

## Editorial

- 69 Editorial  
*Infante Campos A.*

## Artículo original

- 70 Encuesta sobre drogas a los Militares de Tropa y Marinería de las Fuerzas Armadas españolas  
*Martínez Ruiz M, Alonso Loriente V, Taranco Robles M, Gutiérrez Ortega C.*
- 83 Optimización y planificación del tratamiento en radioterapia con campos de radiación pequeños por medio de métodos Monte Carlo  
*Brualla Barberà L.*
- 97 Características del cáncer de mama masculino en hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Madrid  
*Lorenzo Muñoz N, Domínguez Gordillo A, García Rosado MV.*

## Comunicación breve

- 102 Tuberculoma cerebral en un niño  
*Marco Hernández M, Molina Foncea AF, Casado Gómez J, Bárcena Orbe A, Méndez Fernández MJ, Hernández Sánchez G, Domínguez Salgado M.*

## Informes y reportajes

- 106 La Doctrina de Inteligencia Sanitaria. Concepto y organización  
*Alsina Álvarez J.*
- 112 El Comité internacional de Medicina Militar  
*Alsina Álvarez J.*

## Imagen problema

- 115 Lesión granulomatosa en antebrazo  
*Molinero Barranco MA.*

## Historia y Humanidades

- 117 La Sanidad Militar Argentina y Británica en la Guerra de las Malvinas  
*Navarro Suay R, Tamburri Bariain R.*

## Crítica de libros

- 134 Manual de Helitransporte Sanitario  
*Puente Espada B.*
- 135 Normas de publicación

Incluida en el  
IME y en el IBECS





# 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 Documentación y Publicaciones  
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  
27047 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: 076-10-059-9 (edición en papel)

NIPO: 076-10-060-1 (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

Tirada: 1.800 ejemplares

Tarifas de suscripción anual:

España: 10,82 euros.

Extranjero: 12,02 euros.

Precio por ejemplar: 3 euros



## Director

**D. Juan Manuel Montero Vázquez. G.D. Med. Inspector General de Sanidad de la Defensa (Inspección General de Sanidad)**

## Director Ejecutivo

**D. Agustín Herrera de la Rosa, Col. Med. (R) Especialista en Neumología. (Inspección General de Sanidad)**

## Comité de Redacción

**REDACTOR JEFE: D. Miguel Puerro Vicente, Cte. Médico. Farmacólogo. Profesor Asociado. Universidad San Pablo CEU.**

#### EDITORES:

- D. Julio Astudillo Rodríguez. Cap. Enf. Lic. en Veterinaria. Profesor Asociado. Universidad San Pablo CEU.
- D. José Barberán López. Tcol. Med. Especialista en Medicina Interna. Profesor Asociado. Universidad San Pablo CEU.
- D. José Enrique Benedet Caraballo. Tte. Col. Enf. Director del Departamento de Enfermería de la Escuela Militar de Sanidad. Especialista en Enfermería del Trabajo.
- D. Juan Ramón Campillo Laguna. Tcol. Med. Director del Departamento de Logística Sanitaria de la Escuela Militar de Sanidad.
- D. Rafael García Rebollar. Tcol. Med. Odontólogo. Profesor Asociado de la UCM.
- D.ª Amelia García Luque Cap. Med. Especialista en Farmacología Clínica.
- D. Mario González Alfonso. Tcol. Far. Especialista en Farmacia Hospitalaria y Análisis de medicamentos y drogas.
- D. Francisco Martín Sierra. Tte. Col. Med. Especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública. Jefe de la Unidad de Medicina Preventiva. IGESAN.
- 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. Pablo Sarmiento Pérez. Cte. Vet. Prof. Cátedra Almirante D. Juan. Especialista en Bromatología e Higiene de los alimentos.
- D. José Ignacio Robles. Cte. Psi. Director del Departamento de Psicología de la Escuela Militar de Sanidad. Profesor Asociado de la UCM.
- D. Juan Manuel Torres León. Tcol. Med. Especialista en Medicina Interna. Profesor Asociado. Universidad San Pablo CEU.
- D. Mariano Villegas Ramírez. Tcol. Psi. Jefe de la Unidad de Psicología. IGESAN.

## Comité Científico

- D. José Luis Álvarez Sala. Catedrático de Neumología. UCM.
- D. José Manuel Ballesteros Arribas. Vocal Asesor de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.
- D. Luis Callol Sánchez. Especialista en Neumología. Prof. Titular de Medicina Interna. UCM.
- D. Carlos Luis de Cuenca y Esteban. Presidente de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.
- D. Manuel Díaz Rubio. Catedrático de Patología Médica. Presidente de la Real Academia de Medicina.
- D. Fernando Gilsanz Rodríguez. Catedrático de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Presidente de la Sociedad Española de esa especialidad.
- D. Marcel Merlin. Presidente del Consejo Científico del Comité Internacional de Medicina Militar.
- D.ª María Teresa Miras Portugal. Presidenta de la Real Academia Nacional de Farmacia.
- D. Alfonso Moreno González. Catedrático de Farmacología Clínica. UCM. Presidente del Consejo Nacional de Especialidades.
- D. José Carlos Nunes Marqués. Assessor de Saúde de la Direcção-Geral de Pessoal de Recrutamento Militar. Portugal.
- D. Francisco Javier Puerto. Catedrático de Historia de la Farmacia. UCM.
- D. Vicente Domínguez Rojas. Catedrático de Medicina Preventiva. UCM.
- D.ª María Pilar Sánchez López. Catedrática de Psicología. UCM.
- D.ª María Jesús Suárez García. Vicerrectora de Departamentos y Centros. UCM.
- D. Jesús Usón Gargallo. Director Científico. Centro de Cirugía de Mínima Invasión.

## SUMARIO

### Editorial

- 69 Editorial  
*Infante Campos A.*

### Artículo original

- 70 Encuesta sobre drogas a los Militares de Tropa y Marinería de las Fuerzas Armadas españolas  
*Martínez Ruiz M, Alonso Loriente V, Taranco Robles M, Gutiérrez Ortega C.*
- 83 Optimización y planificación del tratamiento en radioterapia con campos de radiación pequeños por medio de métodos Monte Carlo  
*Brualla Barberà L.*
- 97 Características del cáncer de mama masculino en hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Madrid  
*Lorenzo Muñoz N, Domínguez Gordillo A, García Rosado MV.*

### Comunicación breve

- 102 Tuberculoma cerebral en un niño  
*Marco Hernández M, Molina Foncea AF, Casado Gómez J, Bárcena Orbe A, Méndez Fernández MJ, Hernández Sánchez G, Domínguez Salgado M.*

### Informes y reportajes

- 106 La Doctrina de Inteligencia Sanitaria. Concepto y organización  
*Alsina Álvarez J.*
- 112 El Comité internacional de Medicina Militar  
*Alsina Álvarez J.*

### Imagen problema

- 115 Lesión granulomatosa en antebrazo  
*Molinero Barranco MA.*

### Historia y Humanidades

- 117 La Sanidad Militar Argentina y Británica en la Guerra de las Malvinas  
*Navarro Suay R, Tamburri Barriain R.*

### Crítica de libros

- 134 Manual de Helitransporte Sanitario  
*Puente Espada B.*
- 135 Normas de publicación

## CONTENTS

### EDITORIAL

- 69 **Editorial**  
*Infante Campos A*

### ORIGINAL ARTICLE

- 70 **Drug abuse survey among junior enlisted personnel in the Spanish Armed Forces**  
*Martínez Ruiz M, Alonso Loriente V, Taranco Robles M, Gutiérrez Ortega C.*

**SUMMARY:** **Objectives:** to analyze the data about drug abuse in the Annual Reports of the General Plan for Drug Prevention in the Armed Forces. **Material and Methods:** retrospective and longitudinal analysis of 31.272 questionnaires about «Knowledge among Enlisted Personnel about Drug Abuse» collected from 2002 to 2007. **Results:** 70 % of the surveyed personnel were between 20 and 27 years old, and 80% were male. The prevalence of non-consumers was 95 %. The number of cannabis non-consumers augmented from 2002 (84%) to 2007 (91 %). For the rest of the drugs the prevalence of non-consumers was more stable: opiates and hallucinogens (98 %) tranquilizers (97.5%), amphetamines (96.5%) and cocaine (92 %). Drug abuse is considered by 56 % as incompatible with a healthy life and 94 % reports having no related medical problems. According to 67 % the military environment would have no influence on drug abuse while 26 % believes it might favor it and 7 % that it might reduce it. The same tendencies are observed for operations/ exercises and duty service. Drug testing of all service members is favored by 71%. **Conclusions:** 1) there is a progressive reduction of drug abuse prevalence; 2) the military environment is perceived to have a progressive and positive influence on the drug abuse reduction; 3) the majority favors drug testing in the military.

**KEYWORDS:** Drugs, Junior Enlisted Personnel.

- 83 **Radiotherapy treatment planning and optimisation of small radiation fields using Monte Carlo methods**  
*Brualla Barberà L.*

**SUMMARY:** Introduction: Small radiation fields are increasingly applied in clinical routine. However, available treatment planning systems do not calculate the absorbed dose with the desired accuracy in presence of this kind of fields. Absorbed dose estimations obtained with Monte Carlo (MC) methods have the required accuracy for clinical applications, but the associated exceedingly long calculation times hinder them from day-to-day use. In this article a set of codes for fast MC simulation and variance-reduction techniques are presented. The article contains two sections devoted to an introduction to MC methods applied to radiotherapy. Methods: Clinical accelerator simulations have been performed with the general-purpose radiation transport MC code PENELOPE. Accelerator geometry files have been generated with the program AutolinaC. Absorbed dose estimations have been computed with the fast MC code for simulation in voxelised structures PENFAST. The techniques and codes presented and used herein have been tested with photon and electron beams. Results: An accelerator operating in photon mode can be entirely simulated from the primary source downstream to the absorbed dose estimation, passing through a fully closed multileaf collimator, in two hours. In this time a 2% uncertainty of the absorbed dose is reached using a voxel size equal to 8 mm<sup>3</sup>. Absorbed dose estimation in a patient image, owing to a 6 MV beam modelled with a phase-space file, can be completed in 10 minutes, reaching 2% statistical uncertainty. The simulation of an annular electron 6 MeV field used for the treatment of the conjunctival lymphoma yields absorbed dose results compatible with experimental measurements. In such a simulation 2% statistical uncertainty is reached in the same time employed by a hybrid MC commercial code (eMC), however, eMC shows discrepancies on the absorbed dose up to 7% respect to experimental data. Results obtained with the analytic algorithm Pencil Beam Convolution differ from experimental data in as much as 10% for this particular case. Conclusions: Owing to variance-reduction techniques presented herein it is possible to accurately estimate the absorbed dose in patient images, using MC methods, in times within clinical routine requirements. The program AutolinaC allows systematic and automatic use of these variance-reduction techniques within the code PENELOPE.

**KEYWORDS:** Radiotherapy, Monte Carlo, variance-reduction, linac, multileaf collimator, conjunctival lymphoma.

- 97 **Male breast cancer in Madrid's public hospitals**  
*Lorenzo Muñoz N, Domínguez Gordillo A, García Rosado MV*

**SUMMARY:** Introduction: Male breast cancer is a rare disease. We have not much information about this tumour. Most of studies have been carried out in women. Purpose: The current study was aimed to carry out a descriptive analysis about the epidemiology and global survival of male breast cancer in Madrid's public hospitals. Subjects and Methods: According to the Tumour Registry, 51 patients with male breast cancer were diagnosed from 2000 to 2007. Data were provided from Madrid's Cancer Registry, and analysed using SPSS biostatistical software (Version 15.0). Results and conclusions: We observed a general tendency towards higher incidence rates of this tumour. The median age at diagnosis was 61 years ( $\pm 14$ ). The predominant histological type was invasive ductal carcinoma with nipple location. The most frequent stage at diagnosis was IIA. We found metastasis in rare cases. Most patients received multidisciplinary therapies with surgery as main treatment. The cumulative survival rate at the end of first year was 90%, and after five years 58%.

**KEYWORDS:** Male breast cancer, epidemiology.

## BREIF COMMUNICATION

### 102 **Cerebral Tuberculoma in one child**

*Marco Hernández M, Molina Foncea AF, Casado Gómez J, Bárcena Orbe A, Méndez Fernández MJ, Hernández Sánchez G, Domínguez Salgado M.*

**SUMMARY:** The case of a child with a cerebral tuberculoma, the first one diagnosed in our hospital, is presented. This diagnosis, infrequent in our environment, should be kept in mind. The absence of specific symptoms and images makes the diagnosis difficult, especially without extracranial lesions and histological data.

**KEYWORDS:** Tuberculoma, Cerebral, Child, Pediatrics.

## REVIEWS AND REPORTS ABOUT THE MILITARY HEALTH SERVICE

### 106 **Medical Intelligence Doctrine. Concept and organization**

*Alsina Álvarez J.*

**SUMMARY:** In this article the importance of medical intelligence is discussed as an indispensable factor for the optimization of the medical support planning and the establishment of the force health protection program. Medical intelligence doctrine must necessarily be compatible in the allied environment in order to be utilized in multinational operations. The principles, cycle and organization of the medical intelligence in the Spanish Armed Forces are presented.

**KEYWORDS:** intelligence, medical intelligence, MEDINT.

### 112 **The International Committee of Military Medicine**

*Alsina Álvarez J.*

**SUMMARY:** In this article the history and activities of the International Committee of Military Medicine are presented. The International Committee is a neutral and apolitical organization joined by more than 100 countries, whose aim is to facilitate the joint work of military medics in the multinational environment.

**KEYWORDS:** International Committee of Military Medicine, CIMM, ICMM, cooperation, Medical Service.

## PICTURE PROBLEM

### 115 **Granulomatous lesion in the forearm**

*Molinero Barranco MA.*

## HISTORY AND HUMANITIES

### 117 **Argentinian and British Military Medical Services in the Falklands War**

*Navarro Suay R, Tamburri Barriain R.*

**SUMMARY:** Introduction: The Falklands War took place in 1982 between Argentina and Great Britain. Eventually the Argentinian troops surrendered and Great Britain recovered the islands. Both Medical Services played a crucial role during the conflict. Material and Methods: Argentinian and British bibliographical references about this war have been revised. Results: The medical support and medical care aspects on each side are assessed. Discussion: The Argentinian Medical Service lack of foresight had a negative impact on the medical support capabilities and medical outcomes. On the other hand the British Medical Service took advantage of its experience in previous conflicts for the medical support and the optimization of the medical care. Conclusion: The right medical support planning and deployment, together with the provision of adequate medical care, are essential to fulfil the mission.

**KEYWORDS:** Falklands, Medical Service, Deployment, Evacuation, Medical Care, Medical Support.

## BOOKS REVIEW

### 134 **Emergencias NBQ. Pautas de intervención sanitaria**

*Moreno Fernández-Caparrós LM.*

### 135 **Instructions for Authors**

La regulación de formación de las especialidades en Ciencias de la Salud se inició en nuestro país con la Ley de 20 de julio de 1955 de enseñanza, título y ejercicio de las especialidades médicas. Esta norma estableció más de treinta títulos de especialista tan sólo para los licenciados en Medicina así como la realización de estudios y prácticas de especialización de acuerdo con un programa nacional único para cada especialidad y la superación de unas pruebas finales.

El RD 2015/1978, de 15 de julio, por el que se regula la obtención de títulos de especialidades medicas, introdujo el sistema de residencia como uno de los procedimientos de obtención del título de especialista - si bien no el único - y reconoció 51 especialidades médicas.

Posteriormente, el RD 127/1984, de 11 de enero, por el que se regula la formación médica especializada y la obtención del Título de Especialista, consolidó el sistema de residencia ya definido por el RD 2015/1978, como la práctica profesional programada y supervisada en centros y en unidades docentes acreditadas durante un periodo limitado en el tiempo, a fin de alcanzar, de forma progresiva, los conocimientos y la responsabilidad profesional necesarios para ejercer la especialidad de modo eficiente, debiendo superar satisfactoriamente la evaluación continuada que corresponda. Esta práctica profesional supone desde entonces la celebración de un contrato laboral entre el médico residente y la Institución donde se forme.

Desde la publicación de este último RD, que también incorporó la prueba de acceso (MIR), el sistema formativo de nuestro país ha dado suficientes pruebas de eficacia en cuanto a la calidad de los especialistas formados, lo que ha permitido elevar de forma homogénea en todo el territorio español la calidad asistencial y por ende la seguridad de los pacientes, situando a nuestro Sistema Nacional de Salud como uno de los de mayor calidad entre los países mas desarrollados.

Sin embargo, la mejora continua en la calidad asistencial y en la seguridad de los pacientes, los avances científicos y tecnológicos, los cambios demográficos y sociales, la definición del Espacio Europeo de Educación Posterior y su impacto sobre los estudios de grado, así como, la necesidad percibida por los diferentes agentes que intervienen en el proceso, están impulsando la incorporación de nuevos cambios en el sistema de formación sanitaria especializada (FSE). Así, distintos países del entorno europeo (Francia, Alemania, Bélgica, Italia y Reino Unido, entre otros) se hallan inmersos en reformas más o menos profundas de sus sistemas formativos, tanto en la formación de grado como en la formación especializada.

En este contexto se ha de enmarcar el desarrollo de la reforma del sistema de FSE, regulado en el artículo 19.2 la Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias (LOPS), que prevé la posibilidad de agrupar las especialidades en ciencias de la salud con criterios de troncalidad, con una formación común mínima de dos años de duración.

El cambio que se introducirá en nuestro sistema formativo con el desarrollo de la troncalidad, junto con la reforma de la prueba de acceso, el desarrollo de las áreas de capacitación específica (ACE), la reespecialización según el artículo 23 de la LOPS y la consolidación del modelo de desarrollo profesional continuado será posiblemente tan importante como el que se produjo en los años 80 con el establecimiento del régimen de residencia y la prueba de acceso a la misma.

El momento estratégico es el idóneo, por la coincidencia temporal y conceptual del desarrollo de los nuevos programas de grado

en Ciencias de la Salud que supone la adaptación de la formación universitaria al Espacio Europeo de Educación Superior. Se trata, pues, de lograr una mayor incardinación entre los estudios de grado y la formación especializada, integrándose en el proceso de Desarrollo Profesional Continuado que tiene lugar a lo largo del ejercicio profesional.

Los primeros pasos del proceso de análisis y definición de los contenidos y del procedimiento para el desarrollo de la Formación Sanitaria Especializada (FSE) basada en la Troncalidad se iniciaron en el año 2006. El 30 de junio de 2008 se presentó un informe sobre «La troncalidad de las especialidades médicas» elaborado por el Consejo Nacional de Especialidades en Ciencias de la Salud. Basándose en él, un Grupo de Trabajo formado por técnicos de las 17 Comunidades Autónomas y de los Ministerios de Defensa, Educación y Sanidad, ha elaborado un documento técnico que recoge los acuerdos básicos alcanzados y que pretende ser el punto de partida para elaborar la norma de desarrollo de la formación troncal y la elaboración de los programas formativos troncales.

La formación troncal se define como el periodo formativo común de un grupo de especialidades en Ciencias de la Salud, que se establece con base en la adquisición de competencias clínicas compartidas por todas las especialidades que conforman el tronco. El tronco estará formado por dos o más especialidades. La duración mínima del periodo troncal es de dos años.

La necesidad de potenciar los contenidos formativos comunes para futuros especialistas en Ciencias de la Salud tiene como objetivo principal la mejora de la calidad de la atención, tratando de lograr un abordaje más integral de los problemas de salud de los pacientes, así como una mayor participación e implicación de los profesionales en equipos multidisciplinares. En segundo lugar, la troncalidad debe mejorar la eficiencia en los programas formativos y por último, facilitar la flexibilización de nuestro catálogo de especialidades que, con el devenir del tiempo, ha llevado a numerosos compartimentos estancos que en nada benefician al abordaje de los problemas de salud, ni a los profesionales ni a los propios Servicios de Salud.

Las oportunidades y ventajas que supone la adaptación del sistema formativo hacia un sistema troncal son muchas pero no debemos olvidar sus posibles amenazas tales como, la resistencia de algunos profesionales al cambio y la complejidad organizativa que puede suponer la puesta en marcha del nuevo sistema. Por ello, la reestructuración de la formación sanitaria especializada y la incorporación de criterios de troncalidad en la misma, sólo puede abordarse, tal como se está haciendo, desde el diálogo y la participación de los distintos sectores implicados (CCAA, estudiantes, docentes, profesionales, instituciones, etc.), requiriendo de todas las partes una actitud generosa, exenta de corporativismo y con las miras puestas en el presente y en el futuro.

Un elemento que puede ayudar a conjurar las posibles amenazas es ir aprendiendo de la experiencia para lo cual será bueno que la norma incluya un procedimiento estable de seguimiento y evaluación periódica de la implantación del nuevo sistema que permita introducir, en su caso, las modificaciones de corto y de mediano plazo que se vayan viendo convenientes.

**D. Alberto Infante Campos**

Director General de Ordenación Profesional, Cohesión del Sistema Nacional de Salud y Alta Inspección  
Ministerio de Sanidad

# Encuesta sobre drogas a los Militares de Tropa y Marinería de las Fuerzas Armadas españolas

Martínez Ruiz M<sup>1</sup>, Alonso Lorient V<sup>2</sup>, Taranco Robles M<sup>3</sup>, Gutiérrez Ortega C<sup>4</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 70-82; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

**Objetivos:** Analizar los datos que, referidos al consumo de drogas de abuso, han sido divulgados por el Plan General de Prevención de Drogas de las FAS en sus Memorias Anuales. **Material y métodos:** Análisis retrospectivo y longitudinal de los resultados obtenidos a partir de 31.272 encuestas sobre «Conocimiento de las Drogodependencias para Militares Profesionales de Tropa y Marinería» realizadas durante los años 2002 a 2007. **Resultados:** El 70% de los encuestados tenía entre 20 y 27 años, en su mayoría varones (80%). La prevalencia general de no consumidores fue del 95%. El número de no consumidores de cannabis aumentó (84% en 2002, 91% en 2007). Para el resto de drogas, la prevalencia de no consumidores fue más estable: opiáceos y alucinógenos (98%), tranquilizantes (97,5%), anfetaminas (96,5%) y cocaína (92%). El 56% considera que el consumo de drogas es incompatible con una vida saludable. El 94% dice no haber tenido problemas médicos relacionados. El 67% cree que el medio militar no influye sobre el consumo, un 26% cree que puede favorecerlo y un 7% que puede disminuirlo. Igualmente se observan para operaciones/ejercicios y guardias/servicios. El 71% es partidario de realizar controles analíticos a todos los miembros de las FAS. **Conclusiones:** 1) Existe una disminución progresiva en la prevalencia del consumo de drogas; 2) Se observa una influencia positiva y progresiva del medio militar en relación con la disminución del consumo de drogas; 3) Se demanda, de forma mayoritaria, la realización de controles de drogas en Unidades.

**PALABRAS CLAVE:** Drogas. Militares Tropa Marinería.

## Drug abuse survey among junior enlisted personnel in the Spanish Armed Forces

### SUMMARY

**Objectives:** to analyze the data about drug abuse in the Annual Reports of the General Plan for Drug Prevention in the Armed Forces. **Material and Methods:** retrospective and longitudinal analysis of 31.272 questionnaires about «Knowledge among Enlisted Personnel about Drug Abuse» collected from 2002 to 2007. **Results:** 70 % of the surveyed personnel were between 20 and 27 years old, and 80% were male. The prevalence of non-consumers was 95 %. The number of cannabis non-consumers augmented from 2002 (84%) to 2007 (91 %). For the rest of the drugs the prevalence of non-consumers was more stable: opiates and hallucinogens (98 %) tranquilizers (97.5%), amphetamines (96.5%) and cocaine (92 %). Drug abuse is considered by 56 % as incompatible with a healthy life and 94 % reports having no related medical problems. According to 67 % the military environment would have no influence on drug abuse while 26 % believes it might favor it and 7 % that it might reduce it. The same tendencies are observed for operations/ exercises and duty service. Drug testing of all service members is favored by 71%. **Conclusions:** 1) there is a progressive reduction of drug abuse prevalence; 2) the military environment is perceived to have a progressive and positive influence on the drug abuse reduction; 3) the majority favors drug testing in the military.

**KEYWORDS:** Drugs, Junior Enlisted Personnel.

## INTRODUCCIÓN

Las drogodependencias constituyen un fenómeno de enorme importancia en las Fuerzas Armadas (FAS), afectando negativamente a su propia esencia y a su seguridad. El consumo de drogas ilegales y legales es causa de errores humanos implicados en incidentes y accidentes. Las cantidades consumidas antes del trabajo, los efectos

tardíos, los síntomas de abstinencia, los antecedentes personales (especialmente la comorbilidad) o la susceptibilidad individual son factores determinantes del estado de alerta del colectivo laboral. En el contexto militar, la concentración humana, los tiempos libres y la propia actividad desarrollada, son factores de riesgo para un fenómeno de gran capacidad epidémica.

En las FAS, el posible consumo y abuso de sustancias capaces de crear dependencia es y ha sido objeto de una honda preocupación y de un interés creciente en generar soluciones. En este sentido, y desde el año 2000, existe un Plan General de Prevención de Drogas en las FAS (PGPDFAS) que, dependiente de la Subsecretaría de Defensa (SUBDEF), y a través de la Dirección General de Personal (DIGENPER), coordina y unifica las acciones de los diferentes ejércitos en materia de drogas. En la actualidad, está pendiente de aprobación una nueva edición del Plan General.

Los Cuarteles Generales de los ejércitos han contado, y cuentan, con planes antidroga específicos adecuados a su organización y funciones: Prevención y Control de la Droga en el Ejército de Tierra

<sup>1</sup> Col. Médico. Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla». Dirección Médica.

<sup>2</sup> Cte. CGA/EO ET. MINISDEF/DIGENPER. SDG de Personal.

<sup>3</sup> Cte. CMS. ESO. Farmacia. Escuela Militar de Sanidad. Farmacia.

<sup>4</sup> Dr. en CC Biológicas. Servicio de Calidad y Medicina Preventiva. Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla».

**Dirección para correspondencia:** Mario Martínez Ruiz. Coronel CMS ESO Medicina. Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla». Subdirector Médico. Glorieta del Ejército, s/n, 28047 Madrid. España. E-mail: mmarruiz@oc.mde.es

Recibido: 23 de junio de 2009

Aceptado: 14 de enero de 2010

(PYCODE), desde 2009 denominado Plan Antidroga del Ejército de Tierra (PADET), Plan de Lucha Antidroga de la Armada (PLADA) y Plan Antidroga del Ejército del Aire (PADEA).

Uno de los pilares fundamentales del PGPDFAS es la prevención del consumo de drogas en las Unidades. Teniendo en cuenta que el diseño de estrategias preventivas se debe basar en fuentes subjetivas y objetivas de información, especialmente en la declaración de consumo y en la opinión que sobre las drogas existe en la población objeto de la prevención, el PGPDFAS coordina la realización de encuestas de opinión que, con carácter periódico, voluntario y anónimo, son aplicadas por los Servicios de Psicología de las FAS, cumplimentadas por los Militares Profesionales de Tropa y Marinería (MPTM) en las Unidades que los Cuarteles Generales (CG) determinen, y tratadas y evaluadas por la Unidad de Estudios Sociales de la Secretaría General Técnica (SEGENTE) del Ministerio de Defensa (MINISDEF).

El objeto de este trabajo ha sido analizar los datos evolutivos que sobre las drogas se han obtenido a partir de las encuestas de opinión utilizadas por el PGPDFAS durante los años 2002 a 2007, y divulgadas en su memoria anual respectiva.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño

Estudio descriptivo retrospectivo longitudinal.

### Población/Muestra

Se ha entrevistado a un total 31.272 integrantes de las Fuerzas Armadas de los Ejércitos de Tierra, Armada y Aire, con los empleos de Soldado/Marinero, Soldado 1.º/Marinero 1.º, Cabo, Cabo 1.º y Cabo Mayor. El periodo de estudio fue del año 2002 al 2007, ambos inclusive. El tamaño muestral anual fue de: 5.018 en el año 2002, 5.691 en el año 2003, 4.757 en el año 2004, 5.750 en el año 2005, 5.056 en el año 2006 y 5.000 en 2007.

### Cuestionario

El cuestionario utilizado se ha confeccionado eligiendo los ítems que, referidos a las drogas, figuran en la «Encuesta a Tropa y Marinería sobre: Conocimientos de las Drogodependencias», edición de 2002, publicada por la Dirección General de Reclutamiento y Enseñanza Militar (DIGEREM) del MINISDEF (Tabla 1).

### Procedimiento

Los datos se han obtenido a partir de los reflejados en las «Encuestas a Tropa y Marinería sobre: Conocimientos de las drogodependencias», divulgados en Memoria Anual del PGPDFAS correspondiente a los años 2002 a 2007, ambos inclusive.

La realización de las encuestas se ha llevado a cabo en aplicación de lo dispuesto en los apartados 4.5.1 «Encuestas» y 4.5.2 «Obtención de datos», respectivamente, del Plan General de Prevención de Drogas en las Fuerzas Armadas (PGPDFAS), de 1 de agosto de 2000.

Las encuestas se aplican en las Unidades, Centros y Organismos (UCO) que cada Cuartel General (CG) determina anualmente, el trabajo de campo es realizado por los equipos de psicólogos dependientes de cada uno de ellos, limitándose su función a pasar el cuestionario a los MTM y remitir las hojas de respuestas a la Unidad de Estudios Sociales de la SEGENTE, que es quien, cumpliendo instrucciones de la Comisión Permanente de Trabajo del citado Plan General, obtiene los datos de las mismas que son remitidos a la Comisión del PGPDFAS de la DIGENPER para la elaboración del informe anual del Departamento.

Para llegar a este informe, previamente ha sido necesario coordinar, a través del Secretario de la Comisión, las distintas acciones que finalizarán con la elaboración del informe anual por parte del mismo. Éstas, se inician con la elaboración del proyecto de cuestionario de encuesta, que se presentará a la Comisión Permanente para su estudio y posterior aprobación. En coordinación con la Unidad de Estudios Sociales, y a la vista de los efectivos de cada Ejército, se determina el número de personas a las que es necesario encuestar para que la muestra tenga validez y los datos obtenidos sean extrapolables al conjunto de las FAS, y se fija el periodo de tiempo, en cada año, en el que se deberá aplicar. Igualmente se establecen los criterios sobre qué datos son necesarios obtener para alcanzar los objetivos que se pretenden. Una vez recibidos todos estos datos, con el informe que elabora la citada Unidad de Estudios Sociales, y a la vista del resto de indicadores que determina el citado Plan General, se procede a elaborar el Informe Anual del Departamento.

El Secretario de la Comisión es en la actualidad el Comandante (E.T.) V.A.L., coautor de este trabajo, que ha ejercido su cargo desde la creación del PGPDFAS y durante el trabajo objeto de estudio. Asimismo, el Coronel (CMS/ESO) M.M.R., autor principal, es Vocal de la Comisión del PGPDFAS en representación de la Inspección General de Sanidad (IGESAN).

Dentro de las alternativas de respuesta, de cada una de las preguntas analizadas en el presente estudio, no se ha tenido en cuenta la opción «no sabe/no contesta» por no aportar información útil a los objetivos planteados. Consecuentemente, los tamaños muestrales anuales se ven levemente alterados en cada una de las preguntas, dependiendo del porcentaje no procesado.

### Análisis estadístico

Los resultados fueron expresados mediante sus frecuencias absolutas y relativas en tantos por ciento (%), para las variables categóricas, y con la media y su desviación estándar, para las variables cuantitativas.

Para valorar las posibles asociaciones estadísticas se emplearon el test  $\chi^2$  de Pearson, cuando al menos una de las variables a comparar fuese politémica, y la prueba exacta de Fisher, cuando ambas fueron dicotómicas.

Las representaciones gráficas se realizaron mediante columnas apiladas ajustadas al 100% en donde cada categoría aporta su porcentaje.

Como nivel de significación estadística se consideró un valor de  $p < 0,05$ .

Los datos fueron procesados con el paquete estadístico EPIDAT® versión 3.1.

**Tabla 1.** Encuesta a los Militares Profesionales de Tropa y Marinería referente al conocimiento de las drogodependencias. Edición 2002. MINISDEF-DIGEREM. Entre paréntesis se indica el número de orden de la pregunta que figura en la Encuesta original

<p><b>1. ¿QUÉ EDAD TIENES? (3)</b>                      A. 18 ó 19 años                      B. 20 ó 21 años                      C. 22 ó 23 años                      D. 24 ó 25 años                      E. 26 ó 27 años                      F. 28 ó 29 años                      G. 30 ó 31 años                      H. 32 años o más</p> <p><b>2. SEXO (4)</b>                      A. Varón                      B. Mujer</p> <p><b>3. ¿CUÁL DE ESTAS SUSTANCIAS CREE QUE ES LA MÁS PERJUDICIAL? (19)</b>                      A. Marihuana, hachís                      B. Alcohol                      C. Anfetaminas, éxtasis, diseño...                      D. L.S.D., ácido, tripis                      E. Heroína, chinos                      F. Cocaína, crack                      G. Tranquilizantes, sedantes                      H. Tabaco</p> <p><b>4. ACTUALMENTE, ¿ESTÁS CONSUMIENDO MARIHUANA, HACHIS (PORROS CANUTOS)? (20)</b>                      A. NO                      B. Ocasionalmente (1 ó 2 veces al trimestre)                      C. 1 ó 2 veces al mes                      D. 1 ó 2 veces a la semana                      E. 1 vez al día                      F. Varias veces al día</p> <p><b>5. ACTUALMENTE, ¿ESTÁS CONSUMIENDO HEROÍNA, CHINOS...? (21)</b>                      A. NO                      B. Ocasionalmente (1 ó 2 veces al trimestre)                      C. 1 ó 2 veces al mes                      D. 1 ó 2 veces a la semana                      E. 1 vez al día                      F. Varias veces al día</p> <p><b>6. ACTUALMENTE, ¿ESTÁS CONSUMIENDO COCAÍNA, CRACK? (22)</b>                      A. NO                      B. Ocasionalmente (1 ó 2 veces al trimestre)                      C. 1 ó 2 veces al mes                      D. 1 ó 2 veces a la semana                      E. 1 vez al día                      F. Varias veces al día</p> <p><b>7. ACTUALMENTE, ¿ESTÁS CONSUMIENDO LSD, ÁCIDO, TRIPIS? (23)</b>                      A. NO                      B. Ocasionalmente (1 ó 2 veces al trimestre)                      C. 1 ó 2 veces al mes                      D. 1 ó 2 veces a la semana                      E. 1 vez al día                      F. Varias veces al día</p> <p><b>8. ACTUALMENTE, ¿ESTÁS CONSUMIENDO TRANQUILIZANTES, SEDANTES (LEXATÍN®, VALIUM®, ORFIDAL®, ROHIPNOL®, TRANKIMAZIN®)? (24)</b>                      A. NO                      B. Ocasionalmente (1 ó 2 veces al trimestre)                      C. 1 ó 2 veces al mes                      D. 1 ó 2 veces a la semana                      E. 1 vez al día                      F. Varias veces al día</p> <p><b>9. ACTUALMENTE, ¿ESTÁS CONSUMIENDO ANFETAMINAS, ÉXTASIS, DROGAS DE SÍNTESIS/DISEÑO, PASTIS? (25)</b>                      A. NO                      B. Ocasionalmente (1 ó 2 veces al trimestre)                      C. 1 ó 2 veces al mes                      D. 1 ó 2 veces a la semana                      E. 1 vez al día                      F. Varias veces al día</p> <p><b>10. ¿QUIÉ TE HA PROPORCIONADO MÁS CONOCIMIENTOS E INFORMACIÓN ACERCA DE LAS DROGAS ILEGALES? (31)</b>                      A. Mi familia                      B. Mis amigos                      C. En el colegio, conferencias, etc                      D. Medios de comunicación (prensa, radio, televisión)                      E. Campañas prevención del Ministerio de Defensa</p>	<p><b>11. ¿CREE QUE SE PUEDE CONSUMIR DROGAS ILEGALES Y LLEVAR UNA VIDA SANA? (34)</b>                      A. Sí, creo que se puede                      B. Sí, si no se abusa de su consumo                      C. Se puede mientras se es joven                      D. Depende del tipo de droga                      E. No se puede</p> <p><b>12. COMO CONSECUENCIA DEL CONSUMO DE DROGAS O ALCOHOL, ¿HAS PASADO ALGUNA VEZ POR ALGUNA DE ESTAS SITUACIONES? (36)</b>                      A. Solamente atención por un Servicio de Urgencias                      B. Tratamiento médico                      C. Ingreso hospitalario                      D. Tratamiento psicológico o psiquiátrico                      E. Ninguna de las anteriores</p> <p><b>13. ¿CREE QUE LAS CARACTERÍSTICAS DE TU PROFESIÓN MILITAR INFLUYEN EN EL CONSUMO DE DROGAS ILEGALES O POR EL CONTRARIO NO INFLUYEN? (37)</b>                      A. No influye para nada                      B. Favorece la iniciación                      C. Aumenta el consumo                      D. Favorece iniciación y aumenta consumo                      E. Dificulta la iniciación                      F. Disminuye el consumo                      G. Dificulta iniciación y disminuye consumo</p> <p><b>14. CUANDO PROBASTE LA DROGA ILEGAL POR PRIMERA VEZ. ¿QUÉ EDAD TENÍAS? (39)</b>                      A. No la he probado nunca                      B. Menos de 14 años                      C. Entre 14 y 17 años                      D. Entre 18 y 21 años                      E. Entre 22 y 25 años                      F. Más de 25 años</p> <p><b>15. ¿CONSIDERAS ADECUADAS LAS CHARLAS, CONFERENCIAS U OTRAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN DE LA DROGADICCIÓN QUE SE REALIZAN EN TU UNIDAD? (40)</b>                      A. Muy adecuadas                      B. Bastante adecuadas                      C. Algo adecuadas                      D. Nada adecuadas                      E. No he recibido ninguna charla sobre prevención en mi Unidad</p> <p><b>16. ¿CONSIDERAS SUFICIENTES LAS CHARLAS, CONFERENCIAS U OTRAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN DE LA DROGADICCIÓN QUE SE REALIZAN EN TU UNIDAD? (41)</b>                      A. Suficientes                      B. Insuficientes                      C. No he recibido ninguna charla sobre prevención en mi Unidad</p> <p><b>17. ¿CUÁL CREE QUE ES LA RAZÓN PRINCIPAL POR LA QUE HAY GENTE QUE CONSUME DROGAS ILEGALES EN LAS FAS? (45)</b>                      A. Estar lejos de su familia                      B. Hay mucha disciplina                      C. Hay mucho tiempo libre                      D. Estar con la gente que toma drogas                      E. Consumían antes de venir a las FAS                      F. Para aguantar dureza de vida militar                      G. No lo sé</p> <p><b>18. ¿CREE QUE LA PARTICIPACIÓN EN OPERACIONES/EJERCICIOS CONTRIBUYE A AUMENTAR O A DISMINUIR EL CONSUMO DE DROGA ILEGAL? (46)</b>                      A. Aumenta                      B. Disminuye                      C. Permanece igual                      D. No lo sé</p> <p><b>19. ¿CREE QUE LA REALIZACIÓN DE GUARDIAS/ SERVICIOS CONTRIBUYE A AUMENTAR O A DISMINUIR EL CONSUMO DE DROGA ILEGAL? (47)</b>                      A. Aumenta                      B. Disminuye                      C. Permanece igual                      D. No lo sé</p> <p><b>20. ¿CREE QUE SE DEBERÍAN REALIZAR CONTROLES PERIÓDICOS DE CONSUMO DE DROGAS ILEGALES A TODOS LOS MIEMBROS DE LAS FUERZAS ARMADAS? (54)</b>                      A. Totalmente en acuerdo                      B. Más bien de acuerdo                      C. Más bien en desacuerdo                      D. Totalmente en desacuerdo</p>
--	---

**RESULTADOS**

Se han analizado 22 variables: 2 sociodemográficas (edad y sexo) y 20 relacionadas específicamente con las principales drogas de abuso, excluido el alcohol y tabaco, obtenidas a partir de 31.272 encuestas de opinión sobre drogas, utilizadas por el PGPDFAS para la elaboración de su Memoria Anual correspondiente a los años 2002 a 2007, ambos inclusive. Expresamos los resultados para cada una de las preguntas analizadas.

**Edad**

El grupo de edad de 18 a 21 años varió a lo largo del periodo de tiempo estudiado ( $p=0,007$ ) (Fig. 1). Sin embargo, la variación más significativa fue la experimentada por un descenso de los individuos con edades comprendidas entre los 22 y 25 años del 10% en el año 2007, respecto de los correspondientes a 2002 ( $p<0,001$ ). Paralelamente a este descenso se produjo un incremento de la misma magnitud de los casos con edades superiores a los 29 años ( $p<0,001$ ).

**Sexo**

En el año 2003 se produjo un incremento en el número de mujeres de un 1,8% (IC95%: 0,4 a 3,3%) ( $p=0,016$ ). En los años siguientes no se detectó variación alguna de este parámetro ( $p>0,05$ ) (Fig. 2).

**Consumo**

**Edad de inicio**

El primer contacto con las drogas ilegales, en edades inferiores a los 14 años, se situó en un rango del 7,6 a 7,8% durante el periodo de estudio, a excepción de 2006 en donde el porcentaje se incrementó para alcanzar un 9,5% (IC95%: 8,4 a 10,6%). A lo largo de nuestro estudio, el intervalo de edad de inicio en el consumo de drogas ilegales sufrió una reducción (Fig. 3).

**Consumo de cannabis**

Descendió la frecuencia del consumo, de forma progresiva, a lo largo de los años estudiados, a excepción del año 2003 en el que se vio incrementada en todos los niveles de frecuencia de consumo respecto del año 2002. El mayor aumento se produjo para los consumidores ocasionales, valorados en un 1%, seguido de los que lo hacían varias veces al día en 0,8%. En cuanto a los que tomaban estas sustancias 1 ó 2 veces al mes, 1 ó 2 veces a la semana y 1 vez al día, el incremento no superó el 0,5% (Fig. 4).

**Consumo de opiáceos**

Se observa una reducción en cuanto al consumo de opiáceos en el periodo comprendido entre 2002 y 2007 ( $p<0,001$ ) (Fig. 5). Sin

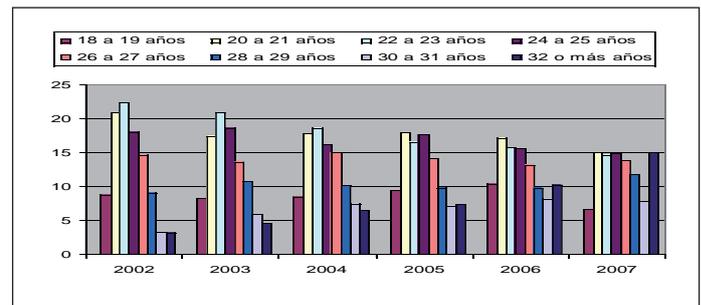


Figura 1. Grupos de edad durante el periodo 2002 a 2007.

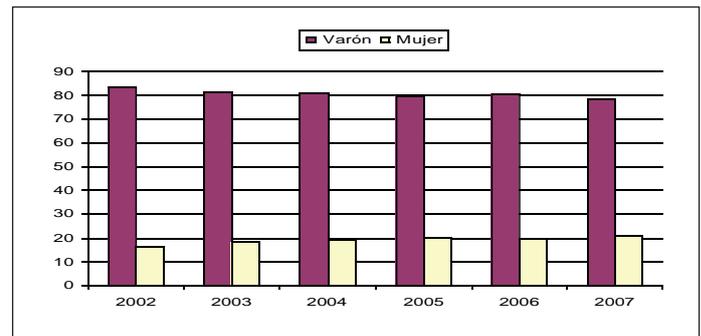


Figura 2. Distribución de varones y mujeres en la muestra estudiada en el periodo 2002-2007.

embargo, en 2003 se produjo un incremento del mismo, estimado en un 0,7%, sin tener en cuenta las frecuencias de consumo, pasando de un 1,6% a un 2,3%. Posteriormente se inició un descenso de consu-

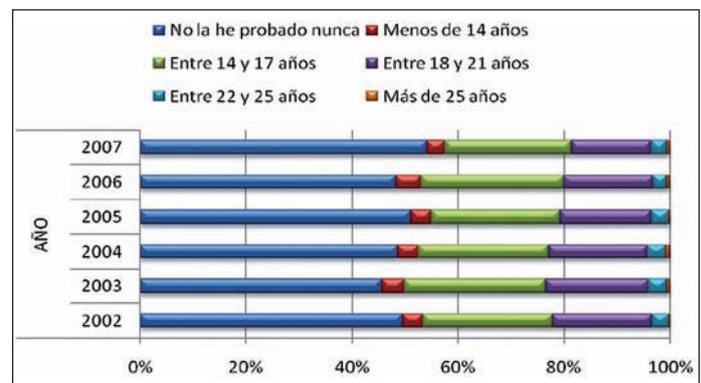


Figura 3. Cuando probaste la droga ilegal ¿Qué edad tenías?

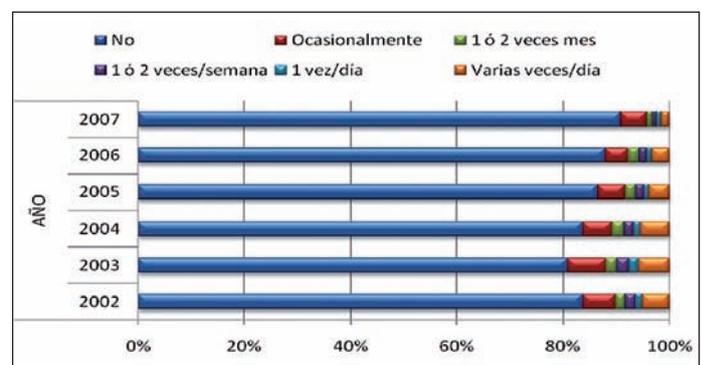


Figura 4. Actualmente ¿estás consumiendo marihuana, hachís (porros, canutos)?

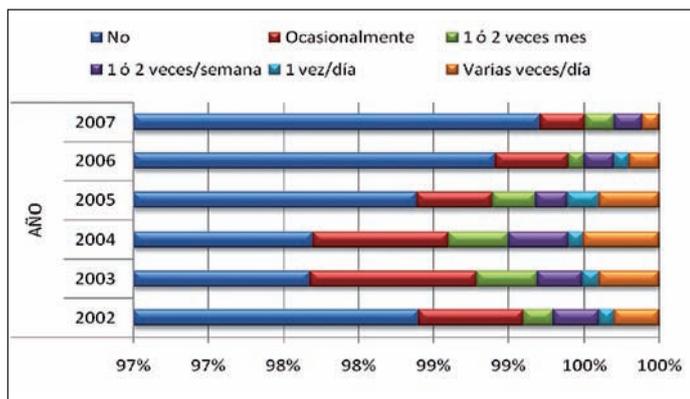


Figura 5. Actualmente ¿Estás consumiendo heroína, chinos...?

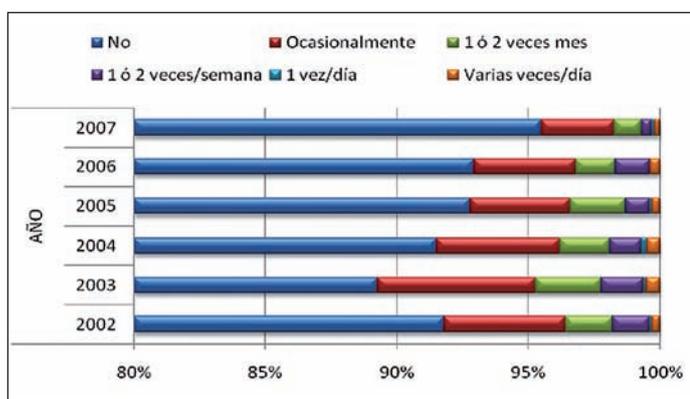


Figura 6. Actualmente ¿Estás consumiendo cocaína, crack...?

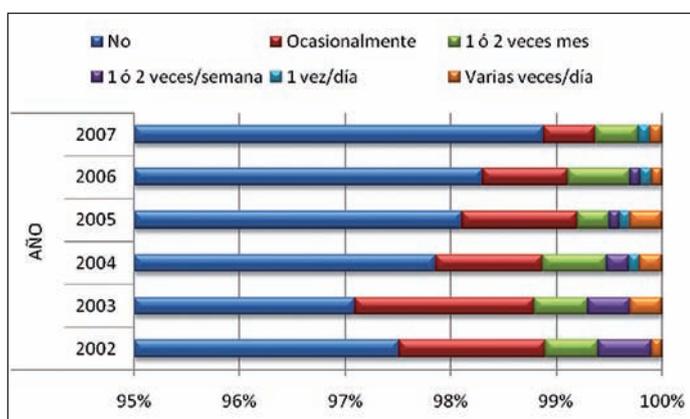


Figura 7. Actualmente ¿Estás consumiendo LSD, Ácido, Tripis...?

