

Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

ESTUDIO



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

SOBRE LA PROFILAXIA DE LOS ACCIDENTES



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

OCASIONADOS POR EL

Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

AIRE COMPRIMIDO



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

POR



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

MANUEL VILLARROEL A.

Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



MEMORIA DE PRUEBA



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Presentada para optar al grado de licenciado en la Facultad de Medicina
i Farmacia de la Universidad de Chile



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA Y ENCUADERNACION UNIVERSITARIA

TALLERES: GAY 1765-67.—OFICINA, BANDERA 41

1904

Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL **ESTUDIO**

SOBRE LA PROFILAXIA DE LOS ACCIDENTES

OCASIONADOS POR EL

AIRE COMPRIMIDO

MANUEL VILLARROEL A.

Museo Nacional de Medicina

MEMORIA DE PRUEBA

Presentada para optar al grado de licenciado en la Facultad de Medicina
i Farmacia de la Universidad de Chile

IMPRENTA Y ENCUADERNACION UNIVERSITARIA

TALLERES: GAY 1765-67.—OFICINA, BANDERA 41

1904

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

TUCH
MED
1904
V722e
c.1

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL
POR

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
SANTIAGO DE CHILE



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



DEDICATORIA Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Al Doctor Alejandro del Rio

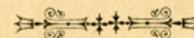
SU ALUMNO

M. VILLARROEL.



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



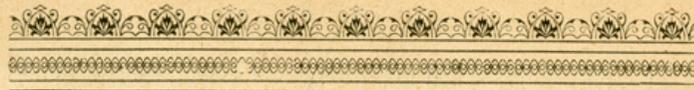
Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



INTRODUCCION

Las aplicaciones del aire comprimido en las construcciones submarinas, en la cimentacion de puentes, en la recolección de esponjas i aun en la explotacion de minas, han adquirido últimamente un gran desarrollo i, puede decirse, que desde la invencion de la armadura de los buzos, debida a M. SIEBE (1829) i sobre todo desde los primeros ensayos del procedimiento del ingeniero TRIEGER en los trabajos de minas (1831), los usos del aire artificialmente comprimido han facilitado el ensanche de muchas ramas del comercio i de las industrias.

Es, pues, considerable el número de individuos que, a fin de concurrir a estos diversos trabajos, se somete a los efectos de una presion atmosférica duplicada i aun triplicada.

En la Republica de Chile se ha empleado el aire comprimido en muchas construcciones i es de esperar que en breve sea necesario recurrir a él en las obras de defensa del puerto de Valparaiso, que actualmente se encuentran en estudio.

Desgraciadamente, están mui léjos de ser inofensivos los efectos del aire comprimido sobre la salud, como lo prueban los numerosos accidentes i muertes observados hasta la presente





época. Muy conocidos son los datos que a este respecto suministra MICHEL: desde el 22 de Agosto hasta el 13 de Setiembre del año 1879, de 115 hombres que trabajaban en el puerto de Tolon, perecieron 43. SMITH observó 107 accidentes, 3 de ellos mortales, en la construccion del puente sobre el East-River en 1872. En los trabajos de escavacion del túnel bajo el Hudson ocurrieron 9 defunciones. Paul BERT asegura que, entre los buzos griegos que se ocupan de pescar esponjas, mueren anualmente 30. La construccion del dique de Talcahuano costó la vida a 7 obreros.

Philipp SILBERSTERN aprecia los casos mórbidos ocurridos en los últimos años a una presión de 2 a 2,5 atmósferas en 200 anuales por cada 100 individuos, la invalidez en 6 por ciento i la mortalidad en 2 por ciento. La opinion de MOIR respecto de esta última, es todavía mucho mas desconsoladora: la estadística de este autor arroja una mortalidad anual de 25 por ciento.

Basta la enunciaci3n de estos hechos—pues, podria mencionar muchos otros—para sentir la necesidad de estudiar sus causas i la de buscar los medios que nos permitan prevenirlos o combatirlos. He aquí porque, a pesar de las dificultades con que de ordinario se tropieza en el estudio de esta importante parte de la Higiene, he procurado imponerme de todas las cuestiones que se relacionan con ella i resumirlas en un trabajo suscito.

Varias publicaciones efectuadas últimamente han estudiado la patojenia i los caracteres de la afeccion a que están espuestos los obreros que se ocupan en las faenas en que se utiliza el aire comprimido.

En el presente trabajo he tenido en vista mui especialmente las medidas que la esperiencia i la observacion aconsejan oponer contra la produccion de los fenómenos patológicos, a veces graves, que resultan del manejo incorrecto del aire a alta presión.

Sin embargo, con el propósito de evitar deficiencias i a fin de facilitar la esposicion de la parte fundamental de este trabajo, creo que es indispensable hacer algunas consideraciones de órden técnico i fisiológico. Además, juzgo útil dedicar algunas



líneas al estudio de la sintomatología i tratamiento de la enfermedad de los obreros indicados.

En este concepto, he distribuido este estudio en la forma siguiente:

- 1) *Mecanismo del trabajo en el aire comprimido.*
- 2) *Efectos fisiológicos* observados a consecuencia del aumento de la presión atmosférica.
- 3) *Fenómenos patológicos* que sobrevienen a los obreros;
- 4) *Profilaxia* de los referidos fenómenos patológicos; i
- 5) *Tratamiento* de los mismos.



Antes de terminar esta breve esposicion, voi a permitirme expresar mis agradecimientos al profesor de Higiene de la Escuela de Medicina, doctor Alejandro DEL RIO, por las facilidades con que tuvo a bien favorecerme en la realizacion de este pequeño trabajo.





ESTUDIO SOBRE LA PROFILAXIA

DE LOS ACCIDENTES OCASIONADOS POR EL AIRE COMPRIMIDO



§ I.—Mecanismo

del trabajo en el aire comprimido



DESCRIPCIÓN DE LOS APARATOS DESTINADOS A LOS TRABAJOS EN GRAN ESCALA, (CONSTRUCCION DE PUENTES, COLOCACION DE MUELLES, ETC.)



