

Problemas que plantea la utilización de oxígeno en las expediciones a gran altura

DR. JUAN IGNACIO LORENTL ZUGAZA.

Es indudable que los aparatos de oxígeno han jugado un primordial papel en la conquista de los gigantes himalaycos. Para alcanzar las cumbres del Everest - K2 - Kanchenjunga - Lhotse y Makalu, fue necesaria la utilización de aparatos de oxígeno. E incluso para conseguir las cumbres del Manaslu (8.125) y del G-1 o Hidden Peak (8.068) también se utilizó. No hemos de olvidar que si en algunas montañas de 8.000 metros no se empleó el oxígeno para alcanzar la cumbre, sí se utilizó para pernoctar en los últimos campamentos. La última gran gesta del alpinismo mundial, ha sido el alcanzar la cima del Makalu sin oxígeno por una expedición yugoslava en 1975, no he podido saber si los dos alpinistas que llegaron a la cumbre tampoco utilizaron oxígeno en el último campamento. Creo que este es un dato de la mayor importancia (fig. 1).

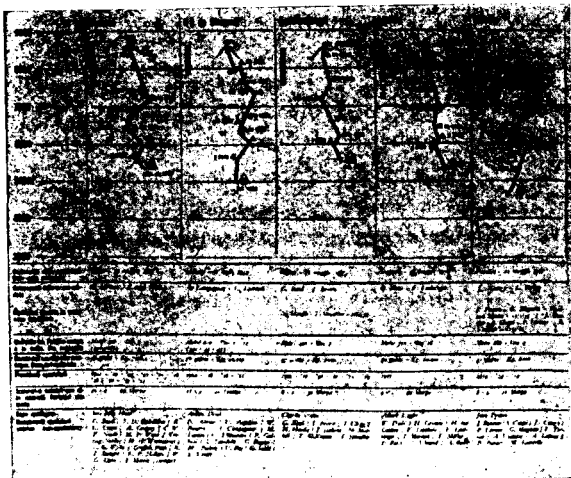


Fig. 1

Es más, casi nos atreveríamos a asegurar que sin él, la conquista de la montaña más alta de la tierra sería imposible.

Es a principios de siglo, cuando con los primeros intentos de escalar el Everest comenzó a plantearse la problemática de la necesidad de utilizar aparatos de oxígeno. En el curso de los numerosos intentos, que culminaron con la llegada a la cumbre por los ingleses en 1953, se fueron perfeccionando los primitivos y rudimentarios aparatos, que posiblemente en su comienzo, más que beneficiar al alpinista, entorpecían su marcha por su excesivo peso y escaso rendimiento.

Con el paso del tiempo, los equipos de oxígeno evolucionaron paralelamente al desarrollo de la aeronáutica, campo que dio un verdadero empuje en su perfeccionamiento. No obstante, hasta hace muy pocos años no se había conseguido algo que auténticamente ayudase al alpinista eficazmente en su marcha por encima de los 8.000 metros.

Dos sistemas básicamente diferentes, se utilizaron hasta que los ingleses alcanzaron el «techo del mundo». Uno, llamado de circuito cerrado, el otro, de circuito abierto. Pues si bien se sabía lo que se buscaba, se estaba muy lejos de dar con una solución adecuada.

La diferencia entre los sistemas era básica, mientras que en el de circuito cerrado, sólo se inhalaba el oxígeno contenido en la botella, en el de circuito abierto, se respiraba el aire enrarecido de las cumbres, enriquecido con una cierta dosis del oxígeno de la botella.

Las expediciones casi siempre llevaron los dos tipos, aportando a las siguientes expediciones sus conocimientos y experiencias. Pero pasaría mucho tiempo hasta que quedase más o menos claro el problema.

El de circuito abierto resultó ser el más conveniente. Hay dos hechos fundamentales por lo cual se llegó a esta conclusión:

1.º El oxígeno de las botellas duraba más tiempo, pues mientras que en el sistema de circuito cerrado, todo lo que se respiraba era oxígeno de la bombona, en el otro caso, solamente era preciso una dosis más pequeña, ya que se aprovechaba el oxígeno ambiente.

2.º La complejidad y el peso, era mayor en los de circuito cerrado, por necesitar un sistema para captar el dióxido de carbono expirado.