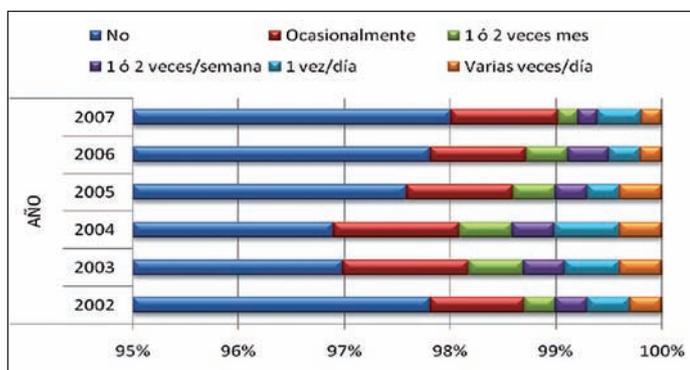


Figura 8. Actualmente ¿Estás consumiendo tranquilizantes o sedantes (Lexatín®, Valium®, Ofidal®, Rohipnol®, Trankimazin®...)?

midores, igualándose las cifras de 2003, 1,6% (IC95%: 1,2 a 2%), y de 2005, 1,6% (IC95%: 1,3 a 2%), para, en el año 2007, reducirse a la mitad el consumo respecto al inicio del estudio en 2003, pasando de 1,6% a 0,8%.

### Consumo de cocaína

Lo más destacable es la reducción progresiva del número de consumidores desde 2002, establecida en un 8,2% (IC95%: 7,5 a 9%) en 2002 a 4,5% (IC95%: 3,8 a 5,2%) en 2007. Fue una excepción el año 2003 en el que se produjo un incremento del 2,5%, al pasar de un consumo del 8,2% a otro del 10,7% (Fig. 6).

### Consumo de alucinógenos

El consumo de estas sustancias de forma ocasional se redujo progresivamente a lo largo de los 6 años de estudio, pasando del 1,4% en 2002, al 0,5% del 2007. Sin embargo, se apreció un pequeño incremento en el año 2003 respecto del precedente en un 0,4% más de consumidores de estas sustancias. Se mantuvo el consumo de 1 vez/mes con una frecuencia inicial y final comprendida entre el 0,4 y 0,5%. Su consumo semanal se vio reducido desde un 0,5% al 0%, mientras que se incrementó el diario desde el 0% al 0,1% (Fig. 7).

### Consumo de tranquilizantes

Durante el periodo 2002-2007 no se encontró una variación estadísticamente significativa en cuanto a los hábitos de consumo de tranquilizantes o sedantes ( $p=0,092$ ) (Fig. 8). Sin embargo, sí se observó una variación en cuanto al porcentaje de consumidores ( $p=0,001$ ). Respecto de 2002, durante los años 2003 a 2005 aumentó el nº de consumidores entre un 0,2% y un 0,9%. En 2006 se recuperaron los valores obtenidos para 2002, es decir, del 2,21%, hasta llegar al 2% en 2007.

### Consumo de anfetaminas

Se observa una variación, en los hábitos de consumo de anfetaminas, o drogas de síntesis, en el periodo comprendido entre 2002 y 2007 ( $p<0,001$ ) (Fig. 9). Desde el inicio del estudio, en 2002, y hasta el final del mismo, en 2007, todas las frecuencias en cuanto a los hábitos de consumo se vieron reducidas a más de la mitad de sus valores iniciales.

### Percepción del riesgo

#### Medios de información

En 2002 destacaron los medios de comunicación, como fuente de información, para un 37,6% (IC95%: 36 a 39%) de los encuestados. Decreció posteriormente este porcentaje, aunque de forma leve, obteniendo en 2007 el 33,7% (IC95%: 32,2 a 35,2%). El si-

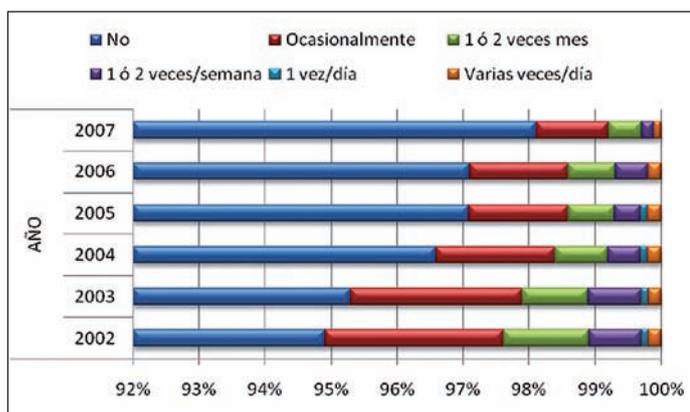


Figura 9. Actualmente ¿Estás consumiendo anfetaminas, éxtasis, drogas de síntesis/diseño, «pastis»?

güente origen de la información sobre drogas ilegales fue el de los amigos, con casi un 30% en 2002 (IC95%: 28,4 a 31%), decreciendo en los años sucesivos, a excepción de 2003, para llegar a 2007 con un 23,3% (IC95%: 22 a 24,7%). Desde 2002 a 2007, la intervención de la familia, las conferencias de los colegios y las campañas de prevención del Ministerio de Defensa vieron incrementado su porcentaje en cuanto a nuevas fuentes de información sobre drogas ilegales en un 5,37%, un 4% y un 1%, respectivamente (Fig. 10).

### Percepción del daño

La droga considerada como más perjudicial a lo largo de todo el periodo de estudio es, sin duda, la heroína. Lo piensa un 42,2% de la muestra estudiada en el año 2002 (IC95%: 40,8 a 43,6%). Durante los 5 años siguientes va decreciendo este porcentaje un 3,9%, considerándola la sustancia más dañina el 38,3% de la muestra estudiada en 2007 (IC95%: 36,7 a 39,9%) (Fig. 11).

Las anfetaminas, el éxtasis y las drogas de síntesis, son consideradas como las más perjudiciales por, aproximadamente, el 20% de los encuestados. No obstante, se denotó un aumento desde 2002 a 2007 en un 2% (18,25% y 20,24%, respectivamente).

En 2002 un 15,73% de los encuestados pensaban que era la cocaína las mas dañina (IC95%: 14,7 a 16,8%), porcentaje que se vio superado en las encuestas posteriores hasta obtener un 19,5% en 2007, es decir, un incremento porcentual del 3,8%.

En cuanto al LSD, se observa un descenso del 2,4% desde 2002, puesto que ha pasado del 17,2% (IC95%: 16,2 a 18,3%) en ese año al 14,8% (IC95%: 13,6 a 16%) en 2007. En cuanto al alcohol, el tabaco y los tranquilizantes: se mantuvo una opinión semejante a lo largo de los 6 años de estudio con rangos entre un 1,5 a 2% para el alcohol; 2,5 a 3% para el tabaco; y 1 a 1,4% para los tranquilizantes/sedantes.

### Percepción de hábito insano

En general las opiniones que reflejaban en 2002 la posibilidad de consumir y llevar una vida sana descendieron a lo largo del periodo de estudio. También decreció el porcentaje de individuos que supeditaban el poder llevar una vida sana a un consumo dependiente del tipo de droga. En 2002 era del 24,2% (IC95%: 23 a 25,4%),

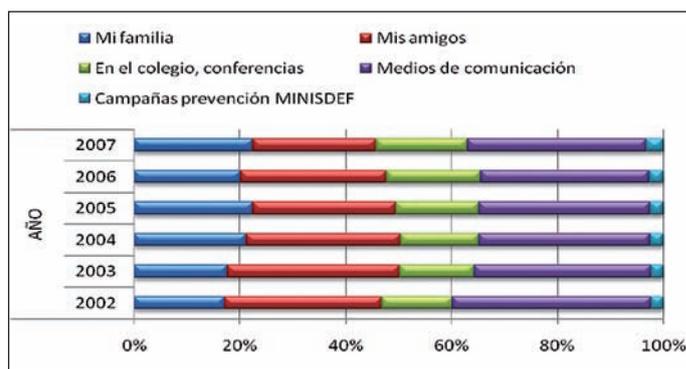


Figura 10. ¿Quién te ha proporcionado más conocimientos e información acerca de las drogas ilegales?

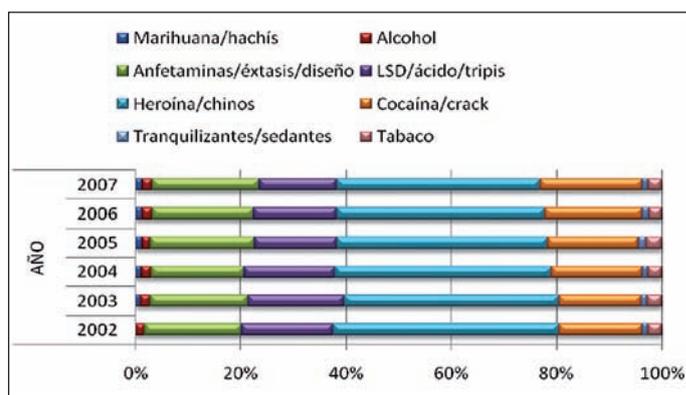


Figura 11. ¿Cuál de estas sustancias crees que es más perjudicial?

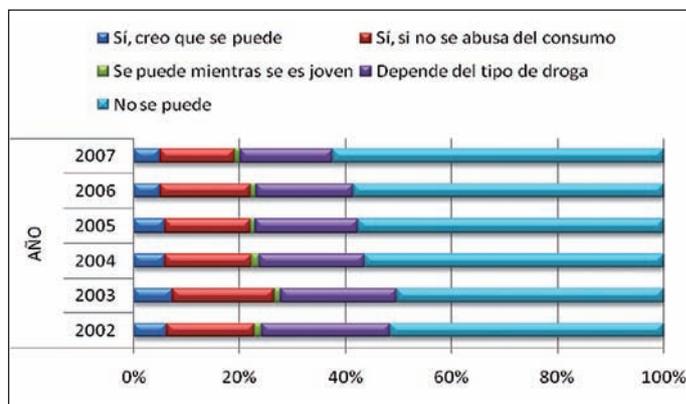


Figura 12. ¿Crees que se puede consumir drogas ilegales y llevar una vida sana?

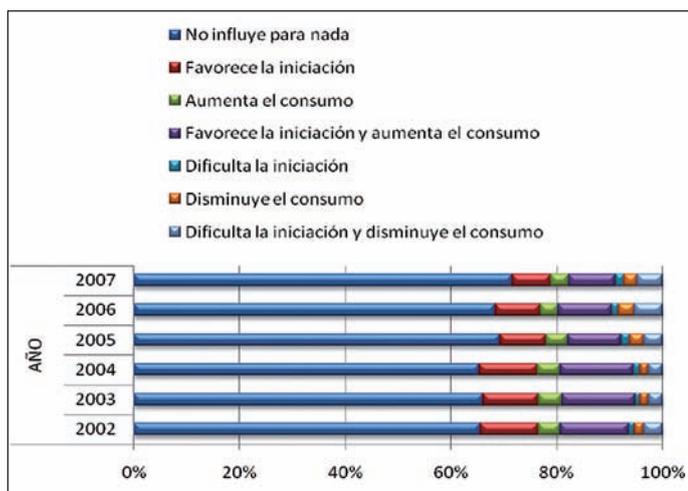
mientras que en 2007, tras un descenso progresivo, se estableció en el 17,3% (IC95%: 16,1 a 18,6%), es decir, bajó aproximadamente un 7% (Fig. 12).

### Necesidad de atención médica

No se han encontrado diferencias significativas durante el periodo 2002-2006 en cuanto a las mencionadas situaciones derivadas del consumo de drogas o alcohol (p=0,59) (Fig. 13). La atención en los Servicios de Urgencias la utilizó una media del 3,7% de los en-



**Figura 13.** Como consecuencia del consumo de drogas o alcohol ¿has pasado alguna vez por alguna de éstas situaciones?



**Figura 14.** ¿Crees que las características de tu profesión militar influyen en el consumo de drogas ilegales o por el contrario no influyen?

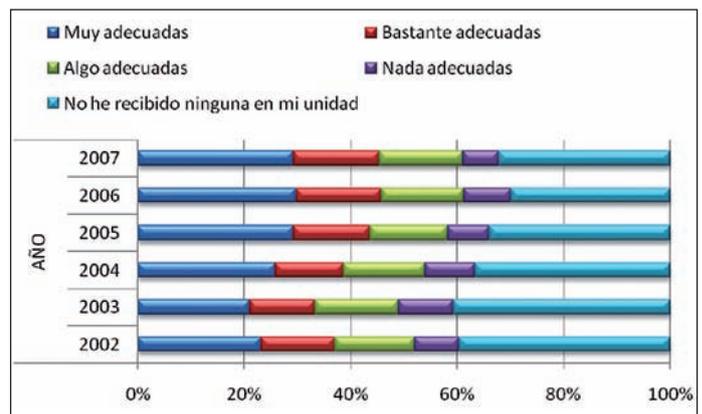
cuestados. Sólo precisaron ingreso hospitalario el 1%, y tratamiento psicológico la misma proporción. En cuanto al tratamiento médico, se aplicó a un 0,6% de los encuestados .

## Drogas y FAS

### Influencia del medio militar sobre el consumo

Al principio del estudio, el 65,6% (IC95%: 64,2 a 67%) opinaba que la profesión militar no afectaba al consumo. Progresivamente, a lo largo de los siguientes años, se incrementó esta opinión para, en 2007, ser un 71,6% (IC95%: 70,1 a 73%) los que negaban dicha influencia, es decir, un 6% más (Fig. 14).

El porcentaje de los que opinaban que la profesión militar favorece la iniciación al consumo, lo aumenta o ambas cosas a la vez, decreció desde 2002 a 2007: un 23,5% cree que puede favorecerlo, con un 28% en 2002, frente al 19% en 2007. Paralelamente a esto se incrementó el sentir de que la profesión militar dificulta la iniciación, el consumo o ambas cosas a la vez: un 7,5% considera que puede disminuirlo, con un 6% en 2002, frente al 9% en 2007.



**Figura 15.** ¿Consideras adecuadas las charlas, conferencias u otras actividades de prevención de la drogadicción que se realizan en tu unidad?

### Eficacia de la información

Desciende el porcentaje entre los que opinan que no son nada adecuadas durante el tiempo de estudio, en un 1,7% desde 2002 a 2007. Sin embargo, en 2003 y 2004, respecto a 2002, sí se observa un incremento de los que opinan que no son adecuadas, de un 2% y un 1%, respectivamente. El porcentaje de los que consideran las charlas y conferencias muy adecuadas se incrementa del 23,1% (IC95%: 22 a 24,3%) en 2002, al 29,3% (IC95%: 27,8 a 30,8%), en 2007, es decir, un 6,2% (Fig. 15).

En cuanto a la recepción de charlas y conferencias se observó un incremento de las mismas durante el periodo 2003-2005 ( $p < 0,001$ ) (Fig. 15). En 2002, el 60,4% (IC95%: 59 a 62%) de los encuestados habían recibido alguna charla o conferencia. Al año siguiente, una vez más 2003, descendió el mismo un 1%, para después incrementarse alcanzando un máximo en 2006, respecto de 2002, del 10,2%. Al final del estudio, en 2007, recibían formación en su Unidad el 68% (IC95%: 66,4 a 69,4%), un 7,5% más que el tanto por ciento correspondiente a 2002.

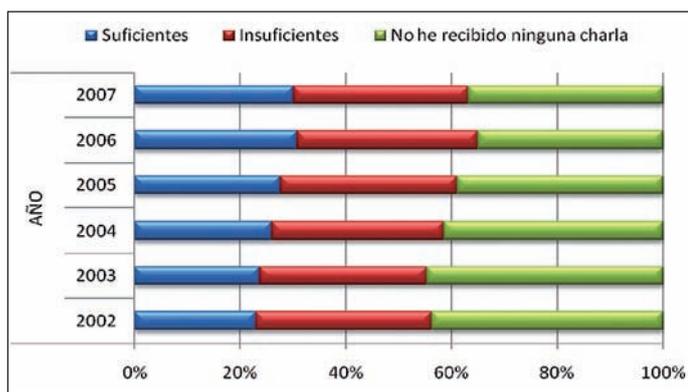
### Cantidad de información

Entre los que sí habían recibido charlas hubo un incremento progresivo durante el periodo de estudio, de los que las consideraban suficientes, pasando de un 23,1% (IC95%: 22 a 24,3%) en 2002 al 30,1% (IC95%: 28,6 a 31,6%) en 2007. En cuanto a su insuficiencia, se mantuvo la misma opinión durante los 6 años entre un 31,6% a 34,1% (Fig. 16). Desde 2002 a 2007 se incrementó el número de charlas ( $p < 0,001$ ). El máximo se alcanzó en 2006 con el 65% (IC95%: 63,7 a 66,3%). Al final del periodo de estudio, en 2007, el porcentaje se incrementó, respecto de 2002, en un 7%.

### Razones de consumo

Desde 2002 a 2007 se incrementa progresivamente el número de personas que desconocen la causa. Este aumento es de más del 4% en 2007 respecto a 2002. Sin embargo, en el año 2003 descendió este desconocimiento en un 1,2% respecto al año precedente (Fig. 17). Fue más o menos constante la opinión, a lo largo del

## Encuesta sobre drogas a los Militares de Tropa y Marinería de las Fuerzas Armadas españolas



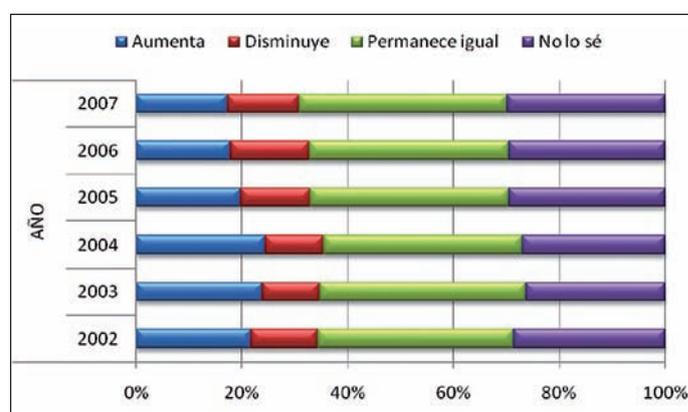
**Figura 16.** ¿Consideras suficientes las charlas, conferencias u otras actividades de prevención de la drogadicción que se realizan en tu unidad?



**Figura 17.** ¿Cuál crees que es la razón principal por la que hay gente que consume drogas ilegales en las fuerzas armadas?

estudio, de que una de las principales razones del consumo era el estar con gente que tomaba drogas. Poco menos de un tercio de los encuestados así lo aseveraban, desde el 21,7% (IC95%: 20,5 a 23%) en 2002 al 21,4% (IC95%: 20,2 a 23%) en 2007. Tener mucho tiempo libre y estar lejos de la familia fueron los siguientes motivos considerados como desencadenantes. En ambos casos el porcentaje a lo largo del estudio estuvo comprendido en un intervalo aproximado del 3 al 5%.

Consideraron que el origen del inicio en el consumo de drogas ilegales era la disciplina militar el 1,8% (IC95%: 1,4 a 2,2%) de los encuestados en 2002, reduciendo levemente esta creencia en los años posteriores. Fueron excepciones los años 2003 y 2004, en éste último aumentó dicho porcentaje hasta el 2,4% (IC95%: 2 a 3%). Coincidió este comportamiento relativo a la disciplina con el obtenido para aguantar la dureza de la vida militar en rangos de opinión incluidos entre el 4,3 a 6,2%.

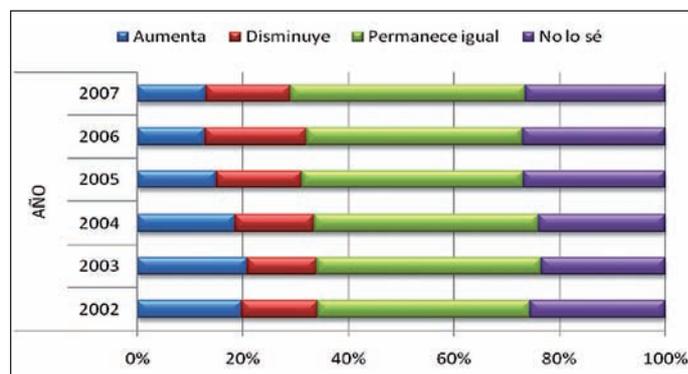


**Figura 18.** ¿Crees que la participación en operaciones/ejercicios contribuye a aumentar o a disminuir el consumo de droga ilegal?

### Influencia de participación en operaciones/ejercicios

Desciende la creencia de que aumenta el consumo desde 2002, que lo consideraba el 21,7% (IC95%: 20,5 a 22,8%), a 2007, en el que se reducía al 17,4% (IC95%: 16 a 18,6%), en total un descenso del 4,3%. Sin embargo, en 2003 y 2004 aumentó, respecto de 2002, la creencia de que la participación en estas actividades aumentaba el consumo de drogas ilegales en un 2,3% y 2,7%, respectivamente (Fig. 18).

En cuanto a la opinión del efecto negativo sobre el consumo por esa participación, en líneas generales se mantuvo entre el 10,8% y 15% durante el periodo de estudio; y en cuanto a que no afecta al consumo, o que permanece igual, entre un 37% y 39,3%.



**Figura 19.** ¿Crees que la realización de guardias/servicios contribuye a aumentar o a disminuir el consumo de droga ilegal?

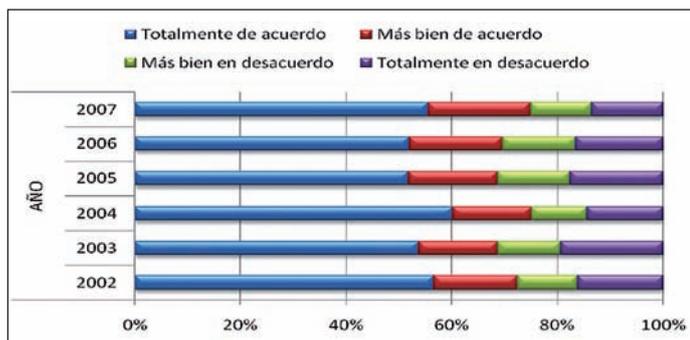
### Influencia de realización en guardias/servicios

La opinión de que aumenta el consumo decrece desde 2002 a 2007, pasando de casi el 20% (IC95%: 18,7 a 21%) al 13% (IC95%: 12 a 14%), respectivamente. Sin embargo, en 2003 se incrementa respecto del año precedente en aproximadamente un 1% (Fig. 19). Que la realización de guardias/servicios disminuye el consumo pasa de un 14,4% (IC95%: 13,4 a 15,4%) en 2002, al 16% (IC95%: 15 a

17,3%) en 2007. Aumenta la creencia, durante los 6 años de estudio, de que no afecta la realización de guardias/ejercicios al consumo, o que permanece igual, en un 4,5% a la finalización del mismo.

### Controles periódicos de consumo de drogas

Desde 2002 a 2007 descienden en un 1% las personas que se decantan sobre un acuerdo total con el mencionado control, y aumenta



**Figura 20.** ¿Crees que se deberían realizar controles periódicos de consumo de drogas ilegales a todos los miembros de las Fuerzas Armadas?

paralelamente un 3,7% de las que opinan estar más bien de acuerdo. En 2003 se reduce el número de los que se consideran totalmente de acuerdo con esta práctica más del 1% del periodo total, en casi un 3% (Fig. 20). Los que se encuentran en total desacuerdo descienden casi un 3% desde el principio al final del periodo de estudio. Sin embargo, en 2003 se incrementa en aproximadamente un 3% los que muestran su total desacuerdo, y en 2005 del orden del 1,5%. Los que opinan estar más bien en desacuerdo permanecen en niveles entre en 10,6% y 12% durante el periodo de estudio, a excepción de los años 2005 y 2006 en los que incrementan este porcentaje a 13,8% (IC95%: 13 a 14,7% para ambos).

## DISCUSIÓN

En el contexto militar, la concentración humana, los tiempos libres y la propia actividad desarrollada, son factores de riesgo para un fenómeno de gran capacidad epidémica. Por último, las misiones internacionales de paz y seguridad podrían ser un fenómeno potencial de riesgo, de importación de nuevas sustancias y de nuevos patrones de consumo, lo que, unido a las condiciones laborales, posibilitarían la aparición de consumos de riesgo de las drogas tradicionales como el alcohol y de nuevas sustancias de abuso.

Desde el año 2000 el MINISDEF cuenta con un Plan General de Prevención de Drogas en las Fuerzas Armadas (PGPDFAS)<sup>1</sup>, dependiente de la SUBDEF, dirigido y coordinado por la Dirección General de Enseñanza y Reclutamiento Militar (DIGEREM) hasta 2008 y, desde entonces, por la Dirección General de Personal (DIGENPER). El PGPDFAS nació para unificar y coordinar los planes antidroga de los diferentes ejércitos: Prevención y Control de la Droga en el Ejército<sup>2</sup> (PYCODE, desde 1984), desde 2009 denominado Plan Antidroga del Ejército de Tierra (PADET), Plan de Lucha Antidroga de la Armada<sup>3</sup> (PLADA, Armada desde 1993) y Plan Antidroga del Ejército del Aire<sup>4</sup> (PADEA, desde 1988). Actualmente está en fase de consulta el nuevo Plan, para inmediatamente después, proceder a elaborar el texto definitivo del que será el nuevo Plan General.

### El Plan Nacional sobre Drogas: encuesta EDADES

El Plan Nacional sobre Drogas (PNSD) es una iniciativa gubernamental creada el año 1985 destinada a coordinar y potenciar las

políticas que, en materia de drogas, se llevan a cabo desde las distintas Administraciones Públicas y entidades sociales en España<sup>5</sup>. Corresponde a la Delegación del Gobierno para el PNSD (DGPNSD) la dirección, impulso, coordinación general y supervisión de los servicios encargados de la actualización y ejecución del PNSD, bajo la superior dirección del Secretario General de Sanidad<sup>5</sup>.

La realización de encuestas periódicas es uno de los instrumentos utilizados para conocer la evolución de los problemas y características del consumo de drogas psicoactivas. En España se realiza la Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES)<sup>6</sup> con carácter bienal, promovida por la DGPNSD en colaboración con las Comunidades Autónomas, que explora el consumo de drogas entre la población general entre 15 y 64 años residente en hogares familiares. Actualmente se dispone de los resultados de una serie de siete encuestas que se iniciaron en 1995 y que con periodicidad bianual y en los años impares, se han ido realizando hasta hoy (1997, 1999, 2001, 2003, 2005 y 2007/08). En el cuestionario de la encuesta de 2007-08 se introdujeron algunas modificaciones con el fin de converger hacia el cuestionario estándar propuesto por el Observatorio Europeo para las Drogas y las Toxicomanías (OEDT)<sup>7</sup>.

El universo o población de referencia utilizada en la encuesta EDADES es la población residente en España de 15 a 64 años, ambos inclusive. La base o marco muestral utilizado para seleccionar la muestra incluye sólo a la población residente en hogares familiares, quedando fuera de marco la población que reside en instituciones (cuarteles, conventos, cárceles, residencias de estudiantes o de ancianos etc.), la población que vive en establecimientos colectivos (hoteles, pensiones, etc.), y la población sin techo.

El tamaño de la muestra ha aumentado bastante en los últimos años<sup>6</sup>. Así en 2007-08 fue de 23.715 personas. En 2005 la integraron 27.934, y entre 1995 y 2003 entre 8.000 y 15.000, dependiendo de la encuesta. La distribución de la muestra por comunidad autónoma no fue proporcional a su población en todas las encuestas, para sobrevalorar a las comunidades más pequeñas. De la misma manera, la distribución de los grupos de edad tampoco fue proporcional, sobrevalorando en la muestra a la población joven (15 a 39 años). De hecho, el número de entrevistas en este intervalo de edad fue de 18.303 (65,5%), cuando a partir de las proyecciones del Instituto Nacional de estadística (INE) se estima que la representación real de este grupo en la población española es de 53,7%. El número de entrevistados, en el conjunto nacional, supera los 2.000 por cada grupo quinquenal hasta la edad de 44, y los 1.500 por cada grupo de 5 años, entre los 45 y los 64.

En 2005 (EDADES 2005), que es con mucha diferencia la encuesta más amplia sobre drogas realizada hasta el momento en España, las sustancias psicoactivas más extendidas entre la población española de 15 a 64 años fueron el alcohol y el tabaco<sup>6</sup>. Entre las drogas de comercio ilegal, las más extendidas fueron el cannabis, la cocaína y el éxtasis, todas con prevalencias en los últimos 12 meses que superan el 1% (11,2% para cannabis, 3,0% para cocaína y 1,2% para éxtasis). El uso de otras drogas de comercio ilegal fue menos común. Un hallazgo relevante se relaciona con el uso de tranquilizantes con o sin receta médica, cuya prevalencia en los últimos 12 meses (5,1%), sólo se ve superada por el alcohol, el tabaco y el cannabis.

En 2005, la edad media de inicio en el uso de drogas varió sustancialmente según el tipo de droga. Las drogas que se consumieron por término medio a una edad más temprana fueron las de comercio legal, como el tabaco (edad media 16,4 años), bebidas alcohólicas

(16,7 años) e inhalables volátiles (17,8 años). La droga ilegal cuyo consumo se había iniciado más tempranamente fue el cannabis (18,3 años). Por el contrario, las que se empezaron a consumir más tarde fueron los tranquilizantes o sedantes (28,5 años con o sin receta médica y 32,3 años sin receta médica). El uso del resto de las drogas se inició, en general, entre los 18 y los 21 años<sup>6</sup>.

Excepto en el caso de los tranquilizantes, la extensión del uso de drogas fue bastante mayor en los hombres que en las mujeres, especialmente en el caso de las drogas de comercio ilegal, donde la prevalencia entre los varones fue varias veces más elevada que en las mujeres. En la población de 15-64 años destacan las diferencias en el uso de cannabis (12,5% en varones y 4,7% en mujeres) y de cocaína (2,5% en varones y 0,7% en mujeres) en los últimos 30 días.

Exceptuando el caso de los tranquilizantes, en 2005 los consumidores de sustancias psicoactivas fueron predominantemente jóvenes de 15-34 años<sup>6</sup>. Esto es especialmente cierto para las drogas ilegales, cuya prevalencia de consumo en los últimos 12 meses es en todos los casos mucho más alta en el grupo 15-34 años que en el grupo 35-64 años<sup>6</sup>. Así, por ejemplo, la prevalencia de consumo en los últimos 12 meses para cannabis, cocaína y éxtasis fue de 19,8%, 5,2% y 2,4%, respectivamente, en el grupo 15-34 años frente a 4,7%, 1,3% y 0,4% en el grupo 35-64 años. Las prevalencias de consumo de alcohol o tabaco son algo superiores en el grupo 15-34 años que en el grupo 35-64, con cifras en los últimos 12 meses de 79,4% y 47,3% entre los primeros y de 74,7% y 38,8% entre los segundos. Finalmente, el grupo de 35-64 años consume en mayor proporción tranquilizantes (6,4%) que el grupo 15-34 años (3,4%).

La percepción del riesgo ante distintas conductas de uso de drogas podría relacionarse con la resistencia de la población a desarrollar esa conducta en la actualidad o en el futuro. A mayor percepción del riesgo menor probabilidad de desarrollarla y viceversa<sup>6</sup>.

De todas las conductas, las consideradas más peligrosas por parte de los encuestados son el consumo habitual (semanal o con mayor frecuencia) de heroína, de LSD o alucinógenos, de cocaína y de éxtasis<sup>6</sup>. En el extremo opuesto, las conductas con menor percepción de riesgo son el consumo de cinco o seis cañas o copas en fin de semana, el consumo de tranquilizantes o somníferos esporádicamente, considerando esporádico el consumo con una frecuencia mensual o menor, y el consumo esporádico de cannabis<sup>6</sup>. También se percibe un riesgo relativamente bajo ante el consumo habitual de cannabis o tranquilizantes/somníferos, así como ante el consumo diario de un paquete de cigarrillos o de 5 ó 6 cañas/copas de bebidas alcohólicas<sup>6</sup>.

Entre 1997 y 2005 ha aumentado bastante el riesgo percibido ante el consumo de un paquete de tabaco diario, y algo el riesgo percibido ante el consumo esporádico o experimental de éxtasis o cocaína. Sin embargo, ha disminuido el riesgo percibido ante el consumo esporádico o habitual de cannabis, y ante el consumo diario o semanal de bebidas alcohólicas. El riesgo percibido ante el resto de las conductas de consumo ha permanecido relativamente estable<sup>6</sup>.

El estudio de las variaciones entre 2003 y 2005 muestra que ha aumentado la proporción de personas que perciben muchos o bastantes problemas ante el consumo de un paquete de cigarrillos diariamente, ante el consumo de cannabis habitual o esporádicamente, y ante el consumo de bebidas alcohólicas durante el fin de semana o diariamente. Por el contrario, ha disminuido la percepción del riesgo ante el consumo, habitual o esporádico, de tranquilizantes<sup>6</sup>.

### Plan Nacional sobre Drogas: encuesta ESTUDES

En 2006 se realizó una nueva Encuesta Estatal sobre Uso de Drogas en Enseñanzas Secundarias (ESTUDES)<sup>8</sup>, enmarcada en la serie de encuestas que vienen desarrollándose en España de forma bienal desde 1994, dirigidas a los estudiantes de 14-18 años que cursan Enseñanzas Secundarias. Estas encuestas se financian y promueven desde la Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas (DGPNSD) y cuentan con la colaboración de los Gobiernos de las Comunidades Autónomas (Planes Autonómicos sobre Drogas y Consejerías de Educación) y del Ministerio de Educación y Ciencia. El objetivo general de las mismas es conocer la situación y las tendencias del consumo de drogas entre los participantes, con el fin último de obtener información útil para diseñar y evaluar políticas dirigidas a prevenir el consumo y los problemas de drogas, centradas sobre todo en el medio familiar y/o escolar. Esta información complementa la obtenida con otras metodologías, como los indicadores de problemas de drogas (admisiones a tratamiento, urgencias hospitalarias o mortalidad relacionada con las drogas), la Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES)<sup>6</sup>, o los indicadores de oferta y control de la oferta.

La población de referencia son los estudiantes de 14 a 18 años que cursan enseñanzas secundarias en España. La proporción de jóvenes de 14-18 años que cursó este tipo de enseñanzas en España se situó en un 75%-82% en el período 1994-2006. En cada una de las encuestas, se estudió una muestra en torno a 20.000-27.000 estudiantes (26.454 en 2006), 800-1400 aulas (1.322 en 2006), y 400-600 colegios (577 en 2006)<sup>8</sup>.

En 2006 las drogas más consumidas por los estudiantes de 14 a 18 años seguían siendo el alcohol, el tabaco y el cannabis. Un 79,6% había tomado bebidas alcohólicas alguna vez en la vida, un 46,1% tabaco y un 36,2% cannabis. La proporción de consumidores de estas sustancias en los 30 días previos a la encuesta fue de 58% para alcohol, 27,8% para tabaco y 20,1% para cannabis<sup>8</sup>.

La proporción de estudiantes que había tomado alguna vez en la vida tranquilizantes fue de un 12,6%, y la de los que los habían tomado sin receta de un 7,6%. La prevalencia de consumo en los últimos 30 días fue de un 3,6% y un 2,4%, respectivamente<sup>8</sup>. El uso del resto de sustancias (cocaína, éxtasis, alucinógenos, anfetaminas, sustancias volátiles, heroína) estaba mucho menos extendido, situándose la prevalencia de alguna vez en la vida entre el 1% y el 5,7% y la prevalencia en los últimos 30 días entre el 0,5% y el 2,3%<sup>8</sup>. Si se comparan estos resultados con los de las encuestas precedentes, se observa una disminución de la prevalencia de consumo de la mayoría de las sustancias, más acusado en el caso de tabaco, cannabis y cocaína. Estas dos últimas sustancias son, por otra parte, las drogas ilegales más extendidas y cuyo consumo había crecido más en los últimos años.

Los estudiantes de 14 a 18 años comienzan a consumir drogas a una edad temprana. En 2006 las sustancias que se empezaban a consumir más precozmente eran el tabaco, las sustancias volátiles y el alcohol, cuyas edades medias de inicio se situaron entre los 13 y los 14 años. Le siguen los tranquilizantes y el cannabis (14,2 y 14,6 años, respectivamente). La cocaína, el éxtasis, los alucinógenos y las anfetaminas fueron las que se empezaron a consumir a una edad más tardía (15,4, 15,5, 15,5 y 15,6 años, respectivamente). No se observaron variaciones importantes de la edad de inicio por sexo ni con respecto a años anteriores, si bien en 2006 para tranquilizantes,

cocaína y sustancias volátiles se ha adelantado algo, y para heroína se ha retrasado<sup>8</sup>.

La extensión del consumo de drogas en los estudiantes de 14 a 18 años varía mucho según el sexo. En 2006 los chicos consumían en mayor proporción que las chicas todas las drogas ilegales, mientras que el consumo de tabaco y tranquilizantes estaba más extendido entre ellas. Para las bebidas alcohólicas la prevalencia era similar en ambos sexos. No obstante, la prevalencia de consumo intensivo de tabaco o alcohol era mayor en los varones que en las mujeres. En el caso de las drogas ilegales, se observa que las diferencias en las prevalencias por sexo son más acusadas a medida que el consumo es más frecuente o intensivo. Es decir, la diferencia relativa es mayor para el consumo en los últimos 30 días que para el consumo alguna vez en la vida.

La edad es una variable determinante de la extensión del consumo de drogas en los estudiantes. La proporción de consumidores aumenta progresivamente con la edad, de forma que el consumo alcanza su máximo a los 17 y 18 años. Los mayores incrementos en la extensión del consumo de alcohol, tabaco y cannabis se producen entre los 14 y los 16 años. En cambio, para los estimulantes (éxtasis, cocaína o anfetaminas), se produce entre los 16 y los 18 años. Ello como es lógico tiene que ver con la edad en que se comienza a consumir, muy posterior en estas últimas sustancias<sup>8</sup>.

El cannabis es la droga ilegal más consumida por los estudiantes de 14 a 18 años con bastante diferencia sobre las demás. En 2006 un 36,2% lo habían consumido alguna vez en la vida, un 29,8% en el último año y un 20,1% en los últimos 30 días. El consumo estaba más extendido en los chicos en todos los indicadores, sin bien esta diferencia no era tan acusada como para otras drogas ilegales, aunque las diferencias aumentaban al hacerlo la frecuencia o la intensidad del consumo. La prevalencia de consumo diario era de un 3,2% (4,2% en chicos y 2,2% en chicas). El cannabis era también la droga ilegal que se empezaba a consumir a una edad más temprana. La edad media de inicio en el consumo entre los estudiantes de Secundaria era de 14,6 años, siendo similar en ambos sexos y no mostrando variaciones significativas respecto a años anteriores<sup>8</sup>. La extensión y la frecuencia de consumo de cannabis se va incrementando con la edad, desde los 14 a los 18 años. El mayor incremento tiene lugar entre los 14 y 15 años. En 2006 a los 18 años un tercio de los estudiantes había consumido cannabis en el último mes y un 11,9% lo había hecho más de 10 días en ese período. En el 2006 se observó un importante descenso del consumo después de muchos años de aumento continuado. De hecho, descendieron, con respecto a 2004, tanto la prevalencia de consumo alguna vez en la vida, como la prevalencia de consumo reciente o actual, y el descenso afecta a todas las edades y tanto a varones como a mujeres. Paralelamente, aumentó la percepción de riesgo sobre el consumo de cannabis<sup>8</sup>.

La cocaína es, después del cannabis, la droga ilegal cuyo consumo está más extendido entre los estudiantes. Un 5,7% la había consumido alguna vez en la vida, un 4,1% en los últimos 12 meses y un 2,3% en el último mes. Se trata fundamentalmente de un consumo esporádico. De hecho, más de la mitad de los que lo habían consumido en el último mes lo habían hecho uno o dos días. En 2006 se preguntó por primera vez por separado por el consumo de cocaína en polvo (clorhidrato de cocaína) y de cocaína base (crack). La forma de consumo más extendida con diferencia entre los estudiantes es la cocaína en polvo. Sin embargo, los datos que se presentan a continuación incluyen tanto una u otra forma bajo la rúbrica «co-

caína», con el fin de simplificar y comparar con años anteriores<sup>8</sup>. En 2006 el consumo fue superior en varones que en mujeres en los tres indicadores de consumo, y en todas las edades, a excepción de los 14 años que es similar en ambos sexos. La expansión del consumo se produjo sobre todo a los 17-18 años. La edad media de inicio en el consumo fue 15,4 años, un poco antes que en encuestas precedentes<sup>8</sup>. Los datos de 2006 nos muestran que ha habido un descenso acusado del consumo de cocaína entre los estudiantes de 14 a 18 años, rompiendo con la tendencia creciente de los últimos años. Este descenso se ha producido sobre todo en los 17 y 18 años, edades en las que se había incrementado mucho su consumo en 2004<sup>8</sup>.

El «éxtasis» es una denominación genérica para varias drogas sintéticas estimulantes derivadas de la anfetamina. En el cuestionario de la encuesta se hace referencia a estas sustancias con los nombres de «éxtasis» «pastis» o «pirulas». En 2006 un 3,3% de los estudiantes de secundaria habían consumido estas sustancias alguna vez en la vida, un 2,4% en el último año y un 1,4% en el último mes<sup>8</sup>. Como en el caso de las demás drogas ilegales, la proporción de consumidores masculinos era muy superior a la femenina, y esta diferencia era más acusada en los consumos más frecuentes. En los últimos 30 días el porcentaje de chicos que había consumido éxtasis era de un 2,1% frente a un 0,7% de chicas. Como sucedía con la cocaína y otros estimulantes y alucinógenos, se trata de un consumo generalmente esporádico, de forma que la mayoría de los que habían consumido en el último mes lo habían hecho uno o dos días en ese periodo. El consumo aumenta con la edad, situándose el mayor aumento entre los 15 y 16 años. La edad media de inicio en el consumo se situaba en los 15,5 años, similar que la del resto de estimulantes. No se observaron variaciones significativas en la edad de inicio con respecto a años anteriores ni entre hombres y mujeres<sup>8</sup>. En el 2006 la prevalencia de consumo de estas sustancias continuó descendiendo suavemente, especialmente la prevalencia alguna vez en la vida, tanto en chicos como en chicas. El consumo actual (últimos 30 días) apenas varió con respecto a 2004, observándose un ligero aumento entre los varones (2,1%, en 2006, y 1,9%, en 2004)<sup>8</sup>. En el cuestionario se hace referencia a estas sustancias con el nombre de «speed», «anfetaminas», «anfetás», «metanfetamina», «ice», «cristal». La extensión del consumo de estos estimulantes en 2006 fue similar a la del éxtasis. Un 3,4% de los estudiantes de 14 a 18 años las había consumido alguna vez en la vida, un 2,6% en el último año y un 1,4% en el último mes. El consumo estaba más extendido en los varones, y se incrementaba con la edad. El mayor aumento de la prevalencia de consumo se producía entre los 17 y los 18 años. Se trataba también de un consumo en su mayoría esporádico. La edad de inicio en el consumo se situó en los 15,6 años, siendo similar en ambos sexos y estando más o menos estabilizada en los últimos años<sup>8</sup>.

El consumo de anfetaminas también descendió en 2006, continuando la tendencia iniciada en 2004. Este descenso se produjo en los tres indicadores, principalmente en los varones, y en general a partir de los 16 años.

En ESTUDES se incluyen preguntas sobre los problemas que a juicio de los estudiantes puede ocasionar el consumo de las diferentes sustancias. Estas preguntas permiten sondear el riesgo percibido ante distintas conductas de consumo de drogas, lo que puede ser un indicador indirecto de la evolución presente o futura de la prevalencia de consumo. Conforme aumenta el riesgo percibido ante el consumo de una droga, tiende a disminuir la extensión o la intensidad del consumo y viceversa. Por ello, se analiza la proporción

de estudiantes que percibe alto riesgo ante determinadas conductas de consumo (porcentaje que piensa que una conducta dada puede provocar bastantes o muchos problemas). En 2006 las conductas de consumo de drogas que los estudiantes de Enseñanzas Secundarias de 14 a 18 años asociaban a un menor riesgo eran tomar 5 ó 6 cañas/copas de bebidas alcohólicas en fin de semana, tomar 1 ó 2 cañas/copas diariamente, y tomar tranquilizantes o somníferos esporádicamente<sup>8</sup>. Por el contrario las conductas asociadas a un mayor riesgo eran el consumo habitual (una vez a la semana o más frecuentemente) de heroína, éxtasis o cocaína. También se asociaba a un nivel importante de riesgo el consumo esporádico de estas tres últimas drogas, y en general consumir cualquier droga de comercio ilegal. El riesgo percibido por las mujeres era superior al percibido por los varones, especialmente para el consumo de alcohol y el consumo de cannabis<sup>8</sup>.

### Plan General de Prevención de Drogas en las Fuerzas Armadas: encuesta MPTM

El periodo analizado en nuestro estudio, de 2002 a 2007, ha querido coincidir con la implantación en España del modelo de tropa profesional (MPTM) en las FAS.

El grupo analizado, de 18 a 21 años, coincide con la frontera entre la población general considerada como adolescente/escolar y la adulta de la ESTUDES y EDADES (14 a 18 años y 15 a 64 años, respectivamente); sin embargo, y por razones de incorporación progresiva de la mujer a las FAS, la predominancia del sexo masculino es mayoritaria en nuestro caso (más del 80%).

Para 2002, se establece una nueva encuesta para MPTM denominada «Conocimiento de las drogodependencias para MPTM», esta encuesta es la misma que se ha empleado en años sucesivos.

En 2002 ya no existía Tropa de Reemplazo y este hecho puede que se pusiese de manifiesto, de forma más acusada, en los resultados de 2003. Otro hecho que ha podido influir en la disparidad de resultados aparecidos en 2003, es el de que, hasta diciembre de ese mismo año, el coeficiente intelectual requerido para ingresar era del 70% como mínimo, y para 2004 se elevó al 80%, esto hizo que el número de bajas en los procesos selectivos disminuyese a partir de 2004.

La prevalencia del consumo de drogas de abuso en la población estudiada está sujeta al sesgo propio del grupo de edad y sexo (mayoritariamente varones de entre 18 y 30 años), a las características del medio militar y al control de drogas en las Unidades, y por lo tanto los resultados obtenidos no son del todo extrapolables a los de la población general. De hecho, nuestra horquilla de edades estudiada, aún encontrándose más en cercana a la utilizada por la encuesta ESTUDES, se inicia con la edad en la que termina ésta última. Ello es extremadamente importante si tenemos en cuenta la enorme variabilidad que puede existir en los hábitos y conductas de jóvenes por debajo (ESTUDES) y por encima de los 18 años (MTM/PGPDFAS).

No obstante, en nuestro estudio se comprueba un consumo ocasional de drogas ilegales de un 15% para el cannabis y de un 2-8% para el resto de drogas; algo muy distinto de los resultados ofrecidos por la ESTUDES, en la que un 36% admitía haber consumido cannabis alguna vez en la vida, el doble con respecto a nuestro estudio, mientras que un 1-8% lo declaraba para el resto de drogas, resultados idénticos.

Sin embargo, debe quedar claro que los ítems de los cuestionarios sobre drogas utilizados por el PNSD y por las FAS no son equiparables. El concepto de consumo «alguna vez en la vida» de ESTUDES es tan impreciso como el «ocasional» (en ciertas ocasiones), utilizado en nuestras encuestas sobre la población MTM, aunque es el más aproximado. Tampoco se analizan las mismas drogas. De hecho, en nuestro estudio no existe ninguna pregunta que haga referencia a los solventes volátiles o inhalables.

En nuestro estudio, un 6% de los encuestados declaran consumir cannabis ocasionalmente, datos muy diferentes de los publicados por el PNSD<sup>6</sup>. Lo preocupante sigue siendo que de los que admiten haber consumido drogas en algún momento, un 56% declara hacerlo sin clara percepción del riesgo, en el sentido de no considerarlo incompatible con llevar una vida sana.

La prevalencia general de los no consumidores ha aumentado a lo largo de los años 2002-2007, esta reducción es muy significativa para el caso del cannabis: 10% en el periodo abarcado. Estos datos, de disminución progresiva en el consumo, junto a los de edades de inicio coinciden con las tendencias de la ESTUDES.