Con el objeto de trabajar en seco en el fondo de las aguas, se introduce comunmente en ellas una caja metálica de paredes resistentes, denominada *campana de buzos* o «caisson», como la llaman los franceses. Esta caja se encuentra abierta en el fondo i sus bordes inferiores cortantes penetran un poco en el suelo. A su parte superior se adapta un cilindro tambien metálico, de uno o dos metros de diámetro, suficientemente largo para sobresalir por encima del nivel de las aguas. La estremidad superior de este cilindro (destinado al descenso i ascenso de los trabajadores) se abre en otra caja, la cual se halla divi-





dividida en dos compartimentos, mediante un tabique vertical: uno denominado *cámara de aire*, en comunicacion directa con el cilindro i otro llamado *antecámara* que puede comunicarse a voluntad, sea con el aire exterior, por intermedio de una puerta, que sirve al mismo tiempo de entrada a los operarios i de un tubo provisto de una llave, o sea con la cámara de aire, por intermedio tambien de otra puerta i tubo semejantes a los de la antecámara, tomando siempre las precauciones que luego voi a mencionar.

Una vez bien fija la campana en el suelo, lo cual se facilita poniendo encima de ella i al rededor de la base del cilindro una sobrecarga convenientemente calculada, comienza la introduccion de aire comprimido en el aparato i en consecuencia la espulsion del agua que, poco a poco i a medida que aumenta la presion del aire, se escapa por debajo de los bordes de la campana. Esta operacion se efectúa mediante el ausilio de una poderosa bomba de compresion en comunicacion con un tubo conductor de aire que penetra en el interior del aparato.

La presion necesaria del aire para la espulsion del agua depende naturalmente de la profundidad en que se ha de trabajar. Ahora, como los principios universalmente aceptados de la Hidrostática demuestran que la presion de una atmósfera equivale, en igualdad de superficie, a la presion ejercida por una columna de agua de 10,3 m de altura, deducimos de aquí que para espulsar completamente el agua del interior del aparato, necesitamos elevar la presion aérea en una proporcion de tantas atmósferas como número de veces hai 10,3 m desde el nivel del agua hasta la superficie en que descansa el borde inferior de la campana. De donde resulta que a una profundidad de 10,3 m las paredes de esta última sufren una presion de 2 atmósferas; a 20,6 m la presion de 3 atmósferas, etc.

La presion empleada en los trabajos con ausilio del aire comprimido es variable, pero nunca debe pasar de 3 a 3,5 atmósferas.

Cuando la introduccion de aire se ha efectuado en la forma

que acabo de indicar, pueden los trabajadores penetrar en el aparato.

Estos entran de ordinario por pequeñas series. El obrero abre la puerta que permite comunicar la antecámara con el aire exterior, se introduce en esta última, cierra la puerta, así como tambien la llave que deja pasar el aire de la antecámara hacia el exterior. En este momento el trabajador se encuentra sometido aun a la presion ordinaria; pero luego abre la llave de comunicacion que hai entre la cámara de aire i la antecámara i deja penetrar lentamente el aire comprimido hasta el momento en que un manómetro colocado junto a la última llave indica que la presion es igual en ámbos lados. Sólo entónces puede abrir la segunda puerta, es decir, la que se encuentra sobre el tabique, i descender a la campana, despues de cerrar la referida puerta. Los demas trabajadores entran sujetándose al mismo mecanismo.

Comienza, en seguida, la escavacion del suelo i la estraccion del material por medio del «*sifonaje seco*». Este procedimiento, que a causa de sus peligrosos inconvenientes debiera abandonarse, consiste en el empleo de un tubo de hierro que parte desde la cámara de trabajo, la perfora, atravieza en seguida la capa de agua i se dobla por último en ángulo recto. El extremo inferior del tubo tiene una llave i está en coneccion con un reservorio en el que se deposita la arena i los otros materiales estraidos. A cada abertura de la llave, la arena se escapa hacia afuera en forma de una verdadera erupcion. Estas frecuentes aberturas de la llave producen en la presion que reina dentro de la campana oscilaciones de consecuencias a veces mui graves, como veremos mas adelante.

La salida de los trabajadores fuera del aparato tiene lugar en las siguientes condiciones: la antecámara debe encontrarse previamente llena de aire comprimido; el trabajador penetra entónces en ella i cierra la puerta de pasaje hacia la cámara de aire; despues abre la llave que conduce desde la antecámara hacia el exterior i deja escapar *mui lentamente* el aire comprimido. El

cumplimiento de este requisito es de una importancia capital i aun es conveniente abrir la llave que permite pasar el aire comprimido desde la cámara de aire hácia la antecámara, al mismo tiempo que se efectúa la abertura de la llave de comunicacion entre este último departamento i el exterior, procediendo de tal manera que el aire que penetra a la antecámara sea menor que el que escapa hácia afuera. De este modo se evitan las descompresiones bruscas, fuente principal de los accidentes mas graves.

Cuando la presion atmosférica en la antecámara ha descendido a la normal, puede el trabajador abrir la puerta i salir al aire libre.

El descenso i ascenso de los operarios se efectúa, ya sea mediante una escalera que baja a lo largo del cilindro hasta el fondo mismo de la campana o—lo que es mas útil—con el auxilio de un ascensor.

El trabajo tiene lugar tanto en el dia como en la noche, turnándose por séries los obreros. A medida que el trabajo avanza, la campana va hundiéndose en el suelo i poco a poco se levanta el cimientó o machon construido encima de ella. Cuando éste se encuentra definitivamente implantado en el suelo, se rellena la campana i el cilindro con cal, cemento u otros materiales, formándose así una columna compacta, en la cual quedan englobados la campana que sirvió para los trabajos de escavacion i tambien el cilindro.

