



INTERPHASE

CENTRO TECNOLÓGICO AVANZADO

Buenos Aires, ARGENTINA

Montevideo, URUGUAY

COMUNICACIONES

urosalpinox 16

Parte 3

**QUINTA SECCIÓN
TEMAS TÉCNICOS**

Í N D I C E

1. **Buceo a Pulmón Libre**
Programación

2. **Buceo con aparatos –**
Enfermedad por Descompresión Inadecuada - EPDI –
Criterio de clasificación

A b r i l 2 0 0 5

urosalpinx 16

TEMAS TÉCNICOS

Director - Propietario

DE FILIPPO Jorge Alfredo

ÁLVAREZ Enrique

AULETTA, Jorge Luís

BRAVO, Charly

CAVILLI, Juan Carlos E.

DEMICHELI, Mario Américo

FADERAKO, José Carlos

MELFI, Lino

PICASSO, Carlos Alberto

PICCONE, Carlos Aldo

RÓVERE, Ángel José

SANTANA, Adrián M.

SANTOS, Alberto

VÉNTOLA, Horacio Américo.

UROSALPINX N° 16 - Abril 2005

Reservados los derechos según Ley 11 723. N° de Expediente en la D. N. D. A. 389 896 / 05. Se permite la cita de frases, oraciones y párrafos, sin autorización escrita; siempre y cuando sea textual y la misma se acompañe de la referencia completa: título del artículo, autor/es, número y fecha de UROSALPINX, Comunicaciones de INTERPHASE - C.T.A., publicadas por Editorial TSUNAMI

EDITORIAL TSUNAMI para INTERPHASE - C.T.A.-

Galería Triunvirato 4 135, 1° piso, of.30 y 31 - (1427) Buenos Aires, ARGENTINA

Teléfono: Todavía no sabemos

C° E° provisional: interphase@uolsinectis.com.ar

IP - CATE - ICIS -CAICyA - UROSALPINX 16 - PARTE 3 - 2

QUINTA SECCIÓN: TEMAS TÉCNICOS

I - BUCEO A PULMÓN LIBRE

PROGRAMACIÓN OPERATIVA

Actualización por: *AULETTA, Jorge L. – DE FILIPPO, Jorge A. – ROVERE, Ángel J.*, de un artículo de UROSALPINX 4; por *Jorge A. DE FILIPPO – Luís H. MÁRQUEZ*.

En UROSALPINX 13 a 15 se trataron las FASES del Buceo a Pulmón Libre, toca ahora a las aplicaciones en Operaciones de Campaña..

INTRODUCCIÓN

Hemos visto en los anteriores Urosalpinx, el desarrollo total que puede presentar una sesión de Buceo a Pulmón Libre basada en las labores C / T, comprendida dentro de una jornada de actividad, que hemos dividido en 5 Fases, desde la adaptación previa a la entrada al agua hasta el posible agotamiento del sujeto, queda por estudiar la programación necesaria para que se logre sostener al máximo la Fase 3 o estable, que conlleva el mas alto rendimiento, aun cuando la sesión sea muy larga, aplicando criterios según se trate de un trabajo puntual o de una prolongada labor que necesite muchos días.

En los artículos previos hemos indicado algunas precauciones para evitar mermas pronunciadas de rendimiento que lleven a operar en condiciones de inseguridad o directamente conduzcan a la fatiga y el agotamiento con la interrupción del trabajo o el accidente del sujeto, así hemos indicado los Tipos de labores, que son;

- TIPO 1 - Labor muy rápida que puede resolverse en < de 20' incluyendo las de tipo puntual que demandan de 1 a 3 inmersiones.
- TIPO 2 - Labor rápida, soluble en < de 45'.
- TIPO 3 - Labor de intensidad media, no superior a 90'.
- TIPO 4 - Opción de larga duración, entre 90 y 300'.
- TIPO 5 - Operaciones extremas mayores de 300'.

Esta clasificación es circadiana, o sea para el ciclo diario o microciclo, pero la mayor parte de las Operaciones de Buceo y en especial las C / T (no olvidemos que aunque se puedan extrapolar a otros Tipos de Buceo, nuestros artículos se dirigen al Científico / Técnico) son de duración mayor, extendidas, a veces, durante largos meses, se tienen así opciones cíclicas que son:

- » Circadianas de desarrollo en el día
- » Menores Inferiores a una semana
- » Semanales
- » Ciclo Quincenal
- » Ciclo Mensual
- » Ciclo Estacional Durante una Estación
- » Macrociclo Superior al Estacional

Se hace obvio que la planificación de las Operaciones será considerada en primer lugar de acuerdo al ciclo y en segundo término se estudiará la factibilidad del tipo de labor que puede realizarse, cualquier error en la concepción llevará indefectiblemente a estados infranormales que se manifiestan por cansancio crónico, facilidad de llegar a la fatiga y al agotamiento con neta reducción del umbral y, en el caso del agua, el consiguiente riesgo que ello implica. En tierra lo vemos en fábricas cuyos directivos y gremialistas carecen de formación técnica y conducen las Operaciones de cualquier manera, llevando a los obreros al agotamiento mental y físico con relativa facilidad y gestando personal que vive entre el estrés, el cansancio y la insatisfacción, instalándose la proliferación de incidentes y accidentes, ausencias por enfermedad, hastío, etc..

El mismo cuadro lo hemos notado en actividades de Montaña, cuando los conductores de una expedición también adolecen de falta de conocimientos y en esos casos hay que agradecer a

DIOS si vuelven todos los integrantes y enteros; nuestra actividad de Buceo no es la excepción y conocemos muchos casos en los que el agotamiento se ha alcanzado en un ciclo semanal por la falta de planificación correcta, incluyendo buceadores que sumaban a su carencia de conocimientos técnicos una mala condición física, por otra parte es público que marisqueros con paupérrima formación técnica operan muchas veces al borde de su capacidad física, disminuida no solo por falta de forma sino por el exceso de tabaco y de alcohol.

Por lo general no registramos en la zona muchos buceadores que planifiquen realmente la actividad y su entorno, con las técnicas que derivan de los conocimientos actuales sobre el propio Buceo, funciones Psicofisiológicas, Preparación Física, Nutrición, Higiene y Seguridad, así como hay todavía buceadores que desconocen el uso de los Sistemas de Descompresión, existen algunos que aun creen en el mito de que dentro del agua NO se necesita beber para hidratarse, y de esa forma terminan su sesión cansados y en especial deshidratados y en condiciones físicas deplorables. Para programar una Operación de Buceo C / T, no solo hay que tener en cuenta lo visto hasta ahora en nuestros artículos sino también temas de Nutrición y Ejercicio, especialmente para actividades prolongadas, tanto en lo circadiano como en ciclos mayores.

F A C T O R E S D E P R O G R A M A C I Ó N

Sea cual sea la duración cíclica de una Operación de buceo C / T. los factores que deben tenerse en cuenta son los mismos, lo que va a variar es su incidencia, así se debe mantener:

Baja la deuda de O₂.

El nivel de mesoglucemia.

Buena a excelente hidratación.

Factores nutricionales básicos.

Estado psicofísico a alto nivel.

Ritmo adecuado a la intensidad y duración.

Cuidado de los coeficientes de seguridad en las retenciones.

En una Operación de pocas inmersiones, es el último el de mayor importancia y al aumentar la duración, todos los demás se harán presentes; mientras que la Deuda de O₂ y el Coeficiente de Seguridad afectan el microciclo diario, el resto puede provocar problemas crónicos de naturaleza sutil que vayan mermando el rendimiento y hagan el trabajo cada vez mas riesgoso sin que una sintomatología franca muestre su presencia; lo hemos visto tanto en Buceo como en Montaña, así como lo han comprobado los investigadores de las actividades físicas laborales o deportivas en las que una mala programación lleva a un deterioro "hormiga" de la performance cuyo efecto se hace evidente recién cuando la merma es grande y requiere de un descanso prolongado y la incorporación de nutrientes necesarios para reconstruir las reservas, situación que puede interrumpir la Operación o, de empeñarse en seguir sin descanso, llevarla al desastre.