3.º Más importante era, que tanto en el caso de fallo del aparato, como en los momentos de necesaria pausa en su utilización, el organismo estaba mejor adaptado y podía soportar mucho mejor la hipoxia.

Fueron los ingleses de la expedición victoriosa del Everest, los que lograron despejar la incógnita. El equipo de oxígeno de circuito abierto daba mejores resultados, y desde entonces se ha usado este sistema.

No obstante, y a pesar de que el sistema estaba definido, los problemas que se presentaban no eran pocos, y más de una expedición posterior a la de los ingleses del 53, fracasó

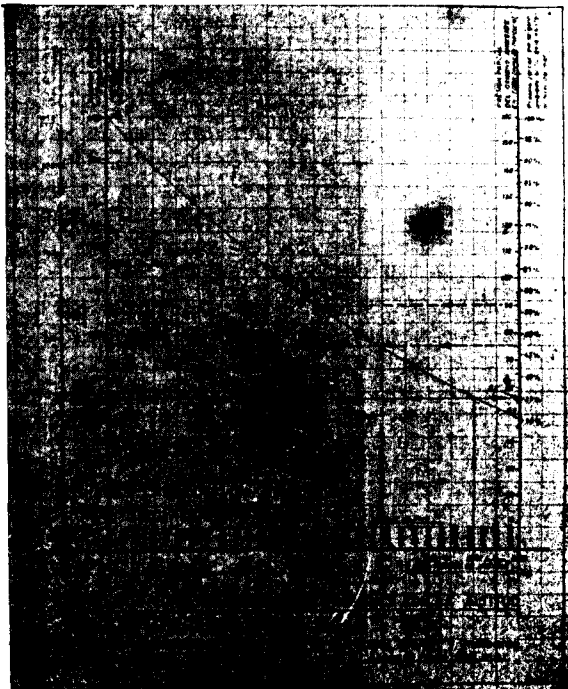


Fig. 2

debido al mal funcionamiento de los aparatos.

Dado que este campo del alpinismo, no interesaba mucho a los fabricantes, los estudios y mejoras han partido siempre de los propios montañeros, aunque contando con una base ya existente, pues tanto en submarinismo, como sobre todo, en aviación, se utilizaron equipos similares, si bien las condiciones del medio ambiente eran muy diferentes. El frío de las grandes alturas sería uno de los factores primordiales en hacer fracasar el funcionamiento de los delicados mecanismos de los aparatos de oxígeno.

Antes de entrar en detalles sobre los permoneores de los aparatos de oxígeno, recordemos mediante esta gráfica (fig. 2), la curva de descenso de la presión parcial de oxígeno según se va ganando altura.

Con esta gráfica (fig. 3) relacionamos las diferentes presiones de oxígeno que encontramos en las diferentes alturas de los campamentos en nuestra expedición al Everest.

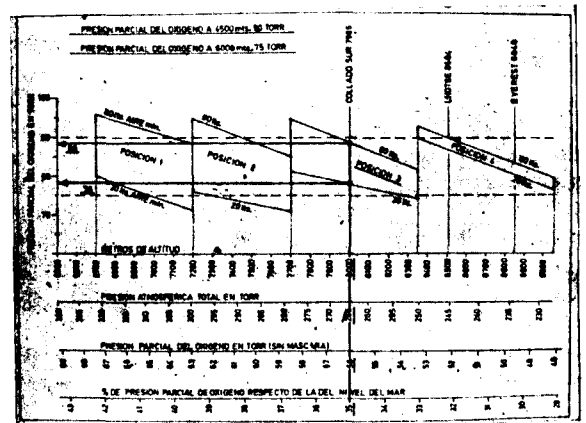


Fig. 3

Entrando en el estudio de los aparatos de circuito abierto podemos considerar que éstos constan básicamente de las siguientes partes:

- 1.º Botella o manantial de oxígeno a alta presión.
- 2.º Reductor de presión y regulador del caudal de salida.
- 3.º Dependiendo de los dos modelos que estudiaremos:

Modelo A. Compuesto de: *balcón* de goma, y *máscara abierta mezcladora*.

