su grado de participación, sin olvidar que el objetivo principal de la Sanidad Militar, tanto nacional como multinacional, es prestar el apoyo sanitario al personal militar y/o civil autorizado, lo más cercano al punto del incidente, con la mayor rapidez y los mejores medios (humanos y materiales).

En definitiva, ofrecer en el TO una asistencia sanitaria de calidad equiparable a la que se desarrolla en territorio nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Instrucción técnica 2/2013 de 15 de Enero de la subsecretaría de defensa, por la que se asignan funciones y cometidos en el ámbito de la IGESANDEF y se describe su estructura orgánica, BOD nº 18/2013.
2. PD4-6161. “Sanidad en operaciones”. Mando de Adiestramiento y Doctrina, Ejército de Tierra. Entrada en vigor 15-04-2011.
3. STANAG 2228 AJP-4.10 (A) “Joint Medical Support Doctrine”.
4. STANAG 2552 MEDSTD ED1 RD1. Allied Medical Publication 56 (AMedP). “Guidelines for a Multinational Medical Unit. “ NATO.
5. STANAG 2560 ED1 AMedP-27 “Manual de Evaluación Sanitaria” NATO.
6. Vázquez Ramos José A. “Mutualizar Capacidades Militares: Smart Defence y Pooling and Sharing.” Revista Ejército, 2013 867 (7): 90-96.
7. Camille Grand, “Pooling and Sharing: conditions for long-term success”. European Defence Matters. Issue 2, 2012.
8. Reinhard Marak. Senior Officer for Defence, Market, EDA. “Effective procurement can slash equipment costs”. European Defence Matters. Issue 1, 2012.

## Cuerpo extraño intraabdominal

Molero Silvero E.<sup>1</sup>, Bartolomé Cela E.<sup>2</sup>, Pérez Alé M.<sup>3</sup>, García de la Llana MA.<sup>4</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 117-118; ISSN: 1887-8571*

### PRESENTACIÓN

Mujer de 81 años de edad con antecedentes personales de alergia a la codeína, hipertensión arterial y dislipemia.

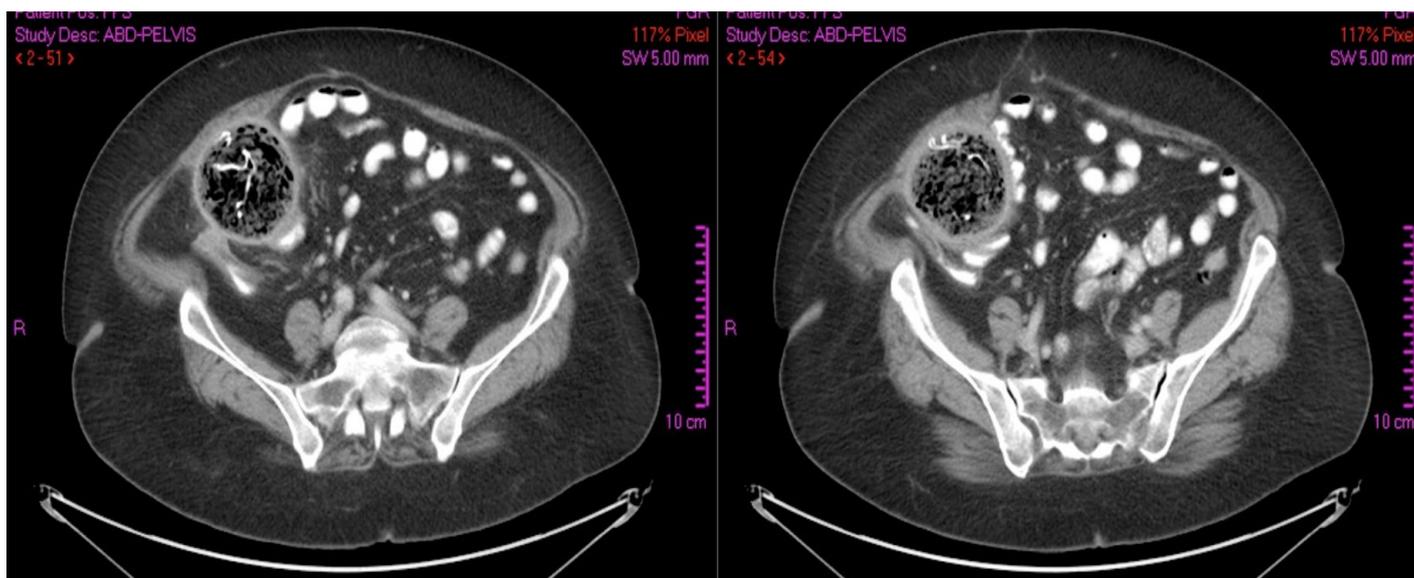
Hace dos años fue intervenida quirúrgicamente de histerectomía con doble anexectomía por historia de metrorragia de 5 horas de evolución, objetivándose masa exofítica, friable y sangrante que salía de cavidad uterina y llegaba casi a vulva. El estudio anatomopatológico informó de pólipo endometrial con displasia focal.

Acude al servicio de Urgencias refiriendo cuadro de un mes de evolución de dolor abdominal continuo en fosa ilíaca derecha, no

irradiado y acompañado de náuseas, distermia, anorexia y pérdida de aproximadamente 7 kilos de peso en los últimos meses.

Aporta TC abdominal (Figs. 1 y 2), en el que, a nivel de FID se identifica una colección de 65x54x79 mm de pared engrosada, con contenido metálico en su interior y densidad radiológica en 'miga de pan', en amplio contacto con la pared abdominal, desplazando las asas de íleon distal, y con efecto masa sobre el ciego y válvula ileocecal sin signos compresivos.

Ante dichos hallazgos, se decide ingreso para realización de intervención quirúrgica, objetivándose dos perforaciones a nivel de yeyuno y gran plastrón adherido a pared abdominal que se encuentra disecada a nivel de colon derecho.



**Figuras 1 y 2.** Imágenes de TC abdominal. Se evidencia cuerpo extraño con contenido metálico en su interior en fosa ilíaca derecha.

<sup>1</sup> MIR 5º año. Servicio de Medicina Intensiva.

<sup>2</sup> Tcol Médico. Servicio de Medicina Intensiva.

<sup>3</sup> Cte médico. Servicio de Medicina Intensiva.

<sup>4</sup> Col. Médico. Servicio de Medicina Intensiva.  
Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla.

**Dirección para correspondencia:** Esperanza Molero Silvero. Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Glorieta del Ejército, s/n. 28047 Madrid. España. emolsil@oc.mde.es

Recibido: 16 de enero de 2015.

Aceptado: 16 de marzo de 2015.

## Diagnóstico: “gosipiboma” o “textiloma”

### DISCUSIÓN

Se realiza extracción del cuerpo extraño por una de las perforaciones, puesto que tenía localización intracolónica y posteriormente se practica hemicolectomía derecha incluyendo un metro de intestino delgado por adherencias firmes.

La paciente presenta buena evolución clínica y radiológica posterior (Figs 3 y 4), pudiendo ser dada de alta a domicilio con controles posteriores satisfactorios.

El “gosipiboma” o “textiloma” es una masa que está compuesta por material quirúrgico no absorbible y con una matriz de algodón<sup>1</sup>. Su incidencia es desconocida aunque se estima que ocurre en 1:100 a 1:5000 intervenciones quirúrgicas<sup>2</sup>, siendo la localización abdominal la más frecuente (aproximadamente un 55%)<sup>3</sup>. La clínica, puede presentarse de forma aguda, principalmente en forma de sepsis, granuloma o absceso o bien retardada (incluso años después de la cirugía) con dolor, masa, oclusión intestinal, peritonitis, fistulización, sangrado, etc<sup>3,4,5</sup>. El “textiloma” puede ser demostrado mediante ecografía como una masa de contenido lineal, ondulado y líquido, de centro ecogénico y con sombra sónica posterior, pudiendo estar asociada a gas y/o calcificaciones. En ocasiones, puede verse una imagen totalmente anecoica de contenido líquido con ecos internos irregulares y de tamaños diferentes o bien patrones de hipoecogenicidad o, incluso, visualizarse como masa compleja<sup>1,4,6</sup>.

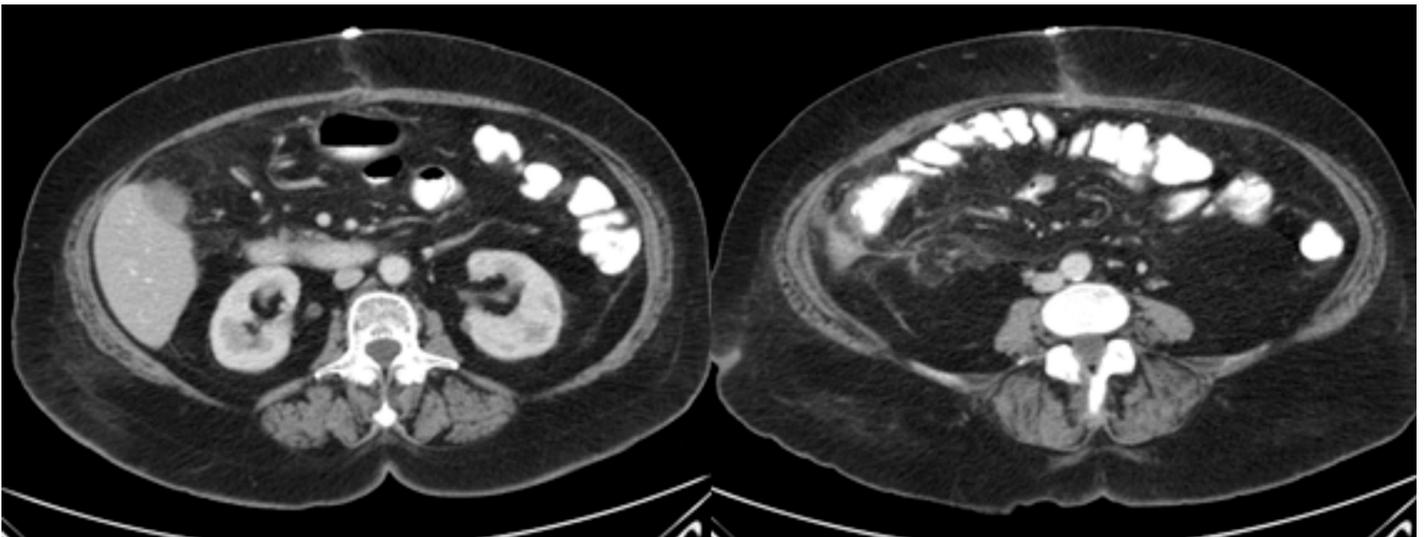
En la TC se puede apreciar una masa bien delimitada con pared densa que puede presentar refuerzo post-contraste in-

travenoso. El centro lesional tiene una apariencia de remolino (“whirl-like” pattern) y se atribuye a gas atrapado dentro de las fibras del material textil. Si se demuestra niveles hidroaéreos o gas en su interior, es indicativo de la presencia de absceso (debiendo hacer diagnóstico diferencial con hematoma). En ocasiones, dicha masa puede calcificarse o, incluso, crear un trayecto fistuloso<sup>1,4,6</sup>.

El tratamiento siempre debe ser quirúrgico, incluso si ha sido hallazgo casual en prueba de imagen por otro proceso debido a las graves complicaciones que pueden presentar<sup>3</sup>.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Motta Ramírez, G. A., González Burgos, O., Castillo Lima, J. A., Evaristo Villalobos García, E. Material quirúrgico olvidado: Gossypiboma, textiloma, gasoma. *Anales de Radiología México* 2007;4:285-296.
2. Sarda AK, Pandey D, Neogi S, et al. PO complications due to a retained surgical sponge. *Singapore Med J* 2007; 48:e160-e164.
3. Contreras-Ruiz VR. Textiloma. *An Med (Mex)* 2007; 52 (1): 37-41.
4. Haegeman, S., Maleuxm, G., Heye, S., Daenens, K. Textiloma complicated by abscess-formation, three years after surgical repair of abdominal aortic aneurysm. *JBR-BTR*, 2008, 91: 51-53.
5. Al-Farah RehmatUllah, Samia Shuja, Sanaullah Gazozai. Intra-Abdominal Surgical Gauze pseudotumor (Gossypiboma) Mimicking A Dermoid Cyst. *International Journal of Pathology*; 2012; 10(2):85-87
6. Nevzat Karabulut, Duygu Herek, Yılmaz Kiroğlu. CT of intrathoracic gossypiboma (textiloma). *Diagn Interv Radiol DOI* 10.4261/1305-3825.DIR.3120-09.0.



Figuras 3 y 4. Control radiológico tras la extracción del cuerpo extraño y hemicolectomía derecha.

# Condiciones legales y administrativas para la secuenciación del genoma humano en el ámbito militar

Bobo-Ruiz J.<sup>1</sup>

*Sanid. mil.* 2015; 71 (2): 119-124; ISSN: 1887-8571

## RESUMEN

La Genómica trae nuevas cuestiones jurídicas además de profundizar aquellas que ya se plantearon desde la Genética molecular. La secuenciación completa del genoma humano ha pasado de requerir los esfuerzos económicos de un consorcio internacional a ser asequible por el ciudadano medio. Este cambio revolucionario también afecta a las administraciones exigiendo un replanteamiento del status jurídico de las bases de datos con fines de investigación biomédica y de las de ADN policiales y su posible desarrollo en el ámbito militar. Del mismo modo ocurre con los biobancos asociados a ellas. Las restricciones que los tratados internacionales imponen sobre los fines de la investigación genómica no deben hacer olvidar los amplios cometidos de los Ejércitos en el marco más general de la Defensa Nacional. Se exponen aquí los condicionantes que cumplidos permitirían bases de datos genéticos y biobancos en dicho contexto, bajo el nuevo potencial de la Genómica, y se trata de articular su régimen con el derecho nacional vigente.