Especialmente interesantes son los resultados que se obtienen en relación con el medio militar y que no permiten comparación. El 67,5% de los encuestados opinan que la profesión militar no influye en el consumo de drogas, pero un 25% cree que, de alguna manera, lo puede aumentar. Sin embargo, este porcentaje ha disminuido progresivamente desde 2002 a 2007 en cuatro puntos, indicando una mejor opinión y percepción de las FAS sobre el consumo de drogas.

Igualmente, existe la impresión mayoritaria de que la participación en operaciones o ejercicios no influye sobre el consumo de drogas. De hecho así lo cree un 79%, con una tendencia positiva de opinión de 2002 a 2007 en cuatro puntos. Curiosamente un 13% que opina que la participación en operaciones/ejercicios disminuye el consumo.

También ha mejorado la opinión de la influencia de las guardias o servicios sobre el consumo de drogas. En este sentido los datos son todavía más abultados: el 83% opina que la realización de guardias no sólo no aumenta el consumo de drogas, sino que un 16% opina que lo disminuye. Aunque un 42% piense que no se afecta el consumo, existe una ganancia positiva de 4 puntos entre 2002 y 2007.

Por último, el 71% de los encuestados opina que se deberían de hacer controles de drogas en orina a todos los miembros de las FAS, un hecho que apoya la tesis de que el personal militar avala las medidas de control analítico de drogas de abuso.

Llegados a este punto, debemos indicar la necesaria revisión del modelo de encuesta de opinión empleado. La encuesta se debe de simplificar y unificar, al menos en lo referente a los datos generales y no específicos de las FAS, de acuerdo al modelo empleado por el PNSD y OED (ESTUDES y EDADES), con el fin de contrastar datos de la población general con los de la población militar. Para los datos específicos de las FAS, los ítems utilizados deben incluir con más claridad las preguntas y las posibles respuestas, abarcando todas las situaciones laborales o profesionales de interés. Para todo ello se debería contar con grupo de expertos permanente en el marco de las estructuras de coordinación del futuro PGPDFAS.

Otra consecuencia que hemos objetivado es la necesaria aleatorización de las Unidades objeto de la encuesta, debiendo de ser seleccionadas no sólo por su capacidad operativa.

Una limitación del estudio podría ser el propio diseño, con encuestas no validadas y con una selección no perfectamente aleatorizada de los encuestados. Sin embargo, el hecho de que la pretensión del estudio

fuera analizar retrospectivamente encuestas de opinión y que el estudio se haya realizado en una amplia muestra de población en todo el territorio nacional, así como que los encuestados hayan sido reclutados consecutivamente, junto a una rigurosa depuración de la base de datos, hace que los resultados posiblemente reflejen el patrón de consumo, actitudes y percepción del riesgo de drogas de los MPTM.

## CONCLUSIONES

Los resultados de nuestro estudio permiten concluir que, para el personal militar de tropa y marinería de las FAS: 1.º) Existe una disminución progresiva en la prevalencia del consumo general de drogas; 2.º) Se observa una influencia favorable y progresiva del medio militar y de sus actividades en relación con la reducción del consumo de drogas; 3.º) Se demanda, de forma mayoritaria, la realización de controles analíticos de drogas para todos los profesionales de las FAS; 4.º) Los estudios de opinión sobre prevalencia del consumo de drogas son necesarios, pero se deben simplificar, validar, analizar, unificar, coordinar y evaluar por expertos; 5.º) El modelo de encuesta a aplicar en las FAS debería adaptarse, en lo posible, al utilizado por el PNSD; 6.º) Los planes de prevención y control de drogas de los tres ejércitos y el Plan General del MINISDEF han demostrado su utilidad y eficacia.

## Autorización

Este trabajo ha sido autorizado, con los autores que se reseñan, para su publicación por el Subdirector General de Personal

Militar (Dirección General de Personal), coordinador del Ministerio de Defensa en materia de drogas ante el Grupo Interministerial del Plan Nacional sobre Drogas, en escrito de 21 de enero de 2009.

## Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Plan General de Prevención de Drogas en las Fuerzas Armadas, de 1 de Agosto de 2000, de la Subsecretaría de Defensa.
2. Ejército de Tierra: Instrucción General 4/98 del EME, sobre Prevención y Control de la Droga en el Ejército (PYCODE).
3. Armada: Coordinación Sobre Drogas en la Armada (COSDAR) de 1 de Diciembre de 2000.
4. Ejército del Aire: Plan Antidroga del Ejército del Aire (PADEA). 22 de Marzo de 1.988 (primera edición), 24 de Febrero de 1.993 (segunda edición) y 6 de Junio 2001 (tercera edición).
5. Plan Nacional sobre Drogas. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica. Servicio de Publicaciones. Madrid, 1985. ISBN: 84-505-1985-3.
6. Informe de la Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES) 2007/08. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General de Sanidad. Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas. Informe Técnico. Octubre, 2008.
7. Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías. El problema de la drogodependencia en Europa. Informe anual 2008. ISBN 978-92-9168-325-3
8. Observatorio Español sobre Drogas. Informe 2007. Situación y tendencias de los problemas de drogas en España. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General de Sanidad. Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas. NIPO: 351-08-002-3.

# Optimización y planificación del tratamiento en radioterapia con campos de radiación pequeños por medio de métodos Monte Carlo

Brualla Barberà L.<sup>1</sup>*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 83-96; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

**Introducción:** Los campos pequeños de radiación son cada vez más usados en la práctica clínica. Sin embargo, los sistemas de planificación de tratamiento disponibles no permiten conocer con la precisión deseada la dosis absorbida en el paciente irradiado con estos campos. Las estimaciones de dosis absorbida obtenidas con métodos Monte Carlo (MC) tienen la precisión requerida en la práctica clínica, pero los tiempos de cálculo necesarios impiden su aplicación rutinaria. En este artículo se presentan un conjunto de programas de simulación rápida MC y técnicas de reducción de varianza. El artículo contiene dos secciones introductorias a los métodos MC aplicados al campo de la radioterapia. **Métodos:** Las simulaciones de aceleradores clínicos se han realizado con el programa MC de transporte de radiación PENELOPE. Los ficheros de geometría de los aceleradores han sido generados con el programa AutolinaC. Las estimaciones de dosis absorbida se han realizado con el programa PENFAST para simulación rápida MC en estructuras voxelizadas. Las técnicas y programas de simulación presentados se han probado con haces de fotones y electrones. **Resultados:** La simulación de un acelerador operando en modo fotón desde la fuente hasta el cálculo de dosis absorbida en agua, pasando el haz por un colimador multiláminas completamente cerrado, se realiza en dos horas, obteniéndose una incertidumbre del 2% con vóxeles de 8 mm<sup>3</sup>. La estimación de la dosis absorbida en un paciente irradiado con un haz de 6 MV, partiendo de un fichero de espacio de fases precalculado, se obtiene con 2% de incertidumbre en 10 minutos. La simulación de un campo anular de electrones de 6 MeV para el tratamiento del linfoma conjuntival da valores estadísticamente compatibles con medidas experimentales y una incertidumbre estadística del 2% en el mismo tiempo de cálculo que emplea un algoritmo híbrido MC comercial (eMC). Los valores de dosis absorbida calculados con eMC difieren hasta en un 7% del experimento. Valores obtenidos con el algoritmo analítico Pencil Beam Convolution difieren hasta en un 10% de los resultados experimentales. **Conclusiones:** Gracias a las técnicas de reducción de varianza que se presentan es posible estimar con precisión la dosis absorbida en pacientes por medio de métodos MC en tiempos compatibles con la práctica clínica. El uso sistemático y automatizado de estas técnicas de reducción de varianza en el código PENELOPE es posible gracias al programa AutolinaC.

**PALABRAS CLAVE:** radioterapia, Monte Carlo, reducción de varianza, linac, colimador multiláminas, linfoma conjuntival

## Radiotherapy treatment planning and optimisation of small radiation fields using Monte Carlo methods

### SUMMARY

**Introduction:** Small radiation fields are increasingly applied in clinical routine. However, available treatment planning systems do not calculate the absorbed dose with the desired accuracy in presence of this kind of fields. Absorbed dose estimations obtained with Monte Carlo (MC) methods have the required accuracy for clinical applications, but the associated exceedingly long calculation times hinder them from day-to-day use. In this article a set of codes for fast MC simulation and variance-reduction techniques are presented. The article contains two sections devoted to an introduction to MC methods applied to radiotherapy. **Methods:** Clinical accelerator simulations have been performed with the general-purpose radiation transport MC code PENELOPE. Accelerator geometry files have been generated with the program AutolinaC. Absorbed dose estimations have been computed with the fast MC code for simulation in voxelised structures PENFAST. The techniques and codes presented and used herein have been tested with photon and electron beams. **Results:** An accelerator operating in photon mode can be entirely simulated from the primary source downstream to the absorbed dose estimation, passing through a fully closed multileaf collimator, in two hours. In this time a 2% uncertainty of the absorbed dose is reached using a voxel size equal to 8 mm<sup>3</sup>. Absorbed dose estimation in a patient image, owing to a 6 MV beam modelled with a phase-space file, can be completed in 10 minutes, reaching 2% statistical uncertainty. The simulation of an annular electron 6 MeV field used for the treatment of the conjunctival lymphoma yields absorbed dose results compatible with experimental measurements. In such a simulation 2% statistical uncertainty is reached in the same time employed by a hybrid MC commercial code (eMC), however, eMC shows discrepancies on the absorbed dose up to 7% respect to experimental data. Results obtained with the analytic algorithm Pencil Beam Convolution differ from experimental data in as much as 10% for this particular case. **Conclusions:** Owing to variance-reduction techniques presented herein it is possible to accurately estimate the absorbed dose in patient images, using MC methods, in times within clinical routine requirements. The program AutolinaC allows systematic and automatic use of these variance-reduction techniques within the code PENELOPE.

**KEYWORDS:** radiotherapy, Monte Carlo, variance-reduction, linac, multileaf collimator, conjunctival lymphoma

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias Físicas. Alférez de Fragata (RV). Universitätsklinikum Essen, Strahlenklinik (Hospital Universitario de Essen, Unidad de Radioterapia). Hufelandstr. 55, D-45122 Essen, Alemania.

**Dirección para correspondencia:** lorenzo.brualla@uni-duisburg-essen.de

Recibido: 23 de junio de 2009

Aceptado: 11 de febrero de 2010

## INTRODUCCIÓN

Los campos de radiación pequeños se emplean cada vez más en la práctica clínica. Con el advenimiento de la radioterapia guiada por imagen (IGRT) y la mayor disponibilidad en unidades de radio-

terapia de colimadores multiláminas, los campos de radiación pequeños encuentran aplicaciones en la radiocirugía estereotáctica y la radioterapia de intensidad modulada (IMRT). Más aún, los campos de radiación pequeños son esenciales para el tratamiento de tumores localizados en estructuras anatómicas pequeñas rodeadas de órganos de riesgo. Tal es el caso del linfoma conjuntival y el retinoblastoma. En el caso del retinoblastoma la situación es, si cabe, más crítica, tratándose de una enfermedad pediátrica, ya que la irradiación en zonas de la cabeza de los niños tiene mayores secuelas en este tipo de pacientes que en adultos.

Sin embargo, los campos de radiación pequeños presentan dificultades experimentales que no se producen en la dosimetría de los campos de referencia ya conocidos. La falta de equilibrio electrónico, la mayor dependencia de las medidas experimentales en el tipo de detector empleado, los efectos de volumen finito y las incertidumbres asociadas al posicionamiento del paciente son algunos de los retos que presenta la radioterapia en campos pequeños<sup>1-3</sup>. Todavía no existen procedimientos dosimétricos estandarizados establecidos para este tipo de campos y, debido a la importancia que tienen, el Organismo Internacional para la Energía Atómica (IAEA) ha creado un grupo de trabajo con la finalidad de desarrollar un Código de Práctica<sup>4</sup>.

Por otro lado, la planificación con campos pequeños mediante sistemas analíticos de planificación de tratamiento no es posible. Dichos sistemas de planificación sólo dan resultados cualitativos para los campos pequeños, incluso cuando estos algoritmos incorporan algún tipo de modelo de fuente o *kernel* Monte Carlo (ver, por ejemplo, Zankowski et al.<sup>5</sup>). La imprecisión de los algoritmos convencionales se debe a que éstos se ajustan por medio de parámetros libres, para reproducir perfiles laterales y en profundidad de dosis absorbida en agua para campos cuadrados de referencia, siendo incapaces de calcular con precisión los casos extremos, como por ejemplo campos pequeños o fuera del eje, ya que van más allá de las capacidades de los métodos analíticos que emplean.

No es sorprendente que, ante la incertidumbre de las medidas experimentales y la incapacidad de planificación de los sistemas convencionales para los campos pequeños, la planificación de pacientes con retinoblastoma o linfoma conjuntival se base en criterios heurísticos. La presencia de pantallas y escudos protectores en el campo de irradiación para proteger órganos de riesgo en la zona ocular, complica aún más la situación. Por estas razones los investigadores optimizan sus tratamientos basándose en las tasas de recuperación de pacientes<sup>6,7</sup>.

El programa EyePlan, usado comúnmente en las unidades de radioterapia para el cálculo de la dosis absorbida debido a partículas cargadas en estructuras anatómicas del ojo, debería ser considerado obsoleto<sup>8,9</sup>. Este programa utiliza óptica de líneas rectas y asume densidad másica constante en el ojo y en las estructuras anatómicas que le rodean.

También es sabido que los planificadores de tratamiento convencionales presentan limitaciones frente a marcados gradientes de densidad en pacientes. Tales gradientes son característicos entre las costillas y los pulmones y, en general, en la zona de cuello y cabeza. Los pacientes con implantes de titanio también son problemáticos para los planificadores convencionales debido a la alta densidad del titanio respecto al tejido blando.

Situaciones tales como, campos pequeños, campos fuera del eje, IMRT, radiocirugía estereotáctica y fuertes gradientes de densidad,

que se presentan en la práctica clínica en radioterapia, se pueden planificar con precisión por medio de simulaciones con métodos de Monte Carlo. Sin embargo, las simulaciones Monte Carlo de aceleradores y pacientes no se han podido usar en la práctica clínica debido a los largos tiempos de cálculo que éstas requieren. En la práctica clínica el tiempo medio de cálculo que se puede dedicar a cada paciente es de unos 10 minutos, y un cálculo Monte Carlo puro puede requerir varios días. Es por esta razón que han aparecido métodos híbridos, es decir, que incorporan datos precalculados con métodos de Monte Carlo y, además, usan algoritmos analíticos aproximados para calcular la dosis en cada paciente<sup>10</sup>. Si bien, en general, los métodos híbridos son un paso adelante en la planificación del tratamiento de pacientes, no son la solución definitiva, ya que en casos extremos como la irradiación de la conjuntiva presentan problemas<sup>11</sup>. Por otro lado, con los métodos híbridos se pierde la información de las incertidumbres estadísticas del cálculo.

Los protocolos de tratamiento que se diseñan en la actualidad buscan primar la radioprotección del paciente. Con el advenimiento de la radioterapia modulada por intensidad se ha conseguido obtener dosis absorbidas muy bien definidas en el volumen tumoral, pero se somete al paciente a un baño de radiación. En un futuro próximo se exigirá una planificación de tratamiento que dé, no sólo la dosis absorbida en el volumen planificado, sino también la dosis absorbida en los órganos de riesgo y que se determine el riesgo radiobiológico del paciente. Además será necesario indicar las dosis absorbidas en cada una de las estructuras anatómicas, con su respectiva incertidumbre. Este tipo de cálculos sólo lo pueden realizar de forma precisa los programas de transporte de radiación Monte Carlo.

En el curso de la investigación que se describe en el presente artículo, se han desarrollado una serie de programas que permiten estimar de forma precisa, por métodos Monte Carlo, la dosis absorbida en pacientes. Este conjunto de programas son capaces de realizar el cálculo de dosis en tiempos de simulación compatibles con la práctica clínica, sin sacrificar precisión en los modelos físicos de interacción de la radiación con la materia, ni en los resultados.

El objetivo de este artículo es mostrar un conjunto de métodos, técnicas y programas que determinan con una menor incertidumbre de la que normalmente se obtiene en unidades de radioterapia la dosis absorbida en pacientes tratados con teleterapia. Esta disminución de la incertidumbre permite aumentar la precisión del tratamiento, disminuir los efectos indeseados en órganos de riesgo y determinar la radiación dispersa para reducir el riesgo radiobiológico del paciente, la incidencia de cánceres radioinducidos y la aparición de tumores recurrentes. Los resultados que se muestran son en la mayoría de los casos relativos a campos de radiación pequeños, pero los programas y métodos introducidos son de aplicación general en radioterapia. Por completitud las primeras secciones del artículo dan una introducción a las técnicas de simulación Monte Carlo aplicadas a la radioterapia.

## TRANSPORTE DE RADIACIÓN CON EL MÉTODO MONTE CARLO

Se conoce por método Monte Carlo a un conjunto de técnicas numéricas basadas en el uso de números aleatorios. El término Monte Carlo fue empleado por primera vez durante los años 40 por los científicos que trabajaban en el proyecto Manhattan para el de-

sarrollo de armas nucleares. Una de las primeras aplicaciones que encontró el método Monte Carlo fue el cálculo del transporte de radiación<sup>12</sup>. El método Monte Carlo aplicado al problema del transporte de radiación da los mismos resultados que se obtendrían de resolver la ecuación de transporte de Boltzmann, sin embargo es más fácil de aplicar que la ecuación de transporte, en particular, cuando el transporte de radiación se efectúa a través de estructuras geométricas complejas. La ecuación de transporte de Boltzmann presenta grandes dificultades de resolución, inclusive para casos tan simples como el transporte a través de una lámina fina<sup>13</sup>.

Se usa el término radiación para referirse a partículas cuya energía es tal que permite ionizar la materia que encuentra a su paso. Existe una variedad de partículas que pueden actuar como radiaciones ionizantes, tales como fotones, electrones, positrones, neutrones, protones, etc. El presente artículo considerará únicamente a los fotones, electrones y positrones. El transporte de radiación a través de la materia es un proceso estocástico, es decir, el estado futuro de una partícula no se puede predecir conociendo su estado presente y su historia. La naturaleza estocástica del transporte de radiación es otra de las razones por las cuales el método Monte Carlo es particularmente adecuado para su simulación. Una partícula viajando a través de la materia se simula por medio de una sucesión de interacciones de la partícula con la materia, intercaladas con desplazamientos de la partícula a través de la estructura geométrica por donde viaja. Cada una de las interacciones y desplazamientos son simulados con el sorteo de números aleatorios. De esta forma se simula en el ordenador el proceso que siguen en la Naturaleza las partículas.

Los resultados obtenidos con programas de simulación que usan técnicas Monte Carlo son esencialmente exactos. Su calidad depende sólo de los modelos de interacción de la radiación con la materia (secciones eficaces diferenciales) y los algoritmos de transporte utilizados. Sin embargo, a todo valor obtenido por métodos que involucran el uso de números aleatorios va asociado una incertidumbre estadística. Dicha incertidumbre depende de la cantidad de números aleatorios usada en la simulación, haciéndose la incertidumbre igual a cero para una secuencia infinita de números aleatorios. La incertidumbre estadística es la mayor desventaja que presenta el método Monte Carlo, no obstante, existen técnicas para reducir hasta cierto punto la incertidumbre sin tener que recurrir a secuencias de números aleatorios más largas y, por lo tanto, mayores tiempos de simulación. Dichas técnicas reciben el nombre común de técnicas de reducción de varianzas<sup>14,15</sup>.

Para poder aplicar las técnicas de reducción de varianzas en una simulación se debe asociar a cada partícula una cantidad adimensional llamada peso estadístico. Dicha cantidad no es una característica física de la partícula, a diferencia de otros valores eminentemente físicos que describen la partícula como son su energía, posición, dirección de vuelo y tipo de partícula. El peso estadístico indica la proporción con la que contribuirá una partícula dada a cada uno de los estimadores de cantidades físicas colocados en la simulación, como puede ser un estimador de la dosis absorbida. En el caso de no usar técnicas de reducción de varianzas en una simulación, los pesos estadísticos de todas las partículas son iguales a 1, es decir, todas las partículas contribuyen con su energía inalterada en el cálculo de un estimador dado.

Las técnicas de reducción de varianzas de uso común son:

a) Interacciones forzadas: Consiste en aumentar artificialmente las secciones eficaces de interacción de un material para un meca-

nismo de interacción dado. De esta manera las partículas que atraviesan dicho material interaccionarán un mayor número de veces del que lo harían de forma natural. Para evitar introducir un sesgo en los resultados se divide el peso estadístico de cada partícula que ha sufrido una interacción forzada por el factor de forzado. La técnica es particularmente útil cuando se quiere obtener mejor estadística de partículas que atraviesan láminas finas o cuerpos hechos de materiales tenues. Por ejemplo, el agua es prácticamente transparente para fotones en el rango de energías de unos pocos megaelectrón-voltios (MeV), de tal forma que la mayoría de fotones simulados pasarían a través de una lámina de agua sin producir ninguna interacción y se perderían. Para evitar esta situación, se aumentan las secciones eficaces de interacción Compton en el agua.

b) Rechazo por distancia: Consiste en descartar la simulación de partículas que se han alejado apreciablemente de la zona de interés de la estructura geométrica donde se lleva a cabo la simulación. De esta forma se evita perder tiempo simulando partículas que no contribuirán al resultado final que se busca estimar.

c) Ruleta rusa: Consiste en descartar la simulación de partículas cuya probabilidad de contribuir al resultado final buscado es baja. Para evitar introducir un sesgo en la simulación se eliminan las partículas con una cierta probabilidad  $K < 1$ . Las partículas que sobreviven a una ruleta rusa incrementan su peso por un factor  $1/(1 - K)$ .

d) Reciclado: Se trata de reutilizar partículas que por sus características tienen una alta probabilidad de contribuir al resultado final que se busca. De esta manera, si en un momento dado de una simulación se observa que una partícula es especialmente adecuada para el resultado final, se hacen  $n$  copias de ella y se prosigue la simulación de cada una de las  $n$  copias de forma independiente. Para evitar introducir sesgos en la simulación, el peso estadístico de cada una de las partículas involucradas en un reciclado se multiplica por  $1/n$ .

Aplicando estas técnicas adecuadamente en la simulación de un acelerador lineal, usado en teleterapia, se pueden reducir los tiempos de simulación del acelerador a valores cercanos a los requeridos en el control de calidad de un tratamiento, pero no se consigue llegar a los tiempos requeridos en la práctica clínica<sup>16</sup>. Más aún, estas técnicas son de uso delicado y su eficiencia depende de cada problema en particular. Puede darse el caso que las técnicas de reducción de varianzas, lejos de aumentar la eficiencia de la simulación, la disminuyan.

### **SIMULACIÓN DE ACELERADORES LINEALES DE RADIOTERAPIA CON EL PROGRAMA MONTE CARLO DE TRANSPORTE DE RADIACIÓN PENELOPE**

Existen varios programas Monte Carlo de simulación de transporte de radiación disponibles. Los que se mencionan en esta sección son aquellos llamados de propósito general, es decir, están diseñados para resolver problemas de transporte en un amplio intervalo de energías, a través de un gran número de materiales diversos, dispuestos en estructuras geométricas arbitrariamente complejas. Actualmente los programas de uso más extendido en esta categoría son EGSnrc, desarrollado en el Consejo Nacional de Investigación de Canadá<sup>17</sup>; GEANT4, fruto de una colaboración mundial originada en el CERN de Suiza y el KEK de Japón<sup>18</sup>; MCNPX, desarrollado en el Laboratorio Nacional de Los Alamos, Estados Unidos<sup>19</sup>; y PENELOPE desarrollado en la Universidad de Barcelona, España<sup>20</sup>. Estos programas llevan más de quince años distribuyéndose y cuen-

tan con miles de grupos de investigación que los emplean para las más diversas aplicaciones. Cada uno de estos programas presenta ventajas e inconvenientes según el tipo de problema que se quiera resolver, aún cuando todos ellos son capaces de calcular de forma precisa la mayoría de cuestiones que se tratan en radioterapia. Todos ellos son gratuitos y de código abierto, lo que permite a los usuarios modificarlos para adaptarlos a problemas concretos, o mejorarlos.

Las simulaciones de aceleradores que se muestran en el presente artículo han sido realizadas con el programa PENELOPE de simulación de transporte acoplado de fotones, electrones y positrones. El nombre del programa viene del acrónimo inglés *PENetration and Energy LOss of Positrons and Electrons*. PENELOPE es un conjunto de subrutinas escritas en FORTRAN que implementan los modelos de interacciones físicas más precisos que existen, limitados únicamente por la generalidad requerida al código, junto con un robusto algoritmo de seguimiento de electrones y positrones<sup>21,22</sup>. El código fuente de PENELOPE es abierto y gratuito, y se distribuye a través del Organismo de la Energía Nuclear (NEA) perteneciente a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

Para estimar la dosis absorbida en un paciente que será tratado en una máquina de radioterapia es necesario primero caracterizar la fuente de radiación, es decir, simular el transporte de radiación a través de la máquina. En este artículo se tratarán aceleradores lineales (*linacs*) operando en modo electrón o fotón, ya que son el tipo de aparato más utilizado en las unidades de radioterapia que se encuentran en hospitales. No obstante, es posible caracterizar cualquier tipo de máquina como bombas de cobalto, GammaKnife<sup>23</sup>, o Tomotherapy<sup>24</sup>, entre otras.

Para caracterizar el linac es necesario disponer de la descripción geométrica del acelerador, es decir, saber la forma y posición de las piezas que conforman el cabezal, así como los materiales usados en cada una de ellas. Para el caso de piezas móviles, como pueden ser las mandíbulas o los colimadores multiláminas, es necesario saber también su recorrido. PENELOPE posee un programa para la descripción de geometrías llamado PENGEOM, el cual usa agrupación de superficies cuádricas (planos, conos, esferas, paraboloides, cilindros, etc.) para crear cuerpos. A través de PENGEOM se puede modelar la geometría del linac. El modelado de geometrías complejas por medio de agrupación de superficies cuádricas es una tarea delicada. Por ejemplo, la geometría de un Varian Clinac 2100 C/D con un colimador multiláminas de 52 láminas implica unas 20.000 líneas de código. En contrapartida, se obtiene una geometría que es muy rápida de simular y que es prácticamente insensible a la complejidad del problema, en términos de velocidad de simulación. Esta eficiencia en la simulación se consigue gracias al sistema de agrupación de las estructuras geométricas. Una partícula que está siendo transportada «ve» en cada momento sólo una pequeña parte de todo el linac, y así se evita calcular muchas intersecciones con cuerpos irrelevantes de la geometría, para cada posición de la partícula.

En cuanto a los materiales, PENELOPE dispone de una base de datos de 280 materiales, entre los que se encuentran los 99 primeros elementos de la tabla periódica y una variedad de compuestos y mezclas. Se encuentran materiales útiles para la descripción de aceleradores, como mylar, kapton, vidrio, así como de pacientes, por ejemplo médula ósea, músculo estriado, hueso cortical, hueso compacto, urea, tejido adiposo, cristalino del ojo, entre otros. Por otro lado, conociendo la composición química de un material dado, es posible crearlo utilizando la base de datos.

Para simular un linac hace falta, además de los ficheros que contienen la descripción geométrica y de materiales, un fichero que contiene los parámetros físicos de la simulación (energías de absorción de los distintos materiales, energía de la fuente primaria de electrones, etc.) y las características de la ejecución del programa (tiempo de simulación, número de historias requeridas, etc.).

Es posible obtener la dosis absorbida en un paciente realizando una única simulación que parta de la fuente primaria de electrones y termine estimando la dosis en una imagen de tomografía axial computerizada (CT). Sin embargo, es más práctico detener la simulación de partículas justo antes de entrar en la imagen y crear un fichero de espacio de fases (PSF) en donde se registran las configuraciones de todas las partículas que llegan al plano del PSF. Posteriormente se realiza una siguiente simulación que se encarga de transportar las partículas desde el PSF hasta la imagen CT o, según el caso, en un modelo de una cuba de agua. Si el PSF tiene almacenada una cantidad suficiente de partículas se considera que estadísticamente representa todo el cabezal.

## TÉCNICAS NO-CONVENCIONALES DE REDUCCIÓN DE VARIANZA

Como se ha dicho anteriormente, las técnicas más comunes de reducción de varianza (interacciones forzadas, rechazo por distancia, ruleta rusa y reciclado) no son suficientes para conseguir simular aceleradores en tiempos que se adecúen a la práctica clínica. Por ello se hace necesario implementar técnicas no-convencionales, en concreto:

a) Reciclado rotacional: Se aplica cuando las partículas se desplazan a través de geometrías con simetría cilíndrica, como es el caso del haz de radiación que se encuentra entre la salida de la fuente de electrones primarios y la cámara de unidades monitor para los linacs de Varian. En el reciclado acimutal<sup>25</sup> cada partícula reciclada es colocada en una posición rotada respecto al eje central del haz. De esta forma se introduce información al sistema acerca de la simetría cilíndrica del mismo, con lo que se obtienen menores incertidumbres. La técnica del reciclado rotacional<sup>26</sup>, presentada en este trabajo difiere de la original de Bush *et al.* en cuanto al ángulo acimutal de rotación. Mientras la técnica original rota cada partícula un ángulo aleatorio, y para ello tiene que sortear tantos números aleatorios y calcular senos y cosenos como réplicas se requieran, la técnica aquí mostrada usa un ángulo constante con lo que sólo se calcula el seno y coseno del ángulo de rotación una vez en toda la simulación. Se puede demostrar que esta elección de un ángulo constante no introduce ninguna correlación en la dosis final absorbida, ahorra un tiempo considerable de ejecución del código, y reduce el ruido estadístico respecto a la técnica original de Bush al sortear una cantidad menor de números aleatorios.

b) Pieles móviles: Se usa en partes del linac que han sido diseñadas para absorber radiación, tales como el colimador primario, las mandíbulas o el colimador multiláminas. Las partículas que interactúan con partes superficiales de estos elementos que se encuentran cerca, o encaran, el eje del haz, son dispersadas y producen efectos de penumbra y contaminación de electrones. Sin embargo, las partículas que interactúan con zonas de estos elementos alejadas del eje del haz son simplemente absorbidas. Para evitar perder tiempo de simulación transportando partículas dentro de elementos que acaba-

rán por absorber toda la radiación, se dividen estos elementos en dos zonas. Una zona cercana o encarada al haz en la que el transporte de radiación se lleva a cabo de forma normal, y otra zona, alejada del haz, en la que la simulación de electrones y positrones es detenida para toda partícula que llegue allí. Para no reducir la precisión de la simulación es necesario que el grosor de la zona donde se realiza el transporte normal dependa del tipo de radiación y la energía del haz primario, por tanto la interfaz que separa las dos zonas debe ser móvil. A la zona donde se realiza el transporte normal de partículas se le llama piel. La técnica de las pieles móviles<sup>26</sup> es un tipo de rechazo por distancia implementado en la geometría del linac.

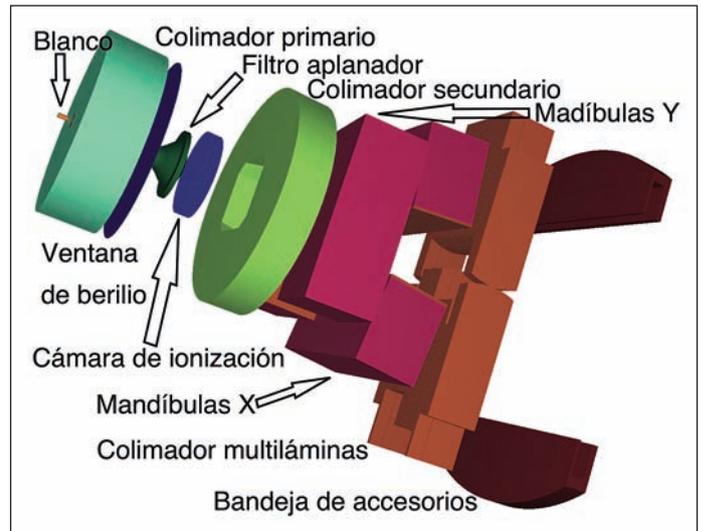
**PROGRAMA DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE SIMULACIONES AUTOLINAC**

El programa AutolinaC (*Automatic linac Constructor*) genera los ficheros necesarios para la simulación Monte Carlo de un linac con el código PENELOPE<sup>24,11</sup>. Para ejecutar AutolinaC sólo es necesario introducir la información relativa a la configuración de la máquina que se va a simular, tal como modelo, modo de operación (electrón o fotón), energía nominal, tamaño del campo, posición de las láminas, etc. El código construye un fichero de geometría con el acelerador en la configuración requerida, un fichero de materiales y otro fichero con los parámetros físicos de la simulación. En el código de AutolinaC hay una biblioteca modular de linacs con partes móviles y un catálogo de parámetros físicos calculados para cada modelo y configuración particulares de linac. Los linacs actualmente programados son toda la serie Varian Clinac 600 C, 600 C/D, 2100 C/D y 2300 C/D, incluyendo todos sus aplicadores, colimadores multiláminas, cuñas, y todas las energías disponibles en modos fotón y electrón. No es necesario que el usuario final del código conozca ni la descripción geométrica del acelerador, ni las técnicas de reducción de varianza que mejor se adecúan para su simulación. Las técnicas de reducción de varianza son aplicadas de forma automática por AutolinaC e incluyen las técnicas convencionales, así como el reciclado rotacional y las pieles móviles.

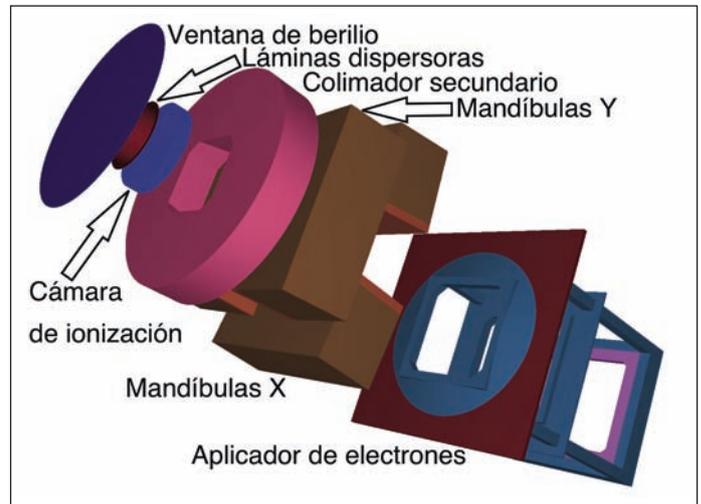
Las figuras 1 y 2 muestran imágenes de las geometrías del acelerador Varian Clinac 2100 C/D en modo fotón y electrón, respectivamente. En ellas se pueden apreciar el colimador multiláminas (Fig. 1) y el aplicador de electrones (Fig. 2). Las imágenes han sido generadas usando el programa gview3d que se distribuye con PENELOPE y que muestra imágenes de geometrías cuádricas por medio de un algoritmo de trazado de rayos. Dicho algoritmo usa las mismas rutinas de transporte para dibujar píxeles en la pantalla que las que usa PENELOPE para el transporte de radiación. Esto implica que las partículas simuladas con PENELOPE «ven» exactamente la imagen que muestra gview3d.

Dada la complejidad del colimador multiláminas se ha hecho un estudio detallado de la velocidad de simulación en esta estructura. La figura 3 muestra una imagen obtenida con gview3d de la geometría del colimador multiláminas Varian MLC 52 vista desde la perspectiva del paciente en posición supina. Se pueden apreciar los encajes de ranura y lengüeta entre las láminas.

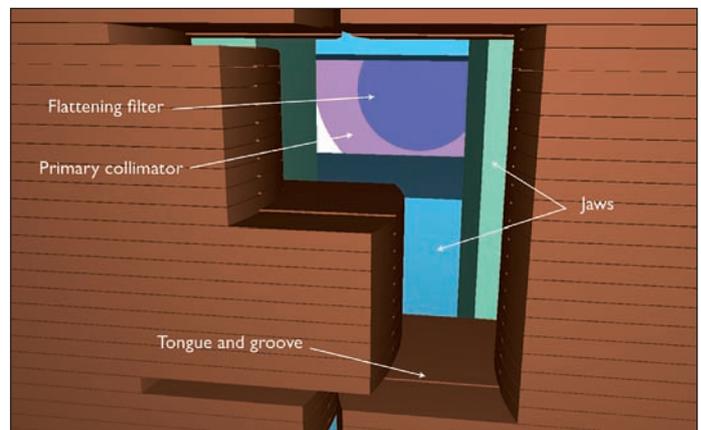
AutolinaC hace un uso intensivo del método de las pieles móviles en la simulación del colimador multiláminas para poder simular este dispositivo en tiempos compatibles con la práctica clínica. En cada lámina del colimador se define una piel frontal, encarada al



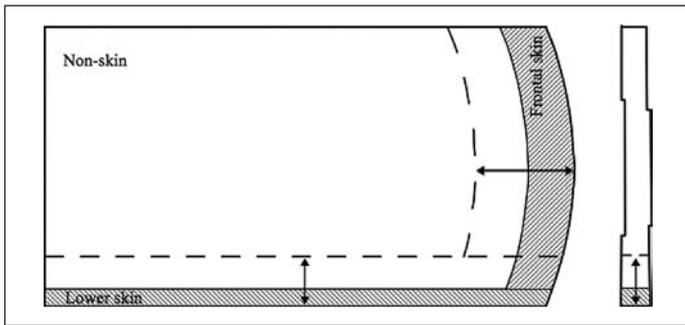
**Figura 1.** Imagen del modelo generado por AutolinaC del acelerador Varian Clinac 2100 C/D operando en modo fotón a 18 MV con colimador multiláminas



**Figura 2.** Imagen del modelo generado por AutolinaC del acelerador Varian Clinac 2100 C/D operando en modo electrón a 6 MeV con aplicador de electrones de 15 × 15 cm<sup>2</sup>.



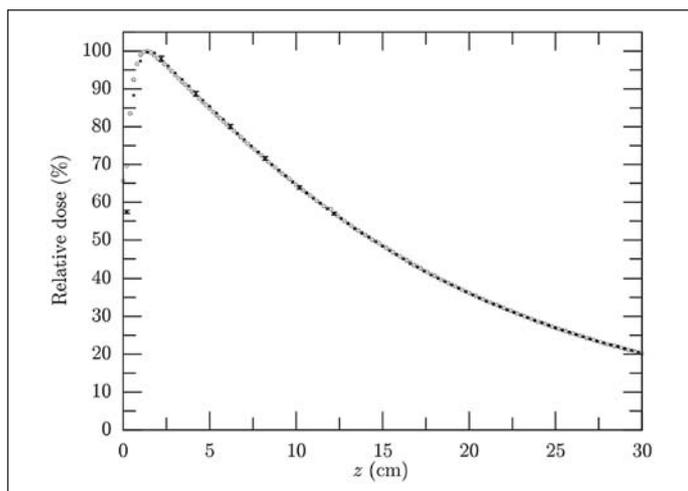
**Figura 3.** Imagen del Varian Clinac 2300 C/D con el colimador multiláminas Varian MLC 52, visto desde la posición supina del paciente. Figura del autor publicada anteriormente en cita 26.



**Figura 4.** Vista esquemática lateral y trasera de una lámina del colimador. Las flechas con dos puntas indican cómo se pueden desplazar los límites de las pieles móviles. Figura del autor publicada anteriormente en cita 26.

haz, y una piel inferior, encarada al paciente, como se muestra en el esquema de la figura 4. Con flechas de dos puntas se indica en la figura los desplazamientos que pueden realizar las interfaces que definen las pieles móviles. En las zonas definidas como pieles se transportan todas las partículas y se asignan energías de absorción de 200 KeV para electrones y positrones. En las zonas definidas como no-piel se absorben localmente todos los electrones y positrones asignándole a la zona una energía de absorción arbitrariamente alta de 1 GeV. En todo el colimador multiláminas los fotones son transportados normalmente asignándole una energía de absorción de fotones de 50 KeV. Con el método de las pieles móviles se consigue simular el transporte de partículas a través del colimador multiláminas 12 veces más rápido que con una simulación de las mismas características que prescindiera de este método, todo ello sin pérdida de precisión en el resultado final.

Una simulación de todo el cabezal del acelerador, desde la fuente primaria de electrones, pasando por el colimador multiláminas completamente cerrado y finalizando con el cálculo de la dosis absorbida en un maniquí de agua, se ejecuta en 2 horas. En este cálculo se usa un procesador de 2.8 GHz y un tamaño de vóxel de



**Figura 5.** Distribución de dosis en profundidad a lo largo del eje central obtenida en un maniquí de agua. Los datos experimentales (círculos) provienen de medidas con cámara RK. Los resultados obtenidos con simulación Monte Carlo se muestran con cuadrados. Figura del autor publicada anteriormente en cita 26.

$2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ , obteniéndose una incertidumbre estadística del 2% con 1 desviación estándar. La energía nominal del haz es de 6 MV y el campo definido por las mandíbulas es de  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ . Usar un colimador multiláminas completamente cerrado implica medir la velocidad de simulación en las condiciones más desfavorables, ya que todas las partículas que llegan al colimador multiláminas interactuarán con éste.

Con los ordenadores de sobremesa actuales que disponen de dos procesadores Core 2 Quad, es decir, 8 núcleos de cálculo, es posible simular todo el cabezal, incluyendo los accesorios, y obtener la dosis absorbida en el paciente con incertidumbres menores al 3% en tiempos inferiores a diez minutos. Esta velocidad de simulación se puede conseguir gracias a las técnicas de reducción de varianza no-convencionales que se han descrito anteriormente. Disponer de un código como AutolinaC permite la aplicación rutinaria de estas técnicas, que de otra forma, requerirían un trabajo de programación prohibitivo en la práctica clínica. Badal y Sempau desarrollaron una versión para cálculo paralelo de PENELOPE llamada clonEasy<sup>27</sup>. La velocidad de los programas ejecutados con clonEasy escala linealmente con el número de núcleos de cálculo.

## DOSIS ABSORBIDA EN AGUA: COMPARACIÓN ENTRE SIMULACIONES Y EXPERIMENTOS

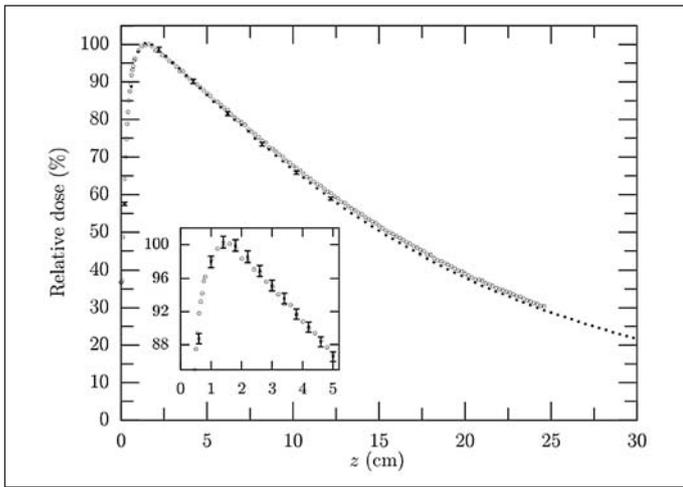
Con el fin de utilizar los códigos y modelos aquí presentados para el cálculo de la dosis absorbida en pacientes, es necesario comprobar que las simulaciones son capaces de reproducir resultados experimentales obtenidos en un maniquí de agua. Se han escogido dos haces representativos, fotones de 6 MV con un campo de  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ , y electrones de 6 MeV con un campo de  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ , ya que son de uso común en radioterapia. Otras energías y campos, inclusive casos extremos de campos pequeños y grandes, también dan resultados que son compatibles con los experimentales.

### Haz de fotones de 6MV con un campo de $10 \times 10 \text{ cm}^2$

Las curvas de dosis porcentual en profundidad (PDD) obtenidas con un Varian Clinac 600 C usando el campo y energía nominal mencionados, fueron medidas en un maniquí de agua. Para medir la dosis absorbida se utilizó, en primer lugar, una cámara de ionización no-ventilada Scanditronix RK 0,125  $\text{cm}^3$ . Este tipo de cámaras caracteriza adecuadamente la curva PDD en toda su extensión salvo en regiones cercanas a la superficie donde se aprecian los efectos de volumen, debido a su gran tamaño y, además, sufre la falta de equilibrio electrónico cerca de la superficie.

Para obtener una caracterización precisa de la curva PDD cercana a la superficie se realizó, en segundo lugar, una medida con detector de diodo estereotáctico (SFD) de Scanditronix. Los detectores de estado sólido, como lo es el diodo SFD, presentan una pequeña pero apreciable dependencia energética. La distancia de 50 cm que existe desde la superficie del agua hasta el fondo de la cuba es suficiente para evidenciar esta dependencia. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de los diodos SFD, éstos son particularmente útiles para caracterizar regiones superficiales del maniquí de agua.

La figura 5 muestra una comparación de las dosis en profundidad obtenidas con la simulación Monte Carlo y con medidas de



**Figura 6.** Distribución de dosis en profundidad a lo largo del eje central obtenida en un maniquí de agua. Los datos experimentales (círculos) provienen de medidas obtenidas con diodo SFD. Los resultados obtenidos con simulación Monte Carlo se muestran con cuadrados. Figura del autor publicada anteriormente en cita 26.

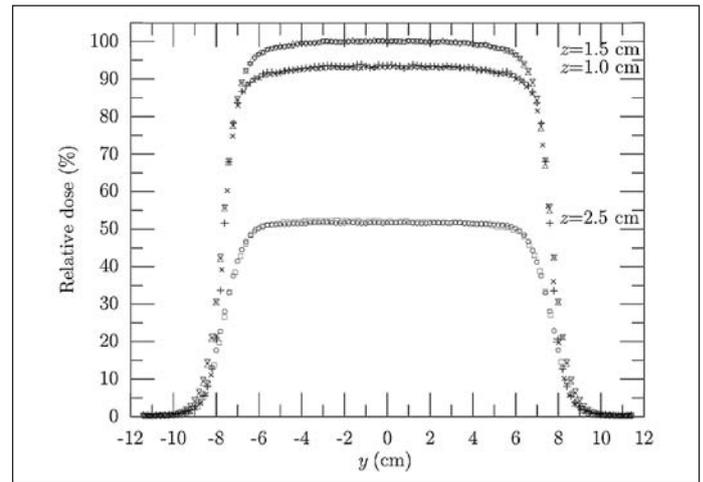
la cámara RK. Se aprecia cómo los resultados simulados y experimentales son compatibles a lo largo de la curva, salvo en los dos primeros centímetros de profundidad. Las barras de incertidumbre estadística (2 desviaciones estándar) de la simulación se muestran cada cinco puntos, hasta 12,5 cm de profundidad, donde se hacen más pequeñas que el tamaño de los símbolos (cuadrados) que se usan para representar los datos en la gráfica.

La figura 6 muestra la misma comparación que la figura 5, salvo que los resultados experimentales han sido obtenidos con el diodo SFD. Se puede apreciar la dependencia energética del diodo a profundidades mayores de 5 cm. Sin embargo, la concordancia que existe entre las medidas obtenidas por el diodo y los resultados simulados es excelente a lo largo de los 5 cm de profundidad más cercanos a la superficie, como puede verse en la imagen ampliada que aparece en la misma figura 6.

La caracterización adecuada de la dosis absorbida en regiones cercanas a la superficie del maniquí es particularmente importante para la planificación de tratamientos de tumores superficiales, y es justamente en estas regiones donde los sistemas de planificación convencionales presentan las mayores limitaciones<sup>28</sup>. Puede verse en las figuras 5 y 6 cómo es imprescindible usar dos conjuntos de medidas experimentales para poder caracterizar adecuadamente toda la curva en profundidad. Por el contrario, con sólo una simulación Monte Carlo se obtienen los resultados adecuados a lo largo de toda la curva PDD.

#### Haz de electrones de 6 MeV con un campo de 15X15 cm<sup>2</sup>

La figura 7 muestra los perfiles laterales obtenidos en un maniquí de agua, a tres profundidades distintas, usando un haz de electrones de 6 MeV de energía nominal con un acelerador Varian 2100 C/D y un aplicador de 15 × 15 cm<sup>2</sup>. Se muestran superpuestos los resultados de la simulación PENELOPE junto con las medidas experimentales realizadas con diodo SFD. En el caso de los resultados simulados no se muestran las barras de incertidumbre estadística, ya



**Figura 7.** Perfiles laterales de dosis absorbida relativa a tres profundidades distintas. Las aspas, triángulos hacia arriba y los cuadrados representan datos experimentales. Las cruces, triángulos hacia abajo y círculos muestran resultados simulados.

que éstas, con 2 desviaciones estándar, son más pequeñas que los símbolos utilizados. Se puede comprobar la excelente concordancia que existe entre la simulación y el experimento.