Modelo B. Compuesto de: *mezclador*, y *máscara cerrada*.

Estudiando estos diferentes componentes de menor a mayor importancia tenemos:

OXIGENO

La obtención de un oxígeno lo más puro posible, sin residuos de humedad y de otros productos que pueden presentarse en el proceso de elaboración, es de la máxima importancia. Porque la humedad sobre todo puede ser la causante de obstrucciones de nuestros aparatos.

En la expedición Tximist al Everest, llenamos nuestras bombonas con el oxígeno denominado MIL-C-27210 fabricado por la «Sociedad Española de Oxígeno» para abastecer las necesidades de oxígeno de los pilotos de aviación de la base norteamericana de Torrejón.

Este oxígeno no era conocido por los fabricantes ingleses y franceses.

BOTELLA

En cuanto a las botellas de oxígeno, vamos hacer referencia a dos modelos de características distintas:

— Una de fabricación inglesa suministra por la casa «Luxfer», de Nottingham, construida a base de una aleación de duroaluminio, cuyas características son las siguientes: Peso de la botella llena, 7.100 grs. Capacidad de 1.000 litros a la presión de 210 ats. Con un precio de unas 1.500 pesetas. Siendo éstas las botellas empleadas por nuestra expedición.

— Otra de fabricación francesa, por la casa de «L'Aparcil Medical de Precisión», de Colombes. También construida en una aleación de duroaluminio y reforzada por un hilo de acero en espiral, sus características son las siguientes: Peso de la botella llena, 5.700 grs. Capacidad de 920 litros a 230 ats. de presión. Con un precio de coste de unas 6.000 pesetas.

Como podemos comprobar, la única gran ventaja de las botellas francesas, es su coste, porque teniendo en cuenta su peso, 1.400 grs. más ligeras, es el cilindro ideal para los esfuerzos a gran altura, a pesar de que su capacidad es algo inferior.

Nuestra idea en principio, fue utilizar las botellas «Luxfer» para equipar los campamentos de altura, y emplear las francesas en los asaltos a la cumbre. Pero por problemas de acoplamiento en los sistemas de rosca a última hora no pudimos realizar nuestro plan. Esta misma táctica emplearía CHRIS BONINGTON en sus expediciones al Everest por la vía directa de la cara Sur.

REDUCTOR Y REGULADOR

El reductor, controla la presión de salida de la botella reduciéndola de 230 ats. a una pre-

sión de 1 ats. A la vez va provisto de un manómetro que nos indica la presión del oxígeno dentro de la botella y por lo tanto, la cantidad existente.

En el sistema francés, en el mismo reductor se encuentra el sistema de regulación del caudal, que controla el volumen de salida de oxígeno por minuto, con pasos que van desde el medio litro hasta los 5 litros por minuto.

Aunque no ha habido problemas con esta pieza, tanto en el modelo francés como en el modelo americano, es un elemento que debemos proteger con gran cuidado, sobre todo de la acción del frío, para lo cual nosotros la protegíamos con un patuco.

Todos estos elementos estudiados hasta aquí tienen el mismo valor para los dos sistemas de circuito abierto que vamos a estudiar y que concentran todo el interés de nuestro trabajo.

* * *

Por un lado, el sistema que denominaremos convencional, formado por el balón de goma y la máscara abierta o mezcladora.

BALON DE GOMA

Bolsa o recipiente que sirve como cámara colectora de oxígeno proveniente de la botella ya reducido y regulado al volumen deseado por minuto, alimenta la máscara a través de una válvula que se abrirá en la inspiración y se cerrará en la espiración.

MASCARA

Este es el elemento más importante en este sistema que hemos denominado convencional, habiéndose realizado mejoras sustanciales en su funcionamiento.

La máscara clásica de circuito abierto, va provista de válvulas direccionales para la entrada del aire ambiente y salida del aire expirado, generalmente del tamaño y número suficiente como para reducir al mínimo la resistencia de la respiración. Una válvula adicional la pone en comunicación con el balón lleno de oxígeno, impidiendo la entrada a ésta del aire expirado. Estas son parecidas a las máscaras de aviación existentes, teniendo una resistencia a la respiración en algunos casos francamente alta.