**PALABRAS CLAVE:** Genómica. Bases de datos militares. Biobancos militares. Derecho Internacional. Ley de Investigación Biomédica.

## Legal and administrative requirements for the sequencing of the human genome in the military context

**SUMMARY:** Genomics leads to new legal issues in addition to deepening those already raised from Molecular Genetics. The whole-genome sequencing of the human genome has evolved from economic efforts requiring an international consortium to be affordable for the average citizen. This revolutionary change also affects the administrations requiring a rethinking of the legal status of the databases for biomedical research and police DNA databases and its possible development in the military field. The same happens with biobanks associated with them. The restrictions imposed by international treaties on genomic research purposes should not obscure the broad roles of hosts in the more general framework of National Defence. The conditions that would allow genetic databases and biobanks in this context are discussed here under the new potential of the Genomics, trying to articulate its legal regime with the current national law.

**KEY WORDS:** Genomics. Military Databases. Military Biobanks. International Law. Biomedical Research Spanish Act.

## INFORMACIÓN GENÉTICA Y SECUENCIACIÓN DEL GENOMA. NECESIDAD DE REGULACIÓN

En el siglo XIX el concepto gen como unidad fundamental de la herencia no se aparta de la idea de unidad de información, un concepto abstracto e indivisible que permitió establecer las leyes fundamentales de la herencia aplicadas a plantas y mamíferos. Este periodo fundamentado en la observación ocular y en la aplicación de la aritmética, herramientas empleadas por Mendel, constituye el periodo de la “Genética clásica”. En el momento en el que los estudios sobre poblaciones se realizaron sobre virus, bacterias y los hongos dejando de ser exclusivos sobre plantas y animales comenzaron los orígenes de la “Genética molecular”, nacida gracias al desarrollo de nuevos instrumentos de laboratorio que permitieron conocer la estructura interna del gen<sup>1,2</sup>. Casi ayer se logró el empleo de técnicas de ADN recombinante dando lugar a la “Ingeniería genética”. Hoy se habla de un nuevo campo, la “Genómica”, caracterizado por el análisis del genoma de

los organismos, distinguiéndose en ella una genómica “estructural” relativa al estudio de las secuencias de los genomas y otra “funcional” centrada en la función de las mismas. Prácticamente en fase de gestación se encuentra la “Epigenética”.

Completada la secuenciación y el cartografiado del genoma humano en 2001 gracias al Proyecto Genoma Humano (PGH) actualmente la secuenciación genética ha alcanzado unos niveles potenciales y reales que requieren la atención de las administraciones, tanto en el ámbito estrictamente sanitario como en otras áreas. Esto se debe entre otras circunstancias a la reducción de costes: si en los años noventa el presupuesto del PGH fue de 3000 millones de dólares, en enero de 2014 una compañía (Illumina) anuncia por primera vez hacerlo por un importe inferior a 1000 dólares<sup>3</sup>, cifra que sin embargo debe someterse a revisión como consecuencia de otras expensas indirectas<sup>4</sup>. En todo caso, la secuenciación completa del genoma de los individuos (Whole Genome Sequencing, WGS) se plantea ya como una realidad que llegará a ser rutinaria, circunstancia que debe ser ponderada por el regulador y por quien tiene a su cargo el diseño de políticas incluidas las militares.

Al mismo tiempo se está produciendo una interconexión más intensa entre distintos biobancos y bases de datos genéticos, entre las cuales no deben olvidarse las de historiales clínicos electrónicos. Se habla incluso ya de modelos colaborativos internacionales y de modelos de gobernanza, en definitiva de la

<sup>1</sup> Universidad de Granada. Facultad de Derecho. Dpto. de Derecho Administrativo. Granada. España.

**Dirección para correspondencia:** jbobor@ugr.es

Recibido: 27 de enero de 2014.

Aceptado: 21 de abril de 2014.

“edad digital de la biología”<sup>5</sup> y con ella una nueva generación de implicaciones legales, éticas y sociales. De este modo la secuenciación del genoma y por tanto las bases de datos así como los biobancos ligados a ellas, requieren un análisis desde esas potencialidades y de las necesidades que se pretendan satisfacer; todo ello a la luz de los principios, derechos y valores de nuestra Constitución y del Derecho internacional. Para ello es necesario contemplar tanto los datos genéticos como las muestras biológicas humanas requeridas para su obtención.

Aprobadas sobre las premisas de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal (en adelante LOPDCP), son dos principalmente las normas (de rango legal) que regulan estos elementos: La Ley de Investigación Biomédica (LIB) de 2007, y la Ley Orgánica 10/2007, de 8 octubre, reguladora de la Base de Datos policial sobre identificadores obtenidos a partir del ADN (LOBDP-ADN), sin que exista norma específica en el ámbito militar con igual rango. Siendo el enfoque de este trabajo un estudio previo por razones de brevedad no se abordan las normas reglamentarias. Por otra parte aquellas leyes han de servir de parámetro interpretativo para futuras soluciones, pero ha de entenderse que en el momento de dictarse sus referencias a “datos genéticos” no eran a todos los del genoma de un individuo, algo que se veía distante técnicamente y mucho menos accesible a pequeña escala económica.

#### **LA MUESTRA BIOLÓGICA Y EL DATO GENÉTICO HUMANO EN LAS NORMAS VIGENTES SOBRE BASES DE DATOS GENÉTICAS**

Desde la perspectiva jurídica y ética es insuficiente abordar el equilibrio entre la protección de los derechos de los ciudadanos en el ámbito de la información genética (integridad física y moral, art. 15 de la Constitución Española, intimidad, art. 18 CE, a no declarar contra sí mismo, art. 17 CE, no discriminación, 14 CE, autonomía según la jurisprudencia del Tribunal Constitucional etc.) y el interés público (investigación art. 20 CE, sanidad, art. 43 CE, orden público y defensa, art. 30 CE) partiendo exclusivamente del régimen jurídico de los datos de ADN. La muestra biológica requiere un tratamiento específico. No en vano se debatía entonces cuál debía ser la naturaleza jurídica de la muestra biológica a los efectos de ubicarla dentro de los conceptos definidos por la LOPDCP, principalmente si podría considerarse en sí misma un fichero<sup>6</sup>. Incluso se perfiló el concepto de “excepcionalismo genético” como consecuencia de la necesidad de unas normas y unos principios distintos de los propios de la información sanitaria tradicional<sup>7</sup>. No obstante, el presente trabajo se centra principalmente en los datos genéticos.

#### **Las Bases policiales de identificación**

En el ámbito policial, la citada LOBDP-ADN, aunque pueda parecer una ley garantista en realidad tiene deficiencias que debieron suplirse por el legislador, quien no creemos fuera ajeno a ellas. Como en toda base de datos la pieza esencial la determina el tipo de dato que se recoge en ella. El art.4 de dicha Ley dice que “sólo podrán inscribirse en la base de datos policial regulada

en esta ley los identificadores obtenidos a partir del ADN, en el marco de una investigación criminal, que proporcionen exclusivamente, información genética reveladora de la identidad de la persona y de su sexo”. Sin embargo, como tendremos oportunidad de señalar, en la práctica, tales identificadores no son una diana nítida.

No son exclusivamente cuestiones científicas, o impedimentos de dicha naturaleza, las que desmienten el supuesto alto nivel proteccionista de la ley referida; su propio texto esconde una intencionalidad no tan garantista: “las muestras o vestigios tomados respecto de los que deban realizarse análisis biológicos, se remitirán a los laboratorios debidamente acreditados. Corresponderá a la autoridad judicial pronunciarse sobre la ulterior conservación de dichas muestras o vestigios” (art.5.1). Criterio que se separa del seguido por la LIB que fija normas para el destino último de las muestras. Sin embargo la opción del legislador en materia policial ha sido la de confiar al prudente arbitrio del juez. Por ello resulta incoherente la presencia del art.9 LOBDP-ADN en el que expresa reglas precisas sobre el tiempo de conservación de los identificadores obtenidos a partir del ADN (vinculándolo con la prescripción de los delitos etc.), mientras que hace una mera remisión en el caso de las muestras.

Pero por otra parte, y como habíamos adelantado, no es sólo una cuestión de carácter jurídico sino incluso de carácter científico la que pone en evidencia a la LOBDP-ADN. Es cierto que la idea del ADN no codificante, en la que se basa dicha Ley (así lo dice la Exposición de Motivos, y en cierto modo traduce el art.4) como instrumento útil para la actividad policial se fundamenta en su mayor variabilidad y por tanto mejor adecuación para la identificación de los individuos. Afirma: “sólo podrán ser inscritos aquellos perfiles de ADN que sean reveladores exclusivamente, de la identidad del sujeto la misma que ofrece una huella dactilar y del sexo, pero en ningún caso, los de naturaleza codificante que permitan revelar cualquier otro dato o característica genética”. Sin embargo esta pretensión no es fácilmente alcanzable. Trabajando sobre los polimorfismos debe distinguirse entre polimorfismos en regiones génicas codificantes, en regiones génicas no codificantes, en regiones no génicas y en el genoma mitocondrial<sup>8</sup>.

No es fácilmente alcanzable porque la búsqueda de ciertos datos genéticos puede generar información no meramente identificativa. En el mismo año de publicación de la LOBDP-ADN se advirtió por los autores que con los marcadores genéticos D21S11 y D18S51, empleados ampliamente por los laboratorios forenses, se puede poner de manifiesto los síndromes de Down y de Edwards; también se destacó la existencia de potenciales asociaciones de otros marcadores usados frecuentemente en el ámbito forense con la dependencia de la nicotina, trastornos bipolares, esquizofrenia, debilidad frente a ciertos virus o incluso ciertas relaciones con el cáncer o con posibles causas de infertilidad masculina<sup>9</sup>.

Se pone con ello de manifiesto que debe protegerse la información de carácter médico, y muy particularmente las bases genéticas del comportamiento de los individuos. Sin duda en el caso del comportamiento se trata de información en términos probabilísticos, pero hay evidencias desde hace años de estas relaciones, como es el caso de la agresividad, habiéndose relatado en estudios tempranos que el gen que regula los niveles cerebra-

les de la enzima monoamina oxidasa A (MAO A), que afecta a los neurotransmisores, tiene trascendencia en el comportamiento humano, extrayéndose la conclusión de que dado un factor ambiental (maltrato durante la infancia) y otro genético (causante de un nivel cerebral bajo de la enzima MAO A) aumenta, de forma notable, la agresividad en edad adulta<sup>10</sup>.

Hoy todas estas circunstancias se intensifican dramáticamente ante la secuenciación completa del genoma a bajo coste, pues son posibles ya bases de datos con toda la información genética del individuo, y no meros polimorfismos, aunque ciertamente aun en su inmensísima parte sea “información en bruto”. La regulación administrativa de estas bases ha de ser pues hoy extremadamente precisa en cuanto a los datos que se obtengan y más aun en cuanto al régimen de destrucción de las muestras biológicas.

### Bases de datos y secuenciación en la investigación biomédica y en la prevención de riesgos laborales

La LIB tiene por objeto regular la investigación biomédica, en particular el tratamiento, almacenamiento y movimiento de muestras biológicas humanas así como los biobancos. Concretamente su art.1.2 dice que: “así mismo y exclusivamente dentro del ámbito sanitario, esta ley regula la realización de análisis genéticos y el tratamiento de datos genéticos de carácter personal” excluyendo de su ámbito a las bases de datos de carácter policial (sujetas desde el mismo año de la LIB a la LOBP-ADN). Sin embargo, en el ámbito militar no es tan clara la separación sanitario- no sanitario.

El artículo 9.3 de la LIB dice claramente que: “Sólo podrán hacerse pruebas predictivas de enfermedades genéticas o que permitan identificar al sujeto como portador de un gen responsable de una enfermedad, o detectar una predisposición o una susceptibilidad genética a una enfermedad, con fines médicos o de investigación médica y con un asesoramiento genético, cuando esté indicado, o en el caso del estudio de las diferencias interindividuales en la respuesta a los fármacos y las interacciones genético-ambientales o para el estudio de las bases moleculares de las enfermedades.” De lo que se deduce que, para el caso de que consideremos aplicable la LIB al ámbito militar, sí son posibles los estudios relativos al genoma y la aplicación de sus resultados respetando los fines anteriormente señalados. Como se relata posteriormente lo relevante es el fin y no la naturaleza del sujeto que realice la actividad.

Ha de advertirse que en materia de análisis genéticos la LIB extiende su ámbito de aplicación regulándolos incluso si no tienen fines de investigación, “por razones de coherencia sustantiva y sistemática”. De modo que también en el ámbito militar (sanitario) la separación investigación *vs* actividad asistencial o diagnóstica no dirimiría la aplicabilidad o no de la LIB.

En el contexto más amplio de los datos relativos a la salud, la LOPDCP permite su tratamiento sin consentimiento expreso del titular con fines de prevención, diagnosis, tratamiento médico o gestión de servicios sanitarios (bajo condiciones de secreto profesional). Flexibilidad que para los datos genéticos no permite la LIB (art.45.d), de modo que el consentimiento ha de darse también aquí de manera expresa y escrita sin ser suficiente el

previo otorgado en la relación paciente-profesional sanitario<sup>11</sup>. Lógicamente esta rigidez se atempera en caso de fines epidemiológicos, de salud pública o de investigación si se procede a la anonimización (50.2 LIB).