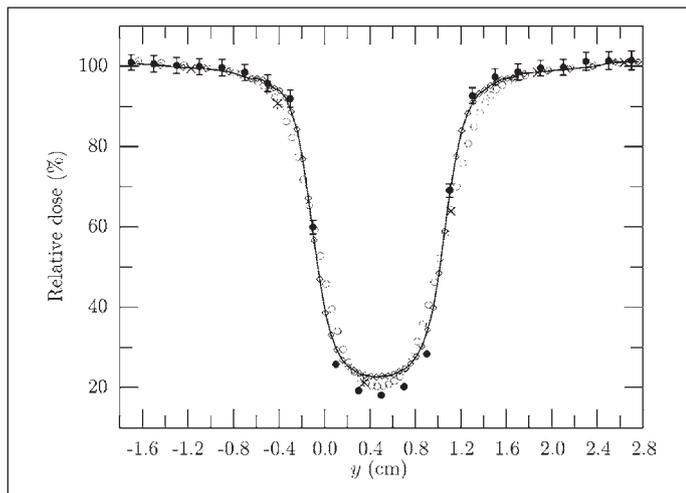
#### Comparación de resultados experimentales y simulados para el caso del transporte de haces de fotones a través de un colimador multiláminas

Para comprobar la precisión de la simulación del colimador multiláminas se escogió la siguiente configuración del colimador. Éste fue posicionado con cada uno de los bancos retraídos 10 cm, salvo la lámina B14 (lámina central del banco B) que invadió el campo contrario una distancia de 2,02 cm. Con esta configuración todas las láminas, salvo la B14, quedaron bajo la sombra de las mandíbulas.

Se midieron perfiles laterales centrados perpendiculares a la lámina B14 con detector estereotáctico SFD y cámara de ionización RK en un maniquí de agua, y con la matriz de detectores MatriXX del fabricante IBA usando agua plástica. Todas las medidas se hicieron a la misma profundidad de 5 cm.

Las dimensiones de la cámara RK son del orden de magnitud del ancho de la sombra de la lámina B14. Dicha sombra es de 1 cm de ancho a 100 cm de la fuente. Debido a efectos de volumen se espera que la cámara RK no sea capaz de definir el perfil de la lámina con precisión. Dado que el dispositivo MatriXX está formado por 1.020 cámaras de ionización de características parecidas a la cámara RK, se espera que los resultados de estos dos dispositivos de detección sean equivalentes. Por otro lado, el detector estereotáctico es suficientemente pequeño como para recoger de forma precisa el perfil de la lámina, pero debido al marcado gradiente de dosis que existe entre la zona irradiada del campo y la que se encuentra debajo de la lámina B14, se espera que el detector SFD no sea capaz de reproducir de forma precisa la profundidad del pozo en la dosis absorbida que se forma debajo de la lámina B14.

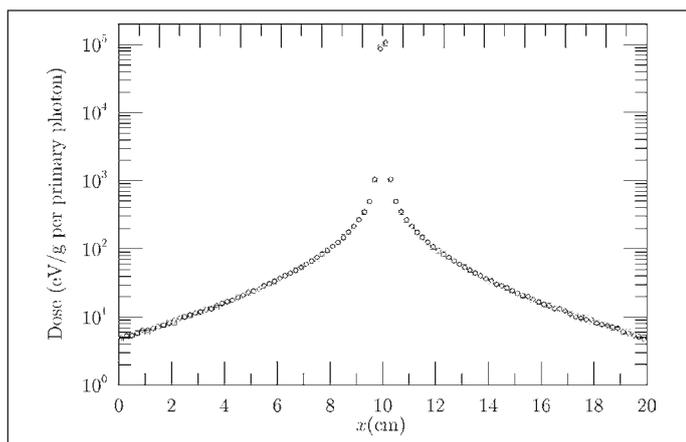
De lo expuesto se deduce que, para una situación concreta, no existe ningún detector que reproduzca de forma precisa los resultados experimentales. La dosis absorbida real sólo se podría determi-



**Figura 8.** Perfiles laterales de dosis absorbida en agua debajo de la lámina B14 medidos a 5 cm de profundidad. Los resultados experimentales corresponden a diodo estereotáctico SFD (rombos), cámara de ionización RK (círculos vacíos) y dispositivo MatrixX (aspas). La simulación Monte Carlo se muestra con círculos rellenos y las barras de incertidumbre estadística (2 desviaciones estándar) sólo aparecen cuando son más grandes que los círculos usados. La línea que une los rombos es sólo una ayuda visual. Figura del autor publicada anteriormente en cita 26.

nar experimentalmente a través de combinar resultados de distintos experimentos sin saber con exactitud para qué intervalo de posiciones son válidos unos u otros. Este tipo de situaciones es frecuente en radioterapia de campos pequeños como por ejemplo en radiocirugía estereotáctica o IMRT.

La simulación Monte Carlo de este experimento usando los códigos descritos (AutolinaC y PENELOPE) reproduce de forma precisa la dosis absorbida y se ajusta a cada uno de los resultados experimentales en sus correspondientes intervalos de validez. En la



**Figura 9.** Perfil lateral de dosis absoluta absorbida a lo largo del eje central  $x$  a 10 cm de profundidad, usando una fuente puntual monocromática de fotones de 1 MeV. La simulación PENFAST en agua se representa con rombos, mientras que la simulación PENELOPE en tejido blando se muestra con cuadrados. Las barras de incertidumbre de 3 desviaciones estándar no se muestran, ya que son más pequeñas que los símbolos usados para la gráfica. Figura del autor publicada anteriormente en cita 29.

figura 8 se muestran los resultados de la simulación superpuestos a los de las tres medidas experimentales descritas.

### PROGRAMA DE SIMULACIÓN MONTE CARLO RÁPIDA EN ESTRUCTURAS DE TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTERIZADA

Los programas de transporte de radiación de propósito general, como PENELOPE, están pensados para realizar simulaciones en un amplio espectro de energías (de 100 eV a 1 GeV en el caso de PENELOPE), en una elevada variedad de materiales con número atómico  $Z$  muy diverso (en PENELOPE desde el hidrógeno,  $Z=1$ , hasta el einstenio con  $Z=99$ ) y en estructuras geométricas complejas. Por esta razón este tipo de programas no están optimizados para el cálculo de las dosis absorbidas en estructuras CT de pacientes. En las estructuras CT de pacientes las energías simuladas son siempre inferiores a los 30 MeV (para el caso de haces de electrones y fotones), los números atómicos de los materiales que conforman el paciente son típicamente bajos (principalmente hidrógeno, oxígeno y carbono) y la geometría es sencilla dado que se trata de una matriz cúbica de elementos homogéneos en material y densidad.

Para sacar partido de las características típicas de las estructuras CT con las que se planifican los pacientes de radioterapia, se ha desarrollado en la Universidad de Barcelona el programa de simulación rápida Monte Carlo PENFAST\*. Este programa simula transporte acoplado de fotones, electrones y positrones en estructuras voxelizadas<sup>29</sup>. El algoritmo se basa en los mismos modelos de interacciones físicas usados en PENELOPE, pero implementa una mecánica de transporte distinta para electrones y positrones. PENFAST es el único algoritmo rápido que implementa exclusivamente un esquema de simulación condensada para el transporte de electrones y positrones. En un esquema de simulación condensada, los efectos colectivos de todas las interacciones sufridas por un electrón o positrón que se transporta a lo largo de un camino, son simulados de forma aproximada con un único paso computacional. Para implementar el esquema de simulación condensada, PENFAST cuenta con una base de datos de distribuciones de pérdidas de energía y angulares para cada uno de los materiales que se simulan en el código. Existen bases de datos para agua, aire, hueso, pulmón, titanio y plomo. Estos dos últimos materiales se incluyen para la simulación precisa de implantes y dispositivos colimadores del haz, respectivamente. Si es necesario, nuevas distribuciones se pueden calcular para otros materiales por medio de PENELOPE.

En el campo de la física médica y la radioterapia se considera que los resultados provenientes de simulaciones Monte Carlo de propósito general, como los obtenidos con PENELOPE, son resultados de referencia. Para comprobar la precisión de PENFAST se muestra, a modo de ejemplo, los resultados de dos simulaciones muy exigentes, una realizada con PENELOPE y otra con PENFAST. El sistema simulado con PENELOPE consiste en un maniquí cúbico de tejido blando de densidad igual a 1 g/cm<sup>3</sup>, mientras que con PENFAST se simula un maniquí de agua de las mismas dimensiones y densidad que el anterior. Estos maniquíes son irradiados con una haz puntual y paralelo de fotones monocromáticos de 1 MeV. Las dosis absorbidas en los maniquíes se muestran superpuestas en la figura 9. Dado

\* Salvat F, Brualla L, Sempau J. A purely condensed-history transport algorithm for the Monte Carlo simulation of electron transport in CT structures. En preparación.

que el haz incidente es puntual y carece de divergencia, es necesario mostrar el eje de las ordenadas en escala logarítmica. Se puede apreciar cómo las dosis absorbidas en ambos casos coinciden hasta cinco órdenes de magnitud por debajo del máximo.

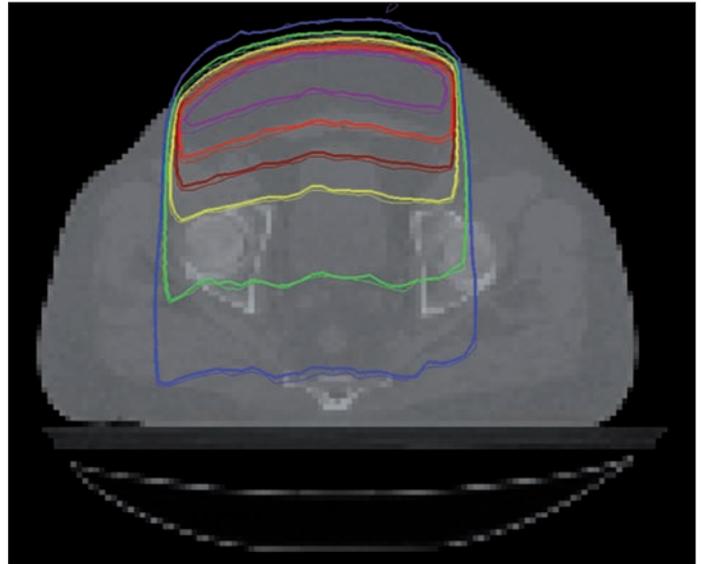
### DOSIS ABSORBIDA EN UN PACIENTE USANDO UN HAZ DE FOTONES DE 6 MV

Para comprobar la eficiencia y precisión de los códigos hasta ahora expuestos, se estimó la dosis absorbida en el CT de un paciente usando un haz de fotones de 6 MV. Con el código AutolinaC se modeló un acelerador Varian Clinac 2100 C/D operando en modo fotón y definiendo un campo de  $20 \times 5 \text{ cm}^2$ , cuya simulación se realizó con el código PENELOPE. Para simular el transporte de radiación desde la salida del cabezal del acelerador hasta el CT del paciente se emplearon los códigos PENELOPE y PENFAST. Las curvas de isodosis obtenidas con ambos códigos se muestran para el corte axial correspondiente al isocentro en la figura 10. Las líneas de trazos gruesos corresponden a los resultados obtenidos con PENFAST, mientras que los resultados obtenidos con PENELOPE, se representan con trazos delgados.

La imagen CT original fue adquirida a una resolución de  $512 \times 512 \times 44$  vóxeles, pero para el cálculo se agrupó en  $128 \times 128 \times 44$  vóxeles, tal y como se muestra en la figura 10. Esta agrupación de vóxeles es común a todos los sistemas de planificación de tratamiento comerciales. Para el cálculo de PENFAST sólo se usó hueso compacto, aire y agua, mientras que con PENELOPE se empleó hueso compacto, aire, agua, piel, tejido adiposo, tejido blando, músculo estriado, testículos y cerebro (para la médula). A pesar de la descripción más detallada del paciente a nivel de materiales en la simulación hecha con PENELOPE, existe buena concordancia entre los resultados de los dos códigos, como puede verse en la figura 10.

De acuerdo con los criterios de la práctica clínica<sup>16</sup> se fijó un vóxel de referencia a 5 cm de profundidad en el paciente, en el corte axial del isocentro. Se alcanzó una incertidumbre estadística de un 2% (1 desviación estándar), en 10 y 55 minutos, con PENFAST y PENELOPE, respectivamente. Dichos tiempos de simulación se alcanzaron empleando un único núcleo de un procesador de 2,8 GHz. La dosis absoluta absorbida en el vóxel de referencia fue de 0,89 eV/g por electrón primario, con ambos códigos. Las dosis absolutas absorbidas en el paciente usando los dos códigos, también se compararon globalmente a través de la prueba Gamma<sup>30</sup> obteniéndose un valor máximo del índice gamma de 0,19 en toda la estructura CT. Este resultado muestra la excelente calidad de las simulaciones PENFAST, si se tiene en cuenta que valores del índice gamma inferiores a 1 indican que las discrepancias entre ambos mapas de dosis son inferiores al 1%. Cuanto más pequeño es el índice gamma, menores son las discrepancias entre ambos mapas.

Una ventaja que ofrece PENFAST sobre los métodos de cálculo analítico de la dosis absorbida en el paciente, es la mayor precisión en la zona de acumulación (*build-up*) de la dosis en la entrada del haz en el paciente. Los planificadores comerciales requieren la definición del contorno del paciente, y por lo tanto, el transporte de radiación sólo se realiza dentro del contorno, despreciando el transporte en el aire. Por otro lado, el hecho de definir un contorno, obliga al planificador a cerrar las curvas de isodosis dentro del paciente,



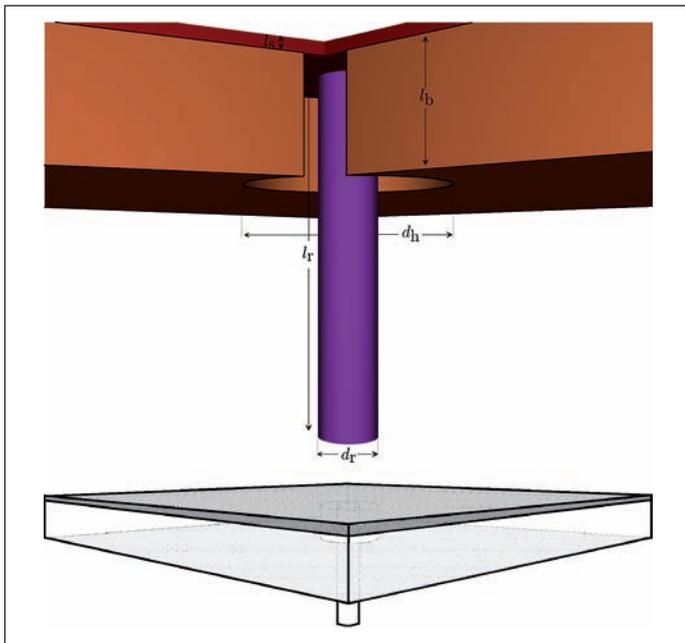
**Figura 10.** Curvas de isodosis (95%, 90%, 80%, 70%, 50% y 35%) calculadas en el corte de la imagen CT del paciente correspondiente al isocentro. Los trazos gruesos fueron calculados con PENFAST, mientras que los trazos delgados con PENELOPE. Figura del autor publicada anteriormente en cita 29.

deformándolas en la zona de acumulación. En la figura 10 se aprecia cómo PENFAST calcula la dosis depositada en el aire, por lo que las curvas de isodosis pueden cerrar fuera del paciente, permitiendo así una estimación más precisa de la dosis absorbida en la zona de acumulación. La dosis depositada en el aire no es representativa, ya que el aire ionizado crea una corriente y, el aire en la situación real, fluye sobre el paciente. Sin embargo, realizar el transporte de radiación en el aire permite el cálculo adecuado de la dosis en la superficie del paciente.

### DISEÑO DE UN COLIMADOR DE ELECTRONES PARA EL TRATAMIENTO DEL LINFOMA CONJUNTIVAL Y ESTIMACIÓN DE LA DOSIS ABSORBIDA EN EL PACIENTE

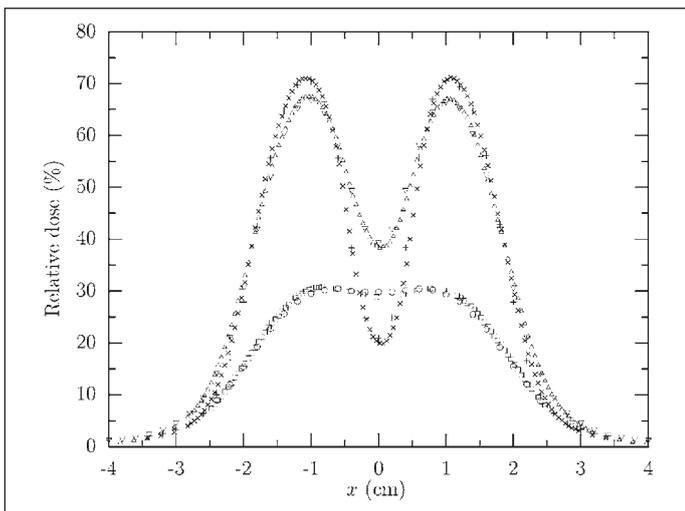
La conjuntiva es un órgano extremadamente difícil de irradiar dada su compleja geometría, la cercanía a varios órganos de riesgo, como son el ojo y la glándula lacrimal, y el hecho de que la misma conjuntiva tiene que ser considerada como un órgano de riesgo. Para su tratamiento con teleterapia se han desarrollado técnicas empíricas basadas en campos pequeños de radiación de electrones<sup>31</sup>. Estas técnicas consisten muchas veces en un dispositivo colimador del haz que produce un campo circular de unos 3 ó 4 cm de diámetro, con una pantalla en el centro del haz para proteger el cristalino<sup>32,33</sup>.

En concreto, en el Hospital Universitario de Essen (Alemania) se usa un bloque de cerrobend, de grosor  $l_b=1,8 \text{ cm}$ , con un agujero circular central de diámetro  $d_h=3,5 \text{ cm}$ . El bloque se coloca en el tercer colimador del aplicador de electrones de un acelerador Varian Clinac 2100 C/D, de forma tal que el centro del agujero coincide con el eje del haz. El bloque está cubierto en su cara superior (la cara más cercana a la fuente) por una lámina de plexiglás de grosor  $l_s=0,1 \text{ mm}$ . Por la cara inferior de la lámina se une un cilindro de plexiglás, de forma tal que el eje principal del cilindro coincide con



**Figura 11.** Esquemas del colimador usado para el tratamiento del linfoma conjuntival. La figura superior muestra la región del colimador cercana al eje central del haz. En ella se ha excluido un sector del dibujo para poder apreciar la estructura interna del colimador. La figura inferior muestra el bloque completo donde se dibuja con líneas discontinuas la estructura interna. Figura del autor publicada anteriormente en cita 11.

el eje del haz. Dicho cilindro tiene diámetro  $d_r=1$  cm y longitud  $l_r=6$  cm. El extremo inferior del cilindro (el extremo más cercano al paciente) se encuentra a 4 mm del isocentro. Con este dispositivo se conforma un campo anular de electrones, que tiene un radio interno de 0,5 cm y un radio externo de 1,75 cm y, por tanto, el ancho del



**Figura 12.** Perfiles laterales de dosis absorbidas relativas en un maniquí de agua medidos a tres profundidades distintas. Resultados experimentales obtenidos con diodo SFD. Resultados simulados obtenidos con PENELOPE/PENFAST. Las profundidades mostradas son: 1,0 cm (SFD aspas, PENFAST cruces), 1,5 cm (SFD triángulos hacia abajo, PENFAST triángulos hacia arriba) y 2,5 cm (SFD cuadrados, PENFAST círculos).

campo anular es de 1,25 cm. La figura 11 muestra dos esquemas de la configuración del colimador descrita. En la imagen superior se aprecia la estructura interna del colimador gracias a que un sector del bloque de cerrobend no se ha dibujado. La imagen inferior muestra el bloque completo donde se dibuja con líneas discontinuas la estructura interna del colimador.

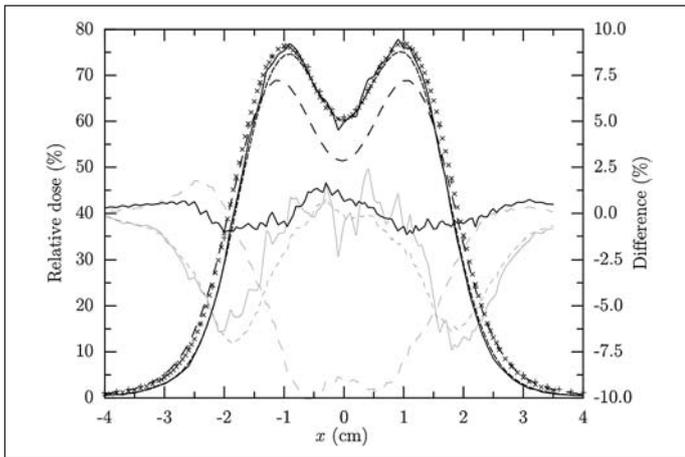
Para lograr que la máxima dosis se deposite en la zona de la conjuntiva se cubre el ojo del paciente con una piscina de agua, a modo de bolus. Habitualmente, la profundidad de la piscina de agua es de 4 mm delante de la cara anterior del ojo. En general, se usan energías de 6 MeV, aunque en ocasiones también se emplean energías de 9 MeV, suministrando entre 1,8 y 2,0 Gy por fracción.

A la antedicha configuración del tratamiento se ha llegado a través de un proceso empírico. Es por ello que no puede ser utilizada con otros aceleradores ya que, de hecho, se desconoce la dosis absorbida en cada uno de los órganos que se irradian. Por otro lado sería deseable optimizar el tratamiento en función de la dosis absorbida en cada estructura anatómica según la configuración que se use del colimador, la energía del haz y el bolus de agua.

Con los programas AutolinaC y PENELOPE se simularon el acelerador Varian 2100 C/D operando en modo electrón a 6 MeV de energía nominal y el colimador descrito insertado en el aplicador de electrones de  $15 \times 15$  cm<sup>2</sup>. Con una simulación PENFAST se estimó la dosis absorbida en un maniquí de agua. Por otro lado se midió la dosis absorbida en un maniquí de agua. Por otro lado se midió con diodo SFD perfiles laterales centrados a las profundidades de 1,0 cm, 1,5 cm y 2,5 cm en el maniquí de agua, usando el colimador y acelerador descritos. Los resultados de la simulación y el experimento se muestran en la figura 12. Se puede apreciar la excelente concordancia que existe entre ambos conjuntos de datos.

Los sistemas de planificación convencionales no son capaces de calcular con precisión la dosis absorbida en agua en las condiciones descritas. Como ejemplo se muestran los resultados calculados con el planificador comercial Eclipse (versión 8.0) de Varian. Las condiciones de simulación del haz de electrones son las mismas que se han usado para la simulación con PENELOPE descrita en el párrafo anterior. Sin embargo, el colimador insertado en el aplicador de electrones tuvo que ser modificado. Dado que Eclipse sólo permite simular colimadores cuya superficie inferior no se extienda más allá de la superficie inferior del aplicador de electrones, se tuvo que limitar la longitud del cilindro  $l_r=1,8$  cm. Para compensar la reducción de la longitud de la barra cilíndrica, ésta se hizo de cerrobend en lugar de plexiglás. Se repitió el experimento y las simulaciones PENELOPE/PENFAST con esta nueva configuración a los efectos de comparar los resultados frente a los que se obtienen con Eclipse.

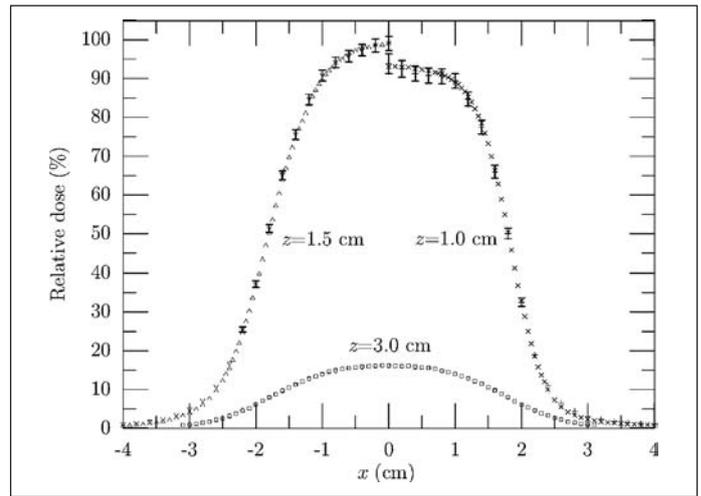
El planificador Eclipse tiene un algoritmo puramente analítico, Pencil Beam Convolution (PBC), y un algoritmo Monte Carlo aproximado, electron Monte Carlo (eMC). El algoritmo PBC genera distribuciones de dosis absorbida por medio de la convolución de kernels tipo pencil beam con una función de campo no uniforme. Los kernels se obtienen de medidas experimentales hechas en campos cuadrados de referencia en el momento de entrega del planificador a la unidad de radioterapia<sup>34,35</sup>. En cuanto al algoritmo eMC, éste se basa en el código Macro Monte Carlo<sup>36</sup> (MMC). A diferencia de PENFAST, el código eMC, al igual que MMC, no es un código Monte Carlo puro, de forma tal que las incertidumbres estadísticas no están controladas, y la información que se puede extraer de los resultados para situaciones de campos pequeños es cualitativa, como indican los autores del código<sup>5</sup>. Los códigos eMC y MMC usan da-



**Figura 13.** Perfiles laterales de dosis relativa absorbida en un maniquí de agua a la profundidad de 1,5 cm (eje izquierdo de las ordenadas). Las aspas representan resultados experimentales con diodo SFD. Las cruces muestran resultados PENELOPE/PENFAST. La línea continua corresponde a resultados eMC. La línea discontinua de trazos cortos corresponde a eMC con suavizado Gaussiano. La línea discontinua de trazos largos corresponde a resultados de PBC. Las incertidumbres estadísticas (2 desviaciones estándar) de los resultados PENELOPE/PENFAST no se muestran ya que son más pequeñas que las cruces utilizadas para representar los datos. Las incertidumbres estadísticas de eMC y eMC con suavizado no se muestran ya que el algoritmo no las puede calcular. Se muestran gráficos de diferencias superpuestos (eje derecho de las ordenadas). La línea gruesa representa la diferencia entre los resultados PENELOPE/PENFAST y el experimento. Las líneas delgadas corresponden a las diferencias con el experimento de eMC (línea continua), eMC con suavizado (discontinua de trazo corto) y PBC (discontinua de trazo largo).

tos Monte Carlo obtenidos de simulaciones en esferas de distintos radios y materiales. Esos datos son posteriormente usados por los códigos para realizar el transporte de radiación de forma aproximada a través de saltos macroscópicos en la geometría. El tamaño de los saltos está determinado por la geometría y los distintos radios de esferas disponibles en las bases de datos de los códigos. Además, el planificador Eclipse incorpora un filtro de suavizado Gaussiano 3D para ser aplicado a los resultados obtenidos con el algoritmo eMC.

En la figura 13 se muestran los perfiles laterales de dosis absorbida obtenidos con el experimento, la simulación PENELOPE/PENFAST, los resultados eMC, eMC con filtro Gaussiano, y PBC, usando el colimador formado por el bloque de cerrobend, la lámina de plexiglás y el cilindro de 1,8 cm de longitud. Para que los resultados mostrados fueran comparables se normalizaron todos al mismo número de unidades monitor. Se observa que los resultados PENELOPE reproducen con precisión las medidas experimentales hechas con diodo SFD. La máxima diferencia entre PENELOPE y los resultados experimentales asciende a 1,3%. Los resultados eMC y eMC con suavizado Gaussiano reproducen razonablemente bien los máximos, pero en las penumbras se observan diferencias de hasta un 7% con el experimento. En cuanto al algoritmo PBC, éste llega a mostrar diferencias del 10% respecto a las medidas experimentales. Las discrepancias observadas entre los resultados experimentales y aquellos obtenidos con Eclipse no son aceptables en

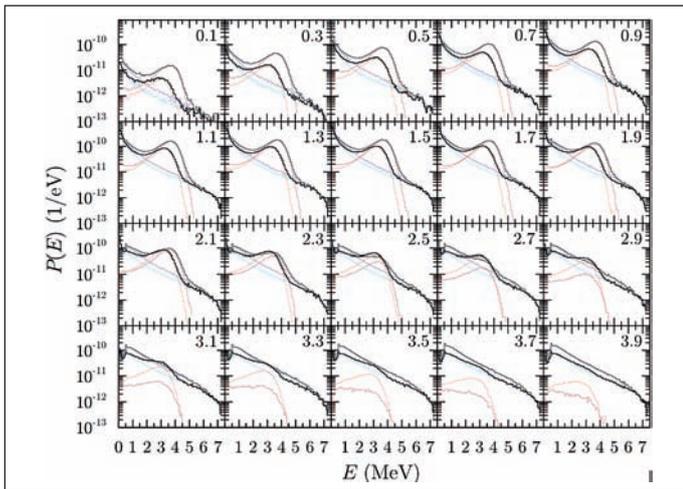


**Figura 14.** Perfiles laterales de dosis relativa absorbida en agua usando un haz de electrones de 6 MeV y un colimador circular de cerrobend de 3,5 cm de diámetro. Se muestran los perfiles experimentales (aspas, triángulos hacia arriba y cuadrados) y simulados (cruces, triángulos hacia abajo y círculos) a tres profundidades,  $z$ , distintas. Dado que los perfiles son simétricos respecto a  $x=0$  cm, sólo se muestran lados opuestos de los perfiles a  $z=1,0$  cm y  $z=1,5$  cm, de forma que las colas de penumbra se vean claramente. Las barras de incertidumbre estadística (2 desviaciones estándar) de la simulación sólo se muestran cuando su tamaño es mayor que el de los símbolos utilizados.

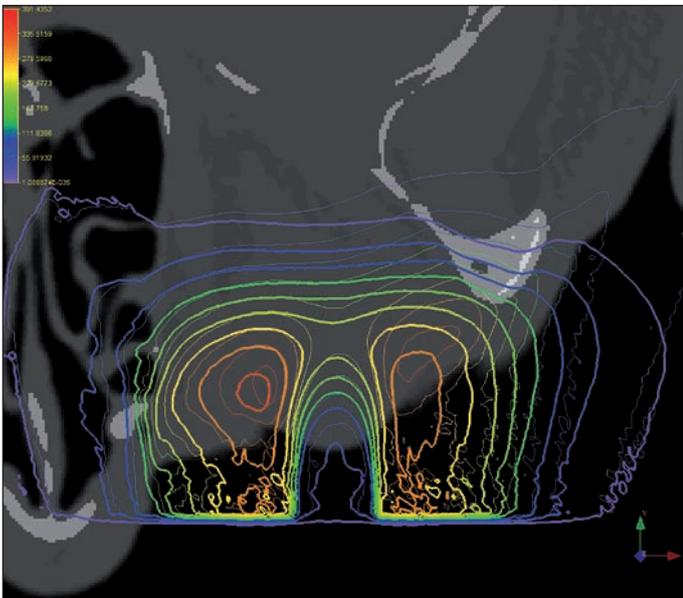
los protocolos de práctica clínica. Las simulaciones en Eclipse se realizaron con el mayor número de historias posibles y el tamaño de rejilla más pequeño disponible. La figura 13 también muestra gráficas de diferencias (eje derecho de las ordenadas) entre cada una de las simulaciones y los datos experimentales.

Las simulaciones Monte Carlo puras permiten, por otro lado, obtener información valiosa sobre la calidad del haz. Para evaluar la contaminación de fotones producida por el bloque de cerrobend y la barra de plexiglás se realizaron dos simulaciones en las que se buscó caracterizar la dependencia radial del espectro de energía del haz incidente en un maniquí de agua a la profundidad de máxima dosis,  $z=1,5$  cm. Para ello se definieron veinte detectores anulares concéntricos, a modo de diana, colocados perpendiculares al eje del haz de radiación en la profundidad indicada. El ancho de cada anillo, es decir la diferencia entre el radio mayor y menor, fue de 2 mm. En la primera simulación se utilizó únicamente el colimador de cerrobend con agujero cilíndrico, con el que se obtuvo excelente concordancia entre los resultados experimentales y simulados (Fig. 14). Para la segunda simulación se empleó el aplicador ocular completo, es decir, colimador de cerrobend con agujero cilíndrico más lámina y barra de plexiglás (Fig. 12).

Los espectros de energía en función de la distancia perpendicular al eje del haz se muestran en la figura 15. Los espectros del colimador de cerrobend vienen representados con líneas azules, rojas y grises para fotones, electrones y totales, respectivamente. Los espectros correspondientes al aplicador ocular completo se muestran con líneas azules claras, naranjas y negras para fotones, electrones y totales, respectivamente. El radio medio de cada detector se indica, en centímetros, en la parte superior derecha de cada una de las gráficas de la figura 15.



**Figura 15.** Espectros de energía por tipo de partícula producidos por un haz de electrones de 6 MeV de un Varian Clinac 2100 C/D, estimados por medio de detectores anulares concéntricos a una profundidad  $z=1,5$  cm en agua. El radio medio, en centímetros, de cada detector anular aparece en la esquina superior derecha de cada gráfica. Se realizaron dos simulaciones, una con el colimador cilíndrico de cerrobend y otra con todo el aplicador ocular (colimador de cerrobend más lámina y barra de plexiglás). Los resultados de la primera simulación se muestran con líneas azules para el espectro de fotones, rojas para electrones y grises para el espectro total. Los resultados de la segunda simulación se muestran con líneas azul claro para fotones, naranja para electrones y negras para el espectro total.



**Figura 16.** Curvas de isodosis absolutas obtenidas en el corte axial del isocentro del paciente. Los trazos delgados corresponden a la simulación realizada sin bolus de agua. Los trazos gruesos corresponden a la simulación con bolus de 4 mm de profundidad delante de la cara anterior del ojo. Las curvas se muestran superpuestas al mapa de densidad másica de la imagen CT del paciente. La escala de colores indica la dosis absoluta en unidades de eV/g por electrón primario.

Se observa en la figura 15 cómo los espectros de fotones son muy parecidos en los dos casos considerados, además de mostrar muy poca dependencia con el radio. Dado que el acelerador está operando en modo electrón, la presencia de fotones es producto de la contaminación que es aproximadamente isotrópica en la dirección del haz. Para radios inferiores a 2 cm se observa el efecto de pantalla producido por la barra de plexiglás, que se manifiesta en un espectro de electrones hasta un orden de magnitud por debajo del que se registra en el campo definido únicamente por el bloque de cerrobend. Para radios mayores de 2 cm, se aprecia que el espectro de electrones obtenido con el aplicador ocular completo llega a ser hasta un orden de magnitud superior al que se obtiene empleando sólo el bloque de cerrobend. Esta mayor presencia de electrones para radios mayores de 2 cm se debe a los efectos de dispersión causados por la barra de plexiglás.

En general, se observa en la figura 15 que los espectros de energía obtenidos para los dos colimadores considerados, no son radicalmente distintos. Sin embargo, la contaminación de fotones es notable. Esta información es útil al oncólogo, ya que en su prescripción debe considerar el efecto de tener en el haz aproximadamente 1 fotón de 6 MeV, por cada 10 electrones de esa energía. De hecho puede considerarse que se trata de un haz mixto, más que de un haz de electrones.

En el caso concreto del aplicador para radioterapia externa de la conjuntiva, se deduce de lo expuesto que ni los algoritmos analíticos ni el algoritmo Monte Carlo aproximado eMC, son capaces de realizar la planificación precisa del tratamiento. Por otro lado, los experimentos en este tipo de condiciones son difíciles de realizar y, obviamente, no pueden dar información acerca de la calidad del haz. Para este tipo de campos de radiación pequeños y altamente conformados, es indispensable disponer de un programa de simulación Monte Carlo puro si se quiere planificar con precisión y optimizar la configuración del colimador.

Para el estudio del efecto del bolus de agua delante del ojo del paciente se realizaron dos simulaciones. En ambas se empleó el aplicador ocular completo, con barra de plexiglás de 6,0 cm de longitud. En una de ellas se incluyó el bolus, con una profundidad del agua de 4 mm delante de la cara anterior del ojo, mientras que en la otra se simuló el CT del paciente sin ningún tipo de bolus. Se usó el código PENFAST para ambas simulaciones. Se utilizó una imagen CT de alta resolución en la simulación, en concreto, el tamaño de vóxel fue de  $0,3125 \times 0,3125 \times 1,000$  mm<sup>3</sup>, con un CT de  $256 \times 256 \times 59$  vóxeles.

El tiempo de simulación en esta imagen CT de alta resolución, usando un único núcleo de cálculo de un procesador de 2,8 GHz, fue de 40 minutos para obtener una incertidumbre estadística de 2% (1 desviación estándar) en la dosis absoluta. Si se hubiera usado vóxeles de tamaño de 1 mm<sup>3</sup>, más comunes en radioterapia, el tiempo de cálculo se habría reducido a 12 minutos.

En la figura 16 se muestran las isodosis absolutas, en el corte axial del isocentro, obtenidas con presencia de bolus de agua (trazo grueso) y sin ella (trazo delgado). Las curvas se superponen a un mapa de densidad másica del paciente en el corte axial del isocentro.

Se aprecia en la figura 16 la mayor penetración de la dosis absorbida ante la ausencia de bolus de agua, como es lógico. Asimismo, se observa que la zona de acumulación se desplaza hacia la conjuntiva ante la presencia del bolus. A las curvas no se les ha

aplicado ningún algoritmo de suavizado, ya que éstos distorsionan los resultados de manera incontrolada. La ausencia de algoritmos de suavizado se observa en los trazos irregulares de la dosis absorbida en el aire, debido a la baja densidad de éste.

## CONCLUSIONES

La planificación de pacientes que tienen que ser irradiados con campos extremos, en general, y la optimización de tratamientos con radioterapia externa del linfoma conjuntival, en particular, son casos que las técnicas actualmente disponibles en unidades de radioterapia no permiten abordar de una manera precisa. En estos casos, las incertidumbres incontroladas, presentes en los dispositivos experimentales y en los sistemas de planificación de tratamiento convencionales, hacen que no sea posible determinar la dosis, con su incertidumbre asociada, en el volumen tratado y en los órganos de riesgo.

El conjunto de algoritmos desarrollados para la investigación aquí presentada permiten el cálculo de la dosis absorbida en las estructuras anatómicas del paciente de forma precisa. En concreto, se muestra que para el tratamiento del linfoma conjuntival con radioterapia externa de electrones, los planificadores convencionales tienen incertidumbres asociadas de hasta un 10% aproximadamente. Las incertidumbres de los métodos Monte Carlo no son superiores al 3%, y éstas son las asociadas a los modelos de interacción de la radiación con la materia. Por medio de los códigos de cálculo, que aquí se introducen, se puede optimizar el tratamiento de tumores con campos de radiación pequeños. Sin embargo, se muestra que el método híbrido de Monte Carlo, eMC, puede discrepar hasta un 7% de los resultados experimentales e ignora las incertidumbres estadísticas.

Asimismo, se ha mostrado cómo los códigos desarrollados permiten el cálculo de la dosis absorbida en el paciente en tiempos compatibles con la práctica clínica. En concreto, se puede realizar la simulación Monte Carlo del transporte de radiación a través del cabezal de un acelerador clínico, pasando por un colimador multilaminas completamente cerrado, y finalizando con el cálculo de dosis absorbida en agua, en tiempos compatibles con la práctica clínica y sin pérdida de precisión en los resultados Monte Carlo. En el caso de la simulación de haces de electrones se obtienen también resultados con incertidumbres estadísticas inferiores al 2% en tiempos y condiciones compatibles con los requerimientos clínicos.

El uso sistemático de las técnicas aquí expuestas no sería posible sin un programa como AutolinaC. Este código genera de forma automática todos los ficheros necesarios para la simulación optimizada de aceleradores clínicos. La fiabilidad del citado programa ha sido corroborada con medidas experimentales, obteniéndose excelentes resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a D. Ricardo Palanco-Zamora (Karolinska Universitetssjukhuset, Suecia) las medidas experimentales que se presentan en este artículo. Igualmente agradezco a Dña. Margarita Roldán Querol las correcciones de estilo del texto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Scott AJD, Nahum AE, Fenwick JD. Using a Monte Carlo model to predict dosimetric properties of small radiotherapy photon fields. *Med. Phys.* 2008; 35: 4671-4684.
2. Laub WU, Wong T. The volume effect of detectors in the dosimetry of small fields used in IMRT. *Med. Phys.* 2003; 30: 341-347.
3. Xu MM, Sethi A, Glasgow GP. Dosimetry of small circular fields for 6-MeV electron beams. *Med. Dos.* 2008; 34: 51-56.
4. Alfonso R, Andreo P, Capote R, Saiful Huq M, Kilby W, Kjäll P, et al. A new formalism for reference dosimetry of small and nonstandard fields. *Med. Phys.* 2008; 35: 5179-5186.
5. Zankowski C, Laitinen M, Neuenschwander H. *Fast Electron Monte Carlo for Eclipse™*. Palo Alto: Varian Medical Systems, 2004.
6. Hayashi K, Hatsuno K, Yoshimura R, Iida T, Ayukawa F, Toda K, et al. Electron therapy for orbital and periorbital lesions using customized lead eye shields. *Ophthalmologica* 2009; 223: 96-101.
7. Bischof M, Karagiozidis M, Krempien R, Treiber M, Neuhof D, Debus J, et al. Radiotherapy for orbital lymphoma. *Strahlent. Onkol.* 2007; 183: 17-22.
8. Munier FL, Verwey J, Pica A, Balmer A, Zografos L, Abouzeid H, et al. New developments in external beam radiotherapy for retinoblastoma: from lens to normal tissue-sparing techniques. *Clin. Experiment. Ophthalmol.* 2008; 36: 78-89.
9. Goitein M, Miller T. Planning proton therapy of the eye. *Med. Phys.* 1983; 10: 275-283.
10. Fippel M, Haryanto F, Dohm O, Nusslin F, Kriesen S. A virtual photon energy fluence model for Monte Carlo dose calculation. *Med. Phys.* 2003; 30: 301-311.
11. Brualla L, Palanco-Zamora R, Wittig A, Sempau J, Sauerwein W. Comparison between PENELOPE and eMC in small electron fields. *Phys. Med. Biol.* 2009; 54: 5469-5481.
12. Kalos MH, Whitlock PA. *Monte Carlo Methods*, vol. 1. New York: Wiley, 1986.
13. Berger MJ. Monte Carlo calculation of the penetration and diffusion of fast charged particles. En Alder B, Fernbach S, Rotenberg M (eds). *Methods in Computational Physics*, vol. 1. New York: Academic Press, 1963: 135-215.
14. Rubinstein RY. *Simulation and the Monte Carlo Method*. New York: Wiley, 1981.
15. Bielajew AF, Rogers DWO. Variance-reduction techniques. En Jenkins TM, Nelson WR, Rindi A (eds). *Monte Carlo Transport of Electrons and Photons*. New York: Plenum, 1988: 407-419.
16. IAEA TRS-398. *Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water*. International Atomic Energy Agency, 2000.
17. Kawrakow I. Accurate condensed history Monte Carlo simulation of electron transport. I. EGSnrc, the new EGS4 version. *Med. Phys.* 2000; 27: 485-498.
18. Agostinelli S, Allison J, Amako K, Apostolakis J, Araujo H, Arce P, et al. Geant4—a simulation toolkit. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A.* 2003; 506: 250-303.
19. X-5 Monte Carlo Team. MCNP—A general Monte Carlo N-particle transport code, version 5. New Mexico: Los Alamos National Laboratory, 2003.
20. Salvat F, Fernández-Varea JM, Sempau J. PENELOPE—2008: A code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport. Issy-les-Moulineaux: OECD/Nuclear Energy Agency Data Bank, 2008.
21. Sempau J, Fernández-Varea JM, Acosta E, Salvat F. Experimental benchmarks of the Monte Carlo code PENELOPE. *Nucl. Inst. Meth. Phys. Res. B.* 2003; 207: 107-123.
22. Salvat F, Fernández-Varea JM. Overview of physical interaction models for photon and electron transport used in Monte Carlo codes. *Metrologia* 2009; 46: S112-S138.
23. Al-Dweri FMO, Lallena AM, Vilches M. A simplified model of the source channel of the Leksell GammaKnife® tested with PENELOPE. *Phys. Med. Biol.* 2004; 49: 2687-2703.
24. Sterpin E, Salvat F, Cravens R, Ruchala K, Olivera GH, Vynckier S. Monte Carlo simulation of helical tomotherapy with PENELOPE. *Phys. Med. Biol.* 2008; 53: 2161-2180.
25. Bush K, Zavgorodni SF, Beckam WA. Azimuthal particle redistribution for the reduction of latent phase-space variance in Monte Carlo simulations. *Phys. Med. Biol.* 2007; 52: 4345-4360.
26. Brualla L, Salvat F, Palanco-Zamora R. Efficient Monte Carlo simulation of multileaf collimators using geometry-related variance-reduction techniques. *Phys. Med. Biol.* 2009; 54: 4131-4149.

27. Badal A, Sempau J. A package of Linux scripts for the parallelization of Monte Carlo simulations. *Comp. Phys. Comm.* 2006; 175: 440-450.
28. Panettieri V, Barsoum P, Westermark M, Brualla L, Lax I. AAA and PBC calculation accuracy in the surface build-up region in tangential beam treatments. Phantom and breast case study with the Monte Carlo code PENELOPE. *Radiother. Oncol.* 2009; 93: 94-101.
29. Bueno G, Déniz O, Carrascosa CB, Delgado JM, Brualla L. Fast Monte Carlo simulation on a voxelized human phantom deformed to a patient. *Med. Phys.* 2009; 36: 5162-5174.
30. Low D, Harms W, Mutic S, Purdy J. A technique for the quantitative evaluation of dose distributions. *Med. Phys.* 1998; 25: 656-661.
31. Halperin EC, Pérez CA, Brady LW. Principles and practice of radiation oncology. 5 ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
32. Lommatzsch PK, Welker KW, Hüttner J, Bauke G. Die Anwendung von hochenergetischen Elektronen bei der Behandlung von malignen Orbitatumoren. *Klin. Mbl. Augenheilk.* 1982; 180: 198-202.
33. Rustgi SN. Dose distribution under external eye shields for high energy electrons. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.* 1986; 12: 141-144.
34. Storchi P, Battum LV, Woudstra E. Calculation of a pencil beam kernel from measured photon beam data. *Phys. Med. Biol.* 1999; 44: 2917-2928.
35. Mohan R, Chui C. Use of fast Fourier transforms in calculating dose distributions for irregularly shaped fields for three-dimensional treatment planning. *Med. Phys.* 1987; 14: 70-77.
36. Neuenschwander H, Mackie TR, Reckwerdt PJ. MMC—a high-performance Monte Carlo code for electron beam treatment planning. *Phys. Med. Biol.* 1995; 40: 543-574.

# Características del cáncer de mama masculino en hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Madrid

Lorenzo Muñoz N<sup>1</sup>, Domínguez Gordillo A<sup>2</sup>, García Rosado MV<sup>3</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 97-101; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN:

**Introducción:** El cáncer de mama masculino es una neoplasia de muy baja incidencia y escaso conocimiento. La mayor parte de los estudios se restringen al cáncer de mama en mujeres. **Objetivos:** El presente estudio se diseñó con el objetivo de realizar un análisis descriptivo y de supervivencia global del cáncer de mama masculino. **Sujetos y métodos:** Se tomó como población de referencia a 51 pacientes varones diagnosticados entre Enero de 2000 y Diciembre de 2007 en Hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Madrid. Se analizaron las variables recogidas por el Sistema de Intercambio de Datos de Cáncer de la Comunidad de Madrid (SIDC), a través del programa SPSS para Windows versión 15.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS). **Resultados y conclusiones:** Se observa una tendencia al alza en la frecuencia de aparición de nuevos casos de cáncer de mama masculino. La edad media al diagnóstico es de 61 años ( $\pm 14$ ). Histológicamente, lo más frecuente es el carcinoma ductal infiltrante, de localización en pezón. El estadio tumoral mayoritario en el momento del diagnóstico es el IIA. Los casos de metástasis fueron muy raros. La mayor parte de los pacientes reciben terapias multidisciplinares, siendo la cirugía el principal tratamiento. La supervivencia en nuestro estudio al año fue del 90% y a los cinco años del 58%.