En esta máscara el mayor problema era la formación de hielo, como consecuencia del enfriamiento de la humedad del aire expirado, que al depositarse en las válvulas, dificultaba su funcionamiento, teniendo que realizarse un mayor esfuerzo en la respiración (fig. 4).



Fig. 4

Lo que verdaderamente era peligroso, es que se helase la válvula de admisión de oxígeno del balón a la máscara.

Problemas de este tipo fueron los que jugaron un mayor papel en la expedición India de 1960 al Everest, fracasando a pocos metros de la cima.

Fue la expedición estadounidense al Everest del 63 dirigida por NORMAN DYRENFURTH, que conociendo los problemas anteriores, bajo la dirección de THOMAS HORNBEIN y la colaboración de FRED MAYTAG idearon la máscara que lleva el nombre de «Máscara Maytag» construida en el estado Iowa (Newton - Iowa).

La «Máscara Maytag», consta simplemente de una sola válvula que previene de volver a espirar dentro del balón y da paso al oxígeno del balón a la máscara.

La inspiración del aire ambiente y la expiración, tiene lugar a través de un «cono de caudal de aire» sin válvulas, colocado concéntricamente alrededor del tubo interior de oxígeno. Las dimensiones de este cono, son determinadas por las necesidades para una resistencia de respiración baja, junto con una aspiración adecuada del oxígeno necesario. La última función es estimulada por el uso de una válvula

de resistencia extremadamente baja, sobre el tubo de penetración de oxígeno.

El resultado es, una máscara la cual posee una resistencia más baja a la respiración que cualquier otra clase de máscara usada anteriormente, siendo un 10 % más eficaz.

La válvula del paso de oxígeno está colocada directamente en frente del aire expirado, por lo tanto, esta se encuentra templada por medio de la misma respiración.

Su sencillez, y este último factor, que consideramos de la mayor importancia, han sido los que han dado a esta máscara unos resultados muy efectivos sin complicaciones.

Es de nuevo en la expedición internacional al Everest de 1971 dirigida por NORMAN DYRENFURTH, donde se da un impulso en el avance y puesta a punto de los aparatos de oxígeno.

El sistema que acabamos de describir, diseñado por THOMAS HORNBEIN, y considerado como el mejor, no cabe duda de que tiene sus imperfecciones. Estas son debidas principalmente a las limitaciones que impone el grado de caudal de oxígeno que suministra, qué como sabemos es de $\frac{1}{2}$ a 5 litros por minuto, dividido en cinco tomas distintas. En este sistema el caudal se selecciona antes de comenzar la escalada y se mantiene al mismo nivel hasta que se considere que es necesario un mayor o menor aporte de oxígeno.

Como en escalada, se requieren diferentes niveles de actividad, y la frecuencia de ventilación respiratoria varía notablemente de unos momentos a otros, dependiendo del esfuerzo realizado, entonces ocurre que cuando la actividad es normal, el caudal de oxígeno es suficiente o incluso excesivo, desaprovechando en este caso una cantidad de oxígeno, pero si la actividad es grande entonces hay una insuficiencia de aporte de oxígeno (fig. 5).

Para satisfacer las necesidades fisiológicas en estas variaciones de esfuerzo, y que esta se verifique de una forma lo más automáticamente posible, investigadores del «Laboratorio de Fisiología» de la Universidad de Berkeley en California, tras realizar numerosas pruebas y en colaboración con la casa «Robertshaw Controls Company» idearon el nuevo sistema, que se denomina «Sistema Robertshaw».

Para el diseño de este sistema, se tomó como límite superior de aclimatación los 6.000 metros, de tal forma que el aparato funcione, creando en el alpinista unas condiciones similares a las condiciones ambientales por debajo de esta altura, y dar el suficiente caudal de oxígeno, incluso en momentos de mucho esfuerzo sin alterar estas necesidades, estable-

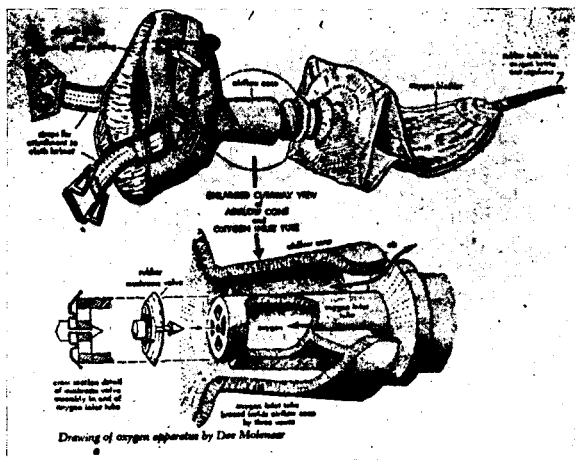


Fig. 5

ciéndose también un máximo para no alterar el grado de aclimatación.