Aunque esto permite ciertas flexibilidades que pudieran ser útiles a los Ejércitos hay una segunda flexibilidad más relevante en la LIB (art. 50.3) para el empleo de datos codificados, en “casos excepcionales y de interés sanitario general” en los que la “autoridad competente”, (en este punto deberá atenderse cuando proceda, en los supuestos correspondientes, a la Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional, LODN, y en su caso a la Ley Orgánica 4/1981, de 1 junio de los estados de alarma, excepción y sitio, LOEAE) con el informe favorable de la autoridad en materia de protección de datos (aquí también entrarían en juego, bajo sus correspondientes presupuestos de aplicación, la LODN y LOEAE). Esta excepción precisamente es la que podría ser más útil a los propósitos de la Defensa Nacional, y la que convendría articular en forma precisa y funcional.

Por último, conviene averiguar si del marco normativo actual de la prevención de riesgos laborales se puede extraer alguna solución útil. El Real Decreto 1755/2007, de 28 de diciembre, de prevención de riesgos laborales del personal militar de las Fuerzas Armadas y de la organización de los servicios de prevención del Ministerio de Defensa no aporta solución suficiente – ni tiene rango suficiente para hacerlo – para justificar directamente una base de datos genéticos ni un biobanco con fines de investigación genómica aunque los resultados de la investigación pudieran derivar en beneficio de la prevención gracias a una mejora en el control de la salud. Claramente esta dificultad es igual o incluso más intensa en el caso del Real Decreto 1932/1998, de 11 de septiembre, de adaptación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales al ámbito de los centros y establecimientos militares, que se aplica al personal civil.

Aunque los motivos por los cuales se proceda a la secuenciación en el ámbito militar sean de carácter sanitario, los fines y las particularidades propias tanto orgánicas como funcionales de los Ejércitos y del propio Ministerio de Defensa desaconsejan la aplicación directa de la LIB o un mero desarrollo reglamentario. Convendría, respetando la coherencia interna y sistemática del Ordenamiento jurídico una norma con rango formal de ley, y así no subordinada jerárquicamente a la LIB, pero que conceptualmente se incardine en la excepción del art. 50.3 LIB antes recogida. De este modo se soslayarían dudas interpretativas que hoy pueden surgir con el derecho vigente a la hora de crear bases de datos y biobancos en el ámbito castrense con, entre otros, fines de investigación genómica.

Esta regulación permitiría clarificar el régimen de una base de datos y un biobanco codificados en ciertas circunstancias (al igual que la excepción del art. 50.3 LIB), y no necesariamente anonimizados. En todo caso solo con una ley específica se podría proceder a la descodificación, que habría de ser para casos excepcionales. Todo ello conforme a las previsiones del Derecho internacional en materia de datos genéticos, interpretado a través de los tratados propios del Derecho internacional humanitario aplicable a las situaciones de conflictos armados. A ello nos referimos en el siguiente epígrafe.

### Cribado genético

La LIB contiene reglas especiales sobre el consentimiento en el caso de cribados, admitiendo que el consentimiento se preste de manera verbal salvo en el caso de que incluya enfermedades no tratables o los beneficios sean escasos o inciertos, en cuyo caso habrá de ser escrito (48.3 LIB). En principio no cabe hablar de secuenciación completa del genoma en estos casos, dado que precisamente trata de identificar concretos determinantes genéticos asociados a enfermedades o predisposiciones, pues si se hiciera en sentido inverso, se trataría propiamente de investigación y el régimen aplicable sería el de esta.

### DISCUSIÓN SOBRE LAS LIMITACIONES IMPUESTAS POR EL DERECHO INTERNACIONAL A LOS FINES DE LA INVESTIGACIÓN GENÓMICA

Dos cuestiones deben abordarse para conocer los límites fijados por las normas internacionales sobre la regulación patria sobre bases de datos genéticas y la secuenciación genética: los fines de la investigación y el régimen del consentimiento del sujeto fuente.

En cuanto a la primera cuestión, los muy distintos propósitos de la investigación determinan que el derecho internacional sea cauteloso en su permisión, vinculando las actividades a fines médicos y sanitarios, ya de modo directo ya indirecto. Así lo hace el Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y la Dignidad del Ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, de 19 de noviembre de 1996 (Convenio de Oviedo) en su art.12; la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos de 11 de noviembre de 1997 (DUGHDH) en su art.12 b) que orienta la actividad investigadora sobre el genoma hacia el alivio del sufrimiento y la mejora de la situación del individuo y la humanidad; la Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos Humanos de 16 de octubre de 2003 (DIDGH) que enumera en su art.5 los fines para los que éstos pueden ser empleados, relativos a la diagnosis y asistencia sanitaria la investigación y la medicina forense, permitiendo “cualesquiera otros fines compatibles con la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos y el derecho internacional relativo a los derechos humanos.”

En este contexto la DUGHDH nos sirve de parámetro al ser en su artículo 15 el más concreto y estricto en relación a nuestro objeto, aunque su valor sea el de una declaración: “Los Estados tomarán las medidas apropiadas para fijar el marco del libre ejercicio de las actividades de investigación sobre el genoma humano (...) Velarán por que los resultados de esas investigaciones no puedan utilizarse con fines no pacíficos.”

La expresión “velarán por que los resultados de esas investigaciones no puedan utilizarse con fines no pacíficos” debe ser entendida en el anterior marco y observada con especial atención en el contexto de la Defensa Nacional, y de las funciones propias de los Ejércitos. Dentro del Derecho humanitario internacional, en el marco de las normas reguladoras de los conflictos armados, se establece un régimen especial tanto para la “defensa civil” como para los servicios médicos, regímenes de los que se pueden extraer, por analogía (art. 4 del Código civil) algunos principios clarificadores, para nuestro propósito.

Del Protocolo Adicional (I) a la Convención de Ginebra de 1 de agosto de 1949, relativo a la Protección de Víctimas de conflictos armados internacionales, de 8 de junio de 1977 (P.A.I.CG), se extrae con cierta precisión el concepto de “defensa civil”. Se la engloba en el contexto de “actividades de naturaleza humanitaria” en el marco de conflictos armados, fijándose en una lista de actividades<sup>12</sup>, lo que evita que la protección resultante de la Convención se derive a quienes realizan actividades tales como economía de defensa, abastecimiento y protección de industrias vitales, que podrían llevar a confusión terminológica y por ende conceptual<sup>13</sup>. Se trata pues de que tales actividades no supongan “contribución al esfuerzo de guerra”<sup>14</sup> y además que no sean “dañosas para el enemigo”. Esta configuración funcional y no orgánica permite que la protección de la Convención a quienes se dedican a tales tareas se pueda extender a unidades militares bajo las premisas que en el Convenio se contemplan.

El mismo texto internacional llega a entender que la asistencia con personal médico y unidades de tal carácter por una “sociedad reconocida” de países neutrales no supone una “interferencia en el conflicto” (art.27). Por lo que debe entenderse que dicha actividad no tiene fines bélicos ni supone contribuir a los esfuerzos militares.

Lo anterior permite considerar, mutatis mutandi, que las investigaciones que se realicen por la administración militar y en su seno<sup>15</sup> por cualquiera de los Ejércitos, encaminadas a la protección de la sociedad civil o a las prestaciones sanitarias son toleradas por el Derecho internacional aun cuando se trate en concreto de la investigación o la aplicación de los resultados de la investigación sobre el genoma humano, sin que haya trasgresión del art. 15 de la DUGHDH antes citado.

Se plantea sin embargo la cuestión de si estas observaciones son aplicables para el caso de que se utilicen dichos conocimientos para una mejor selección del personal militar o para una más acertada encomienda de servicios o misiones cuando el desarrollo de la genómica funcional permita tales utilidades o para el diseño de vacunas que favorezcan la resistencia del combatiente ante ciertos ataques. En ese sentido la aplicación sí vendría ligada a la idea de “contribuir al esfuerzo militar” y estaría fuera de las actividades puramente humanitarias que englobadas dentro del término defensa civil tienen ese especial tratamiento, y dejaría pues de tener estrictamente fines pacíficos, pues en definitiva, favorecen “dañar al enemigo”. En este caso pues, no parece admisible ni la investigación ni el almacenamiento de datos genéticos o de muestras del personal al servicio de la administración militar y de las Fuerzas Armadas, aunque restaría la dificultad del régimen jurídico del “doble uso”<sup>16</sup>. Ejemplificativo a estos efectos es que en la interpretación del P.A.I.CG los avisos de bombardeo se consideran actividad de defensa civil, pero no en el caso de que se den en acuartelamientos<sup>17</sup>.

En relación al segundo punto señalado, la necesidad de consentimiento, el art.8.a de la DUGHDH, concurriendo razones “imperiosas” permite al legislador limitar el requisito del consentimiento y la confidencialidad para la protección de los derechos humanos y las libertades fundamentales. Igual tolerancia muestra, bajo los mismos requisitos, el art.9 de la DUGHDH. El art.27 de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (DUBDH) permite limitaciones a sus principios me-

dante ley para proteger la salud pública y salvaguardar los derechos y libertades de los demás. El art.26 del Convenio de Oviedo permite restricciones a los derechos que contempla por razones de seguridad pública y la protección de los derechos y libertades de las demás personas.

### CONCLUSIÓN: SECUENCIACIÓN GENÓMICA, INFORMACIÓN GENÉTICA Y DEFENSA

Los anteriores razonamientos permiten sistematizar la incidencia de los fines propios de los Ejércitos, y los efectos de la secuenciación completa del genoma sobre el ordenamiento jurídico distinguiendo tres supuestos:

a) Conforme al derecho positivo vigente es posible en el ámbito castrense:

- Obtención de muestras biológicas con fines de investigación biomédica previo consentimiento expreso y escrito de personal civil y militar e incluso de población general. Con otros fines rigen las reglas generales del ámbito sanitario (58.1 LIB).
- Tratamiento de datos genéticos con consentimiento expreso y escrito de personal civil y militar e incluso de población general, para la identificación del estado de afectado, de no afectado o de portador de una variante genética que pueda predisponer al desarrollo de una enfermedad específica de un individuo, o condicionar su respuesta a un tratamiento concreto, dentro de las competencias de defensa. Con fines de investigación, con los límites que luego se dicen – siendo posible la secuenciación completa del genoma -, se debe expresar por el sujeto fuente si se trata de consentimiento para una investigación concreta, una línea de investigación o general (este último sólo en el caso que se empleen muestras depositadas en biobancos, 70.2 LIB).

b) Siendo posible legalmente hoy, convendría una norma con rango legal que precisara en el ámbito militar:

- Los casos excepcionales en los que por razones de interés sanitario general en los que cabría la utilización de datos genéticos codificados, incluidos los referentes al genoma completo (y asociarlos con los que pudieran proceder de los informes médicos incorporados al historial militar, codificándolos, u otros contenidos de cualquier otro modo lícito), sin necesidad de contar con el consentimiento del sujeto fuente. Es decir una concreción de los “casos excepcionales y de interés sanitario general” previstos en la LIB (casos excepcionales con interés sanitario general con autorización de la autoridad competente e informe favorable de la autoridad en protección de datos, 50.3 LIB). Igualmente para investigación, con los límites que seguidamente se dicen:
- Las investigaciones anteriormente referidas y sus posteriores aplicaciones deben entenderse admitidas para el diseño de cualesquiera medios asociados con la biomedicina que sirvan de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades, incluidas las que se deriven en cualquier modo de conflictos armados. La investi-

gación y sus resultados no pueden estar orientados a “contribuir al esfuerzo de guerra” o causar “daño al enemigo” (art. 15 DUGHDH).

c) Sólo mediante una nueva norma con rango legal (orgánico) podría establecerse:

- Un sistema de uso de datos codificados distintos de los englobables dentro de la excepcionalidad anteriormente mencionada para estos datos.
- Un sistema detallado de casos en los que pueda procederse a la descodificación de datos. Debería ser precisa en cuanto a los fines, dentro de los señalados en el párrafo anterior y evidenciando el principio de proporcionalidad, debería ser muy restrictiva en el caso de que se trate de acceder a la identificación del sujeto fuente de un genoma completo.
- Recogida de muestras, almacenamiento y tratamiento de datos del personal al servicio de las Fuerzas Armadas con fines identificativos. Con las restricciones en cuanto a los datos conservados que habrán de ser o bien consentidos o bien limitados a fines identificativos y por tanto no cabría la secuenciación completa del genoma sino los estrictamente necesarios para tal fin. Debería precisarse el régimen de cancelación del dato y de destrucción de la muestra.