**PALABRAS CLAVE:** Cáncer de mama masculino, epidemiología.

## Male breast cancer in Madrid's public hospitals

**Introduction:** Male breast cancer is a rare disease. We have not much information about this tumour. Most of studies have been carried out in women. **Purpose:** The current study was aimed to carry out a descriptive analysis about the epidemiology and global survival of male breast cancer in Madrid's public hospitals. **Subjects and Methods:** According to the Tumour Registry, 51 patients with male breast cancer were diagnosed from 2000 to 2007. Data were provided from Madrid's Cancer Registry, and analysed using SPSS biostatistical software (Version 15.0). **Results and conclusions:** We observed a general tendency towards higher incidence rates of this tumour. The median age at diagnosis was 61 years ( $\pm 14$ ). The predominant histological type was invasive ductal carcinoma with nipple location. The most frequent stage at diagnosis was IIA. We found metastasis in rare cases. Most patients received multidisciplinary therapies with surgery as main treatment. The cumulative survival rate at the end of first year was 90%, and after five years 58%.

**KEYWORDS:** Male breast cancer, epidemiology.

## INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama masculino (CMV) es una patología francamente rara, que supone menos del 1% de todos los casos de cáncer de mama; y tan solo el 0,1% de la mortalidad por cáncer en hombres<sup>1</sup>.

Dada la baja incidencia de esta neoplasia en el sexo masculino, los estudios se han visto totalmente restringidos a la mama femenina<sup>2</sup>. Como consecuencia de la rareza de la enfermedad, hay un número muy limitado de pacientes disponibles para ser estudiados, y por ello la mayor parte de la información en la literatura, procede

de: estudios retrospectivos (a pequeña escala) y de la extrapolación de datos del cáncer de mama en la mujer<sup>3,4</sup>.

Los objetivos que nos propusimos a la hora de realizar este estudio fueron:

1. Conocer la epidemiología descriptiva del cáncer de mama masculino en hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Madrid.
2. Analizar las variables sobre cáncer de mama masculino recogidos en el Sistema de Intercambio de Datos de Cáncer de la Comunidad de Madrid (SIDC).
3. Analizar la supervivencia del cáncer de mama masculino mediante el método de Kaplan-Meier.

## SUJETOS Y MÉTODOS

Se estudiaron 51 pacientes varones diagnosticados de cáncer de mama en el periodo comprendido entre Enero de 2000 y Diciembre de 2007; población procedente de la Base de Datos del Registro Central de Tumores del Sistema de Intercambio de Datos de Cáncer (SIDC) de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM).

En todo el proceso del trabajo se han respetado las normas establecidas de confidencialidad vigentes en la legislación actual.

<sup>1</sup>Licenciada en Medicina.

<sup>2</sup>Doctora en Odontología.

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Complutense de Madrid. España.

<sup>3</sup>Cte. Médico. Unidad de Calidad y Medicina Preventiva del Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid. España.

**Dirección para correspondencia:** nattalya71@hotmail.com

Recibido: 6 de julio de 2009

Aceptado: 1 de marzo de 2010

Se estudiaron las variables proporcionadas por el SIDC, que recogían: datos del tumor, del diagnóstico y del tratamiento. Se crearon otras nuevas en función de las exigencias del análisis estadístico.

Los datos fueron analizados con el software estadístico del programa SPSS para Windows versión 15.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS).

Se realiza la descripción de nuestra población a través de las diferentes variables, mediante tablas y gráficas de frecuencias y porcentajes. Las relaciones entre las variables cualitativas, se analizaron mediante la Chi Cuadrado de Pearson. La significación se consideró a nivel de  $p < 0,05$ . La supervivencia se analizó mediante el método de Kaplan Meier o de estimación del producto límite.

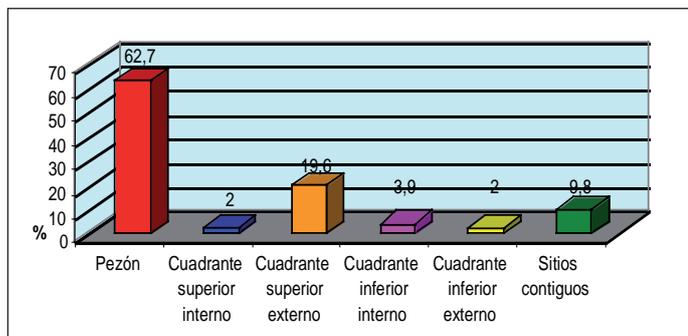
## RESULTADOS

Durante el tiempo de estudio (2000-2007) se ha observado un aumento en la incidencia. El 5,9% de los casos fueron diagnosticados entre 2000-2001, llegando hasta un 39,2% de los casos en el periodo 2006-2007.

La edad media al diagnóstico fue de 61 años (con una desviación típica de 14,386), siendo la mínima de 7 y la máxima de 82. En la distribución por grupos de edad, el grupo con mayor número de casos corresponde al grupo de 60-64 años (11 casos, 21,6% del total), seguido del grupo 65-69 (9 casos, 17,6% del total).

El carcinoma ductal infiltrante fue la histología más frecuentemente encontrada (84,3%), seguida del carcinoma papilar (5,9%). El carcinoma mucinoso y el ductal *in situ* representan un 3,9% respectivamente. Tan solo hubo un caso de carcinoma tubular.

El pezón fue la localización principal (62,7%), y el cuadrante superior externo el segundo en frecuencia (Fig. 1).



**Figura 1.** Distribución de los pacientes en función de la localización tumoral.

**Tabla 1.** Distribución de pacientes en función del número de ganglios afectados.

Afectación ganglionar	Nº pacientes	%
Ganglios positivos	22	43,1
Entre 1 y 3	14	63,6
Entre 4 y 9	4	18,2
10 o más	4	18,2
Ganglios negativos	19	37,3
Sin información	10	19,6

En cuanto al grado de diferenciación, se observó el grado G2 (moderadamente diferenciado) en el 39,2% de los casos, el 23,5% presentaron grado G3 (pobremente diferenciado) y un 21,6% G1 (bien diferenciado). Cabe destacar que en un 15,7% de los casos el grado de diferenciación no pudo ser precisado.

Respecto al tamaño patológico del tumor, es decir, el tamaño del mismo en la pieza quirúrgica, lo más frecuente fue T1 (<2 cm) (45%), seguido de T2 (2-5 cm) en casi un 30% de los casos.

La extensión tumoral (in situ, localizada, regional y diseminada) al diagnóstico, en los pacientes estudiados fue en el 41,2% de los casos extensión tumoral regional en el 37,3% extensión localizada y en un 5,9% un tumor diseminado. Se encontraron dos pacientes con carcinoma *in situ*. Si bien el concepto de cáncer, hace referencia aquellos tumores que invaden la membrana basal; hay que aclarar que en la mama y la vejiga, la IARC (Internacional Agency for Research on Cancer) incluye al carcinoma «*in situ*» como registro de cáncer<sup>5</sup>.

En relación con la afectación ganglionar, 19 pacientes presentaban axila libre en el momento del diagnóstico (37%), mientras que en 22 se encontró positividad ganglionar (43%). La afectación ganglionar queda especificada en la tabla 1.

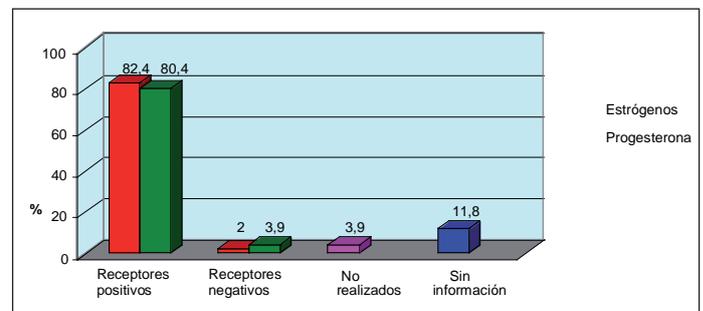
En lo que respecta a las metástasis a distancia, 45 casos no presentaban (88,2%), y sólo se evidenciaron en 3 ocasiones (5,9%). No hay información en otros 3 casos (5,9%).

Un total de 16 pacientes se correspondían con un estadio IIA (30%) de la AJCC (*American Joint Committee on Cancer*); se sigue en frecuencia del estadio I (22%). El Estadio IIIB supuso un 14%, el Estadio IIB un 12%, y el resto se observaron en menos de un 10%.

Cerca del 82% de los casos eran positivos para receptores estrógenos (42 pacientes), sólo en un paciente fueron negativos, y no se obtuvo información de 8 casos. Presentaron receptores de progesterona positivos 41 de los pacientes (80,4%), negativos 2 pacientes (3,9%) y sin información 8 (Fig. 2).

El número de alternativas terapéuticas recibidas por nuestra población llega hasta un máximo de cuatro. El 51% de los pacientes recibió tres tratamientos, el 23,5% dos, y el 17,6% cuatro; sólo recibió un tratamiento el 7,9%. Como primer escalón terapéutico se aplicó la cirugía en el 96% de los casos.

La asociación terapéutica más frecuente fue cirugía-quimioterapia-radioterapia que recibieron el 27,5% de los casos; seguida de cirugía-hormonoterapia (20%). Otras opciones terapéuticas no menos desdeñables en cuanto a su frecuencia fueron: sólo cirugía (16%), cirugía-quimioterapia (14%) y cirugía-quimioterapia-hormonoterapia (12%).



**Figura 2.** Distribución de pacientes en función de la positividad o negatividad para receptores hormonales.

La demora a la hora de iniciar la terapéutica, resultó ser inferior a 40 días (desde el momento del diagnóstico) en el 58,8%, mientras que el resto tuvo una demora superior.

Se analizó la posible asociación entre las distintas variables, y se obtuvieron resultados estadísticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) entre las variables que mostramos a continuación.

**Histología y extensión tumoral:** El 55,8% de los casos con carcinoma ductal infiltrante presentaron una localización regional mientras que en el resto de carcinomas invasivos fue la extensión localizada la más frecuente al diagnóstico (83,3%).

**Afectación ganglionar y localización tumoral:** Las dos localizaciones más frecuentes fueron pezón (62,7% de los pacientes) y cuadrante superior externo (19,6%). De los pacientes que presentaron localización en el pezón el 46,7% presentaron afectación ganglionar mientras que aquellos con localización en el cuadrante superior externo solo el 30% presentaron afectación ganglionar.

**Afectación ganglionar y lateralidad:** Se observa que los casos que presentaron un tumor originado en la mama izquierda tienen una mayor frecuencia de afectación ganglionar (56,5%) que los que presentaban un tumor en mama izquierda (34,6%).

**Tratamientos recibidos y afectación ganglionar:** La cirugía más hormonoterapia es un tratamiento que sólo reciben los pacientes sin afectación ganglionar, siendo en ellos el tratamiento más frecuente (36%). En los enfermos con afectación ganglionar el tratamiento más frecuentemente recibido es cirugía más quimioterapia más radioterapia; 42% de los casos cuando hay entre 1 y 3 ganglios afectados; 75% de los casos cuando tenemos entre 4 y 9 ganglios positivos y 50% cuando lo que hay son 10 o más ganglios positivos.

**Tratamientos recibidos y extensión tumoral:** Cuando la extensión tumoral era localizada (37,7%), el tratamiento más frecuentemente recibido fue cirugía más hormonoterapia (36,8%), seguido de lejos por cirugía más quimioterapia. En los pacientes con extensión tumoral regional (41,2%) el tratamiento más frecuente fue la cirugía más quimioterapia más radioterapia recibida en el 52,4% de los casos. La mitad de los pacientes con enfermedad diseminada (5,9%), fueron tratados solo con quimioterapia (régimen terapéutico empleado exclusivamente en esta circunstancia).

**Tratamientos recibidos y receptores hormonales:** En los pacientes con receptores hormonales positivos, destacan dos tipos de tratamientos: cirugía más quimioterapia más radioterapia (30%), seguido de cirugía más hormonoterapia (23%). La hormonoterapia se empleó en el 38% de los pacientes con receptores hormonales positivos.

**Tratamientos recibidos y localización tumoral:** La alternativa terapéutica más frecuentemente empleada en la enfermedad localizada en el pezón es cirugía más quimioterapia más radioterapia (28%), seguida de cirugía más hormonoterapia (21%), cirugía más quimioterapia más hormonoterapia (18%) y sólo cirugía (15%). El resto de tratamientos se emplearon en muy pocos casos. La siguiente localización en frecuencia es el cuadrante superior externo, donde el 40% de los pacientes fueron tratados con cirugía más quimioterapia. El resto de localizaciones se observaron en muy pocos casos y en consecuencia la frecuencia de tratamientos recibidos resultó poco valorable.

**Tratamientos recibidos y lateralidad:** Cuando el tumor es de origen derecho, lo más frecuente es que los pacientes reciban cirugía más hormonoterapia (30%), seguido en número de casos por cirugía más quimioterapia más radioterapia (23%). Si el tumor es

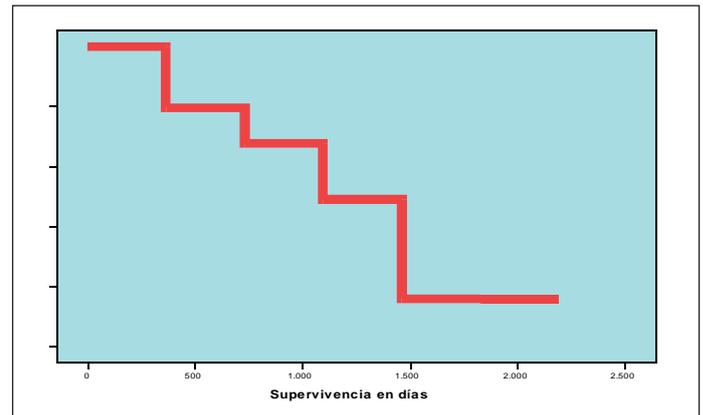


Figura 3. Supervivencia global.

izquierdo, los tratamientos más empleados son: cirugía más quimioterapia más radioterapia (34%), sólo cirugía (21%) y cirugía más quimioterapia (17%).

Durante los 8 años que duró el seguimiento (Enero de 2000-Diciembre de 2007) hubo un total de 6 muertes conocidas. De ellas, 4 se produjeron claramente por progresión del tumor, mientras que las 2 restantes obedecen a otras causas. La supervivencia global acumulada al año ha sido del 90% y a los cinco años del 58% (Fig. 3).

## DISCUSIÓN

Se observa, como en la mayor parte de las series, una tendencia al alza en la frecuencia de aparición de nuevos casos<sup>6-8</sup>. El aumento de la incidencia del CMV, podría ser resultado de la mayor longevidad de la población<sup>9</sup>, así como de la mayor incidencia de esta enfermedad con la edad. Tampoco hemos de olvidar, que determinados factores considerados potencialmente de riesgo para el desarrollo de esta neoplasia, son más frecuentes en nuestros días; tales como: la obesidad, el consumo de alcohol, la exposición a radiaciones,...<sup>10</sup> A pesar de que lo más comúnmente aceptado es un aumento en el número de casos de CMV, hay que tener presente que esta neoplasia es 100 veces más común entre las mujeres, siendo un problema de salud muy importante<sup>8</sup>. En nuestro estudio no hemos podido analizar los posibles factores de riesgos del CMV de los sujetos estudiados ya que en la Base de Datos del Registro Central de Tumores del Sistema de Intercambio de Datos de Cáncer (SIDC) de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) no recoge estas variables.

La edad media al diagnóstico fue de 61 años ( $\pm 14$ ), no obstante, nuestra edad media es inferior a la encontrada por otros autores, que la sitúan alrededor de los 65-68 años<sup>3,11-13</sup>. La edad es aún mayor si valoramos los registros de incidencia de CMV de España según la IARC (*International Agency for Research on Cancer*): el pico máximo se alcanza a los 70 años (5,3 casos por cada 100.000 habitantes), y el rango de mayor incidencia de esta enfermedad está entre los 65 y 85 años<sup>5</sup>.

Tanto en la bibliografía como en los pacientes estudiados, el tumor que se detecta es un carcinoma ductal infiltrante<sup>3,11,13,14</sup>, localizado en la mayor parte de los casos en el pezón<sup>9,15,16</sup>. El carcinoma ductal infiltrante es también el subtipo histológico más observado en las mujeres<sup>3,13,17</sup>; sin embargo, llama la atención que en ellas la localización más frecuente es el cuadrante superior externo<sup>4,17-19</sup>. Muy probablemente esta discordancia sea debida al diferente desarrollo

mamario puberal en ambos sexos como consecuencia de la influencia hormonal. La mama masculina queda como una glándula rudimentaria que no llega a desarrollar la unidad ducto-lobulillar terminal. Así, el tejido mamario masculino se caracteriza por una gran capa de grasa subcutánea y un remanente subareolar de tejido ductal<sup>20</sup>.

El tamaño del tumor fue inferior a 2cm (T1) casi en la mitad de los pacientes, lo que coincide con las series consultadas, en las que T1 y T2 son lo más frecuentemente encontrado<sup>21,22</sup>.

La afectación regional y localizada son las formas de extensión tumoral mayoritarias en el momento del diagnóstico, tanto en nuestra muestra como en la literatura, ocurriendo la afectación a distancia en una minoría de pacientes<sup>15,21,23</sup>. El estadio tumoral más repetido fue el IIA seguido del I. En la bibliografía los datos son dispares, no obstante, nuestros resultados coinciden con los de buena parte de las series<sup>9,24,25</sup>.

En general se acepta que la afectación en el momento del diagnóstico es más avanzada en los varones que en las mujeres. Los hombres suelen diagnosticarse en un estadio más adelantado de la enfermedad, y tienen dos veces más riesgo que las mujeres de que exista afectación regional<sup>3,8,9,11,24,26</sup>. El origen de este retraso diagnóstico puede ser resultado de la confluencia de varios factores:

- Ausencia de criterios de screening en el sexo masculino<sup>7,11,27</sup>.
- Se ha visto que muchos de los pacientes afectados de cáncer de mama no sabían que esta enfermedad podía afectar también a los varones, lo que hace que no consulten ante la aparición de los primeros síntomas<sup>7,24</sup>.
- Suelen tener ciertas reticencias a la hora de consultar. Las causas pueden ir desde problemas de tiempo por motivos laborales o falta de acceso al sistema sanitario (propio de EEUU), hasta prejuicios absurdos que hacen que el paciente no acuda a su médico. Algunos hombres ven «amenazada» su masculinidad al pensar que padecen una enfermedad que ellos consideran «de mujeres»<sup>7</sup>.

Los receptores hormonales (estrogénicos y de progesterona) resultaron positivos en más de un 80% de los casos, lo que está dentro del rango encontrado por la mayoría de los autores, pero sin embargo, supone un 15% más que lo observado en el cáncer de mama femenino<sup>10,11,28,29</sup>.

La cirugía fue el primer tratamiento recibido en el 96% de los casos. Las terapias multidisciplinarias son las encargadas de abordar a la gran mayoría de los pacientes con cáncer de mama (aproximadamente el 80%). En primer lugar cirugía, quimioterapia y radioterapia; seguido de cirugía más hormonoterapia. Llama la atención que a pesar de que el 80% de los pacientes presentaban receptores hormonales positivos, tan sólo el 38% recibió hormonoterapia.

El estudio de nuestra población ha mostrado que la extensión localizada y regional, así como la localización en el pezón, reciben un mayor número de tratamientos; probablemente, porque al ser los grupos mayoritarios, concentran la mayor parte de las alternativas terapéuticas disponibles. Lo cierto es, que en realidad, los tratamientos recibidos, dependen de factores como la afectación ganglionar, las metástasis, los receptores hormonales,... y no tanto de la localización tumoral<sup>11,15</sup>. Cuando no hay ganglios afectados ni metástasis a distancia, tiende a no usarse la quimioterapia, y los que la reciben deben ser aquellos con receptores hormonales negativos<sup>15,30</sup>. Es curioso el hecho de haber obtenido diferencias estadísticamente significativas respecto a la lateralidad y el tratamiento recibido, encontrando que la quimioterapia tiende a usarse cuando el tumor es de origen izquierdo y no cuando es derecho. No parece haber justificación a este hallazgo salvo que existan otros factores asociados,

como es el hecho de que el origen izquierdo del tumor tenga con más frecuencia ganglios positivos, para lo que no hemos encontrado hasta el momento explicación biológicamente plausible. A pesar de que la terapéutica aplicada en cada uno de los pacientes con metástasis fue diferente, se ha de destacar, el empleo de tratamientos que no son aceptables cuando existen posibilidades de curación, como es el empleo de quimioterapia paliativa<sup>11,15</sup>.

En general, nuestros datos se ajustan a las recomendaciones halladas en la bibliografía; sin embargo, éstas no son específicas para el cáncer de mama en el varón, sino que todas ellas proceden del amplio estudio del cáncer femenino y por tanto, el tratamiento de ambos es perfectamente equiparable<sup>24,31</sup>.

Aunque más de la mitad de los pacientes se tratan después de 40 días una vez hecho el diagnóstico, no son datos descabellados, contando con que en la literatura se habla de una demora media de 42 semanas, siendo este tiempo la mitad para las mujeres<sup>32</sup>.

La supervivencia global acumulada obtenida fue del 58%. La supervivencia se mantuvo estable desde el cuarto año hasta el final del estudio, no produciéndose ningún óbito en todo ese tiempo. Los resultados de las distintas series son bastante variables, lo que puede deberse a que la mayor parte de los estudios cuentan, en el mejor de los casos, con no más de 70 pacientes. Los estudios más pesimistas, recogen supervivencias similares a la observada en nuestra muestra: 59% a los 5 años del diagnóstico y del 34% a los 10 años<sup>33</sup>. Otros estudios hallan supervivencias del 86% o incluso del 90% a los 5 años y del 76% a los 10<sup>34,35</sup>.

## CONCLUSIONES

Se observa una tendencia al alza en la frecuencia de aparición de casos nuevos de cáncer de mama masculino.

La edad media al diagnóstico es de 61 años ( $\pm 14$ ).

El tipo histológico más frecuente es el carcinoma ductal infiltrante, con grado G2 de diferenciación y receptores hormonales positivos por encima del 80%.

La localización principal es el pezón, con origen preferente en la mama derecha.

El tamaño tumoral es inferior a 2 cm (T1) prácticamente en la mitad de los casos. Al diagnóstico, el 43,1% presenta afectación ganglionar y los casos de metástasis casi inexistentes. El estadio tumoral más frecuente es el IIA.

En el 96% de los casos la cirugía es el primer tratamiento recibido, prefiriendo terapias multidisciplinarias en la mayor parte de los pacientes. Como primera alternativa: cirugía, quimioterapia y radioterapia; y como segunda: cirugía más hormonoterapia. Cuando no hay ganglios afectados ni metástasis a distancia, tiende a no usarse quimioterapia.

El 58,8% de los pacientes fueron tratados después de 40 días desde el momento del diagnóstico.

La supervivencia en nuestro estudio al año fue 90% y a los cinco años del 58%.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Weiss JR, Moysich KB, Swede H. Epidemiology of male breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14: 20-26.
2. Stang A, Thomssen C. Decline in breast cancer incidence in the United States: what about male breast cancer? *Breast Cancer Res Treat* 2008; 112: 595-596.

## Características del cáncer de mama masculino en hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Madrid

- Park S, Kim JH, Koo J, Park BW, Lee KS. Clinicopathological characteristics of male breast cancer. *Yonsei Med J* 2008; 49: 978-986.
- Contractor KB, Kaur K, Rodriguez GS, Kulkarni DM, Singhal H. Male breast cancer: is the scenario changing? *World J Surg Oncol* 2008; 6: 58.
- International Agency for Research on Cancer. [www.IARC.fr](http://www.IARC.fr)
- Crew KD, Neugut AI, Wang X, Jacobson JS, Grann VR, Raptis G, et al. Racial disparities in treatment and survival of male breast cancer. *J Clin Oncol* 2007; 25: 1089-1098.
- Culell P, Solernou L, Tarazona J, Roma J, Martí E, Miguel A, et al. Male breast cancer: a multicentric study. *Breast J* 2007; 13: 213-215
- Robinson JD, Metoyer KP Jr, Bhayani N. Breast cancer in men: a need for psychological intervention. *J Clin Psychol Med Settings* 2008; 15: 134-139.
- Fentiman IS, Fourquet A, Hortobagyi GN. Male breast cancer. *Lancet* 2006; 367: 595-604.
- Speirs V, Shaaban AM. The rising incidence of male breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 2008; 115: 429-430.
- Giordano SH, Buzdar AU, Hortobagyi GN. Breast cancer in men. *Ann Intern Med* 2002; 137: 678-687.
- Estala SM. Proposed screening recommendations for male breast cancer. *Nurse Pract* 2006; 31: 62-63.
- Hill TD, Khamis HJ, Tyczynski JE, Berkel HJ. Comparison of male and female breast cancer incidence trends, tumor characteristics, and survival. *Ann Epidemiol* 2005; 15: 773-780.
- Tan PH, Lui WO, Ong P, Lau LC, Tao M, Chong YY. Cytogenetic analysis of invasive breast cancer: a study of 27 asian patients. *Cancer Genet Cytogenet* 2000; 121: 61-66.
- Ottini L, Rizzolo P, Zanna I, Falchetti M, Masala G, Ceccarelli K, et al. Diagnosis and management of male breast cancer. *World J Surg* 2008; 32: 2471-2476.
- Simmons RM. Male ductal carcinoma in situ presenting as bloody nipple discharge: a case report and literature review. *Breast J* 2002; 8: 112-114.
- García Rosado MV. Epidemiología del cáncer de mama en los Hospitales Públicos de la Comunidad de Madrid; análisis de supervivencia [Tesis Doctoral]. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid; 2008.
- Vidart JA, Jimeno JM. Ginecología. Madrid: Ediciones Luzán SA, 1996: 489-503.
- Marchal F, Salou M, Marchal C, Lesur A, Desandes E. Men with breast cancer have same disease-specific and event-free survival as women. *Ann Surg Oncol* 2009; 16: 972-978.
- Chen L, Chantra PK, Larsen LH, Barton P, Rohitopakarn M, Zhu EQ, et al. Imaging characteristics of malignant lesions of the male breast. *Radiographics* 2006; 26: 993-1006.
- El-Tamer MB, Komenaka IK, Troxel A, Li H, Joseph KA, Ditkoff BA, et al. Men with breast cancer have better disease-specific survival than women. *Arch Surg* 2004; 139: 1079-1082.
- Temmin L, Luqmani YA, Jarallah M, Juma I, Mathew M. Evaluation of prognostic factors in male breast cancer. *Breast* 2001; 10: 166-175.
- Ioka A, Tsukuma H, Ajiki W, Oshima A. Survival of Male Breast Cancer Patients: A population-Based Study in Osaka, Japan. *Jpn J Clin Oncol* 2006; 36: 699-703.
- Pant K, Dutta U. Understanding and management of male breast cancer: a critical review. *Med Oncol* 2008; 25: 294-298.
- Gentilini O, Chagas E, Zurrada S, Intra M. Sentinel lymph node biopsy in male patients with breast cancer. *Oncologist* 2007; 12:512-515.
- Yildirim E, Berberoglu U. Male Breast Cancer: a 22-year experience. *Eur J Surg Oncol* 1998; 24: 548-552.
- Flynn LW, Park J, Patil SM, Cody HS 3rd, Port ER. Sentinel lymph node biopsy is successful and accurate in male breast carcinoma. *J Am Coll Surg* 2008; 206: 616-621.
- Murphy CE, Carder PJ, Lansdown MRJ, Speirs V. Steroid hormone receptor expression in male breast cancer. *Eur J Surg Oncol* 2006; 32: 44-47.
- Olsson H. Estrogen receptor in malignant breast tumors in men- a review. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2000; 5: 283-287.
- Agrawal A, Ayantunde A, Rampaul R, Robertson JFR. Male breast cancer: a review of clinical management. *Breast Cancer Res Treat* 2007; 103: 11-21.
- Czene K, Bergqvist J, Hall P, Bergh J. How to treat male breast cancer. *Breast* 2007; 16: 147-154.
- Prechtel K, Prechtel V. Breast carcinoma in the man. Current results from the viewpoint of clinical and pathology. *Pathologie* 1997; 18: 45-52.
- Marchal F, Salou M, Marchal C, Lesur A, Desandes E. Men with breast cancer have same disease-specific and event-free survival as women. *Ann Surg Oncol* . 2009.
- Park S, Kim JH, Koo J, Park BW, Lee KS. Clinicopathological characteristics of male breast cancer. *Yonsei Med J* 49, 978-986. 2008.
- Czene K, Bergqvist J, Hall P, Bergh J. How to treat male breast cancer. *Breast* 16, 147-154. 2007.

## Tuberculoma cerebral en un niño

Marco Hernández M<sup>1</sup>, Molina Foncea AF<sup>2</sup>, Casado Gómez J<sup>3</sup>, Bárcena Orbe A<sup>3</sup>, Méndez Fernández MJ<sup>4</sup>,  
Hernández Sánchez G<sup>5</sup>, Domínguez Salgado M<sup>6</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 102-105; ISSN: 1887-8571*

### RESUMEN

Presentamos el caso de un niño con un tuberculoma cerebral, el primer caso diagnosticado en nuestro hospital. Un diagnóstico, infrecuente en nuestro medio, que debemos tener en mente. La ausencia de una clínica e imágenes específicas hacen difícil establecer el diagnóstico, especialmente en ausencia de lesiones extracraniales y de datos histológicos.

**PALABRAS CLAVE:** Tuberculoma, Cerebral, Niño, Pediatría.

### Cerebral Tuberculoma in one child

#### SUMMARY

The case of a child with a cerebral tuberculoma, the first one diagnosed in our hospital, is presented. This diagnosis, infrequent in our environment, should be kept in mind. The absence of specific symptoms and images makes the diagnosis difficult, especially without extracranial lesions and histological data.

**KEYWORDS:** Tuberculoma, Cerebral, Child, Pediatrics.

### INTRODUCCIÓN

El tuberculoma es una manifestación de la tuberculosis del sistema nervioso central, que suele producir signos clínicos de tumor encefálico. Los tuberculomas son responsables de hasta el 40% de los «tumores» encefálicos en algunas áreas del mundo<sup>1</sup>, otros autores refieren una incidencia menor del 5 al 30%; sin embargo, resultan raros en nuestro medio. En adultos suelen tener una localización supratentorial y en niños infratentorial, en la base del encéfalo, cerca del cerebelo. Las lesiones suelen ser únicas, aunque a veces se encuentran varias. Los síntomas más frecuentes consisten en cefaleas, fiebre y convulsiones<sup>1</sup>. El tuberculoma se presenta posteriormente a la primoinfección tuberculosa y puede acompañarse o no de fiebre. Por lo general la prueba cutánea con tuberculina es positiva, pero la radiografía de tórax se suele mantener normal. Con frecuencia se realiza la escisión quirúrgica para diferenciar entre tuberculomas y otras masas encefálicas, aunque la mayoría de los tuberculomas se resuelven con tratamiento médico. Durante las primeras semanas o en el periodo postoperatorio inmediato se suelen administrar corticoides para disminuir el edema cerebral. Los tuberculomas, en la TC y RMN del encéfalo (ver Tabla 1 para listado de abreviaturas), suelen aparecer como lesiones bien delimitadas, rodeadas por una cantidad significativa de edema. El refuerzo por el medio de contraste es con frecuencia muy intenso y puede dar a la lesión un aspecto con forma de anillo<sup>1</sup>.

### CASO CLÍNICO

Se trata de un niño de 14 años estudiado en Mauritania por hipertensión intracraneal. En mayo de 2008, comenzó con cefaleas de acentuación progresiva, asociadas con vómitos y diplopia. El examen neurológico que le realizaron fue normal, y en el fondo de ojo observaron un edema de papila bilateral. La TC y la RMN cerebrales, realizadas en julio de 2008, mostraron una lesión isointensa, rodeada de edema, comprimiendo el seno sigmoideo izquierdo. En Mauritania, le administraron corticosteroides hasta experimentar una regresión progresiva de los síntomas, se desconoce la dosis y la duración exactas del tratamiento. Posteriormente al tratamiento con esteroides fue enviado para estudio a Marruecos en agosto de 2008, al continuar con cefaleas y vómitos que interferían la alimentación y los periodos de sueño del paciente, aunque no se llegó a un diagnóstico definitivo. En diciembre de 2009 fue evacuado con carácter urgente a nuestro hospital para estudio y tratamiento en neurocirugía, previa consulta por telemedicina.

En los antecedentes personales a reseñar que no fue vacunado con BCG, ni había recibido profilaxis con isoniacida por contacto familiar con paciente tuberculoso. En los antecedentes familiares, una hermana padeció tuberculosis un año antes; al padre se le hace Mantoux durante su ingreso que resultó negativo.

**Tabla 1.** Abreviaturas

BAAR	Bacilo Acido Alcohol Resistente
BCG	Bacilo Calmette Werin
IFN- $\gamma$	Interferón gamma
LCR	Líquido cefalorraquídeo
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa
P3	Percentil 3
RMN	Resonancia nuclear magnética
TC	Tomografía computarizada

<sup>1</sup> Tcol. Médico. Servicio de Pediatría.

<sup>2</sup> Cte. Médico. Servicio de Neurocirugía

<sup>3</sup> Col Médico. Servicio de Neurocirugía

<sup>4</sup> Licenciada en Farmacia. Servicio de Farmacia Hospitalaria

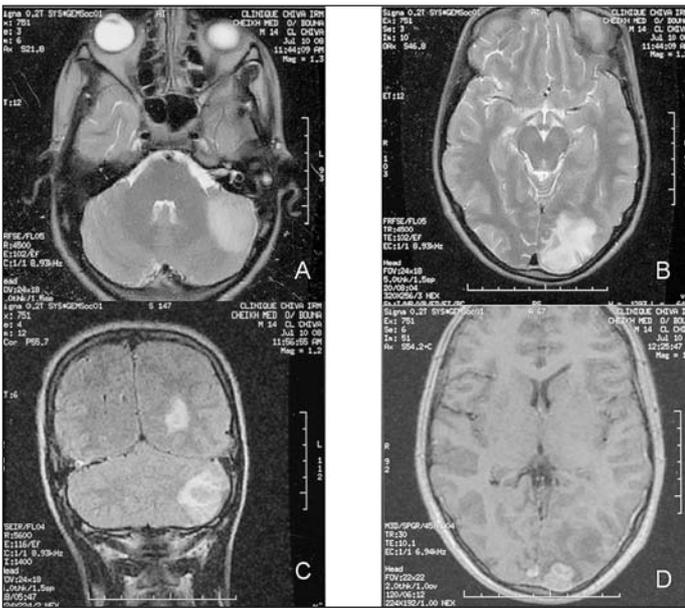
<sup>5</sup> Tcol. Médico. Servicio de Radiología

<sup>6</sup> Médico Especialista en Neurología. Servicio de Neurología Hospital Central de la Defensa «Gómez Ulla». España.

**Dirección para correspondencia:** Dr. Manrique Marco Hernández. Hospital Gómez Ulla. Servicio de Pediatría. Glorieta del Ejército s/n. 28047 Madrid. Email: mmarhe1@oc.mde.es

Recibido: 16 de junio de 2009

Aceptado: 20 de enero de 2010



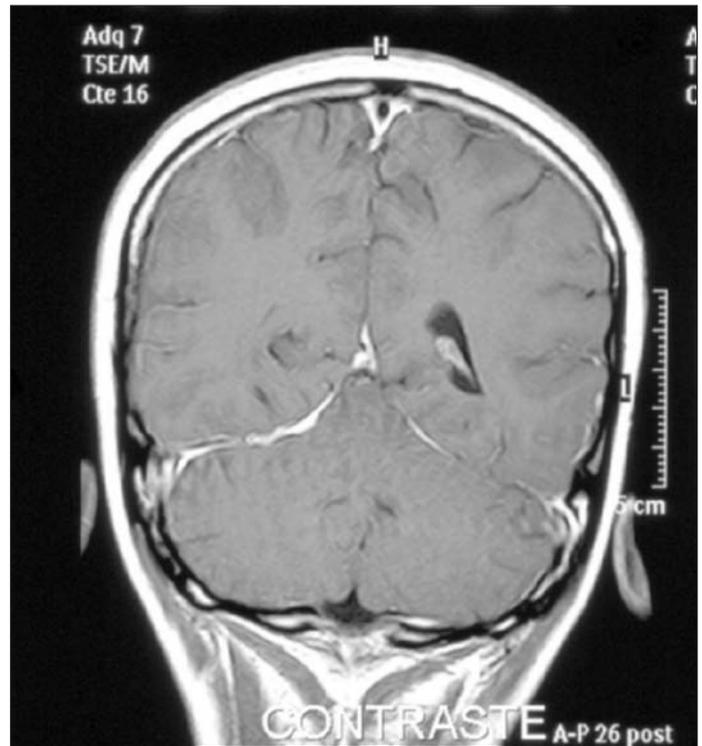
**Figura 1.** A y B: Cortes axiales T2. C: Cortes coronales FLAIR. D: Cortes axiales T1 tras la administración de agente de contraste. Lesión extraaxial occipital izquierda, con realce tras la administración de agente de contraste y edema vasogénico en hemisferio cerebeloso y lóbulo occipital izquierdos.

En la exploración clínica señalar un peso de 35,7 kg (<P3), y una talla de 147,4 cm (<P3). Facies de dolor, adenopatía subángulo mandibular derecha, inflamada y dolorosa de 1 cm de diámetro, garganta hiperémica. Reflejos osteotendinosos levemente exaltados, con un test de Romberg levemente positivo.

Pruebas complementarias: a) Hemograma: Hb:11,7 g/dl; VCM: 73fl, leucocitos 16.540/ $\mu$ l, con neutrofilia; VSG de 105 mm/h; b) Bioquímica normal; c) Mantoux: positivo (18 mm); Estudio de esputo: BAAR y cultivo de Lowenstein negativos; d) Radiografía de tórax normal; e) TC toracoabdominal: normal; f) RMN craneal con contraste: Realce de la duramadre, sin evidencia de lesiones nodulares. Probable meningitis granulomatosa (Figs. 1 y 2); g) Estudio de LCR: Bioquímica: glucosa 54 mg/dl, proteínas 19,3 mg/dl; células 3 hematías/ $\text{mm}^3$ ; Pandy negativo. Tinción de B.A.A.R.: negativo. PCR a tuberculosis y cultivo en medio de Löwenstein negativo. Estudio de sífilis negativo; h) Estudio de médula ósea, sangre periférica, e inmunológico: normal i) Biopsia de duramadre: No alteraciones macroscópicas reseñables. Estudio microscópico: placa fibrosa, engrosada, bien vascularizada. No granulomas, ni células gigantes. No focos de necrosis. No infiltrados inflamatorios ni neoplásicos.

Durante su ingreso, la adenopatía subángulo mandibular desaparece, planteándose un diagnóstico diferencial entre las causas de meningitis granulomatosa (sarcoidosis, linfoma, infecciones fúngicas, tuberculosis, sífilis, vasculitis). Se considera necesario tomar una biopsia de la duramadre y el niño es intervenido; constatándose la hipertensión intracraneal (que precisa manitol y dexametasona) y herniación de la corteza cerebral. En el estudio anatomopatológico de la biopsia no se observaron granulomas, ni infiltrados inflamatorios de ningún tipo.

Antes de la intervención quirúrgica, considerando el antecedente de tuberculosis de una hermana, en el año previo al inicio del cuadro clínico del paciente, el no haber recibido quimioprofilaxis con isoniazida, el cuadro de hipertensión intracraneal, el test de Mantoux



**Figura 2.** Corte coronal en T1 tras la administración de agente de contraste. Engrosamiento y realce de la meninge, más evidente en vertiente derecha del tentorio.

positivo, y el lugar de origen, se hizo el diagnóstico de tuberculoma en el sistema nervioso central y se inició el tratamiento con cuatro drogas antituberculosas (isoniacida, rifampicina, etambutol y pirazinamida). Los primeros días presentó intolerancia medicamentosa que mejoró con la administración de un inhibidor de la bomba de protones; la cefalea se trató con metamizol e ibuprofeno, disminuyendo su intensidad y frecuencia. El paciente experimentó una mejoría a los pocos días de tratamiento antituberculoso, mejorando su estado general, estado de ánimo y con un test de Romberg negativo en la exploración neurológica. Al alta, se prescribe continuar con el tratamiento tuberculoestático señalado con anterioridad hasta completar los dos primeros meses, continuando con isoniazida y rifampicina durante diez meses más.

## DISCUSIÓN

El diagnóstico de tuberculosis en niños está basado en el antecedente de contacto con paciente tuberculoso (habitualmente un adulto bacilífero), la exploración clínica, la radiografía de tórax y el test de Mantoux. El diagnóstico microbiológico, en caso de tuberculosis pulmonar, se realiza con estudios de tres muestras de jugo gástrico, tomadas en ayunas; cultivo de jugo gástrico en medio de Löwenstein y tinción para BAAR en dicho jugo gástrico; en caso de tuberculosis con derrame pleural se estudia el líquido pleural; en la meningitis tuberculosa y granuloma cerebral, el LCR; en la tuberculosis osteoarticular se estudia microbiológicamente la biopsia y el líquido sinovial en busca del bacilo de Koch. En todas estas muestras, es posible realizar PCR a tuberculosis. La anatomía patológica permite observar granulomas tuberculosos. En nuestro caso, hay

un antecedente tuberculoso (la hermana), la clínica de hipertensión intracraneal con papiledema es compatible con un tuberculoma, la radiografía es normal (el foco pulmonar se ha resuelto espontáneamente en el momento de la aparición de los primeros síntomas) y el test de Mantoux es positivo. No pudimos obtener un diagnóstico microbiológico, los estudios de LCR, incluida la PCR a *Mycobacterium tuberculosis*, fueron negativos, porque estando la infección dentro del parénquima cerebral, el LCR es normal. La biopsia de duramadre se tomó en la zona frontoparietal derecha, distante de las lesiones, y fue inespecífica. Sin embargo, no existiendo otra patología (linfoma, sarcoidosis, micosis), los otros supuestos que se cumplen son suficientes para apoyar el diagnóstico.

La confirmación más específica de la tuberculosis es el aislamiento de *Mycobacterium tuberculosis*. A pesar de todo, incluso en condiciones óptimas, tres aspirados gástricos matinales consecutivos proporcionan microorganismos identificables en <50% de los casos, en caso de tuberculosis pulmonar. Los cultivos negativos nunca excluyen el diagnóstico de tuberculosis en un niño. En la mayoría de los niños, la presencia de una prueba cutánea con tuberculina positiva, una radiografía anormal compatible con tuberculosis y antecedentes de contacto con un adulto diagnosticado de tuberculosis contagiosa constituyen pruebas adecuadas de la presencia de enfermedad. En nuestro caso, al ser la radiografía de tórax normal, se dedujo de forma errónea en su país que no padecía tuberculosis sin, ni siquiera, realizar un test de Mantoux, el error se propagó incluso durante la videoconferencia que se realizó antes de su evacuación, y durante las primeras semanas de su ingreso, descartándose en un principio que fuese una tuberculosis la causa de su enfermedad.

El aislamiento de la cepa, tiene mucho interés, por permitir realizar un antibiograma de dicha cepa y escoger el régimen terapéutico del niño. No disponiendo de estos datos se inició el tratamiento con isoniácida, rifampicina, etambutol y pirazinamida, durante dos meses, y posteriormente isoniácida y rifampicina durante diez meses más. La «Academia Americana de Pediatría» y los «Centros para Control y Prevención de Enfermedades» recomiendan en la actualidad tratar la infección tuberculosa en el sistema nervioso central durante 9-12 meses, comenzando con 4 fármacos como prevención a la posible resistencia a los medicamentos<sup>2</sup>.

Se piensa que la afectación tuberculosa cerebral se inicia como en otras localizaciones tuberculosas, con la inhalación de las pequeñas gotas en forma de aerosol, que contienen los bacilos tuberculosos en escaso número. Éstos alcanzan los alvéolos, donde se multiplican en los espacios alveolares o en los macrófagos tanto locales como circulantes. Durante las primeras 3 semanas no se produce ninguna respuesta inmunitaria, los bacilos tuberculosos se diseminan por vía hematogena a diferentes sitios extrapulmonares, incluyendo el sistema nervioso<sup>3</sup>. A continuación de la infección se produce una respuesta inmunitaria de tipo celular y los bacilos que se encuentran en el interior de los macrófagos activados pueden ser eliminados. Los tuberculomas, células mononucleares que rodean un centro de necrosis caseosa, se forman tanto en los pulmones como en otras localizaciones. La suerte de estos tuberculomas y el posterior curso de la infección van a depender tanto de la capacidad inmunológica del huésped como de factores genéticos no bien conocidos. Si no se produce una respuesta inmunitaria celular eficaz, los tuberculomas siguen creciendo, multiplicándose en su interior los bacilos, el centro de necrosis caseosa aumenta hasta romperse y abrirse al exterior, con lo que los bacilos irrumpen en los tejidos vecinos. La

infección tuberculosa del sistema nervioso se produce en dos etapas. En la etapa de micobacteriemia precoz se forman unas pequeñas lesiones denominadas focos de Rich. Estas lesiones se localizan en la superficie subpial o subependimaria del cerebro o la médula, y pueden desarrollar la infección años después de su formación. Según la localización donde se rompan, se producirán los diferentes cuadros clínicos. Si se abre al espacio subaracnoideo o en el tercer ventrículo, se produce meningitis, pero si afecta al tejido cerebral, la infección se puede manifestar como absceso o tuberculoma<sup>4,5</sup>.

La formación de tuberculomas se debe a una reacción producida por *Mycobacterium tuberculosis* en el parénquima cerebral consistente en la aparición de linfocitos, células de Langhans, polimorfonucleares y células epitelioides. Los tuberculomas presentan habitualmente una zona central de necrosis caseosa rodeada por la reacción granulomatosa. Contienen un escaso número de bacilos, lo que explica la alta proporción de cultivos negativos en medios específicos<sup>6</sup>.

En nuestro caso, al estar localizada la infección dentro del tejido nervioso, se justifica que los análisis del LCR, bioquímica, tinción para BAAR, cultivo en medio de Löwenstein y PCR para *Mycobacterium tuberculosis* fueran negativos. Se realizó una amplia batería de pruebas complementarias al no incluir en principio esta posibilidad diagnóstica, y posteriormente para realizar un diagnóstico diferencial.

La evolución de los tuberculomas cerebrales depende del estado inmunitario del huésped, de la virulencia del germen y de la rapidez con la que se instaure el tratamiento. Los niveles de citocinas, tales como IFN- $\gamma$  y el factor de necrosis tumoral se han encontrado aumentados en el líquido cefalorraquídeo de pacientes que desarrollan tuberculoma intracraneal durante la terapia antituberculosa. Sin embargo, en otros pacientes a pesar de unos niveles bajos de IFN- $\gamma$  se ha observado desarrollo de tuberculomas durante la terapia específica. Los pacientes que presentan tuberculoma con niveles de IFN- $\gamma$  bajo, antes de iniciar la terapia específica, se atribuyen a la persistencia de la respuesta inflamatoria<sup>7</sup>.

Los tuberculomas cerebrales, de forma excepcional pueden aumentar su tamaño a pesar de haberse establecido un régimen terapéutico adecuado. Este hecho suele aparecer tras los primeros 3 meses de la instauración de régimen antituberculoso y habitualmente se acompaña de empeoramiento clínico. El aumento radiológico de las lesiones radiológicas coincidiendo con el inicio del tratamiento<sup>8</sup>, puede tener una base inmunológica compleja basada en la supresión inmunológica celular del huésped y en la liberación local de sustancias inmunodepresoras (prostaglandinas E<sub>2</sub>, e interleucina 1), mediadas por el propio bacilo tuberculoso<sup>8</sup>. Una vez recuperada la respuesta inmunitaria celular se produce una acumulación de linfocitos y macrófagos en el lugar donde se encuentran los bacilos, que puede expresarse radiológicamente como un aumento en el tamaño de las lesiones<sup>9</sup>.