El componente más importante de este sistema, es el *regulador mezclador* Robertshaw. En esta pieza se efectúa la mezcla del oxígeno que sale de la botella con el aire ambiente. Este aparato diseñado con extraordinario ingenio y simplificado al máximo en sus mecanismos, no deja de ser complejo en caso de avería. Está regulado por cuatro posiciones para el caudal de oxígeno, pero como veremos a continuación no quiere decir una cifra rígida de salida de oxígeno por minuto como en el sistema convencional.

En el gráfico que sigue observamos la cantidad en presión de oxígeno que nos suministra el mezclador en las cuatro regulaciones, a diferentes presiones ambientales (alturas) y diferentes volúmenes minuto de ventilación pulmonar. Las líneas horizontales representan los límites a que ha sido preparado el sistema, de

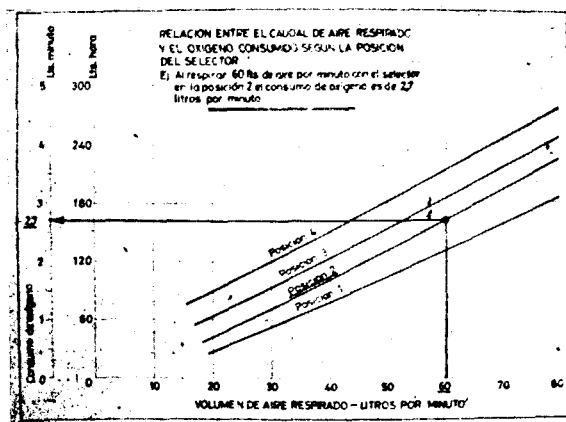


Fig. 6

tal forma que funcione entre los 4.500 metros (90 torr de presión de O₂) y 6.000 metros (75 torr de presión de O₂). La anchura de la banda de cada regulación representa la variación en presión de oxígeno entre los 20 y 80 litros de volumen de ventilación pulmonar por minuto.

Como vemos la presión oxígeno aumenta cuando la frecuencia de ventilación aumenta (fig. 6).

Es importante observar la relación entre el caudal de aire respirado y el oxígeno consumido, según la posición del selector. Pudiéndose notar el ahorro de oxígeno en este sistema con relación al del caudal continuo o convencional. No es improbable que el volumen minuto supere los 80 lts/mm., pero esto puede ocurrir en períodos muy breves (fig. 7).

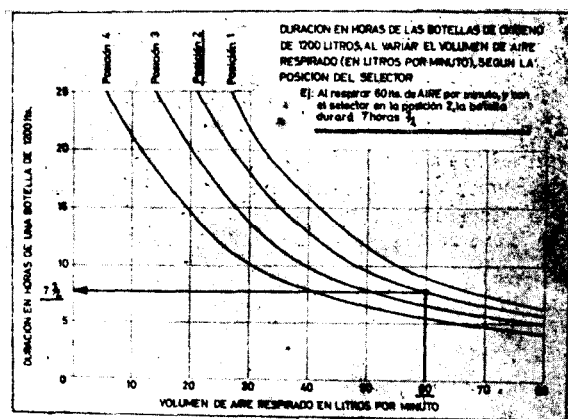


Fig. 7

En esta última gráfica podemos ver la duración en horas de botellas de 1.200 litros, al variar el volumen de aire respirado según la posición del selector.

Nuestra expedición al Everest, llevó 17 equipos completos Robertsaw, consistentes en regulador, mezclador y máscara de marcha. Estos equipos los utilizamos a partir del campo III (7.000 m.), empleándolos algunos a partir del campo IV (7.500 m.).