E S T A D O F Í S I C O

El estado físico puede adquirirse durante una Operación prolongada, y de hecho si estas se encuentran bien planificadas se produce una mejora en el que detenta cada buzo inicialmente, pero es netamente preferible llevar un buen estado físico y mejor que este, psicofísico, que pretender obtenerlo en Operaciones, ya que de esa manera se puede operar en las mejores condiciones psicofisiológicas desde el vamos, no sucediendo lo mismo con quienes están desentrenados.

Un punto muy importante resulta no confundir el entusiasmo con el estado físico, ya que el primero puede aportar un alto rendimiento que en lapsos de menos de 70 horas, (en Montaña hemos visto que bastan 20 a 40 horas), agotan las reservas del sujeto y lo anulan completamente haciéndolo caer en un agotamiento que para su recuperación, requiere reposo y nutrición suplementaria, cuando no algún relajante muscular, que no será a pleno debido a que:

- » Debe acostumbrar sus sistemas físicos al trabajo y esto no se logra de un día para el otro.
- » El factor psíquico (entusiasmo, sobre valoración propia, subvaloración del trabajo, etc.), desaparece cuando el sujeto se da de cara contra la realidad.

Es indudable que la presencia de un buen estado psicofísico y parejo en los miembros de una Operación, va a favorecer el desarrollo de esta, la estabilidad del grupo, la distribución y el cumplimiento de tareas y por ende el resultado final; una ejercitación física de programación anual que cubra las fases de musculación y fuerza, aeróbica, anaeróbica y elástica, complementario del entrenamiento en Aoneusis y Apnea, evidentemente beneficiará al sujeto y al grupo, si todos hacen algo de esto.

R I T M O

Uno de los problemas principales de las Operaciones largas es el de *ritmarse* con ellas, pues hay una tendencia en los días iniciales, principalmente en novicios, a una actividad mas intensa de la que puede soportarse (sobreevaluación propia, subestimación de la tarea) con la consecuente merma de energías para el tiempo restante de trabajo, incluyendo los casos en que los sujetos estén en muy buen estado físico.

En todos los trabajos que se sabe se han de prolongar por un tiempo mas o menos largo, conviene que el ritmo de los primeros días esté netamente debajo del entusiasmo y al salir del agua se lo haga con bastante resto de energías como para que cada buceador quede ligeramente insatisfecho y con la sensación de que *“se podía hacer hecho mas”*; una vez que el trabajo se ordena, el propio organismo busca el ritmo que le produce el mejor rendimiento, resultando esa la manera natural de hacer las cosas, pues se trata precisamente de lograr el máximo con el mínimo esfuerzo y desgaste, esto se da tanto en los ciclos medios y mayores como en el circadiano, y el buceador se encuentra realizando **apneusis** (retenciones en inhalación, pues apnea la usamos para las exhalatorias, aunque el resto del Mundo lo haga de otra manera), no precisamente de récord, sino aquellas que le otorgan la ventaja de combinar buen trabajo en el fondo con una excelente recuperación en superficie y que nunca serán las máximas, que por otra parte no se utilizan (salvo casos extremos) en el Buceo Operativo.

Para una Operación circadiana prolongada durante muchas horas, se aplica el mismo criterio y tal como un corredor de Maratón no sale disparado a la velocidad de un cienmetrista, nuestro buceador debe cuidar las primeras Fases, por las razones ya explicadas en los artículos anteriores, pues cualquier falla inicial se sobrepotenciará en las Fases siguientes.

Un trabajo puntual de pocas inmersiones requiere una buena Fase 1, para poder lograr el máximo rendimiento de cada inmersión, o sea un buen calentamiento, puesto que como termina muy rápidamente no da tiempo al organismo a alcanzar un ritmo que no necesitará, de todos modos debe programarse para evitar tanto problemas de labor como peligros objetivos y subjetivos, que puedan derivar de no conseguir realizarlo en el lapso previsto y comenzar de esa manera las improvisaciones y los factores negativos que llevan al apuro, a no respetar el tiempo de recuperación entre inmersiones y, a veces, al accidente.

T R A B A J O S C / T

En cuanto a los ciclos, la mayoría de las labores Científicas y Técnicas van mas allá del semanal y respecto al Tipo caen en el 5, pues las sesiones se prolongan no solo por el Buceo en si, sino por las tareas anexas mas las anotaciones, que en estos casos son de suma importancia y que deben realizarse en el sitio y en el momento (a ese fin se destinan las tablillas plásticas para escribir, los cuadernos y fichas, cuando se está en bote, etc., que luego irán a la computadora).

Si el agua es de buena transparencia las labores se facilitan pero no dejan de ser prolongadas, mientras que las turbias o semiturbias complican y prolongan la jornada; también debe tenerse en cuenta que el trabajo varía notablemente, según sea el apoyo que se tenga en superficie:

- » Si solo se utilizan cámaras de auto infladas, todos los participantes deberán nadar desde la orilla y regresar a ella portando dichas cámaras (al regresar, cargadas de muestras), con lo que la permanencia en el agua se alarga con el trayecto que se ha indicado, siendo mas lento el desplazamiento que con un bote a remos, pero con un calentamiento excelente.
- » Si se utiliza un bote o balsa a remos, se ahorra el trayecto señalado y si el bote está bien preparado puede haber un desequipamiento individual parcial en este e incluso se pueden hacer trabajos y observaciones mientras se navega, con esto solo se calientan los remeros.
- » Si se cuenta con embarcación motora, todo el trayecto es mas veloz y hay mas seguridad ante necesidad de escape o de posible accidente, pero no hay calentamiento previo alguno.

En algunos casos, cuando se opera cerca de orillas y se trabaja un transecto clásico, la importancia de una embarcación para el desplazamiento es relativa, pues siempre se inicia la Operación en el extremo mas lejano y profundo y se va desarrollando hacia la costa de tal modo que el retorno se hace durante la toma de estaciones que serán cada vez mas cercanas a la orilla y mas spmeras; en este caso el factor embarcación resulta simplemente una comodidad y un seguro, al

que se puede acudir para descansar, ingerir nutrientes, etc.. y desde el que se pueden llevar mucho mejor las anotaciones que deban realizarse.

Cuando entramos en esta parte, que es la programación, no podemos quedarnos en teoría, pues el buceo C / T se mueve bajo situaciones prácticas y en este caso y en independencia de otros factores, tomaremos 2 ejemplos de situaciones reales ya vividas para encarar el tema de programación y ejecución de la sesión; los casos son:

1. Observaciones, muestreos y mediciones sobre columnas de un muelle. Labor para la que se contó con una sola jornada posible pues en su realidad fue encargada sorpresivamente al final de una larga estadía en la zona y debió ejecutarse en una sesión de unas 13 horas de duración, que alcanzó justo para lograr las determinaciones buscadas.
2. Transectos en una bahía que nunca había sido muestreada y que demandaron cerca de 40 jornadas de larga duración.

C A S O I

Para tener una base sobre el control de corrosión, la fijación de epibiontes, una zonación de los mismos aunque fuera muy grosera y un cálculo de masa fijada sobre algunas de las columnas de un muelle, las que habían sido renovadas hacía aproximadamente 12 meses, se necesitó operar para obtener esos datos que permitirían apreciar lo ocurrido en las primeras 4 estaciones.

Quedaban dos días en zona y sabido es que no se debe manejar luego de una sesión de trabajo prolongado sin el descanso suficiente, así que se programó el anteúltimo día para operar, dejando algunas horas del último para completar la operatoria, pero en lo posible ese día se prefería una corta sesión de buceo semirecreativo, de despedida.

Dentro de las columnas que se habían reemplazado fueron elegidas 4 representativas de diversas situaciones que involucraban diferencias de orientación, de recepción de luz, desarrollo en profundidad y tipo de carga, ya que se suponía, con fundamentos, que el tiempo disponible no daría para más, si se querían hacer las cosas bien; se estableció una sesión larga con un solo buceador, que era el único en condiciones operativas.

Se contaba con cámara fotográfica sumergible con flash y fotómetro, y la transparencia del agua aseguraba la posibilidad de tomas desde cualquier ángulo, con lo que parte de las observaciones se podrían completar en laboratorio en base a una serie de fotografías al efecto, por lo que se programaron técnicamente de modo de cubrir las superficies de interés desde diferentes distancias y puntos de observación, para que se completara el desarrollo de cada columna elegida.