### AGRADECIMIENTOS

Debo mostrar mi agradecimiento al Dr. Michael Morrison, Investigador de HeLEX (Departamento de Salud Pública de la Universidad de Oxford), por sus comentarios y constante asistencia en materia de biobancos.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Avery, MacLeod, McCarty. Studies on the chemical transformation of pneumococcal types. Induction to transformation by a deoxyribonucleic acid fraction isolated from *Pneumococcus* Type III. *J Exp Med*, 1944; 79: 137-158.
2. Watson, Crick. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*. 1953; 4356.
3. [www.illumina.org](http://www.illumina.org). Última vista, 20 de enero de 2014.
4. Chrystoja CC, Diamondis EP. Whole Genome Sequencing as a Diagnostic Test: Challenges and Opportunities. *Clinical Chemistry*, 2014; 60:05.
5. Wee R, Dynamic consent in the digital age of biology. *J PRIM HEALTH CARE* 2013; 5(3):259.
6. Bobo-Ruiz J. Intervención y Gestión en la Genética Humana: El ámbito de la Salud, la Protección de Datos y la Investigación, Granada: Ed. Universidad de Granada, 2005.
7. McGee G. Foreword: Genetic Exceptionalism. *Harvard Journal of Law & Technology* 1998; 1(3): 569.
8. Marqués Negredo M<sup>a</sup>L, Sanz Zamorro M<sup>a</sup>I, Villa Rodríguez L, García Tejerina R, Álvarez-Maldonado Paramés T, Rubiano Rubiano JC, Coca Menchero. Identificación sanitaria: la huella genética. *Sanid. mil.* 2011; 67 (3): 317-320.
9. García O. Ley Orgánica 10/2007, de 8 de octubre, reguladora de la base de datos policial sobre identificadores obtenidos a partir del ADN: Antecedentes históricos y visión genética. *Revista de Derecho y Genoma Humano* 2007; 27: 198-199.
10. Caspi A, McClay J, Moffit TE, Mill J, Martin J, Graig IW et al. Role of Genotype in the Cycle of Violence in Maltreated Children. *Science* 2002; 297: 851.

11. Abellán-García Sánchez F, Los análisis genéticos dentro de la investigación biomédica. Revista de la Escuela de Medicina Legal. Universidad Complutense, junio 2009; 13.
12. Comentario 2340 a los Convenios de Ginebra y sus Protocolos Adicionales. Comité Internacional de la Cruz Roja, Génova. Accesible en [www.icr.org](http://www.icr.org). Última comprobación 20 de enero de 2014.
13. Ibidem 2343.
14. Ibidem 2346.
15. Matamoros Martínez, R, Ortiz Hernández JM<sup>a</sup>. Las Administraciones públicas, en Introducción al estudio de la Administración militar y los procedimientos administrativos. Madrid: Escuela Militar de Estudios Jurídicos. Ministerio de Defensa, 2009: 19-20.
16. Bezuidenhout L, Data Sharing and Dual-Use Issues, *Sci Eng Ethics* (2013) 19:83-92.
17. Vid. Nota 12, comentario 2358.

# El desconocido autogiro ambulancia de 1933, una innovación española predecesora en una década a la primera utilización del helicóptero sanitario

González Canomanuel MA.<sup>1</sup>

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 125-131; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

El helicóptero sanitario ha revolucionado el transporte de enfermos. Es el único medio de evacuación que lleva la atención sanitaria donde se encuentra el enfermo, trasladándolo de forma rápida y cómoda sin depender de vías de comunicación o instalaciones. La participación española en la creación de las “aeronaves de ala rotatoria” para uso sanitario, a la que pertenece el helicóptero, es desconocida por la inmensa mayoría de profesionales que trabajan en este sector no habiendo sido nunca publicada. En 1920 el español Juan de la Cierva y Codorniu inventó el “autogiro” revolucionando la forma de volar y resolviendo los problemas del vuelo a baja velocidad. Este aparato solucionaba la limitación que tenían los aviones sanitarios de ala fija para recoger heridos por la necesidad de un campo preparado para el despegue o aterrizaje. Fueron médicos, ingenieros y aviadores españoles los que se dieron cuenta de las posibilidades en la aplicación sanitaria del autogiro promoviendo su uso en múltiples foros desde 1929. El propio Juan de la Cierva pensó en la aplicación sanitaria de su invento y este se utilizó ya en los años 30 para este fin. El proyecto del autogiro ambulancia data del año 1933 describiendo la modificación sanitaria de un autogiro de cuatro plazas PA-19 de la Pitcairn Autogiro Company. La innovación española del autogiro sanitario adelanta en más de una década a la admitida primera utilización de una aeronave de ala rotatoria para uso sanitario en el año 1944.

**PALABRAS CLAVE:** Transporte aéreo sanitario, helitransporte, evacuación aérea

## **The stranger autogiro ambulance 1933, a Spanish innovation predecessor in a decade to the first use of medical helicopter**

**SUMMARY:** The medical helicopter has revolutionized patient transport. It is the only means of escape leading healthcare where the sick, transferring it to quickly and easily without relying on roads or facilities. The Spanish participation in the creation of “rotary wing aircraft” for sanitary use, which the helicopter belongs, is unknown to the vast majority of professionals working in this sector never having been published. In 1920 the Spanish Juan de la Cierva and Codorniu invented the “autogiro” revolutionizing the way to fly and solving the problems of low speed flight. This device solved the limitation that health had fixed wing aircraft to pick up wounded by the need of a field ready for takeoff or landing. They were doctors, engineers and Spanish aviators who realized the possibilities in healthcare application of autogiro promoting their use in multiple forums since 1929. Juan de la Cierva own thought in health application of his invention and it is already used in 30 years for this purpose. The project gyroplane ambulance dates from 1933 describing the health modifying a four-seat gyroplane PA-19 Pitcairn Autogiro Company. The Spanish healthcare innovation autogiro forward in more than a decade to taken first use of a rotary wing aircraft for domestic use in 1944.

**KEY WORDS:** Air medical transport, Helicopter transport, Aeromedical evacuation.

## INTRODUCCIÓN

El uso de aviones para el transporte sanitario fue una idea rápidamente aplicada desde el nacimiento de la aviación. El conflicto bélico de la I Guerra Mundial fue el escenario donde comenzó este nuevo tipo de transporte con el traslado de los primeros heridos<sup>1</sup>.

La necesidad de utilización de campos de aviación preparados para el despegue y aterrizaje de estos aparatos fue un requie-

rimiento técnico que impidió que los heridos se transportasen desde posiciones lo más cercanas del frente hasta las puertas de los hospitales donde se evacuaban.

El desarrollo al final de los años 20 de pequeños aeroplanos en versión sanitaria con capacidad para transportar a un herido, como el De Havilland DH9 inglés, el Hanriot 14 y el Dorand AR franceses o el Avro 504 español, no solucionaban este problema, ya que aunque necesitaban poca pista de despegue y aterrizaje, esta se podía medir por cientos de metros<sup>2,3</sup>.

El problema que impedía que el avión pudiese despegar o aterrizar en una distancia pequeña era la necesidad de proporcionar al ala una velocidad mínima de despegue (velocidad relativa que impulsa a la aeronave al desarrollo del vuelo). Los problemas del vuelo cerca de la velocidad de pérdida (la velocidad mínima a la que una aeronave es capaz de volar) se convirtieron en un reto técnico en estos primeros años de la aeronáutica.

<sup>1</sup> Adjunto del Servicio de Urgencias. Hospital Virgen de la Salud. Toledo. España.

**Dirección para correspondencia:** Miguel Ángel González Canomanuel. Adjunto del Servicio de Urgencias. Hospital Virgen de la Salud, Av. de Barber nº 30, C.P. 45071 Toledo. Email: magycm10@yahoo.es

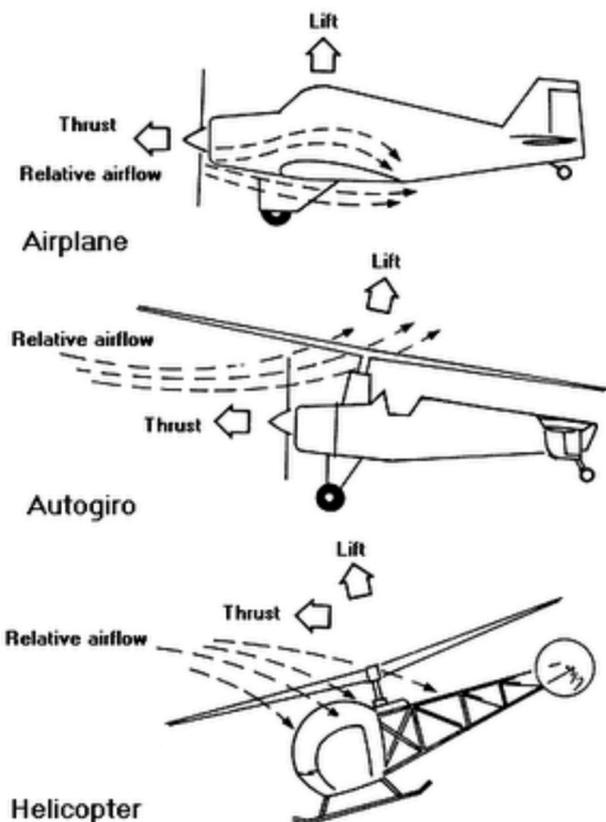
Recibido: 30 de septiembre de 2014.

Aceptado: 4 de marzo de 2015.

En el año 1920 un inventor español, Juan de la Cierva y Codorníu solucionó el problema del vuelo a baja velocidad con el desarrollo de un aparato volador completamente nuevo que patentó y denominó "Autogiro". Esta era una aeronave de ala giratoria que se propulsa mediante una hélice, al igual que los aviones, pero en vez de planos utiliza un rotor como el helicóptero. Este rotor, que gira de forma libre impulsado por el aire, genera la sustentación del aparato<sup>4,5</sup>.

Aunque parecidos, la diferencia entre un autogiro y un helicóptero estriba en que las alas en forma de aspa, "el rotor principal", que ambos tienen sobre el fuselaje, en el autogiro se mueven libremente tomando impulso gracias al aire que incide sobre ellas por el avance y proporcionando la sustentación. En el caso del helicóptero, el rotor está unido al eje del motor que le hace girar a gran velocidad creando sustentación, con un flujo de aire inverso (de arriba hacia abajo), (Figura 1). La sencillez mecánica del autogiro es infinitamente mayor, tiene un vuelo más "suave", tiene menos vibraciones y es mucho menos propenso a un fallo mecánico que el helicóptero, estas razones entre otras, le hacen ser un aparato idóneo para el transporte sanitario. Basta decir que ante un fallo del motor en un helicóptero, el piloto maniobra el rotor para hacer que el aparato vuele como un autogiro y así poderse salvar de un accidente catastrófico.

El helicóptero es la aeronave de ala rotatoria más conocida y utilizada en la actualidad. Su empleo en el ámbito sanitario



**Figura 1.** El autogiro tiene una forma diferente de obtener sustentación necesaria para volar que le diferencia de los aviones y de los helicópteros. La característica fundamental es la sencillez técnica y la mayor seguridad de su vuelo a baja velocidad. Imagen: [www.modelismo.cubano.com](http://www.modelismo.cubano.com)



**Figura 2.** El modelo PA-19 fue el primer autogiro con cabina cerrada. Tenía un nuevo sistema de movimiento manual del eje para ajustar el rotor que le proporcionaba un vuelo muy estable. Imagen colección Stephen Pitcairn.

ha supuesto una revolución en el transporte sanitario. El helicóptero moderno, desarrollado por Sikorsky, utiliza los estudios aerodinámicos y soluciones mecánicas del primer aparato de "ala rotatoria" denominado "autogiro". Siguiendo el desarrollo de los estudios del autogiro español, los alemanes al final de la segunda guerra mundial, fabrican experimentalmente el primer helicóptero operativo "Flettner Fl 282". Posteriormente en 1942, un emigrante ruso en Estados Unidos, Igor Sikorsky, desarrolla y produce comercialmente el helicóptero moderno. Es en enero de 1943 cuando posteriormente a los experimentos con el prototipo XR-4, se aprueba por parte del Ejército estadounidense la producción en serie del R-4. Este será el primer helicóptero producido en cadena que, durante el final de la segunda guerra mundial en 1944, realizará la primera evacuación sanitaria en las selvas de Birmania.

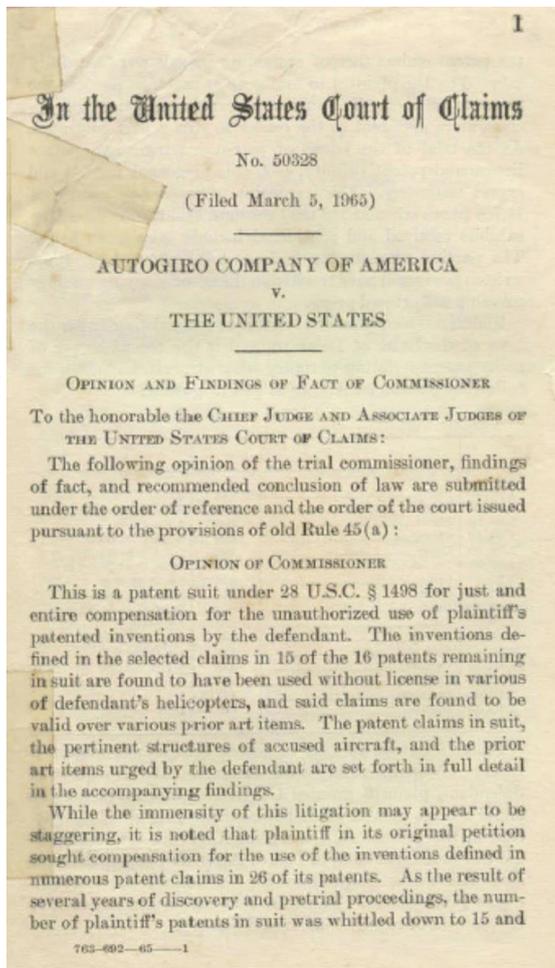
La utilización de "aparatos de ala rotatoria" para uso sanitario ha sido una idea repetidamente defendida por diferentes españoles y extranjeros desde 1929 tanto en foros nacionales como internacionales. Desde la primera ponencia del I Congreso Internacional de Aviación Sanitaria celebrado en 1929 hasta en múltiples reuniones científicas posteriores. El propio inventor del autogiro Juan de la Cierva pretendió desarrollar una versión sanitaria de su invento<sup>5-7</sup>. Esta versión sanitaria se proyectará en 1933 por la empresa "Pitcairn Autogiro Company" de su modelo PA-19. Esta utiliza las patentes que posee el español Juan de la Cierva del autogiro en la "Autogiro Company of America" concesionaria para Estados Unidos de todas las patentes del autogiro español (Figura 2 y 3).