Menos del 50% de los pacientes con tuberculomas tienen antecedente de tuberculosis conocido y las manifestaciones clínicas pulmonares son sutiles o ausentes<sup>9</sup>. Esto tiende a desviar el diagnóstico, como sucedió en este caso, porque no había otra manifestación de tuberculosis. La radiografía de tórax carece de datos de tuberculosis pulmonar en el 20% a 70% de los casos<sup>10</sup>. La composición del líquido cefalorraquídeo en los tuberculomas sin meningitis es normal, como en este caso. Los análisis bacteriológicos usualmente son negativos. Por lo tanto, el diagnóstico se basa en los hallazgos neuro-

## Tuberculoma cerebral en un niño

radiológicos, en la histopatología y en la respuesta al tratamiento, comprendiendo el diagnóstico diferencial neoplasias primarias o metastásicas, sarcoidosis, neurocisticercosis y toxoplasmosis<sup>10</sup>.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Muñoz F, Starke JR. Tuberculosis. En Behrman RE, Kliegman RM, Jonson HB, Nelson (eds). Tratado de Pediatría. 17ª edición. Eselvier, Madrid, 2006: 958-972.
2. Starke JR. Tuberculosis. En Krugman Enfermedades Infecciosas Pediátricas, Katz SL, Gershon AA, Hotez PJ (Eds.). Ediciones Harcourt España, S.A., Madrid 1999.
3. Jordán Jiménez A, Tagarro García A, Baquero Artigao F, del Castillo Martín F, Borque Andrés C, Romero MP, García Miguel MJ. Meningitis tuberculosa: revisión de 27 años. *An Pediatr (Barc)*. 2005 Mar;62(3):215-20.
4. Katti MK. Patogenesis, diagnosis, treatment, and outcome aspects of cerebral tuberculosis. *Med Sci Monit*. 2004;10:RA215-9.
5. Alkhani A, Al-Otaibi F, Cupler EJ, Lach B. Miliary tuberculomas of the brain: case report. *Clin Neurol Neurosurg*. 2006 Jun;108(4):411-4.
6. Velásquez González G, Lara Torres H, Reséndiz Morán M, Aguirre Quezada D, Chávez Macías L, Olvera Rabiela JE. Tuberculosas encefálicas, informe de 31 casos en 33 años de autopsias del Hospital General de México. *Patología* 2008;46(1):13-19.
7. Mansour AM, Frenck RW Jr, Darville T, Nakhla IA, Wierzba TF, Sultan Y, Bas-siouny MI, McCarthy K, Jacobs RF. Relationship between intracranial granulomas and cerebrospinal fluid levels of gamma interferon and interleukin-10 in patients with tuberculous meningitis. *Clin Diagn Lab Immunol*. 2005 Feb;12(2):363-5.
8. Iranzo A, Kulisevsky J, Domingo P, Guardia E. Crecimiento paradójico de tuberculosas cerebrales durante el tratamiento antituberculoso. *Med Clin (Barc)*. 1997;108 (5):198-199.
9. Oliván del Cacho MJ, Ferrero Cáncer M, Fayed Miguel N, Lacasa Arregui A. Tuberculosis diseminada con afectación grave del sistema nervioso central poco sintomática. *An Pediatr (Barc)*. 2008 Aug;69(2):194-6.
10. Bagga A, Kalra V, Ghai OP. Intracranial tuberculoma. Evaluation and treatment. *Clin Pediatr (Phila)*. 1988 Oct;27(10):487-90.

# La Doctrina de Inteligencia Sanitaria. Concepto y organización

Alsina Álvarez J.<sup>1</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 106-111; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

En el presente artículo se expone la importancia de la Inteligencia Sanitaria como factor imprescindible para efectuar una óptima planificación del apoyo sanitario y establecer la protección sanitaria a la Fuerza. La doctrina sobre Inteligencia Sanitaria ha de ser necesariamente compatible en el ámbito aliado para poder ser aplicada en las operaciones multinacionales. Se exponen asimismo los principios, el ciclo de inteligencia y la organización en las FAS españolas.

**PALABRAS CLAVE:** Inteligencia, Inteligencia Sanitaria, MEDINT.

## Medical Intelligence Doctrine. Concept and organization.

### SUMMARY

In this article the importance of medical intelligence is discussed as an indispensable factor for the optimization of the medical support planning and the establishment of the force health protection program. Medical intelligence doctrine must necessarily be compatible in the allied environment in order to be utilized in multinational operations. The principles, cycle and organization of the medical intelligence in the Spanish Armed Forces are presented.

**KEYWORDS:** intelligence, medical intelligence, MEDINT.

## INTRODUCCIÓN

La experiencia acumulada a lo largo de los siglos enseña que las enfermedades tienen una gran influencia sobre el resultado de las guerras. Y ciertamente la historia universal habría sido muy diferente si la guerra y la enfermedad no fueran siempre íntimamente ligadas. Nuestros antecesores ya sufrieron uno de los primeros brotes epidémicos documentados en la historia militar durante el asedio de Granada, cuando un brote epidémico del entonces denominado «tabardillo», el tífus actual, ocasionó más bajas que el mismo combate. A lo largo de los siglos la enfermedad continuó ocasionando bajas, habitualmente en mayor cantidad que el enemigo, como por ejemplo en la guerra de Cuba donde el número de muertos por enfermedades (fiebre amarilla, paludismo, fiebre tifoidea, disenterías...) fue muy superior a los debidos al combate. Como ya dijo H. Zinsser, microbiólogo estadounidense cuyo nombre ha quedado inmortalizado en la denominada enfermedad de Brill-Zinsser, todo eso de las marchas, el disparar y el juego llamado estrategia, no son más que las operaciones terminales en las que se enzarzan los restos de los ejércitos que han sobrevivido a los brotes epidémicos.

Las FAS españolas y, en particular la Sanidad Militar, ya habían participado de forma puntual en diferentes operaciones humanitarias y de mantenimiento de paz, pero es tras la plena integración en el contexto internacional, a partir de 1992, cuando estas misiones en el extranjero alcanzan una importancia considerable. Estas misiones se desarrollan normalmente en áreas endémicas para enfermedades inexistentes o de muy baja incidencia en España, en las que existen flora o fauna peligrosas, o cuyas condiciones climáticas pueden ser muy adversas para las operaciones militares. Hay que tener en cuenta además el entorno social, cultural y económico de la zona, con los condicionamientos que estos factores implican para el nivel sanitario e infraestructura sanitaria de la zona de despliegue, y el consiguiente riesgo para la salud de las fuerzas desplegadas.

Además de los imperativos éticos que exigen proteger y conservar la salud del personal, hay que tener presente que la reducción actual de los efectivos militares hace que la protección de la salud sea aún de mayor importancia. Cada vez es más difícil sustituir al personal que causa baja, y todavía más en ZO, lo que a su vez incrementa la importancia de la inteligencia sanitaria (MEDINT) como un pilar imprescindible de la planificación del apoyo sanitario, para poder adecuar los recursos en ZO a las necesidades y llevar a cabo la protección sanitaria a la fuerza.

Otro aspecto de importancia capital es la enorme repercusión que tienen las bajas sobre la opinión pública, y naturalmente la correspondiente exigencia de calidad en el apoyo sanitario para garantizar, en lo posible, que se presta, como establece la doctrina, una asistencia sanitaria de nivel similar a la de Territorio Nacional. Un apoyo sanitario de este nivel de calidad se basa, entre otros factores, en una MEDINT lo más actualizada posible.

<sup>1</sup> Gral. Brig. Médico. Inspección General de Sanidad.

**Dirección para correspondencia:** Javier Alsina Álvarez. Inspección General de Sanidad. Glorieta de Ejército s/n. Madrid 28047. España. Tel: 91 422 231. Email: alsina@oc.mde.es

Recibido: 3 de diciembre de 2009

Aceptado: 14 de enero de 2010

### DOCTRINA DE MEDINT

Además de la necesidad de disponer de MEDINT, hoy en día los procedimientos de MEDINT han de ser compatibles con los de países aliados y amigos. Esto viene impuesto por la multinacionalidad, que deriva de la imposibilidad de la mayoría de las naciones para asumir un despliegue completo en solitario. Así, la situación es aún más compleja ya que hay que actuar coordinadamente con otros países. Por esta razón la doctrina en general, y en concreto la sanitaria, incluyendo la referida a la MEDINT, ha de ser necesariamente compatible con la doctrina OTAN, que constituye el referente indispensable para todos los países, sean o no miembros de la Alianza Atlántica.

### Concepto de MEDINT

El concepto de MEDINT, de acuerdo con lo establecido en la doctrina sanitaria OTAN (AJMedP-3 «Allied Joint Doctrine for Medical Intelligence»), y ratificado por España, es «*inteligencia derivada de información sanitaria, bio-científica, epidemiológica, medioambiental y cualquier otra información relacionada con la salud humana o animal.*» Esta inteligencia es obviamente muy técnica y, aunque se centra en la salud del personal, para poder protegerla requiere información sobre muy diferentes aspectos del terreno, del ambiente, del adversario y por supuesto de la población local. Además es imprescindible disponer de conocimientos sanitarios para dirigir su obtención y elaborarla posteriormente dentro del denominado ciclo de inteligencia.

El mismo AJMedP-3 define la Información Sanitaria como «*cualquier información sobre amenazas sanitarias o medioambientales, o infraestructura o capacidades sanitarias que no ha sido recogida a través de canales de inteligencia y que no ha sido analizada para obtener inteligencia. Esta información de interés sanitario es un componente esencial de la planificación sanitaria operativa y debe ser compartida libremente entre los miembros de la Alianza.*»

La MEDINT, por tanto, se elabora mediante la recogida, evaluación y análisis de información referente a aspectos de interés sanitario de actuales, o posibles, áreas de operaciones. Dichos aspectos pueden tener una repercusión, a corto o largo plazo, sobre directrices políticas, planes y operaciones. El conocimiento de las características de las citadas áreas tiene importancia incluso cuando no se preve un conflicto ya que pudieran facilitar el apoyo de despliegues desde zonas colindantes.

La MEDINT se ocupa asimismo del análisis de la capacidad de combate de fuerzas oponentes y de las capacidades sanitarias de la zona, tanto militares como civiles. Una vez analizados todos estos aspectos y valorados los riesgos, el experto en MEDINT integra todos los datos en la valoración de la amenaza sanitaria, que a su vez pasa a formar parte de la valoración global de la amenaza que el staff de inteligencia presenta al Jefe.

A este respecto hay que destacar que MEDINT es parte de la inteligencia, y el personal con cualificación sanitaria, cuya responsabilidad es proporcionar los conocimientos científicos y técnicos para procesar la información para elaborar MEDINT, es también personal de inteligencia.

La Sanidad Militar actúa en un doble sentido: como receptora de los aspectos de inteligencia de interés sanitario y como fuente de información al sistema militar de inteligencia, ya que un personal al que frecuentemente se le permite la entrada en zonas o lugares sensibles es precisamente el personal sanitario. Este personal, a través de su contacto profesional con la población local, a menudo es mejor percibido por aquellos a los que atiende, puede ganarse su confianza y tiene la posibilidad de recoger información muy valiosa, tanto desde el punto de vista exclusivamente sanitario como para la inteligencia general.

Por otro lado la necesidad de información sanitaria, cada vez con más frecuencia es calificada como «necesidad prioritaria» no solo por la evidente necesidad de establecer medidas preventivas, sino porque además ya ha comenzado a haber misiones casi exclusivamente sanitarias, como pueden ser algunas de ayuda humanitaria y de respuesta a crisis. Además, y en contra de lo que en principio parecería lógico, las operaciones denominadas «no-Artículo 5», es decir, las que no implican combate convencional sino de ayuda humanitaria, mantenimiento de paz, etc, suelen presentar aspectos de inteligencia más variados y complejos que los conflictos de alta intensidad. Después de todo en éstos se sabe quien es el enemigo, donde está el frente de combate y cuales son nuestros aliados. Todo esto hace que generalmente la situación sea mucho más clara que en aquellas otras operaciones en las que debemos intervenir entre facciones opuestas, con intereses políticos complejos, clanes diferentes, sin unas demarcaciones claras entre unas zonas y otras, con etnias enfrentadas, etc.

También por estas razones la fuente de inteligencia más importante en operaciones «no-Artículo 5» es la humana, y es frecuente que en lugar del término «inteligencia» se utilice el de «información» para evitar recelos y suspicacias por parte de las diversas facciones en la AO.

Otra característica de las operaciones «no-Artículo 5» es la importancia de la llamada «inteligencia cultural» refiriéndose a los aspectos étnicos, culturales, sociales, religiosos, etc, que es un aspecto fundamental para comprender no solo a fuerzas oponentes sino también a posibles aliados. En los despliegues actuales es frecuente asimismo estudiar los posibles apoyos de la nación anfitriona, ya que, en caso de disponer de una infraestructura sanitaria de calidad suficiente, los apoyos que pueda prestar al contingente desplegado permiten reducir la llamada «huella logística», con las ventajas consiguientes de economía de medios y de personal.

### Principios de MEDINT

La producción de MEDINT está basada en ocho principios fundamentales, que son exactamente los mismos que en el caso de la inteligencia general, ya que como se ha expuesto anteriormente, MEDINT es parte de la inteligencia:

– Control centralizado: necesario para mantener una pericia y un análisis constantes y coherentes, evitando posible redundancias en los requerimientos. De esta forma se logra también evitar duplicaciones del trabajo, se pueden prestar apoyos mutuos, y en general se garantiza la utilización eficaz y económica de todos los recursos.

– Oportunidad: la inteligencia es inútil si llega al usuario demasiado tarde. El sistema tiene que ser capaz de adaptarse sin retrasos a cualquier cambio en la situación operacional. En el caso sanitario la inteligencia tiene unas características específicas, por ejemplo el tiempo transcurrido entre el empleo de agentes biológicos y la aparición de la enfermedad, que marca unos tiempos muy concretos para que la inteligencia suministrada sea útil y se pueda, en el caso citado, aplicar medidas preventivas.

– Explotación sistemática: las fuentes y las agencias deben ser sistemáticamente explotadas de forma metódica, teniendo en cuenta sus capacidades y sus limitaciones. Este principio, muy importante desde el punto de vista de MEDINT, se basa en el análisis y los conocimientos de expertos del ámbito sanitario.

– Objetividad: es indispensable evitar la alteración de la información de tal manera que se ajuste a posibles ideas preconcebidas, tentación frecuente e incluso inconsciente. Esto es especialmente importante en algunos aspectos de MEDINT como por ejemplo el estado psicológico de una fuerza, la capacidad de combatir de un contingente o la posible utilización de agresivos CBRN (Nuclear, Biológico, Químico y Radiológico).

– Accesibilidad: la información sanitaria y MEDINT deben ser fácilmente accesibles a los usuarios. La inteligencia es inútil si no se distribuye a quien la necesita, y además con la clasificación correcta y el formato adecuado para su utilización como, por ejemplo, traducida al idioma adecuado.

– Disponibilidad: el personal de MEDINT debe ser capaz de responder inmediatamente y en todo momento a las peticiones de inteligencia suministrando los datos precisos.

– Protección de las fuentes: todas las fuentes de información deben ser adecuadamente protegidas.

– Revisión continua: la MEDINT debe ser continuamente revisada teniendo en cuenta toda la información sanitaria nueva, comparándola con lo ya conocido y actualizándola cuando sea necesario.

### Ciclo de inteligencia

Como ya se ha expuesto MEDINT es parte de la Inteligencia general, por lo que se desarrolla en el mismo marco y sigue el mismo ciclo de inteligencia para procesar la información disponible y para preparar la evaluación de la amenaza sanitaria.

El ciclo de inteligencia es un modelo esquematizado de las operaciones de inteligencia en términos de los procesos realizados (Fig. 1. Ciclo de MEDINT). El ciclo tiene que estar sincronizado con los requerimientos operacionales y el proceso de decisión del Jefe a fin de poder contribuir al éxito de la operación. Ahora bien, hay que subrayar que las actividades de inteligencia no siguen siempre una misma secuencia en el ciclo de inteligencia. Así por ejemplo, una petición de imágenes origina una actividad en la fase de dirección, pero puede no requerir una obtención «de novo» sino la solicitud al organismo adecuado para conseguir la imagen, por ejemplo, de un archivo. El ciclo de inteligencia expone estas actividades de una manera estructurada y secuencial para la exposición ordenada de la doctrina de inteligencia.

El ciclo aporta así un esquema lógico para comprender y gestionar los procesos implicados en la producción de MEDINT

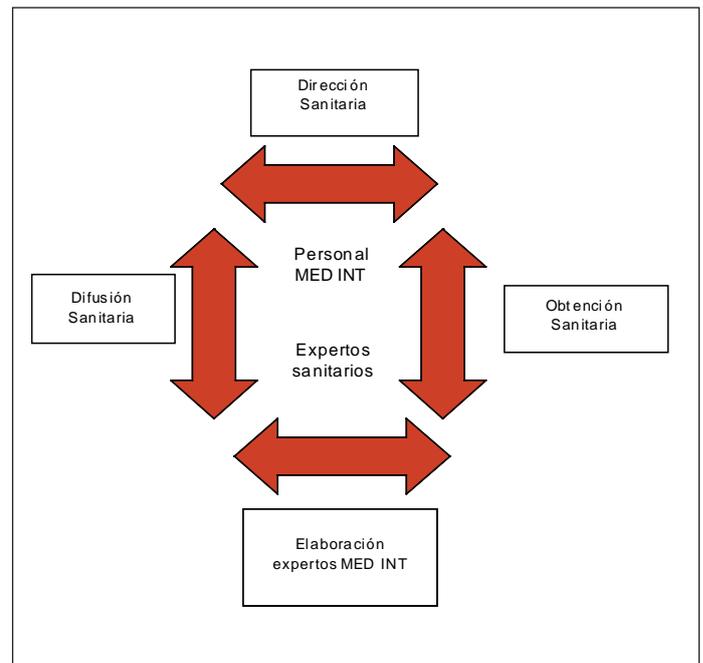


Figura 1. Ciclo de MEDINT.

en las diferentes fases. El proceso de inteligencia puede no seguir el ciclo completo y no hay unos puntos precisos que marquen donde arranca y donde acaba cada una de las diferentes fases del ciclo.

La Dirección es la primera fase del ciclo MEDINT y consiste en la determinación de los requerimientos MEDINT, planeamiento de las actividades de obtención de información sanitaria, emisión de órdenes y peticiones de información a los órganos de obtención y mantenimiento de un control continuo de la producción de dichos órganos.

La segunda fase del ciclo de MEDINT es la Obtención, y consiste en la explotación de fuentes por los órganos de obtención y la entrega de la información sanitaria obtenida para su transformación en inteligencia, a fin de satisfacer las necesidades de MEDINT que han sido identificadas. Dado que la obtención es la fase que alimenta el ciclo, y sin la cual no es posible elaborar la inteligencia, ha de ser siempre muy activa.

La Elaboración es la tercera fase del ciclo y en ella la información que ha sido obtenida es transformada en MEDINT. Se define como «la producción de inteligencia mediante la compilación, evaluación, análisis, integración e interpretación de la información y/u otra inteligencia».

La Elaboración se va efectuando en diferentes puntos de la cadena de información e inteligencia sanitaria. Puede abarcar desde la elaboración inicial ejecutada en un órgano sanitario, que implica la transformación de datos «en bruto» en un formato sanitario inteligible, hasta la elaboración realizada en el nivel estratégico. La elaboración relaciona la información o inteligencia con hechos que no estaban disponibles previamente.

La cuarta y última fase es la Difusión que se define como la entrega oportuna de MEDINT, en forma apropiada y por cualquier medio adecuado, al personal de inteligencia. La difusión posterior de inteligencia (incluyendo o no MEDINT) nunca es responsabilidad del personal sanitario sino únicamente del personal de inteligencia.

### INTERFASE INTELIGENCIA-SANIDAD

Dadas las peculiares características de MEDINT dentro del campo de la inteligencia, ya que requiere personal con cualificación sanitaria y conocimientos de los procedimientos de inteligencia, su producción tiene que ser un esfuerzo conjunto entre las comunidades sanitaria y de inteligencia. El personal sanitario aporta la capacidad técnica y el asesoramiento y análisis especializado, mientras que la parte de inteligencia general dirige la preparación de los requerimientos globales de inteligencia y los planes de producción. La relación fluida entre ambas partes es imprescindible para garantizar que las necesidades específicas sanitarias están incluidas en los requerimientos globales y en las previsiones de producción.

Aunque todo el personal tiene la posibilidad de identificar y recoger información sanitaria, evidentemente la responsabilidad fundamental es del personal sanitario que es quien tiene los conocimientos y cualificaciones necesarias para saber qué datos debe recoger o buscar o incluso simplemente reconocer una información de posible importancia sanitaria cuando por casualidad le llega a sus manos. La información sanitaria puede ser obtenida también a través de diversas fuentes abiertas y públicas. Por ejemplo la observación directa de instalaciones en el transcurso de visitas es una importante fuente de información sanitaria que puede ser de valor para los analistas de MEDINT. Para este tipo de recogida de información es muy útil el formulario del STANAG 2481 sobre recogida de información sanitaria. Una vez que se ha recogido dicha información sanitaria, se evalúa y analiza para obtener MEDINT, y finalmente se integra con el resto de la inteligencia en la denominada evaluación de la amenaza.

El personal de MEDINT debe ser consciente de la repercusión que tiene su cooperación con el staff de inteligencia sobre su situación legal como personal sanitario ya que, al considerarse personal de inteligencia, no está considerado como «no-combatiente» en los Convenios de Ginebra. En cualquier caso su contribución al proceso de inteligencia tiene que cumplir siempre con lo establecido en el derecho internacional humanitario, de acuerdo con los Convenios de Ginebra y la ética médica (Fig. 2. Interfase entre Inteligencia y Sanidad).

### MEDINT EN LAS FAS ESPAÑOLAS

De acuerdo con lo establecido en la Orden de Defensa 1076/2005 de 19 de abril, el Centro de Inteligencia de las FAS (CIFAS) es el órgano único en materia de información e inteligencia militar en los niveles estratégico y operacional. Asimismo en dicha Orden se dispone que los órganos de inteligencia táctica de los Ejércitos y la Armada mantengan una dependencia funcional del CIFAS.

El CIFAS es por tanto el organismo responsable de facilitar a las autoridades del Ministerio de Defensa, civiles y militares, la inteligencia militar precisa para alertar sobre situaciones de interés militar con riesgo potencial de crisis, procedentes del exterior y prestar, en su ámbito, el apoyo necesario a las operaciones. Asimismo corresponde al CIFAS el proporcionar a los Jefes de Estado Mayor de los Ejércitos y de la Armada, la inteligencia necesaria para el desarrollo de las actividades de preparación de la Fuerza,

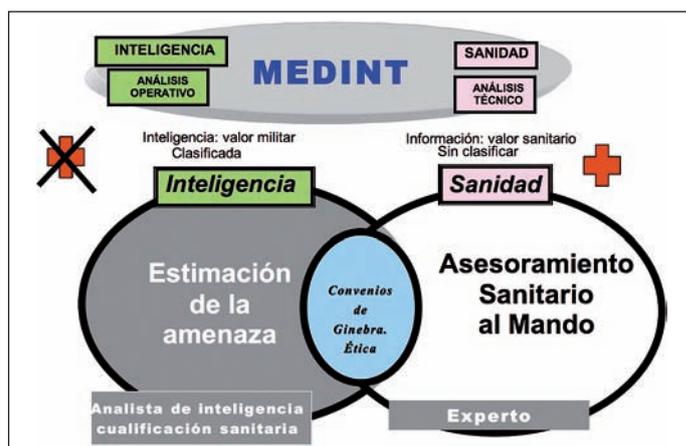


Figura 2. Interfase entre Inteligencia y Sanidad.

y para el desarrollo de las misiones permanentes en tiempo de paz que tienen asignadas.

El CIFAS, como órgano director del Sistema de Inteligencia de las FAS formula el Plan Conjunto de Inteligencia Militar, que recoge las Áreas y temas de interés de inteligencia y determina las Necesidades Prioritarias de Inteligencia. Dichas necesidades abarcan áreas muy diversas entre las que cabe subrayar la Sanitaria. Por esta razón entre los Organismos Colaboradores del CIFAS figura la Inspección General de Sanidad (IGESAN) que proporciona información e inteligencia sanitaria, con especial atención a los riesgos sanitarios en las zonas, posibles o actuales, de despliegue de contingentes nacionales.

El órgano de ejecución de la IGESAN en el ámbito de MEDINT es el Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa «Capitán Médico Ramón y Cajal» (IMPDEF) que dispone del único Servicio de Inteligencia Sanitaria en las FAS. Dicho Servicio elabora los productos de MEDINT de acuerdo con las necesidades de las FAS, y mantiene una base de datos sobre las amenazas sanitarias en diferentes áreas del mundo de interés militar (Fig 3. Organigrama del Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa).

El IMPDEF, a través de la IGESAN, recibe del CIFAS la información pertinente para la elaboración de MEDINT, utilizando esta información conjuntamente con la procedente de fuentes abiertas como son internet, Organización Mundial de la Salud, Centro de Control de Enfermedades (Atlanta, EE.UU.), manuales y libros de medicina, geografía, etc. Asimismo se reciben informes de perso-



Figura 3. Organigrama del Instituto de Medicina Preventiva de la Defensa «Capitán Médico Ramón y Cajal».



**Figura 4.** *Publicación sobre MEDINT del Instituto de Medicina Preventiva*

nal sanitario y de inteligencia, tanto durante los despliegues como al final de las misiones. Otra posibilidad utilizada es el intercambio de información con servicios sanitarios de países aliados a través de contactos personales y en el seno de grupos de trabajo OTAN.

Es preciso destacar asimismo que IGESAN dispone de todo el apoyo de la Red Sanitaria Militar (hospitales, CIMA, CEMILFAR, CEMILVET...) y de las Sanidades de los Ejércitos, para aportar información y colaborar en el análisis.

El enlace entre ambas partes, inteligencia y sanidad, CIFAS e IMPDEF, es permanente y de gran fluidez evitando duplicaciones de esfuerzos y posibles déficits de información. En particular la eficacia de este enlace es fundamental en las fases de dirección y elaboración del ciclo de inteligencia. Para alcanzar este objetivo el personal de ambas áreas debe ser identificado e instruido para facilitar la eficiencia de dicha cooperación.

La ubicación de las capacidades MEDINT en el IMPDEF está plenamente justificada por la comunicación fluida que debe mantenerse en todo momento entre los campos de la medicina preventiva y MEDINT. Aunque esto no implique, como a menudo se interpreta, que sean lo mismo. Así como MEDINT proporciona información clave para establecer un programa de protección sanitaria a la fuerza, para desarrollar los productos de MEDINT es absolutamente indispensable un conocimiento profundo de la medicina preventiva. Como ejemplo podría decirse que si la intelligen-

cia sanitaria es una máquina de picar carne, la medicina preventiva es un porcentaje importante de la carne que se procesa en dicha máquina. No se puede confundir, por muy importante que sea, una parte de la materia prima (medicina preventiva) con los métodos y procedimientos (MEDINT) para su elaboración.

El IMPDEF ha elaborado, de acuerdo con la doctrina sanitaria OTAN, una publicación sobre MEDINT, para facilitar el acceso en español a este tipo de información a todo el personal sanitario. Dicha publicación, tras haber sido revisada por el CIFAS, ha sido publicada con el título de «Guía Provisional de Inteligencia Sanitaria. Concepto, organización y procedimientos». El denominarla «provisional» se debe a que en España no existe, actualmente, una doctrina nacional conjunta de Inteligencia y por tanto la doctrina MEDINT que, al ser la Sanidad conjunta, es también por definición conjunta, no tiene una cobertura doctrinal. Por esto, y en tanto no se publica una doctrina conjunta de Inteligencia, continuará denominándose «provisional». En cualquier caso el hecho de ser compatible con la doctrina sanitaria OTAN valida dicha Guía a efectos prácticos, aunque en su título figure la palabra «provisional» (Fig 4. Publicación sobre MEDINT del Instituto de Medicina Preventiva).

Desde el año 2000 la Escuela Militar de Sanidad, con la colaboración del IMPDEF, viene organizando anualmente un curso sobre MEDINT y, en este sentido, la Sanidad Militar española es pionera en este campo. La importancia de MEDINT ha ido siendo reconocida paulatinamente en el ámbito internacional, y en el año 2004 la Escuela OTAN de Oberammergau (Alemania) celebró el primer curso multinacional sobre MEDINT. Este curso OTAN, aunque de inicio posterior al español, ha tenido una gran influencia en el desarrollo del curso español, en el que en principio se daba mucho peso a los aspectos preventivos. En la actualidad el curso sigue el mismo formato que el curso OTAN, es decir, se obvia la parte estrictamente preventiva, que se deja a los expertos en esta disciplina y se centra en los procedimientos de inteligencia.

## CONCLUSIÓN

La Sanidad Militar tiene que mantener sus capacidades de apoyo, incluyendo MEDINT, en toda la gama de operaciones, desde las de ayuda humanitaria hasta los conflictos de alta intensidad pasando por todas las posibilidades intermedias. Y no se puede olvidar que, a pesar de la situación actual en la que, afortunadamente, las operaciones de combate convencional tienen una probabilidad muy baja de producirse, estas operaciones constituyen la misión principal de los ejércitos.

MEDINT es imprescindible para poder efectuar una óptima planificación del apoyo sanitario, teniendo en cuenta los riesgos y peculiaridades de la ZO, entre las que están las capacidades sanitarias del área y las posibilidades de apoyo de la nación anfitriona. Es además un pilar básico para el establecimiento de la protección sanitaria a la Fuerza, con las medidas preventivas oportunas, la educación sanitaria al personal a desplegar, inmunizaciones, etc.

En MEDINT, como en Medicina Preventiva, se puede afirmar que no existe el éxito sino sólo los fracasos. Si todo va bien no se producen incidencias sanitarias y la operación se desarrolla normalmente; si por el contrario hay un error o un déficit de MEDINT las consecuencias son claramente visibles, y pueden llegar a incapacitar a toda una unidad. Si nunca se ha ganado una guerra por

## La Doctrina de Inteligencia Sanitaria. Concepto y organización

tener un mejor apoyo sanitario, sí se han perdido batallas e incluso campañas enteras por el impacto de enfermedades prevenibles.

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- MC 326/2, NATO Principles and Policies of Operational Medical Support, 07 Apr 04.
- AJP-2, Allied Joint Intelligence, Counter Intelligence and Security Doctrine, Jul 03.
- AJP-4.10 (A) Allied Joint Medical Support Doctrine, Feb 06.
- AJMedP-3 Allied Joint Doctrine for Medical Intelligence. COMEDS Ratification Draft 2008.
- Doctrina Sanitaria Conjunta (Estado Mayor de la Defensa, 05-03-03).
- STANAG 2481 MED (EDITION 1), Medical Information Collection and Reporting, 01 Feb 01.
- Guía Provisional de Inteligencia Sanitaria. Concepto, organización y procedimientos (IMPDEF, 2009).

# El Comité Internacional de Medicina Militar

Alsina Álvarez J.<sup>1</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 112-114; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

En este artículo se expone la historia y actividades desarrolladas por el Comité Internacional de Medicina Militar, organización apolítica y neutral que reúne más de 100 países, y cuyo objetivo es facilitar el trabajo conjunto de los sanitarios militares en el ámbito multinacional.

**PALABRAS CLAVE:** Comité Internacional de Medicina Militar, CIMM, ICMM, cooperación, Sanidad Militar.

## The International Committee of Military Medicine

### SUMMARY

In this article the history and activities of the International Committee of Military Medicine are presented. The International Committee is a neutral and apolitical organization joined by more than 100 countries, whose aim is to facilitate the joint work of military medics in the multinational environment.

**KEYWORDS:** International Committee of Military Medicine, CIMM, ICMM, cooperation, Medical Service.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del siglo pasado el ser humano alcanzó una capacidad destructiva como no había tenido nunca antes. El desarrollo cada vez más rápido de la tecnología, las armas nuevas como las ametralladoras, lanzallamas, la artillería de mayor calibre y alcance, todo contribuía a consumir hombres a un ritmo más y más rápido, hombres que eran transportados hasta los campos de batalla por un sistema ferroviario cada vez más eficaz para alimentarlos. Todo esto ayudó a convertir la Primera Guerra Mundial en una pesadilla que dejó una impronta indeleble en aquellos que, tras vivirla, la llamaron la «última de las últimas», es decir la última guerra de las últimas guerras.

Nadie creía que se volviera a repetir algo así. Pero, de acuerdo con la frase de Santayana (a menudo erróneamente atribuida a Platón) «sólo los muertos han visto el fin de las guerras», el hombre volvería una y otra vez a repetir los mismos errores, y sin ni siquiera cambiar de siglo. El ser humano es capaz de causar las mayores tragedias, pero también es capaz de los mayores sacrificios y de un altruismo heroico. El ejemplo más cercano es el de nuestro servicio, la Sanidad Militar, y su noble misión de auxiliar a los heridos y enfermos. Es por tanto explicable que fuera un médico militar, el Comandante Médico Jules Voncken de la Sanidad Militar belga, quien en 1920 tras la Primera Guerra Mundial, y en colaboración con el Coronel Médico William S. Bainbridge de la Marina de los EE.UU., propusiera la creación de una organización internacional de los servicios sanitarios militares. El objetivo de esta propuesta era mejorar la cooperación entre los servicios sanitarios para aliviar en lo posible la suerte de los heridos.

Así, en 1920 durante la 28 sesión de la Asociación de los Oficiales Médicos de los EE.UU. (AMSUS), se presentó la propuesta de crear

la citada organización internacional. Y ya al año siguiente se celebró en Bruselas el primer congreso de medicina y farmacia militares, fundándose oficialmente el Comité Permanente de los Congresos Internacionales de Medicina y Farmacia Militares el 21 de julio de 1921.

Los estados fundadores fueron Bélgica, Brasil, España, Estados Unidos, Francia, Italia, el Reino Unido y Suiza, siendo el primer Secretario General el Comandante Voncken, que lo sería hasta su muerte en 1975, habiendo llegado a desempeñar entonces el cargo de Inspector General de la Sanidad Militar belga.

Posteriormente, en abril de 1990, el Comité simplificó su nombre convirtiéndose en el «Comité Internacional de Medicina Militar», cuyas iniciales en inglés y francés son respectivamente ICMM y CIMM (Fig. 1).



**Figura 1.** Logotipo del CIMM.

Desde su fundación el CIMM ha logrado siempre reunir en un mismo foro uniformado a representantes de todos los bloques políticos, incluso durante los períodos más difíciles de la guerra fría. Y de hecho ya el 21 de mayo de 1952, la OMS reconoció oficialmente al CIMM como una «organización internacional especializada en el campo médico-militar».

## OBJETIVOS DEL CIMM

El CIMM es una organización neutral y apolítica, en la que en la actualidad se integran más de 100 países de los 5 continentes.

<sup>1</sup> Gral. Brig. Médico. Inspección General de Sanidad.

**Dirección para correspondencia:** Javier Alsina Álvarez. Inspección General de Sanidad. Glorieta de Ejército s/n. Madrid 28047. España. Tel: 91 422 231. Email: alsina@oc.mde.es

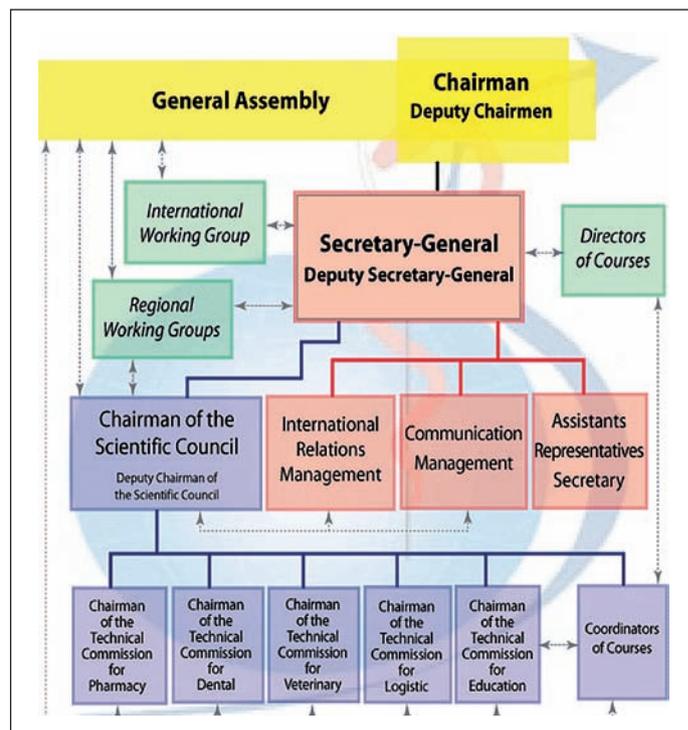
Recibido: 24 de febrero de 2010

Aceptado: 25 de marzo de 2010

El objetivo principal del CIMM es facilitar el trabajo conjunto del personal sanitario militar, con métodos similares en aquellas operaciones que entrañen cooperación internacional. Este es un objetivo a largo plazo que el CIMM trata de alcanzar mediante diferentes funciones: estimulando el intercambio de experiencias científicas y técnicas, desarrollando contactos en la comunidad científica y promocionando actividades en cada región del mundo. De esta manera se pueden aunar los recursos y experiencias médico-militares, tanto en operaciones como en misiones de ayuda humanitaria.

Otros objetivos son mantener y reforzar las relaciones entre los servicios sanitarios de los Estados Miembro, promover actividades científicas médico militares, aportar estándares de actuación, facilitar el desarrollo de recomendaciones sanitarias para operaciones de respuesta de crisis y agilizar las relaciones entre los servicios sanitarios y organizaciones internacionales como la OMS, la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal), UNAIDS (Programa Conjunto de Naciones Unidas sobre VIH/SIDA) y el IMSC (Consejo Internacional del Deporte Militar).

Como se desprende de todo lo anterior el papel principal del CIMM es fomentar y compartir la información científica y tecnológica en todos los campos de la sanidad militar. Esto se logra mediante los congresos internacionales y regionales en los que participan los representantes de los Estados Miembro y observadores, así como en reuniones multilaterales y cursos internacionales.



**Figura 2.** Estructura del CIMM.

### ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Los representantes se reúnen en la Asamblea General, donde se debaten los diferentes asuntos y se acuerdan las decisiones. La Asamblea General suele convocarse durante los Congresos Internacionales que tienen lugar cada 2 años, en los años impares.

La Asamblea es presidida por el Presidente del CIMM, que es el representante del Estado que organiza el Congreso Internacional correspondiente y representa oficialmente al CIMM. Los dos Vice-Presidentes son el Presidente anterior (organizó el Congreso Internacional dos años antes) y el representante nacional del Estado que organizará el siguiente Congreso Internacional. Ambos sirven un período de dos años, como el Presidente.

El Secretario General es el responsable de dar permanencia y continuidad a las actividades del CIMM: gestiona el Secretariado, organiza y ejecuta las actividades y medidas aprobadas por el CIMM y es el responsable de gestionar el presupuesto. El Secretario General, que es siempre un oficial médico belga en activo o retirado, es designado por un período de cuatro años, que puede ser renovado. La sede de la Secretaría General está ubicada en Bélgica, aportando el gobierno belga la infraestructura, el personal y el equipamiento.

Los costes de funcionamiento del CIMM, esencialmente los gastos de la Secretaría y de edición de la Revista, se sufragan gracias a las contribuciones de los Estados Miembro. Cada uno de ellos paga una cuota anual, entre 1.000 y 7.000 €, que se calcula de acuerdo con una escala en la que se consideran diferentes factores, como son el PNB, la deuda pública y la población.

El Comité Científico, bajo la dirección del Secretario General, es el organismo responsable de todas las actividades científicas y técnicas del CIMM. El Comité Científico asesora y efectúa propuestas sobre la preparación y seguimiento de los programas científicos

para los Congresos, los cursos y, en general, la política científica del CIMM. Asimismo dirige las actividades de las Comisiones Técnicas, de las que en la actualidad existen cinco: Farmacia, Dental, Logística, Veterinaria y Educación (Fig. 2).

Los cursos que organiza o supervisa el Comité Científico abarcan los diferentes aspectos de interés para el personal sanitario militar. Así por ejemplo se organizan cursos de Derecho Internacional Humanitario, de Preparación para Operaciones de Mantenimiento de Paz, cursos para Oficiales Médicos Jóvenes como el organizado por España en 1995, etc. Toda la información sobre los cursos previstos para el futuro, así como los informes sobre los cursos ya celebrados, puede consultarse en la página web del CIMM.

Con objeto de compartir información y experiencias mediante la organización de congresos y cursos específicos, los Estados Miembro pueden solicitar a la Asamblea General la creación de Grupos de Trabajo Regionales, existiendo en la actualidad los Grupos Panafricano, Panamericano, Panárabe y del Magreb. España, por sus especiales lazos históricos y culturales, es un invitado especial permanente en los Congresos Panamericanos organizados por dicho Grupo.

Una herramienta importante del CIMM es la página web (<http://www.cimm-icmm.org/>) donde, en los idiomas oficiales del CIMM (inglés y francés) se expone toda la información necesaria sobre el CIMM y se facilitan puntos de contacto, tanto del propio CIMM como de los Estados Miembro. Podría decirse que esta página web actúa como un centro nodal de información cuya importancia aumenta a medida que se actualiza y continúa creciendo, ya que incluye información sobre temas muy diversos mediante los enlaces web correspondientes a organizaciones externas al CIMM pero de interés para un sanitario militar. Además el CIMM elabora una newsletter propia a la que es posible suscribirse de forma gratuita a través de un enlace en la parte izquierda de la pantalla (Fig. 3).



Figura 3. Página web del CIMM y enlace de suscripción a la Newsletter.

El CIMM publica trimestralmente la «*International Review of the Armed Forces Medical Services*» (Fig. 4) de la que se envían copias gratuitas a los delegados y a diferentes organismos de los servicios sanitarios. La revista constituye un foro internacional muy útil para los sanitarios militares donde se pueden publicar artículos en inglés y francés y, gracias a la firma de un protocolo entre España y el CIMM, también se admiten artículos en español, así como se puede utilizar el español para participar en los Congresos Internacionales. Con objeto de estimular la remisión de originales a la revista se ha creado el premio «Jules Voncken» que puede ser concedido a un artículo científico o a un póster presentado durante un Congreso Internacional.

## CONCLUSIÓN

Como conclusión de este artículo sobre el CIMM es preciso subrayar que las ideas de hace casi un siglo son cada vez más válidas en el mundo global en que vivimos. En la actualidad las operaciones, prácticamente siempre multinacionales, se desarrollan en cualquier

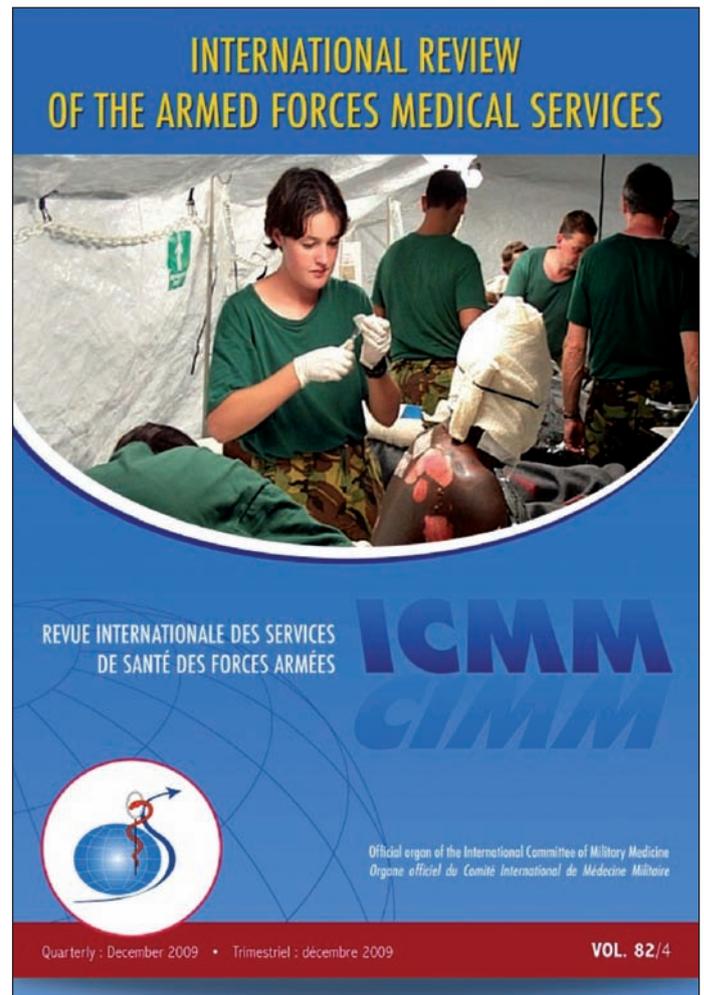


Figura 4. Portada de la «Revista Internacional de los Servicios Sanitarios de las Fuerzas Armadas».

lugar del mundo y abarcan todo el espectro de misiones. Esto hace que un foro como el del CIMM, donde se puede debatir, coordinar y alcanzar acuerdos entre diferentes servicios sanitarios, puede ser muy útil para todas las partes implicadas. Cada vez es más evidente que nadie puede afrontar solo una crisis y todo aquello que permite aunar esfuerzos facilita mantener la calidad del apoyo sanitario sin aumentar los costes.

## Lesión granulomatosa en antebrazo

Molinero Barranco, MA<sup>1</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 115-116; ISSN: 1887-8571*

Varón de 36 años de edad natural de Sevilla, albañil de profesión y con antecedentes personales de fiebre reumática y amigdalectomía. Acude por una lesión cutánea pruriginosa en antebrazo desde hace 20 días que refiere se inició como un forúnculo. Refiere que ha sido tratada con antibiótico oral y tópico a pesar de lo cual ha seguido aumentando de tamaño.

A la exploración presenta en tercio medio del antebrazo izquierdo una placa eritematosa, de bordes elevados e infiltrados a la palpación, estando la superficie cubierta por una costra con pústulas salpicadas. El vello existente en la lesión se desprende con facilidad al traccionarlo con una pinza. Se realiza un cultivo mediante torunda de algodón de la secreción de una de las pústulas.



**Figura 1.** *Detalle de las lesiones pustulosas.*

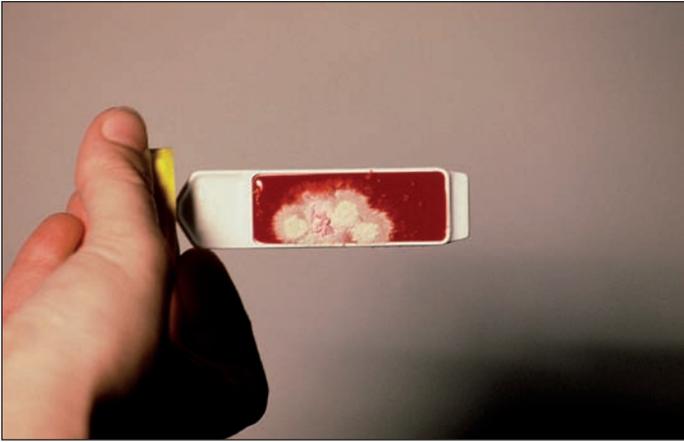
<sup>1</sup> Tcol. Médico (Retirado). Especialista en Dermatología.

**Dirección para correspondencia:** MAMOLBA@telefonica.net

*Recibido: 16 de junio de 2009*

*Aceptado: 21 de enero de 2010*

## Diagnóstico: Granuloma de Majocchi



**Figura 2.** Cultivo positivo para *dermatophytum sp.*

El resultado es positivo para el hongo dermatofito *Trichophyton sp.*, permitiéndonos realizar el diagnóstico de Granuloma de Majocchi.

Se inicia tratamiento con terbinafina 250 mg cada 24 horas por vía oral y tópico, así como la pincelación de la lesión una vez al día con yodo metálico y ácido salicílico, con una evolución satisfactoria, remitiendo tras 2 meses de terapia.

El granuloma de Majocchi, también conocido como granuloma tricofítico, en una forma de tinea corporis profunda<sup>1</sup>, descrita por éste autor en 1883<sup>2</sup>. Se inicia con pequeños granulomas perifoliculares que son consecuencia de los fragmentos pilosos afectados que atraviesan la pared folicular pasando a la dermis lo que desencadena una respuesta inflamatoria que justifica las lesiones clínicas. Se manifiesta como una placa eritematosa, de bordes elevados y cubierta por serocostras y pústulas foliculares<sup>3</sup>. El pelo se desprende con facilidad y se localiza con frecuencia en las extremidades, sobre todo en las inferiores y más frecuentemente en las mujeres. Los agentes etiológicos más habituales en España son el *Trichophyton rubrum* y el *Trichophyton mentagrophytes*. Al ser una infección de carácter

cosmopolita, el agente etiológico varía, interviniendo otras especies de *Trichophyton* y *Microsporum*<sup>4,5</sup>.

Si bien existen mecanismos de defensa que mantienen equilibrado el balance huésped/parásito, como el aumento de los ácidos grasos de cadena larga en la membrana lipídica cutánea (fenómeno que ocurre tras la época puberal), la existencia de un factor serológico fungistático, la presencia de una inmunidad adquirida no específica frente a la infección o el aumento de la temperatura corporal, también existen mecanismos favorecedores como traumas, oclusión, maceración, nivel socioeconómico, edad, anomalías inmunológicas, corticoterapia, linfomas, enfermedad de Kaposi, diabetes, ictericia, queratodermias palmoplantares y estados de inmunosupresión. Esto hace que el potencial patógeno del germen dependa de estos factores<sup>4</sup>. Es común asimismo que esta micosis se desarrolle tras el uso erróneo de corticoides tópicos potentes sobre la zona.