Existen otros aparatos mas pequeños que el anterior, en los que tiene lugar la construccion de un fundamento, nó encima i al rededor del aparato, sino exclusivamente en el interior de la campana. Constan de todas las partes que he descrito ya i a medida que la cimentacion avanza, la campana sube hácia la superficie de las aguas.

Estos aparatos se adaptan ordinariamente a los buques.

ARMADURA DE BUZOS

Entre los aparatos de inmersion empleados por los buzos,



hai dos tipos principales: la armadura inglesa, denominada *escafandra* i el *aparato frances de Rouquayrol-Denayrouze*. Ambos se diferencian en que en el primero el uso del yelmo es indispensable, miéntras que en el segundo puede suprimirse a voluntad este accesorio.

La *escafandra* consta de un traje impermeable que se ajusta herméticamente a la parte inferior de las extremidades, dejando así las manos completamente libres, i de un yelmo de cobre provisto de ventanillas. La introduccion de aire se hace mediante un largo tubo que parte desde una bomba situada en la superficie i penetra dentro del yelmo. La bomba, cuya resistencia deberá haberse probado de antemano, se entrega al cuidado de una persona que vijila el abastecimiento del aire comprimido i la profundidad en que trabaja el buzo, la cual se reconoce por medio de un cordel de señales que el buzo lleva fijo en un cinturón.

Cuando el obrero ejecuta un movimiento inspiratorio, pasa a sus pulmones el aire contenido en la armadura; cuando espira penetra a ésta el aire espulsado de los pulmones. De aquí resulta que el buzo jamas respira un aire completamente puro. Además, la regulacion de la presion en el interior de la armadura no se produce con toda exactitud, a pesar de existir válvulas de escape situadas en el lado derecho del yelmo que permiten salir el exceso de aire i escaparse al agua.

A fin de mantenerse en equilibrio dentro del agua, el buzo lleva en los piés piezas de plomo en forma de sandalias. Otras piezas del mismo metal se adaptan al pecho i a la espalda. En un caso de peligro puede arrojar estos objetos pesados i subir rápidamente.

El *aparato de Rouquayrol-Denayrouze*, inventado el año 1865, consta de una caja metálica de forma cilíndrica que el buzo lleva en la espalda a modo de mochila. La caja está dividida en dos pisos: uno inferior o *reservorio* donde se abre el tubo que conduce el aire desde la bomba i otro superior en cuyas paredes nace un tubo de goma que va a rematar en la boca del buzo,



asegurándose en ella mediante una pequeña pieza terminal. La pared superior de este segundo piso, al cual podríamos llamar *espacio o cámara de dosificación*, por el uso a que está destinado, se halla formada por una membrana de caucho a cuya cara interna se adapta la base de un tallo vertical en conexión, por su extremo inferior, con una válvula que cierra el orificio de comunicación entre los dos pisos.

Ahora bien, cada vez que el buzo hace un movimiento de succión, la presión disminuye en el piso superior; en consecuencia, la membrana de caucho se hunde hacia adentro i el tallo descendiendo abriendo de arriba abajo la válvula que impedía la comunicación entre los dos pisos. De este modo, el aire comprimido del reservorio se precipita en el espacio superior i pasa hasta los pulmones del buzo. Pero en el momento en que termina la inspiración i principia la espiración, la presión aumenta en la cámara de dosificación, la lámina de caucho se levanta, arrastra tras de sí el tallo i cierra de esa manera el orificio que hai en la pared intermediaria a los dos pisos. Durante la espiración, el exceso de aire acumulado en el piso superior se escapa en el agua por otra válvula colocada en el trayecto del tubo que conduce a la boca del trabajador. Lo mismo ocurre cuando éste se acerca a la superficie del agua: entonces la presión exterior disminuye con relación a la que reina dentro del piso superior del aparato i el aire se escapa por dicha válvula.

Debo advertir que, como el buzo no necesita llevar yelmo siempre que emplee el aparato de Rouquayrol-Denayrouze, a fin de impedir la entrada del agua en las fosas nasales, hace uso de unas tenazas que aplican herméticamente las alas de la nariz contra el tabique.

Una persona encargada de vijilar la bomba en la superficie, verifica la controlación del bienestar del buzo, observando cuidadosamente los movimientos regulares que cada espiración produce sobre la referida bomba, i fijándose al mismo tiempo en la aparición a intervalos regulares de burbujas de aire en las aguas.

Cuando el buzo necesita ascender con lijereza, lo que solo ocurre en un caso de peligro inminente, deja caer rápidamente la extremidad bucal del tubo respiratorio en el interior de su traje impermeable i al mismo tiempo echa la cabeza hacia atrás, deprimiendo de esa manera la membrana elástica del aparato i por consiguiente el tallo vertical que atraviesa el piso superior. Inmediatamente penetra el aire del reservorio hacia el, pasa al interior de la armadura, la insufla i el buzo llega a la superficie con gran velocidad. Si éste lleva yelmo i no tiene gran apuro, entonces puede inspirar por la boca i espirar por la nariz, consiguiendo insuflarse despues de pocos movimientos espiratorios.

Se diferencian, pues, esencialmente los dos aparatos que he descrito. Con la escafandra, el buzo recibe el aire directamente dentro de la armadura, absorbe ahí el aire inspiratorio i espele en el mismo espacio el espiratorio; por consiguiente, respira un aire impuro i está en grave peligro de ahogarse si se rompe su armadura. En el aparato de Rouquayrol-Denayrouze, al contrario, el aire llega previamente al interior de una caja reguladora que no funciona sino cuando el buzo inspira, suministrando a éste un aire casi completamente puro. La ruptura del traje no trae consigo ningun peligro para el buzo i ni siquiera le impide seguir trabajando.