### El autogiro de Juan de la Cierva precursor del helicóptero moderno

El invento de la aeronave de ala rotatoria lo realiza el insigne inventor español Juan de la Cierva y Codorníu en 1920, patentándolo, y realizando más de 70 modelos junto con 40 aparatos



**Figura 3.** El modelo PA-19 era el autogiro más grande construido, la adaptación sanitaria era sencilla al poderse realizar una puerta para camillas en este lateral del fuselaje. Imagen colección Bruce H. Charnov



**Figura 4.** Portada del texto del Juez Lane donde se reconoce legalmente la utilización sin autorización de las patentes de Juan de la Cierva para el desarrollo de helicópteros. Imagen: Juan de la Cierva y Codorniu, ensayo para la fundación INTEGRA.

en los siguientes 16 años antes de su prematura muerte. Aunque hubo intentos anteriores, estos tuvieron un nulo éxito. Es el autogiro de la Cierva el que logra un vuelo estable y efectivo junto con un desarrollo comercial de más de 400 aparatos fabricados en todo el mundo<sup>5</sup>. La Aviación Militar proporciona fondos y ayuda decisiva en los primeros años del desarrollo del autogiro. Juan de la Cierva soluciona el vuelo a poca velocidad con el invento de un aparato completamente nuevo así como unas soluciones mecánicas que son las que hoy en día permiten el vuelo de todos los aparatos de ala rotatoria. También desarrolla “La teoría aerodinámica de las alas giratorias” donde se da la explicación físico-matemática de esta nueva forma de volar. Estos nuevos inventos realizados por la Cierva como la articulación de batimiento, la articulación de arrastre, la autorrotación, el mando directo, junto con su teoría aerodinámica, son los que posibilitan el vuelo de los actuales helicópteros. Tanto es así que el padre del helicóptero moderno Igor Sikorsky, se refería a Juan de la Cierva como “inventor” del helicóptero, siendo su empresa una de las que pago por el uso de estas patentes<sup>4,5</sup>.

En 1976 el Tribunal de Apelaciones de Estados Unidos de América dicta una histórica sentencia condenando subsidiariamente al gobierno de los Estados Unidos a pagar la mayor indemnización por el uso, sin autorización, de las patentes del autogiro de la empresa Autogiro Company of América. El juez Lane hace responsable al gobierno de los EEUU por la adquisición de helicópteros de las empresas Bell, Hiller, Vertol sin las licencias de la Autogiro Company of America. No así a la principal fabricante de helicópteros, Sikorsky Aircraft, ya que esta si reconoció y pagó por la utilización de dichas patentes. La “Decisión Lane” del Tribunal de Apelaciones norteamericano prueba irrefutablemente que el helicóptero es un descendiente directo del autogiro, y que no puede existir ni volar sin usar las patentes y teorías de Juan de la Cierva<sup>4</sup> (Figura 4).

### La propuesta del autogiro para labores sanitarias

La aparición del autogiro coincide, en sus fechas, con el comienzo del desarrollo de la aviación sanitaria. En estos primeros años hay un gran entusiasmo en la organización de este nuevo campo tanto en sus aspectos legales, estructurales, sanitarios así como en los aeronáuticos. Dentro de este último, se busca la aeronave que mejor cualidades técnicas posea para el transporte sanitario<sup>(1)</sup>. La mayoría de los países presentan internacionalmente distintas aeronaves diseñadas para este nuevo tipo de transporte aéreo como demostración de la naciente industria aeronáutica de cada uno de ellos. En el caso de España la invención por Juan de la Cierva de un nuevo tipo de aeronave distinta en su forma de volar a las que existían, ha producido gran expectación en el mundo aeronáutico internacional. Es el propio inventor del autogiro el que propone su utilización como aeronave para transporte sanitario debido a sus grandes prestaciones para este campo exponiéndolas en múltiples conferencias<sup>5-7</sup>.

<sup>(1)</sup> Incluso se crea un premio internacional la copa “Copa Maurice Ráphale” destinada al mejor avión sanitario o el avión con las mejores condiciones para el transporte de enfermos y material sanitario.

En estos años se realiza en las primeras reuniones científicas internacionales sobre aviación sanitaria donde son médicos militares españoles y extranjeros los que participan y defienden al autogiro como la mejor aeronave para el transporte sanitario:

- I Congreso Internacional de Aviación Sanitaria celebrado en París en 1929. En este participaron los “padres” de la aviación sanitaria y establecieron las bases de esta nueva disciplina aérea y sanitaria. En la primera ponencia *L'aviation sanitaire sur les theatres d'operations extérieures*, M. le Colonel Cheutin y M. le Medecin Colonel Epaulard, nombran al autogiro como una de las aeronaves más indicadas para el transporte aéreo sanitario<sup>8</sup>. En este congreso se realiza la primera exhibición aérea mundial de un aparato de alas rotatorias para uso sanitario en el aeródromo de Villacourby el 17 de mayo de 1929 pilotado por el Sr. Massot<sup>(2)</sup>.
- II Congreso Internacional de Aviación Sanitaria celebrado en Madrid en 1933. España se suma al comienzo de esta nueva disciplina aérea y sanitaria celebrando un congreso internacional con la presencia figuras más importantes de la época. Ya en la ponencia inaugural realizada por el presidente del congreso el Dr. Cardenal nombra al autogiro como la aeronave que resuelve los problemas para el transporte de enfermos y pide la autorización para el uso en este cometido. También en todas las siguientes comunicaciones españolas se exponen las ventajas del autogiro para el transporte sanitario. Es de resaltar la ponencia del teniente coronel Emilio Herrera director de la Escuela Superior de Aerotecnia (persona clave en el desarrollo del autogiro que llegó al empleo de general y fue nombrado más tarde presidente de la república en el exilio), que nos indica “*la idea del inventor de desarrollar un modelo específico para el transporte sanitario*”<sup>3,9,10</sup>.
- III Congreso de Aviación Sanitaria celebrado en Bruselas en 1935. Comunicación presentada por el Comandante médico Mariano Puig Quero, jefe del Servicio Sanitario de la Aviación Militar española, “Utilización del avión privado o comercial para fines sanitarios entre la Metrópoli y las Colonias”. En esta ponencia el autor hace énfasis en la idoneidad del uso sanitario del autogiro en zonas que no tienen las infraestructuras tan desarrolladas como en los países occidentales<sup>11</sup>.

También se defiende al autogiro como el aparato más capaz para el transporte sanitario en el primer libro editado en España sobre la aviación sanitaria “*Medicina aeronáutica y aviación sanitaria*” del Dr. Box Cospedal en 1936 y en su propia tesis doctoral<sup>12</sup>.

Distintos artículos publicados en revistas científicas aeronáuticas de la época como en la Revista Aérea de 1923 a 1929, Revista Aeronáutica desde 1932 en otros artículos de la Revista de Sanidad Militar<sup>13,14</sup> así como en distintos diarios de tirada nacional. En todos estos se expone al público en general de la aparición de un aparato “revolucionario” que en su aplicación

sanitaria soluciona el problema del transporte aéreo de enfermos y que su desarrollo corresponde a un español Juan de la Cierva. En el diario ABC a propósito de la muerte del afamado torero Ignacio Sánchez Mejía por una herida de asta de toro en 1934, en la plaza de Manzanares, se preguntan como no hay un autogiro sanitario para la rápida evacuación de este tipo de heridos en el país de su inventor<sup>15</sup>, más tarde la historia se repetirá con la muerte de “Paquirri” en 1984 en Pozoblanco. En La Voz de Madrid donde se expone un artículo la petición de autorización al autogiro para el transporte sanitario<sup>16</sup>. En Blanco y Negro donde lo comparan con extravagantes inventos de esos años como el “automóvil aéreo sanitario”<sup>17</sup>.

### Las primeras operaciones de salvamento y rescate con autogiros

Desde un primer momento Juan de la Cierva piensa en un desarrollo internacional del autogiro para lo cual funda en Inglaterra “La Cierva Autogiro Company Limited”. Posteriormente, asociándose con el empresario americano Harol Pitcairn funda en Estados Unidos de América la “Pitcairn-Cierva Autogiro Company”. Es en Estados Unidos donde el autogiro toma un gran impulso en su desarrollo, aparte de su aplicación militar, también lo hace en el campo civil sobre todo para publicidad, fotografía, transporte de correo, prensa y transporte privado.

Durante el comienzo de los años 30 los autogiros empiezan a ser empleados para misiones de salvamento y sanitarias tanto en Estados Unidos como en Europa.

### En el ámbito civil en Estados Unidos

El 7 de agosto 1932, J. Paul Lukens, participó con su autogiro PCA-2 en la búsqueda de un aparato Lockheed accidentado en las montañas de Harrisburg. Consiguió localizar y designar la posición, pero no encontró con vida a los tripulantes. En 1932 James Faulkner con un aparato de la Autogiro Company of America participó en el rescate de dos aviadores caídos en los Everglades, Miami. Los localizó y acompañó posteriormente a dos dirigibles que realizaron el rescate. En marzo de 1934 un autogiro tipo Kellett durante unas pruebas meteorológicas, localizó un aeroplano perdido socorriendo a la tripulación y transportando 174 kg. en material de salvamento<sup>5</sup>.

### En el ejército y la marina

Durante el verano de 1932 durante la segunda acción armada del ejército americano en Nicaragua uno de los tres autogiros de experimentación PCA-2/XOP-1 fue destacado en los Marine Corps donde realizó evacuaciones sanitarias y reconocimiento<sup>18,19</sup>.

Durante 1936, en el Medical Field Service School, en Carlisle Barracas, Pensilvania, un autogiro realizó pruebas de evaluación como aparato de transporte y evacuación sanitaria durante un año<sup>20</sup>.

En Europa también tenemos constancia de la utilización del autogiro en labores sanitarias. El piloto Rolf von Bahr, en 1935,

<sup>(2)</sup> Diario El Imparcial. 18 de mayo de 1929. p 5. “Ante los congresistas de Aviación sanitaria vuela el autogiro La Cierva”. La Vanguardia. Edición del sábado. 18 de mayo de 1929. p. 29. *Los Aviones Sanitarios*.

## El desconocido autogiro ambulancia de 1933, una innovación española predecesora en una década...

de la compañía "AB Autogiro" realizó vuelos de taxi, rescate y ambulancia siendo muy popular en las estaciones de deportes de invierno de Suecia<sup>5,21</sup>. Voló unas 7.000 horas en autogiro, siendo probablemente el récord del mundo. Su aparato un C-30 (Cierva modelo 30), matrícula SE-AEA, se conserva y se puede admirar actualmente en el Tekniska Museet en Estocolmo (Figura 5). También podemos ver una filmación de la época de un rescate en montaña de este autogiro en "youtube"<sup>21</sup> (Figura 6).



**Figura 5.** El autogiro de Rolf von Bahr, un C-30 matrícula SE-AEA, se conserva y se puede admirar actualmente en el Tekniska Museet en Estocolmo. Este es el mismo que aparece volando en el fotograma de la figura 6 y con el que se realizaron múltiples traslados sanitarios. Imagen Lars Sundin.



**Figura 6.** En la década de los 30 los autogiros fueron utilizados para el rescate y atención sanitaria tanto es así que se realizaron películas publicitarias. La imagen es de un fotograma de una película de 1933 que se puede ver en YouTube [www.youtube.com/watch?v=IV-T7Ewqt\\_U](http://www.youtube.com/watch?v=IV-T7Ewqt_U)

En la Unión Soviética N. I. Kamov desarrolló en 1934 un autogiro A-7 con un peso de 2.000 kg, un rotor de 15,18 m. y una velocidad de 210 km/h, parecidos a modelos Pitcairn. Se fabricó una serie pequeña para uso militar y civil realizando misiones de salvamento en el Ártico<sup>5</sup>.