Respecto a la terapéutica, la enfermedad suele precisar antifúngicos orales, con mayor razón si hay alguna otra enfermedad subyacente. Las alilaminas, como la terbinafina, son útiles por su eficacia y por la escasez de efectos secundarios a la dosis de 250 mg/día durante 30-60 días. Asimismo la griseofulvina a 20mg/kg/día es igualmente eficaz<sup>5</sup>. Suele complementarse el tratamiento con antifúngicos tópicos y medidas astringentes.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Camacho F, Moreno J.C. Micosis. Dermatitis fitoparasitarias. En: Armijo M., Camacho F. Tratado de Dermatología (II). Aula Médica. Madrid 1998; 727.
2. Majocchi D. Sopra una nuova tricofizia (granuloma tricofítico), studi clinici micologici. Bull.R.Acad.Med. Roma 1883;9:220.
3. Thomas B. Clear choices in managing epidermal tinea infections. J. Family. Pract. 2003; 52(11):850-862
4. Clemente-Ruiz de Almirón A, Serrano Falcón C., Serrano Falcón M<sup>o</sup>M, Burkhart Pérez P., Naranjo Sintés R. Granuloma de Majocchi de presentación como tiña incognita. Med Cutan Iber Lat Am 2009;37(4):193-196.
5. Chang P. Granuloma dermatofítico. Presentación de 12 casos. Piel 2001;16:175-179.

# La Sanidad Militar Argentina y Británica en la Guerra de las Malvinas

Navarro Suay R<sup>1</sup>, Tamburri Barriain R<sup>2</sup>

*Sanid. mil. 2010; 66 (2): 117-133; ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

**Introducción:** La Guerra de las Malvinas fue un conflicto entre Argentina y Gran Bretaña, que tuvo lugar en 1982. Finalmente las tropas argentinas aceptaron su rendición, que provocó la recuperación de las islas por parte de Reino Unido. Ambas Sanidades Militares jugaron un papel primordial durante el conflicto. **Material y Métodos:** Se han revisado referencias bibliográficas argentinas y británicas sobre esta guerra. **Resultados:** Se analiza en cada fuerza beligerante aspectos sanitarios logístico-operativos y aspectos asistenciales. **Discusión:** La Sanidad Militar argentina presentó una falta de previsión logístico-operativa que interfirió sobre su capacidad y resultados asistenciales. Por su parte, la Sanidad Militar británica aprovechó su experiencia en conflictos anteriores, tanto en su despliegue, como para optimizar la asistencia sanitaria prestada. **Conclusión:** El correcto planeamiento y despliegue sanitario, junto con el adecuado nivel asistencial por parte de los miembros de Sanidad Militar, se consideran imprescindibles para el cumplimiento de la misión.

**PALABRAS CLAVE:** Malvinas, Sanidad Militar, Despliegue, Evacuación, Asistencia Sanitaria

## Argentinian and British Military Medical Services in the Falklands War

### SUMMARY

**Introduction:** The Falklands War took place in 1982 between Argentina and Great Britain. Eventually the Argentinian troops surrendered and Great Britain recovered the islands. Both Medical Services played a crucial role during the conflict. **Material and Methods:** Argentinian and British bibliographical references about this war have been revised. **Results:** the medical support and medical care aspects on each side are assessed. **Discussion:** The Argentinian Medical Service lack of foresight had a negative impact on the medical support capabilities and medical outcomes. On the other hand the British Medical Service took advantage of its experience in previous conflicts for the medical support and the optimization of the medical care. **Conclusion:** The right medical support planning and deployment, together with the provision of adequate medical care, are essential to fulfil the mission.

**KEYWORDS:** Falklands, Medical Service, Deployment, Evacuation, Medical Care, Medical Support.

## INTRODUCCIÓN

La Guerra de las Malvinas o Guerra del Atlántico Sur (Falklands War) fue un conflicto armado entre Argentina y Reino Unido que tuvo lugar en las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sandwich del Sur. La guerra se desarrolló entre el 2 de abril, día de la invasión de las Islas por parte del ejército argentino y el 14 de junio de 1982, fecha de su rendición, que conllevó la recuperación de los tres archipiélagos por parte del Reino Unido. Está considerado como el último conflicto entre dos países occidentales.

La causa inmediata fue la lucha por la soberanía sobre estos archipiélagos australes. Argentina alega que estos territorios pertenecen a su país como herencia del Reino de España por razones históricas, geográficas y jurídicas. Por su parte, Gran Bretaña considera que dichas islas fueron conquistadas por su país en 1833 y por ese motivo desde entonces, forman parte de su soberanía.

Las Fuerzas Armadas argentinas denominaron esta operación como «Operación Rosario», mientras que los británicos la llamaron «Operación Corporate». Las fuerzas en combate de cada bando quedan reflejadas en la tabla 1. El coste final de la guerra en vidas humanas fue de 649 militares argentinos y 255 británicos y los heridos 1.188 y 777 respectivamente.

Políticamente, en Argentina la derrota en el conflicto precipitó la caída de la junta militar que gobernaba el país. En el Reino Unido, la victoria en el enfrentamiento ayudó a que el gobierno conservador de Margaret Thatcher lograra ser reelegido en el año 1983<sup>1</sup>.

Desde siempre, el hombre ha querido analizar los propios errores para tratar de no reincidir en ellos. La disciplina de la guerra en general y la de la Sanidad Militar en particular se han nutrido de este principio básico a través de la historia. Es un hecho conocido que «*la experiencia cuesta cara y llega tarde*», pero no aprovecharla sería un error. Esas experiencias constituyen un largo camino que

<sup>1</sup> Cap. Médico. Escuela Militar de Sanidad. Servicio de Anestesiología y Reanimación del H.U. «La Princesa». Madrid. España.

<sup>2</sup> Cap. Médico. Escuela Militar de Sanidad. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del HCD. «Gómez Ulla». Madrid. España.

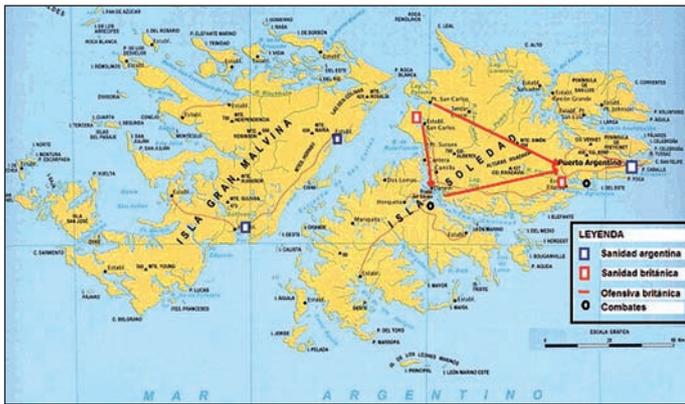
**Dirección para correspondencia:** Ricardo Navarro Suay, Escuela Militar de Sanidad (Departamento de Medicina). Camino de los Ingenieros nº6. 28071 Madrid. r\_navarro\_suay@yahoo.es

Recibido: 23 de junio de 2009

Aceptado: 11 de febrero de 2010

**Tabla 1.** Fuerzas en combate argentinas y británicas<sup>1</sup>

	Argentina	Gran Bretaña
<b>Ejército</b>	10.001	10.700
<b>Armada</b>	3.119	13.000
<b>Fuerza Aérea</b>	1.069	6.000
<b>Barcos</b>	38	111
<b>Aviones</b>	216	117



**Figura 1.** Mapa de las Islas Malvinas, emplazamientos sanitarios, batallas principales y ofensiva británica.

Correspondencia de denominaciones geográficas

- Bahía de San Carlos: San Carlos Bay.
- Islas Malvinas: Falklands Island.
- Puerto Argentino: Port Stanley.
- Pradera del Ganso: Goose Green.

ha permitido aprender numerosas lecciones. Debemos evitar errores pasados y apoyarnos en los éxitos conseguidos para mejorar nuestras actuaciones en el futuro.

Nos hemos ocupado en efectuar un análisis de lo realizado por las sanidades militares británica y argentina durante la Guerra de las Malvinas, revisando la bibliografía disponible, con el propósito de obtener lecciones y poder mejorar las conductas en eventuales conflictos futuros.

Para Argentina, esta fue la primera guerra del siglo XX, por lo tanto no había antecedentes de la aplicación de medicina de guerra, ni médicos con experiencia que pudieran transmitir lecciones. Según Ceballos y Buroni hubo una falta de previsión médico-sanitaria en el despliegue argentino. A este hecho se suma el informe de la Comisión de Rattenbach (Capítulo III) 2000, «el procedimiento adoptado por la Junta Militar para preparar a la nación para una guerra contradujo las más elementales normas de planificación vigente en las Fuerzas Armadas y en el Sistema Nacional de Planeamiento»<sup>2</sup>.

Desde un punto de vista británico, en este conflicto aparecieron facetas novedosas, sobre todo referentes al apoyo logístico. En



**Figura 2.** Buque Hospital «Bahía Paraíso». Tomado de [www.mlv1982.com.ar](http://www.mlv1982.com.ar)

muchas ocasiones se tuvo que recurrir a la improvisación para resolver los problemas que iban surgiendo. Mientras que los Equipos Quirúrgicos del Ejército habían tenido experiencia en despliegues operativos, la Sanidad Naval no contaba con tanta experiencia. Se dispuso de elementos pertenecientes a las tres sanidades, del Ejército de Tierra, de la Marina y del Ejército del Aire, siendo fundamental tanto sus capacidades individuales, como la interconexión entre ellas<sup>3</sup>.

## CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL TEATRO DE OPERACIONES

Las Islas Malvinas forman un archipiélago en el sur del Océano Atlántico de alrededor de doscientas islas, entre las que sobresalen la Gran Malvinas de 4.352 km<sup>2</sup> a occidente y la Isla Soledad de 6.308 Km<sup>2</sup> a oriente. Como referencia, la isla de Mallorca tiene 3.640 km<sup>2</sup>. La capital, Puerto Argentino, se encuentra emplazada en el extremo oriental de la Isla Soledad. Las distancias entre distintos puntos de las islas puede ser de más de cien kilómetros (Fig. 1).

El suelo tiene escasa consistencia y está suele estar inundado de agua, dificultando el tránsito a pie o en vehículo. El terreno es ondulado, salpicado de serranías que no sobrepasan los seiscientos metros de altura. La vegetación es de tipo esteparia. Las costas son dentadas con innumerables bahías y acantilados, que se extienden por más de cuatrocientos kilómetros, presentando buenas profundidades para su acceso marítimo y facilidad para acciones de desembarco<sup>4</sup>.

La duración del día en el periodo de las operaciones militares alcanzó ocho horas y media. La visibilidad terrestre y aérea está disminuida sensiblemente por la niebla, la nubosidad y las precipitaciones. Las condiciones meteorológicas se caracterizan por viento continuo, lluvias y temperaturas bajas, en el mes de junio de 1982, la media máxima fue de 8°C y la mínima de 6°C bajo cero. El porcentaje de humedad suele ser superior al 80%.

La meteorología influyó negativamente en el estado físico y psíquico del personal. Existía dificultad para que se secaran las prendas del uniforme. Los pies permanecían húmedos la mayor parte del día. La poca visibilidad dificultaba la observación, la baja temperatura dificultaba la puesta en marcha de los vehículos y la humedad alteraba los equipos de comunicaciones<sup>5</sup>.

## LAS SANIDADES NAVALES

Fueron empleados cuatro buques hospitales británicos y dos por parte argentina, acogidos a la protección de los Convenios de Ginebra.

Las dotaciones de estos buques hospitales, socorrieron a los heridos, a los enfermos y a los naufragos, los asistieron y los trasladaron a un lugar seguro y adecuado para su recuperación<sup>6</sup>.

### Los buques hospitales argentinos

A partir del 1 de junio de 1982, se pudo disponer de dos buques hospitales, mediante transformación de dos buques logísticos antárticos, el transporte polar «Bahía Paraíso» (Fig. 2) y el rom-

pehuelos «Almirante Irizar» (Fig. 3) que fueron adaptados en la Base Naval de Puerto Belgrano en poco menos de cinco días. Se presentaron numerosas dificultades, que se afrontaron con el esfuerzo de las dotaciones de los talleres generales de la Base Naval y la colaboración de los oficiales médicos del Hospital Naval de Puerto Belgrano<sup>7</sup>.

Se constituyó en cada buque un Departamento de Sanidad de Combate, con servicios de cirugía, traumatología, análisis clínicos, farmacia, cirugía máxilofacial, medicina interna, quemados y oftalmología<sup>6</sup>.

Su actuación supuso un alivio para el Hospital Militar de Puerto Argentino, ya que permitieron evacuar gran cantidad de heridos desde las islas al continente.

El «Bahía Paraíso» fue el primero en zarpar hacia el Teatro de Operaciones y desempeñó el papel más importante en la evacuación. En ese momento era el buque más moderno con que contaba la Armada Argentina<sup>8</sup>. Tras las modificaciones quedó con una capacidad de cuatro quirófanos, un laboratorio de análisis clínicos y hemoterapia, dos salas de rayos X, una sala de traumatología, cuidados Intensivos con 10 camas, un gabinete odontológico, una sala de quemados con capacidad para 20 ingresados y 328 camas. Además se le instaló una cubierta de vuelo y un hangar para dos helicópteros (un Puma del Ejército y un Allouette III de la Armada). También contaba con dos lanchas sanitarias.

Se designó como Director del Hospital del buque al Capitán de Fragata Médico D. Juan Antonio López y como Subdirector al Capitán de Corbeta Médico D. Pascual Pellicari. En total se embarcaron como dotación sanitaria 85 profesionales y técnicos: 17 médicos, 4 odontólogos, 2 analistas clínicos, dos médicos civiles voluntarios (un traumatólogo y un especialista en laboratorio), 73 enfermeros y se contó con el apoyo de un Capellán Naval.

Durante el conflicto, el «Bahía Paraíso» recibió 231 pacientes, 148 de los cuales eran heridos en combate que fueron recogidos en distintos puntos del conflicto: de Puerto Argentino 95, de Puerto Fox 19, de Puerto Howard 13, de Bahía Elefante 2 y derivados desde el buque hospital británico «Uganda» 94 heridos. Los demás fueron civiles argentinos evacuados desde diferentes puntos de las islas a medida que el combate se aproximaba a las zonas donde prestaban servicios. Tras dos días y medio de navegación los heridos fueron desembarcados en Puerto Santa Cruz.

El «Almirante Irizar», después de una breve transformación, el 3 de junio estuvo listo para zarpar como buque hospital. Se le dotó de 260 camas de hospitalización, dos unidades de cuidados intensivos, dos quirófanos generales, un quirófano máxilofacial, sala de cuidados intermedios, dos salas de medicina general, laboratorio de análisis clínicos, sala de radiología, sala de traumatología, laboratorio de hemoterapia, sala de tratamiento hiperbárico, sala de quemados, cubierta de vuelo y hangar para dos helicópteros (Sea King) y cuatro lanchas sanitarias.

Se nombró director del hospital al Capitán de Corbeta Médico Roberto Sosa Amaya y Subdirector al Capitán de Corbeta Médico Roberto Olmedo. Contaba con catorce médicos, dos odontólogos, dos analistas clínicos, veintiún enfermeros y un capellán. En la última semana del conflicto, embarcaron desde helicóptero procedente de Comodoro Rivadavia, siete instrumentistas quirúrgicos civiles voluntarios. En principio, iban destinados al Hospital Militar de Puerto Argentino. Sin embargo permanecieron en el buque hospital colaborando en sus quirófanos.



**Figura 3.** Buque hospital «Almirante Irizar». Tomado de <http://ar.geocities.com/laperlaaustral>

El nueve de junio, el «Almirante Irizar» fondeó en la Bahía de Groussac, frente a Puerto Argentino. En estas fechas, el inicio de los combates por dominar las cotas que rodeaban a la capital de la isla había comenzado. Durante la noche, se produjeron combates en los Montes Longdon, Two Sister, Harriet, Williams, Tumbledown, Wirelles y Saper Hill. Mientras acontecían dichos combates, buques auxiliares argentinos como la goleta «Penélope» y los remolcadores «Monsumen», «Forrest», «Yehuín» comenzaron a transportar bajas desde el Destacamento Naval Malvinas (en las inmediaciones del Hospital Militar de Puerto Argentino) hasta el «Almirante Irizar».

### Los buques hospitales británicos

La marina británica se vio obligada a transformar varios barcos en buques hospitales y otros en transporte de heridos. Durante la travesía hasta las Islas Malvinas, el personal de sanidad se familiarizó con el equipamiento y protocolos para la recepción y estabilización de las bajas. El adiestramiento básico en primeros auxilios y la adecuada formación física fueron dos de los factores que disminuyeron la mortalidad de las bajas.

Con 16.907 toneladas y 164 metros de eslora, el «Uganda» (Fig. 4) fue el mayor de los buques hospitales británicos y el primero que se empleó como tal desde la guerra de Corea<sup>9</sup>. Originalmente era un barco para cruceros turísticos. Fue requisado y transformado en Gibraltar en menos de tres días. Recibió el nombre de «Her Majesty's Hospital Ship Uganda» (HMHS «Uganda»). La zona de



**Figura 4.** HMSH «Uganda». Tomado de [www.irizar.org/mlv-82-hospital.html](http://www.irizar.org/mlv-82-hospital.html)

popa fue empleada como quirófano, la sala de fumadores como almacén de la unidad de cuidados intensivos y los camarotes como camas de hospitalización. La enfermería original del buque se habilitó como sala de quemados, ya que existía la posibilidad de control de la temperatura y de la humedad. Así mismo, se instaló a bordo un laboratorio. La capacidad total de ingreso fue de 550 camas. El equipo médico estaba dirigido por el Comandante Cirujano A. Rintoul y contaba con 15 médicos, 15 enfermeros, 40 auxiliares de clínica junto con 24 camilleros procedentes del «Royal Marine Corps».

Se aprovechó la escala en la Isla de Ascensión para aprovisionamiento de recursos sanitarios, más adelante se empleó como escala logística y banco de sangre.

Durante el conflicto llegó a tener más de 300 bajas a bordo, comprometiendo al personal de sanidad y objetivándose la necesidad de contar con más médicos y más enfermeros<sup>10</sup>. Regresó la Base Naval de Southampton el 9 de Agosto de 1982<sup>6</sup>.

Los buques hidrográficos gemelos pertenecientes al Servicio Hidrográfico de la Armada Británica: HMHS «Herald», HMHS «Hecla» (Fig. 5) y el HMHS «Hydra» fueron transformados en buques hospitales en la Base Naval de Portsmouth, consiguiendo una capacidad para 60 a 100 enfermos y enviados a Las Malvinas.

La navegación hasta el Teatro de Operaciones fue de aproximadamente cuatro semanas.



**Figura 5.** Barco de la serie Hecla rumbo a las Malvinas. Tomado de [www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1439657](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1439657)

El cometido principal de estos buques era el de evacuar las bajas a Montevideo (Uruguay). Transportaron hasta esta ciudad un total de 593 bajas. El tiempo de navegación era de aproximadamente cuatro días y medio. Desde allí, eran evacuados en avión a Reino Unido. A bordo embarcaron Inspectores del Comité Internacional de la Cruz Roja.

Los buques de transporte de tropas «Canberra» y «Queen Elizabeth 2», actuaron como buques hospital de forma secundaria.

Sus instalaciones no eran tan completas como las del HMHS «Uganda», pero su ventaja consistía, en que al no ser oficialmente designado como buques-hospital, las bajas atendidas en sus instalaciones podían volver a los frentes de combate tras su curación. La Convención de Ginebra prohíbe específicamente que las bajas acogidas y tratadas en un buque-hospital sean devueltas directamente a los frentes de combate.

El «Canberra» fue reconvertido en Southampton en cinco días. Embarcaron tropas y un Escuadrón Sanitario de Apoyo Logístico compuesto por dos Equipos de Apoyo Quirúrgicos, dirigidos por el Capitán Médico Cirujano F.R. Wilkes. Cada equipo estaba formado por dos cirujanos, un anestésico, un administrativo y dieciocho auxiliares y técnicos. El primer equipo fue reforzado con un cirujano maxilofacial que desplegó junto con los miembros de los «Royal Marines» tras su desembarco en San Carlos. El segundo equipo también contó con un cirujano maxilofacial, un psiquiatra, dos cirujanos, un anestésico adicional y un equipo de enfermería.

La concepción original de que el «Canberra» pudiese ser empleado como buque hospital tras el desembarco de sus tropas fue impracticable. A pesar de ello se atendieron a bordo 170 bajas (incluyendo 90 argentinas)<sup>6</sup>.

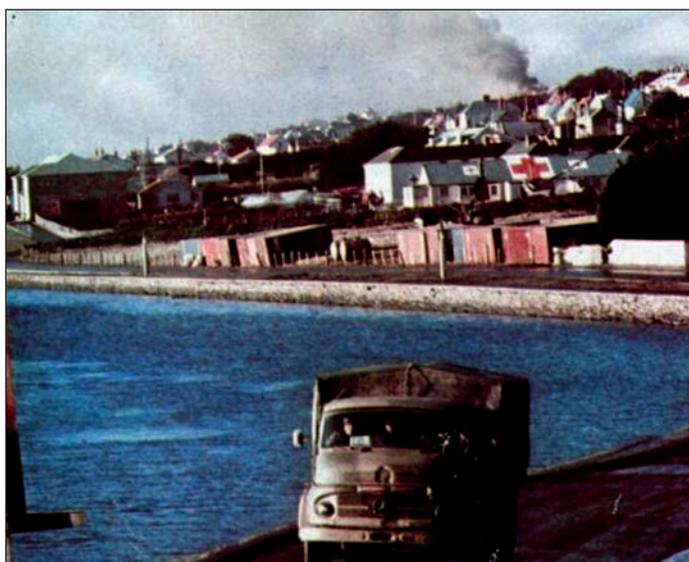
El «Queen Elizabeth 2», fue considerado el buque insignia de la marina mercante británica durante muchos años. Tras completar en el puerto de Southampton su transformación de transatlántico a buque de guerra (incluyó colocación de cubiertas de vuelo para helicópteros) y bajo el mando del Comandante Peter Jackson, zarpó el 12 de mayo hacia el Atlántico sur con tres mil soldados a bordo. Empleó 11 días en la navegación hasta llegar a la Zona de Operaciones<sup>11</sup>.

## LAS SANIDADES DEL EJÉRCITO DE TIERRA

### Sanidad Militar de Argentina

#### *El Hospital Militar de Puerto Argentino*

Tras finalizar y consolidar la toma de las Islas Malvinas por las Fuerzas Armadas argentinas, el General Daer, Comandante de la Novena Brigada de Infantería contaba con cuatro efectivos y no disponía de atención médica hospitalaria. Por este motivo, el pequeño Hospital Militar «Comodoro Rivadavia», en la ciudad del mismo nombre, provincia patagónica de Chubut, a 1000 km de las islas, se trasladó al completo, personal militar y material transportable para reforzar los medios de las islas, organizándose el denominado Hospital Militar de Puerto Argentino (Figs. 6 y 7). La ubicación del hospital se eligió en base a las previsiones de un posible ataque británico a Puerto Argentino desde el Norte, Sur o Este, porque desde el Oeste (al final fue el lugar elegido para el desembarco) había 60 km de terreno pantanoso difícilmente transitable.



**Figura 6.** Hospital Militar de Puerto Argentino.

Estaba comunicado por el único camino asfaltado de 8 km que tenían las islas. Este camino era tan angosto, que no se podían cruzar dos vehículos. Se fracasó en el intento de crear una rotonda que agilizase el paso de ambulancias debido al tipo de terreno de la isla.

El hospital se ubicó en un edificio que iba a ser un hotel y estaba todavía sin estrenar al tener defectos de estructura. Se pintaron tres cruces en los techos ocupando toda la superficie en «U» edificadas. Cuando representantes de la Cruz Roja Internacional inspeccionaron las instalaciones, recomendaron que las cruces rojas debieran tener más de diez metros de lado para ser vistas desde un avión de combate. Fue imposible completar esta recomendación, porque el tejado no era lo suficientemente grande.

El hospital contaba con radiología, análisis clínicos, tres quirófanos con seis mesas de quirófano, sala de esterilización, unidad de cuidados intensivos con seis camas, banco de sangre, consultorio odontológico y cinco camillas de reanimación- clasificación de heridos, seis salas de hospitalización con capacidad de ingreso para setenta pacientes, que se amplió al doble tras ocupar una casa particular adyacente de dos plantas y el montaje de una tienda de campaña auxiliar.

Se aplanó el terreno circundante al hospital y se preparó un helipuerto.

Los heridos llegaban por el camino asfaltado, accedían al hospital y en la sala de clasificación los cinco equipos sanitarios realizaban la primera clasificación, en tres grupos:

- Los que necesitaban resucitación inmediata, que se realizaba en la misma sala.

**Tabla 2.** Personal que constituyó el Hospital Militar de Puerto Argentino, por titulación y ejército de procedencia<sup>13</sup>

	TIERRA	AIRE	ARMADA	TOTAL
Médicos	28	10	7	45
Analistas Clínicos	2	1	1	4
Odontólogos	1	1	-	2
Farmacéuticos	2	-	-	2
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>53</b>



**Figura 7.** Hospital Comodoro Rivadavia durante la Guerra de las Malvinas. Tomado de [www.irizar.org/mlv-82-hospital.html](http://www.irizar.org/mlv-82-hospital.html)

- Los que necesitaban cirugía de urgencia y pasaban a quirófano de forma inmediata.

- Los que podían esperar. Se les llevaba a la sala de espera, en camillas en el suelo.

La clasificación era un proceso continuo para los que iban viniendo y la reclasificación, en su caso, para los que estaban<sup>12</sup>.

Con posterioridad, fue reforzado con personal de sanidad del Ejército de Tierra, de la Armada y Ejército del Aire. El 3 de junio, el hospital contaba con 122 efectivos, de los que 26 eran enfermeros y 25 soldados (Tablas 2 y 3). Según opiniones de los mismos profesionales faltaban instrumentistas que ayudasen a los cirujanos<sup>14</sup>.

Se asignó un helicóptero con cuatro camillas para transportar heridos (Fig. 8). Este medio solo se pudo emplear al principio del conflicto ya que más tarde los británicos tuvieron la superioridad aérea.

### *El Puesto de Socorro Principal en Gran Malvina*

La 3.<sup>a</sup> Compañía de Sanidad, perteneciente a la Tercera Brigada de Infantería, desplegó un Puesto de Socorro principal en Howard, localidad situada en la Isla Gran Malvina, a orillas del Estrecho de San Carlos.

Este Puesto de Socorro se ubicó en una edificación precaria. Contó con 11 efectivos (4 médicos, 1 analista clínico y 1 odontólogo).

**Tabla 3.** Médicos del Hospital Militar de Puerto Argentino, por especialidad y por ejército de procedencia<sup>13</sup>

	TIERRA	AIRE	ARMADA	TOTAL
Clinicos	12	4	1	17
Anestesistas	6	1	2	9
Cirujanos Generales	3	2	2	7
Traumatólogos	4	2	1	7
Neurocirujanos	2	-	-	2
Cirujanos vasculares	1	-	-	1
Cirujanos plásticos	-	-	1	1
Urologos	-	1	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>45</b>



**Figura 8.** Helicóptero UH-1 medicalizado argentino.

go). Disponía de una capacidad quirúrgica limitada y pocas camas de hospitalización (30 camillas en un gimnasio cubierto).

#### ***El Puesto de Socorro al Sur de la Isla Gran Malvina***

En Bahía Fox, también en la Isla Gran Malvina, a orillas del estrecho de San Carlos y al Sur de Puerto Howard, se instaló otro Puesto de Socorro. Contaba con tres médicos, 1 odontólogo, 2 enfermeros y 3 soldados. Poseía 30 camillas para ingreso ubicadas en 20 casas. No disponía de capacidad quirúrgica.

Tras el desembarco británico en San Carlos, el 21 de mayo, los anteriores Puestos de Socorro quedaron aislados de la Isla Soledad y del continente, sin posibilidades de evacuación ni abastecimiento. Por este motivo el 40% de la cirugía practicada por los médicos británicos fue realizada en heridos argentinos.<sup>14</sup>

#### ***El Puesto de Socorro en Isla Soledad***

Cada una de las unidades desplegadas en la Isla de Soledad, instaló un Puesto de Socorro. Por motivos geográficos estuvieron ubicados lejos del frente y cerca de Puerto Argentino<sup>15</sup>.

#### **La Sanidad Militar británica**

Desde el inicio del planeamiento operativo de la Operación «Corporate», se sabía que uno de los principales retos era el apoyo logístico y sanitario a un contingente de 28.000 efectivos, desplazado a 15.000 kilómetros de Gran Bretaña.

Los recursos sanitarios provenían del Depósito de Equipamiento Médico de la Defensa de Ludgershall (Hampshire). Este es un órgano conjunto cuya misión es el prestar apoyo material y sanitario a las unidades terrestres, navales y aéreas. El personal sanitario fue aportado por los tres ejércitos.

Hubo cambios de criterio respecto al despliegue ya que inicialmente se pensó en una operación eminentemente aeronaval, pero pasó a tener un gran componente terrestre. Por este motivo, el apoyo sanitario también tuvo que cambiar sobre su concepción inicial. Así, sobre el terreno, serían los Equipos de Cirugía Avanzados (Advan-

ced Surgical Center –ASC–), los que darían un apoyo quirúrgico próximo a la línea de contacto con el enemigo. Trabajarían como equipos aislados y dentro de un escalonamiento sanitario, cuya unidad a retaguardia de referencia en cirugía especializada serían dos buques hospitales. Este esquema sanitario ya había sido utilizado por los británicos en el desembarco de Anzio (Italia, 1944).

Los principales retos respecto a la logística sanitaria eran junto a la ya mencionada gran distancia desde la metrópoli, la relativa falta de elementos de transporte. Este hecho implicaría una dificultad tanto en el suministro de material sanitario, como en la capacidad de evacuación sanitaria. Por tanto, el esfuerzo en el apoyo sanitario tenía que ser suficiente y eficaz, con unos niveles (autonomía) nunca antes requeridos<sup>16</sup>.

Los primeros en ser equipados fueron el «Command Medical Squadron» y los Equipos Quirúrgicos Embarcados (Royal Navy Surgical Support Teams). A continuación, se dotó a la Compañía de Sanidad de las Tropas Paracaidistas, la 16ª Compañía de Ambulancias (16<sup>th</sup> Field Ambulance). También se equipó a los cuatro equipos quirúrgicos, embarcando todos ellos en el buque «Queen Elizabeth 2».

El apoyo logístico a las Unidades de Sanidad del Ejército de Tierra en la Zona de Operaciones fue prestado por una Sección de Apoyo procedente del Depósito de Equipamiento Médico de la Defensa<sup>10</sup>.

Las principales unidades terrestres británicas fueron: el «3<sup>rd</sup> Command Brigade» y la «5<sup>th</sup> Infantry Brigade» que desembarcaron en las Islas Malvinas el día 21 de Mayo de 1982. Su apoyo sanitario a lo largo de toda la campaña, se estableció en base a los siguientes tres escalones sanitarios.

– *El Primer Escalón de Apoyo Sanitario* estaba a cargo del oficial médico de la unidad tipo Regimiento (Regimental Medical Officer –RMO–). En fases avanzadas de la campaña, llegó a asignarse un segundo oficial médico por cada unidad regimental. El apoyo sanitario a este nivel se estableció sobre la base del Puesto de Socorro Regimental (Regimental Aid Post ; RAP).

– *El Segundo Escalón de Apoyo Sanitario* desplegó sobre la base de la «Dressing Station» (Puesto de Clasificación), con personal de «16<sup>th</sup> Field Ambulance», con el apoyo a los siempre próximos Equipos de Cirugía Avanzados (Advanced Surgical Centres; ASC).

– *El Tercer Escalón de Apoyo Sanitario* estuvo constituido por los Equipos de Cirugía Avanzados de los paracaidistas y por dos «Field Hospital» del «Royal Army Medical Corps». Este escalón sanitario trabajó en colaboración con dos Equipos Quirúrgicos de los «Royal Marines» (Marine Command Medical Squadron) que actuaron en la Bahía de Ajax hasta el final del conflicto<sup>17</sup>.

Desde el punto de vista sanitario se pueden establecer dos fases en el conflicto.

La Fase I comienza la madrugada del 21 de Mayo de 1982, al establecerse una serie de cabezas de playa en el área de Puerto San Carlos, San Carlos y Bahía de Ajax. El apoyo quirúrgico en esta fase fue realizado por dos equipos quirúrgicos: el Equipo Quirúrgico Paracaidista y el de la infantería de marina. Físicamente establecieron su «Advance Surgical Center» en una planta de refrigeración de Ajax Bay.

La Fase II, continúa con la llegada de «5<sup>th</sup> Infantry Brigade» entre el 31 de Mayo y el 2 de Junio y con los preparativos para el asalto final a Port Stanley. El apoyo quirúrgico de esta Brigada fue prestado por dos equipos quirúrgicos con personal procedente de «2<sup>nd</sup> Field

Hospital» y de «16<sup>th</sup> Field Ambulance». Dicho personal embarcó en el buque auxiliar «Sir Galahad» con la misión de desembarcar en las cercanías de Port Stanley. El «Sir Galahad» fue bombardeado con uno de los dos equipos quirúrgicos todavía a bordo, mientras que el segundo ya había desembarcado. Este último prestó apoyo a los supervivientes del ataque aéreo argentino. Una vez recuperado y reabastecido ambos equipos de personal y material, se procedió a un replanteamiento del despliegue original. De tal forma que uno de ellos se envió a la Planta de Refrigeración de Ajax Bay, mientras que el segundo se proyectó a Fitzroy, con el objetivo principal del apoyo sanitario para el ataque final británico sobre Port Stanley<sup>16</sup>.

## EVACUACIÓN DE BAJAS

### Fuerzas Armadas de Argentina

En la línea de contacto, la cadena de evacuación argentina tuvo serias dificultades debido a que los heridos debían ser transportados a pie, por la dificultad de llegada de vehículos a esos lugares, tanto por la ausencia de caminos como por su visibilidad por las tropas británicas. Por ser combates eminentemente nocturnos, la mayor parte de las bajas se produjeron en la noche, la geografía impuso la instalación de los Puestos de Socorro lejos del frente y cerca del Hospital Militar de Puerto Argentino. Además la disponibilidad de helicópteros fue muy poca, por el escaso número de visores nocturnos y la pérdida de la superioridad aérea.

Todo lo anterior obligó a efectuar la evacuación de las bajas en camilla, por terreno malo y a lo largo incluso de varios kilómetros. En esta instalación se los estabilizaba para continuar su traslado en ambulancia hacia el hospital. Inicialmente esta evacuación se efectuaba en helicóptero, pero este medio a pesar de demostrar ser el más adecuado, cada vez estuvo más restringido debido a la pérdida del dominio aéreo. La evacuación de los heridos del combate de Goose Green no pudo llevarse a cabo y todos ellos fueron atendidos por los británicos en las instalaciones sanitarias de Bahía Ajax.

El retraso de la evacuación, sin haber una verdadera estabilización de la baja, quiebra el criterio de tratamiento inmediato de las bajas (la «hora de oro»). En las Malvinas, el promedio de tiempo de evacuación desde primera línea hasta el tratamiento quirúrgico era de más de 6 horas. El resultado de este retardo fue que, la mortalidad intrahospitalaria se ciñó únicamente a dos casos, uno de ellos antes de ser intervenido quirúrgicamente.

La evacuación desde el Hospital Militar de Puerto Argentino hacia el continente se realizó por vía aérea (609 bajas) y en el buque hospital «Bahía Paraíso» (62 bajas)<sup>8</sup>, que disponía de un helicóptero Puma (Tabla 4). En sus bodegas los heridos viajaban acostados y los desembarcaban en los puertos anteriormente comentados<sup>12</sup>.

A partir del 1 de mayo, la evacuación hacia el continente se tuvo que adaptar a la pérdida de la superioridad aérea por parte argentina.

El traslado al continente se hizo exclusivamente por vía aérea hasta el 1 de junio. Médicos del Ejército del Aire atendían a los evacuados a bordo de los C-130. Las evacuaciones aéreas se realizaban hacia la ciudad Comodoro Rivadavia. Allí se disponía de varios centros asistenciales, el principal de ellos fue el de Hospital Regional de Comodoro Rivadavia con 350 camas. El personal en condiciones de ser evacuado, era transportado por vía aérea hacia el



**Figura 9.** Movimiento de bajas dentro del buque hospital «Almirante Irizar». [www.irizar.org/mlv-82-hospital.html](http://www.irizar.org/mlv-82-hospital.html)

Hospital Militar de Campo de Mayo en Buenos Aires. A lo largo de la campaña se realizaron 31 vuelos<sup>19</sup>.

A partir de mayo la evacuación se complementó por vía marítima debido a la disposición de los buques hospitales argentinos, dónde se realizaba una nueva clasificación y se practicaron las intervenciones quirúrgicas y los tratamientos necesarios hasta llegar al continente (Fig. 9).

En los tres primeros viajes del buque hospital «Bahía Paraíso» se llevaban los evacuados a Río Gallegos, sin embargo en el cuarto viaje (cuyo regreso se efectuó finalizando el conflicto), se evacuaron a Puerto Belgrano. El personal que llegó a Río Gallegos fue transportado por avión al Hospital Naval de Puerto Belgrano (Fig. 10).

### Fuerzas Armadas de Gran Bretaña

En un principio se pensó que la evacuación desde el Atlántico Sur iba a ser uno de los principales problemas sanitarios. La evacuación de bajas a más de 15.000 km presenta importantes problemas sanitarios y logísticos. Dadas la numerosas transferencias barco a barco, barco-avión y hospital-hospital, el traslado desde el «Uganda» en Zona de Operaciones hasta el Hospital Militar «Queen Elizabeth» de Inglaterra duraba más de 6 días<sup>20</sup>.

El buque hospital «Uganda» fue equipado con un helicóptero que permitía estar a 15 minutos de vuelo desde la línea de combate<sup>21</sup>.

Iniciado el conflicto, las autoridades de la sanidad uruguaya, planificaron el denominado «Operativo Maíz», mediante el cual se

**Tabla 4.** Total de evacuados desde el Hospital Militar de Puerto Argentino hasta el 16 de Junio<sup>18</sup>

	Número	%
<b>Heridos por arma de fuego</b>	361	53,8%
<b>Pie de trinchera</b>	173	25,8%
<b>Desnutridos</b>	14	2,1%
<b>Otras afecciones</b>	123	18,3%
<b>TOTAL</b>	<b>671</b>	<b>100%</b>



Figura 10. Rutas de evacuación argentinas. En azul las aéreas. Modificado de Gordon Smith. Argentina Armed Forces and Invasion Units. Battle atlas of the Falklands War 1982. Part 7, pag 22.2006.



Figura 12. Evacuación de bajas británicas en el «Hydra» hasta Montevideo (2.000 km). En azul, en avión. Modificado de <http://www.irizar.org/mlv-82-hospital.html>

habilitaba el Hospital Militar y el Hospital Maciel de Montevideo para recibir bajas. Pese a la preparación, finalmente no recibieron heridos.

A principios de mayo llegaron al Puerto de Montevideo varios buques-hospital británicos («Herald», «Hecla» e «Hydra») transportando más de 500 heridos. Las bajas eran trasladadas al aeropuerto de Montevideo con el apoyo de la Cruz Roja.

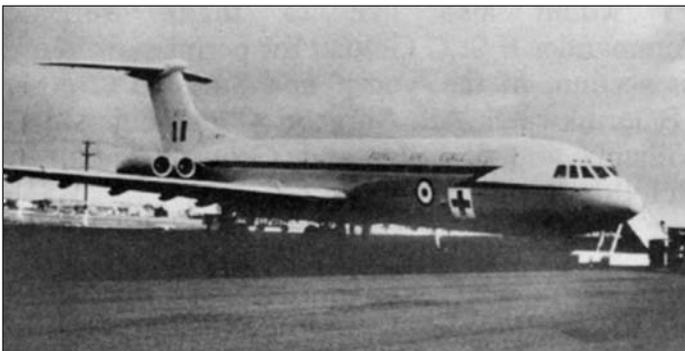


Figura 11. Aviones VC-10 de aeroevacuación médica. Tomado de: [www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1439657](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1439657)

La mayor parte de las bajas siguieron la siguiente cadena de evacuación: desde lugar del incidente hasta el «Uganda» y en éste a Montevideo (4 días). En Montevideo eran transportados con medios uruguayos hasta el aeropuerto, donde eran embarcados en aviones RAF VC10 (Fig. 11) y volaban hasta Gran Bretaña, vía Isla de Ascensión (Fig. 12). Algunas bajas fueron evacuadas desde el TO. hasta Gran Bretaña en barco.

El «Herald» realizó dos viajes hasta Montevideo, transportando 163 bajas. En el primero, 63 bajas procedían de la Batalla de Goose Green. En el segundo viaje, 15 grandes quemados procedentes del ataque al «Sir Galahad» fueron trasladados hasta Uruguay y acompañados por enfermería especializada en el cuidado de quemados<sup>10</sup>.

La aeroevacuación médica fue diseñada por el Comandante Baird. Se emplearon aviones VC10 en los que se pintó la cruz roja. Recogían a los pacientes en Montevideo. Algunos Hércules se emplearon en la evacuación, aunque debido a problemas de ruido y humedad no eran los mejores para esto.

Hasta el 3 de agosto se realizaron 37 vuelos, 11 desde Montevideo vía Ascensión hasta Brize Norton (hospital «Princess Alexandra», cerca de Oxford) y 26 desde Ascensión hasta Brize Norton. Un total de 564 pacientes fueron transportados desde Montevideo y 116

directamente desde Ascensión. La duración del vuelo era de 8 horas hasta Ascensión y 8-9 horas hasta Brize Norton. Desde el hospital «Princess Alexandra» eran evacuadas a otros hospitales.

Los Equipos de Aeroevacuación Médica estaban compuestos por un cirujano, un anestesiólogo, seis enfermeros y seis auxiliares. Más de 60 bajas eran transportadas en cada vuelo, incluyendo 20 tumbadas en camilla. No hubo fallecidos durante el vuelo<sup>10</sup>.

## EXPERIENCIAS MÉDICAS TRAS LOS COMBATES

### Ataques argentinos a buques británicos

Sin seguir un criterio cronológico, analizaremos el ataque argentino sobre el «Sir Galahad» en primer lugar, debido a su importante repercusión sanitaria. Posteriormente se verán los ataques sobre el «Sheffield» y el buque de carga Atlantic Conveyor.

#### El ataque al «Sir Galahad»

El día 8 de junio el buque británico «Sir Galahad», como parte de la fuerza de asalto, se encontraba apoyando el desembarco de tropas en Port Stanley. Aproximadamente a las 17.00 hora local, sufrió el bombardeo por parte de cazas Sky Hawk argentinos. Al menos una bomba explotó en las inmediaciones de los depósitos de combustible, cerca de donde se encontraban las tropas y el material preparado para desembarcar. El efecto blast provocó detonaciones secundarias de la munición almacenada en la parte inferior de la superestructura del buque. Hubo muertos y heridos y un total de 78 soldados sufrieron quemaduras.

La evacuación comenzó a los pocos minutos del ataque. Se emplearon helicópteros, botes salvavidas, y embarcaciones hinchables. Aunque los equipos y material se perdieron, muchos de los soldados heridos consiguieron llegar a tierra (Fig. 13).

Todo el equipamiento sanitario embarcado se perdió<sup>16</sup>. Las capacidades médicas en Fitzroy eran limitadas. A pesar de ello, se aplicaron los primeros cuidados, y tan pronto como fue posible, se evacuó a la mayoría de bajas hasta Ajax Bay por helicóptero. El resto fueron llevadas hasta buques fondeados en San Carlos. Al final, todas las bajas acabaron en el «Uganda», que en previsión de recibir más heridos procedentes del inminente ataque a Port Stanley<sup>22</sup>, empleó a los buques «Hecla», «Herald» e «Hydra» para evacuar de nuevo a las bajas hasta Montevideo. Por último se emplearon aviones VC-10 de la RAF, que tras hacer escala en Isla Ascensión, trasladaron a los heridos al hospital «Princess Alexandra» y más tarde a otros hospitales militares británicos.

En Fitzroy, los equipos sanitarios encuadrados en las Unidades de Infantería desplegadas contaban con personal y equipamiento. Los primeros cuidados consistieron en lavado abundante con agua fría y posterior vendaje de las áreas corporales que presentaban quemaduras. Se consiguió acceso venoso periférico para fluidoterapia.

Más tarde, las bajas fueron transportadas en helicóptero, la mayoría en hora y media, hasta Ajax Bay. Como sus capacidades sanitarias también eran limitadas, la mitad de las bajas fueron trasladadas hasta los servicios de sanidad a bordo de los buques Fearless, Intrepid y Atlantic Causeway.



**Figura 13.** Supervivientes del ataque aéreo sobre el «Sir Galahad», llegan a tierra en botes. Tomado de: <http://ar.geocities.com/laperlaaustral>

En Ajax Bay, a los pacientes se les administró de forma protocolizada penicilina intramuscular, toxoide tetánico y morfina. Las quemaduras fueron tratadas con solución de ceftrixima, pomada de sulfadiacina argéntica y cobertura. En Fitzroy y en Ajax Bay a catorce pacientes con más del 10% de superficie corporal quemada, se les administró fluidoterapia (solución Ringer y poligelinas) y a dos se les colocó sonda urinaria. A las bajas expuestas al flash o al humo, se les administró corticoides antes de llegar al «Uganda».

La mayoría de los pacientes fueron evacuados en helicóptero hasta el «Uganda», donde se continuó la fluidoterapia con Dextrano 70. El ritmo de infusión se basó en los niveles de hematocrito del paciente, constituyendo la «Regla Uganda» en referencia a este buque (Tabla 5).

Debido al número de bajas, la cirugía a bordo del «Uganda» fue limitada. Las quemaduras faciales que afectaban a córnea fueron tratadas con injerto en párpados y tarsorrafia. En otras zonas corporales se realizó escarotomía de urgencia. La antibioticoterapia profiláctica se continuó por vía oral durante 5 días más.

Dos pacientes en Ajax Bay recibieron transfusión de sangre (uno con hemoemotórax y otro con amputación traumática infrarotuliana) y otros dos en el «Uganda» (con quemaduras en el 26% y 45% respectivamente) Mientras que en Ajax Bay no se pudo realizar las pruebas cruzadas, en el «Uganda» sí que fue posible. No aparecieron reacciones transfusionales.

El hospital militar «Queen Elizabeth» contaba con una Unidad de Cirugía Plástica y Quemados de 28 camas y 6 de cuidados críticos. Ante la posible llegada de bajas desde Islas Malvinas, se pospusieron todas las intervenciones no urgentes, los pacientes ingresados fueron trasladados a otras plantas y se reforzó la plantilla de enfermería con personal de otros servicios. Un total de 48 pacientes

**Tabla 5.** Regla «Uganda» de infusión de Dextrano 70 en pacientes con quemaduras<sup>22</sup>

Hematocrito	Ritmo de infusión de 500 ml de Dextrano 70
> 60 %	Cada 2 horas
50 – 60 %	Cada 4 horas
< 50 %	Cada 6 horas

**Tabla 6.** Quemados del «Sir Galahad»<sup>20</sup>

Superficie corporal quemada (%)	Número de pacientes
<5	15
6-10	19
11-15	4
16-20	6
>20	4
<b>Total</b>	<b>48</b>

**Tabla 7.** Clasificación de quemados por región y tratamiento empleado<sup>21</sup>

	Tto. conservador	Tto. quirúrgico	Total
<b>Manos</b>	49	44	93
<b>Cara</b>	40	2	42
<b>Scalp</b>	0	6	6
<b>Tronco</b>	6	1	7
<b>Miembros</b>	17	3	20

varones ingresaron en esta Unidad entre el 18 de junio y el 2 de julio (25 bajas el primer día y 46 al final de la primera semana). Tenían edades comprendidas entre los 18 y 41 años. Todos procedían del ataque del 8 de junio al «Sir Galahad» (Tablas 6 y 7).

El 100% de los heridos presentaban quemaduras de diversos grados en manos, faciales el 42%, 33 pacientes en otras zonas y 8 presentaban lesiones no térmicas.