Suponiendo 13 horas de trabajo y sin posibilidad de montar luz artificial se decidió operar desde las 07:00 hasta las 20:00 y, por fortuna, un amigo de zona prestó un botecito de tamaño ideal para desplazarse bajo el muelle sin problemas, el segundo operador estaría mucho más cómodo para anotar, guardar muestras, etc. y el buzo tendría mejor apoyo, podría descansar en seco y realizar el intercambio de herramientas y equipo fotográfico con más facilidad que con cámaras.

Las profundidades a las que cada columna penetraba en el sustrato eran de a pares, 8, 6, 4 y 2 metros y se calculó que se necesitarían respectivamente 5, 4, 3 y 1 horas para completar el trabajo en cada una de ellas, teniendo el cuidado de aprovechar el descanso del buzo en superficie para observar la parte superior de las columnas hasta donde se percibieran bien los epibiontes, muchos de los cuales eran de pequeño tamaño y debían tomarse con pinzas.

Se sectorizaron las porciones de columna en series de 25 cm de alto, de modo que la de 8 metros daba 32 secciones, la de 6 daba 24 la de 4 se iba a 16 y la de 2 a 8, con un total de 80 secciones que calculamos que promedialmente llevarían entre 9 y 10 minutos cada una, para hacer las cosas bien, o sea entre 720 y 800 minutos, incluyendo descansos.

El problema a resolver fue el sostén de la energía del buzo y a la vez evitar que le creciera la deuda de O_2 y en esa ocasión fue cuando por vez primera en nuestro grupo se utilizó la ingesta cada 60' en lugar de cada 120' que era la que prevalecía con anterioridad entre nosotros. A posteriori el tiempo entre ingestas fue reduciéndose hasta llegar a estar entre 20 y 40 minutos, según la voluntad del buceador, prefiriendo la ingesta pequeña, repetida muchas veces a las mayores con poca reiteración, dado que aquellas permiten sostener mejor la mesoglucemia que buscamos.

Calculamos que bastaría una ingesta de 837 kJ (200 kCal) / h. en su mayor parte de glúcidos, para sostener al buceador y que esta debía hacerse ligera y gustosa.

Por trabajo, sumado el diferencial térmico, se consideró que el gasto energético real sería de algo mas de 1 339 kJ (320 kCal) / h. y que la diferencia se podría cubrir con el consumo de grasa propia del sujeto que suponían unos 12 a 16 g. por hora, dependiendo de las características de los lípidos de su cuerpo, dada la intensidad moderada con que debía ejecutarse el trabajo para poder sostenerlo durante las ~ 13 horas (780 minutos), no habría ninguna dificultad en la metabolización de grasas y de ese modo se haría una incorporación mas liviana de nutrientes.

La ingesta se proyectó combinando frutas frescas y en almíbar licuadas, con sacarosa y glucosa, albúmina de huevo seca y algo de gelatina natural, agregando sales de magnesio y potasio y un par de cucharadas de aceite de girasol; para que no fuera tan cremosa y asegurar la hidratación se incorporó agua mineral, de la que el buzo bebió en abundancia entre las ingestas, o sea que cada media hora incorporaba el preparado o agua. Como complemento ingirió dos horas antes de comenzar a bucear así como 4 y 9 horas después, un complejo vitamínico-mineral.

El dominio de la ingesta eran netamente glúcido con el resto de proteínas y de lípidos:

Glúcidos	80 %	-	Lípidos	5 %	-	Prótidos	15 %
----------	------	---	---------	-----	---	----------	------

Se complementó con algo de queso y pan cuando el buzo descansó en el bote, con lo que el contenido probable final fue de: 75 - 10 - 15; el tema era ciclar los períodos de trabajo y descanso para evitar que se entrara en los inicios de la Fase 4, de merma de rendimiento, pero la propia situación de las columnas daba solución al problema pues al observar y muestrear desde la mas profunda, a medida que avanzaba el trabajo se hacía mas ligero, con inmersiones a menor profundidad; además se previó descansar 6 minutos por hora (10%) siguiendo las curvas que indicamos en los artículos anteriores para calcular la recuperación entre inmersiones, según el tipo de trabajo que se prevé realizar en las Operaciones.

La medición de corrosión o de espesor de epibiontes es un trabajo ligero, sacar la capa de epibiontes para llegar al material de la columna es mas pesado y la marcación zonal para la fotografía y esta (con los equipos de entonces) configuraba un trabajo medio, no alcanzándose en toda la sesión el grado extremo, así se consideró que salvo casos excepcionales, la duración de las inmersiones debía estar entre 45 y 75", que eran una fracción entre 30 y 60 % de las máximas promediales del sujeto para ese tipo de trabajo.

LA OPERACIÓN

El día se presentó inmejorable, con moda calma y tiempo excelente y a las 0700 se estaba operando; manteniendo una superventilación constante en los períodos en superficie, a la que estaba acostumbrado, el buzo realizó la sesión casi tal como se había proyectado sin que se presentase incidente alguno y aproximadamente a las 10 horas comenzó a experimentar una merma de rendimiento, como si hubiera comenzado la parte final de la Fase 3 con lo que agregó una sesión de descanso de 20 minutos, que realizó en relax dentro del bote y durante la misma consumió las ingestas que correspondería a las 2 horas siguientes.

La solución fue adecuada y no hubo mas mermas alcanzando el final a las 20:10, con un retraso de 10' sobre lo previsto; probablemente por el entusiasmo y por concretar el trabajo actuaron factores psíquicos que favorecieron al buzo, sujeto comedido a realizar cuanta investigación o estudio se le presentara y esto le alcanzó para disfrutar la opípara cena con la que festejaron el éxito y levantarse totalmente en forma con 7 horas de descanso, para aprovechar bien el día de la despedida, dedicado al Buceo relajado y recreativo.

El resultado fue muy bueno y se lograron las determinaciones solicitadas, de tal manera que se cumplió el objetivo fundamental de la labor; esta es la segunda en duración de las sesiones de trabajo C / T que tenemos consignadas en nuestro grupo, siendo la mayor de 14:15 horas.

C A S O 2

Se trató de la primera revisión y muestreo del sustrato de una bahía de la que se conocía muy poco, debía ser entonces un estudio piloto o preliminar que sirviera para trabajos posteriores, el análisis nos permitió plantear el asunto tal como lo haríamos con los conocimientos actuales.

Dado el desconocimiento del sustrato a estudiar y, las aguas semiturbias, que a veces se aclaraban, debió plantearse un muestreo con numerosas estaciones a realizar con pala y bolsas de red, estas como receptoras primarias y elemento filtrador; las profundidades de ejercicio se dieron entre 8 m y la zona supralitoral determinando una estación transectual por metro de profundidad, lo que da, para los transectos que cruzaban la zona profunda, 10 estaciones entre esta y la playa emergida, dos transectos suman 20, a las que se debe agregar 19 mas, por el transecto a 90° a través de la bahía, alcanzando un total de 39 estaciones, que en esas épocas eran de 100 paladas (total 3 900), cifra que demostró ser exagerada para operaciones de tipo "piloto".

El equipo humano lo formaban inicialmente dos personas a las que luego se agregó una tercera que lo completó, tratándose de costas que aun hoy están esperando a los investigadores y en las que no hay mucha población, solo algunas casillas de pescadores, no existen ni la recarga para tanques ni marisqueros con Narguiles, por ende el trabajo se programó a Pulmón Libre, sin otras opciones, aunque se llevó un ARO, adecuado por la profundidad y como apoyo inicial se contaba solo con cámaras de auto en superficie mientras que, a posteriori, el tercer operador agregó un gomón motorizado de unos 3,6 m de eslora, pues no hubo posibilidades de alquilar un bote de pescadores ya que estaban en plena temporada alta de su actividad.

En este caso el tema a resolver es el de sostener una actividad mas o menos intensa por unos cuantos días sin decaer, ni mucho menos agotarse, de tal modo que el problema es doble pues debe considerarse el rendimiento diario (ciclo circadiano o microciclo), el de una semana (ciclo medio) y el de los días que lleve el trabajo (macrociclo); evidentemente, así como en el ciclo diario o circadiano se requieren períodos de trabajo combinados con descansos, el mismo esquema se debe prever en los demás ciclos, de modo que no se acumule cansancio por falta de la recuperación adecuada; evidentemente otra consideración importante es la ingesta, que al igual que en cualquier hogar no puede repetirse indefinidamente, sino que hay que considerar una serie de menús que permitan conseguir los objetivos de sostén de la actividad sin la tendencia al asesinato del programador.

