



INTERPHASE

**CENTRO TECNOLÓGICO AVANZADO**

*Buenos Aires, ARGENTINA - Montevideo, URUGUAY*

**CATE** - Centro Austral de Tecnologías Especiales

**ICIS** - Instituto Científico de Investigaciones Subacuáticas

**CAICyA** - Centro de Arquitectos, Ingenieros, Constructores y Afines

# urosalpinx 39

Parte 3

## **QUINTA SECCIÓN SUPLEMENTO TÉCNICO ESPECIAL**

- **DESMAYO HIPÓXICO DE PROFUNDIDAD**
- **RENDEZ-VOUS SYNCOPAL DES 7 MÈTRES**
- **CITA SYNCOPAL A 7 METROS**

*( Dr . Raymond SCIARLI , 1 9 6 1 )*

En esta nueva aproximación a la Patología del Buceo a Pulmón Libre tratamos el tema de los accidentes de ascenso de la inmersión profunda, que es complejo, muy poco entendido por una gran parte de los buceadores actuales y bastante superficialmente explicado o presentado en Internet, salvo en las exposiciones en las que directamente interviene el autor de la Teoría de la Cita Sincopal a 7 metros, (1 961), Dr. Raymond SCIARLI y otros buceadores y Médicos capaces.

En los 70, partiendo de la teoría del Dr. SCIARLI, con nuestro grupo agregamos algunos factores y presentamos un análisis en el libro de DE FILIPPO, "APNEUSIS", de 1 976, sin dejar de mantenernos al día hasta ahora, pues nos resultan cuadros patológicos de sumo interés. Por fortuna en estos 33 años hemos tenido contacto con los cuadros en forma directa y también indirectamente, por relatos de otros buceadores, de manera que coincidiendo con nuestros organigramas de publicaciones creemos que llegó el momento de hacer una síntesis para aportar nuestro último enfoque a fin de completar el estudio realizado desde los 70, colocando acá los resultados obtenidos al presente sobre los dos controvertidos accidentes de ascenso (algunos aseguran que es uno solo), que nosotros reconocemos dentro del Buceo Profundo a Pulmón Libre.

Los hacedores de UROSALPINX

*D i c i e m b r e 2 0 0 9*



# urosalpinx 39

*Comunicación Especial Técnica*  
Suplemento de UROSALPINX, Parte 3 – Técnica -

## *Plantel*

**Director - Propietario**

*DE FILIPPO, Jorge Alfredo*

*ÁLVAREZ, Enrique Francisco*

*BRAVO, Charly*

*CAVILLI, Juan Carlos E.*

*DEMICHELI, Álvaro*

*DEMICHELI, Mario Américo*

*FADERAKO, José Carlos*

*MELFI, Lino*

*PICASSO, Carlos Alberto*

*PICCONE, Carlos Aldo*

*ROVERE, Angel José - KELLY - (†)*

*SAFRASNAY, Philippe*

*SANTANA, Adrián M.*

*SANTOS, Alberto*

*VÉNTOLA, Horacio Américo*

**UROSALPINX N° 39 - Diciembre 2 009**

Reservados los derechos según Ley 11 723. N° de Expediente en la D. N. D. A.: 653774

Se permite la cita de frases, oraciones y hasta párrafos, sin autorización escrita; siempre y cuando sea textual y se acompañe de la referencia completa: autor / es, número y fecha de UROSALPINX, título del artículo, el hecho de ser Comunicaciones de INTERPHASE - C.T.A., publicadas por Editorial TSUNAMI

ISSN 1850 - 0897

EDITORIAL TSUNAMI para INTERPHASE - C. T. A. - C° E°: [editorial.tsunami@interphase-cta.com](mailto:editorial.tsunami@interphase-cta.com)

Galería Triunvirato 4 135, piso 1°, oficinas 30 / 31 - (C1031FBE) Buenos Aires - ARGENTINA

0054 11 4551 9775 - C° E°: [interphase@interphase-cta.com](mailto:interphase@interphase-cta.com)

IP - CATE - ICIS - CAICyA - UROSALPINX 39 - Parte 3 - Suplemento - 3

ISSN 1850 - 0897

# ÍNDICE

<i>Capítulo</i>	<i>Página</i>
• Reseña – Homenaje – Resumen – Résumé	5
• Los problemas –	7
• Datos básicos	7
• Variantes físicas del medio	10
• Suministro y gasto energético	10
• Ventilación	16
• Adaptación al Buceo	19
• Deuda de O <sub>2</sub> y Lactacidemia	21
• Hidremia	22
• Glucemia	23
• Una Sesión de Buceo a P. L. y sus Fases	24
• Variantes de posición en la inmersión	25
• Reflejos respiratorios	26
• Síndrome General y Específico de Adaptación	27
• Análisis de la acción del buceador	28
• Síntomas & Signos	31
• Las teorías	33
• Teoría de la suma de anoxia e hipercapnia	33
• Teoría del Desmayo Hipóxico de Profundidad (DHP)	34
• Cita Sincopal a 7 metros (RS7)	35
• Auxilios, Consecuencias, Prevenciones	37
• Nota del Dr. Raymond SCIARLI	40
• Bibliografía	40

## QUINTA SECCIÓN: TEMAS TÉCNICOS

### 1 - BUCEO A PULMÓN LIBRE

#### APNEUSIS Y APNEA 16

#### PATOLOGÍA 3 - BUCEOS PROFUNDOS

- **DESMAYO HIPÓXICO DE PROFUNDIDAD**
- **RENDEZ-VOUS SYNCOPAL DES 7 MÈTRES**  
(R. SCIARLI, 1961)

DE FILIPPO, Jorge A. - RÓVERE, Ángel J. (†) - SANTANA, Adrián M. - VÉNTOLA, Horacio A.

*Reseña:* En UROSALPINX 35 iniciamos el tratamiento de los principales cuadros patológicos propios de la Retención Respiratoria, realizando una síntesis de Escuelas, Métodos y Técnicas y entrando en el Desvanecimiento Estático de Poca Profundidad (DEPP). En UROSALPINX 36, nos dedicamos al Desvanecimiento Dinámico de Poca Profundidad (DDPP) así como al camino a seguir para solucionar ambos problemas. Mientras que interrumpimos en el 37 para brindar el Suplemento sobre COMPENSACIÓN de senos paranasales y oído medio y en UROSALPINX 38 vimos el Síncope Precoz.

En esta nueva aproximación a la Patología del Buceo a Pulmón Libre tratamos los dos accidentes de ascenso que nosotros reconocemos. **La Rendez-Vous Syncopal à 7 mètres o Cita Syncopal a 7 metros** (Dr. Raymond SCIARLI, 1961) que se enfrenta a la teoría del Síncope Hipóxico - Hipercapnico o Síncope Anóxico, que a nuestro entender es un **Desmayo Hipóxico de Profundidad**.

Luego que publicásemos "APNEUSIS", en 1976, le enviamos el trabajo al Dr. SCIARLI en 1977 (la esquila con su agradecimiento va antes de la Bibliografía). Posteriormente tuvimos contacto postal con el propio Dr. SCIARLI, el Dr. Xavier FRUCTUS y otros colegas franceses con los que intercambiamos datos, estando enterados de una polémica entre los postulantes de las teorías. En Europa sigue dicha polémica que enfrenta a los especialistas que insisten en la teoría de un síncope hipóxico - hipercapnico o simplemente hipóxico y de los otros que postulan la de la Cita Syncopal, mientras que actualmente nosotros sostenemos la existencia de ambos cuadros patológicos de ascenso.

#### HOMENAJE

Este trabajo es un homenaje a los investigadores que nos precedieron y a quienes aportaron datos para intentar aclarar estos cuadros patológicos, especialmente a:

- **Dr. Raymond SCIARLI** - Debido a que además de sus largos años dedicados a investigar, enseñar y publicar sobre distintos temas de nuestras especialidades fue el primer especialista en proponer, con la Rendez-Vous Syncopal, una explicación científica diferente y de concepción más profunda que la que explica la hipótesis de "Síncope hipóxico - hipercapnico".
- **Lic. Ángel José RÓVERE, (KELY)** - Nuestro amigo KELY por ser durante años el principal ejecutor de la tarea de hurgar en la Bibliografía Científica y Técnica que resulta imprescindible a nuestros fines y por su compromiso con la investigación analítica y operativa así como su espíritu emprendedor, actitudes que no le pudieron impedir los distintos males que sufrió a lo largo de su vida, uno de los cuales lo llevó a la muerte pero ninguno de ellos pudo conducirle a la derrota. Como todos nosotros entre sufrir la muerte o la derrota siempre prefirió a la primera.

#### RESUMEN

Hace más de 5 décadas que este cuadro patológico de los Buceos profundos a Pulmón Libre ocupa pre-ocupa a los buceadores e investigadores, especialmente desde 1961 año en que el Dr. Raymond SCIARLI se apartó de la línea simple del síncope hipóxico - hipercapnico que pretendía explicar el cuadro y expuso su teoría de la Cita Syncopal a 7 metros que modificó la visión del mismo, ampliándolo a otros agentes concurrentes a un arco reflejo determinante del síncope. En 1976 sobre la Teoría del Dr. SCIARLI agregamos otros factores, ampliando a nuestra vez un poco más las posibles causas conducentes y determinantes y nos mantuvimos en alerta para captar cualquier elemento observado en la práctica para sumarlo al esquema propuesto. Hoy entendemos que los cuadros son dos y trataremos de explicarlos en el presente.

#### RÉSUMÉ

Avait plus de 5 décades que cet cadre pathologique des Plongées Profondes a Poumon Libre préoccupé aux plongeurs et investigateurs, spécialement depuis 1961, année en que le Dr. Raymond SCIARLI s'écarté de la ligne simple du syncope hypoxique - hypercapnique en train de exposer sa théorie de la Rendez-vous Syncopal des 7 mètres qui il a modifiait la vision du cadre avec la approfondissement a autres agents qui concurrirait au arche réflexe syncopal. Dans 1976 sur la théorie du Dr. SCIARLI nous ajoutions autres facteurs et nous agrandissions les possibles causes du cadre y nous étrons sus nôtres gardes pour prendre quelconque élément observait dans la pratique pour le ajouter au schéma proposé. Maintenant nous comprenons que les cadres pathologiques sont deux et voyons à essayer d'expliquer dans le présent travail.



## LOS PROBLEMAS DEL BUCEO PROFUNDO A PULMÓN LIBRE

Para nuestra concepción los cuadros patológicos propios del Buceo Libre Profundo que implica trabajo (Ciencia, Caza o Pesca, Marisquería, Fotografía y Filmación) y no la búsqueda de plusmarcas, aunque estén incluidos en la Patología que acompaña los intentos de lograr las mismas, son tres:

- *Desmayo Hipóxico de Profundidad (DHP).*
- *Cita Sincopal a 7 metros.*
- *Síncope Precoz.*

Mientras que los dos primeros están referidos con exclusividad al ascenso (período de descompresión), el tercero es propio del descenso (período de compresión), de la llegada al final del mismo y la toma de posición para comenzar a operar (período de presión poco variable) y ya hemos realizado una aproximación al mismo en UROSALPINX 38.

### **Los accidentes durante el ascenso**

Los dos cuadros son muy similares a simple vista, diferenciándose en las características sincopales directas de uno (la Cita) y el desvanecimiento primario en el otro (DHP). Resumidamente sucede que estos cuadros cuando ocurren se dan mayormente en buceadores a Pulmón Libre que operan en la zona que va de 15 a 25 mca o un poco más allá, no novicios, con buen entrenamiento y experiencia, principalmente dedicados a la pesca o a la marisquería, en menor escala la fotografía y la filmación, al Buceo profundo y mucho menos al C / T. El sujeto inicia su sesión y la va desarrollando en sucesivas inmersiones prolongadas, pero no al límite, buscando conseguir sus metas, se prepara con Hiperventilación, desciende compensando con la maniobra de VALSALVA Clásica, realiza un trayecto para cumplir la acción por la que está buceando, emerge con cierto margen de seguridad, reposa un tiempo entre inmersiones y aparentemente no tiene problema alguno que se manifieste a su vigilancia. Sin embargo, a partir del final del primer tercio y hasta la mitad del tercero de la sesión, emergiendo de una de las inmersiones en la que alcanza una retención submáxima o máxima, entre apenas dejar el fondo y la superficie (incluso luego de exhalar) sufre un desmayo o un síncope, **aparentemente** que puede tener o no síntomas y signos apreciables previamente, y que de no recibir ayuda externa termina en su muerte. Sintetizando:

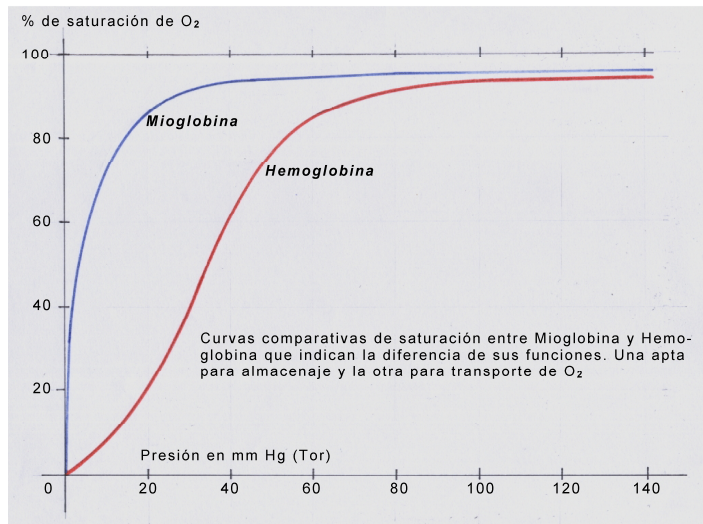
- 1 - Está avanzada la sesión, generalmente más de una hora, en apariencia va todo normal, con buenas retenciones y un remanente de seguridad.
- 2 - Los descansos parecerían ser los adecuados.
- 3 - El sujeto hiperventila preparándose para otra retención normal.
- 4 - Concluye la ventilación, retiene y al unísono ejecuta una técnica de inmersión que lo pone vertical cabeza abajo y en camino hacia el fondo que está entre 15 y 25 mca.
- 5 - Va compensando, generalmente con VALSALVA Clásica.
- 6 - Alcanza el substrato se posiciona para la labor y la realiza durante un cierto lapso.
- 7 - Decide iniciar el ascenso, gira a posición vertical cabeza arriba y comienza a aletear para alcanzar la superficie.
- 8 - Entre poco después de salir del fondo (DHP) y la propia superficie sufre un accidente que puede ser un desmayo hipóxico o un arco reflejo sincopal del que no saldrá sin ayuda externa.

Para quienes conocen nuestros escritos y el tema les sorprenderá el laconismo sobre este, pero la base fundamental es esa; si ahora mismo hubiese sucedido detrás de nosotros aún no sabríamos si es un Desmayo o una Cita Sincopal y en este trabajo intentaremos dilucidar la cuestión.

## DATOS BÁSICOS

Para explicarnos los accidentes debemos recurrir a la Fisiología que cada vez está más ligada a la Bioquímica y a la Biofísica, materias en las que no somos especialistas, pero cuyos datos intentaremos explicar sencillamente para basar nuestro análisis.

En los UROSALPINX N° 17 a 21 hemos tratado el tema "**Una introducción a la oxigenación**", que puede servirle al lector que quiere ir más allá de los libros comunes de Buceo, pero en este caso pretendemos trascender todo lo que hicimos en el pasado, de modo que los cuadros del *Desmayo Hipóxico* y de la *Cita Sincopal* queden lo más completos posible. En este trabajo, incluso hemos corregido Curvas y Tablas a la luz del Método Analítico / Experimental que nos indicó que estábamos utilizando algunas por repetición, las que estaban algo desviadas de la realidad, entre ellas las *Curvas de Disociación de Oxígeno con Hemoglobina y Mioglobina*, tema que algunos autores no tienen bien dilucidado, pues fuera de receptor O<sub>2</sub>, no cumplen en el organismo funciones similares.



También revisamos las *Tablas de Composición de Gases* para diversos estadios de respiración y algún otro dato que no era lo suficientemente exacto para nuestra concepción de las cosas.

## COMPARACIONES ENTRE LABORATORIO Y CAMPAÑA Laboratorio

Uno de los principales problemas en la investigación de estos accidentes del Buceo Profundo Libre es que son de campaña y si bien se pueden reproducir parcialmente sus condiciones en laboratorio, las diferencias entre este y las aguas abiertas son suficientemente conocidas dentro del mundo del Buceo, como para saber que los resultados pueden tener divergencias apreciables. Sea Con Aparatos o a Pulmón Libre y acorde con cada uno de los sujetos, las pruebas en cámara y la operatoria en campaña al dar resultados parcialmente distintos indicarían la incidencia de las propias condiciones de realización de las pruebas sobre los mecanismos de adaptación psicofisiológica de cada sujeto, la presencia de un grado diferente de estrés y otros factores, subjetivos algunos, objetivos otros, que pueden hacer variar los resultados y conclusiones finales. Por ejemplo, en las pruebas que el GERS (nombre de entonces del actual CEPHISMER) de Francia realizó en cámara seca - húmeda por fines de los 50 se obtuvieron los datos siguientes:

- A partir de 3 hkPa (20 mca) la presión endotorácica no podía compensar la externa, aun partiendo de la superficie en inspiración forzada.
- A esa presión y mayor, los sujetos experimentales del GERS sufrieron situaciones penosas en sus retenciones como ser sensación de vacío interno, opresión e incomodidad general.
- La retención se veía desfavorecida por la presión ambiente.

Más adelante el ex submarinista alemán y Fisiólogo Karl SACHAEFFER, trabajando para los americanos observó la dilatación de los capilares pulmonares concomitante con la depresión endotorácica, la que denominó "*blood shift*", o **transferencia de sangre**, como compensación involuntaria al  $\Delta P$  negativo alveolar, favorecida por la alta capacidad de dilatación de la red de capilares venosos pulmonares. Poco tiempo después, Médicos y buceadores italianos concretaron un equipo para obtener radiografías a profundidad en forma directa y determinaron que a 60 mca (7,14 hkPa o 7 Ata) la transferencia era en promedio de 1 dm<sup>3</sup>.

Aparentemente la transferencia de sangre hacia zonas con  $\Delta P$  negativo es un proceso involuntario y defensivo del organismo que reemplaza parcialmente la merma del volumen residual de gas por uno de líquido, en este caso sangre, evitando el colapso.

## Campaña

La realidad indica que antes de los 60 se operaba (así como se opera ahora), en esas presiones (3 hkPa o 20 mca) y bastante mayores sin las sensaciones del tipo que señalaban en el GERS, o por lo menos no tan acentuadas, las que pueden deberse a una reacción claustrofóbica del encierro en cámara. Por otra parte se indica que operativamente la profundidad afecta favorablemente a la retención, tal es así que el gran buceador griego que algunos llaman Yorgos HAGGI STATTI, cuyo verdadero nombre es otro, Hatzis EUSTALHIOS, quien rescató en 1 913 parte de la cadena y el ancla del acorazado italiano "*Regina Margherita*", en Grecia, en la Bahía de Pedagia, operando a Pulmón Libre hasta 84 mca, (~ 9,57 hkPa = 9,4 Ata) sostenía que sus máximas retenciones las conseguía a 30 mca (~4,08 hkPa = 4 Ata) y rondaban los 7 minutos. Cazadores profundos de las décadas de los 50 y 60 indicaban que se sentían beneficiados por la presión, señalaban que probablemente debido a que la misma permitía una mayor disolución de O<sub>2</sub> en el organismo, hecho que mejoraba las condiciones de retención y en esto coincidían con buceadores marisqueros y C / T de todo el Mundo que trabajaban a esas presiones y mayores.

Como venimos haciendo desde mediados de los 40, nosotros operamos en condiciones de campaña y si bien practicamos las técnicas en piscinas y en cámaras (a veces), como laboratorio de optimización, preferimos los datos operativos como basamento de cualquier explicación, por sobre los obtenidos en condiciones de laboratorio, sin desechar estos como complemento para redondear cualquier estudio, pero consideramos que la carga psicológica en cámara es diferente y mayor que en agua, en cámara puede haber algo de claustrofobia, el sujeto sabe que es un objeto experimental, que está encerrado en ella y que tiene una labor específica que hacer, cumpliendo las pruebas que le requieren los observadores, difícilmente se pueda distraer y generalmente está preocupado cumpliendo las acciones que se le piden. En el agua de campaña está el paisaje, la meta que se busca, las sorpresas y especialmente la práctica de una actividad cara a la psicología del sujeto; los resultados no pueden ser iguales fuera de los que solo involucran aspectos bioquímicos y fisiológicos que no sean afectados por consideraciones personales.

### ***Buceadores a Pulmón Libre: aidaistas, apneusistas, apneístas***

En la actualidad AIDA, la organización Internacional dedicada a la difusión de la apneusis (comúnmente se les dice apnea y apneísta) proporciona métodos y técnicas para alcanzar muy buenos logros en las retenciones estáticas y dinámicas y en la búsqueda de profundidad, sea para competir o para mejorar en ellas mismas pero que generalmente no son aplicables a operaciones laborales o deportivas (colecta, recuperación, estudio, caza, fotografía, filmación) y esto hay que recordarlo y repetirlo a menudo pues nuestra postura es la del buceador Científico / Técnico que por una u otra razón **debe operar a Pulmón Libre** y las circunstancias no son las mismas, las nuestras se pueden extrapolar al marisquero, recuperador, cazador o fotógrafo, no al aidaista puro. Nosotros no tenemos controles ni jueces sino (y a veces) uno o más compañeros con los que operamos y otras veces debemos hacerlo solos o las cosas programadas no se concretan.

Si bien entendemos que los aidaistas gustan del Buceo a Pulmón Libre normal, cuando lo hacen como tales actúan en piscinas en lo que se llama **indoor** (interno, interior o puertas adentro) reteniendo estática o dinámicamente con algún observador, y en campeonatos y chequeos con los jueces y el equipo de auxilio y médico complementario, o bien en aguas profundas demarcadas y con equipo adecuado para la acción, descendiendo y ascendiendo por un cable, observados y verificados por jueces y personal de seguridad (a veces fallan y alguien muere).

Los otros buceadores que hemos mencionado operamos sin nada de eso y sin el fin de prolongar la apneusis por ella misma sino de cumplir con el trabajo prefijado para cada inmersión, actuamos en aguas abiertas expuestos a todo lo que nos ofrezcan las mismas, morfología de los substratos, movimientos de las masas de agua por vientos, corrientes y mareas, diferencial térmico, flora y fauna, obras y desechos humanos, embarcaciones de diverso tipo, etc.

Los aidaistas hacen un buen relajamiento previo y algunas retenciones de preparación y luego pasan a las de competición o de chequeo, nosotros llegamos a la costa acarreado equipos, plantando banderas o señales para los transectos, debemos equiparnos, poner en el agua los elementos flotantes o la embarcación, tirar el transecto, boyarlo y luego, tratamos de ir calentando el organismo, nadando y con algunas inmersiones que van ganando en duración y profundidad. Una vez alcanzado un estado de "calentamiento previo" comenzamos a operar por la zona más profunda del transecto hacia la orilla, realizamos entre 6 y 20 inmersiones por hora, según las circunstancias, y seguimos hora tras hora hasta terminar la jornada planificada. Al igual que el cazador, el marisquero y el fotógrafo, si bien preferimos tener buena retención nos interesan más los promedios que los extremos que es lo que separa a la mentalidad de récord de la de trabajo, una es de acción corta y extrema y la otra de actuación larga y media para alcanzar un buen rendimiento en la jornada laboral. La misma diferencia que hay entre los corredores de 100 a 400 metros y los maratonistas y ultra maratonistas. Tampoco nos negamos a la capacidad de profundizar con fines laborales.

En cuanto a los accidentes acá descritos no los experimentamos en nuestras labores en unas seis décadas de operaciones y no sabemos que otros buceadores C / T los hayan sufrido, pero si los conocemos por observarlos en otras personas y por los relatos obtenidos de pescadores, marisqueros y fotógrafos que operaban a 15 mca o más. Esto es porque quizás nuestra Metodología como la de otros colegas C / T nos lleva a ser más fríos y controlados en nuestras acciones y los mecanismos de seguridad externos que empleamos son prácticos y efectivos, en especial si no se trata de un buceador solo sino con por lo menos con un compañero que lo vigile y se turne con el en los buceos.

Tampoco los hemos tenido en buceadores que por ciertas razones han operado largo tiempo en solitario en cualquier tipo de agua, gracias a los cuales se han concretado muchas observaciones y labores (DEMICHELI, PICCONE, VÉNTOLA, DE FILIPPO y otros) probablemente debido a nuestros Ángeles Custodios y a seguir esa Metodología seca y fría pero sumamente efectiva que es la que venimos practicando desde los 40 y describiendo en UROSALPINX a partir de su aparición.

Es por lo anterior que debemos basarnos en observaciones hechas sobre otras personas, incluyendo el haber actuado como salvavidas en algunas ocasiones para terceros, pero en ningún caso respecto de los componentes de nuestro grupo.

### **UNAS PALABRAS PREVIAS**

Nuestra postura al respecto de los accidentes es similar a la que tratamos cualquier cosa, o sea con Criterio Gestáltico, y en cuanto a estos dos accidentes entendemos que están involucrados

más temas referidos a nuestro organismo de los que generalmente se supone o se coloca en las descripciones y vamos a referirnos a cada uno de ellos en particular con la extensión que entendemos se merecen, para luego sintetizar la convergencia de factores incidentes en los cuadros.

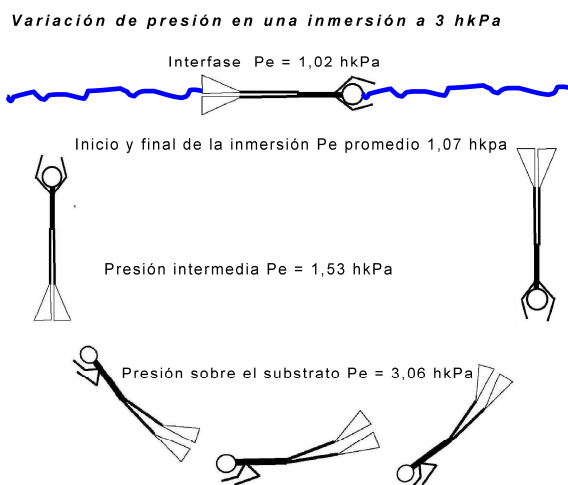
## VARIANTES FÍSICAS DEL MEDIO

### Variación de la Presión ambiente

En un lapso que puede estar entre 70 y 150 segundos el organismo del buceador pasa del estado epiacuático de presión atmosférica normal (respira por el schnorkel) a comprimirse durante el descenso hasta alcanzar el lugar de trabajo, mantener la presión u operar con muy poca variación de la mismas durante un cierto lapso, emprender el ascenso y descomprimirse durante el mismo hasta alcanzar nuevamente las condiciones epiacuáticas iniciales.

El buceador vive una repetición de efectos fisiológicos como la expansión y contracción pulmonar por Súper o Hiperventilación, la dilatación por inspiración forzada en superficie antes de iniciar la inmersión, la contracción en el descenso, la posible compensación líquida de  $\Delta P$  – en profundidad, las variaciones de endopresión en el circuito gaseosos cuando compensa, el sostén en el fondo (si este es más o menos plano), y la inversión del proceso en el ascenso, exceptuando las variaciones de la compensación del oído medio que en la gran mayoría de los casos se realiza de manera automática.

El sencillo esquema que sigue da una idea referida a la presión.



### Variación de la Temperatura ( $\Delta T$ )

La inmersión mayor a 10 mca (y a veces en menos profundidad) puede provocar el pasaje por capas de agua de temperatura diversa, con las correspondientes termoclinas, que generalmente son decrecientes hacia el fondo, coincidiendo esa merma con la disminución de la capacidad de abrigo de los trajes esponjosos de Buceo por compresión del gas encerrado en sus burbujas. Si hay  $\Delta T$  negativo es concomitante con el aumento de gasto de  $O_2$  para realizar las compensaciones orgánicas correspondientes y, a la vez, se incrementan las condiciones de inadaptación de modo que el abrigo debe tenerse en cuenta en relación al medio y al operador, pues las variaciones individuales conllevan diferencias de uso del mismo que benefician a aquellos que soportan mejor el frío que a los que no.

En general no es bueno sentir frío durante el buceo, pues este terminará condicionando la inmersión y acotándola a sus efectos o llevará a algún accidente que no trataremos acá.

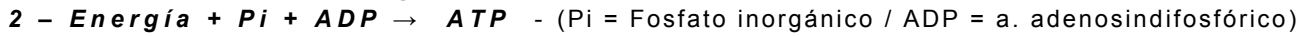
Salvo algunos errores que hemos cometido, especialmente con guantes en aguas gélidas y que comentamos en otro UROSALPINX, hemos cuidado especialmente el abrigo tanto acuático como aéreo en nuestras expediciones a climas fríos (Antártico, Cordillera de los Andes) de tal modo que a pesar de haber estado en sensación térmica de  $213^\circ K = -60^\circ C$  con viento que la provocaba nuestros sistemas de abrigo no nos fallaron y hasta hoy no hemos sufrido problemas por el mismo.

## SUMINISTRO Y GASTO ENERGÉTICO

Nuestro organismo es un mecanismo que intercambia constantemente energía y solo deja de hacerlo cuando muere (un Continuo Energético). Incorpora elementos, los procesa, utiliza y elimina sus residuos de diversas formas. En el caso de la musculatura el elemento indispensable que brinda la energía para sus contracciones es el ATP (*adenosintrifosfato*) cuya síntesis orgánica proviene de tres mecanismos que pueden trabajar sumando temporalmente sus efectos, dos de ellos son anaeróbicos y uno aeróbico, o sea que este último depende de la incorporación de oxígeno al mecanismo a través del trabajo conjunto de la respiración y la circulación.

## **Energía anaeróbica potente y de muy corta duración**

Este es el sistema de los "Fosfágenos" integrado por el ATP y la Fosfocreatina (FC) que almacenados en los tejidos proporcionan por si solos energía de muy alta potencia pero de duración reducida a unos segundos (levantamiento olímpico y de potencia, lanzamientos, carreras hasta 200 m, natación hasta 50 m, etc.). Este sistema tiene como ventajas su alta potencia y una gran facilidad de reposición casi completa o completa, que se alcanza con lapsos de descanso de tres minutos de una adelante, según la intensidad de la acción. Las fórmulas que lo caracterizan son las siguientes:



O sea que el sistema regenera ATP con rapidez, de modo que vuelve a cargarse en corto tiempo y, con los intervalos adecuados, permite una serie de repeticiones de alta potencia. En el mundo de la competición es utilizado para el sistema denominado "Entrenamiento a Intervalos" que propicia un aumento de la potencia muscular específica y cardiovascular a través una o más series que consisten en la repetición entre 4 y 12 veces del ciclo: *carrera corta - intervalo*, no dejando decaer la actividad cardíaca más allá de ciertos límites, superiores a los de reposo, realizando cada carrera a una alta velocidad que no podría lograrse de recorrer toda la distancia sumada de las mismas de una sola vez. En general no se usa solo sino combinado con otros, de tipo aeróbico y del ciclo del ácido láctico, según la especialidad del trabajador o el atleta.

En el levantamiento y en los ejercicios de resistencia pesada también se usa para alcanzar altas repeticiones que no se consiguen en una serie y de manera similar, empleando pesos superiores en series muy cortas y repitiendo antes de la recuperación total.

En el Buceo puede darse ante el caso de tener que recuperar un objeto pesado a baja profundidad sin ayuda mecánica cuando no se puede elevarlo por medio de una cuerda desde la superficie. El buceador se prepara, desciende, toma el objeto en sus brazos o lo asegura con algo y aleteando con un esfuerzo submáximo o máximo lleva el objeto a superficie; allí vuelve respirar en cuestión de pocos segundos mientras entrega el objeto a alguien o lo fija a un flotador, esos pocos segundos no le permiten entrar en el ciclo del Ácido láctico. Como se comprende hay muchas situaciones que pueden presentarse y esta es solo un ejemplo.

## **El Sistema del Ácido Láctico (Glucólisis anaeróbica)**

La degradación de la *glucosa*  $\rightarrow$  *ácido pirúvico* es la **glucólisis**, que puede ser anaeróbica (sin presencia de  $O_2$ ) o aeróbica. Si hay oxígeno suficiente el ácido pirúvico es oxidado a  $CO_2$  y  $H_2O$  y no gesta ningún problema residual. Pero si el oxígeno no es suficiente, debido a que los requerimientos superan la capacidad aeróbica del sujeto, una parte del ácido pirúvico se transforma en ácido láctico de manera transitoria, si esta situación se sostiene durante un tiempo, el ácido láctico se va acumulando en sangre y músculos y conduce paulatinamente a la fatiga. Este mecanismo depende solamente de los glúcidos no pudiendo procesar lípidos ni prótidos, de modo que limita su duración a las reservas de glucosa y glucógeno, pues la reposición por vía de la ingesta no alcanza a cubrir los requerimientos debido a la alta intensidad de trabajo.



(Glucógeno) (Ácido láctico)



La reconversión a ATP brinda 3 moles del mismo, con lo que luego veremos es bastante costosa o vista desde otro punto de vista, de bajo rendimiento en comparación con la **glucólisis aeróbica** que genera 13 veces la de la anaeróbica. Brinda energía de menor potencia que los fosfágenos pero de persistencia mayor, siendo el principal sistema de sostén de las actividades intensas como la carrera de 1 500 m o los 400 m en natación que son de duración menor a los 4 minutos.

Este Sistema puede trabajar sumado al de los fosfágenos utilizando estos al inicio de la actividad y / el del ácido láctico al final si hay un sprint o a la inversa. También puede operar en conjunto con el aeróbico en acciones prolongadas de cierta intensidad.

El ácido láctico formado en el organismo es procesado de la siguiente manera:

<b>Acción</b>	<b>%</b>
Reconvertido a glucosa (hígado) o glucógeno (músculo)	18
Combustible en el músculo esquelético (mayor uso) y órganos	72
Convertido a proteína en el hígado	8
Excretado en sudor y orina	2
Total	100

Las actividades de larga duración que en ambiente aéreo denominamos aeróbicas requieren del sistema que usa el oxígeno, el que brinda menor potencia pero la mayor resistencia y es la base de las actividades que van más allá de los 4 minutos de duración.

## El sistema aeróbico o del oxígeno

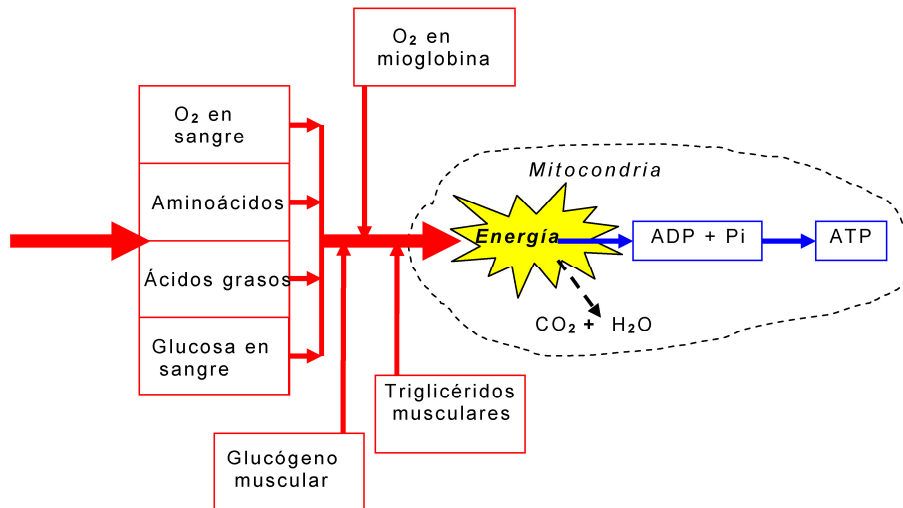
Este Sistema es el único que puede procesar los tres tipos de alimentos básicos: glúcidos, lípidos y prótidos, sabiendo que los últimos tienen poca presencia en cuanto a uso en resistencia de tipo normal (no más 2 % del total energético) y solo llegan a un 10 % cuando la actividad se prolonga sin la nutrición adecuada y el organismo debe consumirlas obligatoriamente. Este sistema es proporcionalmente el de menor dispensa energética por unidad de tiempo pero es el que permite un sostén extremo, pues con las técnicas adecuadas logra prolongar durante muchas horas la acción que se lleva a cabo, como maratones dobles y ultra maratones, y sus equivalentes en el resto de las actividades como el esquí, el ciclismo, la natación de larga distancia y el Buceo.

Al depender del suministro de oxígeno por la suma de acciones de la respiración y la circulación y del procesamiento de glúcidos y lípidos, de no suspenderse la oxigenación sanguínea y tisular ni el suministro de nutrientes por ingesta y reserva, las actividades pueden sostenerse por tiempos mayores que 12 o 14 horas y hasta más allá de las 24 horas, siempre que se guarden las técnicas previas y de ejecución que eviten la acumulación muscular y sanguínea de ácido láctico y favorezcan la reposición de nutrientes. En este Ciclo se suceden cientos de reacciones químicas aeróbicas de las cuales las más importantes son:

- El ciclo de KREBS que termina produciendo  $\text{CO}_2$ .
- Sistema de transporte de electrones que termina en  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Oxidación Beta o metabolismo de los ácidos grasos que deja  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

Estas acciones no son de dilucidar acá pero debemos tener en cuenta que producen ATP en proporciones variables. El esquema siguiente simplifica el Ciclo aeróbico a nivel mitocondrial.

**Esquema del Sistema Aeróbico** – Al permitir formar ATP sin acumular subproductos que conduzcan a la fatiga es el adecuado para las actividades físicas de larga duración



La Glucólisis aeróbica brinda 3 / 39 y el ciclo de KREBS 36 / 39 mientras que el mecanismo de los lípidos libera según los tipos de lípidos que ingresen.

Un punto importante es el de las necesidades de oxígeno para la producción de ATP y el cuadro siguiente da el oxígeno necesario para lograr 1 mol de ATP

<i>Energía de</i>	<i>Gasto de O<sub>2</sub> en cm<sup>3</sup></i>
Lípidos	4 000
Glucógeno	3 500

Teniendo en cuenta que se necesitan:

<i>Actividad</i>	<i>Moles de ATP / minuto</i>	<i>O<sub>2</sub> / minuto en cm<sup>3</sup> *</i>	
		<i>Lípidos</i>	<i>Glúcidos</i>
Reposo	0,05 a 0,083	200 a 332	175 a 291
Trabajo medio	0,5 a 0,75	2 000 a 3 000	1 750 a 2 625
Trabajo máximo	1 a 1,5	4 000 a 6 000	3500 a 5 250

\* Dependerá del combustible, generalmente de las proporciones entre lípidos y glúcidos de una dieta mixta y de la intensidad de trabajo; más adelante damos las curvas de consumo energético según la intensidad de la actividad física, relacionadas con lípidos y glúcidos. Se comprende que si hay un dominio graso el gasto de O<sub>2</sub> será mayor y en el hipotético caso extremo de lípidos solos y glúcidos solos para el mínimo de cada trabajo durante una hora:

<b>Trabajo</b>	<b>Combustible*</b>	<b>Moles de ATP / hora</b>	<b>O<sub>2</sub> / hora en cm<sup>3</sup></b>
Reposo	Glúcidos	3	10 500
	Lípidos		12 000
Trabajo medio	Glúcidos	30	105 000
	Lípidos		120 000
Trabajo máximo*	Glúcidos	60	210 000
	Lípidos		360 000

\* El trabajo máximo no es sostenible durante una hora y solo es factible por unos pocos minutos, pero va a modo de ejemplo. Vemos que el predominio graso significa un gasto algo mayor de 14 % sobre los glúcidos y estos son el 87,5 % del consumo de O<sub>2</sub> por procesar lípidos. En un trabajo medio, prolongado a 5 horas tendríamos 525 000 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub> consumido al procesar glúcidos y 600 000 al hacerlo con lípidos. La realidad de una ingesta mixta con predominio de glúcidos muestra que el organismo elige obtener un % de cada nutriente según la intensidad laboral, y para largas duraciones de intensidad moderada en un trabajo totalmente aeróbico como la caminata, la carrera, el esquí de campo travesía, el remo, la natación, el Buceo, todos en varias horas, la base de sustentación estará en los lípidos con el apoyo de los glúcidos, situación que contempla la realidad de nuestro organismo, capaz de almacenar mucha mayor cantidad de lípidos que de glucosa y glucógeno.

En el Buceo a Pulmón Libre no es conveniente sustentar la ingesta en los lípidos por la diferencia de consumo de oxígeno que lleva a mayor trabajo respiratorio y a disminuir las reservas, de allí la indicación de mantener una mesoglucemia incorporando alguna forma de glúcidos periódicamente de modo que ante una buena disponibilidad sean utilizados como productores iniciales del ATP y así ahorremos la necesidad de O<sub>2</sub> en unos cuantos dm<sup>3</sup> / hora.

En el Buceo con Aparatos las comidas de lípidos están desaconsejadas desde la década de los 60 en que fue demostrada de manera inequívoca su acción favorable a la EPDI.

### ***La Energía en el buceador a Pulmón Libre***

Nuestro caso es bastante particular pues es una actividad de resistencia y larga duración o sea del estilo "aeróbico", mas, en el momento de iniciar la inmersión entramos en suspensión ventilatoria en inhalación o Apneusis, aunque dadas las características de la inmersión no sucede lo mismo con los sistemas energéticos pues las PO<sub>2</sub> alveolar y sanguínea no caen en relación al consumo del gas, sino que primariamente aumentan por la compresión provocada por el incremento de presión ambiente y la compensación de la misma en el organismo. De modo que no hay una coincidencia entre la entrada en apneusis y el comienzo del metabolismo anaeróbico, sino que este comenzará a actuar cuando la presencia muscular de oxígeno descienda de tal modo que no permita la total conversión del ácido pirúvico y la entrada al Ciclo de KREBS y comience a formarse ácido láctico. Esto nos indica que agradadamente no es durante toda la retención que actúa el mecanismo anaeróbico sino en parte de la misma, lo que explica el sostén de las actividades a Pulmón Libre por largas horas que es característica de pescadores, marisqueros, fotógrafos y C/T, para los cuales consideramos la duración de una inmersión operativa a profundidad entre 70 y 150 segundos, desarrollando una actividad energética que puede ser de ligera a pesada e inversa a la duración.

Al no incorporar O<sub>2</sub> y gastarlo por la suma de metabolismo y actividad laboral, la retención depende de ciertas condiciones destinadas a conservar las reservas al máximo posible, de modo que la aparición de los mecanismos anaeróbicos estará condicionada a una suma de factores, algunos inherentes al sujeto, a la intensidad de la actividad que realiza y otros externos.

- Internos – Acuaticidad (integración con el agua, fluidez de movimientos, ritmo, economía de esfuerzos, relajación), experiencia, grado de entrenamiento, condicionamiento y carácter.
- Intensidad – Según sea la del trabajo que realiza y la habilidad que tenga para ejecutarlo, bajo los cuales variará el consumo energético.
- Externos – Tales como el descenso y el ascenso asistidos, que le ahorran el gasto energético de la natación descendente y ascendente. También factores del medio e imponderables.

A ello se debe agregar algún posible cuadro patológico menor y el momento en que se encuentra el buzo, que para los accidentes de ascenso y según nuestros datos, es:

- Desmayo Hipóxico de Profundidad o DHP - Con la jornada más allá del tercio inicial.
- Cita Sincopal - Entre el tercio y el cuarto finales

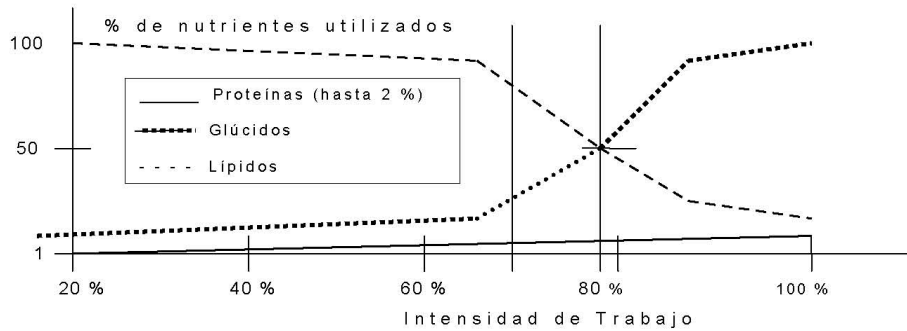
Deben sumarse factores que hacen a la conservación energética general según:

- El grado de incorporación de los nutrientes adecuados.
- La gestación de ácido láctico y la merma de reserva de oxígeno.
- Los intervalos de descanso realizados entre inmersiones.

Todos ellos y según se estén llevando a cabo, pueden tener efectos de frenar la posible producción del accidente o favorecer la misma.

## Variación del consumo de nutrientes

Consumo aproximado de nutrientes según la intensidad de trabajo

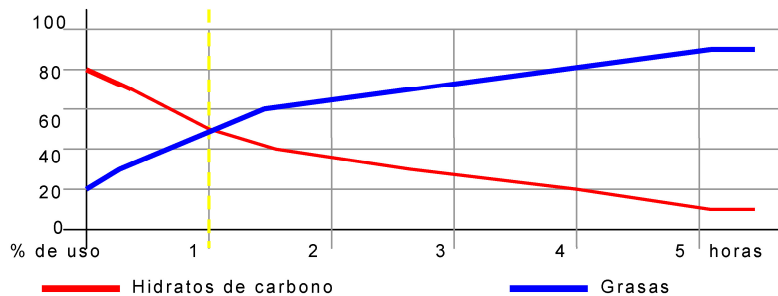


Estas curvas son para el caso de NO incorporar nutrientes durante el ejercicio y muestran que durante la actividad física se producen variantes en la proporcionalidad del consumo de nutrientes que están en dependencia con la intensidad.

Mientras una actividad explosiva utilizará los fosfágenos durante el breve lapso de ejecución (no están en el gráfico), una intensa pero no explosiva deberá recurrir a la glucosa y el glucógeno almacenados sin que puedan participar más que en un % menor los lípidos (estamos en el Sistema del ácido láctico) pues no hay tiempo para activarlos, finalmente las actividades moderadas a ligeras permiten la utilización de lípidos, glúcidos y en mucha menor escala de prótidos. Una muestra se tiene en la figura anterior. Esa curva es para actividades aeróbicas o sea en las que el sujeto dispone de sus medios normales de ventilación durante el total de la misma mientras que nosotros no estamos en ese caso pues al bucear a Pulmón Libre una parte del tiempo no podemos respirar, y en cierto momento se cae en el sistema anaeróbico del ácido láctico para brindar ATP a los músculos, que ya vimos que es costoso y deja un residuo que puede conducir a la fatiga, si no se lo elimina en gran parte durante el período recuperatorio entre inmersiones. Por ello la recuperación es una de las condiciones imprescindibles de vigilar en las operaciones de larga duración y nunca se insistirá demasiado en ello.

En cuanto a las proporciones referidas al uso de nutrientes en largas duraciones de trabajo sin reposición de los mismos, el esquema siguiente da una idea del tema. En el no se han tenido en cuenta los prótidos y los datos son comparativos, no exactos.

**Curvas esquemáticas de gasto energético** - De actividades de larga duración con intensidad media sin reposición de nutrientes



Notemos que hay un reciclado de glucógeno pero si los glúcidos no se reponen por la ingesta periódica, la tendencia es que la energía pase al dominio graso. Si hay reposición de glúcidos la curva de estos disminuye su pendiente descendente y la de los lípidos la ascendente.

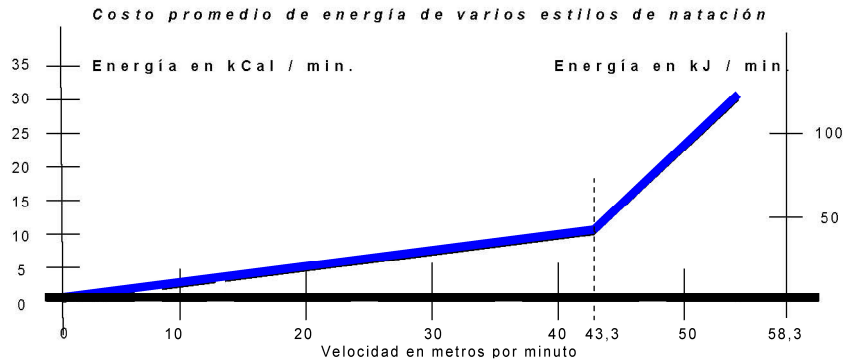
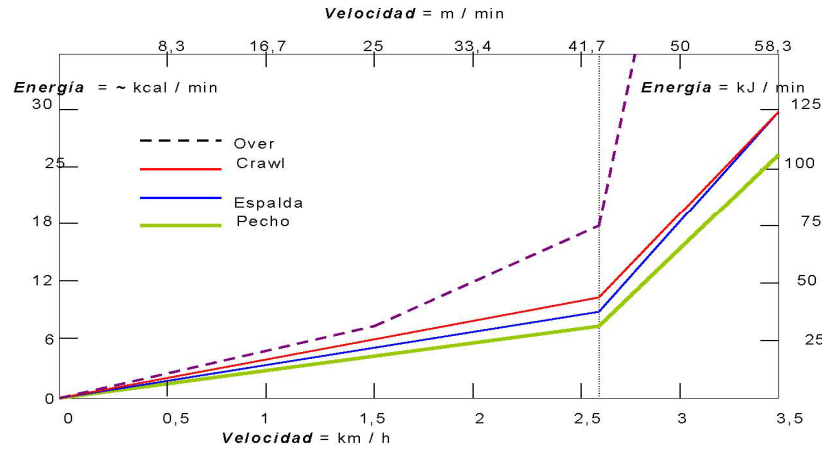
## Curvas de gasto energético de natación

Las curvas de gasto energético pueden tomarse según el tipo de trabajo, desde reposo hasta máximo y generalmente son similares para diversos de ellos y se refieren más a la intensidad que a la actividad en sí, porque el que da las posibilidades finales no es el tipo de trabajo sino el ser humano que debe realizarlo y las variaciones individuales pueden marcar horizontes notables.

Acá presentamos dos esquemas para la natación que muestran las condiciones cambiantes en acuerdo a la intensidad, que permite hasta un cierto nivel una pendiente gradual en la cual los aumentos son de un tipo equilibrado entre la performance y el gasto energético. Cuando ese nivel resulta sobrepasado la curva se eleva y muestra un incremento desproporcionado del gasto energético para pequeños aumentos de intensidad.

La primera de las curvas que siguen es para cada estilo de natación por separado y la siguiente es un promedio de las formas que usamos en el Buceo al emplear aletas, basadas generalmente en la patada del crol (crawl). Como sabemos esta patada se emplea mucho más con aletas que la de delphin y la de pecho, especialmente en trabajo.

**GASTO ENERGÉTICO EN NATACIÓN**

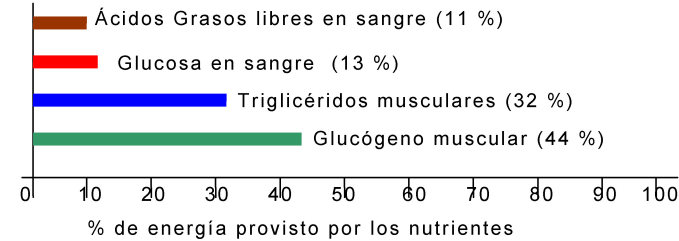


**Uso de combustibles en actividades de resistencia**

Sin entrar profundamente en la Fisiología de las Actividades Físicas, a pesar de ser realmente muy interesante, daremos un esquema que indica el origen de la energía para las mismas, entre las que se debe incluir el Buceo a Pulmón Libre de largo aliento. El gráfico que muestra el aporte energético de distinto origen, es el siguiente.

**Esquema comparativo de provisión promedio de combustible en actividades de resistencia**

(BOWERS & FOX (1 995) / ESSEN & AL. (1 877) / Pruebas nuestras en décadas)



Tenemos así que los lípidos aportan en total el 43 % y los glúcidos el 57 %. Por otra parte desde hace décadas las pruebas sumadas de laboratorio, pista y campo han reconocido que:

- Una ingesta previa rica en lípidos (72 horas a la última comida) hace caer los niveles de resistencia deteriorando los potenciales.
- Una dieta rica en glúcidos de igual duración llega a elevar la resistencia a 180 / 200 %.
- Una recarga de glúcidos que sea:
  - Precedida de una descarga por ejercicio intenso o largo o ambos, seguida de:
  - Una dieta pobre en glúcidos durante las 72 horas posteriores a la descarga.
  - Una dieta rica en glúcidos llevada por otras 72 horas

Puede elevar a más del 300 % los niveles de la reserva de glucógeno muscular. Pero no es de emplearse en el Buceo de campaña de sesiones sostenidas por días, pues luego presenta efectos negativos que van de leves a medios en cuanto a potenciales y que se dan según el propio sujeto.

Esto nos indica la importancia fundamental de los niveles de glucosa / glucógeno en las actividades de resistencia, así como el esquema anterior nos ha mostrado la dependencia del glucógeno muscular en el 44 % del origen de la energía, así como la de los triglicéridos, mientras que la ingesta (Á. grasos libres y glucosa en sangre) puede colaborar en un ~ 24 % que no es desdeñable.

## Umbral Anaeróbico

Se entiende por "umbral anaeróbico" al momento en que por una u otra razón el ácido láctico que se produce deja de ser metabolizado por la glucólisis anaeróbica y comienza a acumularse en sangre y músculos, iniciándose así el contexto interno que llevará inevitablemente a la fatiga si no es revertido de alguna forma como:

- Suspender la actividad.
- Disminuir notablemente su intensidad y alargar los periodos recuperatorios
- Se hace un descanso mayor intermedio incorporando o no, glúcidos.

No existe otra salida, no hay atajos en estas cuestiones, si se deja acumular ácido láctico en el organismo merman las condiciones óptimas de trabajo y el buceador se va acercando a una situación de riesgo, tanto más peligrosa cuanto más intensa sea. Este umbral no debe confundirse con el de fatiga, que es cuando el organismo alcanzó condiciones profundas de la misma y está por llegar al agotamiento, y en el curso de una sesión se presenta más avanzada la misma y conlleva mucho mayor riesgo personal de sufrir accidentes propios del Buceo o bien referidos al agotamiento y sus anexos.

## VENTILACIÓN

### Actualización de Tablas

Damos dos Tablas actualizadas según nuestros últimos estudios para condiciones de Normoventilación que reemplazan a las de anteriores publicaciones que eran utilizadas de manera reiterada en base a otros autores hasta que realizamos una revisión de las mismas para obtener una mayor aproximación a la realidad.

<b>Proporciones del Aire Atmosférico seco y de la Mezcla Traqueal</b>						
Gas	Aire inspirado			Mezcla traqueal		
	%	hkPa	Tor	%	hkPa	Tor
O <sub>2</sub>	20,93	0,213	159,10	19,62	0,20012	149,112
N <sub>2</sub>	79,03	0,806	600,60	74,14	0,75623	563,464
CO <sub>2</sub>	0,04	0,0041	0,30	0,04	0.00041	0,304
H <sub>2</sub> O	¿?	¿?	¿?	6,20	0.06324	47,120
Total	100,00	1,020	760,00	100,00	1,02000	760,000
<b>Proporciones de la Mezcla Alveolar y de la Mezcla Espirada</b>						
Gas	Mezcla Alveolar			Mezcla Espirada		
	%	hkPa	Tor	%	hkPa	Tor
O <sub>2</sub>	13,68	0,13954	103,97	15,28	0,15586	116,13
N <sub>2</sub>	74,86	0,76357	568,93	74,77	0,76265	568,25
CO <sub>2</sub>	5,26	0,05365	39,98	3,75	0.03825	28,50
H <sub>2</sub> O	6,20	0,06324	47,12	6,20	0.06324	47,12
Total	100,00	1,02000	760,00	100,00	1,02000	760,00

La próxima Tabla compara los tres tipos básicos de ventilación e indica los problemas que se inician cuando se realiza Hiperventilación, corrige la Tabla de UROSALPINX 21, Parte 3 – pp. 8, poniendo algo más de claridad respecto a las proporciones de los gases de esa muy difundida Tabla, proporciones de las que dudábamos desde hace tiempo.

Esta nueva Tabla coloca en su lugar a la Superventilación (hasta un máximo de 8 ciclos completos y profundos por minuto) con respecto a la Hiperventilación y se basa en las consecuencias reales de esta última sobre el organismo, que no son precisamente benévolas.

La hiperventilación incluye un mayor gasto de oxígeno en proporción al esfuerzo que necesita, debido al bajo rendimiento de la musculatura respiratoria que, al ser empleada en condiciones submáximas o máximas, consume más oxígeno que el extra que ingresa por su acción, de modo que no aumenta su concentración sino que la disminuye.

A pesar de lo anterior, conocido y estudiado desde los 50 que la Hiperventilación es peligrosa y difundido por todos los medios vemos que hay "docentes" que aún la recomiendan y muchos buceadores la practican, quizás suponiendo que están realizando Superventilación. Lo lamentable es que la Hiperventilación y no la Súper es la que está detrás de la mayor parte de los accidentes del Buceo a Pulmón Libre.

<b>Tabla de gases de la mezcla alveolar, según la ventilación</b>						
Gas	<b>Normoventilación</b>		<b>Superventilación</b>		<b>Hiperventilación</b>	
	hkPa	Tor	hkPa	Tor	hkPa	Tor
O <sub>2</sub>	0,13954	104,00	0,155	123,00	0,150	119,03
N <sub>2</sub>	0,76357	569,00	0,749	559,00	0,749	559,00
CO <sub>2</sub>	0,05365	40,00	0,033	25,00	0,023	17,25
H <sub>2</sub> O	0,06324	47,00	0,063	47,00	0,063	47,00
Total	1,020	760,00	1,020	760,00	0,985	742,28
%	100		100		96,6 (< 3,4 %)	
<b>Presión</b>	<b>Normal</b>		<b>Normal</b>		<b>Hipotensión</b>	

### **Variación de la PO<sub>2</sub> en una inmersión**

Si se realiza Hiperventilación, la mezcla alveolar puede llegar a 0,150 hkPa (119 Tor) de O<sub>2</sub> consiguiendo una oxigenación a nivel alveolar y de sangre arterial mayor a la ventilación normal (no así en el SNC que es a la inversa) y un descenso de CO<sub>2</sub> importante al momento de la inmersión.

Cuando el sujeto hiperventilado se sumerge ocurre lo siguiente:

- Durante el descenso y la compensación consume parte del O<sub>2</sub>, por gasto metabólico y laboral.
- Llega al substrato de operaciones a unos 20 mca o ~ 3 hkPa.
- Allí, en acuerdo a la elasticidad de su caja torácica la endopresión pulmonar habrá alcanzado a equilibrarse con la del ambiente exterior o bien estar ligeramente en desequilibrio ( $\Delta P$  -) y el organismo recurrirá a la compensación a través de la transferencia de sangre a la zona pulmonar.
- Debemos considerar que la PO<sub>2</sub> en el gas alveolar puede llegar en esos momentos a ser entre 2,7 y 2,8 la de superficie, que considerábamos en 0,150 hkPa o 119 Tor.
- La presión del O<sub>2</sub> alveolar será en el fondo de ~ 0,42 hkPa o 333 Tor, que excede la máxima capacidad de disolución de O<sub>2</sub> en hemoglobina, tal como se ve en la curva que va más adelante.
- La mioglobina que también disuelve según su propia curva tomará el O<sub>2</sub> necesario para restituir sus reservas, dado que estas son las primeras en actuar ante los requerimientos musculares, con antelación a la puesta en marcha de los otros donantes hacia las células y sus mitocondrias.
- El plasma disuelve en forma directamente proporcional a la presión y así multiplicará la cantidad disuelta en superficie por ~ 2,8, pobre en relación con el transporte realizado por la hemoglobina, que tiene a su cargo la mayor parte de la distribución, pero que favorece algo la retención.
- La PO<sub>2</sub> alveolar elevada aumenta la presencia del gas en sangre y la sesión desde esta a la mioglobina y las mitocondrias de las células de los tejidos, permite así prolongar el intercambio gaseoso entre la sangre venosa mezclada y los alvéolos, de modo que en condiciones ideales, sin tener en cuenta otros factores concurrentes, la retención en Apneusis (y en Apnea) en profundidad se ve beneficiada debido al aumento de la PO<sub>2</sub> y por ende puede prolongarse la retención porque la primera llamada de "hambre de aire" se correrá hacia adelante un tiempo variable y así la estancia será más cómoda. De no tenerse en cuenta las condiciones y necesidades de la emersión este es uno de los factores que puede conducir a los accidentes que tratamos acá.

### Preparación para ascender:

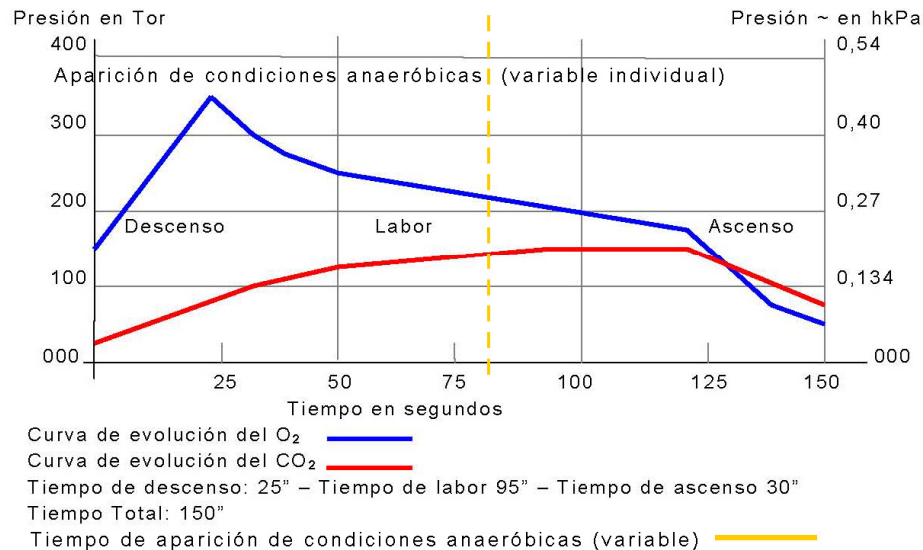
Además de los efectos de cambio de posición que describiremos luego, la labor muscular para realizarla requiere un gasto extra de oxígeno que debe sumarse al consumo, al igual que el primer impulso de salida del fondo.

### Iniciado el ascenso:

- Se suman el consumo metabólico y el gasto consecuente de O<sub>2</sub> por la actividad física de aleteo hacia arriba, que requiere mayor energía que nadar horizontal y variará en acuerdo a la intensidad que le de el sujeto y según la curva de velocidad / gasto energético de la página 15.
- A la vez, disminuye la presión ambiente y por ende la endopulmonar que la compensa, y así entre la mayor profundidad alcanzada y la superficie la PO<sub>2</sub> alveolar desciende en forma notable con proporciones que según MOLFINO llegan a 1:6 y en acuerdo a SCIARLI 1:5.
- Al llegar a superficie esta caída puede llevar el O<sub>2</sub> a niveles entre 0,067 y 0,040 hkPa (50 a 30 Tor) dependiendo del gasto energético del sujeto, su metabolismo basal, la duración de la inmersión, el estado previo de su deuda de O<sub>2</sub> y otros factores.
- Estamos ante una presión del gas que disminuyó a niveles hipóxicos que nos son mostrados por la curva que corresponde a una inmersión de 150 segundos a unos 3 hkPa (20 mca) que es la que está en la próxima página.
- La línea de la aparición de estado anaeróbico se ha colocado arbitrariamente pues dependerá que las condiciones e intensidad laborales, que como se comprende la arrastrarán hacia la izquierda cuanto mayores sean y la dejarán en ese lugar o aproximado si resultan menores.

- Esa línea, clave de la entrada en el ciclo del ácido láctico, es bastante dificultosa de experimentar con elementos científicos y resulta cambiante de inmersión a inmersión, pues las variables fisiológicas que intervienen son numerosas y algunas no están todavía comprendidas a fondo, debido precisamente a las dificultades mencionadas al principio.
- Sea como sea se tiene un tiempo variable en el cual el metabolismo usa algo de fosfágenos y del oxígeno mitocondrial seguido del provisto por la sangre arterial y en ese lapso prolonga el estado aeróbico de la ventilación previa y luego decididamente va pasando al ciclo del Ácido láctico en el cual transcurrirá el resto de la inmersión.
- Al emerger entrará en la etapa de pago de la deuda de oxígeno y otros elementos, etapa que para seguridad del buceador debería extenderse unos segundos más allá de una recuperación tal que no permita una acumulación gradual de metabolitos peligrosos.

*Curva de gases alveolares en inmersión a Pulmón Libre de 150 "*



### **Variación de la PCO<sub>2</sub>**

La Hiperventilación puede disminuir la PCO<sub>2</sub> en la mezcla alveolar hasta unos 0,023 hkPa (17,5 Tor), mientras que en la Superventilación estará cerca o arriba de 0,033 hkPa (25 Tor). Cuando el sujeto desciende se produce CO<sub>2</sub> por metabolismo y gasto energético laboral, en consecuencia crece su presión parcial y a la vez aumenta la endopresión pulmonar al compensarse con la del ambiente externo, por ende sube la presión del anhídrido carbónico en la misma proporción. De modo que al concluir el descenso la PCO<sub>2</sub> alveolar puede superar a la de la sangre venosa mezclada y producirse el paso de anhídrido de los alvéolos a la sangre en lugar de ceder esta el propio al gas alveolar, esto reduce temporalmente la capacidad de los tejidos de ceder CO<sub>2</sub> a la sangre venosa y receptor O<sub>2</sub>.

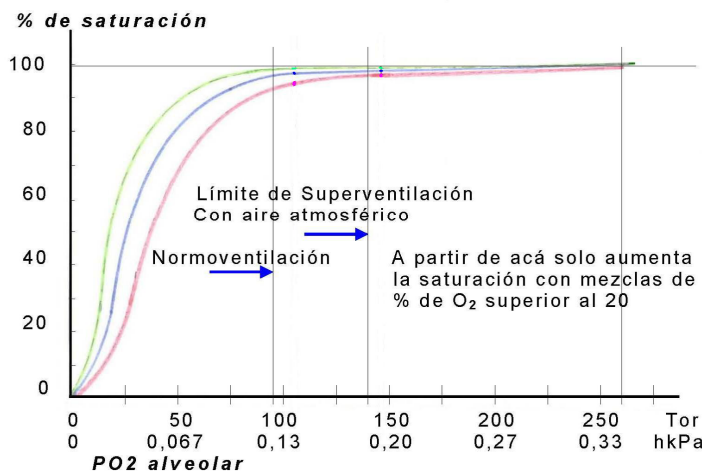
Durante el trabajo en el fondo se produce anhídrido carbónico en acuerdo a los sistemas actuantes para producir ATP, y su presión aumentará a nivel tisular y de la sangre venosa, disminuyendo así los efectos de la PO<sub>2</sub> aumentada. En cuanto a la disolución de O<sub>2</sub> en la hemoglobina, estará condicionada a la presencia del CO<sub>2</sub> tal como muestra la curva de disociación que sigue en la próxima página, correspondiente a tres relaciones entre dichos gases.

En el ascenso se produce la disminución de la PCO<sub>2</sub> alveolar por mermar la endopresión pulmonar, pero aumenta la producción del anhídrido como resultado del gasto energético del aleteo que se suma a la producción basal, probablemente en los alvéolos se tenga menor PCO<sub>2</sub> que en el fondo, pero en la sangre venosa su valor irá aumentando cedida por los tejidos, según la intensidad de la actividad física, el rendimiento del sujeto, su condición física, su experiencia y el tiempo que demore en ascender.

- La curva **azul** es la de normoventilación.
- La curva **roja** representa dos posibilidades:
  1. La de estar haciendo un trabajo pesado con alta producción de CO<sub>2</sub>.
  2. La de haber iniciado la retención en hipoventilación con la PCO<sub>2</sub> aumentada, dificultándose en ambos casos la asociación del oxígeno con la hemoglobina, por ende la curva es más deprimida y no permite alcanzar la máxima saturación de normoventilación (~ 97 %).
- La curva **verde** es la de Superventilación, se encuentra alzada por sobre la de normoventilación pues la menor presencia de CO<sub>2</sub> permite una asociación mayor de oxígeno y hemoglobina que puede alcanzar 98 a 98,5 %).

No damos la de Hiperventilación que estará entre las de Súper y Normoventilación en acuerdo a la Tabla que incluimos más arriba.

### Curva de disociación Oxígeno / Hemoglobina



### Diferencias circulatoria por $\Delta P$

En superficie al iniciar la inmersión con una inspiración forzada la presión endopulmonar será ligeramente superior a la ambiente ( $\Delta P +$ ), condición que enseguida se equilibra al sumergirse y la presión ambiente comprime las cavidades aéreas del organismo que merced a su elasticidad pueden alcanzar una condición equilibrada (Endopresión = Presión ambiente  $\therefore \Delta P = 0$ ). Si el sujeto no lograra el equilibrio la condición sería desequilibrada (Endopresión < Presión ambiente  $\therefore \Delta P = -$ ) con lo que se facilita la dilatación de los vasos sanguíneos y la descarga ventricular.

En el hipotético caso que un compañero que está a un par de metros más abajo con equipo de aire, lo invitara a tomar unas bocanadas y el sujeto accediese y volviera a su zona de trabajo sin exhalar se daría la situación inversa (Endopresión > Presión ambiente  $\therefore \Delta P = +$ ) se estaría en la situación de constricción de vasos y disminución de la descarga ventricular.

### Compensación

En acuerdo a ALDAO, FRUCTUS, SCIARLI, STEYVERS y otros, entre los que nos incluimos, el uso repetido inmersión tras inmersión, de la Maniobra más utilizada, la de VALSALVA Clásica, **no inventada para esos efectos**, a veces llevándola a intensidades altas, acerca a las condiciones del *Choque por Sobredistensión Pulmonar* y por ende a la posibilidad del llegar a un síncope, en independencia de otros factores o concomitante con ellos, ya tratados en otros UROSALPINX.

Seguimos NO ENTENDIENDO como con 76 Maniobras a disposición, fuera de las de VALSALVA, se sigue insistiendo con estas, como si tuviesen un imán satánico, al igual que otras adicciones y comportamientos de los humanos, que son de neto corte suicida, personal y general.

### Espiración parcial o total endoacuática

Como se ha señalado para los Desmayos de Poca Profundidad, las situaciones extremas de retención se agravan si se produce espiración parcial o total antes de tomar la superficie, pues gesta condiciones reflejas de inspiración, que no pueden llevarse a cabo pues el sujeto aún está sumergido, con lo que se contraponen efectos nerviosos y se favorece la presencia de un arco reflejo sincopal.

## ADAPTACIÓN AL BUCEO

### Fisiológica

No es lo mismo un experto que un novicio, aunque el segundo tenga un estado atlético excelente, no ha alcanzado la experiencia neuromuscular de haber actuado mucho tiempo buceando en el medio acuático y así carece del condicionamiento que brinda aquella, que se manifiesta con respuestas automáticas a situaciones diversas, la adaptación fisiológica a las tres dimensiones del movimiento y al tiempo. Por otro lado y como compensación, la carencia de experiencia es una de las protecciones que tiene el novicio porque generalmente lo lleva a cuidarse de caer en extremos por suponer peligros subjetivos que pueden alejarlo de los riesgos objetivos, si realmente se cuida. La verdad es que no conocemos ningún caso de estos accidentes sucedido a un novicio, prácticamente todos a quienes les ha sucedido, según nuestros datos estaban en la etapa siguiente al noviciado o eran veteranos. Las ventajas de la veteranía están en los movimientos más fluidos, probablemente mas armonía física con el agua, utilizando solo la musculatura necesaria a las acciones que asume, así como el ritmo y relajación que muestran un mejor rendimiento que se manifiesta en una menor necesidad de consumo de O<sub>2</sub> y menos producción de CO<sub>2</sub> para la misma intensidad de las acciones.

La desventaja está en el peligro de sobrepasarse por sobrevalorar sus condiciones de momento, hecho que conduce a la mayoría de los accidentes del Buceo a Pulmón Libre.

## Psíquica

Es la clave de cualquier actividad, tanto la adaptación consciente como, y principalmente, la inconsciente, pues integra a un organismo con el medio en que debe actuar, en este caso el agua. Con la paulatina adquisición de adaptación psíquica se refuerza la fisiológica y se van coordinando una con otra de modo de sumar sus efectos a medida que avanzan las prácticas.

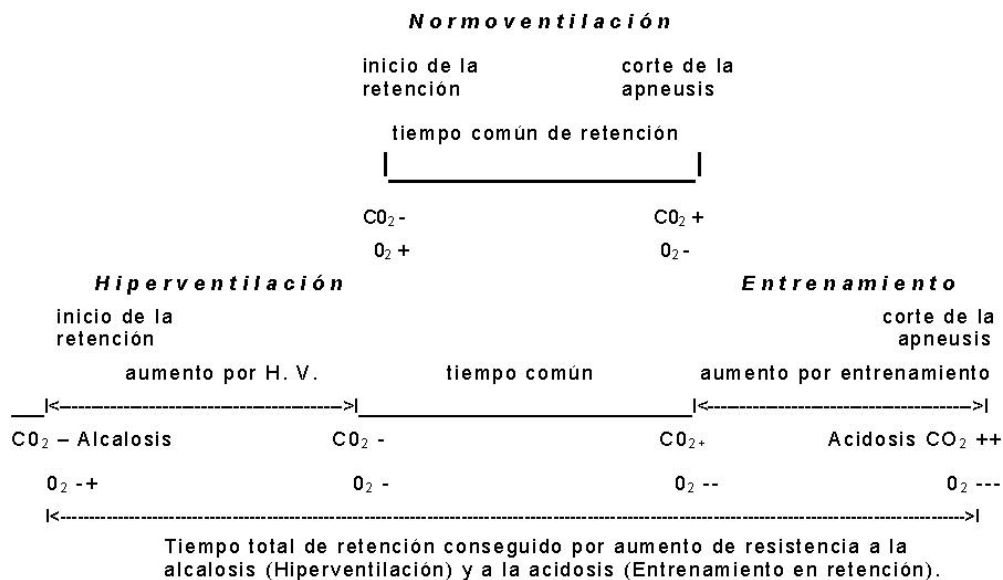
Si se agrega cualquier forma de Meditación genérica con una parte del tiempo especificándola respecto al Buceo puede profundizarse bastante en la relación sujeto / agua. Esto es al estilo que propuso por los 60 Jean-Claude KILLY con respecto al esquí y que otros autores extendieron para las actividades generales de un humano, y no solo a las físicas.

### Efecto de entrenamiento

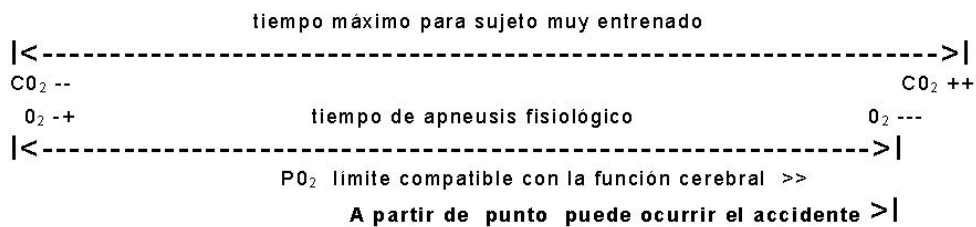
Uno de los factores más importantes en todas las actividades físicas es la adquisición del "efecto de entrenamiento" que así como lleva a alcanzar los máximos potenciales de un sujeto también lo acerca a sus límites y por ello a la posibilidad de sufrir un accidente relacionado con ellos.

Los que siguen son esquemas que parten (sin escala) del tiempo de apneusis normal de un sujeto no entrenado, que se va elevando a través del entrenamiento a concentraciones más altas de CO<sub>2</sub> y más bajas de O<sub>2</sub> y que sumado a la Hiperventilación aumenta la retención voluntaria de tal modo que se aproxime al máximo tiempo de retención fisiológica que puede soportar sin caer en problemas de consciencia.

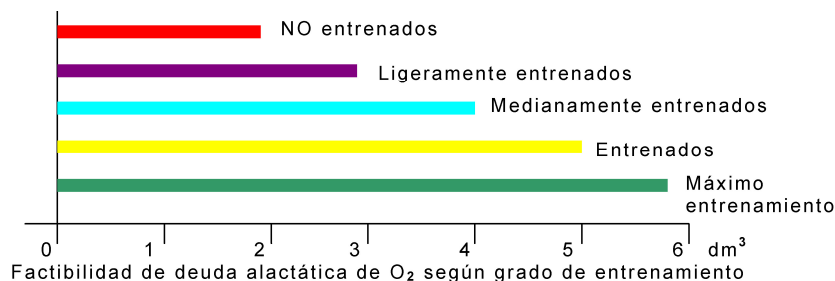
#### Tiempos de retención Normal, con H. V. y Entrenamiento (sin escala)



#### Tiempo máximo y tiempo fisiológico de apneusis



Por otra parte el efecto de entrenamiento y el acondicionamiento físico permiten al organismo resistir concentraciones más altas de ácido láctico y metabolitos así como lograr una mayor eficiencia en el proceso de lactacidemia anaeróbica.



Un estadio comparativo lo señala el anterior esquema que indica una gran diferencia de resistencia a la lactacidemia y la deuda de oxígeno entre personas sin ningún tipo de entrenamiento y aquellos que se encuentran condicionados a niveles máximos y submáximos, con el crecimiento de las mismas a medida que crece el condicionamiento.

### **Respuesta integrada (Acuatividad)**

La sumatoria psicofisiológica de adaptaciones y la experiencia llevan a la que denominamos ACUATICIDAD, o sea una alta o plena integración entre el sujeto y el medio que lo rodea. Es cuando aparecen aumentados la fluencia, el ritmo y la relajación de forma automática y entonces el buceador puede concentrarse plenamente en las labores que esté haciendo (incluyendo la Seguridad) alcanzando niveles notables de eficiencia que lo hacen distinguirse sin duda alguna sobre quienes no llegaron a ese grado. Si reconoce con humildad sus logros y aplica a esos niveles los coeficientes de seguridad que corresponden, eludiendo las condiciones operativas submáximas y especialmente las máximas, difícilmente se vea involucrado en un accidente o problema que sea ponderable, salvo situaciones patológicas internas que le sean desconocidas a él y su Médico de cabecera.

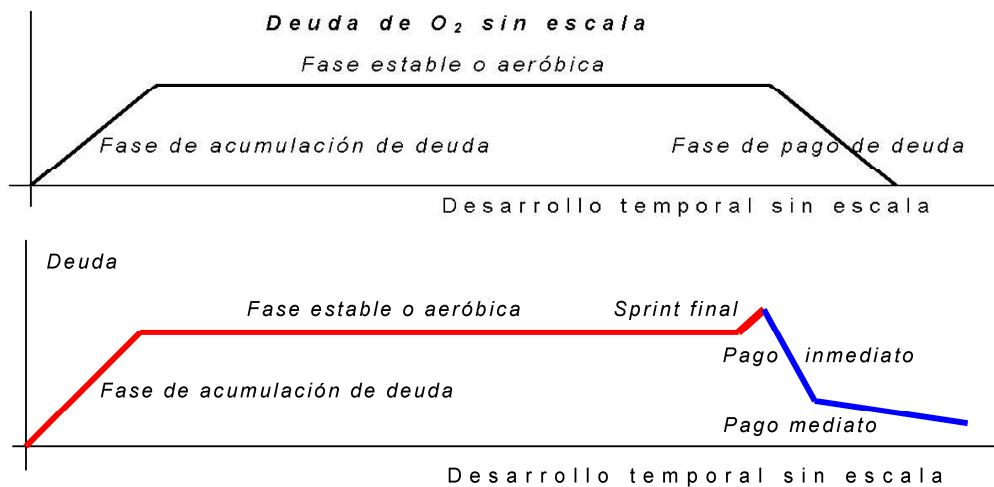
Los problemas aparecen con el descuido y la sobre valoración, y basta que eso suceda en una sola inmersión para que el buceador, a pesar de toda su capacitación y experiencia, tenga la posibilidad de no retornar, por ello las condiciones extremas deben dejarse para la experimentación en aguas seguras contando con los medios adecuados para solventar un accidente.

## **DEUDA DE O<sub>2</sub> Y LACTACIDEMIA**

### **Deuda de O<sub>2</sub> y algo más (Lactacidemia)**

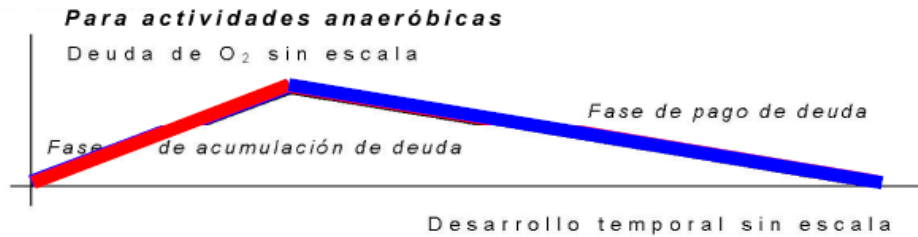
A. V. HILL, en 1922, año en que recibió el premio Nóbel, gestó el concepto que aún utilizamos de "Deuda de O<sub>2</sub>", sin embargo al efecto sería más propio denominarlo "**Exceso de consumo de O<sub>2</sub> post actividad física**", pues es consistente con el mantenimiento de una hiperpnea de diverso grado, posterior a los esfuerzos físicos, que no es solo para renovar la pequeña cantidad de oxígeno que merma durante estos, sino para cumplir otras compensaciones metabólicas de suma importancia, incluyendo la lactacidemia. La Deuda de Oxígeno previa condicionará tanto la retención respiratoria como la posible producción de los cuadros que tratamos y en prácticamente todos los que tienen que ver con la Apneusis y la Apnea; por eso es que recomendamos y practicamos el mantenimiento de condiciones de Superventilación y **el máximo relax posible con algo de actividad física de baja intensidad en los intervalos entre inmersiones**, como medio adecuado al pago constante de la Deuda de O<sub>2</sub> y otros elementos y forma de prevenir accidentes por retención respiratoria.

En el doble esquema siguiente se muestra el desarrollo de la deuda para las actividades aeróbicas de cierta duración en las cuales se produce una fase de endeudamiento, otra estable durante la cual la deuda no crece y finalmente la de pago de la misma, en el esquema de arriba de una manera simple que es típica de otras publicaciones y el segundo más asimilado a una competencia, con su sprint final. El pago verdadero de la deuda es el que vemos en el segundo esquema.



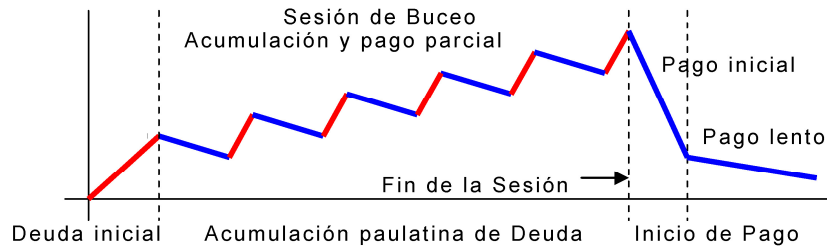
En una actividad intermitentemente anaeróbica y aeróbica como es el Buceo a Pulmón Libre, en cada inmersión se produce una deuda que se paga total o parcialmente durante el período recuperatorio siguiente, según el tiempo que se le dedique a este y la actividad que realice el sujeto.

Los dos esquemas que siguen muestran un poco el tema, el primero es para una sola inmersión e indica que el pago de la deuda es proporcionalmente mayor en tiempo que la adquisición y si no se tiene en cuenta esa particularidad es fácil caer en la micro acumulación de deuda que lleva a la mayor cuando todas esas pequeñas se suman.



La realidad del Buceo a Pulmón Libre es que se trata de una actividad repetitiva que tiene períodos aeróbicos de recuperación, preparación y desplazamiento en superficie, seguidos de períodos anaeróbicos de la actividad que desarrolle el interesado, y si los primeros no consiguen equilibrar los efectos de las retenciones puede producirse el caso que muestra el esquema siguiente.

**Evolución de la DEUDA DE OXÍGENO - Sin escala**



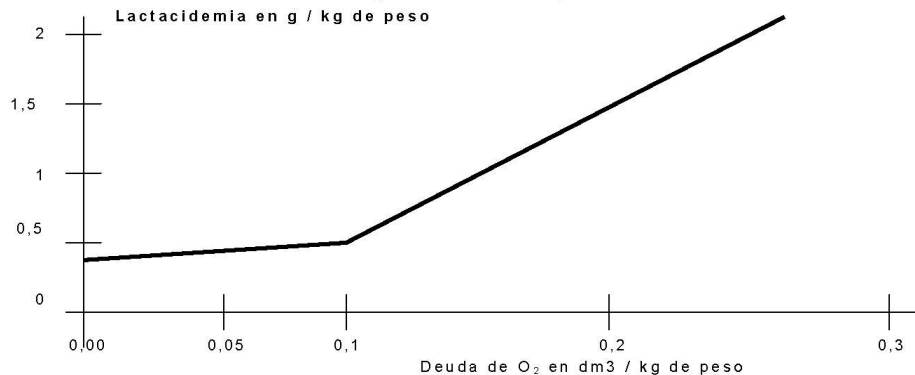
De modo que si no se guardan los recaudos para pagar inmersión tras inmersión la deuda gestada, en un cierto lapso van a acumularse ácido láctico y otros metabolitos y esa acumulación conducirá a la fatiga, y si se persiste en sostener esa forma de actuar, llevará al umbral de la misma y finalmente al agotamiento.

En las figuras anteriores el rojo representa las retenciones y el azul los períodos de recuperación, que en este caso no alcanzan para el pago total de la deuda y por ende se llega al final de la sesión con una cierta acumulación de la misma. Vemos que:

- El pago de la deuda tiene dos componentes que actúan en tiempo y a velocidades distintas, una es el pago inicial rápido y la otra se corresponde con las compensaciones que demoran más tiempo.
- A medida que crece la acumulación de ácido láctico, durante el descanso activo o inactivo se hace mayor la necesidad de un periodo de tiempo que deberá ser utilizado para pagar el costo de las acciones orgánicas anaeróbicas.
- En ese lapso se deberá pagar, en parte o en todo, la pequeña deuda de oxígeno, la eliminación del ácido láctico, compensar la presencia de otros metabolitos y reconstruir las reservas de ATP que necesita el organismo.

El primer esquema que sigue da una idea sobre la relación entre Deuda de O<sub>2</sub> y Lactacidemia. Debiendo apreciarse que, como en otras cuestiones fisiológicas, en algún punto hay un quiebre de las curvas y las condiciones se deterioran a mayor velocidad a partir del mismo. En nuestro esquema se da ese quiebre en 0,1 dm<sup>3</sup> / kg de peso para el oxígeno y de 0,8 g / kg de peso para el Ácido láctico.

**Relación entre lactacidemia y deuda de O<sub>2</sub>**



**HIDREMIA**

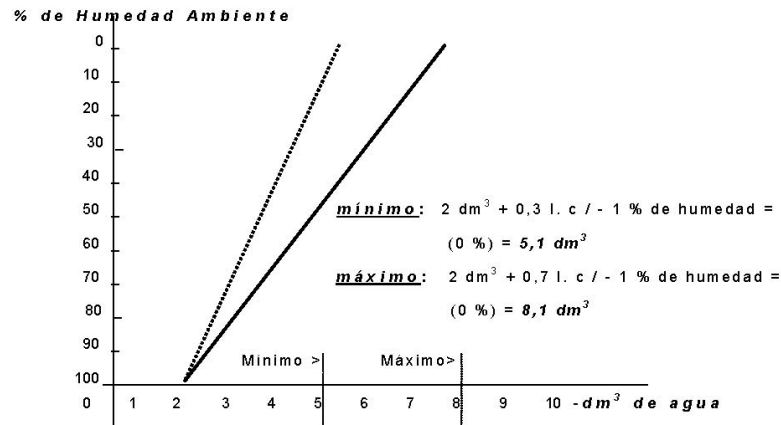
Coinciden los Fisiólogos de la actividad física que la realización de las de tipo prolongado sin hidratarse adecuadamente resulta un verdadero disparate, reduce notablemente la viabilidad de alcanzar los máximos potenciales de un sujeto y hace caer paulatinamente en un cuadro de deshidratación

que puede provocar efectos desde leves a muy graves, en acuerdo a las condiciones del medio, especialmente su temperatura y la posible obcecación del sujeto.

Debe ser tenido en cuenta en especial el hecho que las posibilidades límites de deshidratación e hidratación están en relación 2 / 1 y por ende cualquier actividad prolongada debe iniciarse con una excelente hidratación previa; la ingesta de líquidos periódicamente debe mantenerse durante toda la realización de la misma y posteriormente, para compensar cualquier desequilibrio. Olvidarse de esta aseveración ha conducido a muchos accidentes, tanto en agua como en montaña, actividades para las cuales hay que estar plenamente consciente de uno mismo y sus circunstancias internas así como del entorno circundante y sus efectos.

La curva siguiente ha sido estudiada para sostener una buena hidratación ante diferentes % de humedad relativa ambiente y la venimos utilizando con resultados excelentes en agua, montaña, desierto y zonas húmedas, especialmente para actividades prolongadas.

**Gráfica de INTERPHASE - Hidremia / Humedad ambiente**  
Necesidades promedio de agua diaria, según humedad ambiente

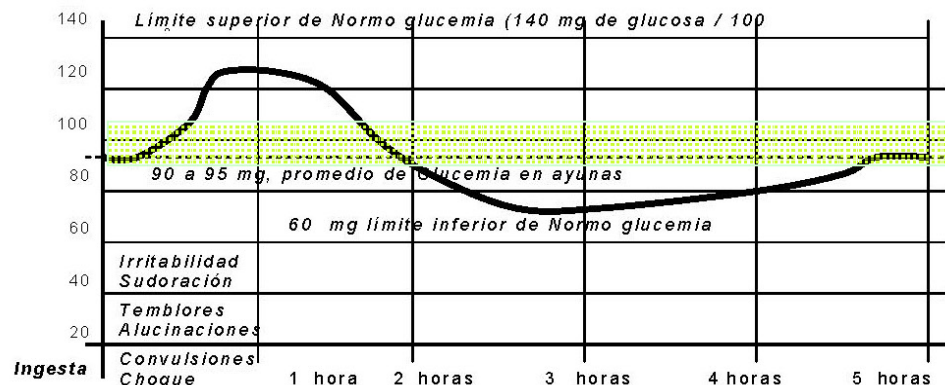


## GLUCEMIA

La glucemia es otro factor importante en las labores prolongadas y el sostén de una **mesoglu-  
cemia** que no lleve a una disminución del rendimiento por escasez de glucosa y glucógeno ni a la alta producción de insulina (y su compensado con glucagón y péptidos) es un factor fundamental para el óptimo rendimiento físico y mental (la glucosa es el combustible principal del cerebro) y, si bien pueden aumentarse por alguno de los procesos de recarga, su reserva no es generosa, de modo que conviene incorporarla periódicamente durante los descansos entre inmersiones a fin que se mantenga esa mesoglu-  
cemia que nos permite alcanzar nuestros máximos potenciales.

La curva siguiente muestra la variación de la glucemia ante 4 ingestas típicas (desayuno, almuerzo, merienda y cena). Entre 60 y 140 mg / 100 cm<sup>3</sup> de sangre el promedio está en 100, si consideramos 10 % por arriba y otro tanto por abajo tendremos niveles medios entre 90 y 110 mg que es una buena mesoglu-  
cemia y está marcada por el color verdoso transparente pudiendo exceder estos promedios en otro 5 % para arriba o abajo. Evidentemente estos son promedios y como señalamos generalmente, cada uno de nosotros debe aplicar el Método Analítico / Experimental e ir probando a través de distintas técnicas como conseguir sentirse en plenitud, que es lo que realmente importa, más allá de las cifras. Luego daremos alguna sugerencia al respecto.

**Curva aproximada de Glucemia en nutrición común (4 ingestas)**

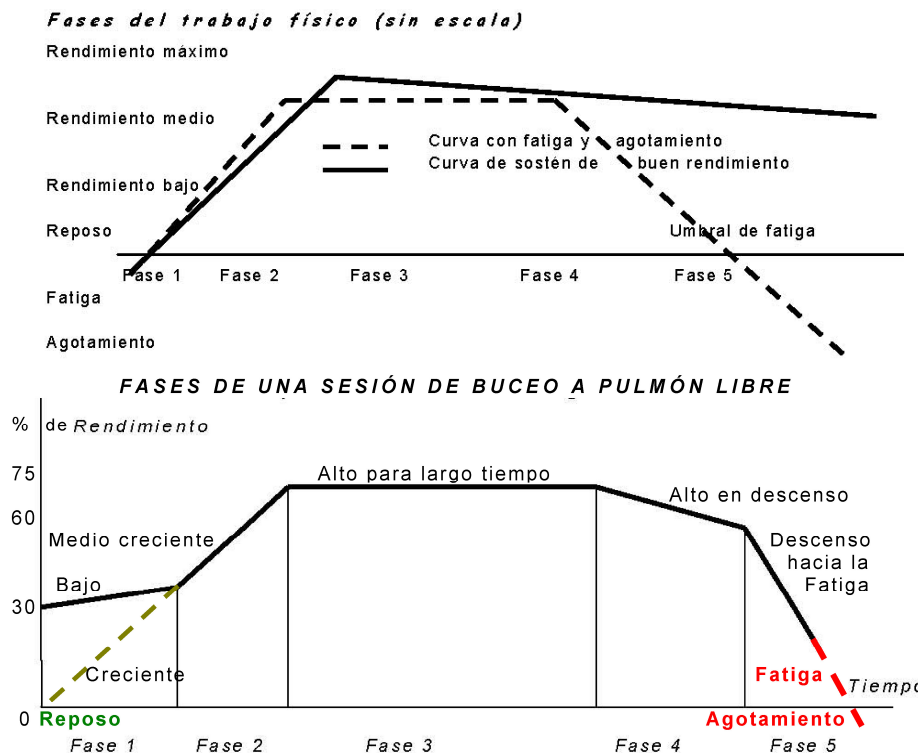


## UNA SESIÓN DE BUCEO A PULMÓN LIBRE Y SUS FASES

La próxima gráfica muestra el desarrollo temporal sin escala de un trabajo físico en condiciones aeróbicas desde el pasaje del estado de reposo hasta atravesar el umbral de fatiga. En la misma están las diferentes etapas de una sesión de actividad física cualquiera (laboral o deportiva) en acuerdo al común denominador empleado por la mayoría de los humanos.

Existen otras formas, más complejas de controlar y realizar las labores como las que Frederic TAYLOR estudió y luego publicó en su libro **"MANAGEMENT CIENTÍFICO"**, que, por ejemplo, permitieron que durante su jornada laboral una persona cargase en vigas de acero casi cuatro veces el peso que sus compañeros lograban con los métodos tradicionales (47 toneladas contra 18), y esto se demostró durante 4 años, con la ventaja adicional que quien seguía el Método aplicado por TAYLOR terminaba la jornada fresco y relajado y los que empleaban el sistema tradicional lo hacían tensos y drenchados. El principio usado por TAYLOR es sencillo y se basa en la labor del corazón que, en condiciones normales descansa 2 y trabaja 1, por ende su técnica era que el sujeto que cargaba pesos altos, trabajase 18 minutos por hora y descansase los otros 42, reponiendo energía, lo que le permitía mayores esfuerzos sin acercarse a la fatiga, sosteniendo los mismos durante toda la jornada, mientras que el sistema tradicional sigue la evolución que muestra el esquema que sigue.

Debemos considerar que los resultados de TAYLOR no son aplicables al Buceo C / T a Pulmón Libre salvo en los casos que conocemos de manipular objetos pesados o dar caza a peces de gran tamaño. El ejemplo clásico de esto último es el de Frédéric DUMAS, DIDI, cuando por 1 937 / 38 ganó su famosa apuesta, que podía cazar más de 100 kg de pescado en una mañana, logrando 125 o 130 kg con 5 ejemplares conseguidos en 6 inmersiones de cerca de 2 minutos cada una, realizadas en unas 3 horas. Descansó entre ellas bastante más allá de TAYLOR y consiguió su objetivo.



Como toda actividad física prolongada el Buceo Libre presenta fases que realmente comienzan antes de iniciarlo, con la aproximación al agua, el comienzo de la respiración del aerosol acuático y las actividades preparatorias que van a resultar diferentes si se cuenta con una embarcación motorizada, una a remos o se opera con elementos flotantes (cámaras, tablas de surf, etc.).

Las fases operativas las caracterizamos así:

- Fase 1 – Calentamiento
- Fase 2 – Elevación del rendimiento hasta su optimización.
- Fase 3 – De rendimiento óptimo.
- Fase 4 – De merma de rendimiento hasta llegar a la fatiga profunda.
- Fase 5 – Pasaje del umbral de fatiga alcanzando el agotamiento.

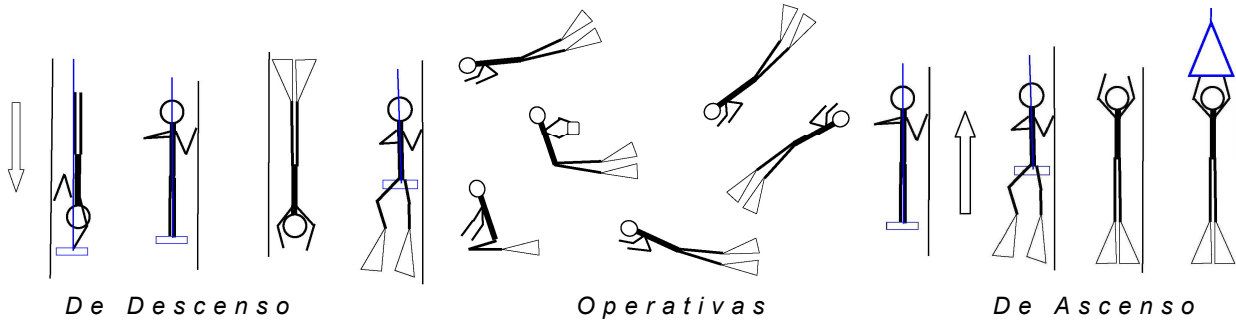
La técnica que otros buceadores y nosotros aplicamos desde hace décadas es calentar e ir aumentando el rendimiento lentamente y sin atajos hasta alcanzar la fase 3 y una vez instalados en ella la meta es el mantenimiento lo más prolongado posible de esta fase de óptimo rendimiento, actuando de manera de evitar en lo posible pasar del inicio de la cuarta.

Esto nos evita entrar en la zona donde van aumentando los riesgos inherentes a la fatiga profunda y al agotamiento, que lleva, aunque no se sufran accidentes, a necesidades más prolongadas de recuperación. Por eso son tan importantes la fluidez, el ritmo, el descanso correcto entre retenciones, la incorporación de glúcidos y agua, la ventilación adecuada y la duración de la inmersión en un 40 a 60 % de la retención promedio para ese tipo de trabajo.

Por nuestros datos para estos accidentes tenemos entendido que se han producido entre en la parte final de la fase 2 (Desmayo Hipóxico) y el primer tercio de la 4, en este último caso un sujeto que se sobrevalora puede estar en peores condiciones de las que se siente y esa sobrevaloración llevarlo hasta retenciones más allá de sus posibilidades de momento.

## VARIANTES DE POSICIÓN EN LA INMERSIÓN

### Esquema de algunas posiciones en el Buceo



1 - La posición que se emplea comúnmente para descender es la vertical cabeza abajo, que también empleamos nosotros hasta 12 a 15 mca y tiene su punto de partida al realizar alguna de las Técnicas clásicas de inmersión por quiebre del torso hacia abajo y elevación de piernas que dejan precisamente en esa postura.

NOTA A - Para descender a mayores profundidades de 15 mca en trabajo C / T nuestro grupo lo hace cabeza arriba utilizando un lastre en el que el buceador va sentado y se asciende también sentado en este con la ayuda de los miembros del grupo que hacen el apoyo de superficie, técnica ya explicada en otro UROSALPINX, que evita el esfuerzo de aleteo y brinda mayor tiempo de labor o un aumento de la Seguridad. Pero este no es el caso de estos cuadros, que se generan por factores adversos y no favorables a la Seguridad.

2 - La posición de trabajo exploratorio en el fondo generalmente está entre la de Trendelenburg; o sea ligeramente declinado cabeza abajo respecto de la horizontal y la opuesta, o sea ligeramente inclinado cabeza arriba.

NOTA B - La otra posición que adoptamos para operar en muestreo y observación estática sobre un área determinada es la de rodillas, que permite una buena irrigación a la parte superior al comprimirse las partes bajas del cuerpo, incluyendo las vísceras abdominales, por la posición en si y por el  $\Delta T$  + entre la parte inferior y la superior del sujeto; pero esta posición no genera problemas de cambio al ascender pues ya estamos cabeza arriba y no la tenemos involucrada en la Cita.

3 - La posición de descenso cabeza abajo y la de Trendelenburg favorecen la irrigación cerebral por postura, no por  $\Delta P$ . Por este la favorece cuanto más cercano a la vertical cabeza arriba.

4 - Pruebas de laboratorio con electrocardiógrafo a los efectos de la detección de síncope producidos por aumento de presión a nivel de los senos carotídeos, han demostrado que la detección es sumamente fácil con el sujeto de pie, mediana cuando está sentado y nula acostado.

5 - El cambio de cualquiera de las posiciones casi horizontales a vertical cabeza arriba, que es inevitable al cesar la actividad en el fondo y preparar el ascenso, lleva aparejados:

- Aumento de consumo de  $O_2$  por el propio movimiento de giro.
- Disminución de la descarga sistólica (lo marca bien el ECG). Más intensa y rápida cuanto más brusco sea el giro.

6 - Según resultados de los trabajos de SHARPER & SCHAEFER, los aferentes del arco reflejo sincopal son activados por cualquier factor que sea capaz de reducir sensiblemente la repleción (llenado completo) venosa cardiaca. Esto puede producirse ante un cambio brusco o lo suficientemente rápido en la posición del cuerpo.

La Cita Sincopal en los casos consignados por nosotros se ha manifestado en sujetos que operaban en situación común, descendían por medios propios cabeza abajo, se movían en el fondo en Trendelenburg, horizontal o ligeramente cabeza arriba y ascendían por medios propios aleteando cabeza arriba. No hemos tenido noticias de variantes a ese respecto, ni de accidentes de este tipo en sujetos que descienden y ascienden asistidos y cabeza arriba; de modo que es posible que el cambio de posición tenga una influencia mayor que la supuesta por algunos autores respecto al desencadenamiento de la Cita Sincopal; no así del otro cuadro.

## REFLEJOS RESPIRATORIOS

Aun hoy, 48 años después de la Teoría de SCIARLI y 33 años después de que la complementáramos, hay reflejos cuyo comportamiento es desconocido para los Neurólogos Investigadores, de modo que debemos conformarnos con los datos existentes, como lo hicimos en 1976. De los reflejos señalamos los siguientes:

### **Reflejo de distensión alveolar (HERING & BREUER)**

Discutidos en una época, el tiempo demostró que ambos reflejos (este y el contrario) eran comprobables sin problemas para sujetos normales sometidos a hiperpresión, especialmente cuando se ventila profundamente.

- Ante la distensión alveolar sostenida se comprueba la existencia de un reflejo inhibitorio de la respiración que va en aumento en relación al volumen inspirado y se hace fuerte cuando este alcanza y supera una marea equivalente a la Capacidad Vital Funcional, a partir de la cual sus efectos son notorios e inequívocos (por ejemplo en Hiper y Superventilación profundas).
- La mayor velocidad respiratoria dentro de volúmenes superiores a los normales del sujeto, aumenta la presencia del reflejo.
- En el caso de buceador profundo a Pulmón Libre la distensión alveolar es máxima en superficie, antes de sumergir, pues ha realizado una inspiración ligeramente forzada, de modo que el reflejo ayuda a sostener la Apneusis inhibiendo la necesidad de inspirar.
- En el caso de buceador a Pulmón Libre la distensión alveolar es máxima en superficie antes de sumergir pues ha realizado una inspiración ligeramente forzada, de modo que el reflejo ayuda a sostener la Apneusis merced a la inhibición del centro respiratorio bulbar.
- Debe tenerse en cuenta que realizar la compensación del oído medio con la Maniobra de VALSALVA provoca un efecto de distensión alveolar que mientras dura favorece la presencia de este reflejo.

### **Reflejo de desinsuflación alveolar (HERING & BREUER)**

- El colapso alveolar provoca la inspiración y la aceleración de la ventilación (hiperpnea).
- La presencia del reflejo en condiciones normales parece ser muy reducida (lo que motivó en una época la negativa o reticencia a aceptarlo como válido), aumentando a medida que crece la profundidad y la velocidad respiratoria.
- El colapso alveolar no existe en circunstancias normales y en Hiperbárica, en el Buceo a Pulmón Libre, se presenta un  $\Delta P$  entre la presión del medio ambiente y la endopresión pulmonar, cuando la elasticidad combinada de la caja, la musculatura y el tejido pulmonar no permiten que la endopresión pulmonar compense a la presión ambiente. (Acá acuden los líquidos, en este caso la sangre, a ayudar para evitar los problemas que provocaría el exceso de  $\Delta P$ ).
- También puede darse el reflejo cuando la respiración se hace muy lenta y profunda, el sujeto respira prolongando la fase final de la exhalación y hace una ligera Apnea antes de inhalar.
- Al concluir la Maniobra de VALSALVA, en especial si se la termina bruscamente, se produce un efecto de desinsuflación que favorece la presencia de este reflejo pudiendo ser alternativo con el de insuflación si se compensa con la reiteración de la misma o bien al concluirla si se hace continua.
- La exhalación antes de alcanzar la superficie provoca condiciones similares y puede incitar la presencia del reflejo. Esta exhalación extemporánea está detrás de la potenciación de todos los accidentes propios de las retenciones.

### **Reflejos de la musculatura respiratoria**

La musculatura respiratoria tendría similar comportamiento que la estriada de las extremidades, cuya súbita distensión provoca una inmediata contracción como respuesta.

La acción de estos reflejos se basa en el hecho de que los centros, en circunstancias normales, actúan regulando la ventilación de tal manera que provocan una combinación de frecuencia y volumen tales que se logra cubrir los requerimientos orgánicos con un mínimo de esfuerzo. Estos reflejos complementan a los cambios químicos de manera de asegurar una respuesta más veloz cuando se producen aumentos súbitos en los requerimientos, que la velocidad de los quimiorreceptores no puede hacer suplir y que si no se satisficieran resultarían en cambios desfavorables en la bioquímica orgánica, deuda de  $O_2$ , etc.

### **Reflejo paradójico de HEAD**

Este reflejo tiende a producir respiración profunda extraordinaria por inspiración profunda, suponiendo COMROE que es una reacción a un estado anterior de colapso por una ventilación insuficiente. Aparentemente es el activante del suspiro.

### **Estímulos respiratorios diversos**

- HARRISON señala que en ciertas condiciones anormales, por ejemplo en hipoxia, el elongamiento de las venas cava, estimula el centro respiratorio.
- Los músculos y las articulaciones envían estímulos respiratorios según las necesidades que emanen de la actividad física que el cuerpo desarrolla de momento.

- Estímulos cutáneos, como los que provienen del dolor o del frío, provocan aumento directo de la ventilación. En el caso del frío se opone al hecho que una ligera baja de la temperatura orgánica favorece la resistencia a la hipoxia y la anoxia.
- Otros estímulos – Con la complejidad neurológica que caracteriza a nuestro organismo nada es de descartar y en el futuro pueden hacer su aparición nuevos elementos que incidan sobre la inhibición y la excitación de los centros que regulan la respiración.

### **A c c i o n e s   i n d i r e c t a s**

Contra lo que muchos suponen, la presión endopulmonar superior a la ambiente favorece la anemia cerebral y, en el caso de practicar Hiperventilación, suman sus efectos y por ende el sujeto entra en retención y profundiza con el SNC en ligera hipoxia con respecto a la ventilación normal, de modo que se favorece la posible presencia de ambos cuadros.

## **S Í N D R O M E   G E N E R A L   Y   E S P E C Í F I C O   D E   A D A P T A C I Ó N**

Estudiado y comunicado primariamente por el Dr. Hans SELYE et Al. Entendemos por: SÍNDROME GENERAL DE ADAPTACIÓN – A la respuesta genérica de un organismo a las circunstancias del medio que lo rodea.

SÍNDROME LOCAL O ESPECÍFICO DE ADAPTACIÓN – A una respuesta localizada dentro del SGA.

El resultado de la respuesta de un organismo ante las circunstancias del medio que lo rodea tiene tres variantes con sus distintos grados intermedios:

*Positivo – Nulo – Negativo*

En el primer caso la adaptación será prácticamente total sin generar reacciones de adversidad en el organismo, el que se encuentra a “sus anchas” y responde favorablemente a las condiciones del medio ambiente. Caso claro una velada tranquila leyendo algo que realmente interesa, acompañado de música agradable y en un ambiente confortable.

En el segundo caso la respuesta no es favorable ni desfavorable, no se generan sensaciones hacia uno u otro lado y el medio actúa de manera neutra.

En el tercer caso el medio genera reacciones desfavorables según el organismo (en nuestro caso, el buceador), causando tensión, que es lo que conocemos como Stress o Estrés.

En general el SGA es una sumatoria de las circunstancias incidentes sobre el sujeto, desfavorables y favorables, que según el peso de unas u otras incidirán sobre las reacciones y respuestas del organismo, el que responderá de acuerdo a sus condiciones de momento, determinando cambios psicofisiológicos que hoy (2 009) no están determinados en su totalidad pero que inciden sobre los potenciales (máximos y promedios) del sujeto, afectando el resultado de sus acciones y la relación general y específica con el medio ambiente que lo rodea.

### **C i r c u n s t a n c i a s   d e s f a v o r a b l e s**

Dentro de las múltiples circunstancias desfavorables con las que nos encontramos en el Buceo a Pulmón libre, citamos:

Respirar el aerosol acuático de la interfase.	Pasaje de movimiento en el plano a movimiento espacial.
Cambio general del medio aéreo al acuático.	Acciones sobre las funciones motoras.
Imposibilidad de respiración directa de agua.	Acciones agresivas del medio.
Diferencia de conductibilidad térmica de ambos medios.	Posibles acciones agresivas de habitantes del medio.
Efectos de las densidades distintas que inciden sobre el cuerpo en estado epiacuático.	Peligros diversos.
Efecto de la nueva densidad en el estado endoacuático.	Acciones climáticas desfavorables.

La generación de tensión de manera voluntaria sin que conlleve movimiento podemos ejercerla sobre una articulación, por ejemplo la del antebrazo sobre el brazo, haciendo contracción a la vez con el bíceps y el braquial anterior contra el tríceps, el brazo se tensa sin acción motora; el estrés es algo parecido pero involucra acciones compensadoras que pesan sobre el SNC y el Endocrino, que van a volcarse a regularizar el equilibrio que le permite vivir al organismo (Homeostasis o sostén de la constancia del medio interno entre ciertos límites) manteniendo su estructura y sus funciones ante acciones agresivas del medio ambiente. Cuando la situación se hace crónica (no es así en el Buceo) el SGA presenta diversas reacciones como:

Estimulación suprarrenal.	Pérdida anormal de masa orgánica.
Involución de órganos linfáticos.	Alteraciones químicas internas.
Úlceras gastrointestinales.	Otras alteraciones.

Mientras que el SLA o SEA tiene entre sus efectos:

Inflamación localizada.	Erupciones.
Dolor local y / o regional.	Edemas

Hay una correlación entre SGA y SEA pues el segundo es una manifestación local del primero, situada en algún lugar (o más) que presenta sus defensas débiles en comparación con las generales orgánicas. Para la defensa, los elementos coordinadores están en el SNC y en las glándulas endocrinas (especialmente en hipófisis y suprarrenales), que detectan las acciones agresivas que llevan a los dos Síndromes y ponen en marcha las defensas, generalmente secretando hormonas de adaptación generales y particulares, considerándose que la respuestas al Estrés tiene como mínimo un triple mecanismo que genera:

- ALARMA – Desatando señales de alarma al sentirse los primeros efectos del agente agresor sobre el organismo.
- RESISTENCIA – Desata las acciones internas para estimular la defensa general y particular de los órganos y tejidos e inhibir la acción agresora.
- AGOTAMIENTO – Que es la reacción interna cuando fallan las defensas, los tejidos se van rindiendo y facilitando la acción agresora.

Las diversas relaciones entre los tres mecanismos están condicionadas externamente por la gravedad cualicuantitativa de la agresión e internamente por la herencia, los estados previos de estrés, la vida pasada, la ingesta, la actividad física, el carácter y las condiciones de momento, determinando posibilidades de resistencia, enfermedad y muerte.

En Apneusis (1 976) señalábamos manifestaciones sobre los buceadores que pueden ser las siguientes:

Hipotermia. Hipertermia. (agregado después). Hidrocrioalergia o crioalergia.	Hidrocriocución (Hidrocución). Estado timicolinfático. (no va acá) Choque (shock).
--	--

### **H i p o t e r m i a e H i p e r t e r m i a**

Tanto la pérdida como la ganancia de calor provocan efectos adversos en el organismo que conducen al SGA y ponen en marcha los mecanismos de adaptación que no detallaremos acá, cuya acción será el resultado entre la potencia de la agresión y la de resistencia. Cuando no son términos extremos se genera un SGA poco perceptible pero que se encuentra entre las condiciones que propician o se suman a los cuadros de accidentes.

### **H i d r o c r i o a l e r g i a o C r i o a l e r g i a**

La denominación original de MATHOV es la segunda y la determinó como un Síndrome que se produce en algunas personas que en forma intermitente y sin entrenamiento se exponen al frío por períodos más o menos largos, incluyendo en el agua. Situación que puede sucederle a un sujeto que entrena en Buenos Aires en piscina cubierta y templada y va a bucear en invierno a las aguas de La Patagonia que están a unos cuantos grados por debajo de lo “templado”. No describiremos S & S pues no es lo importante sino señalar que al igual que los problemas Distérmicos, de presentarse aunque sea ligeramente, también se suma a las condiciones que favorecen los accidentes.

### **H i d r o c r i o c u c i ó n o H i d r o c u c i ó n**

Fue descrita por el Dr. G. LARTIGUE en 1 953, siendo entonces Tte. Cnel. Médico de la Escuela de Adiestramiento Físico Militar de Antibes con el segundo de los nombres como “*ejecución por el agua*” e “*hidrocutado*” el sujeto que la sufría, cambiando la tónica de consideración genérica de “ahogado” para quienes sufrían este síncope brutal que da pocos Signos que avisen su presencia.

Desde que conocimos la descripción seguimos a LARTIGUE pero no su denominación pues entendemos que la ejecución no es por el agua en si misma, sino por aguas que consideramos “frías” o sea debajo de la temperatura promedio de confort, en general menores a los 262 °K o 15 °C, por ende cambiamos a las denominaciones a *Hidrocriocución e Hidrocriocutado* manteniendo la paternidad de LARTIGUE pero considerando a nuestras denominaciones como técnicamente más correctas. No vamos a describir acá la Hidrocriocución sino a señalar que con el tiempo entrevimos que no es una presencia brusca sino que esta brusquedad está en la agresión final y que tiene un desarrollo que muchas veces no es trágico porque el buceador no se queda el tiempo suficiente en el agua fría para sufrirlo, pero que de estar en marcha, aunque sea inicial, es un elemento más que se suma a las condiciones que favorecen los accidentes.

## **A N Á L I S I S D E L A A C C I Ó N D E L B U C E A D O R**

### **Periodo preparatorio**

- El sujeto se encuentra en estado epiaquíctico de gravedad aparente cero.

- Ha pasado unas horas en acción y probablemente tenga disminuidas tanto su hidremia como su glucemia, si no ha tomado la precaución de portar la bebida suficiente mezclada con algunos tipos de azúcares de acción asimilativa en tiempo diverso.
- Si el agua está fría es posible una ligera hipotermia que la experiencia haga que la soporte sin problemas ostensibles.
- Su postura será horizontal, posiblemente atisbando hacia el fondo mientras respira a través de su schnorkel el aerosol acuático de la interfase aire / agua, más denso y húmedo que el aire atmosférico y con un contenido variable de factores que pueden afectar sus funciones.
- Su organismo estará en hiperpnea, recuperándose de la inmersión anterior, pagando la parte correspondiente a la deuda de oxígeno previa, y preparándose para desarrollar una nueva retención..
- La respiración del aerosol acuático puede gestar condiciones de inadaptación que sin llegar a ser graves disminuyen las defensas orgánicas y predisponen a diversos accidentes
- La posición circulatoria será casi neutra (hay partes emergidas y sumergidas de su cuerpo, dominando estas) y preparará su golpe de riñones o cualquier técnica que use para sumergirse.
- Puede sufrir un cierto  $\Delta T$  cuando las aguas están a una temperatura debajo de la de confort y el aire a una alta y el sol hace caer sus rayos sobre el dorso del traje y su casco,  $\Delta T$  que no lo favorece pues puede gestar diferencias circulatorias.
- En un momento cortará la ventilación con una inspiración forzada, realizará su técnica de inmersión y pasará a la posición vertical cabeza abajo comenzando el descenso y el compensado.



### ***Periodo de compresión o descenso***

Durante el mismo sucederán:

- El reflejo de inmersión pone al organismo en condiciones de aislar parcialmente áreas que no sean afectadas por disminución de la irrigación sanguínea, favoreciendo la de SNC, corazón, pulmones y músculos activos. Probablemente aparezca bradicardia en algún grado que será dependiente del sujeto y sus condiciones de momento.
- Posición vertical cabeza abajo.
- Aumento continuo de la presión ambiente.
- Equilibrio automático de la endopresión pulmonar con la ambiente por elasticidad torácica hasta sus límites, momento en que comenzarán a operar los mecanismos compensadores líquidos.
- Probablemente compense con VALSALVA Clásica generando las condiciones que han sido descritas en el Suplemento Técnico de UROSALPINX 37 y en el Síncope Precoz de UROSALPINX 38, según la intensidad de la Maniobra y las veces que la repita, por ende:
  - a) Varias veces generará insuflación y desinsuflación con sus correspondientes reflejos, en un periodo de tiempo de unos segundos (los que tarde en compensar cada vez que la hace, hasta alcanzar el fondo).
  - b) Mantendrá la Maniobra y por ende la insuflación hasta prácticamente alcanzar el fondo, y se producirá la desinsuflación al llegar a este.
- Aumento de la  $PO_2$  alveolar y arterial, por compresión de la mezcla gaseosa alveolar equilibrando la presión ambiente. Con las variantes que puede provocar VALSALVA.
- Mientras, se consume  $O_2$  en los tejidos por necesidades energéticas (basales y de nado).
- Aumento de la  $PCO_2$  (disminuida por Súper o Hiperventilación), venosa por producción y cesión; tisular y alveolar por compresión directa, también modificada por VALSALVA.
- Las condiciones de irrigación cerebral serán óptimas por la posición, no por  $\Delta P$ .
- La circulación torácica se facilita a medida que desciende por ligera endopresión inferior a la ambiente ( $\Delta P -$ ), que permite mayor aporte de sangre visceral.
- Por otro lado la menor presión visceral (están más arriba que el tórax) disminuiría el flujo sanguíneo a otras zonas, pero siendo las vísceras elásticas su compresión compensa el efecto y en general el flujo sanguíneo se mantiene.

### **Periodo de trabajo (Presión poco variable)**

- Llega al fondo y asume alguna posición entre la horizontal, la inclinada cabeza arriba o la de Trendelenburg, que no desfavorecen la irrigación cerebral.

NOTA C - La posición de rodillas no la favorece directamente pero la compresión sobre las vísceras abdominales beneficia el arribo de sangre a las zonas superiores torácicas y craneanas.

- La PO<sub>2</sub> aumentada frena la acción del centro respiratorio principal.
- La disminución, si bien en aumento, de la PCO<sub>2</sub> ayuda también al freno del centro respiratorio.
- Se enmascaran los reflejos.
- La facilidad circulatoria torácica se mantiene también por el aporte de sangre visceral de las partes blandas del organismo que están comprimidas.
- Al paso de la retención aumenta paulatinamente la PCO<sub>2</sub>, que ha sido disminuida inicialmente por Hiperventilación. No ejerce efectos profundos sobre el centro respiratorio que se encuentra bajo la acción frenante de la presión de O<sub>2</sub> aumentada.
- También se consume O<sub>2</sub>, por metabolismo basal y gasto energético, el posible pago de deuda previa y otros factores concurrentes.
- En un momento dado, sea por sensaciones o por control cronológico, se decide ascender.

### **Preparación e inicio del ascenso**

- Aunque sea fluido, el cambio de posición para ascender provoca un consumo extra de O<sub>2</sub>.
- Si es rápido, en algunas personas agrega posibilidades de sufrir mareo o vértigo, y potencia las condiciones que siguen.
- Disminuye la descarga sistólica (lo marca bien el ECG). Más intensa y rápidamente cuanto más brusco sea el giro.
- Se pasa de una posición favorable a la irrigación cerebral por gravedad, a la contraria y menos favorable. Si bien la mayor presión abdominal con respecto a la torácica favorece el aporte sanguíneo a los pulmones y zona superior.
- En la sumatoria se ambas acciones se considera que la irrigación cerebral disminuye.
- Disminuye la descarga sistólica, también por las diferencias de presión.
- Se reduce la repleción venosa cardiaca, el corazón se llena y vacía menos.
- La acción muscular aumenta el volumen venoso, especialmente en la zona de los senos carotídeos esto lleva a su expansión y excitación.

### **Período de descompresión o ascenso**

- Se produce el descenso de la presión ambiente, por lo tanto también el de la endopulmonar que la compensa.
- Descienden la PO<sub>2</sub> alveolar (por descompresión) y sanguínea (por consumo).
- Desciende ligeramente la presión de CO<sub>2</sub> alveolar, por descompresión.
- Aumenta la PCO<sub>2</sub> venosa, (por producción y cesión tisular).
- La irrigación cerebral disminuye.
- El sujeto se va acercando al estado inicial de presión ambiente y si no exhaló nada de gas hasta el momento, puede recuperar en la superficie casi el estado de endopresión ligeramente positiva respecto a la ambiente que consiguió con su inhalación final forzada.
- El centro respiratorio se libera del freno provocado por la PO<sub>2</sub> elevada, los reflejos tornan a ser funcionales y el buceador debe sostener su apneusis en oposición voluntaria a ellos.
- Al estar el sujeto nadando para tratar de alcanzar la superficie, aunque no haga ningún esfuerzo excesivo, los estímulos provenientes de músculos y articulaciones serán máximos.

Los efectos anteriores se suman y así el sujeto sería afectado por:

- Reflejo de distensión alveolar (HERING & BREUER), que es favorable a la retención
- Reflejo paradójico de HEAD, contrapuesto al de distensión alveolar.
- Reflejos de los músculos respiratorios que incitarían la respiración.
- Acción refleja de HARRISON, cuando alcance condiciones de hipoxia, aunque sea ligera.
- Estímulos de la musculatura y las articulaciones en acción, contrarios a la retención.
- Posición desfavorable.
- Irrigación cerebral disminuida por gravedad y favorecida por la circulación.
- Considerando la merma constante de oxígeno, la sumatoria es desfavorable al cerebro, primer órgano en sufrir las consecuencias de una hipoxia.
- Se van gestando condiciones que favorecen la aparición de un arco reflejo sincopal.
- Existe el posible agravante de espirar, aún parcialmente, antes de alcanzar la superficie considerando que así se llega e inmediatamente se inspira o por otra causa involuntaria.
- Puede sumarse otro agravante que es intentar acelerar la velocidad de ascenso por angustia de aire, consumiendo más oxígeno por unidad de tiempo y con la superficie a la vista realizar un esfuerzo final desproporcionado.

- Otras acciones que aumenten el consumo de O<sub>2</sub>.

Se produce una lucha entre los impulsos orgánicos que incitan retornar a la ventilación y la voluntad del sujeto que los frena, pues pretende llegar a superficie para hacerlo y es así que a partir de SCIARLI (1 961) consideramos que aproximadamente desde los 10 mca pueden presentarse condiciones neurofisiológicas que se van aproximando a las de superficie, merced a presión y posición y que la sumatoria de los factores descritos, las condiciones hipóxicas facilitan la aparición de un cuadro patológico que tiene varias teorías explicativas y que se refieren a:

- 1 - Una hipoxia cerebral que provoca un desmayo al que posteriormente sigue el síncope, si el sujeto no es auxiliado en tiempo y forma adecuados.
- 2 - Una acción sincopal muy rápida y sin aviso previo (SCIARLI).

Estas dos teorías se contraponen sobre un mismo cuadro

- 3 - La teoría de IP y CATE es que estamos tratando con **dos cuadros** cuyos orígenes patológicos difieren inicialmente pero que de continuar sin los auxilios imprescindibles se resuelven de forma similar, concluyendo con un síncope que provoca la muerte del sujeto.

- 4 - Estos cuadros son:

- **DESMAYO HIPÓXICO DE PROFUNDIDAD (DHP)**

- **CITA SINCOPAL A 7 METROS. (RS7) o RENDEZ-VOUS SYNCOPAL DES 7 MÈTRES**

- 5 - AMNESIA – En todos los casos que conocemos de ambos cuadros, al igual que los Desmayos de Poca Profundidad, se presentan en los sujetos condiciones de amnesia de lo ocurrido desde momentos antes de la producción hasta la plena vuelta en si de accidentado. En el DHP desde que comienzan los movimientos robóticos o espasmódicos y en la RS7 de inmediato.

En el caso de Desmayo entendemos que la circunstancia detonante es una hipoxia a nivel del SNC que provoca la pérdida de conciencia del sujeto con sus corolarios, precedida de conducta errática y movimientos robóticos o espasmódicos.

En el caso de la Cita suponemos que es un síncope inicial por desatarse un arco reflejo a partir de las condiciones opuestas entre la incitación refleja a respirar y la voluntad de impedirlo. Como generalmente se trata de una retención submáxima o máxima, un buceador avisado puede (o podría, pues actúan el ser humano y sus circunstancias) preverlos de alguna forma, especialmente si no se deja llevar por sus emociones y mantiene la lucidez para practicar lo aprendido por cursos y experiencia previos. Agradadamente es así y estos accidentes son proporcionalmente menores con respecto a los que suceden con el uso de aparatos autónomos y semiautónomos.

Los accidentes que nosotros tenemos consignados con constancias bastante seguras y que veremos más adelante en un cuadro al efecto, tuvieron como origen principal al descuido del sujeto, que entendió por una u otra razón que estaba en mejores condiciones que las reales y pasó sus propios límites temporarios provocando una situación que no esperaba.

Todos los nuestros datos coinciden en que los cuadros se presentaron entre el tercio final de la Fase 2 y el inicial de la Fase 4, lo que nos indica que la Sesión estaba entre la fase de elevación del rendimiento (solo en el DHP) y avanzada.

No tenemos ningún caso de Cita Sincopal consignado en las Fases iniciales, todos ellos (figuren en el cuadro que se verá más adelante o no) pertenecen al DHP, con lo cual ya se establece una diferencia entre los cuadros, indicando que el DHP puede suceder en cualquier estadio de la Sesión de Buceo y la Cita Sincopal no.

Por otro lado el tratamiento en la fase inicial de ambos accidentes presenta una clara diferencia que no se manifiesta si ya están el cuadro avanzado pues el DHP evolucionará hacia un síncope y la dilucidación entre ambos será difícil, salvo que el sujeto se recupere y con un interrogatorio preciso se puedan conocer las circunstancias de origen y determinar si es uno u otro cuadro.

## S Í N T O M A S & S I G N O S

Con el tiempo se han recogido S & S de diversas fuentes a cuyo respecto, por lo menos en lo que hemos visto en Internet y escritos en publicaciones actuales, se muestra la misma confusión que en lo referido a la discusión sobre la existencia del Desmayo Hipóxico o la Cita. Veremos en la próxima página una tabla en la que intentamos realizar una suma de lo conocido hasta ahora y desglosarlos en cuanto a si resultan comunes a ambos o particulares de uno de ellos.

Entendemos que SÍNTOMA es interno y puede ser apreciado por el propio buceador y SIGNO es una manifestación externa observable por sus acompañantes, los Síntomas pueden manifestarse exteriormente como Signos y que algunos de ellos son comunes a ambos cuadros. Los Signos tienen mucha importancia cuando se opera con uno o más acompañantes como guardias de seguridad.

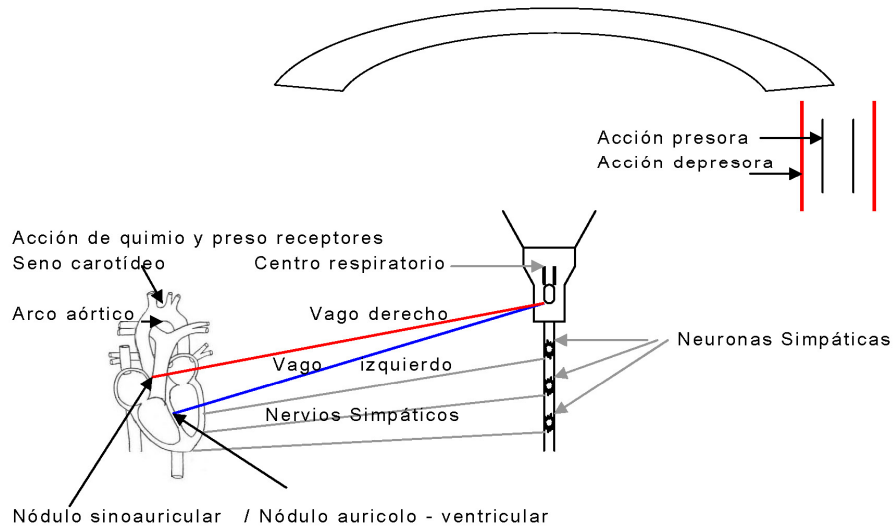
<b>S Í N T O M A S</b>	DHP	RS7
<b><i>Durante la ventilación previa</i></b>		
Comezón en las extremidades	X	X
Sensación de oscilación	X	X
Mareo excesivo post hiperventilación	X	X
Excitación o euforia anormales, luego del mareo	X	X
Los anteriores son manifestaciones clásicas propias de una Hiperventilación excesiva		
<b><i>Durante la operación en el fondo</i></b>		
Sensación de alto confort	X	X
Desaparición temporal de la necesidad de respirar o remontar	X	X
Se explican en el análisis de la evolución de las presiones de los gases entre la superficie y la profundidad operativa, así como los requerimientos orgánicos ya vistos.		
<b><i>Durante el período de descompresión o ascenso</i></b>		
Pesadez y / o calor en las piernas	X	
Confort no alto pero si manifiesto	X	X
Visión con problemas: manchas borrosas, estrellas, oscurecimiento	X	
Torpeza en los movimientos	X	
<b>S I G N O S O B S E R V A B L E S P O R C O M P A Ñ E R O S</b>		
<b><i>Durante la operación en el fondo</i></b>		
Duración excesiva de la retención	X	
Inmovilidad	X	
Posición anormal del cuerpo	X	
Exhalación de burbujas	X	
Temblores	X	
Cinturón desprendido	X	
<b><i>Durante el período de descompresión o ascenso</i></b>		
Suelta del cinturón de lastre y aumento de velocidad de aleteo	X	
Movimiento torpes, espasmódicos o robóticos	X	
Disminución y luego parada del aleteo	X	
Inmovilidad súbita seguida de hundimiento		X
Exhalación de burbujas	X	
<b><i>En la superficie</i></b>		
Llegada con movimientos espasmódicos o robóticos	X	
Conducta errática	X	
Acciones anormales	X	
Temblores	X	
Demora en reiniciar la ventilación	X	
Inercia completa (posible desprendimiento del flotador y hundimiento)	X	X
Labios azules	X	
Palidez facial	X	X
Auscultada la respiración no se nota	X	X
Auscultado el pulso se nota	X	
Auscultado el pulso no se nota		X

Es de hacer notar que generalmente son más perceptibles los Signos que los Síntomas pues el buceador está más ocupado en alcanzar la superficie que en otra cosa. Por otra parte la RS7 generalmente se presenta sin ellos y solo el observador atento puede auxiliar de inmediato

## LAS TEORÍAS

Con estos datos llegamos a las teorías existentes comenzando por la más antigua, la de ANOXIA – HIPERCAPNIA, que está fuera de uso y ha sido reemplazada por la de hipoxia sola, pero que debemos citar para tener un panorama lo más completo posible de los cuadros que estamos tratando. Para completar un poco las imágenes, el esquema siguiente muestra de una manera simple y estática (que no lo es en la realidad) un arco reflejo sincopal y las acciones que generalmente le son acompañantes.

*Esquema de arco reflejo sincopal*



<b><i>Acción parasimpática</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; Volumen minuto</li> <li>&lt; Descarga sistólica</li> <li>Bradycardia</li> <li>&lt; Presión arterial</li> <li>Vasodilatación periférica</li> </ul>	→	Por contraposición de ambas acciones, en condiciones extremas se desata el arco reflejo que produce el síncope
<b><i>Acción simpática</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Volumen minuto</li> <li>&gt; Descarga sistólica</li> <li>Taquicardia</li> <li>&gt; Presión arterial</li> <li>Vasodilatación coronaria</li> <li>Vasoconstricción periférica</li> </ul>	→	

## TEORÍA DE LA SUMA DE ANOXIA E HIPERCAPNIA (Sin autoría específica)

Esta Teoría indica que:

- La elevada presión parcial de O<sub>2</sub> durante el periodo de trabajo en el fondo enmascara la elevación paulatina de la presión del anhídrido carbónico (suma de metabolismo basal y actividad física), ejerciendo un efecto frenante sobre los quimiorreceptores.
- Cuando el sujeto asciende, la PO<sub>2</sub> disminuye por descenso de la endopresión pulmonar y por el consumo que demanda la suma de metabolismo basal más el gasto energético
- Mientras que la de CO<sub>2</sub> no disminuye pues se compensa la caída por endopresión en disminución en la zona alveolar con la elevación por producción metabólica y energética.
- La suma de esas acciones determinaría la presencia de un estado sincopal que provendría de:
  1. La acción voluntaria frenante de la respiración, en oposición a la involuntaria establecida por los factores químicos, de reanudarla imperiosamente.
  2. La acción directa de las presiones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>.
  3. La presencia de alguno o algunos de los factores que hemos señalado más arriba.

Según esta Teoría, prácticamente desde el mismo fondo hasta alcanzar la superficie existen posibilidades de sufrir el accidente, con aumento progresivo de las mismas durante el ascenso, considerándose que desde unos 10 mca a la interfase es factible la aparición del cuadro, si se suceden los condicionantes descritos.

Esta descripción es casi la un DDPP (Desmayo Dinámico de Poca Profundidad) trasladado a la inmersión profunda y contempla prácticamente como importantes solo a las variaciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> y secundariamente, sin especificar, a otros factores dentro de los datos mencionados, como los reflejos, que podrían concurrir a la misma.

Algunos de los defensores de esta teoría niegan la existencia de un cuadro como la Cita Sincopal, pero aquellos que hemos comprobado personalmente la producción de ambos accidentes sabemos que esa negación proviene de consideraciones teóricas subjetivas que nada tienen que ver con experiencias en campaña.

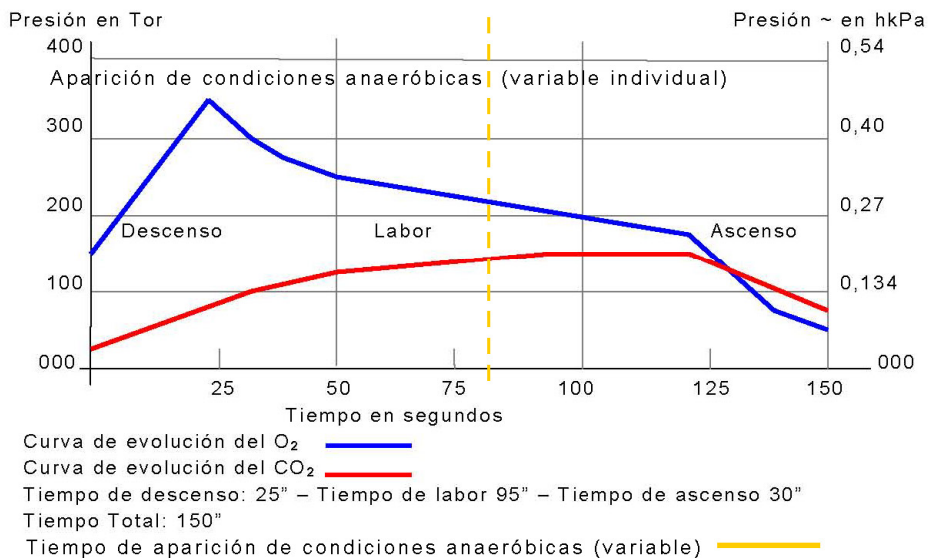
## TEORÍA DEL DESMAYO HIPÓXICO DE PROFUNDIDAD (CATE – INTERPHASE, 2 009)

Nuestra postura no es nueva, nuevo es el criterio de separar de manera definida los dos cuadros (DHP y RS7); parte parcialmente de la anterior pero no involucra al CO<sub>2</sub> por entender que en los casos de Hiperventilación ha sido disminuido de tal modo que durante la inmersión no logra alcanzar valores que le otorguen un nivel patológico, y que los problemas en este cuadro serían directamente de una merma en la PO<sub>2</sub> que le hacen llegar a niveles hipóxicos durante las acciones dinámicas de ascenso o de trabajo, de modo que se produce la disfunción del SNC entrando el sujeto en un desmayo que de no resolverse evoluciona hacia un síncope, de manera similar al DDPP y por causas similares, el sujeto ha superado su tiempo fisiológico de apneusis para esa inmersión y cae en hipoxia.

Las condiciones de los días anteriores al accidente, acumulación de cansancio crónico por falta de descanso adecuado, trabajo excesivo, etc., incidirán sobre el buceador, sumadas a las condiciones previas de la sesión hasta el momento del accidente: deuda de oxígeno, hidremia, glucemia, la forma de compensación de oídos, su capacidad y veteranía jugarán su papel, así como cualquier patología oculta que merme su resistencia o le provoque un consumo de oxígeno mayor al normal determinarán la posibilidad del accidente. La hipoxia estará favorecida durante la propia inmersión por la provocada inicialmente por Hiperventilación y por la mayor disolución del gas debido a la presión aumentada en el fondo, que permitirá un mejor y mayor uso tisular.

Entendemos que el cuadro puede producirse desde antes que el sujeto abandone el fondo e inicie la emersión hasta que llega a superficie, incluyendo el mismo acto de exhalación y segundos posteriores, lo que lo diferencia de la Cita Sincopal que estaría constreñida a los últimos 10 mca. También entendemos que es un cuadro que se puede generar en cualquier momento de la sesión (aunque nuestros datos digan otra cosa) diferenciándose de la Cita Sincopal en que esta necesita un grado medio o avanzado de la misma para generarse los mecanismos de producción.

*Curva de gases alveolares en inmersión a Pulmón Libre de 150 "*



Evidentemente consideramos la variación de la PO<sub>2</sub> durante la inmersión como el factor principal que causa el cuadro al facilitar la disolución del oxígeno en los tejidos y producirse su brusca merma durante el ascenso por vía del consumo metabólico, de nadar hacia arriba, y la disminución de la presión externa y su acompañamiento por la endopresión de la pulmonar.

El esquema anterior, ya visto más arriba, al que hemos contribuido junto con otros autores, nos daría la razón respecto a la no incidencia del CO<sub>2</sub> como uno de los factores primordiales del cuadro; por lo que sostenemos la hipótesis del Desmayo Hipóxico contra el Síncope Hipóxico – Hipercapnico,

que no se ve justificado por ninguno de los trabajos que hemos revisado al respecto y nuestras observaciones. Aunque habrá mayor acumulación de CO<sub>2</sub> que en una retención estática no parece que pueda alcanzar niveles patológicos, y siempre está la sombra del oxígeno que será consumido en las reacciones oxidativas, de modo que al tener este último menos relevancia como activante del Centro Respiratorio puede caer en tensiones de hipoxia mucho antes que el anhídrido carbónico pueda excitar al Centro o alcance niveles peligrosos.

Si este cuadro se produce entre 10 mca y la superficie puede confundirse con la Cita Sincopal y resulta muy difícil dilucidar entre uno u otro, salvo que haya una observación directa.

### ***Características propias***

Para nuestra clasificación hay varias características que pertenecen claramente a un Desmayo Hipóxico y que hacen al cuadro diferente de la Cita Sincopal, entre estas destacamos:

- 1 - Durante la fase final de producción. Aparecen los movimientos torpes, robóticos y espasmódicos propios de la hipoxia que preceden y siguen al desmayo. El sujeto puede seguir en dinámica unos segundos posteriores a la pérdida de conciencia. Si llegó a superficie mostrará conducta errática y descoordinada.
- 2 - Labios azules indicando hipoxia.
- 3 - Hay pulso pero no ventila.
- 4 - Durante la recuperación. Esta es rápida y solo requiere volver a ventilar al accidentado o a lo sumo unos minutos de Respiración Artificial. Este cuadro no amerita RCP.

### ***Síncope Hipóxico de Superficie***

Algunos autores presentan este cuadro como independiente (SAMBA) y describen realmente al Desmayo Hipóxico de Profundidad cuando ocurre cerca de la superficie o después de haberse alcanzado esta:

- Pérdida de coordinación motora con movimientos espasmódicos o robóticos.
- Conducta errática.
- Desmayo.

Para nuestro entender es una situación particular de ocurrencia del DHP, que sucede en la interfase o sus proximidades y nada que ver con una patología diferente. Estamos seguros que NO ES una Cita Sincopal, pues también lo hemos visto suceder.

## **CITA SINCOPAL a 7 METROS (RS7)** *(Teoría de SCIARLI, a la que se adhieren LOS 4 CENTROS)*

Tal lo indicado en varias partes de este escrito:

- El buceador da por finalizado el trabajo.
- Gira y se posiciona para ascender con las correspondientes acciones y las reacciones orgánicas psicofisiológicas.
- Inicia el aleteo de ascenso.
- Durante el ascenso se revierten las condiciones físicas impuestas por el medio ambiente, especialmente en cuanto a la presión.
- El cambio de la influencia exterior se manifiesta en diversas formas que ya hemos explicado.
- La cercanía de condiciones de superficie se suma a lo anterior con la presencia de acciones contrapuestas físicas y reflejas.
- La posible acción de un arco reflejo que lleve al síncope crece a medida que avanza la emersión.
- Entre aproximadamente 10 mca y la emersión total o luego de ella, en buceador sufre un síncope seco sin aviso alguno que le corta toda posibilidad dinámica.

### ***Características particulares***

#### Durante la fase de producción:

- No existe aviso alguno, no hay movimientos robóticos y espasmódicos.
- No se presenta conducta errática cuando es en superficie.
- El síncope no sucede nunca cerca del fondo.

#### Durante la recuperación:

- No hay pulso.
- No sale con RA, requiere labor más ardua, es imprescindible RCP durante tiempo variable.

En acuerdo a lo analizado entendemos que la oposición entre reflejos y / o entre estos y la voluntad desatan el arco reflejo sincopal que no tiene avisos de gestación salvo la evidente contraposición de acciones para una retención submáxima o máxima, o sea la suma de las funcionales que

tienden a que se ventile de inmediato y las voluntarias que buscan sostener la retención hasta alcanzar la seguridad de la superficie oponiéndose a las reflejas.

No volveremos sobre los reflejos ni nada más de lo ya descrito más arriba pues sabemos su existencia y funcionamiento; lo que no sabemos es aquello que sucede realmente en un organismo humano en ESE momento, hasta ahora no hemos podido observarlo con instrumental y no tenemos noticias que se haya logrado en un caso no preparado al efecto. Para este último tema volvemos a los problemas comparativos entre Laboratorio y Campaña, pues no es lo mismo un suceso imprevisto que uno preparado, así como no lo es la mucha mayor seguridad de condiciones de laboratorio con respecto a las de campaña. Algunas de las descripciones de laboratorio se hacen así sumamente dudosas.

### CUADROS INCLUIDOS

Clave	Descripción
mcax	Indica la máxima profundidad de trabajo en mca (metros de columna de agua)
mcas	Profundidad del suceso
mcar	Profundidad en la que se manifestaron signos observados por compañeros
*	Casos observados por nosotros
Trat	Tratamiento de Auxilios realizado
F	Fase de la sesión
Ret	Tiempo aproximado entre la inmersión y el accidente, en segundos

Nº	mc ax	mc as	mc ar	Trat	F	Ret	Observaciones
1*	15	4	--	RCP	3	115	12' RCP – La verificación posterior no mostró Patología residual -
2	21	1	6	RA	2	130	3' RA – Recuperación bien en 30 ' – Ligera cefalea por unos 30 minutos más. Retención excesiva.
3	18	5	--	RCP	3	100	8' RCP – Cefalea posterior por 3 horas - Verificación posterior sin Patología residual –
4	24	9	14	RA	4	135	7' RA – Recuperó bien dentro de la hora con cefalea por otras 2. Retención excesiva.
5	19	12	17	RA	2	155	10' RA – Salió del fondo ya al límite, se salvó por la alta transparencia del lugar que permitió a sus 3 compañeros ver el suceso. Cefalea posterior por 4 horas – Recuperación posterior plena
6	22	7	--	RCP	4	85	13' RCP – Cansancio crónico por descanso inadecuado previo y durante la sesión
7*	17	0	--	RCP	3	123	14' RCP – Tomado cuando soltó la cámara de apoyo Recuperó sin secuelas a los 15 minutos.
8*	14	0	4	RA	4	130	7' RA – Mareos y cefalea posteriores por unas 7 horas. Recuperación posterior plena. Ret. excesiva
9*	16	3	7	RA	3	95	Preparación para RA con respuesta inmediata – Retención excesiva.
10	18	6	12	RA	2	145	4' RA – Mareo y cefalea débiles por 3 horas. Recuperación posterior plena. Retención excesiva.

- Los cuadros que requirieron RCP son cuadros de CITA SINCOPAL, en ellos hubo un síncope que eliminó la función cardíaca y debió recurrirse a la RCP. Ninguno de los cuadros de CITA tuvo recuperación inmediata. Tampoco estuvo involucrada una retención excesiva para la labor.
- Todos los cuadros con RA fueron apneusis excesivas para la labor realizada y en cualquier Fase de la sesión menos la primera. Aclaremos que a la 4 avanzada no se llega en circunstancias comunes, en el Buceo C / T, pues se toman los recaudos para evitarla.
- Los cuatro cuadros observados por nosotros que consignamos (entre otros más), nos dieron pautas para darnos cuenta de la diferencia entre un DHP y la RS7. Las diferencias saltan a la vista en la propia tabla.
- Las lecturas de relatos y las conversaciones (según el caso) nos dieron el 100 % de amnesia del suceso, ninguno de los accidentados recordaba nada desde el momento del cuadro en la RS7 y desde que comenzaron los movimientos espasmódicos en el DHP hasta la posterior recuperación plena de la conciencia, incluso el retorno o despertar era completamente difuso u olvidado.
- Cuando hubo Síntomas, en los casos de DHP se refirieron mayormente a bienestar sin necesidad inmediata de respiración. Ningún caso de RS7 los presentó.
- Los Signos clásicos del DHP fueron los movimientos robóticos y / espasmódicos y la conducta errática seguidos de aumento repentino de velocidad de nado. No consignamos otros de la lista que hemos colocado más arriba.
- El Signo clásico de la RS7 fue el cese instantáneo de dinámica.

## Diferencias netas

<b>Cuadro</b>	<b>Accidente</b>	<b>Tratamiento requerido</b>	<b>Recuperación</b>
DHP	Con aviso previo de movimientos torpes, robóticos o conducta errática. El sujeto sigue nadando con ellos luego de sufrir el accidente. No ventila pero tiene pulso. A veces labios azulados.	RA	Rápida
RS7	Sin aviso previo. La detención del movimiento es instantánea, no hay dinámica después del síncope. No tiene pulso. Palidez alta.	RCP	Lenta y laboriosa

A nuestro entender las discusiones sobre si existe una Cita Sincopal o un DHP son estériles y contemplan más las apreciaciones subjetivas de los escritores que la realidad de los cuadros, pues unos cuantos que no hemos citado, por estar la información incompleta, responden a las mismas características diferenciadas, o sea que hay dos accidentes y no uno.

## AUXILIOS, CONSECUENCIAS Y PREVENCIONES

### AUXILIOS INMEDIATOS Y TRATAMIENTO

El auxilio inmediato será sacar al sujeto del agua, por lo menos sus orificios respiratorios y ponerlo en condiciones de respirar aire, drenándolo si se presume que ingresó agua o provocando una exhalación si está en retención. El tratamiento dependerá del momento en que se auxilia al accidentado y si inspiró o no agua y debe comenzarse de inmediato en el agua pues salvo que se esté al lado de la orilla si no se lo trata de inmediato el sujeto morirá. El que no tiene preparación para esto NO DEBE BUCEAR, pues es un peligro para otros y para si mismo. La capacidad para tratar accidentes es una obligación moral y física de comportamiento entre Humanos que practicamos actividades de riesgo; no hay excusa alguna que justifique lo contrario.

En UROSALPINX anteriores se dieron algunas nociones de auxilios generales y en un números futuros, en la Sección específica dedicaremos uno o más artículos para realizar RA y RCP en el agua, o sea sin embarcaciones de apoyo, basados en experiencias sumadas de campaña y piscina.

### CONSECUENCIAS

La inmediata, dadas las condiciones del sujeto y la necesidad inspiratoria es que respire agua y sume al síncope el ahogamiento. No conocemos casos de fibrilación pero puede que otros estudiosos tengan alguno de ellos.

En caso de salvar a un sujeto que aspiró agua y aunque se lo drene aparentemente bien, es imprescindible llevarlo a un Centro de Salud expresando que ha sucedido y solicitar las prevenciones para evitar la denominada "muerte de salvamento", cuadro que puede involucrar un edema de pulmón y otros efectos que deben ser previstos por los Médicos actuantes.

Luego debe seguir un control Médico que involucre al SNC por lo menos por 6 meses posteriores al accidente,

### PREVENCIONES

#### Del Dr. Raymond SCIARLI

La recomendación del Dr. SCIARLI para prevenir la Cita Sincopal es la REGLA DEL TERCIO DE TIEMPO y se explica de la manera siguiente, y que puede realizarse durante la examinación médica del sujeto o bien bajo presencia médica o de ayudantes con experiencia:

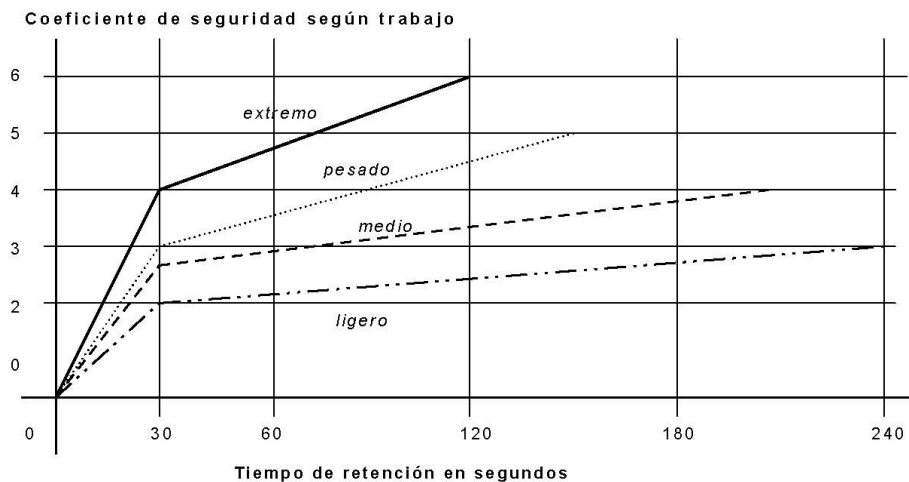
- 1 - Realizar una Hiperventilación hasta que suceda algún malestar, como mareo, vértigo, picor.
- 2 - Anotar el tiempo alcanzado.
- 3 - Dividir ese tiempo por 3.
- 4 - El resultado es el máximo tiempo de hiperventilación recomendado para el sujeto para sus retenciones operativas.

#### Nuestras

Nosotros tomamos como una de las medidas adecuadas la recomendada por el Dr. SCIARLI y le agregamos algunas otras:

- 1 - Regla del tercio del tiempo de SCIARLI.
- 2 - Usar Superventilación no Hiper.

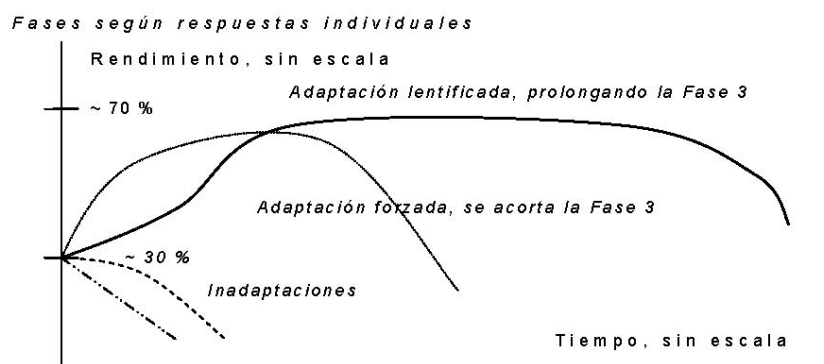
- 3 - No emplear las maniobras de VALSALVA para compensar.
- 4 - No extender la retención a más de 60 % del promedio para trabajo hasta medio y 40 % si es alto en el trabajo en conjunto.
- 5 - En el trabajo en solitario no pasar en ningún caso del 50 % y en trabajo pesado usar el 30 %.
- 6 - Por ende: NO LLEVAR LAS RETENCIONES AL EXTREMO.
- 7 - En caso de ansia de aire cerca de superficie tratar de relajarse al máximo y enlentecer ligeramente la velocidad de aleteo. En caso necesario desprender el lastre.
- 8 - No exhalar hasta no estar en superficie y seguro.
- 9 - Uso del TIEMPO RECUPERATORIO ADECUADO que es especificado por el esquema que sigue que indica los coeficientes de seguridad que deberían utilizarse para calcular los intervalos entre inmersiones en acuerdo a la duración e intensidad del trabajo a ejecutar que se basa en la recuperación de los fosfágenos y el pago parcial de la Deuda de O<sub>2</sub> de tal modo que no se acumule requerimiento extra del mismo para eliminar metabolitos.



- 10 - Sostén de la GLUCEMIA ingiriendo glúcidos que contengan más de un tipo de azúcar (por ejemplo: sacarosa, fructosa y glucosa) cada cierto tiempo. Pueden ser bebidas preparadas por uno mismo o bien productos comerciales serios.
- 11 - Sostén de la HIDREMIA, hidratándose antes y durante la sesión por medio de agua o líquidos comerciales, que pueden combinarse o no con la ingesta de glúcidos si esta es líquida o cremosa.
- 12 - Sostén de la TEMPERATURA NORMAL de trabajo, no dejar acumular calor por un exceso de abrigo ni perder llegar a la sensación de frío, según las aguas.
- 13 - Verificar las retenciones en su sostén y en el tiempo real necesario para recuperación.
- 14 - Controlar el pasaje por las diversas Fases de la sesión.
- 15 - No pasar del primer tercio de la Fase 4.
- 16 - SALIR si se comienza a sentir fatiga.
- 17 - En el Buceo múltiple el o los compañeros deben mantener vigilancia visual o táctil constante con el operador. El uso de cuerda de vida independiente de la de labor y fondeo puede ser conveniente cuando se opera bajo los 15 mca. Permite el rescate desde arriba y mucho más rápido.

### Control de las Fases

Un buen control de la inmersión alarga la Fase 3, de Máximo Rendimiento y prolonga el tiempo que se tarda en alcanzar la Fase 4 en la que comienza la merma. Esto se ve en el gráfico siguiente que muestra distintos tipos de adaptación y de acción..



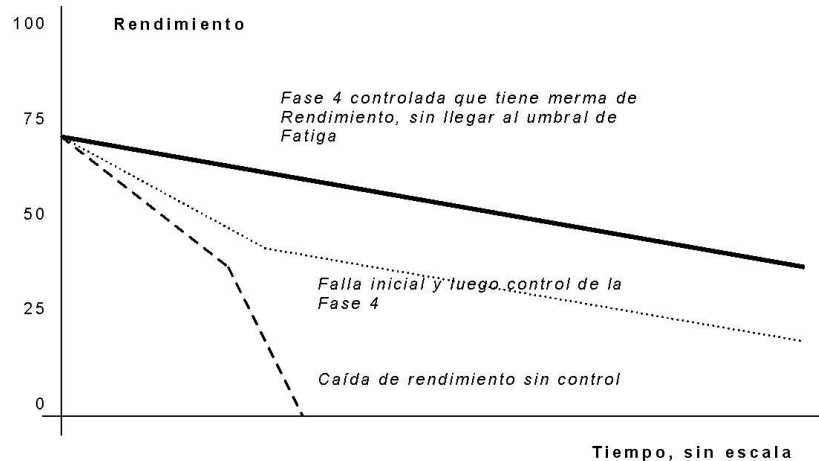
Si seguimos un Plan, que incluya nutrición (glucemia), hidratación, el trabajo compensado correctamente con el descanso entre inmersiones, no extendemos las apneusis al límite, que mermen nuestras condiciones psicofisiológicas, así es factible operar en Fase 3 prolongada a muchas horas.

Se requieren especialmente la paciencia y la tenacidad adecuadas para cumplir el Plan en la práctica más allá de la capacidad técnica para escribirlo.

Entonces la clave del Buceo C / T a Pulmón Libre es programarlo para que se desarrolle en una Fase 3 extendida a casi toda o toda la jornada laboral (en nuestro caso hasta algo más de 14 horas como máximo, hasta ahora), aplicando todas las técnicas necesarias para no caer en el inicio de acumulación excesiva de metabolitos y en fatiga. La primera de ellas no tomando atajos y prolongando el calentamiento todo lo que sea necesario y luego seguir lo que hemos señalado en este artículo.

No es nada secreto, todo lo necesario es bien conocido en el mundo científico desde hace muchos años, se aplica a los atletas de larga distancia, a los correos en los lugares donde la correspondencia se distribuye a pié, a los montañistas de las largas marchas y ascensiones, etc., está al alcance de cualquiera e incluso en nuestros artículos desde que se inició la publicación.

Por otro lado Fase 4 con buena hidremia, glucemia y sin acumular deuda de oxígeno, comparada con las que no se controlan se ve como muestra el gráfico siguiente.

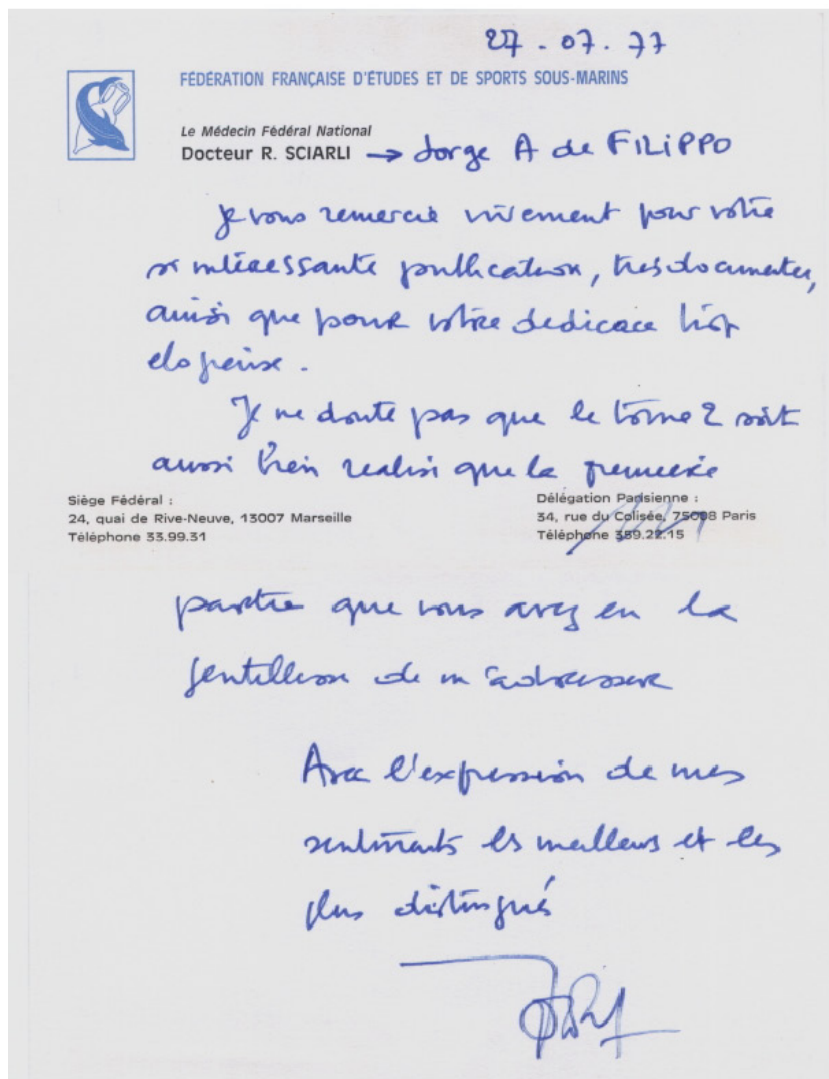


Si bien tenemos que aprender bastante de estos accidentes suponemos haber realizado una síntesis que permita a los lectores discernir sobre uno u otro, pues para nuestro grupo está claro que se trata de dos cuadros con orígenes similares en cuanto a que se está operando con la retención en apneusis pero diferentes en lo que respecta a las circunstancias particulares de activación, siendo uno directamente relacionado con una hipoxia y el otro con complejas circunstancias en los que la hipoxia no ocupa el lugar central sino que está acompañada de condicionantes tanto o más fuertes que ella misma.

Quedan muchas cosas por discernir a nivel científico pero nos parece que aclaramos la situación en sus partes básicas un poco más de lo que estaba.

***Muchas Gracias por mantener el interés y leer nuestros escritos***

## NOTA DEL DR. SCIARLI RESPECTO AL LIBRO "APNEUSIS"



### BIBLIOGRAFÍA

- ARMADA ITALIANA - **RIVISTA MARITIMA ITALIANA** - Dic. 1913.
- ASTRAND, P. O. - **THE TEXT BOOK OF WORK PHYSIOLOGY** - Mc Graw Hill, N. Y. 1 970 y siguientes.
- AUDRIVET &, CHIGNON, LECLERC - **FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO** - Diana, México, 1 967.
- BEST & TAYLOR - Dirigido por DVORKIN & CARDINALI - **BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA** - Ed. Méd. Panamericana, Bs. As., 2 003.
- BEST & TAYLOR - Dirigido por WEST, J. B. -- **BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRÁCTICA MÉDICA** - Ed. Méd. Panamericana, Bs. As., 1 993.
- BOWERS, R. W. et FOX, E. L. - **FISIOLOGÍA DEL DEPORTE** - Méd. Panam., Buenos. Aires., 1 995.
- BRAVO, Ch. -.DE FILIPPO, J. A.- RÓVERE, Á. j.- SANTANA, A. M.; VÉNTOLA, H. A. - MÁRQUEZ, L. H. - **APNEUSIS & APNEA 1** - Urosalpinx 22, P 3 - Tsunami, Buenos Aires, Junio, 2 006.
- BRAVO, Ch. -.DE FILIPPO, J. A.- RÓVERE, Á. j.- SANTANA, A. M.; VÉNTOLA, H. A. - MÁRQUEZ, L. H. - **APNEUSIS & APNEA 2** - Urosalpinx 23, P 3 - Tsunami, Buenos Aires, Agosto, 2 006.
- BRAVO, Charly, MELFI, Lino & SANTANA, Adrián M - **EQUIPOS PARA MUESTREO** - UROSALPINX 23, Sección Ciencias. - Tsunami, Buenos Aires, Agosto 2 006.

- CINGOLANI, H. E. - HOUSSAY, A. B. - **LA FISIOLOGÍA HUMANA DE BERNARDO HOUSSAY** - El Ateneo, Buenos Aires, 1 988.
- COMROE J. H. - **FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN** - Interamericana, México, 1 965.
- COMROE, FORSTER, DUBOIS, BRISCOE & CARLSEN - **THE LUNG** - Year Book Medical Publishing, Chicago, 1962. (Hay traducción castellana: "El Pulmón")
- DE FILIPPO, C. B. - DE FILIPPO, J. A. - SANTANA, A. M. - MÁRQUEZ, L. H. - VÉNTOLA H. A. - **UNA APROXIMACIÓN A LA OXIGENACIÓN** - Urosalpinx 17, P. 3 - Tsunami, Buenos Aires, Junio, 2 005.
- DE FILIPPO, C. B. - DE FILIPPO, J. A. - SANTANA, A. M. - MÁRQUEZ, L. H. - VÉNTOLA H. A. - **UNA APROXIMACIÓN A LA OXIGENACIÓN 2** - Urosalpinx 18, P. 3 - Tsunami, Bs. As., Oct., 2 005.
- DE FILIPPO, C. B. - DE FILIPPO, J. A. - SANTANA, A. M. - MÁRQUEZ, L. H. - VÉNTOLA H. A. - **UNA APROXIMACIÓN A LA OXIGENACIÓN 3** - Urosalpinx 19, P. 3 - Tsunami, Bs. As, Dic., 2 005.
- DE FILIPPO, C. B. - DE FILIPPO, J. A. - SANTANA, A. M. - MÁRQUEZ, L. H. - VÉNTOLA H. A. - **UNA APROXIMACIÓN A LA OXIGENACIÓN 4** - Urosalpinx 20, P. 3 - Tsunami, Bs. As, Feb., 2 006.
- DE FILIPPO, C. B. - DE FILIPPO, J. A. - SANTANA, A. M. - MÁRQUEZ, L. H. - VÉNTOLA H. A. - **UNA APROXIMACIÓN A LA OXIGENACIÓN 5** - Urosalpinx 21, P. 3 - Tsunami, Bs. As, Abr., 2 006.
- DE FILIPPO, J. A. - **APNEUSIS** - Ed. propias, Buenos Aires, (5 reediciones entre 1 976 / 83).
- DE FILIPPO, J. A. - AULETTA, J. L. & RÓVERE, A. J. - **BUCEO A PULMÓN LIBRE - Fases, Fase 1 y Fluido Respirado** - Urosalpinx 13 - Tsunami, Buenos Aires, Noviembre 2 004.
- DE FILIPPO, J. A. - AULETTA, J. L. & RÓVERE, A. J. - **BUCEO A PULMÓN LIBRE - Fases 2 y 3** - Urosalpinx 14 - Tsunami, Buenos Aires, Diciembre 2 004.
- DE FILIPPO, J. A. - AULETTA, J. L. & RÓVERE, A. J. - **BUCEO A PULMÓN LIBRE - Fases 4 y 5** - Urosalpinx 15 - Tsunami, Buenos Aires, Febrero, 2 005.
- DE FILIPPO, J. A. - AULETTA, J. L. & RÓVERE, A. J. - **BUCEO A PULMÓN LIBRE - Programación Operativa** - Urosalpinx 16 - Tsunami, Buenos Aires, Abril, 2 005.
- DE FILIPPO, J. A. - AULETTA, J. L. & RÓVERE, A. J. - **BUCEO A PULMÓN LIBRE** - Urosalpinx 17 - Tsunami, Buenos Aires, Junio, 2 005.
- DE FILIPPO, J. A. - AULETTA, J. L. & RÓVERE, A. J. - **BUCEO A PULMÓN LIBRE** - Urosalpinx 18 - Tsunami, Buenos Aires, Septiembre, 2 005.
- DE FILIPPO, Jorge A. - RÓVERE, Ángel J. - SANTANA, Adrián M. & VÉNTOLA, Horacio A. - **APNEUSIS & APNEA 3** - Urosalpinx 24, P 3 - Tsunami, Buenos Aires, Octubre, 2 006.
- DE FILIPPO, Jorge A. - ROVERE, Ángel J. - SANTANA, Adrián M. & VÉNTOLA, Horacio A. - **APNEUSIS & APNEA 4** - Urosalpinx 25, P 3 - Tsunami, Buenos Aires, Diciembre, 2 006.
- DI GIORGIO - **EFFETTI FISIOLOGICI DEL NUOTO SBACQUEO A APNEA** - Med. Sport. 2, 213, 1 963.
- DI LAURO, A. - **INCIDENTI RESPIRATORI DEL SUBACQUEO** - Arch. Ital. Lasring. 73: 417 / 29, 11-12 / 65.
- DOUKAN, Gilbert, Dr. - **GUÍA PRÁCTICA DE PESCA SUBMARINA** - Pulide, Barcelona, 1 963.
- FABBRI, Luigi - **L'APNEA** - La Cuba, Roma, 1 975.
- GUILLERME, Jacques & RIVOIRE, Jean - **TRAITÉ DE LA PLONGÉE** - E. Dunod, París, 1 955.
- GUYTON, A. - **TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA** - Interamericana, Madrid, 1 984 y sucesivas.
- HOUSSAY, B et AL. - **FISIOLOGÍA HUMANA** - El Ateneo, Bs. As., 1 957.
- IVANOVICH, Vane - **LOS SECRETOS DE LA PESCA SUBMARINA** - Hispano Europea, Barcelona, 1 961.
- K. V. - **FISIOLOGÍA, SANGRE** - Galeno, Buenos Aires, 1 974.
- K. V. - **FISIOLOGÍA, CIRCULATORIO, 1<sup>ra</sup> PARTE** - Galeno, Buenos Aires, 1 974.
- K. V. - **FISIOLOGÍA, CIRCULATORIO 2<sup>da</sup> PARTE** - Galeno, Buenos Aires, 1 974.
- LAMBERTSEN, SEMPLE, SMYTH & GELFAND - **H+ AND PCO<sub>2</sub>, AS CHEMICAL FACTORS IN RESPIRATORY AND CEREBRAL CIRCULATORY CONTROL** - J. Appl. Physiol. 16, pp. 473-464, 1961.
- MARCANTE, Duillo - **ASÍ ES EL DEPORTE SUBACUÁTICO** - H. Blume, Madrid, 1 977.
- MARCANTE, Duillo & ODAGLIA, Giorgio - **SCENDETTE SOTT'ACQUA CON ME** - La Kalesa, Roma, 1 975
- MEAD, J. - **MECHANICAL PROPERTIES OF LUNGS** - Physiol. Rev. 41, pp 281-330, 1 961.
- MOLFINO, Francesco - **MEDICINA SUBACQUA** - Inst. de Medicina del Lavoro, Univ. de Génova, 1 964.
- MOLNAR - Citas de: MOLFINO - MARCANTE & ODAGLIA - ROGHI - .
- MOREHOUSE, L. E. & MILLER, A. T. - **FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO** - El Ateneo, Bs. As., 1 986.

MURRAY, GRANNER, MAYER & RODWELL - **BIOQUÍMICA DE HARPER** - El Manual Moderno, México, 1 992.

OLSCHI, Danielle - **LA CACCIA SUBACQUEA** - La Cuba, Roma, 1 975.

OLSCHKI, Alessandro - **CACCIA SUBAQUEA** - Mediterranee, Roma, 1 965.

PEDERZINI, Alessandro & ROGHI, Gianni - **IL SOMOZZATORE** - Artigliani Grafia, Roma, 1 960.

POLETTI & GIOVANELLI - **OBSERVACIONI SU DUE CASI DE INCIDENTI DE NUOTO SUBACQUEO IN PISCINA** - Med. Sport., 10, 573, 1 962.

SALA MATAS, Juan E. - **CAZA SUBMARINA** - Sintet, Barcelona, 1 965.

SAIBENE, F. & AL - **LAVORI RESPIRATORIO E VENTILAZIONE AL PASSAGGIO DALLA RESPIRAZIONE NASALE A QUELLA ORALE** - Bol. Soc. Ital. Biol. Sper. 41, 1550 - 2, 31 Dec. 1 965.

SCIARLI, Raymond J. - **LA MÉDECINE DE LA PLONGÉE** - Oceanus, N° Hors Serie, 39 B, 1 976.

SELYE, H. - **LA TENSION EN LA VIDA** - Fabril, Buenos Aires, 1 964.

TAYLOR, Frederik Wilson - **MANAGEMENT CIENTÍFICO** - Oikos-Tau, Barcelona, 1 970 - (Original: *THE PRINCIPLES OF SCIENTIFIC MANAGEMENT* (1911)).

WAGNER I. D. - **DIFFUSION AND CHEMICAL REACTION IN PULMONARY GAS EXCHANGE** - Physiol. Rev. 57, pp 257 - 312, 1 977.

WEIBEL, E. R. - **MORPHOLOGICAL BASIS OF ALVEOLAR - CAPILLARY GAS EXCHANGE** - Physiol. Revue 53 : 419 / 495, 1 973.

WEST, John. B. - **RESPIRATORY PHYSIOLOGY - THE ESSENTIALS** - Williams & Wilkins, Baltimore, 1 985 a.

**L e s V I E U X P L O N G E U R S de « L O S 4 C E N T R O S »  
a s u s c o l e g a s d e l r e s t o d e l M u n d o**

**B u e n o s A i r e s , D i c i e m b r e 2 0 0 9**