Se realizaron injertos en 40 manos de 23 soldados, 12 manos requirieron un injerto. En 5 pacientes fue necesario el empleo de dispositivos de Kirschner para prevenir retracciones en las articulaciones de los dedos. Solo 2 pacientes necesitaron injerto facial, 25 pacientes presentaron lesiones superficiales en manos a las que se les aplicó tratamiento conservador, dándoles el alta a las 3 semanas de la lesión.



**Figura 14.** Traslado de bajas procedentes del HMS Sheffield. [www.mlv1982.om.ar](http://www.mlv1982.om.ar)

Al final de julio ingresaron los dos últimos pacientes, el primero presentaba 45% de superficie corporal quemada y septicemia y el otro amputación traumática de la pierna. Se emplearon injertos de manos, brazos, scalp y nueve anestésicos generales (Tabla 7).

Los resultados fueron que al final de 1982, 21 soldados volvieron al servicio activo, 22 pacientes presentaron limitaciones (cicatrices hipertróficas, retracciones...). Ninguno tuvo secuelas respiratorias<sup>20</sup>.

El 34% de las bajas británicas embarcadas sufrieron quemaduras<sup>9</sup>.

#### Ataque contra el «Sheffield»

El 4 de mayo este buque recibió el impacto de un misil Exocet. A pesar de no explotar, produjo a su paso una fuente de calor que provocó un incendio en la sala de máquinas. Debido al material inflamable: pintura y cables de PVC, el incendio se extendió por otras dependencias. A los 15-20 segundos del impacto, el buque estaba envuelto en humo negro. Veinte miembros de la dotación fallecieron en el incidente. El «Hermes» envió un equipo médico de apoyo. Veinticuatro bajas fueron evacuadas al buque hospital (Fig. 14). La mayoría sufrió quemaduras y lesiones por humo<sup>10</sup>.

#### Ataque contra el buque de carga «Atlantic Conveyor»

El 25 de mayo un misil Exocet destruyó el buque de carga «Atlantic Conveyor». Doce miembros de su dotación fallecieron por hipotermia al permanecer un tiempo prolongado en la mar. Los supervivientes, tuvieron que abandonar el buque. La evacuación de las bajas desde cubiertas a más de 15 metros de superficie del agua tuvo que realizarse venciendo grandes dificultades.

#### Ataques británicos a buques argentinos

##### Ataque al crucero «General Belgrano»

El 2 de mayo, este crucero fue hundido tras recibir el impacto de varios torpedos Mk8 disparados por el submarino nuclear británico «Conqueror»<sup>1</sup>. La actuación de este submarino apartó definitivamente a la mayor parte de la flota argentina del conflicto.<sup>23</sup> Se contabilizaron más de 300 bajas entre muertos y desaparecidos. Los naufragos debieron permanecer entre 40 y 44 horas en las balsas, con temperaturas del agua entre los 2 y 3°C, con vientos entre 90 y 108 km/h, con olas de hasta 6 metros y una sensación térmica de entre 7 y 10°C bajo cero (Figs. 15 y 16). Los 71 miembros super-



**Figura 15 y 16.** Hundimiento del «General Belgrano». Dos supervivientes.

## La Sanidad Militar Argentina y Británica en la Guerra de las Malvinas

vivientes de su dotación estaban, a excepción de dos, afectados por hipotermia.

Se observaron lesiones producidas por el frío en el 16% de los supervivientes, 19% presentaba dolores relacionados con heridas o decúbitos. Del total de supervivientes, 18 finalmente murieron<sup>24</sup>.

### La batalla de Goose Green

Tras el desembarco de tropas británicas en San Carlos, el 28 de mayo tuvo lugar la batalla de Goose Green, considerada como la más larga y la primera gran contienda de la Guerra de las Malvinas. Duró 38 horas. En ella se enfrentaron 4 compañías paracaidistas británicas (450 hombres) apoyadas por 3 piezas de artillería de campaña de 105 mm a una guarnición argentina con miembros del 12 Regimiento de Infantería apoyados con una compañía del 25 Regimiento de Infantería (un total de 1.500 hombres) y una batería de artillería de campaña con piezas de 105 mm. El objetivo era la toma de la posición de Darwin y Goose Green, que debido a su ubicación geográfica, contaba con un importante valor táctico.

A las dos horas de la hora H, el Batallón de Cuartel General (incluida la Sección de Sanidad) se desplazó hacia el Istmo de Goose Green. El flanco izquierdo del avance había sido quemado por proyectiles de fósforo blanco. La columna sufrió tres ataques argentinos. En los dos primeros no hubo bajas, pero el tercero provocó en la Compañía D los primeros heridos (Fig. 17). Con precaución por la posible presencia de francotiradores argentinos en el flanco derecho, el oficial médico y el resto del equipo sanitario se desplazó 400 metros hasta alcanzar las primeras dos bajas. Habían sufrido sendas heridas por arma de fuego. Eran las 06,00 y todavía quedaban cuatro horas de oscuridad. Tras administrar el tratamiento inicial a las bajas, las resguardaron de la lluvia y esperaron a que amaneciese para que los helicópteros pudieran despegar. La evacuación se pudo realizar antes de lo previsto, ya que se capturó un vehículo Land-Rover a las tropas argentinas, permitiendo que las bajas se trasladaran por tierra hasta Camilla Creek. Se aprovechó el viaje de regreso de los helicópteros de municionamiento para evacuar a los heridos.

Se comunicó que un helicóptero británico había sido abatido. Se preveían varias bajas en el lugar del derribo. Por este motivo, el personal sanitario se dividió en dos equipos. Cada uno de ellos estaba compuesto por un oficial médico, un operador de radio y dos sanitarios. La artillería argentina continuaba disparando de forma incesante. Las dos compañías de vanguardia británicas (A, D) empezaron a sufrir bajas y se encontraban separadas entre ellas aproximadamente 1.500 metros. Un equipo sanitario se desplazó por el flanco izquierdo y el otro por el flanco derecho hasta las cercanías de la Colina de Darwin. En ese momento aparecieron 2 aviones «Pucarás» argentinos que derribaron a un helicóptero «Scout» británico.

Un equipo sanitario encontró a las bajas de la Compañía A a pie de la colina al Oeste de Darwin. Las bajas habían sido agrupadas por el sanitario de la Compañía A. Todas las bajas estaban con inmovilizaciones y vendajes. Se les administró analgesia y antibiotioterapia, procurando mantenerles secos y calientes. El material sanitario



**Figura 17.** Asistencia sanitaria a bajas durante los combates de Goose Green. Tomado de: [www.mlv1982.com.ar](http://www.mlv1982.com.ar).

**Tabla 8.** Tipo de bajas durante la Batalla de Goose Green. No hubo quemados, bajas psiquiátricas o por minas. (\*) Todos sobrevivieron<sup>25</sup>

	Heridos	Muertos en acción	Total (fallecidos y no)
Heridas por arma de fuego	16 *	12	28 (56%)
Metralla y fragmentos	17*	4	21 (42%)
Pilotos helicópteros derribados	0	1	1
<b>Total</b>	<b>33 (66%)</b>	<b>17 (34%)</b>	<b>50</b>

comenzaba a escasear y los equipos de sanidad tuvieron que atender a más bajas y a algunos de los prisioneros argentinos capturados.

En ese momento aparecieron 4 helicópteros «Scout» con camillas y con suministro sanitario. Todos los heridos se trasladaron en ellos. La artillería argentina comenzó a saturar de nuevo la posición donde se encontraban los equipos de sanidad. Tuvieron que buscar refugio y permanecer allí todo lo que quedaba de día. Mientras, se continuó tratando a las bajas británicas y a las argentinas.

Durante la noche, la artillería cesó. A la posición donde se encontraban los equipos de sanidad llegaron un paciente sufriendo un esguince de tobillo y dos torceduras.

Al día siguiente evacuaron en helicóptero a las bajas. Las tropas argentinas se habían rendido, habían sufrido 250 muertos y 150 heridos<sup>25</sup>. Por su parte, las fuerzas británicas sufrieron 17 muertos y 33 heridos (Tabla 8). En total, los dos equipos de sanidad desplegados con las Compañías Paracaidistas trataron a 33 militares británicos y más de 12 argentinos<sup>26</sup>.

### Estudio de las bajas sanitarias

La Guerra de las Malvinas, a pesar de tener una duración de 74 días, se caracterizó por una densidad de fuego muy alta, que ocasionó una elevada tasa de mortalidad. Esta cifra permite comparar desde un punto de vista sanitario los distintos conflictos (Tabla 9).

**Tabla 9.** Mortalidad por 1000 efectivos/año durante los conflictos indicados. No se ha podido determinar las causas de la mortalidad de militares argentinos por la falta de datos precisos, ya que no hubo personal especializado en la recopilación y análisis de los datos<sup>27</sup>

2.ª Guerra Mundial (norteamericanos)	Guerra Corea (norteamericanos)	Guerra Vietnam (norteamericanos)	Guerra Malvinas (argentinos)
52	43	18	151

**Tabla 10.** Distribución de las bajas por ejércitos<sup>28</sup>

	Muertos	Heridos
Ejército	197	748
Marina	404	175
Fuerza Aérea	55	65
Total	656	988

**Tabla 11.** Afecciones sufridas por las bajas argentinas<sup>28</sup>

	NUM	%
LESIONES DIRECTAS DE COMBATE		26,83
Heridos	361	
Pie de trinchera	173	
LESIONES NO DE COMBATE		73,27
Gastroenteritis	156	
Infecciones bacterianas y víricas de la piel	107	
Lumbociatalgias	60	
Neumopatías	56	
Síndromes gripales	45	
Artralgias	44	
Amigdalitis	43	
Infecciones micóticas de la piel	42	
Eritema pernio	40	
Quemaduras	34	
Otitis media supurada	24	
Síndrome de estrés postraumático	21	
Infecciones urinarias	19	
Desnutrición	14	
Uñas encarnadas infectadas	13	
Hepatitis epidémica	10	
Apendicitis aguda	5	
Otras infecciones	723	
TOTAL	1990	

**Las bajas argentinas**

Del total de 10.190 efectivos argentinos desplegados el 27 de Mayo de 1982 en Las Malvinas, se registraron 187 muertos y 1.046 heridos (10,45%). La distribución por ejércitos se refleja en la tabla 10.

Durante la existencia del Hospital Militar Puerto Argentino, del 12 de abril al 15 de junio, ingresaron 1990 pacientes, realizando 4005 actos médicos y 731 odontológicos<sup>19</sup>. En relación con el combate, se atendieron 534 casos (26,83%), constituyendo el 5,24% de los 10.190 efectivos desplegados por todas las fuerzas.

Las afecciones diagnosticadas se detallan en la tabla 11.

En cuanto a los datos de los 361 heridos en combate, cabe indicar que el 70% de los mismos lo fue por proyectiles de baja velocidad correspondientes a esquirlas de munición de artillería terrestre y de bombardeo aéreo y naval. En estas situaciones la distancia del impacto se torna fundamental. En la última parte del combate, la mayor parte de enfrentamientos tuvieron lugar a corta distancia y se realizaron con armas de fuego portátiles (Tablas 12 a 14)<sup>19</sup>.

**Tabla 12.** Topografía y mecanismo lesional. Hospital Militar en Islas Malvinas<sup>12</sup>

	Esquirlas	Bala	Explosión	Total (N)	Total (%)
Miembros	183	76	7	266	73.7
Tórax	23	-	-	23	6.4
Abdomen	8	5	-	13	3.6
Cabeza/ Cuello	6	2	-	8	2.2
Otros	36	-	15	51	14.1
Total	256	83	22	361	100

**Tabla 13.** Agente lesional y empleo de las bajas<sup>28</sup>

Rango	Esquirlas	Bala	Explosión	Total	%
Oficiales	15	3	-	18	5
Suboficiales	57	12	5	74	20,5
Soldados	184	68	17	269	74,5
Total	256	83	22	361	100

**Tabla 14.** Bajas argentinas atendidas en el Hospital Militar de Puerto Argentino, por ejército de pertenencia<sup>29</sup>

	Número	%
Ejército	299	82.8
Fuerza Aérea	26	7.2
Armada	28	7.8
Prefectura Naval	7	1.9
Gendarmería Nacional	1	0.3
Total	361	100

**Las bajas británicas**

Las fuerzas británicas perdieron a 255 hombres y 777 resultaron heridos (7,26% de los efectivos desplegados). 446 recibieron tratamiento en un Hospital Militar<sup>26</sup>. Las bajas distribuidas por ejércitos se muestran según la tabla 15.

Desde el día 16 de mayo al 13 de julio de 1982, se atendieron a bordo del buque hospital «Uganda» 730 bajas (de ellos 150 eran argentinos), de las cuales el 91% fueron por acciones de combate, siendo las heridas penetrantes el tipo de lesión más frecuente. Los pacientes críticos fueron ingresados en las 20 camas de la Unidad de Cuidados Intensivos. El resto de pacientes fueron distribuidos entre las salas de cuidados mínimos y medios. Procedentes del «Sir Galahad», ingresaron 169 bajas en apenas 3 horas.<sup>10</sup>

La Sanidad Militar desplegada en tierra también jugó un importante papel, ya que en el Centro Quirúrgico Avanzado entre el 21 de mayo y el 9 de junio, se atendieron 725 bajas procedentes de la línea de contacto y de otras instalaciones sanitarias. De ellas, 210 se

**Tabla 15.** Bajas británicas por ejército de pertenencia

	Armada	Ejército	Fuerza Aérea	Otros	Total
Muertos/Desaparecidos	113	123	2	18	256
Heridos	275	436	8	19	777

## La Sanidad Militar Argentina y Británica en la Guerra de las Malvinas

**Tabla 16.** Heridas de combate en bajas británicas<sup>16</sup>

Tipo de herida	Número	%
Heridas penetrantes	270	52,3%
Quemaduras	112	21%
Pie de trinchera	70	13,6%
Heridas no penetrantes	43	8,3%
Patología psiquiátrica	21	4,1%

intervinieron bajo anestesia general, filiándose 2 fallecidos. El 40% de las bajas eran de nacionalidad argentina.

De los heridos, el 67% tenían lesiones en miembros y el 14% en cabeza y cuello. El agente lesional que más bajas provocó fue la bala<sup>16</sup> (Tablas 16 a 18).

### LA ASISTENCIA MÉDICA EN LA ZONA DE OPERACIONES

#### Reanimación inicial argentina

Normalmente la resucitación se realizó simultáneamente con la clasificación. La resucitación abarcaba el restablecimiento de la vía aérea, la ventilación y la recuperación cardiocirculatoria. Las medidas de resucitación incluyeron la limpieza y expedición de la vía aérea, el lograr una respiración adecuada, detención de las hemorragias y colocación de varias vías de acceso venoso periférico para combatir el shock mediante la expansión del volumen circulante y administración de antibioticoterapia<sup>15</sup>.

#### Reanimación inicial británica

Cuando llegaban las bajas al centro sanitario, se les administraba fluidoterapia intravenosa, expansores del plasma y si era necesario sangre. Se aseguraba la vía aérea, procediéndose si era preciso a la intubación endotraqueal. Se aplicaba toxoide tetánico y penicilina a todas las bajas. Aquellos heridos con lesiones en cabeza y cuello, se les incrementaba la antibioticoterapia con sulfamidas y si las heridas se localizaban en región abdominal o pélvica, se administraba metronidazol junto con cefalosporinas o ampicilinas<sup>31</sup>.

#### Anestesia argentina

Las técnicas utilizadas por los anestesiólogos argentinos durante las intervenciones realizadas en el hospital de campaña fueron bloqueos regionales, anestesia general endovenosa con procaína o ketamina, y anestesia general inhalatoria con halotano en circuito abierto con oxígeno al 100%<sup>15</sup>.

#### Anestesia británica

La inducción anestésica se realizaba con ketamina o con tiopental sódico, la relajación muscular mediante succinilcolina o pancuronio y como agentes inhalatorios el halotano y el tricloroetileno,

**Tabla 17.** Localización de las lesiones<sup>16</sup>

Región	Número	%
Cabeza y cuello	36	14
Tórax	18	7
Abdomen y pelvis	30	11,5
Miembro superior	68	26,5
Miembro inferior	106	41
TOTAL	258	100

**Tabla 18.** Agentes lesionales<sup>16</sup>

Agente lesional	Número de casos	%
Balas	74	31,8%
Fragmentos	105	45%
Minas	25	10,8%
Varios*	29	12,4%

\* (proyectiles secundarios, misiles, tráfico...)

como máquina para administrar la anestesia, se empleó la TSA (Tri-Service Anaesthetist Apparatus)<sup>10</sup>.

Se intentó combatir contra la hipotermia mediante calentadores de fluidos y adelantarse a la hipovolemia gracias al empleo de coloides, y oxígeno adicional<sup>32</sup>.

Durante el conflicto, a bordo del «Uganda», se realizaron 420 anestias, ingresando en la Unidad de Cuidados Intensivos 61 pacientes, con una estancia media superior a 10 días<sup>10</sup>.

#### Empleo de hemoderivados. Argentina

En el Hospital Militar de Puerto Argentino, no había ningún médico hematólogo y el manejo de la sangre estuvo a cargo de un médico especialista en análisis clínicos. El hospital contaba con 556 unidades de sangre. De ellas se emplearon 418. Hubo poca necesidad de enviar sangre desde el Hospital Militar Central. La Dirección de Sanidad del Ejército envió plasma liofilizado y albúmina humana.

Hubo españoles que enviaron 60 unidades de sangre en frascos de vidrio, con la leyenda «sangre española para nuestros hermanos argentinos»<sup>13</sup>.

#### Empleo de hemoderivados. Gran Bretaña

El buque «Uganda» y el «Queen Elisabeth 2», contaron con la mayor reserva de productos hemoderivados, tenían 792 unidades de sangre por barco. Sumando todas las fuentes de aprovisionamiento, los británicos dispusieron para la Guerra de las Malvinas de 3.262 unidades, de las que se emplearon 605. Este hecho pudo deberse a que el número de bajas estimadas fuese superior al real, a que la caducidad impidiese su empleo y que su almacenaje en lugares no adecuados no permitiese el uso. Se instó a los prisioneros argentinos a donar sangre, que se empleó exclusivamente en el tratamiento de las bajas argentinas realizados por médicos militares británicos<sup>10</sup>.

### Cirugía argentina

Las heridas craneoencefálicas fueron indicación de craneotomía exploradora. Las heridas en cara y cuello fueron suturadas por primera intención. Si hubo hemorragia importante en cuello, se controló mediante sutura de la arteria carótida externa.

Las heridas maxilofaciales obligaron a asegurar de inmediato la vía aérea, generalmente mediante una traqueostomía.

El 85% de las lesiones torácicas se solucionó mediante la colocación de un tubo de drenaje de tórax con sello de agua. La indicación de toracotomía en campaña, fue la de hemorragia continua por el tubo de drenaje o gran pérdida de aire por el mismo.

Para los argentinos, toda herida por proyectil de guerra, cuyo trayecto ideal hace suponer que ha atravesado la cavidad abdominal, debe ser sometida a laparotomía exploradora. Además se consideraba que el abdomen también podía estar afectado aunque el orificio de entrada o los orificios de entrada y salida no estuvieran en él, y que pudiesen ubicarse en tórax, genitales o nalgas. La técnica quirúrgica incluyó: en la lesiones duodenales complicadas, procedimientos como la exclusión pilórica; el estómago y el intestino delgado se repararon con suturas o extirpación parcial; en lesiones de colon, la exteriorización fue la regla, eventualmente mediante colostomía de descarga; en las lesiones del recto subperitoneal, se realizó colostomía de descarga y amplio drenaje del espacio pelvirrectal; en las lesiones de bazo, se procedió a practicar esplenectomía, mientras que en las lesiones hepáticas debido al sangrado masivo, se intentó conseguir una hemostasia del parénquima y ocasionalmente al sangrado se tuvo que recurrir a la ligadura de ramas vasculares del hilio hepático.

El tratamiento de las heridas de los miembros se basaba en la resección de los tejidos desvitalizados, extracción de los cuerpos extraños, la reconstrucción vascular y la estabilización del miembro.

Los principios generales del desbridamiento en el Hospital de Campaña de Puerto Argentino para las heridas de guerra fueron: incisiones amplias en dirección al eje de la extremidad, extirpación de todos los tejidos necrosados, amplio desbridamiento, irrigación abundante con solución fisiológica, dejar la herida abierta, cierre de la herida a los 4 ó 5 días, una vez que se había comprobado que estuviera limpia (sutura primaria demorada), lo que generalmente se realizó en hospitales del continente. Las heridas deben cerrarse con sutura primaria en cara y cuello y cuando se hace necesario separar una cavidad del exterior, en especial cabeza y tórax<sup>33</sup>.

### Cirugía británica

La mayoría de las bajas con lesiones cefálicas y en cuello fallecieron en el acto. Los supervivientes solían presentar lesiones tangenciales, acompañadas de fractura craneal, pérdida de tejidos blandos y destrucción de tejido cerebral. Se procedió al cierre de los defectos duros.

Heridas en región máxilo-facial. En Zona de Operaciones únicamente se trataron aquellas que comprometían la vía aérea. En tres casos se realizó una traqueostomía. Los fragmentos de proyectil y las esquirlas óseas solo se extirparon en caso de fácil acceso.

Heridas en tórax. La mayoría de pacientes presentaron heridas tangenciales y periféricas que no precisaron de toracotomía. Se realizó excisión de la herida, colocación de tubo de drenaje. Única-

mente se practicó la toracotomía en 6 casos ya que estos pacientes presentaban hemorragia persistente y lesión pulmonar masiva. En un caso de herida soplante, se procedió a cubrir el orificio con tejido muscular.

Ante heridas en abdomen y pelvis, se realizó laparotomía exploradora excepto a aquellos pacientes que presentaban heridas tangenciales y no penetrantes en cavidad abdominal. La laparotomía se realizaba en línea media para conseguir un adecuado acceso quirúrgico y un rápido control hemorrágico. Las lesiones múltiples solían cursar con lesión mesentérica y se trataban con escisión lateral y cierre o mediante resección del segmento afecto y anastomosis término-terminal. Las lesiones en colon derecho se trataban con escisión lateral y sutura simple o mediante hemicolectomía y anastomosis, mientras que las de colon izquierdo se las trataba mediante colostomía proximal y drenaje o externalización del segmento afectado. Las lesiones hepáticas se trataron mediante laparotomía, resección lateral, tratamiento hemostático y drenaje.

Heridas en miembros. Se practicaba fasciotomía siguiendo el eje del miembro, y afectando a grupos musculares involucrados. Se pretendía preservar la mayor superficie cutánea posible. Las fracturas conminutas se trataban mediante un lavado abundante, extracción de fragmentos, reducción aproximativa y colocación de un fijador externo. Los tendones y nervios lesionados eran reparados parcialmente mediante sutura de seda a la espera de un completo tratamiento en escalones médicos superiores. <sup>16</sup>Solo las arterias y venas principales eran reparadas. Los miembros catastróficos eran lo más rápidamente amputados al nivel más inferior posible. Se realizaron 38 amputaciones (32 mayores y 6 menores), 23 de ellas en los Equipos Quirúrgicos desplegados en Zona de Operaciones. La amputación más practicada fue la infra rotuliana<sup>26</sup> (Tabla 19).

### Pié de trincherera. Argentina

Entre las tropas argentinas, un hecho a destacar fue la «enfermedad por desnutrición», llamada también «edema de hambre o distrofia por falta de prótidos y grasas». Se produjo como consecuencia de una alimentación deficiente en calorías. La desnutrición, junto con las bajas temperaturas, la humedad, la falta de higiene, reposo escaso... también es un factor predisponente para el «pie de trincherera». En los registros del Hospital Militar de Puerto Argentino, se contabilizaron 173 casos (8,6%) y en total, el ejército argentino sufrió 245 casos de pie de trincherera<sup>34</sup>.

La gran mayoría de los afectados por esta etiología fueron atendidos y seguidos en su evolución en el Hospital Naval de Puerto Belgrano, donde fueron tratados con oxigenoterapia hiperbárica. Hubo

**Tabla 19.** Amputaciones realizadas en los Equipos Quirúrgicos desplegados en la Zona de Operaciones<sup>26</sup>

Nivel de amputación	Número
Supra rotuliana	7
Rotuliana	1
Infra rotuliana	11
Supra condilea	2
Infra condilea	2
Total	23

**Tabla 20.** Cambios a nivel de los trastornos de salud mental antes y después de la intervención profesional<sup>36</sup>

Trastornos del estado de ánimo	Ansiedad	Trastorno facticio	Consumo de drogas	Control de impulsos	Trastorno adaptativo
Inicio	22%	5%	14%	26%	5%
A los 6 meses	9%	5%	5%	13%	5%

casos con necrosis total de los dos pies<sup>12</sup>. En la Isla Gran Malvina, se registraron 3 fallecidos por esta causa.

### Pié de trincheras. Gran Bretaña

Tras el desembarco, las tropas británicas estaban expuestas a humedad, a bajas temperaturas, viento, lluvia, largas marchas o permanencia en trincheras. Además, las botas reglamentarias suscitaban fuertes críticas entre las tropas. Por todo ello, muchos efectivos sufrieron lesiones por frío. Los 70 casos (13,6%) más graves fueron evacuados al buque hospital «Uganda»<sup>10</sup>. Al final de la contienda, un grupo «randomizado» de Royal Marines fue examinado en «Institute of Naval Medicine» confirmándose por pletismografía que muchos de ellos presentaban desmielinización de los nervios medial y lateral de uno o los dos pies<sup>35</sup>.

### Patología psiquiátrica. Argentina

Las respuestas anímicas de las tropas argentinas observadas en Malvinas pueden agruparse en: reacción de huida, trastornos psíquicos por desnutrición, despersonalización y pánico.

Se exponen en las tablas 20 y 21 los resultados de un estudio sobre veteranos que recibieron una terapia de grupo centrada en incidentes críticos sufridos durante la contienda.

Se demostró la necesidad de contar con oficiales psiquiatras en el frente, de los que carecieron las fuerzas argentinas<sup>38</sup>.

### Patología psiquiátrica. Bran Bretaña

Antes del inicio de la confrontación, se estimaba que podían ser bajas más del 15% de las tropas que iban a ser desplegadas. De ellas, entre el 10-60% podían ser por causa psiquiátrica. Tras el término de la contienda, se demostró que únicamente el 4% de las bajas ingresadas en el «Uganda» fueron por motivos psiquiátricos.

Del mismo modo, se creía que el personal civil embarcado en los buques de la flota iba a ser, desde el punto de vista psiquiátrico, el grupo más vulnerable Sin embargo solo hubo unos pocos casos de shock por el combate, muy pocos por psicosis, depresión y sensación de autculpa<sup>10</sup>.

El número de bajas evacuadas por causa psiquiátrica al «Uganda» fue de 16. En el «Canberra» ingresaron 8 casos psiquiátricos. Ambos buques contaban con un oficial psiquiatra<sup>39</sup>.

El ratio de evacuados británicos por causa psiquiátrica en la Guerra de las Malvinas (2%) fue muy inferior a la experiencia americana en conflictos anteriores: 2ª Guerra Mundial (23%), Corea (6%), y Vietnam (5%)<sup>40</sup>. Esto pudo ser debido a varios factores: empleo de unidades de élite (cuyos miembros habían servido juntos durante años, disminuyendo la aparición de bajas de este tipo), breve duración del conflicto (en campañas anteriores, se ha demostrado el cor-

to espacio de tiempo de combate con una menor incidencia de bajas de origen psiquiátrico), poca exposición a fuego indirecto (a pesar de los ataques de los cazas argentinos, aparecieron pocas bajas psiquiátricas a bordo de los buques británicos), desembarco con poca oposición (el momento más vulnerable para las tropas británicas fue el desembarco en la Bahía de San Carlos, donde los defensores argentinos no tomaron la iniciativa) y la actitud ofensiva (que provoca menos bajas psiquiátricas que en el bando defensor). Además, en el total de bajas psiquiátricas pudo influir el que el 20% de las bajas británicas fueron por sufrir patologías no previstas como pie de trincheras<sup>41</sup> y a la presencia de oficiales psiquiatras en las unidades sanitarias desembarcadas<sup>42</sup>.

## DISCUSIÓN

### Nivel logístico operativo

Para los argentinos, este conflicto fue la primera guerra en la que participaban a lo largo del Siglo XX. Argentina tuvo una falta de previsión sanitario-militar, a pesar de contar con la cercanía al Teatro de Operaciones y de tener la iniciativa del conflicto. Se tuvo que adaptar una Sanidad Militar eminentemente hospitalaria a una Sanidad Militar desplegada tácticamente. Todos los escalones sanitarios estuvieron presentes, pero se encontraron problemas a la hora de la coordinación, apoyo logístico y cadena asistencial entre las Sanidades del Ejército, de la Armada y de la Fuerza Aérea.

**Tabla 21.** Datos psicológicos de los veteranos de Guerra en Malvinas. Años 1996/98<sup>37</sup>

Proceso	%
Cambio de carácter	86
Sentimiento de discriminación	84
Trastornos en el sueño	77,9
Guerra sentida como catástrofe	73
Situación traumática actual	70
Trastornos en la memoria	60
Violencia	37
Trastornos en el pensamiento	34
Irritabilidad	29,8
Angustia	29,8
Ideas frecuentes de suicidio	28
Trastornos en el tiempo	26
Fobias	20
Depresión	19,9
Intentos de suicidio	10
Síntomas psicóticos	10

**Tabla 22.** Diferencias principales entre la Sanidad Militar argentina y británica.

Argentina	Gran Bretaña
Sanidad Militar eminentemente hospitalaria.	Sanidad Militar con capacidad real de proyección.
Personal sanitario sin experiencia de combate.	Personal sanitario con experiencia en combate.
No se aprovechó la relativa cercanía a territorio nacional y mal apoyo logístico por el transcurso desfavorable de la guerra	La problemática logística se solventó parcialmente gracias a la frecuente improvisación, a pesar las distancias

Para Gran Bretaña, el conflicto no fue novedoso. Las Fuerzas Armadas británicas tenían experiencia por conflictos anteriores relativamente recientes (Chipre, Aden, Malasia, Borneo) y simultáneos (Irlanda del Norte). Este hecho permitió la normalización de sus protocolos operativos. De cualquier modo, la Guerra de las Malvinas supuso un auténtico reto, por encontrarse a tanta distancia de su territorio nacional y por ser la fuerza atacada. Su Sanidad Militar operativa estaba planificada, aunque estuviese enfocada para un posible despliegue en el Teatro de Operaciones de Europa bajo ambiente NBQ. También estuvieron presentes todos los Escalones Sanitarios, y las tres Sanidades Militares contaron con un apoyo logístico único aunque con tres cadenas logísticas independientes.

Las dos Sanidades Navales emplearon escasos días para transformar buques, en buques hospitales. Quedó demostrada la gran importancia de contar con adecuados buques de este tipo (Tabla 22). Se emplearon barcos menores como «buques ambulancia». Ambos países cumplieron la normativa de Ginebra al respecto.

Las Sanidades Militares de ambos países desplegadas en tierra, emplearon como instalaciones sanitarias principales, edificaciones destinadas a otras funciones. Los argentinos, en Puerto Argentino utilizaron un hotel, mientras que los británicos en la Bahía de Ajax desplegaron en una planta congeladora.

### Nivel asistencial

En ambos bandos, la intubación orotraqueal fuera de las instalaciones sanitarias fue escasa, se empleó fluidoterapia con frecuencia, mientras que la transfusión de sangre se usó menos de lo esperado. Los fármacos y técnicas analgésicas fueron similares.

De forma global, la formación quirúrgica de los cirujanos argentinos fue algo inferior a la de sus homólogos británicos, ya que éstos últimos sí que contaban con experiencia en cirugía de las tres cavidades y tenían protocolizado la mayor parte de sus actos médicos.

Este conflicto presentó una elevada mortalidad por heridas de arma de fuego respecto a guerras anteriores. Al principio del conflicto predominaron lesiones por metralla secundaria al empleo de artillería, sin embargo al final de las lesiones por proyectiles de fusilería se incrementaron notablemente por la aparición de combate cercano.

Los argentinos sufrieron entre sus bajas algunos casos de gangrena gaseosa a pesar de la técnica quirúrgica practicada y de la antibióticoterapia administrada. Por su parte, los británicos gracias al amplio desbridamiento de las lesiones, la profilaxis antitetánica, la antibióticoterapia, la sutura diferida y el empleo de fijadores externos por parte de los traumatólogos no padecieron ningún caso de gangrena gaseosa.

Los casos de quemaduras sufridas por personal de la «Royal Navy» constituyeron una gran oportunidad para incrementar el conocimiento sobre el manejo de este tipo de pacientes.

Ambos ejércitos padecieron casos de desnutrición y pie de trinchera, entidades no previstas por ninguno de los dos mandos.

Las secuelas psiquiátricas fueron superiores entre los militares argentinos, que entre los británicos.

### CONCLUSIONES

La Guerra de las Malvinas es uno de los últimos conflictos del siglo XX en los que se enfrentaron dos países occidentales.

El apoyo logístico sanitario durante el despliegue de la Fuerza en el Teatro de Operaciones es fundamental para obtener el éxito de la misión. Debe estar correctamente planificado, bien ejecutado y adaptado al transcurso de las operaciones.

Es necesario que la actividad asistencial en las bajas sea realizada por personal experimentado, adiestrado y con conocimientos en Sanidad de Campaña.

En términos globales, la Sanidad Militar argentina, a pesar de pertenecer a la fuerza atacante, presentó una falta de previsión en el despliegue, que condicionó negativamente la adecuada actuación asistencial prestada por su personal sanitario. Sin embargo, la Sanidad Militar británica tenía más experiencia adquirida al inicio del conflicto, contaba con un mayor apoyo logístico-operativo y su personal realizó sus funciones de forma óptima.

La Sanidad Militar española debe aprovechar, no sólo su propia experiencia adquirida tras más de 20 años en misiones internacionales, sino también las lecciones sanitarias aprendidas procedentes de otras Fuerzas Armadas que se han visto involucradas en conflictos recientes, como ocurre en el caso de la Guerra de Las Malvinas.

El objetivo principal es conseguir una proyección y trabajo adecuados para las futuras operaciones militares en las que podamos estar involucrados.

### AGRADECIMIENTOS

Al G.D. Med. L. Villalonga Martínez por la colaboración a la hora de sintetizar el trabajo original. Al Col. Med. J.L. López Poves, TCol. Med. J.R. Campillo Laguna, Comte. Med. E. Bartolomé Cela y al Comte. Med. A. Hernández-Abadía de Barbará por demostrarnos la importancia fundamental de la vertiente logístico-operativa en la Medicina Militar.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Piers RJ Page. Fighting for Falklands. JR Army Med Corps 153(S1):6-12
2. Ceballos EM, Buroni JR, Calcinari A. El ser humano en la guerra. Experiencia en Malvinas. Revista de la Escuela Superior de Guerra 61:296,1988
3. Scout FRCS. Lessons from Falklands Camping. JR Army Med Corps 153(S1): 74-77.
4. Jefe del Estado Mayor del Ejército. Informe Oficial del Ejército Argentino sobre el Conflicto Malvinas. Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires. 1983)
5. Ceballos EM, Buroni JR. Recopilación histórica y experiencia de Malvinas. Revista Militar 718:69, 1987.
6. <http://www.irizar.org/mlv-82-hospital.html>
7. García I, Las misiones de un buque hospital en las Malvinas, gaceta Marinera, 18 de noviembre de 1982, pag5

## La Sanidad Militar Argentina y Británica en la Guerra de las Malvinas

8. <http://www.cdosan.ejercito.mil.ar/Malvinas/Malvinas.htm>
9. Obrador Serra. Apoyo médico a las actividades de las Fuerzas Navales (II). Temas Profesionales. Revista General de Marina. Pág 420. 1993
10. A.R Marsh. A short but distant war. The Falklands Campaign. Journal of the Royal Society of Medicine. Volume 76. November 1983. pag 972-982.
11. [conflictoMalvinas.com.ar](http://conflictoMalvinas.com.ar)
12. [http://www.ama-med.org.ar/publicaciones\\_revistas3.asp?id=27](http://www.ama-med.org.ar/publicaciones_revistas3.asp?id=27)
13. Ceballos EM, Buroni JR. La Medicina en la Guerra de las Malvinas. 1992. Círculo Militar. 17-33.
14. [www.fundacionmedicajuri.org.ar/archivo/ecos.doc](http://www.fundacionmedicajuri.org.ar/archivo/ecos.doc)
15. Buroni y Ceballos. Heridos por arma de guerra: revisión y experiencia en las Malvinas. Revista Argentina de Cirugía 56:77. (1989)
16. Jackson DS Army Field Surgical Experience. JR Army Med Corps 2007. 153(S1):44-47.
17. Ryan JM, Hon FCEM. A personal reflection on the Falklands Islands War of 1982. JR Army Med Corps 2007 153(S1):88-91
18. Buroni JR, Ceballos EM. Conflicto Malvinas. Experiencia de los beligerantes en evacuación y hospitalización. Prens Méd Arg 73:387,1986
19. [www.aveguema.org.ar/Gacetas%20Malvinenses%20Digitales/LGM%203/Dentistas.doc](http://www.aveguema.org.ar/Gacetas%20Malvinenses%20Digitales/LGM%203/Dentistas.doc)
20. P Chapman. Operation Corporate-The Sir Galahad Bombing. JR Army Med Corps 153(S1):37-39.2007
21. Colin AB Military Medical Evacuation Anaesthesia and Perioperative Care in Combat Casualty. Chapter 27. pag 755-756.1994
22. Chapman CW Burns and plastic surgery in the South Atlantic Campaign. JR Nav Med Ser 1983;69:71-79
23. Treviño Ruiz JM. Malvinas 1982. Las lecciones prácticas de un conflicto pag 54-61. Defensa. Revista internacional de ejércitos, armamento y tecnología. Junio 1992. Número 170.
24. Marincioni. Supervivencia. El caso del ARA General Belgrano. Boletín del Centro Naval 107 (suplem 758-E-9):23, 1990.
25. Hughes SJ. The Battle for Goose Green. The RM O's view. JR. Army Med. Corps 153(S1):18-19. 2007
26. Groom AFG, Coull JT. Army Amputees from the Falklands – a review. JR Army Med Corps 153(S1):41-42.
27. Carey, M.E. Learning from traditional combat mortality and morbidity data used in the evaluation of combat medical care. Military Medicine 152:6, 1978.
28. Ceballos EM, Buroni JR. La Medicina en la Guerra de las Malvinas. 1992. Círculo Militar. 64.
29. Ceballos EM, Buroni JR. Conflicto Malvinas. Experiencia de los beligerantes en la clasificación de los heridos. Rev San Mil Arg 85:76,1986
30. Broyles T. A comparative analysis of the medical support in the combat operations in the Falklands campaign and the Grenade expedition. [Tesis Doctoral]. Fort Leavenworth Kansas;US. Army Command and General Staff College;1987
31. Williams JG, Riley TRD, Moody RA. Resuscitation experience in the Falkland Island camping. JR Army Med Corps 153 (1): 70-72
32. Jowitt. Anaesthesia ashore in the Falklands. Annals of the Royal College of Surgeons of England.1984. 66 (3). 197-200.
33. Ceballos EM, Buroni JR, Barrera Oro A. Patología quirúrgica de los miembros por acciones de guerra. Experiencia de las Malvinas. Revista de la Sociedad Argentina de Ortopedia y Traumatología 52:269,1987
34. Buroni JR, Ceballos EM. Pie de Trincheras. Revisión y Experiencia en Malvinas. Rev Arg de Cirugía 52:59, 1987.
35. RP Craig. Military Cold Injury during the war in the Falkland Island 1982: An evaluation of possible Risk Factors. JR Army Med Corps 153(S1):63-68.2007
36. A. Ruiz López), Estrés postraumático enmascarado, Mimeo, Buenos Aires.2001
37. Silva MA. Salud y derechos humanos: El caso de los veteranos de la Guerra de Malvinas. Boletín Virtual Enredando. Rosario, Santa Fe. [www.enredando.org.ar](http://www.enredando.org.ar)
38. Borini, M. La salud antes y después de la guerra. Proyecto de investigación y acción participativa para la salud de los veteranos de la Guerra de las Malvinas. Buenos Aires: Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados. División veteranos de guerra.
39. O'Connell, M. Psychiatrist at war. Paper presented at Symposium on Military Psychiatry, Royal Army Medical College, Millbank Sept 30, 1982.
40. Harper and Row. War in the Falkland: The full store. Sunday Times of London Insight Team. New Cork. 1982.
41. Jones F. Lessons of Falklands: Prepare for surprises. US. Medicine Feb, 1, 1983; p3.
42. Price HH Rateo f British Psychiatric Combat Casualties Compared to Recent American War. JR Army Med Corps 153 (S1):58-61.

### Manual de Helitransporte Sanitario

Alfredo Serrano Moraza, David Fernández Ayuso

Editorial: Elsevier Masson. Barcelona, 2008

No puedo estar más de acuerdo con las primeras reflexiones que encontramos en el prólogo de este libro: «*conocimiento acumulado, aquel cuyo valor no se puede dejar escapar*».

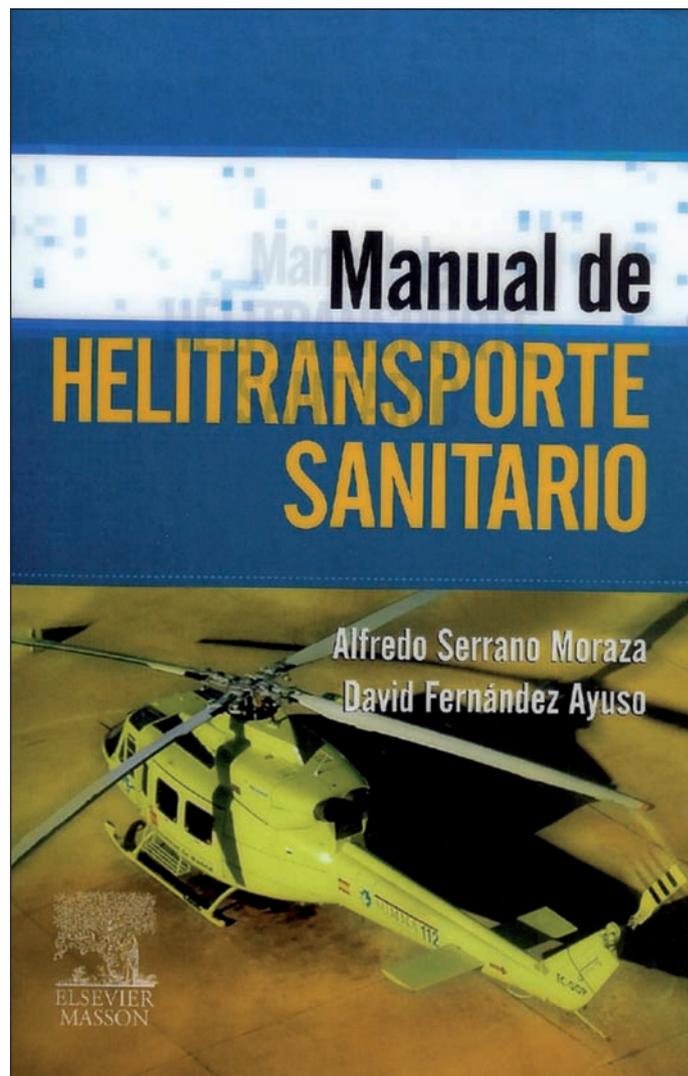
Esta es la primera impresión que nos llevamos al ver este libro: Por fin unos profesionales se han puesto manos a la obra y han conseguido reunir a una gran cantidad de personas con conocimientos y experiencias en el apasionante mundo del transporte sanitario aéreo y más concretamente en helicóptero.

No cabe ninguna duda del desarrollo tan enorme que ha experimentando este campo en España en los últimos años, tal y como se recoge en el propio libro. Muchos de los que han participado en este mundo comenzaron como profesionales de las diversas ramas sanitarias que además eran aficionados cuando no apasionados de la aviación. Otros muchos comprendieron rápidamente las ventajas de este medio. Y otros advirtieron de los riesgos. Entre todos, apoyándose en la experiencia de los ejércitos, los conocimientos recogidos en manuales extranjeros, las guías que cada servicio iba elaborando, las nuevas tecnologías, los nuevos desarrollos en la medicina de urgencias, etc; fueron acumulando una gran cantidad de conocimientos y recomendaciones que, si se me permite la expresión, estaban «pidiendo a gritos» ser recogidos y ordenados.

Por eso el valor de este libro. Un recorrido por los autores nos da idea del importante grado de conocimiento en el mundo de las urgencias y del transporte sanitario aéreo de todos ellos.

Y un recorrido por los contenidos es más que satisfactorio, ya que contempla muchos factores que no siempre se pueden encontrar en un libro sanitario y que son especialmente críticos en este tipo de transporte: conceptos aeronáuticos, tipos de misiones y de helicópteros, comunicaciones, señalización, seguridad a bordo, etc.... Así como los puramente sanitarios, muy completos, por cierto. Completa el libro una serie de prácticos anexos.

Lo único mejorable de esta edición es, desde mi punto de vista, la organización de los capítulos y evitar la repetición de conceptos; cosa que pienso es «efecto secundario no deseado» de uno de los principales aciertos de este libro, que ha sido contar con muchos autores que vierten sus conocimientos sobre el tema, haciendo bueno lo que mencionábamos al principio: no dejar escapar tanto conocimiento acumulado.



Para finalizar, señalar que el libro tiene formato de manual, con su encuadernación con espiral, unas tapas de un plástico resistente y un tamaño muy acertado: con 400 páginas, ni muy pequeño «de bolsillo de bata», ni muy grande: ideal tanto para la lectura en casa como en la «oficina aérea».

*Cte. Médico Beatriz Puente Espada.  
Diplomada en Medicina Aeroespacial.*

# NORMAS DE PUBLICACIÓN

**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 sus 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 de carácter científico, enviados a Sanidad Militar para su publicación, 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 a la Dirección.

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 precisen 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.

**Artículos de opinión.**-Opiniones que, por su importancia, requieran un espacio mayor del que permite una Carta al Director. Podrán alcanzar una extensión de hasta 1.500 palabras o 6 páginas de texto y podrán ir acompañadas de dos ilustraciones.

**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 y reportajes de Sanidad Militar.**-Con una extensión máxima de 10 páginas a doble espacio y hasta 4 ilustraciones.

**Crítica de libros.**-Las reseñas o reseñas 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. Comience cada una de las partes referidas abajo en una hoja separada. 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 su máximo grado académico, el departamento, la institución y la ciudad. En el caso de personal militar debe constar también su empleo, Cuerpo y Unidad de destino. (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 subvenciones, 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 recargue el cuerpo del texto con excesivos 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, 5ª 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. Organice las **Comunicaciones breves** (por ejemplo, casos clínicos) en las siguientes partes: (1) Introducción; (2) Métodos; (3) Observación(es) clínica(s); (4) Discusión. 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 y Conclusiones.

## ASPECTOS ÉTICOS

Al respecto, consulte los «Requisitos uniformes...».

## 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

Confeccione tres originales de buena calidad de todas las tablas y figuras. Conserve en su poder uno de los originales. 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.

El tamaño de las ilustraciones no debe sobrepasar 18 x 25 cm. Si prepara una ilustración para una columna, las letras, números y símbolos utilizados han de tener un tamaño de al menos 1,5 mm y no mayor de 3 mm; para la página completa el tamaño de los símbolos, letras y números debe ser de 3 mm y no superior a 6 mm. Si la ilustración remitida no se atiene a estas medidas, tendrá que modificarse para que se ajuste a una o dos columnas, de modo que debe pensar en estos tamaños para que los símbolos, letras y números sigan siendo legibles.

#### 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

Existen tres tipos de figuras: gráficos, dibujos artísticos y fotografías de personas o materiales. Todas ellas se

numerarán como figuras. Realice copias fotográficas de buena calidad de los dibujos y conserve los originales. No presente gráficos fotografiados.

Busque la simplicidad. Recuerde que un gráfico sencillo vehicula 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 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. Piense en el ancho de las fotografías y en el tamaño de los símbolos para que se ajusten a una columna o a la página completa de la Revista o bien, si hubiera que modificarlas que los símbolos sean legibles tras la variación. 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 (no las tablas ni los gráficos) 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 una fotocopia de los permisos firmados 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 quien ostente los derechos de autor).

Cuando 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:

**Director de Sanidad Militar  
Edificio de Cuidados Mínimos (Planta Baja)  
Hospital Militar Central «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 artículo es rechazado se devolverá un original del material a los autores en un plazo máximo de 2 meses desde la recepción. 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.

### 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.

### SEPARATAS

La Revista suministrará gratuitamente 5 separatas del artículo a los autores, una vez publicado. No se suministrarán separatas de las Cartas al Director.

### 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/>