Este último aparato tiene, como se ve, indiscutibles ventajas sobre la escafandra inglesa.

Ambos aparatos llevan una válvula de seguridad junto al punto de entrada del tubo conductor, sea en el yelmo de la escafandra, sea en el reservorio de aire del aparato de ROUQUAYROL-DENAYROUZE. Si sobreviene la ruptura del tubo, esta válvula se cierra herméticamente i el buzo puede respirar aun, mientras sube a la superficie, la cantidad de aire que queda en el aparato.



§ II.—Efectos fisiológicos

La presión atmosférica normal sobre cada centímetro cuadrado de superficie es de 1 033 gramos. Resulta de aquí que, evaluando en un metro i medio cuadrado la superficie total de cuerpo de un hombre de mediana corpulencia, la presión a que este se encuentra sometido equivale a 15 500 kilogramos. Ya sabemos que este enorme peso no nos aplasta debido a que su acción se ejerce en todos sentidos i aun en el interior de las cavidades que comunican con el aire exterior. Ahora, aumentando la intensidad de la presión atmosférica en la proporción de 1, 2 o mas atmósferas, como ocurre en los trabajos bajo aire comprimido, aumenta naturalmente en una proporción igual el peso que el cuerpo humano debe resistir i, en consecuencia, los diversos órganos de la economía experimentan modificaciones mas o menos importantes i dignas de conocer. Estas modificaciones recaen particularmente sobre el aparato respiratorio, el órgano de la voz, el aparato circulatorio, el oído medio, los órganos abdominales, la piel, las mucosas i la secreción urinaria. Los cambios nutritivos sufren igualmente alteraciones muy marcadas.

Todos estos fenómenos son diversamente influenciados por los tres períodos de la presión: ascendente, estacionario i descendente, que sucesivamente actúan sobre los trabajadores en aire comprimido.

La *respiración* se hace lenta i se acorta la inspiración, debido, en parte, a la compresión de los órganos abdominales; al contrario, la espiración se alarga bastante. El individuo experimenta facilidad para respirar i, cuando se habitúa por cierto tiempo a la acción del aire comprimido su capacidad pulmonar aumenta.

Los fenómenos de oxidación que se producen en el interior de



los tejidos aumentan, así como también la eliminación del ácido carbónico.

Las funciones de la larinje en la fonación se alteran a consecuencia de que el aire vibra con menos facilidad; la voz resulta apagada i adquiere un timbre nasal. A 2 atmósferas el silbido es imposible (TRIEGER).

Los cambios que se notan en el aparato circulatorio i la sangre son: el color mas rojo de la sangre venosa, la lentitud del pulso (65 i aun 55 pulsaciones por minuto, segun TABARIE) i las modificaciones de la curva esfigmográfica, la cual se presenta mas baja que en el estado ordinario.

Por lo que se refiere al oído medio i la trompa de Eustaquio, debo decir que en ellos se presentan los trastornos funcionales con mucha acentuación, debido, sin duda alguna, a la disposición anatómica especial de dichos órganos. Durante el período ascendente de la presión, el tímpano se deprime hácia adentro i su mucosa se congestiona intensamente; el examen otoscópico permite comprobar cambios diversos en el triángulo luminoso de la membrana. A causa de que la presión que reina en la caja del tímpano es menor que la exterior, los vasos de la mucosa de esta cavidad se dilatan considerablemente. El trabajador experimenta dolores, zumbidos de oídos i una disminución de su agudeza auditiva.

Estos fenómenos no se presentan, como es natural, cuando hai perforación timpánica i para combatirlos se aconseja a los obreros hacer movimientos de deglución o bien ejecutar un ligero esfuerzo espiratorio teniendo previamente cerrada la boca i la nariz.

Cuando la presión ha subido a un grado conveniente para el trabajo i el obrero pasa a la cámara de aire, desaparecen jeneralmente todas las perturbaciones auditivas i sólo reaparecen momentáneamente durante las oscilaciones que produce la extracción de los materiales por medio del sifonaje.

En el período descendente, es decir, cuando el buzo se encuentra en la antecámara sometido a la descompresión lenta, la



La sensibilidad auditiva es menor; sin embargo, suele producirse un ruido particular debido al pasaje del aire comprimido desde la caja del tímpano hacia las fosas nasales a través de la trompa de Eustaquio.

La presión actúa sobre los *órganos abdominales* produciendo el descenso del diafragma i la depresión de la pared anterior del vientre. Esta se presenta aplanada a causa de la disminución de volumen de los gases intestinales. Al mismo tiempo hai congestión de las vísceras del abdomen (SUCHORSKY).

La *piel* y las *mucosas* en contacto con el aire toman una coloración pálida; se dificulta la evaporación cutánea i disminuyen las secreciones mucosas.

La *actividad funcional* de los *riñones* se exagera, consecutivamente a la mayor eliminación de materiales que resulta del aumento de las oxidaciones en los tejidos. Hai, pues, aumento de la secreción urinaria.

Por último, debo mencionar aquí el considerable enfriamiento que experimentan los obreros al abandonar el trabajo. Efectivamente: acostumbrados a la temperatura alta que reina en la campana, se hallan sometidos, en la antecámara, a la acción de una atmósfera cuya temperatura es a veces de 33° C mas baja que la del aire comprimido de la cámara de trabajo. Este descenso de la temperatura, debido a la disminución de la presión, se traduce en el obrero por una gran sensación de frío, su piel se pone pálida, los labios toman una coloración cianótica. Todos estos fenómenos se exageran todavía por la condensación del vapor de agua sobre las partes descubiertas del cuerpo i por la formación de neblina en la antecámara (TRIEGER).



§ III.—Fenómenos patológicos

Las *causas* que concurren al desarrollo de los accidentes observados en el trabajo en aire comprimido son múltiples, como veremos mas adelante. Pero entre todas ellas la que juega un rol de mayor importancia es la descompresión brusca, entendiéndose por tal no sólo la cesación repentina e inmediata de la presión, sino tambien el descenso acelerado de ésta.