I n t e n s i d a d d e T r a b a j o

El paleo durante la inmersión libre es un trabajo pesado pero no extremo y al combinarlo con inmersiones de observación la intensidad promedio es algo menor, por ende este fue el primer factor a tener en cuenta en las inmersiones, en especial en las profundas, que con excelente criterio fueron dejadas para cuando se incorporase el tercer integrante de la Operación, con lo que se podía trabajar con dos buzos rotándose en las inmersiones y un hombre de apoyo en el bote, que sería quien realizaría los trabajos de acondicionamiento y guardado de las muestras, así como la anotación de las observaciones pertinentes, este no tendría puesto el traje de buceo y al bote se le agregó una sombrilla, que resultó mas que adecuada para estar parte del tiempo en sombra; al siguiente día el hombre de apoyo pasaba a ser buzo y uno de los buzos ocupaba su lugar, lo que permitía un orden de buceo de 2 de trabajo x 1 de descanso, que evitaba la saturación psíquica y física de los operadores.

Para trabajar con cámaras prefirieron realizar turnos de una hora y rotar la labor de buzo - apoyo y el segundo actuar sentado en una de las cámaras, cuestión que facilitó el trabajo y que se vio favorecida por el hecho de haber elegido media estación, de modo que al hombre de apoyo, equipado como buzo no lo molestaban ni el frío, ni el sol y el calor.

T i p o d e t r a b a j o y C i c l o

No hubo la menor duda que antes de tratar la clase de ciclos a realizar, se estaba ante Operaciones de tipo 5, o sea que diariamente se debía operar por mas de 300', a fin de dar cumplimiento a todo el trabajo programado que se previó que duraría entre 30 y 40 días dada la cantidad de transectos y estaciones programándose un ciclo semanal que comprendía 4 días de trabajo intenso, 1 de medio, 1 de ligero y 1 de descanso completo, que se darían de la siguiente manera:

Días 1, y 2 trabajo intenso.

Día 3, trabajo ligero.

Días 4, trabajo intenso.

Día 5, trabajo medio.

Día 6, trabajo intenso.

Día 7, descanso completo.

Con las rotaciones se mantenía lo que se buscaba: NO AGOTARSE.

Este esquema se cumplió en cuanto a Buceo, pero no en cuanto a actividad física pues se trataba de sujetos muy entrenados que luego de las labores de agua y de reponer energías, salían a caminar por la zona, a veces por varias horas, sin problemas de fatiga y el día 7 lo tomaban como descanso del mar pero andaban reconociendo las áreas costeras o de tierra adentro.

I N G E S T A

Se averiguó que el caserío de pescadores cerca del lugar donde operarían, se aprovisionaba por medio de los propios camiones que recogían el pescado y no tuvieron dificultades en conseguir que los incluyeran en los envíos, cuya parte perecedera iba a parar a la única heladera comercial no utilizada para el pescado, que los pobladores, con inteligencia, habían reservado para poder disponer de frutas, huevos, verduras, carnes, leche y otros productos frescos, esto les permitió variar sus comidas sin problemas y disponer de casi cualquier cosa que se les ocurriera programar en la ingesta, dado que eran inquietos calcularon que andarían activos unas 12 a 14 horas por día que sumadas a las de descanso implicarían un promedio de unos 11 715 kJ (2 800 kCal) que distribuirían de la manera siguiente:

<i>Ingesta</i>	<i>Ingreso energético kJ (kCal)</i>	<i>Acumulados</i>
Desayuno	2 720 (650)	2 720 (650)
Merienda 1	837 (200)	
Merienda 2	837 (200)	
Merienda 3	837 (200)	
Merienda 4	837 (200)	
Merienda 5	837 (200)	
Merienda 6	837 (200)	7 742 (1 850)
Comida de la tarde	2 510 (600)	10 252 (2 450)
Cena	1 465 (350)	11 717 (2 800)

Al prever 9 ingestas (las meriendas, todas durante el ciclo acuático) quedaba bien equilibrada la jornada y nunca se hacía una comida copiosa que los dejara con la sensación de "pesadez" en la digestión, y para el sostén de la actividad física en el largo plazo se planteó una proporción de nutrientes que fue de: **Glúcidos 65 % - Lípidos 17,5 % - Prótidos 17,5 %** que hoy llevaríamos probablemente a **75 / 80 - 15 / 10 - 10 / 10**, pues los próticos se asimilan mejor en relación a su calidad y no a su cantidad.

Se buscó de incorporar los glúcidos simples y los lípidos en un 90 % antes de la cena, dejando esta con dominio de carbohidratos complejos y proteico; las meriendas se variaron día a día e incluso dentro del día combinando frutas, azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), gelatinas, albúmina en polvo, huevos frescos duros, trozos de pan y queso, dulces y caramelos, algo de chocolate y no siempre un trago de vino, porque como líquido hicieron dominar al agua de la zona, muy buena, de tal manera que no hubo problemas de aburrimiento ni desnutrición y las vitaminas y minerales se cubrieron incorporando al agua sales de Mg. y K, mas un compuesto de 5 cápsulas que cubría la ingesta recomendada para atletas de fondo, por el Dr. Albert CREFF.

R E S U L T A D O S

La Operación, realizada años después del Caso 1 y con mayor experiencia en las programaciones, tuvo los avatares típicos de su clase, incluyendo cambios determinados por temporales que impidieron todo trabajo y otros con limitaciones, no planteó ningún contratiempo concluyendo en los plazos fijados sin merma alguna de rendimiento por parte de los 3 sujetos.

T R U C O S

Evidentemente existen trucos para realizar actividades pesadas sin caer en una deuda de O₂ importante y sin llegar a la hipoglucemia, ahora veremos algunos de ellos.

Respiración de O₂ puro - Una forma de reducir la deuda de O₂ es la respiración en los períodos de recuperación de O₂ puro, durante el primer tercio o la mitad del tiempo de la misma, cosa que puede lograrse si no se cuenta con gran provisión del gas pero si la suficiente para ser utilizada en la parte pesada de la labor.

Glucosa pura - El uso de pequeñas cantidades de glucosa pura con intervalos cortos puede solucionar su merma por una actividad de alta intensidad, para esos casos debe calcularse el gas-

to energético que se va a realizar y dividirlo en una serie de tomas cada no mas de 15' con lo que la metabolización será notablemente rápida y la presencia en sangre demorará muy poco.

Por ejemplo, para gasto energético de 2 092 kJ (500 kCal) / h. que equivalen caminar rápido, aproximadamente a 7,5 km./ h, para una persona de 70 kg. de peso, supongamos que el sujeto está en un 80 % de su máxima capacidad cardiaca, por ende para cubrir las necesidades energéticas consumirá 50 % de glúcidos y otro tanto de lípidos con lo que se requiere 1 046 kJ (250 kCal) / h. de los primeros, suponiendo que de los segundos consume los propios, lo que da una cifra práctica de 65 g. de glucosa por hora que en 6 tomas de 11 g. por cada una.

De la misma manera y utilizando las curvas de los artículos anteriores pueden calcularse diferentes necesidades de glucosa según la intensidad del trabajo realizado; en caso de que la ingesta no solucione del todo, pero reduzca el problema, es factible que el sujeto no responda a los promedios de asimilación y deba aumentarse la cantidad en un 10 a 20 % y probar su respuesta; por otro lado, se hace evidente que aunque reponga glucosa, si no va a respetar los descansos entre inmersiones, el problema no será soluble del todo.