### El proyecto del autogiro ambulancia

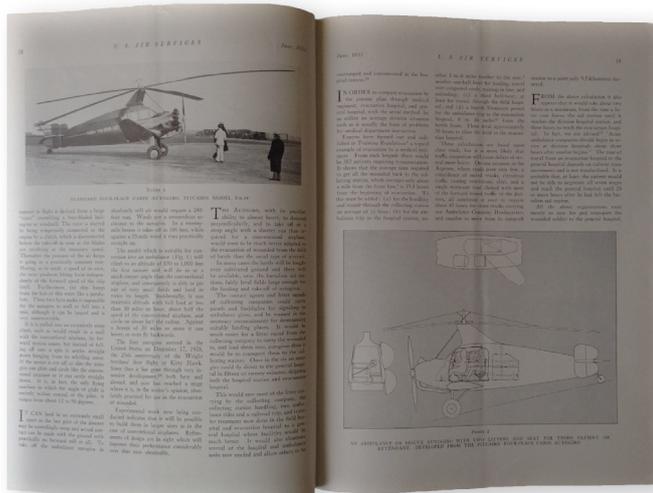
El proyecto del autogiro ambulancia se realiza en Estados Unidos con la modificación del autogiro PA-19. Este es un autogiro diseñado por Robert B.C. Noorduyn con capacidad para transportar cómodamente a cuatro personas y que esta propulsado por un motor Wright R-975EL. Tenía una longitud de 7,85 m., envergadura de alas 11,79 m. y un diámetro de rotor de 15,43 m y pesaba a plena carga 2105 kg, velocidad máxima de 190 km/h y una autonomía 560 km. Era el mayor autogiro construido en su época. Se construyeron cuatro unidades: NC2503, NC2740, NC13149, X13182, de éstos el prototipo NC13149 fue desechado. Los dos primeros aparatos fueron comprados por el *Florida Year Round Club* para trasladar a cuatro pasajeros y equipaje a los hoteles y residencias de lujo de lugares turísticos de la costa americana, Miami Biltmore Country club, the Key Largo Angler's Club y the Cabana Sun Club<sup>5</sup> (Figura 3).

El proyecto para la transformación para uso sanitario de este robusto autogiro consistía en la modificación de las puertas de entrada al habitáculo y la instalación de soportes para dos camillas. Una posición sentada se reservaba para un sanitario o para otro pasajero. Estos mínimos cambios hacían a este autogiro el más indicado para este tipo de transporte. El propio Juan de la Cierva vuela el modelo aterrizando en el campo de fútbol americano Soldiers Field de Chicago acompañado de Harold Pitcairn cuando iban a recoger la Medalla de oro Guggenheim en la Exposición Internacional de Chicago de 1933 (Figura 7).

En junio de 1933 el Teniente Coronel Médico Dr. G. P. Lawrence publica en la prestigiosa revista "U.S. Air Services" vol XVIII. No. 6. el proyecto del autogiro ambulancia en su ar-



**Figura 7.** Aterrizaje de un PA-19 en el campo de fútbol americano Soldiers Field de Chicago con Juan de la Cierva acompañado de Harold Pitcairn. Imagen Hofstra University photo gallery.



**Figura 8.** Revista “U.S. Air Services” vol XVIII. No. 6. de 1933 donde se refleja el proyecto del Autogiro Ambulancia en su artículo “Ambulantes take to the air” y se exponen los planos para la adaptación sanitaria. Imagen del autor.

título “Ambulantes take to the air”, donde se refiere al autogiro como la aeronave más versátil para el transporte aéreo sanitario y como se tiene que incorporar al ejército para satisfacer las necesidades de transporte sanitario<sup>22</sup> (Figura 8).

La Aviación Militar española consideró la adquisición de este modelo en versión ambulancia mediante una oferta realizada por la Pitcairn Autogiro Company al precio por aparato de 17.950 dólares f.o.b. Nueva York el día 5 de junio de 1933<sup>5</sup>. En estas fechas se estaba celebrando en Madrid el II Congreso Internacional de Aviación Sanitaria, por lo que no es raro pensar que fuera una fecha específicamente indicada para realizar la oferta, aunque no tenemos constancia de ello. Si se hubieran adquirido estos autogiros la Aviación Militar española habría sido la primera en el mundo en utilizar aparatos de ala rotatoria específicamente diseñados para el transporte sanitario, adelantándose a todas las demás naciones en este campo de la medicina y de la aeronáutica, once años antes de la conocida primera utilización del helicóptero en una misión sanitaria.

**El sueño de una aviación sanitaria moderna**

La gran importancia que tuvo en su época el invento del autogiro, hoy en día casi olvidado, contrasta con la poca difusión de unas de sus principales aplicaciones, el transporte sanitario. Esta aplicación ha sido una de las más importantes de los aparatos de ala rotatoria, muy por delante de las que se pensaron en un principio como la publicidad, fotografía o el transporte de periódicos y correo<sup>23</sup>.

Así como el invento y la figura de su creador fueron relegados a un segundo plano en España, en el extranjero gozaron de mayor éxito, sobre todo en EEUU.

En estos años de gran desarrollo de nuevas ideas en EEUU se presentó al autogiro como el aparato que solucionaba el transporte aéreo privado. Entre estas ideas futuristas se pensó en acercar las aeronaves hasta el propio domicilio, donde se podía tener

un autogiro con el rotor plegable y apariencia de coche utilitario (autogiro Pitcairn PA 22 o 36) para uso diario. También revolucionaba el reparto de correo en las ciudades, era una plataforma perfecta para la vigilancia policial, la fotografía, la publicidad, etc. En este orden de cosas el Teniente Coronel Médico Dr. G.P. Lawrence presenta en el año 1933 al autogiro como solución real para el transporte de heridos en el ejército americano describiendo una organización de transporte sanitario a base de autogiros que acompañaría a las unidades de combate. Estos se encargarían del transporte de los heridos desde posiciones muy cercanas al frente hasta los distintos hospitales de campaña. Esta última idea es muy parecida a lo que actualmente son las unidades de aeronaves de ala rotatoria para transporte sanitario.

Todos estos distintos desarrollos del autogiro sufrieron un brusco frenazo debido a la depresión americana de los años 30 y definitivamente por la prematura muerte del inventor en accidente en 1936. Debido a esto y junto con el desarrollo posterior del helicóptero el proyecto del autogiro ambulancia fue olvidado, no existiendo actualmente constancia en los principales museos aeronáuticos americanos ni entre los propios conservadores de los archivos de Pitcairn<sup>(3)</sup>.

En nuestro país, también se intentaron desarrollar las múltiples aplicaciones del autogiro<sup>24</sup>, pero la muerte del inventor, la depresión económica de la década de los años 30 y sobre todo la problemática situación política de estos años fueron factores determinantes en el olvido de estos proyectos.

En este año 1933 se perdieron dos oportunidades de desarrollar una Aviación Sanitaria moderna. Por una parte no aplicar las diferentes recomendaciones del II Congreso Internacional de Aviación Sanitaria celebrado en Madrid y por otra, no ser el primer país en utilizar el autogiro ambulancia, antecesor del helicóptero sanitario actual.

La revolución de la aplicación del autogiro al transporte sanitario podría haber sido en el campo sanitario de la misma importancia que fue la aparición del autogiro en el campo aeronáutico.

**CONCLUSIONES**

El proyecto del autogiro ambulancia se publica en Estados Unidos en 1933 siendo el primer proyecto mundial de una aeronave de alas rotatorias para uso sanitario. Este se basa en la modificación para el transporte de dos enfermos tumbados del autogiro PA-19 fabricado por Pitcairn Autogiro Company, em-

<sup>(3)</sup> Correspondencia del autor con:  
 – Smithsonian Nacional Air and Space Museum, (Mr. Norman G. Richard, Archives Division) Washington D.C. y Experimental Aircraft Association, Oshkosh., Wisconsin en EEUU.  
 – Custodios actuales de los archivos de Pitcairn: Gregory A. Jackson, Archives & Special Collections, Bryn Athyn Historic Landmark District, Glencairn Museum.  
 – Carl Gunther historiador y documentalista de Pitcairn  
 – Prof. Bruce Charnov autor de From Autogiro to Gyroplane: The Amazing Survival of an Aviation Technology, organizador de las jornadas en la Universidad de HOFSTRA From Autogiro to Gyroplane: The Past, Present, and Future of an Aviation Industry, 2003.

presa concesionaria de las patentes del autogiro de Juan de la Cierva en EEUU.

Los médicos, ingenieros y aviadores españoles fueron los primeros defensores en foros nacionales e internacionales de la utilización de las "aeronaves de ala rotatoria" en para el transporte aéreo sanitario desde el año 1929.

El autogiro de la Cierva es el primer aparato de ala rotatoria que se utiliza en Europa y en Estados Unidos de América para misiones de salvamento y transporte sanitario. También fue el primero que realizó una exhibición pública de sus características de vuelo para el transporte sanitario en el año 1929.

España perdió la oportunidad de ser el primer país en desarrollar una Aviación Sanitaria moderna al no adquirir el primer aparato de ala rotatoria específico para el uso sanitario en el año 1933 y al no aplicar las recomendaciones del II Congreso Internacional de Aviación Sanitaria celebrado en Madrid.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lam DM. The Aerochir: the first "flying hospital." *Aviation Space Environmental Medicine* 2005; 76:1174 –9.
2. González Canomanuel MA. El comienzo del transporte aéreo sanitario en España. De la campaña del norte de África al servicio de búsqueda y salvamento. *Sanidad militar* 2013; 69 (4): 276-282.
3. Bada Vasallo M. Aviación sanitaria. *Revista de Aeronáutica* 1933;16:369-373
4. Postigo JA. Juan de la Cierva y Codorniu. Ensayo para la Fundación INTEGRA. Murcia.2010.
5. Warleta Carrillo J. Autogiro: Juan de la Cierva y su obra. Madrid. Instituto de España. Cultura y Ciencia.1977.
6. Diario ABC edición Madrid. 24-2-1934. pag 28
7. Editorial. El nuevo autogiro La Cierva de mando directo y su aplicación militar. *Revista Aeronáutica* 1933;21:638-640.
8. Cheutin, Epaulard. Premiere question. L'aviation sanitaire sur les theatres d'operations extérieurs, Premier Congrès Internacional de l'Aviation Sanitaire.,Paris.1929.7-11.
9. Herrera E, Elices A. La seguridad de los aviones sanitarios en todas sus aplicaciones. II Congreso internacional de Aviación Sanitaria. Libro de ponencias. Madrid. Consorcio editorial.1933.24-26
10. VII Congreso de Medicina y Farmacia Militares y el de Aviación Sanitaria que acaban de verificarse en Madrid. Redacción. *Revista de Sanidad Militar* 1933. XXIII;6:171-172
11. Puig Quero M. Utilización del avión privado o comercial para fines sanitarios entre la Metrópoli y las Colonias. *Revista de Aeronáutica* 1935;41:394-398
12. Box Cospedal A. Medicina aeronáutica y aviación sanitaria. Imprenta Rosaura.Ceuta.1936.106-108
13. Escudero E. Contraindicaciones médico-quirúrgicas del transporte en aviones sanitarios. *Revista de Sanidad Militar* 1935.XXV; 8:259-270.
14. Sillevaerts Ch. La Aviación Sanitaria. *Revista de Sanidad Militar* 1930. XX;4: 97-101.
15. Diario ABC edición Madrid. G. Corrochano. Luto. 18/8/1934 pag. 15
16. Diario La Voz edición Madrid. Año XIV. Num 3880. 3/6/1933. 4
17. Blanco y Negro edición Madrid. Tom Ray. El automóvil aéreo. 21-10-1928. 105
18. Cooney C. Rotary-Wing pipeline. Edited by the staff of Naval aviation news. Naval aviation training. 75 years of Naval Aviation. Washinton DC. 1987. 50-52
19. Parker Temple L.. Of autogyros and dinosaurs. *Airpower journal* 1988.II.3.
20. Spurgeon H. N. Helicopter evacuation in Korea. *U.S. Armed forces medical journal* 1955. VI. 5
21. Henriksson L. Helicopters. *Military Aviation in Sweden*. 2007. (consultado 1-8-2014). Disponible en: [http://www.avrosys.nu/aircraft/Heli/Cierva\\_se-aea/CiervaSE-AEA.htm](http://www.avrosys.nu/aircraft/Heli/Cierva_se-aea/CiervaSE-AEA.htm)
22. Lawrence G P. Ambulances take to the air. *U.S. Air Services*.1933.18.; 6:16-21.
23. Martín-Barbadillo T. El autogiro. Ayer, hoy, mañana. Talleres Espasa-Calpe. Madrid. 1935.
24. Cierva J. Estudio sintético del sistema de vuelo por alas autorotativas. Memoria presentada al concurso Duque de Berwick y de Alba. Archivo de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.193

# I Congreso de Sanidad Militar

*Sanid. mil. 2015; 71 (2): 132-133; ISSN: 1887-8571*

---

En el volumen 70 (Extraordinario 2014), fue publicado por error como Premio de Enfermería a la mejor Comunicación (página 4) la titulada “Estudio descriptivo de Medevacs ...” cuyo primer autor es Manuel Roberto Gracia Velilla.

Sin embargo el premio a la mejor comunicación de la especialidad fundamental Enfermería fue obtenido por la que se transcribe a continuación, cuyo primer autor coincide con la anterior:

---

## Especialidad Enfermería *Comunicación ganadora*

### TÍTULO

CIRUJANOS Y SANGRADORES EN LA EXPEDICIÓN DE ARGEL DE 1775.

### AUTORES

Gracia Velilla, M.R.<sup>1</sup>; Tuells Hernández, J.V.<sup>2</sup>; Duro Torrijos, J.L.<sup>2</sup>

### PALABRAS CLAVES

Expedición de Argel, Cirujano militar, Sangrador.

### INTRODUCCIÓN

Este estudio historiográfico surge dentro de un proyecto más ambicioso que persigue conocer los comienzos como cirujano militar de Fco. Javier de Balmis y Berenger que lo llevaron a participar en la expedición contra Argel de 1775, donde presuntamente se relacionó con otros colegas cirujanos militares como Miguel Gorman, Juan Manuel Aréjula y Pruzet o Francisco Canibel, figuras relevantes en la expansión de la vacuna de la viruela.

Esencialmente queremos averiguar el personal sanitario militar de la marina participante en la expedición, a la vez que dar una pequeña visión global de la organización, legislación, formación y funciones de los cirujanos y sangradores de la Armada española.