Los estudios de RAMEAU, P. BERT, REGNARD, HOPPE, etc., han demostrado que a consecuencia de la suspensión precipitada de la presión aérea, se desprenden de la sangre i de la linfa los gases atmosféricos disueltos en aquellas durante la compresión. Estos gases (entre los que predomina el N) forman al desprenderse innumerables burbujas que invaden territorios variadísimos del cuerpo.

Mr. Jean LÉPINE ha hecho varias investigaciones a este respecto. A fin de explicar la causa de una paraplejía que él habia observado en un individuo sorprendido por la ruptura de una campana de aire comprimido, mientras trabajaba en el interior de ella, sometió algunos conejos i cuyes a la acción del aire condensado: próximamente, en un cuarto de hora elevó la presión a 10 atmósferas i en seguida la hizo descender hasta la normal en 5 a 10 segundos. Al cabo de pocos minutos, los animales fueron en su mayor parte atacados de paraplejía i convulsiones seguidas por la muerte despues de un cuarto de hora. Hecha la autopsia, se encontró el canal central de la médula espinal completamente distendido por burbujas de gas; tambien habia burbujas gaseosas al rededor de los vasos de la médula, de los cuales muchos estaban desgarrados, dando lugar a pequeñas hemorragias (*hematomielias*). En un conejo en que la muerte no sobrevino sino tres dias despues de la descompresión, Mr. LÉPINE encontró puntos de reblandecimiento en los cuernos anteriores de la sustancia gris (*mielomalacia*).





Las burbujas se localizan en cualquier órgano, produciendo trastornos mas o menos considerables, pero en ninguna parte tan acentuados como en el sistema nervioso central. Invaden el cerebro, la médula espinal, los órganos de los sentidos, los pulmones, de tal manera que en la autopsia los vasos de estos diversos órganos aparecen llenos de puntos brillantes que dan a dichos vasos el aspecto de un rosario. También se observa, en algunos casos, la presencia de aire en las cavidades torácica i abdominal, enfisema del tejido celular subcutáneo, colecciones gaseosas en el espesor de la mucosa intestinal, etc.

La *sintomatología* de los estados patológicos a que espone el trabajo en aire comprimido, debe referirse naturalmente al estudio de todos los fenómenos mórbidos que observamos cuando sobreviene un desequilibrio entre la presión exterior i la que hai en los órganos i tejidos.

En atención a esta circunstancia, voi a mencionar, ante todo, ciertos trastornos que suelen venir, nó a consecuencia de la formación de burbujas gaseosas en la sangre i linfa, sino simplemente a causa del ascenso o descenso mas o menos rápido de la presión.

El órgano que se afecta mas comunmente por motivo de estos desequilibrios es el *oído medio*. En efecto, durante el período ascendente, la congestión de los vasos de la mucosa timpánica se exajera, en ciertos casos, hasta el punto de producir hemorragias abundantes dentro de la caja del tímpano (*hematotimpanos*). El individuo experimenta vivos dolores en el oído i con frecuencia tiene expectoración sanguinolenta. A veces los fenómenos llegan hasta la ruptura del tímpano, lo cual puede traer como resultado una otitis grave.

Durante el descenso de la presión, son menores los peligros que aquejan al oído medio. Sin embargo, cuando aquel es un poco brusco, el aire puede distender la cavidad timpánica (*pneumatosis* de la caja del tímpano), distension que se traduce por dolores auditivos i por un abombamiento pronunciado del tím-

pano; excepcionalmente se observa la desgarradura de esta membrana i otorrjia consecutiva.

Cuando la descompresión ha llegado a su término i el obrero se encuentra ya en el aire ambiente, suelen sobrevenirle *dolores abdominales* mui violentos, acompañados de un gran abultamiento del vientre producido por la expansión de los gases intestinales, i que solo desaparecen despues de una abundante espulsion de dichos gases.

Paso ahora a ocuparme de los fenómenos patológicos orijinados por el desprendimiento de burbujas gaseosas de los líquidos del organismo. Un hecho importante domina la etiología de estos fenómenos i es su aparición, no durante el trabajo en aire comprimido, sino despues de que el individuo ha salido al aire exterior. Puede aquel haberse alejado del sitio de las construcciones; pueden haber trascurrido 6 i aun 8 horas desde el momento en que se dió por terminada la descompresión: a pesar de todo, la suerte del obrero es completamente incierta, pues cuando ménos lo piense, puede ser víctima de síntomas gravísimos i aun de la muerte.

Otra cualidad inherente a la formación de embolias gaseosas en el organismo es la multiplicidad de los síntomas con que se manifiesta. Todos nuestros órganos, todos nuestros tejidos pueden sufrir alteraciones anatómicas i funcionales mas o ménos profundas que, combinándose entre sí, forman variedades verdaderamente incontables, i de ahí la dificultad de caracterizarlas por una denominación única.

Sin embargo, PHILIPP SILBERSTERN describe como las formas clínicas mas comunmente observadas, las siguientes:

1. *Forma muscular i articular*.—Ciertos músculos i articulaciones son el asiento de dolores tan terribles, que los enfermos se desesperan, i en un caso observado por el autor que acabo de mencionar, el enfermo intentó arrojar-se por una ventana.

Los músculos afectados con mayor frecuencia son los de la pierna, los del brazo i antebrazo. Entre las articulaciones, la rodilla, el hombro i la articulación tibio-tarsiana. Los dolores



aparecen en una estremidad o en ambas o formando otras combinaciones

Los síntomas objetivos son inconstantes. Suele observarse la sensibilidad de algunos troncos nerviosos, exajeracion de los reflejos tendinosos, tumefaccion de la estremidad afectada, derrame en las articulaciones, etc.