Ambos métodos - Ambos trucos utilizados en conjunto pueden dar excelentes resultados, teniendo siempre la precaución de respirar O₂ solo entre 1/3 y 1/2 del tiempo recuperatorio para evitar los efectos del gas inmediatamente antes de la inmersión, dado que no se trata de llevar una gran cantidad de O₂ sino una que sirva para eliminar las posibilidades de caer en una deuda del gas y así se reduzcan los riesgos propios de la inmersión, al respecto **NUESTRO GRUPO PREFIERE LO NATURAL** y en caso necesario descansar algún día extra a forzar la situación con trucos, que no se desdennan cuando hay que concluir una Operación SI o SI, pero que no se recomiendan ni se usan en situaciones normales.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTRAND, P. O. - **THE TEXT BOOK OF WORK PHYSIOLOGY** - Mc Graw Hill, N. Y. 1 970 y sig.
- AUDRIVET, CHIGNON, LECLERC - **FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO** - Diana, México, 1 967.
- BEST & TAYLOR; **BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRACTICA MEDICA** - 12° Edición - Dirigido por WEST, John. B. - Panamericana, Bs. As. 1 993.
- BEST Y TAYLOR; **BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRACTICA MEDICA** - 13° Edición - Dirigido por DVORKIN Mario y CARDINALI, Daniel - Panamericana, Bs. As. 2 004.
- BOWERS, R. W. et FOX, E. L - **FISIOLOGÍA DEL DEPORTE** - Médica Panamericana, Buenos Aires, 1995.
- CINGOLANI, H. E. & HOUSSAY, A. B. - **LA FISIOLOGÍA HUMANA DE BERNARDO HOUSSAY** - El Ateneo, Buenos Aires, 1 988 y sig.
- CREFF, Albert & BERARD, Leonore - **DEPORTE Y ALIMENTACIÓN** - Hispano Europea, Barcelona, 1 985 y suc..
- CREFF, Albert & BERARD, Leonore - **GUÍA ALIMENTICIA DEL DEPORTISTA** - Mensajero, Bilbao, 1 974 y suc.
- DE FILIPPO, J. A. - **APNEUSIS** - Propias, Buenos Aires, 1976 / 83.
- DE FILIPPO, J. A. et MÁRQUEZ, L. H.- **UROSALPINX N^{os} 1 a 7 , Sec. Endoacuática** - IP, Bs. As., 1 995 / 97.
- FAO - **CALORIES REQUIREMENTS** - Nutritional Studies, N° 5.
- FAO, OMS, UNU - **ENERGY AND PROTEIN REQUERIMENT** - Tech. Rep. Series, 724, OMS, Ginebra, 1 985.
- GUREVICH, Nora SLOVODIANIK de - **HIDRATOS DE CARBONO** - CEFYB, Apuntes, Bs. As. 1 991.
- GUYTON, Arthur - **TRATADO DE FISIOLOGÍA MEDICA** - Interamericana, Madrid, 1 984 y suc..
- HOUSSAY, & AL - **FISIOLOGÍA HUMANA** - El Ateneo, Buenos Aires, 1 954.
- MATVÉIEV, L - **EL PROCESO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO** - Stadium, Bs. As., 1 977.
- MOLFINO, Francisco - **MEDICINA DEL BUCEO** - Inst. del Lavoro, Genoa, 1 964.
- MOREHOUSE L. & MILLER, A. T. - **FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO** - El Ateneo, Bs. As., 1 984 y suc.
- OPS / ILSI - **CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE NUTRICIÓN** - OPS, Washington, 1991 y sucesivas.
- PICCONE, Carlos A. & NEARCO, Alexander - **UROSALPINX N^{os} 2 A 8, Sección Nutrición y Ejercicio** - IP, Buenos Aires, 1 996 / 97.
- PORTELA, María Luz PITA MARTIN de - **ENERGÍA** - CEFYB, Buenos Aires, 1 989.
- **VITAMINAS Y MINERALES EN NUTRICIÓN** - López Libreros, Bs. As. 1993.

2 - BUCEO CON APARATOS

EPDI - ENFERMEDAD POR DESATURACIÓN INADECUADA - 2

De un artículo en UROSALPINX N° 8, por Jorge A. DE FILIPPO y Luís H. MÁRQUEZ, actualizado por el primero con Ángel J. ROVERE y Horacio VÉNTOLA.

INTRODUCCIÓN

La Maladie (Enfermedad en francés MPDI), o Enfermedad Por Descompresión Inadecuada o EPDI, que a nosotros se nos ocurre que es mas adecuado usar DESATURACIÓN que Descompresión, puede producirse por diversas circunstancias que todavía hoy no han sido dilucidadas en su totalidad, siendo la mas notoria la de rebasar un gas inerte una relación crítica de sobresaturación, cuando el sujeto se traslada de una presión "A", mayor, a una "B", menor, (*descomprime*) cuestión que es típica en Actividades Hipobáricas como:

- *Vuelo en cabina abierta o sin presurizar.*
- *Ascenso (en especial el rápido) en montaña.*

.. y en Hiperbáricas como:

- *Buceo y trabajos en Cajones Neumáticos, Túneles Presurizados y Cámaras.*

La EPDI, sigue siendo el principal problema que afecta a los buceadores que utilizan equipos de respiración y a quienes trabajan en ambientes hiperbáricos, constituyendo una enfermedad con una amplia variedad de manifestaciones agudas, subcrónicas y crónicas que van desde grados leves hasta la muerte y desde disfunciones menores hasta la paraplejia.

En esta serie que se inició con la clasificación nuestra en el N° anterior, el presente artículo está dedicado a la Historia y busca analizar la enfermedad en su desarrollo, desde las primeras observaciones hasta los datos actuales; pues se trata de una enfermedad compleja que no solo se origina en los aspectos fisiológicos del ser sometido a presión sino en las características psicológicas de cada sujeto y su predisposición a tomar en serio o no las normas de Higiene y Seguridad laborales, presentando además diferentes tipos de acción sobre un mismo individuo de acuerdo a las circunstancias endógenas y exógenas a las que se encuentre sometido; de todos los cuadros patológicos de Buceo e Hiperbárica este es el que mas frecuentemente se produce por la violación de normas de H&S, de tal modo que la instrucción adecuada con un fuerte componente de inclusión inconsciente de las normas y procedimientos, resulta uno de los mas apropiados medios de prevención de la enfermedad.

A pesar de los riesgos inherentes a las fallas en la Descompresión es reconocido que aún actualmente hay grupos de buceadores que operan de manera empírica y sin utilizar ninguno de los Sistemas de Descompresión existentes, con los resultados previsibles y su posible secuela de problemas que van desde los menores hasta la invalidez y la muerte; lo peor es que una parte de los que sufren esos problemas son buceadores marisqueros de clase económica pobre o muy pobre, a los que periódicamente los almirantazgos y prefecturas les ofrecen cursos adecuados, pero que no los siguen por una cuestión que es una mezcla de necesidad (si van a los cursos NO trabajan y si NO trabajan NO comen), machismo y necedad, que lleva a un buen porcentaje de ellos a tener que abandonar la actividad por impedimentos físicos cuando no quedan ineptos totalmente de trabajar, o mueren, dejando a la familia, ya pobre, en peores condiciones de las que estaban, dado que no cuentan con coberturas médicas ni seguro social alguno.

Por otro lado, buzos de alto poder económico sufren de estos accidentes por razones muy similares a las de los marisqueros a las que se suman la comodidad y la impaciencia, lamentablemente porque si bien los problemas de Descompresión no están totalmente resueltos, hay una buena cantidad de Sistemas y Tablas de calidad suficiente como para brindar seguridad a un porcentaje muy alto de sujetos comunes, siendo totalmente injustificada la Descompresión empírica, generalmente mas corta y sin ningún valor técnico.

En nuestras organizaciones solamente se conocen dos casos de buceadores que lograron una tabla a través de condiciones empíricas, ambos referidos a trabajos de profundidad entre 80 y 100 m. Esos casos son los que se citan a continuación.

Descompresiones empíricas exitosas

ZOBOLI, Fausto - Buzo coralero italiano, ZOBOLI entendía (como lo hacían HALDANE & AL. y lo hicimos nosotros) que se debían realizar paradas de descompresión largas a mayor profundidad que las de Tablas, así como una a la mitad de la presión de trabajo o de la profundidad, restando importancia a la última, generalmente a - 3m y dándosele a las de 18 a 6 m; ZOBOLI empleaba una tabla parte empírica, parte calculada, con el resultado de mejores descompresiones que con los Sistemas conocidos entonces, década de los 60 y 70, y gracias a su Tabla algunos coraleros italianos mejoraron notablemente su salud y los signos post descompresivos (cansancio excesivo, malestar y molestias genéricas, etc.), entre ellos el que fue dos veces plusmarquista a Pulmón Libre, Raimondo BUCHER, que le dedicó un artículo en Mondo Sommerso de la época.

OKINAWENSES - El segundo caso es el de la comunidad de buceadores okinawenses que trabajaban en la década de los 60 en Broome, Australia del Oeste, estudiados por LE MEASURIER & HILLS, que utilizaban una tabla propia para exposiciones de hasta 1 hora a - 90 m todos los días, 6 días por semana, en pleno auge de la explotación perlífera.