### OBJETIVOS

Conocer la organización de la Sanidad Naval Militar y el personal sanitario de la Armada participante en la expedición contra Argel de 1775.

Reseñar la legislación vigente, formación, obligaciones, derechos y funciones del personal sanitario de la Armada española en el referido momento histórico.

### MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de este trabajo se han utilizado diferentes tipos de fuentes históricas:

- Fuentes Primarias de archivos estatales como el Archivo General de Simancas o el Archivo Naval de Cartagena.
- Fuentes Secundarias o historiográficas: libros de texto, tesis doctorales y artículos de revistas.
- Fuentes Terciarias: se han utilizado bibliografías y catálogos de los archivos.

La selección de las obras consultadas, se ha realizado haciendo referencia explícita a la expedición de Argel y a la sanidad militar. Para la recopilación de información se cumplen las normas de acceso y consulta de documentos de los archivos atendiendo a lo dispuesto en el Real Decreto 1708/2011, de 18 de noviembre.

---

<sup>1</sup> Escuela Militar de Paracaidismo, Murcia.

<sup>2</sup> Cátedra de Vacunología “Balmis”. Universidad de Alicante. Alicante.

## FE DE ERRATAS

### RESULTADOS

Se identifican los nombres del personal sanitario embarcado en los buques de guerra de la Armada española que participaron en la expedición de Argel de 1775.

Durante la expedición seguían vigentes las Reales Ordenanzas de la Armada de 1748. La formación de los cirujanos de la Armada corría a cargo del Real Colegio de Cirugía de Cádiz. Los sangradores tenían “fuero de Marina”. Los cirujanos tenían derecho al uso del uniforme y al tratamiento de “Don”. El sueldo (escudos/mes) del personal sanitario era: Cirujano Mayor 60, cirujano primero 35, cirujano segundo 25 y sangrador 12. Las funciones y obligaciones de los cirujanos y sangradores venían reflejadas en la Instrucción de noviembre de 1760.

La expedición contó con 390 embarcaciones, de las que 46 eran buques de guerra y 344 eran marchantes; 6 embarcaciones estaban destinadas a hospital.

### CONCLUSIONES

Escasa referencia al personal sanitario reflejada en las Reales Ordenanzas de 1748.

La plantilla de los buques de guerra variaba según el tonelaje del mismo; en todas las embarcaciones había contratado un sangrador bajo supervisión del cirujano. Cirujanos y sangradores pertenecían a diferente clase social.

La expedición contra Argel de 1775 se planeó como una gran campaña militar, que necesitó ingentes recursos sanitarios de material y personal. Dicha expedición constituyó un gran fracaso militar, con enormes pérdidas contabilizadas por el elevado número de heridos y fallecidos que desbordaron los recursos sanitarios disponibles, tanto de las embarcaciones como de los hospitales de la costa alicantina

### BIBLIOGRAFÍA

- Herrera Hermosilla JC. La expedición contra Argel de 1775: una misión imposible de Carlos III. Anatomía de la Historia (Internet). 2007 (consulta 10 de marzo de 2014); noviembre 2011. Disponible en: <http://anatomiadelaistoria.com/2011/11/la-expedicion-contra-argel-de-1775-una-mision-imposible-de-carlos-iii/>
- Sabater Galindo J. La expedición militar de Argel de 1775. Revista de Historia Militar. 1984; 56: 75-90.
- Fernández Duro C. Armada española desde la unión de los Reinos de Castilla y de Aragón. 1900; 7: 165-188.
- López Delgado JA. La expedición militar española contra Argel de 1775 (Según el Diario de un testigo ocular). Edición privada. Murcia: Gráficas Ibañez. 2001.
- Mirra G. Medicina Navale. Piccin, Padova. 1961.
- Gracia Rivas M. La sanidad naval española: de Lepanto a Trafalgar. Cuadernos de Historia Moderna. 2006; 5: 167-185.
- Gracia Rivas M. La asistencia sanitaria a bordo de los buques. De la antigüedad clásica al siglo XVI. Universidad de La Coruña. 1995. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2183/9341>
- Martín Santos L. Barberos y cirujanos de los siglos XVI y XVII. 1ª ed. Salamanca: Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura; 2000.
- Sotto y Montes J. Organización militar española de la Casa Borbón (sigloXVIII)”. Revista de Historia Militar. 1967; 22: 113-177.
- Clavijo y Clavijo S. Historia del Cuerpo de Sanidad de la Armada. 1ª ed. San Fernando (Cádiz): Fernando Espín Peña; 1925.
- Aragón Espeso M. Los sanitarios de la Armada en el siglo XVIII. Sanidad Militar. 2009; 65(2): 117-131
- Astrain Gallart M. Barberos, Cirujanos y Gente de Mar. La sanidad naval y la profesión quirúrgica en la España ilustrada. 2ª ed. Madrid: Ministerio de Defensa; 1996.
- Reales Ordenanzas de su Magestad para su Real Armada. Madrid. 1748.
- 14.- Nueve Iglesias F. Instrucción formada por el Cirujano Mayor de la Armada de lo que deben observar los cirujanos primeros y segundos, y sangradores así embarcados como en tierra. 1760.
- Archivo General de Simancas. Secretaría de Marina, Legajo 483. Expediciones de Europa; Expedición contra Argel. Estado que manifiesta las noticias que se tienen en la Comandancia General de Marina de este Departamento, y demás que se han podido conseguir, relatibas a la presente expedición. 17 de junio de 1775.
- Archivo General de Simancas. Secretaría de Marina, Legajo 483. Expediciones de Europa; Expedición contra Argel. Estado militar que manifiesta la fuerza del Ejercito y Esquadra que le transporta en la actual expedición. 17 de junio de 1775.
- Libros de Asiento de los Buques pertenecientes al Departamento de Marina de Cartagena. 1775.
- Archivo General de Simancas. Secretaría de Marina, Legajo 483. Expediciones de Europa; Expedición contra Argel. Noticia de los oficiales de Estado maior, oficiales maiores, guardiasmarina, aventureros, tropa de brigadas de artillería y de guarnición, oficiales de mar, tripulación y criados de que están dotados los buques de guerra...13 de junio de 1775.
- Archivo General de Simancas. Secretaría de Guerra, Legajo 2004. Negociado expedición de Argel. Expedición de Argel y sus resultados. 1775.
- Relación puntual de lo acontecido con motivo de la expedición dispuesta contra Argel el año de 1775. Gazeta de Madrid. 1775; Suplemento: pág. 20.
- Archivo Naval de Cartagena. Legajo sobre la expedición de Argel de 1775. Serie documental R-II-a. 1775.

# NORMAS DE PUBLICACIÓN

## (Revisadas Enero – 2011)

**Sanidad Militar** la Revista de Sanidad de las Fuerzas Armadas de España publicará las observaciones, estudios e investigaciones que supongan avances relevantes para la Sanidad Militar. Se dará prioridad a los trabajos relacionados con la selección del personal militar, el mantenimiento y recuperación de su estado de salud, la epidemiología y medicina preventiva la medicina pericial y forense, la logística sanitaria y la medicina de urgencia y catástrofe. Acogerá igualmente las opiniones personales e institucionales que expresen ideas novedosas y ponderadas o susciten controversias para beneficio de sus lectores. También serán bienvenidas las colaboraciones espontáneas sobre historia y humanidades en especial las que tengan relación con la Sanidad Militar.

Lo publicado en **Sanidad Militar** no expresa directrices específicas ni la política oficial del Ministerio de Defensa. Los autores son los únicos responsables de los contenidos y las opiniones vertidas en los artículos.

**Sanidad Militar** asume y hace propios los «Requisitos uniformes para preparar los manuscritos presentados para su publicación en las revistas biomédicas», acordados por el International Committee of Medical Journal Editors<sup>1</sup>.

Salvo en circunstancias excepcionales, **Sanidad Militar** no aceptará documentos publicados con anterioridad o artículos remitidos paralelamente para su publicación en otra revista.

Los trabajos a publicar como «Artículos originales» y «Revisiones», serán sometidos a un proceso de revisión por pares, por parte de expertos en el tema del artículo. Pero la decisión final sobre su publicación compete exclusivamente al Comité de Redacción. El resto de artículos permite la revisión por un solo experto.

Es preferible que los artículos no vayan firmados por más de 6 autores. Las cartas al director no deberían ir firmadas por más de 4 autores. Los firmantes como autores deben estar en condiciones de acreditar su calidad de tales.

Los colaboradores pueden dirigir sus manuscritos para ser incluidos en alguna de las siguientes secciones de la Revista:

**Artículos originales.**—Estudios retrospectivos o prospectivos, ensayos clínicos, descripción de series, trabajos de investigación clínica o básica. La extensión no superará 4.000 palabras de texto o 20 páginas (incluyendo la bibliografía e ilustraciones). Podrán contener hasta 8 tablas y figuras. Se aceptará un máximo de 50 referencias bibliográficas. Deben acompañarse de un resumen estructurado que no supere las 250 palabras.

**Comunicaciones breves.**—Observaciones clínicas excepcionales o artículos científicos que no precisan más espacio. La extensión no superará 2.000 palabras de texto o 10 páginas (incluyendo la bibliografía e ilustraciones). Podrán contener hasta 4 tablas y figuras. Se aceptará un máximo de 20 referencias bibliográficas. Se acompañarán de un resumen no estructurado que no supere las 150 palabras.

**Revisiones.**—Trabajos de revisión sobre temas específicos. La extensión no será mayor de 5.000 palabras de texto o 25 páginas (incluyendo la bibliografía e ilustraciones). El número de tablas y figuras permitidas es de 10. No se pone límite al número de referencias bibliográficas. Se acompañarán de un resumen estructurado que no supere las 250 palabras.

**Notas técnicas.**—Aspectos puramente técnicos, de contenido sanitario militar, cuya divulgación pueda resultar interesante. La extensión no superará 1.000 palabras de texto o 7 páginas (incluyendo la bibliografía e ilustraciones). Se aceptará un máximo de 4 tablas y figuras. Deben acompañarse de un resumen no estructurado que no supere las 150 palabras.

**Cartas al Director.**—Puntualizaciones sobre trabajos publicados con anterioridad en la Revista, comentarios u opiniones, breves descripciones de casos clínicos... Su extensión no será mayor de 500 palabras de texto o dos páginas (incluyendo la bibliografía) y podrán ir acompañadas de una tabla o figura. Se permitirá un máximo de 6 referencias bibliográficas. No llevarán resumen.

**Historia y humanidades.**—Artículos sobre historia de la medicina, farmacia, veterinaria, o la sanidad militar, ética, colaboraciones literarias... Se seguirán las mismas normas que para los Artículos originales.

**Imagen problema.**—Imagen radiológica, anatomopatológica, o foto que pueda dar soporte y orientar a un proceso clínico. Deberán ocupar un máximo de dos páginas, incluyendo en el texto, la presentación del caso, la ilustración, el diagnóstico razonado y la bibliografía.

**Informes.**—Con una extensión máxima de 10 páginas a doble espacio y hasta 4 ilustraciones.

**Crítica de libros.**—Las reseñas o recensiones de libros y otras monografías tendrán una extensión máxima de 500 palabras o dos páginas de texto. Los autores de la reseña deben dar la referencia bibliográfica completa: autores, título, número de tomos, idioma, editorial, número de edición, lugar y año de publicación, número de páginas y dimensiones.

**Editoriales.**—Sólo se admitirán editoriales encargados por el Consejo de Redacción.

Otras secciones.—De forma irregular se publicarán artículos con formatos diferentes a los expuestos: artículos especiales, legislación sanitaria militar, problemas clínicos... Sugerimos a los colaboradores interesados en alguna de estas secciones que consulten con la Redacción de **Sanidad Militar**, antes de elaborar y enviar sus contribuciones.

### PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Utilice papel blanco de tamaño DIN A4. Escriba únicamente en una cara de la hoja. Emplee márgenes de 25 mm. No emplee abreviaturas en el Título ni en el Resumen. Numere todas las páginas consecutivamente en el ángulo inferior derecho.

### PÁGINA DEL TÍTULO

Ponga en esta hoja los siguientes datos en el orden mencionado: (1) Título del artículo; el título debe reflejar el contenido del artículo, ser breve e informativo; evite en lo posible los subtítulos. (2) Nombre y apellidos de los autores, ordenados de arriba abajo en el orden en que deben figurar en la publicación. A la derecha del nombre de cada autor escriba la institución, el departamento y la ciudad. En el caso de personal militar debe constar también su empleo. (3) Nombre y apellidos, dirección completa, teléfono y fax (si procede) del autor responsable de mantener la correspondencia con la Revista. (4) Nombre, apellidos y dirección del autor a quien deben solicitarse las separatas de los artículos. Es preferible no dar la dirección del domicilio particular. (5) Las subven-

ciones, becas o instituciones que han contribuido al estudio y cuál fue la contribución (material, fármacos, financiera...). (6) Al pie de la página escriba un título breve de no más de 40 espacios, incluyendo caracteres y espacios en blanco.

### RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Escriba un resumen de hasta 150 palabras si no está estructurado y hasta 250 palabras si está estructurado. Los Artículos originales y las Revisiones deben llevar un resumen estructurado. Los resúmenes estructurados de los Artículos originales constarán de los siguientes encabezamientos: Antecedentes y Objetivos, Material y Métodos, Resultados, Conclusiones. Los resúmenes estructurados de las Revisiones se organizarán atendiendo al siguiente esquema de encabezamientos: Objetivos, Fuentes de datos, Selección de estudios, Recopilación de datos, Síntesis de datos, Conclusiones. Para más detalles sobre cómo elaborar un resumen estructurado consulte JAMA 1995;273(1):29-31. En el resumen puede utilizar oraciones y frases de tipo telegráfico, pero comprensibles (por ejemplo Diseño.- Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego). Procure ser concreto y proporcionar los datos esenciales del estudio en pocas palabras.