Los dolores, cuando son poco intensos, desaparecen despues de algunas horas; al contrario, cuando son mui agudos pueden persistir por una o dos semanas.

2. *Forma medular.*—Todas las localizaciones son posibles; pero lo que mas a menudo se encuentra es una paresia o bien una parálisis completa de las estremidades inferiores que a veces se acompaña de perturbaciones vesicales i rectales i aun de impotencia jenital. La parálisis es casi siempre espasmódica; los músculos paralizados se presentan rijidos i la estacion de pié provoca al enfermo un temblor jeneralizado. Naturalmente, hai aumento de los reflejos tendinosos.

En ciertos casos el enfermo experimenta hormigueos, se queja de frio; otras veces es victima de una intensa sensacion de quemadura en sus estremidades.

Estos trastornos de orijen medular retroceden, de ordinario, hasta su desaparicion completa. No obstante, se han observado decúbitos mortales.

3. *Vértigo de Ménière.*—Caracterizan a esta forma los fenómenos conocidos del sindroma de Ménière, es decir, el mareo, la sordera i los vómitos. Las oscilaciones del cuerpo durante la marcha dan al enfermo el aspecto de un ébrio i suelen producirse hasta en la estacion sentada.

La sordera se presenta ya sea en un solo oido o ya en ámbos. A veces es tan completa, que hai necesidad de entenderse por escrito con los enfermos, como en el caso mencionado por PHILIPP SILBERSTERN.

Este tipo clínico conduce, en algunos casos, a una sordera persistente, con desvanecimientos i zumbidos de oidos.

4. *Forma pulmonar.*—Puede decirse que es la mas peligrosa

de todas las manifestaciones mórbidas que vamos estudiando. Consiste en una dispnea intensa acompañada de accesos de tos i sensacion de sed; la cara se pone cianótica, la piel fria i cubierta de sudor; escepcionalmente hai desgarrros sanguinolentos.

En los casos favorables estos trastornos dejan de manifestarse en pocas horas. En los casos graves sobreviene el edema pulmonar, la pérdida del conocimiento i la muerte.

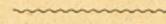
Al lado de estas cuatro variedades ya descritas, debo hacer mencion de los fenómenos que provocan los émbolos gaseosos detenidos en la circulacion del cerebro. Suele observarse, de ordinario transitoriamente, la afasia, el estrabismo, síncope, convulsiones epileptiformes; pueden haber perturbaciones psíquicas afectando los caracteres de una manía pasajera, etc.

Tambien se cita un caso de embolía de la arteria central de la retina, a consecuencia de la cual el enfermo quedó completamente ciego por 5 minutos (CATSARAS).

El pronóstico de todos estos estados patológicos depende de los órganos comprometidos i del número de émbolos gaseosos que se han desprendido de la sangre i de la linfa. Comunmente las paroplejias, aun cuando suelen persistir por algunos meses, desaparecen poco a poco; en el peor de los casos quedan estacionarias, pero jamas progresan. Otro tanto puede decirse de los fenómenos musculares i articulares; éstos dejan de manifestarse cuando mas en el término de dos semanas.

El pronóstico es mucho mas grave en la forma pulmonar que, como ya lo he dicho, puede traer consigo la muerte.

Interviene tambien en la gravedad del pronóstico el momento en que aparecen los accidentes. En jeneral, se presentan un cuarto de hora a una hora despues de la descompresion; pero en algunos casos su aparicion ha demorado 6 i aun 8 horas. Cuando los fenómenos sobrevienen inmediatamente despues de la descompresion, el pronóstico es bastante grave.





Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL § IV. Profilaxia de los accidentes

En este párrafo me propongo considerar, ante todo, las causas que actúan en el desarrollo de las diferentes manifestaciones mórbidas que acabo de estudiar. En seguida he de esponer con detalles todas las prescripciones que nos permitan evitarlas.

A.—*Causas.*—Se dividen en causas predisponentes i causas determinantes.

Entre las primeras figuran la inesperienza de los aprendices, las afecciones orgánicas, la edad, los hábitos i el exceso de trabajo por lo que respecta a los obreros, i la viciacion del aire, las oscilaciones de la temperatura i de la presion en cuanto se refiere a los descuidos cometidos durante el trabajo.

Los aprendices están mui espuestos, sobre todo si ántes de admitirlos no se les somete a una compresion preparatoria de una intensidad creciente de 0,1 de atmósfera por minuto, segun lo aconsejan HELLER, MAGER i von SCHROETTER.

Las afecciones que contraindican el trabajo en aire comprimido son múltiples. Las afecciones catarrales de la farinje, el oido i las fosas nasales provocan casi siempre la produccion de fenómenos auditivos. Las enfermedades del corazon i pulmones, la arterio-esclerosis, la neurastenia, predisponen a los accidentes mas graves.

El alcoholismo es un hábito absolutamente incompatible con estos trabajos. Otro tanto se puede decir respecto de los desórreglos alimenticios, el ayuno o la profusion de las comidas.

Conviene tambien evitar en cuanto sea posible el exceso de trabajo, sea concentrando a los obreros cerca del sitio en que se efectúan las construcciones, sea impidiendo que se fatiguen durante la subida por las escaleras que conducen a la cámara de aire, reemplazándolas por ascensores.

Respecto de la edad, tenemos que desde los 45 años para adelante el individuo queda completamente inapto para el tra-

bajo, pues, de lo contrario cada compresion le causará síntomas mui inquietantes i a veces mortales.

El encargado de impedir la concurrencia de las condiciones desfavorables que he indicado es el médico. Este debe examinar cuidadosamente a todos los individuos que van a iniciarse en el trabajo i anotar si fuese posible, en un protocolo, el estado de sus diversos órganos. Los trabajadores ya acostumbrados requieren igualmente una vijilancia esmerada, a fin de prohibirles la asistencia al trabajo luego que se note en ellos perturbaciones funcionales de cualquiera especie.