El grado de caudal utilizado era el 1 ó el 2 y excepcionalmente el 3.º, sólo en ocasiones de pasos duros de escalada, siendo lo más frecuente utilizar el paso 2, e incluso la ascensión al último campo, a 8.500 metros se hizo en este grado de suministro.

El resultado de este sistema, no fue todo lo satisfactorio que se esperaba. Tres aparatos fallaron entre el campo IV y V y alguno, a Sherpas en la llegada al último campamento (VI), provocando el consiguiente agotamiento del alpinista.

Este sistema tiene el inconveniente, de que el montañero no se da cuenta del fallo de su aparato, sólo comprobando la cantidad de oxígeno consumido por medio de la presión que marca el manómetro. Por el contrario en el sistema convencional se puede controlar observando los movimientos del balón.

Como resultado a este desconocimiento de avería de su aparato de oxígeno, el alpinista soporta un sobre-esfuerzo, un lastre de peso (7.100 grs. la botella) y en aumento de resistencia a la respiración. De esta forma llegaron, uno de nosotros al Collado Sur y un Sherpa al último campamento, completamente extenuados, sin saber si este agotamiento era debido a su mal estado físico, o al mal funcionamiento del sistema de oxígeno.

Localizamos estos fallos en una membrana que da paso al oxígeno. Esta membrana de goma grafitada se endurecía si el escalador después de marchar un rato se quitaba la máscara para tomar algún alimento. Entonces humedecido el mezclador por nuestra respiración tenía tendencia a helarse y si no llegaba este grado de congelación, el frío endurecía la membrana lo suficiente para hacer fracasar su funcionamiento.

Por lo que a esta pieza, le dedicamos una atención y cuidados exquisitos, podemos decir que la mimamos auténticamente para no en-

contrarnos con sorpresas altamente desagradables. No obstante, estos cuidados no son siempre fáciles de llevar, teniendo en cuenta las circunstancias en la montaña.

La máscara de dormir, suministrada por la casa Sierra (EE. UU.), como las máscaras de marcha, son muy sencillas y relativamente cómodas. Fabricadas de un plástico muy maleable, se conecta directamente al reductor, el cual suministra un caudal continuo de 1 lt/mm. En general todos nos acostumbramos rápidamente a dormir con esta máscara, aunque a veces era desagradable despertarse con la cara chorreando humedad. Pero creo que era aún más desagradable la sensación de frío o ahogo cuando la máscara se había desplazado de nuestra cara.

Como conclusión a nuestra experiencia, puedo decir que el sistema «Robertshaw» es teóricamente el aparato más perfecto de la actualidad, en cuanto a su adaptación a las necesidades fisiológicas en el esfuerzo de montaña. Pero no hay que olvidar que en el alpinismo de condiciones extremas, no podemos dar márgenes al error o a las posibles averías.

Es por ello que a pesar de su imperfección en cuanto a las necesidades fisiológicas, por su simplicidad, porque sus averías son más raras y se pueden controlar sobre la marcha e incluso repararlas, me inclino más por el sistema convencional con la máscara tipo «Mautag».



FUNGISDIN

antimicótico de alcance total

FUNGISDIN

posee un amplio campo de acción antimicótica y antibacteriana, por ser activo frente a dermatofitos, levaduras y también frente a bacterias gram positivas.

Composición

Nitrato de 1-(glioxalilil)-(2,4-cloro- α -hidroxitolil)-2-(2,4-clorobenceno).

Indicado en

Dermatomicosis:

Tinea pedis. Tinea cruris. Tinea corporis. Tinea unguium. Tinea manuum. Tinea barbae.

Afecciones por levaduras:

Candidiasis cutáneas, anal, escrotal y vulvar, vulvovaginitis candidiásica postantibiótica.

Lesiones de los pliegues cutáneos.

Lesiones perianales. Onixis

y perionixis. Estomatitis angular.

Balanopostitis.

Micosis provocadas por hongos diversos.

Pitiriasis versicolor.

Infecciones y sobreinfecciones por bacterias gram positivas.

Modo de administración

En general, 2 ó 3 aplicaciones al día de gel o aerosol sobre la zona afecta.

Contraindicaciones

No se le conocen.

Efectos secundarios

No se han registrado irritaciones, molestias o sensibilizaciones dérmicas.

Presentación y P.V.P.

FUNGISDIN

ofrece por su presentación en gel y en aerosol una extraordinaria facilidad de administración,

permitiendo la elección de la forma más idónea en cada paciente para asegurar el acceso del preparado a todas las zonas de la piel.

FUNGISDIN AEROSOL GRANDE:

Frasco de 125 ml. P.V.P.: 487, — Ptas.

FUNGISDIN AEROSOL: Frasco de 50 ml. P.V.P.: 231, — Ptas.

FUNGISDIN GEL:

Tubo de 30 gr. P.V.P.: 262, — Ptas.



Avda. Generalísimo Franco, 520
Barcelona-11

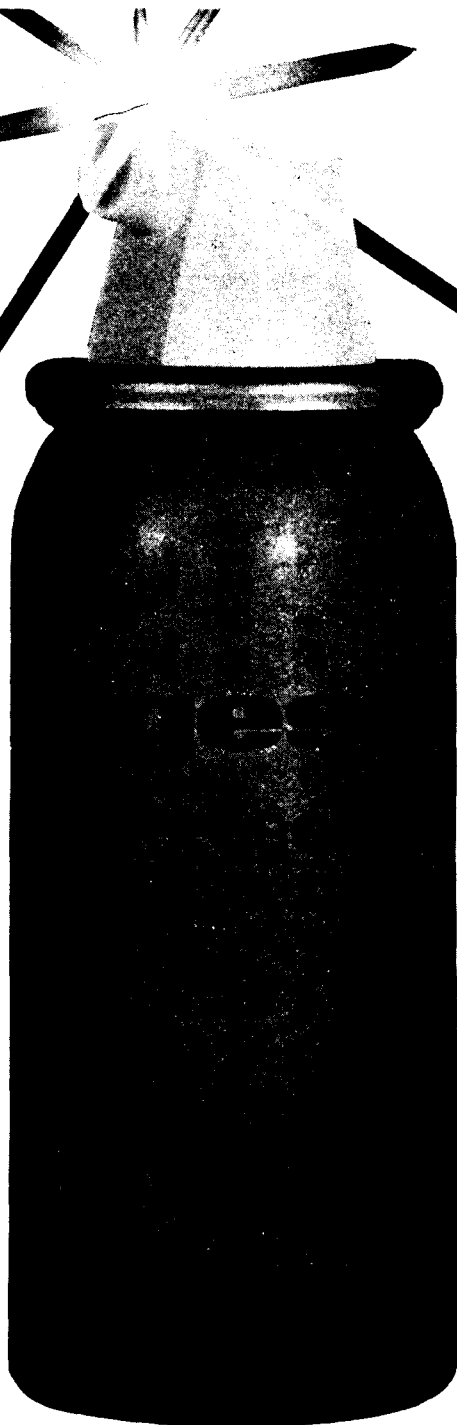
ISDIN

Técnica e investigación en dermatología

Algesal[®] Espuma

espuma antirreumática, analgésica, antiinflamatoria

nuevo



COMPOSICION: Laurilsulfato de noproxamina, 10 mg.; Salicilato de dietilamina, 100 mg.; Excipiente c.s.p. 1 gr. de emulsión.

INDICACIONES: Terapia percutánea del dolor local, dolores reumáticos, articulares y musculares, torceduras, torticolis, lumbago y otros de parecida naturaleza.

POSOLOGIA Y MODO DE EMPLEO: Aplíquese varias veces al día una cantidad suficiente de espuma según la extensión de la zona dolorosa, practicando una suave fricción hasta su completa absorción.

EFFECTOS SECUNDARIOS: Hasta el momento no se han observado.

CONTRAINDICACIONES: No se aplicará sobre heridas abiertas ni mucosas.

PRESENTACION Y P.V.P.: Envase con 30 gr. de emulsión, 257,90 Ptas.



ALIFARMA, S.A.

Martado 12.068 - BARCELONA - Tel. 239 29 07
Madrid, Tel. 276 92 76 - Sevilla, Tel. 21 39 22
Valencia, Tel. 334 63 06 - Bilbao, Tel. 441 66 54