El desarrollo de la tabla costó centenares de vidas hasta llegar a criterios aceptables de seguridad que significaban tiempos totales de las 2 / 3 partes de los de la NEDU, empleando, al igual que ZOBOLI, etapas más profundas y ascendiendo de 7,5 o 9 metros a superficie sin las de 6 y 3 m; estos estudios sirvieron a HILLS para desarrollar su teoría (1966) sobre la **Descompresión Termodinámica** y una Tabla concomitante de 12 m / min, de velocidad de ascenso.

Salvo estos dos casos, el resto de los buzos empíricos ha mostrado generalmente una total incapacidad técnica para resolver la descompresión con el resultado de sufrir cuadros patológicos graves, en especial los que trabajan en profundidades medias, como marisqueros de costas de pendiente pronunciada.

Los buceadores Técnicos y Científicos de profundidad, que trabajan de manera continua, conocen el peligro que representan las altas presiones, sea por la presencia de la EPDI aguda en algún momento, aunque se respeten las tablas, o bien por las manifestaciones crónicas de la misma, que son más sutiles, menos peligrosas, pero que pueden limitar al sujeto en diverso grado la capacidad de trabajo y las funciones normales, tal la necrosis ósea aséptica, que afecta a un alto porcentaje de trabajadores hiperbáricos e incluso a buceadores Deportivo / Recreativos.

S I N O N I M I A

La EPDI ha recibido una gran cantidad de nombres entre los cuales hemos rescatado:

Maladie de caisson - debido a que se producía entre los trabajadores de La Construcción que realizaban tareas hiperbáricas en cajones neumáticos.

Mal del caisson.

Mal de los buzos.

Parálisis de los buzos.

Aeropatía.

Aerobaropatía.

Aeroembolia.

Aeroembolia disbárica.

Bends = calambres, encorvaduras o contracciones, que engloban a su vez dolores menores.

Ahogo u opresión - ante cuadros de disnea.

Mareos - cuando hay estos o vértigos.

Comezón, picazón, espinas o piojos - cuando dominaban los pruritos.

Convulsiones - Ante cuadros convulsivos.

Golpe de caisson.

Golpe de inmersión.

Hipobaropatía del buzo.

Embolia gaseosa.

Maladie del aire comprimido -

Enfermedad del aire comprimido.

Maladie De Descompresión (MDD).

Maladie Por Descompresión (MPD).

Enfermedad De Descompresión (EDD).

Enfermedad Por Descompresión (EPD) .

Maladie (Enfermedad) Por Descompresión

Inadecuada (MPDI).

El término técnico de **Maladie** o **Enfermedad Por Desaturación (Descompresión) Inadecuada o Incorrecta** es el más racional, pues implica la realidad de la situación, dado que

no en todas las Descompresiones aparece el Síndrome, se deja así libre camino a los diversos cuadros que pueden suceder; por otro lado no es posible referirla solo al aire comprimido pues cualquier mezcla sintética provoca efectos del mismo tipo con las variantes referidas a la solubilidad del gas inerte y la relación de sobresaturación que guarda el organismo respecto al mismo en sus diversos tejidos; apareciendo también en el Buceo a Pulmón Libre; esta es la **Taravana** de los Polinesios.

B R E V E S Í N T E S I S H I S T Ó R I C A

1 643 – TORRICELLI, Evangelista – Secretario y sucesor de Galileo GALILEI, realiza las experiencias que demuestran la existencia de la Presión Atmosférica; además de otras investigaciones y descubrimientos notables.

1 648 – PASCAL, Blaise y PERIER, Françoise - Complementan los estudios de TORRICELLI, demostrando que es el peso del aire el que produce la presión atmosférica y dando también origen al principio que luego se denominaría “De PASCAL”; quedó demostrado que el agua con su gran peso ha de ejercer mucha mayor presión que el aire y esta afectará a todo cuerpo sumergido cuanto mayor sea la profundidad.

1 650 - VON GUERICKE - Construye la primera bomba de aire capaz de funcionar eficazmente.

1 666 - HENSHAW - Fabrica la primera cámara Hiperbárica con presión algo superior a 1 hkPa, en la que experimenta el tratamiento de pacientes con patología diversa.

1 670 - BOYLE, Robert - Desarrolla trabajos hiperbáricos y observa la formación de burbujas de aire en la sangre de animales experimentales sometidos a violentas descompresiones y describe también la presencia de una burbuja dinámica en el humor acuoso de una víbora.

1 775 - MUSSCHEMBROCK - Trabaja sobre los conocimientos publicados por BOYLE, también indica la existencia de un embolismo gaseoso y alcanza a prever los posibles problemas que derivarían de la llegada de las burbujas a la irrigación cerebral.

1 821 ¿? - TRIGER, Michel. – Ingeniero de Minas francés, describiría por primera vez la (EPDI) en trabajadores mineros sometidos a presión, para evitar el ingreso de agua a las galenas en las cuales se realiza la labor.

1 830 - En Francia se inician los estudios terapéuticos en cámara entre 2 y 4 hkPa, los que servirán de base para el tratamiento de múltiples cuadros patológicos.

1 840 / 41 - TRIGER, Michel – para resolver problemas de fundaciones de pilares de puentes, desarrolla el primer cajón neumático operable (caisson o arcón de TRIGER) y pasa a utilizarlo en la construcción de los pilones de un puente sobre el río Loire, cerca de Chalonnes; durante las Operaciones se producen algunos accidentes por descompresión, entre ellos dos muy significativos, que TRIGER (1 841) describe por vez primera refiriéndolos realmente a problemas por descompresión, siendo el primero entonces en observar como tal, la EPDI en el hombre.

En esta época comienzan a estudiarse las manifestaciones y surgen diferentes teorías sobre las causas, que se engloban en 3 grandes ramas:

Por agotamiento y frío.

Por problemas mecánicos y derivados.

Por embolia gaseosa debida a diferencias de presión.

Las explicaciones de las dos primeras ramas pueden hoy verse como graciosas pero seguramente no lo fueron para quienes pusieron tiempo y esfuerzo por estudiarlas; sin embargo la 3ra. rama fue la que condujo a las soluciones adecuadas y siguiendo la misma hasta la actualidad se han obtenido resultados en la prevención y cura de la EPDI.

1 845 - POL et WATELLE, (Médicos franceses) - Analizan la EPDI y estudian unos cuantos casos, determinando correctamente y de manera científica el origen de la misma y realizando las sugerencias para solucionarla; observaron la relación entre presión y tiempo de inmersión y la velocidad de la descompresión de modo que la solución analítica no fue difícil de interpretar, para la experimental harían falta 63 años mas..

1 857 – HOPPE - SEYLER - Repite los experimentos de BOYLE, describe la oclusión de vasos pulmonares y la incapacidad del corazón para funcionar adecuadamente en descompresión grosera.

1 861 – BUCQUOY – Estudiante en Estrasburgo, presentó una tesis, basada en sus observaciones sobre los arcones utilizados para realizar las cimentaciones del puente de Kehl, sobre el Rin, a la que tituló “*De l'air comprimé*”. Con buen criterio este autor aconseja la descompresión lenta.

1 867 – TRIGER, Michel – Ante repetidos accidentes de descompresión que incluían muertes, el Ingeniero TRIGER, de prolongada actuación en cuestiones hiperbáricas, indicaba que la extracción del personal que trabajaba en su “Arcón” debía realizarse lentamente, según la profundidad y la estancia, y en el caso de en ese momento, en no menos de 7 minutos, con lo cual los problemas no se presentaban, tal como sucedía en las Operaciones que dependían de su Dirección; TRIGER no solo fue el primero en describir la EPDI y en referirla a la presión, sino en dar los primeros pasos hacia evitarla prácticamente, otros infirieron y aconsejaron, **EL APLICÓ**, entendiendo que la descompresión debía seguir ciertas reglas, que hasta ese momento no se habían estudiado.

1 869 – LE ROY DE MERICOURT, A. – Médico de la Marina francesa verifica la presencia de la enfermedad en buceadores esponjeros atribuyéndola correctamente a la respiración en atmósferas hiperbáricas, realizando la comparación con los problemas de los trabajadores de los caisson, adhiriendo a BUCQUOY y TRIGER, llegando a inferir que los problemas mortales, frecuentes en esas épocas, sucedían cuando las burbujas eran llevadas por la circulación hasta el cerebro.

1 872 - FRIEDBURG - Revisa los trabajos anteriores entendiendo los problemas básicos de la EPDI. y siguiendo la línea de POL et WATELLE indica la relación entre las manifestaciones clínicas y la velocidad de descompresión. Compara casos fatales de descompresión con los esporádicos de embolismo que ocurren en cirugía y obstetricia.

1 873 - BERT, Paul - Determina científicamente el origen de la Enfermedad por Descompresión. Durante dos años realiza pruebas en sus equipos Hiper e Hipobáricos, demostrando las leyes básicas de estos fenómenos; ejecuta una revisión de todos los trabajos anteriores y va realizando comprobaciones experimentales comparativas, descubre la diferente acción del O₂ y el N₂, describiendo muchas de las incógnitas y dando las bases para que los estudios posteriores llegaran a la solución primaria del problema. Condensa sus investigaciones y conclusiones en su obra “**La Pressión Barométrique**” aparecida en 1878.

1 873 - SMITH - Aparentemente es el primero en denominar definitivamente “enfermedad del caisson” y “enfermedad de descompresión” analizando diferentes manifestaciones de la misma y describiendo los cuadros.

1 879 – NOIR, Ernest - Para los trabajos bajo el río Hudson instala la primera cámara hiperbárica destinada a solucionar problemas laborales de descompresión, todavía de manera empírica, pero que da excelentes resultados, recomprimiendo al personal afectado y descomprimiéndolo con lentitud; se estaban dando las bases para que luego eclosionaran los datos en los trabajos que llevaron a la primera Tabla de Descompresión..

1 897 – SNELL - Observa la potenciación de la EPDI al respirar aire con alto contenido de CO₂.

1 900 - HELLER, MAGER y VON SCHRÖTER repiten experimentos de investigadores anteriores, sino y los llevan a una gran precisión, miden el N₂ libre en el corazón y sugieren la forma de evitar la EPDI y, a la vez, descubren mayor incidencia en animales gordos sobre flacos, cuestión que otros autores discutirán después.

1 907 / 08 - Conocido el origen de la EPDI, BOYCOTT, A. E., DAMANT, G. C. C. y HALDANE , J. S., bajo patrocinio del Almirantazgo británico, realizan los estudios que llevan a las bases científicas sobre descompresión preventiva, a conocer la forma en que se producen la saturación como la desaturación y su curva exponencial (logarítmica), así establecen la primera Tabla de Descompresión, que terminó denominándose “*Tabla de HALDANE*”.

1 912 / 13 – WESTFALIA MACHINENFABRIK IN GEISENKIRCHEN GERMANY – Es la primera Empresa que utiliza comercialmente el Nitros con mezclas de 46 al 55 % de O₂ para 30 mca y de 30 % para 60 mca. Al año siguiente también lo haría la DRAËGUER.

1 912 / 13 - En trabajos bajo el Elba (Hamburgo), sobre 500 casos de EPDI se presentan 9 con patologías óseas y BASSOE analiza la relación entre la descompresión, sus accidentes y los problemas óseos entendiendo que los anteriores se tratan de una Necrosis ósea disbárica.

1 925 - SAYERS, YANT y HILDEBRAND - Utilizan mezclas de helio / oxígeno por vez primera, para tratar accidentes de descompresión.

1 926 - SAYERS y YANT - Utilizan Oxihelio en buceos y cajones.

1 933 - BEHNKE, THOMPSON y MOTLEY - Formulan científicamente la teoría de que el ahora SNAP con aire comprimido, se debe a efectos narcóticos producidos por el Nitrógeno a presión.

1 935 - HALDANE - Corrige la relación de sobresaturación, como ya habían hecho otros autores y disminuye la misma, en especial para tejidos lentos en exposiciones medias y extremas.

1 935 - SWINDLE - Señala la posible isoaglutinación de leucocitos, indicando que a la embolia gaseosa podría acompañarla otra de fluidos y sólidos combinados.

1 937 - YARBROUGH - Modifica la Tabla de HALDANE y presenta la primer tabla EDU de la U. S. Navy, velocidad de 7,5 m / min., con menos detenciones profundas y mas entre 9 y 3 m.

1 938 - END et VAN HECKE - Realizan experiencias que comunican pero no publican, sobre la hipótesis de SWINDLE, comprobando no solo la isoaglutinación de leucocitos, sino su potenciación para exposiciones extremas.

1 941 / 44 - PICCARD, Auguste - Demuestra que para la misma relación de descompresión entre la exposición Hiperbárica hacia la Normobárica (Buceo) y la Normobárica hacia la Hipobárica (vuelo en altura) resulta de mayor efecto la primera y observa diferencias en el cuadro de una y otra.

1 944 - HARVEY, MC ELROY, WHITELEY, WARREN et PEASE - Demuestran en gatos la influencia negativa del ejercicio respecto a la tolerancia a la sobresaturación.

1 947 - GERS - Inician una serie de inmersiones profundas que permitieron a COUSTEAU, TAILLIEZ, FARGUES, MORANDIÈRE, GEORGES y DUMAS alcanzar los 90 m, la máxima profundidad conseguida hasta entonces en buceo autónomo con aire, un intento de llegar a mayores cotas terminó con la vida de Maurice FARGUES luego de firmar la tablilla a 120 m.

La Armada francesa realiza las Tablas propias.

1 949 - VAN der AUE, KELLER et BRINTON - Confirman la influencia negativa del ejercicio en humanos determinando como erróneas las suposiciones de algunos investigadores anteriores, pues así se facilita el desprendimiento de burbujas en los propios tejidos.

Comentario: El tema que no se analiza es el de los tipos de ejercicios realizados, de modo que se toma la cuestión en general sin especificar si es el de tipo aeróbico o el de fuerza; este último era el que se utilizaba en las cámaras hiperbáricas, existiendo dibujos y fotografías de época en la cual se muestra a los buzos parcial o totalmente desequipados, realizando ejercicio con pesas pequeñas. Debe considerarse que los ejercicios musculares tienen tendencia a provocar el desprendimiento de burbujas en el propio tejido, mientras que debe estudiarse la comparación con los aeróbicos ligeros, para conocer su efecto real sobre la Descompresión al aumentar el intercambio gaseoso; esto también es dable de conseguirse con una ligera superventilación del sujeto.

1 955 - Los buceadores D / R que usan profundímetro y no cuerda metrada, llenan los Centros de Tratamiento Hiperbárico por violar las normas de Descompresión, llevando a un replanteo entre la velocidad de ascenso de las Tablas y los problemas psicológicos de los buceadores libres con aletas, por su impaciencia, que determina la famosa frase de "no se sabe realmente quién": *"antes buceábamos solo los buzos, ahora el buceo se llenó de idiotas e impacientes, por lo tanto hay que hacer Tablas para idiotas e impacientes"*.

1 956 - N. E. D. U. - En base a los trabajos de DESGRANGES la NEDU. presenta las Tablas de 18 m / min., para "idiotas e impacientes"; ya en esa época hay científicos y buceadores que no aceptamos esa velocidad, tomándola como biológicamente incompatible con la desaturación humana; recién 35 años después la NEDU comenzaría a poner reversa.

1 957 - WORKMAN hace su corrección de Tablas para 18 m /min.

1 960 / 65 - TABLAS NO OFICIALES - En Italia, Fausto ZOBOLI y en Australia la comunidad de los buceadores perlíferos okinawenses rechazan las Tablas oficiales y utilizan las propias con etapas mas profundas y tiempos inferiores en su totalidad; la del primero da valores de seguridad excelentes y la segunda, aceptables.

- 1 961 - ALBANO, Salvatore & al. - Realizan una tabla especial para coraleros, la de ALBANO.
- 1 961 - RING, BLUM, KURBATOR, MORS & SMITH - Opinan que, ante descompresiones normales, las burbujas formadas en el circuito venoso no pasan al arterial debido a que son detenidas y eliminadas por vía pulmonar, actuando los pulmones como filtro o trampa que las captura y las envía al circuito exterior, cuando la trampa falla, se produce la EPDI.
- 1 962 – ALBANO, CRISCUOLLI y CIULLA – Determinan cambios en las ondas del electroencefalograma humano en buceadores que actúan repetidamente a presiones mayores de 6 hPa, indicando que para buceos repetidos diariamente debería eliminarse el aire a partir de los 5 o 6 hPa y reemplazarlo por mezcla sintética de Heliox o la nueva Trimix. Este descubrimiento excelente ha pasado casi desapercibido durante mucho tiempo, lamentablemente, pues la Seguridad inherente al mismo hubiese evitado problemas y muertes, como lo hizo con los coraleros italianos que siguieron a ALBANO & al., reemplazando el aire por Heliox a ciclo abierto en las famosas pentabotellas de esa época que les permitieron alcanzar coral a mayor profundidad y con menos riesgo.
- 1 963 - MACKAY - En experimentos de descompresión detecta burbujas en ratas utilizando equipos complejos de ultrasonidos.
- 1 968 - SPENCER & CAMPBELL - Demuestran la presencia de embolismo gaseoso mediante detectores ultrasónicos DOPPLER, en un carnero descomprimido.
- 1 968 – DOPPLER – Se efectúan los primeros intentos con detectores DOPPLER a fin de localizar burbujas de gas circulantes o estáticas en humanos.
- 1 968 – HEMPLEMAN – Para la Armada inglesa, presenta Tablas de 15 m / min..
- 1 969 / 70 - GUILLERM & al – Utilizando instrumental con efecto DOPPLER determinan la presencia de burbujas venosas infraclínicas en TODAS las descompresiones, incluso con las Tablas mas seguras, y la función del pulmón con “trampa” para las mismas, mientras se siguieran parámetros correctos de Descompresión, comprobando la teoría de 1 961.
- 1 974 - PLAS & al. - En un estudio de velocidad circulatoria bajo Prueba de FLACK (endopresión pulmonar con $\Delta P +$) en la que se inyectó éter en el circuito venoso del sujeto, descubren que bajo endopresión pulmonar positiva este pasó al circuito arterial y lo narcotizó; o sea que la presión positiva en alvéolos anuló momentáneamente al pulmón como trampa.
- 1 975 – PLANTE - LONGCHAMPS & al. – Realizan comprobaciones similares con otros fluidos, siempre en humanos y así queda demostrado que ante endopresión positiva (VALSALVA, FLACK, retención respiratoria en ascenso, inflado de un objeto, etc.) el pulmón deja de funcionar parcialmente como trampa de burbujas y estas pasan al circuito arterial en gran cantidad, constituyendo serio peligro pues este circuito admite solo una fracción de la sobresaturación que soporta el venoso y además, en lugar de evacuarlas al pulmón las distribuye por todo el organismo, siendo tratadas por este como “cuerpos extraños” con las consiguientes consecuencias.
- 1 975 – BÜHLMANN, Albert – Presenta en Suiza, sus Tablas bajo nuevos algoritmos y velocidad de 10 m / min., volviendo hacia atrás sobre los 18 m / min. que evidentemente NO son biológicamente adecuados para los seres humanos.
- 1 977 - DE FILIPPO, Jorge A. – Ante un accidente vestibular con connotaciones neurológicas (Tipo 3 para nosotros), no dando crédito a las denominadas “*Tablas de Emergencia en Agua*”, usa en océano, en aguas cercanas a La Paloma y con todo éxito, una Tabla para la Recompresión y la consiguiente Descompresión Terapéuticas en Cámara, tratándose de la nueva COMEX CX30 AL, aplicada merced a circunstancias coincidentes excepcionales.:

No habiendo conseguido datos de situaciones similares anteriores, en nuestros Centros se considera esa vez como la primera aplicación directa de Tablas de Cámara en agua.

1 984 / 86 - En IP y CATE teniendo en cuenta que el trabajo durante la Descompresión acorta notablemente la duración de los muestreos sobre transectos prefijados, pero aumenta los riesgos de la aparición de la EPDI, se parte del concepto de menor velocidad de ascenso y etapas mayores a profundidad, optando por realizar variaciones a la primera tabla, la HALDANE.

1 989 – BÜHLMANN, Albert – Se toma 20 años para llegar a sus últimas Tablas, que se basan en el diagnóstico de burbujas **infraclínicas** por medio de sensores DOPPLER y algoritmos que son el

crisol de la mayoría de los estudios serios sobre el tema, presentando diferencias de velocidad de Descompresión según el grado de sobresaturación admisible, de acuerdo con la presión, la exposición y las circunstancias, lo que da excelentes resultados para controlar la enfermedad al mantener al sujeto debajo de los límites clínicos; otras Tablas se corrigen de manera similar. Alemania, al adoptar esta Tablas para todos los trabajos hiperbáricos reduce drásticamente la tasa anterior de casos patológicos, especialmente en las labores en cajones y túneles.

1 995 - La NEDU. cambia la base de sus Tablas, pasando de las curvas exponenciales (logarítmicas) a las que se corresponden con la prevención (probabilísticas) de acuerdo a una enorme cantidad de datos laborales y experimentales acumulados, lo que determina un descenso de velocidad a la mitad (9 m / min.) con pocas variantes en las etapas (según tenemos entendido, esto costó 14 millones de dólares).

1 999 – RDTA – Recompresión y Descompresión Terapéuticas en Agua – En Interphase, luego de varios años de labor, DE FILIPPO (con ayuda de los demás integrantes) concluye la primera etapa del estudio preliminar sobre el tema, llevando las Tablas de Cámara a un concepto diferente y presentando nuevas Tablas para uso de Oxígeno puro a nivel del mar y en altura; aún faltaban pruebas para concluir el total del estudio preliminar. Se hace una edición piloto.

2 001 – INTERPHASE – Publica RDTA, como UROSALPINX N° 9.

2 005 - Todo esto que se ha visto no inhibe que buceadores comerciales, marisqueros y deportivo / recreativos y los denominados "operadores" sigan en sus esquemas atécnicos tendientes a provocar endopresión pulmonar positiva en ascenso, descomprimiendo mal o sin etapas, en un loable y notable esfuerzo destinado a mantener en funciones las Cámaras Hiperbáricas, los Sistemas de búsqueda y rescate y, por supuesto, las funerarias.

Esta es una síntesis entrecortada del tema EPDI, pues hemos dejado de lado muchos datos que hubiesen alargado demasiado el artículo con menor relevancia que los que pusimos.

B I B L I O G R A F Í A

- ◇ ALDAO, Celso. N. - **MEDICINA DEL BUCEO** - Armada Argentina, Escuela de Buceo, Mar del Plata, 1 955..
- ◇ BENNETT, Peter B. Et ELLIOT – **THE PHYSIOLOGY AND MEDECINE OF DIVING AND COMPRESSED AIR WORK** - -Tindall y Casel - Londres, 1 975.
- ◇ BÜHLMANN , Albert - **TABLAS DE DESCOMPRESIÓN 1 976** – Y sucesivas correcciones.
◇ - **TABLAS DE DESCOMPRESIÓN 1 989** -
- ◇ C.R.I.S. - **REVISTA DE LA MAR** - Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas, Barcelona, números diversos.
- ◇ DE LATIL, P. et RIVOIRE, J. - **EL DESCUBRIMIENTO DEL MUNDO SUBMARINO** – Luís de Carralt, Barcelona, 1 956.
- ◇ EDMONDS, C., LOWRY, C. et PENNEFATHER, J. - **DIVING AND SUBAQUATIC MEDICINE** - D.M.C. Pub., Sydney, 1 984.
- ◇ FOEX, Jean A. - **HISTORIA SUBMARINA DE LOS HOMBRES** - Pomaire, Barcelona, 1 969.
- ◇ INTERPHASE - **TABLAS DE DESCOMPRESIÓN** - IP, Buenos Aires, 1 989.
- ◇ NEDU - **U. S. NAVY DIVING MANUAL** - Gov. Printing Off., Washington, 1 973 y sucesivas.
◇ - **TABLAS DE DESCOMPRESIÓN , VARIANTES DESDE 1 976.**
◇ - **U.S. NAVY DIVER'S HANDBOOK** - Best Pub. Company, Flagstaff, 1 995.
- ◇ RIBERA, A. - **ENCICLOPEDIA DEL MAR** - Gassó, Barcelona, 1 959.
- ◇ S. I. M. P. (III) (CMAS) - **ANALES** - Martinica, 1 975.