Separadas del resumen, e identificadas como tales, escriba 3 a 6 palabras u oraciones cortas que describan el contenido esencial del artículo. Es preferible atenerse a los **medical subject headings** (MeSE) que se publican anualmente con el número de enero del Index Medicus.

### TEXTO

Procure redactar en un estilo conciso y directo, con frases cortas. Use un máximo de cuatro niveles subordinados, en el siguiente orden: nivel 1: **MAYÚSCULAS Y NEGRILLA**; nivel 2: **minúsculas negrilla**; nivel 3: **Minúsculas subrayadas**; nivel 4: **minúsculas en cursiva**. Comience todos los niveles en el margen izquierdo de la página, sin sangrados ni tabulaciones. No aplique al cuerpo del texto otros resaltes (negritas, subrayados, cursivas, cambios de tipo y tamaño de letra...).

No use abreviaturas que no sean unidades de medida, si no las ha definido previamente. En relación con el empleo militar, unidades militares, despliegue de unidades y otras abreviaturas y signos convencionales, se seguirán las normas contenidas en el «Reglamento de abreviaturas y signos convencionales para uso de las Fuerzas Armadas, 5.ª ed. Madrid: Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica, 1990», declarado de uso obligatorio para las Fuerzas Armadas por O.M. 22/1991, de 22 de marzo. Sin embargo, defina previamente los que sean menos conocidos.

En lo posible, organice los **Artículos originales** en las siguientes partes: (1) Introducción; (2) Material y métodos; (3) Resultados; (4) Discusión; (5) Bibliografía. Organice las **Comunicaciones breves** (por ejemplo, casos clínicos) en las siguientes partes: (1) Introducción; (2) Métodos; (3) Observación(es) clínica(s); (4) Discusión; (5) Bibliografía. Hay comunicaciones breves que pueden requerir otro formato. Estructure las **Revisiones** en las siguientes partes: (1) Introducción y objetivos; (2) Fuentes utilizadas; (3) Estudios seleccionados; (4) Métodos de recopilación de datos; (5) Síntesis de datos; (6) Discusión; (7) Conclusiones y (8) Bibliografía.

### ASPECTOS ÉTICOS

Al respecto, consulte los «Requisitos uniformes...»<sup>1</sup>.

## AGRADECIMIENTOS

Escriba los agradecimientos, antes de la Bibliografía. Cerciórese de que todas las personas mencionadas han dado su consentimiento por escrito para ser nombradas. Consulte, a este respecto, los «Requisitos uniformes para preparar los manuscritos presentados para su publicación en revistas biomédicas»<sup>1</sup>.

## CITAS Y BIBLIOGRAFÍA

Numere las referencias por orden de citación en el texto, no alfabéticamente. Mencione únicamente la bibliografía importante para el tema del artículo. Haga las citas en el texto, tablas y figuras en números arábigos en superíndice, ordenados de menor a mayor. Una por guiones el primero y último números consecutivos -si son más de dos números- y separe por comas los no consecutivos. En el formato de las referencias bibliográficas, utilice las abreviaturas de las revistas del Index Medicus. Hasta 6 autores nombre todos ellos; si hay más de seis autores nombre los seis primeros, seguidos de «et al.». Ejemplos de referencias:

Artículo de una revista  
You CH, Lee KY, Chey RY, Menguy R. Electrogastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980; 79:311-314.

Capítulo de un libro con varios autores y direcciones  
Marcus R, Couston AM. Water-soluble vitamins: the vitamin B complex and ascorbic acid. En: Gilman AG, Rail TW, Nies AS, Taylor P (eds). *Goodman and Gilman's. The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 8 ed. New York: Pergamon Press, 1990:1530-1552.

Libro con autor(es) personales  
Gastaut H, Broughton R. *Ataques epilépticos*. Barcelona: Ediciones Toray, 1974:179-202.

## TABLAS Y FIGURAS

Tenga en cuenta que el número de ilustraciones ha de ser el mínimo posible que proporcione la información estrictamente necesaria.

En el caso de las tablas, identifique el título en el encabezamiento de la tabla; en el caso de las figuras, identifique el título en el pie de la figura. Los títulos han de ser informativos pero breves. Explique en el pie de cada ilustración todos los símbolos y abreviaturas no convencionales utilizados en esa ilustración. Asigne números arábigos a las tablas y figuras por orden de mención en el texto.

## TABLAS

No emplee tablas para presentar simples listas de palabras. Recuerde que señalar unos cuantos hechos ocupa menos espacio en el texto que en una tabla. Las tablas han de caber en una página. Si no pudiera ajustar los datos de una tabla a una página, es preferible que la divida en dos o más tablas. Si usa un procesador de textos, en las tablas utilice siempre justificación a la izquierda y no justifique a la derecha. No use rayado horizontal o vertical en el interior de las tablas; normalmente bastarán tres rayas horizontales, dos superiores y una inferior. Los datos calculados, como por ejemplo los porcentajes, deben ir redondeados. Si los estadísticos no son significativos, basta con que ponga un guión. Utilice, salvo excepciones justificadas, los siguientes valores de la probabilidad («p»): no significativo (ns), 0,05, 0,01, 0,001 y 0,0001; puede usar símbolos para cada uno, que explique en el pie de la tabla. No presente las tablas fotografiadas.

## FIGURAS

Busque la simplicidad. Recuerde que una figura sencilla aporta más información relevante en menos tiempo. No use representaciones tridimensionales u otros efectos especiales. En los gráficos con ejes no desperdicie espacio en blanco y finalice los ejes a no más de un valor por encima del último dato reflejado. En los gráficos con representaciones frecuenciales (histogramas...), emplee si es posible los datos directos (entre paréntesis puede poner los porcentajes), o bien remita a la Redacción una copia tabulada de todos los datos utilizados para la representación, de forma que sea posible valorar como se construyó el gráfico.

Las fotografías enviadas en formato papel deben ser de buena calidad. Rellene una etiqueta adhesiva con los siguientes datos: número de figura (por ejemplo F-3), primer apellido del primer autor y una indicación de cual es la parte superior de la figura (por ejemplo, una flecha); después pegue la etiqueta en el dorso de la fotografía. No escriba directamente en el dorso de la fotografía ni adhiera nada con clips, pues podría dañarse la imagen. Si desea hacer una composición de varias fotografías, remita una fotocopia de la misma, pero no pegue los originales en una cartulina. Las radiografías deben ser fotografiadas en blanco y negro. Las microfotografías deben llevar incluida la escala interna de medida; en el pie se darán los valores de la escala y la técnica de tinción. Las fotografías en las que aparezca una persona reconocible han de acompañarse del permiso escrito y firmado de la misma, o de sus tutores, si se trata de un incapacitado legalmente.

Asegúrese de que todas las tablas y figuras se citan en el texto. También puede enviar el material fotográfico como diapositivas, pero asegúrese de que vayan rotuladas adecuadamente (número de figura, primer apellido del primer autor e indicación de la parte superior de la figura).

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Adjunte al manuscrito una carta de presentación dirigida al Director de Sanidad Militar y firmada por todos los coautores. En la carta haga constar lo siguiente: (1) que todos los autores se responsabilizan del contenido del artículo y que cumplen las condiciones que les cualifican como autores; (2) cómo se podría encuadrar el trabajo en la Revista (Artículo original, Comunicación breve...) y cuál es el tema básico del artículo (por ejemplo, medicina aeroespacial); (3) si los contenidos han sido publicados con anterioridad, parcial o totalmente, y en qué publicación; (4) si el artículo ha sido sometido paralelamente a la consideración de otro Consejo de Redacción; (5) si puede haber algún conflicto de intereses, como por ejemplo la existencia de promotores del estudio; (6) se acompañará documento firmado por los autores cediendo los derechos de autor.

Acompañe a la carta un documento con el permiso firmado de las personas nombradas en los agradecimientos, de las personas reconocibles que aparezcan en las fotografías y del uso de material previamente publicado (por parte de la persona que ostente los derechos de autor).

Quando se proporcionen datos sobre personal militar, localización de unidades, centros u organismos militares o el funcionamiento interno de los mismos, los autores deberán hacer una declaración independiente de que los datos que se hacen públicos en el artículo no están sujetos a restricciones de difusión por parte del Ministerio de Defensa.

Si hubiera habido publicación previa del contenido del artículo, parcial o completa, debe acompañar

una copia (original, separata o fotocopia) de lo publicado y la referencia completa de la publicación (título de la publicación, año, volumen, número y páginas).

## ENVÍO DEL MANUSCRITO

Remita la carta de presentación, los permisos correspondientes, dos copias de buena calidad del manuscrito y dos juegos completos de las tablas y figuras a la siguiente dirección:

**Revista Sanidad Militar**  
**Edificio de Cuidados Mínimos (Planta Baja)**  
**Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla»**  
**Glorieta del Ejército, s/n**  
**Madrid 28047**

Remita todo el material en un sobre resistente, incluyendo las ilustraciones en otro sobre de papel grueso. Separe las fotografías entre sí por hojas de papel blanco y limpio. Es imprescindible remitir también el texto, las tablas y las figuras, en soporte informático (disquete o CD-ROM). Asegúrese de proteger todo bien, para evitar que se deteriore en el transporte por correo.

Si así lo prefiere, puede utilizar el correo electrónico en lugar del correo postal, con lo que ganaremos agilidad, utilizando la dirección: [medicinamilitar@oc.mde.es](mailto:medicinamilitar@oc.mde.es)

## ACUSE DE RECIBO Y COMUNICACIÓN POSTERIOR CON LOS AUTORES

Dentro de las 48 horas de la recepción de un manuscrito se comunicará a los autores su recepción. Se dará un número de identificación del trabajo, que será la referencia a la que han de hacer mención los autores en sus comunicaciones con la Redacción. Si el envío se hubiera realizado mediante correo electrónico, el acuse de recibo se realizará por ese medio y con igual plazo.

El autor que figure como corresponsal se responsabilizará de mantenerse en contacto con los restantes coautores y de garantizar que aquéllos aceptan la forma definitiva acordada finalmente. Si durante el proceso de revisión, el autor corresponsal cambia de dirección, debe notificar a la Redacción de la Revista la nueva dirección y teléfono de contacto.

Para la corrección de los defectos de forma, los autores deberán ponerse en contacto con el Director ejecutivo o el Redactor Jefe a la dirección postal o correo electrónico ya mencionados.

## CORRECCIÓN DE PRUEBAS DE IMPRENTA

Una vez acordada la forma definitiva que tomará el artículo, y poco antes de su publicación, se remitirá a los autores una prueba de imprenta para su corrección, que debe ser devuelta en un plazo de 3 días.

## PUBLICIDAD PREVIA A LA PUBLICACIÓN

Una vez remitido un artículo para su publicación en **Sanidad Militar**, se entiende que los autores se comprometen a no difundir información sustancial referente al mismo, en tanto no se haya publicado o bien se libere a los autores del compromiso.

Para una información más detallada se sugiere consultar los «Requisitos uniformes...»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Disponible en: <http://www.icmje.org/>

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN

Sanidad Militar

Revista de Sanidad de las FAS de España

Tarifas de suscripción

- 10,82 € ESPAÑA
- 12,02 € RESTO DEL MUNDO
(IVA Y GASTOS DE ENVÍO INCLUIDOS)

APELLIDOS, NOMBRE
DIRECCIÓN: C. electrónico:
POBLACIÓN: CP: PROVINCIA:
TELÉFONO: NIF: N.º DE SUSCRIPCIONES:

FORMAS DE PAGO: (Marque con una X)

- Formas de pago con checkboxes: Domiciliación bancaria a favor del Centro de Publicaciones del Ministerio de Defensa, Incluyo un cheque nominativo a favor del CENTRO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE DEFENSA, Transferencia bancaria a: BBVA "CENTRO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE DEFENSA"

N.º de Cuenta: 0182 - 7370 - 19 - 02 0000 0366

Al recibir el primer envío, conocerá el número de suscriptor, al cual deberá referirse para cualquier consulta con este Centro.

En , a de de

Firmado:

IMPRESO DE DOMICIALIZACIÓN BANCARIA

Table with 4 columns: ENTIDAD, OFICINA, D.C., NÚMERO DE CUENTA

En , a de de

SELLO DE LA ENTIDAD

Firmado:

EJEMPLAR PARA ENVIAR AL CENTRO DE PUBLICACIONES DEL MINISDEF

Dept.º de Suscripciones, Camino de los Ingenieros, 6
28047 Madrid

Tfno.: 91 364 74 21 - Fax: 91 364 74 07 - Email: suscripciones@oc.mde.es

CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....CORTAR.....

EJEMPLAR PARA QUE Vd. LO ENVÍE AL BANCO

SR. DIRECTOR DEL BANCO/CAJA DE AHORROS:

Ruego a Vd. de las órdenes oportunas para que a partir de la fecha y hasta nueva orden sean cargados contra mi cuenta n.º
abierta en esa oficina, los recibos presentados para su cobro por el Centro de Publicaciones del Ministerio de

Defensa - Revista de Sanidad Militar.

En , a de de

Firmado:

