

**PLAN DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO  
PARA EL INICIO DEL BUCEO CON EQUIPO**

Rafael Plaza Delgado.

## 1.- JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad la gran difusión y oferta de la práctica del buceo, como actividad lúdica y con carácter de aventura, hacen que el número de practicantes, de muy diversa índole (edad, constitución y condición física, hábitos deportivos o de vida, actividad profesional, etc....), haya crecido de forma casi exponencial.

El buceo como actividad deportivo-recreativa (excluidos el profesional, el deportivo-competitivo y el científico) no está exenta de riesgos; unos que van a derivar de la propia imprevisibilidad y agresividad del medio marino en el que se desarrolla, y otros derivados de la propia idiosincrasia del individuo fuera de su ambiente vital utilizando unos sofisticados medios técnicos.

Por estos riesgos inherentes y con el fin de minimizarlos, el buceo es la única actividad deportiva que requiere una autorización gubernativa previa para su práctica, siendo preceptivos un reconocimiento médico especializado y unos cursos de formación. El reconocimiento médico de aptitud previo, cada vez más exhaustivo y especializado, está encaminado a detectar patologías físicas o psíquicas que limiten o contraindiquen su práctica. Por otro lado, los cursos de iniciación al buceo incluyen una formación, más o menos completa de carácter: teórico, técnico y práctico; pero como actividad físico-deportiva, en la que se van a demandar a nuestro organismo (en especial a algunos sistemas orgánicos) requerimientos físicos poco habituales, sería lógico incluir además, la enseñanza de pautas o cuidados médico-deportivos, para que el buceo, además de una actividad lúdica, recreativa, deportiva, etc.... sea una actividad saludable.

El mejorar la capacidad o aptitud física, o al menos de los sistemas orgánicos más directamente implicados en el buceo, para: mejorar el rendimiento de los mismos, disminuir el cansancio, y aprender el buen mantenimiento de dichos sistemas, debe ser considerado en la formación inicial del buceador, con el fin de dotarlo de más recursos ante posibles contingencias y posibilite un mayor disfrute de su práctica.

En resumen, si en los cursos de iniciación al buceo se enseña, además de fundamentos teórico-prácticos, a utilizar y a mantener en buen estado el equipo de buceo, parece también necesario enseñar a mejorar y mantener en buena condición física al buceador, para que esta actividad deportivo-recreativa sea además saludable.

## 2.- Exposición.

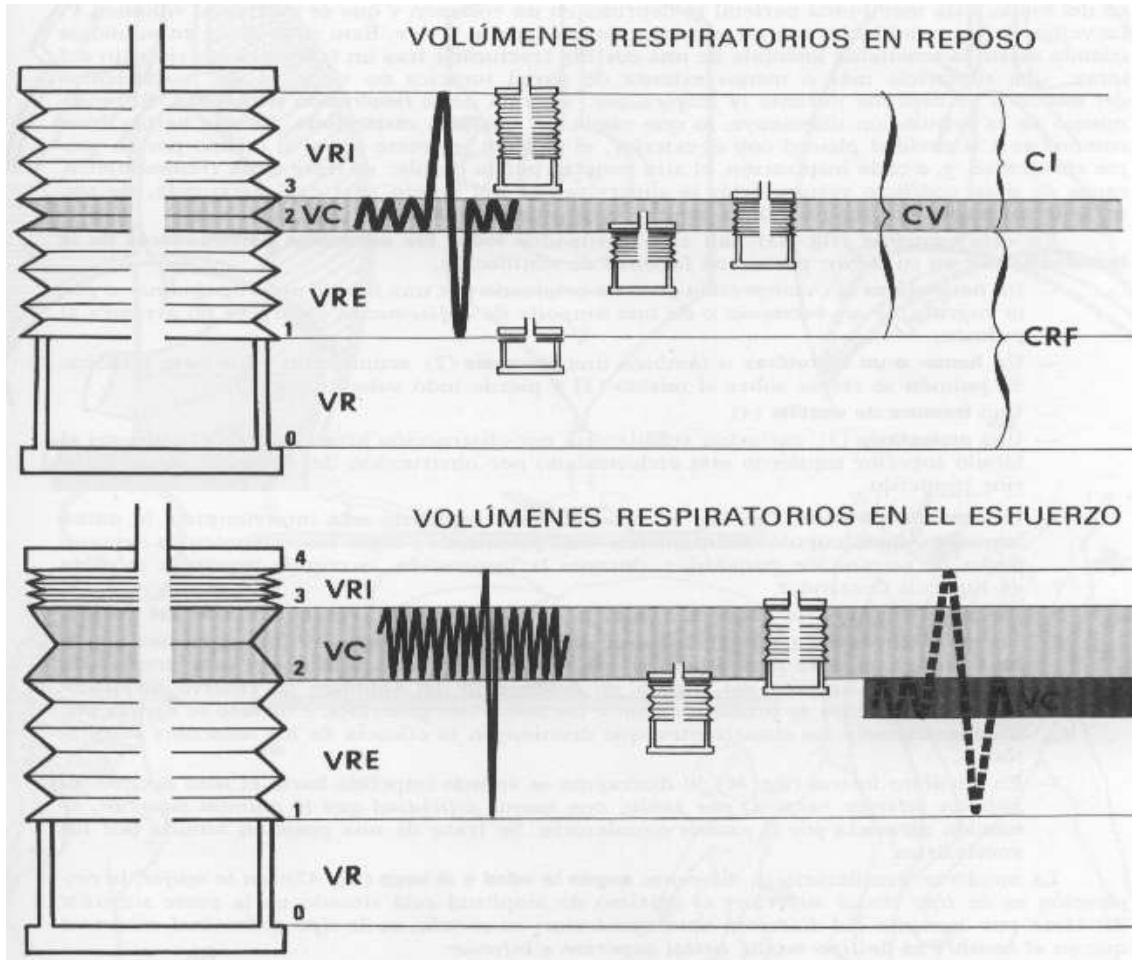
### A) Fisiología del Buceo.

En la práctica del buceo, y más concretamente en el buceo con equipo, se van a someter a algunos sistemas orgánicos a demandas, que más que intensas, van a ser especiales en lo que se refiere a presión, temperatura, mezcla respiratoria, etc.... en las que van a tener que desarrollar su función dichos sistemas.

El buceo está clasificado, por el nivel de esfuerzo que supone, como ejercicio de "*moderadas demandas estáticas y bajas demandas dinámicas*", esta clasificación se realiza en función del tipo de contracción muscular, que en el caso del buceo se considera de tipo "mixto", en el que se conjugan la actividad dinámica y estática. En el ejercicio dinámico (de larga duración o resistencia y menor intensidad) predomina la contracción de tipo isotónico; y en el ejercicio estático (propio de acciones motrices más cortas y más intensas) predomina la contracción de tipo isométrico. Así mismo, el tipo de contracción muscular va a ser lo que determine la vía metabólica predominante para la obtención de energía que utiliza el músculo, pudiendo ser según el esfuerzo: aeróbica (con oxígeno) para el ejercicio dinámico, o anaeróbica (sin oxígeno) para el ejercicio estático.

a) Aparato Respiratorio:

El aparato respiratorio es básicamente un intercambiador de O<sub>2</sub> y de CO<sub>2</sub> entre la sangre y el exterior. La ventilación consiste en la movilización del aire desde el exterior, durante la inspiración y en sentido contrario durante la espiración. La capacidad ventilatoria vendrá determinada por: la resistencia al flujo de las vías aéreas, la elasticidad del parénquima pulmonar, el volumen del pulmón y de la fuerza de los músculos respiratorios. Todos los volúmenes y capacidades pulmonares, son aproximadamente un 25% menores que en los hombres, siendo mayores en personas más altas y atléticas que en pequeñas y asténicas.



En la respiración normal durante la inspiración, se crea una presión negativa, producida por la expansión de la caja torácica casi exclusivamente por la acción del diafragma, (ayudado por los músculos intercostales externos y supracostales) que al contraerse desplaza el contenido abdominal hacia abajo y empuja las últimas costillas hacia fuera; en la inspiración forzada además participan los músculos accesorios como: escalenos, esternocleidomastoideos, pectorales y serratos, entre otros, que aumentan la expansión torácica, con lo que se aumenta la presión negativa y aumenta el flujo de aire. La espiración es un proceso puramente pasivo motivado por la elasticidad del parénquima pulmonar y de la pared torácica, que devuelve la energía acumulada en la inspiración, ayudadas por la contracción de los músculos intercostales internos; en la espiración forzada participan además, los músculos abdominales y en menor medida: serratos menores e inferiores, dorsal largo, etc....

Durante la inmersión se producen modificaciones de la ventilación; Así en la inmersión hasta el cuello aumenta la presión en la cavidad abdominal (desde -6 cm. hasta +12 cm.) retrayéndose los músculos abdominales y elevándose al tiempo el diafragma, esto supone que aumente el retorno venoso y que disminuya la capacidad pulmonar a costa de la Reserva espiratoria, (estimándose hasta en un 70% ó 500-750 cc); también se aumenta (un 60% aprox.) el trabajo respiratorio. En el buceo con tubo se produce: aumento del Espacio Muerto Anatómico, y así mismo aumento de la presión inspiratoria y del consiguiente trabajo respiratorio. El buceo con equipo se caracteriza principalmente por ser la espiración activa; se realiza una respiración específica (más lenta, con mayor Volumen Corriente y partiendo de posiciones torácicas más dilatadas) con un cambio del patrón ventilatorio en el que se alarga la pausa post-inspiratoria y se aumenta el Volumen de Reserva Espiratoria a costa del Volumen de Reserva Inspiratoria; además al aumentar la presión y con ella la densidad de la mezcla respiratoria, aumenta la resistencia al flujo; entonces, el esfuerzo respiratorio normal resulta insuficiente para procurar un volumen corriente capaz de asegurar la oxigenación correcta de la hemoglobina lo que se hace más patente en momentos de esfuerzo muscular.

Por esto, la enseñanza de los medios para llevar a cabo una ventilación correcta, en la que se utilicen todos los recursos de que dispone la mecánica del aparato respiratorio, constituye un eslabón previo-encadenado a todo ejercicio físico o deportivo; y más aún en las condiciones especiales del buceo.

El acondicionamiento del aparato respiratorio para conseguir una buena función respiratoria, estarán dirigidos a: mejorar la movilidad del tórax y la columna dorsal y para potenciar la musculatura respiratoria

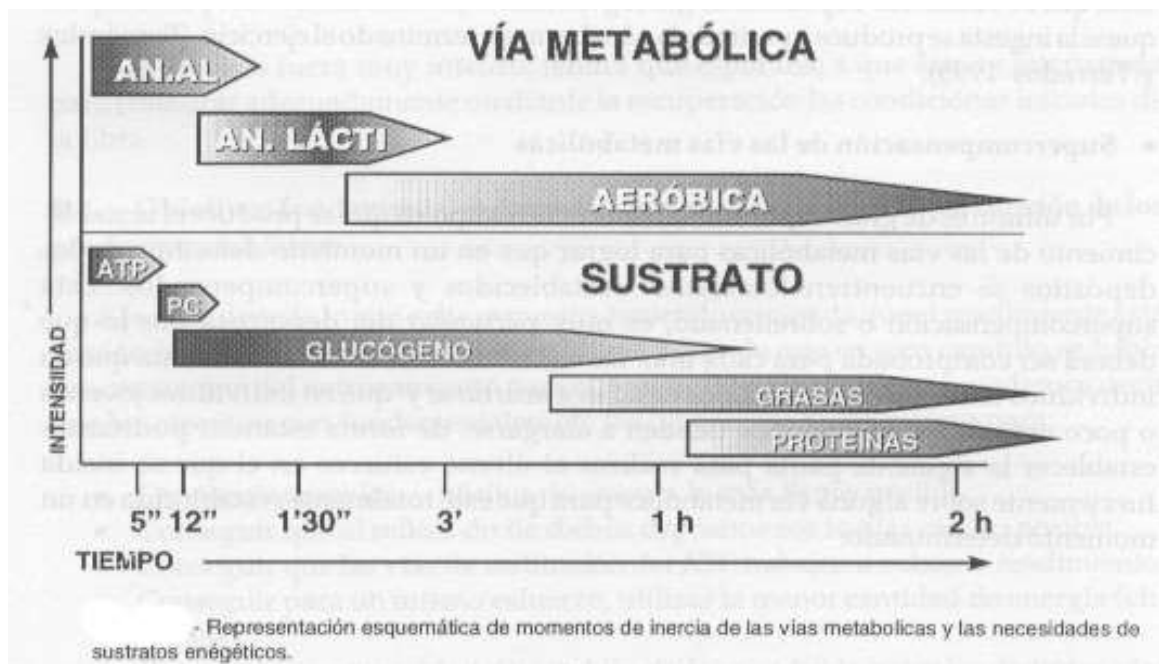
#### b) Aparato Cardio-circulatorio:

En el buceo el aparato circulatorio se va a adaptar a las peculiares circunstancias en las que desarrolla su función. Durante la inmersión, el frío en la zona facial es capaz de producir bradicardia; en la apnea el estímulo de baro y quimiorreceptores producen también un estímulo vagal bradicardizante. Se va a producir además, por la presión hidrostática y por la alta densidad del agua del mar, un aumento del retorno venoso ya que se aumenta la diferencia de gradientes de presión intra y extratorácicos, aunque este efecto se ve, en cierta manera compensado, por la compresión de los grandes troncos venosos abdominales; así mismo, la presión hace que la sangre habitualmente encharcada en las venas periféricas sea exprimida hacia el corazón; esto, además se ve favorecido por la vasoconstricción periférica que trae consigo el descenso de la temperatura ambiental. Todo ello se traduce en un aumento de volumen de sangre a nivel central a expensas del periférico; estimándose en un 30% el aumento del débito cardíaco durante la inmersión en agua a 34° de temperatura; así mismo, se produce un aumento del volumen sistólico durante la inmersión. Por otro lado, la presión arterial varía poco. El comportamiento del sistema cardiovascular en el buceo supone: un predominio del tono vagal, a nivel central se produce el aumento del retorno con el consiguiente aumento de volumen de llenado diastólico (precarga) y del volumen sistólico, además de una redistribución del flujo (como las adaptaciones cardiocirculatorias que se producen durante el ejercicio de carácter dinámico).

Los objetivos perseguidos, a nivel cardiovascular, con el acondicionamiento físico van a ser: mejorar el gasto cardíaco, disminuir la resistencia periférica al flujo, mejorar la vascularización y perfusión tisulares, y redistribución del flujo sanguíneo hacia arterias coronarias, circuito pulmonar y músculos activos.

## c) Sistema músculo-esquelético.

El buceo con equipo como ejercicio de carácter mixto (estático y dinámico) por los esfuerzos que conlleva, va a necesitar la participación de diferentes tipos de fibras musculares; estas pueden ser predominantemente: fibras tipo I (lentas o ST) y tipo II B (intermedias o FT). Las fibras tipo I se caracterizan por: tardar en activarse por tener pocas motoneuronas, se contraen con poca fuerza, resisten más a la fatiga, tienen un mayor potencial metabólico aeróbico (tienen más nº y tamaño mitocondrial, mayor actividad enzimática para la fosforilación oxidativa, están muy capilarizadas y almacenan glucógeno); Las fibras tipo II B: se activan con más rapidez, se contraen con más fuerza, son menos resistentes, su potencial metabólico es predominantemente (glucolítico) anaeróbico-láctico (con menos nº y tamaño de las mitocondrias, más actividad enzimática de glucógeno-fosforilasa para la glicólisis anaeróbica y está menos capilarizada).



Los grupos musculares más implicados en el buceo podrían desglosarse según su participación o implicación en: a) músculos encargados de los desplazamientos en el agua, principalmente se utilizan los miembros inferiores (en extensión), siendo preferentemente los elementos motores la musculatura de la flexo-extensión de las caderas y de los tobillos, participando en menor medida los músculos de la flexo-extensión de las rodillas; b) músculos encargados de la mecánica ventilatoria, en la que participan el diafragma, la musculatura abdominal, los intercostales y la musculatura dorsal y torácica; y c) músculos encargados de mantener la postura (principalmente en decúbito, dando la espalda a la superficie) en la que participan la musculatura encargada de fijar la columna lumbar y pelvis, así como la musculatura de la pared abdominal.

Se pretende mejorar, con el entrenamiento: la resistencia y elasticidad muscular, así como su fuerza, además de la movilidad articular.

## d) Metabolismo.

Durante la inmersión con mezcla respiratoria la capacidad de respuesta al esfuerzo está muy disminuida. Por un lado, el esfuerzo provoca, por la fatiga de la musculatura respiratoria y la presión del aire de la mezcla, inspiraciones más profundas y

espiraciones más cortas (alargamiento de la pausa post-inspiratoria) con lo que el tórax se va insuflando por el atropamiento del aire; disminuyéndose los niveles de O<sub>2</sub> y favoreciendo la acumulación alveolar de CO<sub>2</sub> (intoxicación por CO<sub>2</sub>), con lo que se dificulta el intercambio de gases. Por otro lado, la vasoconstricción periférica producida por el descenso de temperatura y el aumento de presión, dificultan la circulación en el tejido muscular en los miembros, disminuyendo la oferta de O<sub>2</sub> y favoreciendo el exceso de CO<sub>2</sub>. Además, el descenso de la temperatura corporal interna y el consiguiente estímulo del centro termorregulador hipotalámico bastan para determinar un aumento del metabolismo basal que se traduce en un aumento del consumo de oxígeno.

Al aumentar, con el esfuerzo, las necesidades de aporte de O<sub>2</sub> y de eliminación de CO<sub>2</sub> en mayor proporción que las posibilidades orgánicas, el trabajo muscular se va a realizar con déficit de oxígeno (anaerobiosis); lo que comporta a nivel tisular, conforme se alarga el esfuerzo, una deuda de O<sub>2</sub> y una acumulación de CO<sub>2</sub>, así como de Ácido láctico (acidosis); causas determinantes de la aparición de la fatiga y el agotamiento, que en la inmersión aparece y se desarrolla rápidamente. Con entrenamiento de la fuerza

#### B) Conceptos de entrenamiento.

Las cualidades físicas básicas son el conjunto de aptitudes de la persona que la posibilitan fisiológica y mecánicamente para la realización de cualquier actividad física. De forma general, se consideran cuatro cualidades físicas básicas: Resistencia (capacidad psicofísica para resistir la fatiga), Fuerza (capacidad de superar o contrarrestar cargas mediante la actividad muscular), Flexibilidad (es la capacidad que, con base en la movilidad articular, extensibilidad y elasticidad muscular, permite el máximo recorrido articular en distintas posiciones) y Velocidad (capacidad de realizar actividades motrices, en condiciones dadas, en el tiempo mínimo); se podría añadir una quinta capacidad, la Coordinación. En ninguna actividad física estas cualidades aparecen de forma pura y aislada, si no más bien interrelacionadas entre sí. La evolución y desarrollo de las mismas van a conformar en principio la condición física general de la persona.

El entrenamiento se define como un proceso planificado y complejo que, en el caso del ejercicio, consiste en organizar la cantidad y la intensidad del mismo, para que las cargas progresivas de trabajo estimulen los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo, favorezcan el desarrollo de las diferentes capacidades y así mejorar el rendimiento deportivo. Es decir, el entrenamiento es igual a adaptación biológica. La teoría y metodología de entrenamiento tiene sus principios en bases científicas; las guías y reglas que sistemáticamente dirigen el proceso global de entrenamiento se conocen como principios de entrenamiento. En estos principios hay varios aspectos, unos de carácter pedagógico, y otros de carácter biológico entre los que se incluyen: que el nivel de estimulación de la carga sea adecuado, que sea tenido en cuenta la relación entre la estimulación y el período de descanso posterior, y que exista además de variedad de cargas, reiteración, continuidad, progresividad, periodización, regeneración e individualización de las mismas.

C) Propuesta de Acondicionamiento físico para iniciación al buceo.

Antes de iniciarse en el buceo, como en cualquier actividad deportiva, es aconsejable y en este caso preceptivo un Reconocimiento Médico de Aptitud realizado por médicos cualificados que, además de detectar cualquier patología que suponga riesgo, nos orienten con las recomendaciones oportunas para su corrección. Una vez en las condiciones más óptimas, sería recomendable el inicio de un programa de acondicionamiento físico específico previo al buceo; una propuesta, a tal efecto, podría ser la siguiente.

1. **Objetivos:** mejorar la resistencia cardiovascular, mejora de la mecánica ventilatoria, mejora de la resistencia y fuerza muscular, así como de la movilidad articular.
2. **Recomendaciones generales:** realiza una dieta equilibrada o corrige errores dietéticos, evita o reduce hábitos tóxicos (tabaco, café, alcohol u otros excitantes...), procura un descanso adecuado, utiliza ropa y calzado adecuado a la actividad y condiciones meteorológicas, entrena también la toma de agua antes, durante y después de los entrenamientos, etc.... y en general cuida tu cuerpo.
3. **Programación:**  
La duración es de 4 semanas: las dos primeras con 3 sesiones y las dos siguientes con 4 sesiones por semana (puede alargarse 2 sem).

	L	M	X	J	V	S	D
Ej. Respiratorios	+	+	+	+	+	+	+
Elasticidad		+*	+		+		+
Trote/Bici/Natación		+*	+		+		+
Entr. de Fuerza			+*		+*		

(\*) 3ª y 4ª semanas.

4. **Tipo/Volumen de Ejercicio:**
  - Ej. Respiratorios y posturales: Sesiones diarias e independientes (10-15 min.). (Anexo I).
  - Ej. de Elasticidad: Estiramiento estático (10-12 min.), antes y después de las sesiones de actividad deportiva. (Anexo II).
  - Ej. de Fuerza (opcional): se recomienda un trabajo en principio de fuerza resistencia aeróbica seguido de un régimen de fuerza resistencia anaeróbica, de unos 20-25 min/ses compartiendo el tiempo con la actividad deportiva de esa sesión. Se recomienda asesoramiento de un monitor. (Anexo III).
  - Actividad Deportiva: se recomiendan trote, bicicleta o natación. Los tiempos de actividad se irán alargando progresivamente desde unos 15 min/ses. hasta unos 35-40 min/ses., del mismo modo se puede ir progresivamente incrementando la intensidad.
5. **Intensidad:** La manera más sencilla de controlar el nivel de esfuerzo se calcula a partir de la frecuencia cardíaca máxima, lo más indicado es con una prueba de esfuerzo, aunque teóricamente se puede calcular con la fórmula de: FC max. = 220-edad. La intensidad de esfuerzo (trote, pedaleo o nado) la marcará la frecuencia cardíaca medida con un pulsímetro o tomando las pulsaciones en el pecho o en la muñeca durante 15 segundos y multiplicando x4 (pulsaciones/minuto).
  - 1-2ª semanas: 60-70% de FC max (\*).
  - 3-4ª semanas: 70-80% de FC max. (\*).      \*(Natación: -10 puls/min).

6. Sesiones:
- a) Ej. Respiratorios: se pueden realizar al inicio de las otras sesiones o de forma independiente.
  - b) De Acondicionamiento: se dividirán en tres partes
    - 1ª) Calentamiento (10-15'): con estiramientos estáticos, suaves, progresivos, sin rebote, coordinados con la respiración y sin dolor.
    - 2ª) Actividad específica (trote/bici/nado) (15-40'): ir aumentando progresivamente los tiempos de actividad, según el estado de forma y condiciones de cada uno; controlando el pulso cada 5-10'.
    - 3ª) Vuelta a la calma (5-10'): disminuir el ritmo hasta casi normalizar la frecuencia cardiaca y después estirar evitando enfriarse y aprovechando para reponer agua o bebidas isotónicas.

### **3.- Discusión.**

Con el presente trabajo se ha perseguido un triple objetivo:

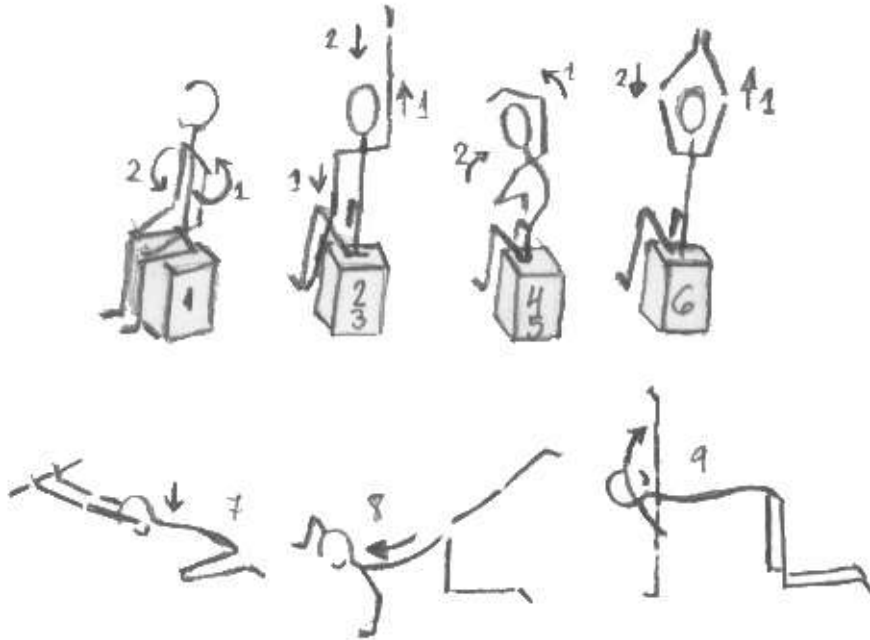
1. Resaltar la importancia de realizar una correcta puesta a punto de carácter físico-deportivo, para iniciarse en una actividad recreativo-deportiva, el buceo con equipo, pretendiendo hacerla un poco más segura y saludable.
2. Analizar las peculiaridades que caracterizan el buceo con equipo y sus repercusiones en la fisiología de algunos sistemas orgánicos.
3. Plantear un programa de acondicionamiento físico, lo más específico posible, para el inicio de la práctica del buceo con equipo; atendiendo a los requerimientos especiales del buceo y a las adaptaciones fisiológicas que produce en los sistemas orgánicos más directamente implicados.

-----

## ANEXO I.

Mecánica Ventilatoria y Postural.

a) Movilización del tórax y de la columna dorsal: (1-9) 1: INSPIRAR, 2: ESPIRAR.



b) Fortalecimiento de diafragma y abdominales: (10-18)



1.- Diafragma: inspirar elevando el abdomen, inspirar más y elevar el pecho bajando el abdomen. Espirar descendiendo primero el pecho y luego el abdomen.

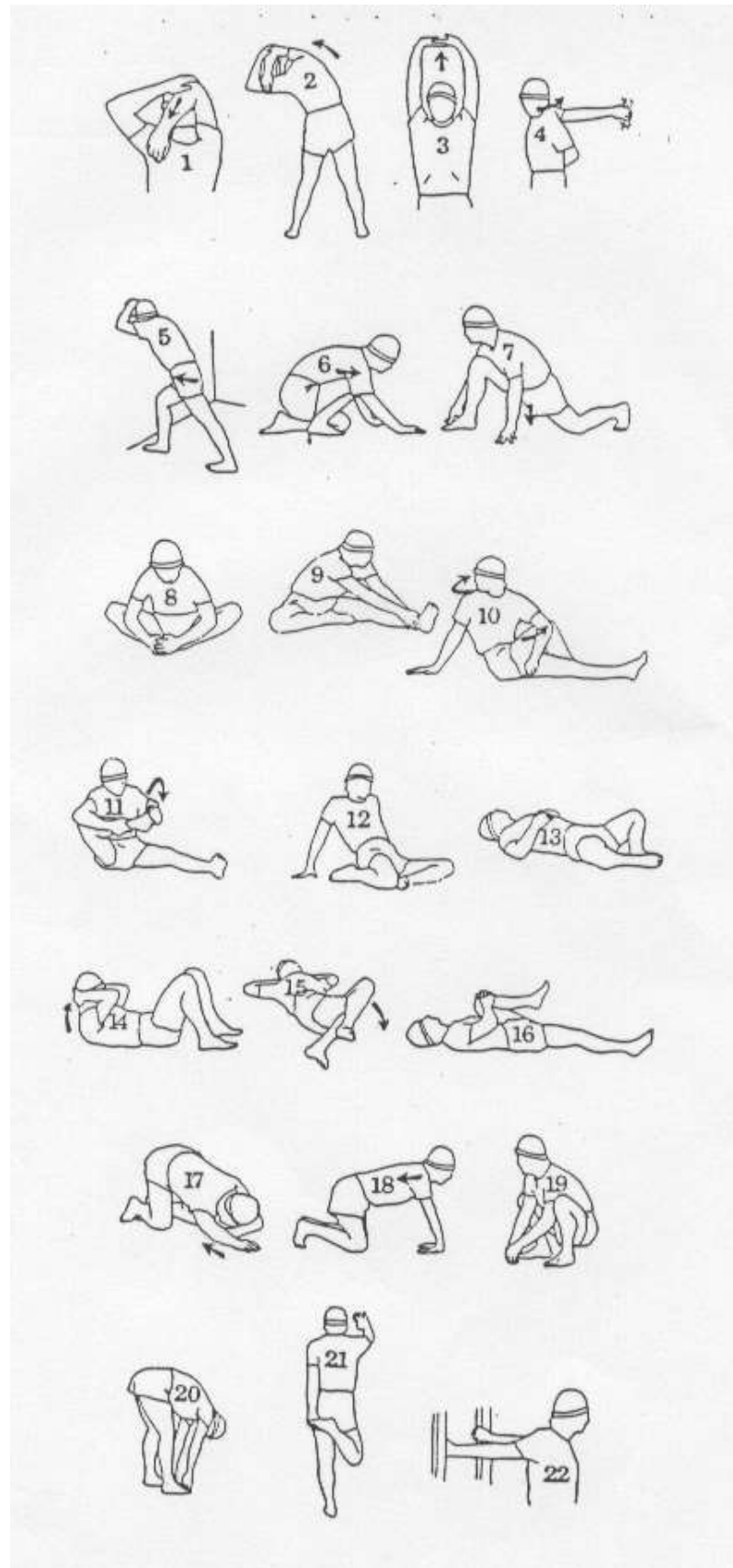
2.- En inspiración máxima, y en espiración máxima: pasar el aire de tórax a abdomen.



3.- Abdominales: inspirar, contraer durante 10" y espirar relajando.

**ANEXO II.**

Elasticidad / Flexibilidad.



### ANEXO III.

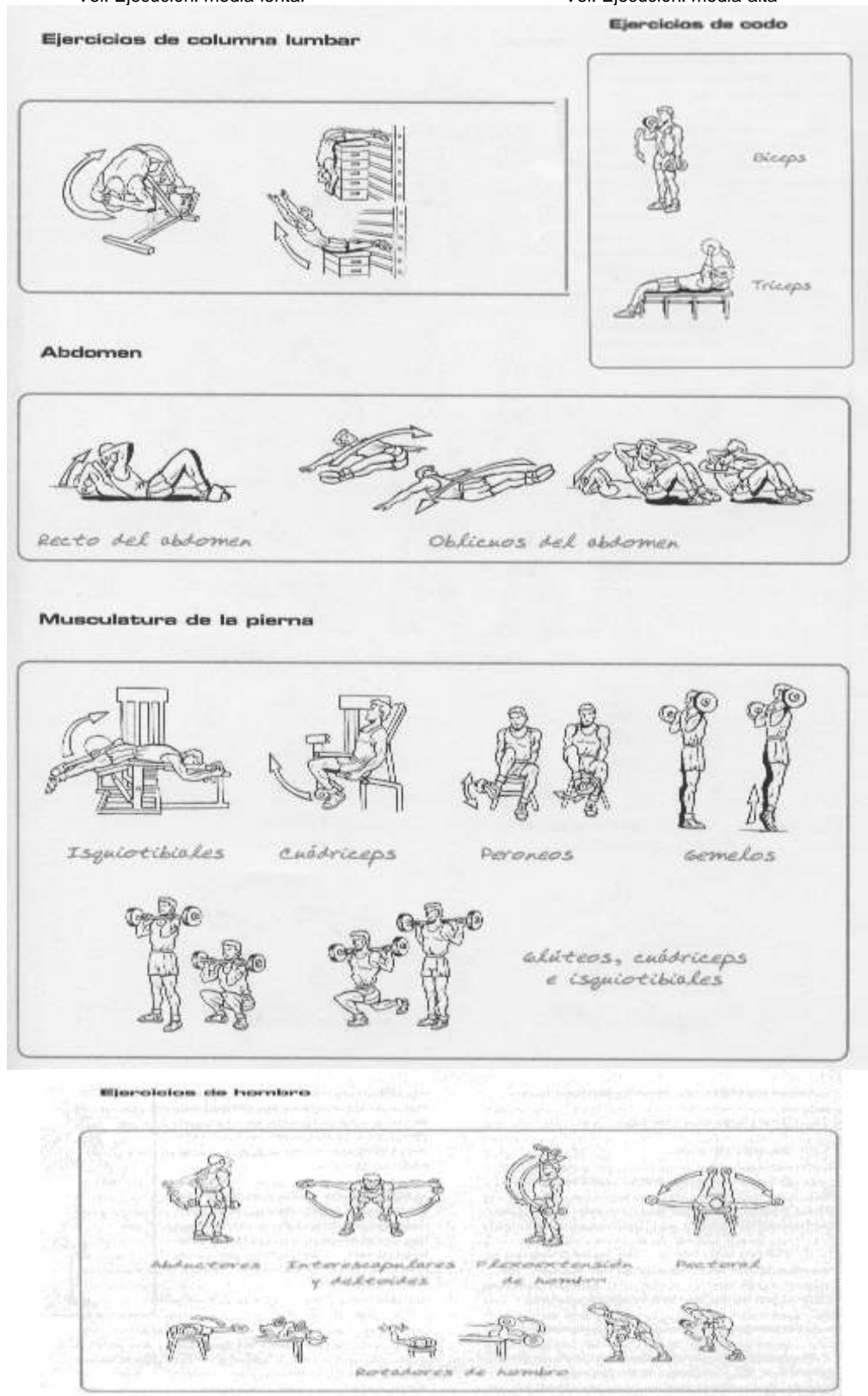
#### Entrenamiento de Fuerza:

##### A) Fuerza-Resistencia Aeróbica:

- Carga: 50%.
- Series: 4-6.
- Repeticiones: 15 a 30.
- Recuperación: 1 min.
- Vel. Ejecución: media-lenta.

##### B) Fuerza-Resistencia Anaeróbica:

- Carga: 70%.
- Series: 4-6.
- Repeticiones: 8 a 15.
- Recuperación: 2 min.
- Vel. Ejecución: media-alta



#### 4.- Bibliografía.

1. Agustí Vidal, A. y Picado Vallés. "Neumología Básica". IDEPSA. 1986.
2. Balanza Galindo, S. "Reconocimientos médicos de aptitud para el buceo y sus contraindicaciones". Inst. Social de la Marina. Curso de Medicina subacuática e hiperbárica, II Edición. 2004.
3. Ballesteros Massó, et alts. "Traumatología y Medicina del deporte, T.1. Bases de la medicina del deporte". Thomson Eds Spain. Paraninfo.2002.
4. Esteban Múgica, L. "Rehabilitación funcional por ejercicios". EPM.1984.
5. Gallar Montes, F. "Medicina subacuática e hiperbárica". Edt. Instituto Social de la Marina. 1995.
6. Kapandji, I. A. "Cuadernos de fisiología articular. T: 3. Tronco y raquis" Masson SA. 1988.
7. Leibar Mendarte, X. y García Verdugo, M. "Entrenamiento de la resistencia de los corredores de medio fondo y fondo". Gymnos Editorial Deportiva. 1997.
8. Martín Escudero, P. "Ejercicio Físico y H. T. A.". You&Us, SA. 2002.
9. Olivé Vilás, R. "Saludínámica. Nº: 2. El tenis". Área científica. Grupo Menarini. 2003.

R. Plaza Delgado.  
26-XI-04