La viciacion del aire en la campana i mui especialmente en la antecámara, suele llegar a extremos verdaderamente deplorables; alguna vez el análisis del aire en la primera ha dado por resultado la comprobacion de la existencia del anhídrido carbónico en la enorme proporcion de 8 por ciento (SCHMITZ). En la antecámara, durante la descompresion, esta cantidad se hace aun mayor, debido sea a la escasa capacidad del espacio, sea a la presencia simultánea de varios trabajadores.

Aunque la produccion de fenómenos mórbidos no sea debida a la acumulacion de anhídrido carbónico en la sangre, como lo han creido algunos, es lo cierto que aquellos sobrevienen con tanta mayor frecuencia cuanto mas cargado de este gas se encuentra el aire en que se trabaja. El ácido carbónico, a causa de su densidad, se acumula en las partes inferiores de la campana

Influyen tambien en la viciacion del aire las cualidades del terreno i la presencia de gases que provienen de las materias fecales cuando éstas no son convenientemente alejadas. Son favorables a la ventilacion los terrenos movedizos, formados de cascajo o arena, en los cuales la circulacion del aire se efectúa con facilidad. Al contrario, un suelo compacto es casi completamente impermeable al aire.

He manifestado ya que la temperatura del aire es a menudo bastante alta en la cámara de trabajo. Los trabajadores, bajo la influencia de esa atmósfera tibia, transpiran a veces copiosamente, de tal manera que al someterse a la descompresion en la

antecámara, experimentan un gran enfriamiento que viene a reagravarse todavía por la formación de neblina i vapor de agua, los cuales empapan la ropa i las partes descubiertas.

Ademas, el procedimiento conocido con el nombre de «sifonaje seco» de uso corriente en los trabajos bajo aire comprimido, espone a los trabajadores durante su permanencia en la campana a cambios bruscos de presion i temperatura. En efecto, cada vez que se abre la llave del sifon para arrojar los materiales estraidos hácia el exterior, la presion baja, aun tomándose las mayores precauciones, en una proporcion hasta de 0,2 de atmósfera. Los obreros sufren, en consecuencia, desvanecimientos, zumbidos de oidos, sensacion de frio, que desaparecen rápidamente para volver a presentarse en cada nueva erupcion de materiales.

Paso ahora a ocuparme de las causas determinantes. Se distinguen por orden de importancia: la *rapidez de la descompresion* la *intensidad de la presion empleada* i la *duracion de la compresion*. A estas podemos agregar todavía la *aceleracion del periodo ascendente de la presion*, como el principal factor de los trastornos auditivos.

Entre todas las causas que conducen al desarrollo de accidentes patológicos, ninguna desempeña un papel tan preponderante como la brusquedad de la descompresion. Todos los fenómenos mortales observados se deben a esta causa. La misma intensidad de la presion es un factor casi inocente al lado de ella. Esto es tan cierto, que en una esperiencia realizada por HERSENT i citada por FERRÉ, se hizo soportar a un buzo la enorme presion de 5,3 atmósferas durante una hora, sin que éste sufriera el mas leve trastorno, gracias a haberse tomado la precaucion de retardar el descenso de la presion por 3 horas 5 minutos.

Hai, ademas, en la antecámara una circunstancia que nunca debe perderse de vista: en la vecindad de la llave por donde se escapa el aire al exterior, la disminucion de la presion es mucho mayor que en el resto de dicho espacio i los trabajadores que

se encuentran cerca de ese punto están espuestos a una descompresion mas rápida.

Los autores han dado distintas medidas respecto al tiempo que debe durar el descenso paulatino de la presion por cada atmósfera. Pero debe tenerse como regla invariable que la caida de la presion demore por lo menos 15 minutos por cada atmósfera o, lo que es lo mismo, 1,5 minutos por cada 0,1 de atmósfera. De manera que tomando en cuenta la presion de una atmósfera sobre cada centimetro cuadrado de superficie (1 033 gramos), aquella debe descender en cada minuto en la proporcion aproximativa de 68 gramos por centimetro cuadrado.

Junto a esta causa figura otra que, tambien por el mecanismo de la descompresion brusca, ocasionó innumerables víctimas a mediados del siglo pasado: me refiero a la supresion repentina de la presion por ruptura del aparato. Esta terrible emergencia ha desaparecido felizmente en los últimos años, gracias a la construccion de aparatos perfeccionados. La intensidad de la presion empleada en los trabajos es, como ya lo he dicho, otra causa determinante de los accidentes. Infiuye en el sentido de que, cuanto mayor es la profundidad a que se verifican los trabajos, ella tiene que ser proporcionalmente mayor i deberá aumentar necesariamente la cantidad de gases absorbida por los líquidos del organismo. De donde resulta que durante la descompresion i despues de ella, las burbujas gaseosas desprendidas serán tanto mas numerosas, cuanto mas alta ha sido la presion.

Presiones no mui intensas, hasta de 1,5 atmósferas sobre la normal, nunca provocan fenómenos graves. Pero cuando pasan ese limite i sobre todo cuando alcanzan a 3,5 atmósferas sobre la normal, la produccion de desgracias es mui de temer. Por eso esta última cifra debiera aceptarse con muchas restricciones.

El uso de la armadura ha permitido a los buzos alcanzar profundidades mucho mayores. Estos han logrado descender mas o menos 60 m desde la superficie de las aguas, sometándose, en consecuencia, a una presion próxima a 6 atmósferas.



La prolongacion del tiempo de permanencia en el aire comprimido es una causa que afecta ménos al trabajador en la campana que al buzo. No obstante, si el primero se mantiene durante mucho tiempo en la cámara de trabajo, llegará un momento en que los gases saturen los líquidos del cuerpo i espongan a la produccion de embolías despues de la descompresion.

Pero para el buzo la limitacion del tiempo de permanencia en aire comprimido es una condicion de carácter indispensable. Pues, la esperiencia ha demostrado que la saturacion a que acabo de referirme se verifica en él mucho mas pronto que en el trabajador en la campana.

Por último, he de mencionar aquí el ascenso brusco de la presion como una de las causas que concurren al desarrollo de los diversos estados patológicos. El desequilibrio entre la presion creciente en el espacio de la antecámara i la que reina en la caja del tímpano deprime esta membrana hácia la cavidad que lleva su nombre; de donde resulta que, si el desequilibrio es mui grande, puede ocasionar la desgarradura del tímpano seguida de otorrijas profundas i de fenómenos inflamatorios posteriores.

B.—*Prescripciones.*—Elas resultan de las causas que han sido ya estudiadas.

Con el objeto de conseguir que las conclusiones de mi trabajo puedan ser útiles i a fin de facilitar su comprension, voi a enumerarlas en el órden en que deben aplicarse; es decir, he de mencionar sucesivamente las medidas que deben tomarse ántes de la compresion, durante el ascenso de la presion, miéntras el obrero permanece en la cámara de trabajo, durante la descompresion i en las horas que siguen a ésta. Además, creo necesario consignar aparte las precauciones referentes a los buzos, por el mecanismo especial a que éstos se sujetan en el trabajo.

I.—Las medidas higiénicas que deben llenarse en las cimentaciones por medio de la *caisson* o campana de buzos, son las siguientes:

a) 1.—La autorizacion para verificar esta clase de construc



ciones debe estar precedida de una revision técnica i policial que atestigüe la buena calidad de los materiales i útiles empleados en el aparato i la solidez de éste en varias pruebas. Son las autoridades las encargadas de vijilar el cumplimiento de estos preceptos i, a fin de que el influjo de ellas pueda ejercerse sin obstáculos, debe haber una persona que responda del buen funcionamiento de los manómetros, llaves de aire, etc.

2.—Los individuos que deseen tomar parte en los trabajos bajo aire comprimido, deben ser previamente sometidos a un exámen médico que compruebe su robustez, la ausencia en ellos de afecciones cardíacas, arteriales o pulmonares. Los alcohólicos, los obesos, los neurasténicos, los afectados de catarros crónicos en la farinje, oídos i fosas nasales, deben ser rechazados.

3.—La edad de los trabajadores no debe pasar de los 40 años si la presion empleada es mayor de 2 atmósferas. Puede aceptarse la de 45 años si dicha presion es menor.

4.—Los aprendices, ántes de entrar al trabajo, deben someterse a una compresion previa bajo la vijilancia de inspectores competentes i resistir, sin ningun trastorno, 0,1 de atmósfera por minuto (HELLER, MAGER i von SCHROETTER).

5.—Cada vez que un obrero contrae un coriza, bronquitis, catarros del oído o alguno de los estados patológicos propios de la descompresion, es necesario prohibirle el trabajo hasta su completo restablecimiento.

6.—Los trabajadores deben evitar el uso de bebidas alcohólicas i necesitan alimentarse con medida. Es preciso que dejen trascurrir por lo ménos una hora i media entre la última comida i el comienzo del trabajo diario. Tambien les es mui útil acostumbarse a efectuar sus defecaciones en las horas de descanso a fin de impedir en lo posible la viciacion del aire en la cámara de trabajo.

7.—Jamás un obrero debe someterse a dos compresiones en un mismo día.

b) 8.—Es conveniente que los trabajadores, a tiempo de so





meterse a la compresion, se encuentren en estado de perfecto descanso (BERTIN).

9.—Los individuos encargados de efectuar el ascenso de la presion en la antecámara deben vijilar los efectos que aquella produce sobre cada uno de los obreros i reemplazarlos por otros si les sobrevienen accidentes. Con este objeto los inspectores deben estar revestidos de la responsabilidad necesaria.

10.—El aumento de la presion debe verificarse con sujecion a la siguiente regla: un minuto para el aumento de 137 gramos de presion por cada centímetro cuadrado de superficie. De este modo la presion asciende a 0,1 de atmósfera en $\frac{3}{4}$ de minuto, a 1 atmósfera en el trascurso de 7 i medio minutos, a 2 atmósferas en 15 minutos, etc. Un manómetro colocado junto a la llave indica el ascenso gradual de la presion.

11.—Si durante el ascenso de la presion, alguno de los trabajadores experimenta zumbidos o dolores auditivos, debe procurar hacer movimientos de deglucion o bien ejecutar un esfuerzo espiratorio, cerrando previamente la boca i la nariz.

12.—La entrada de los trabajadores en la cámara de aire comprimido no debe efectuarse sino cuando la presion de la antecámara es igual a la que reina en aquélla.

13.—La mayor presion empleada hasta el presente para los trabajos en la campana ha sido la de 3,5 atmósferas sobre la normal. A pesar de ello, es conveniente evitar el empleo de una presion tan alta i, si esto no es posible, tomar grandes precauciones durante la descompresion.

14.—La ventilacion de la cámara de trabajo debe favorecerse de un modo esmerado. El cubo de aire por cada trabajador no debe bajar de 60 metros cúbicos por hora. Con este objeto i tambien para impedir la penetracion de agua en la campana, la máquina de compresion aérea debe funcionar continuamente tomando el aire, no del sitio de instalacion de las máquinas, donde hai un olor de aceite, sino del aire ambiente.

15.—La viciacion del aire debe impedirse reemplazando el uso de velas por la luz eléctrica i prohibiendo fumar. Ademas,

conviene tener un escusado cuyo alejamiento i aseo debe hacerse a intervalos regulares.

16.—Cuando el terreno en que se trabaja es poco permeable i contiene materias en putrefaccion, es necesario examinar la cantidad de anhídrido carbónico todas las semanas (MOIR) i extraer el aire usado de las capas inferiores a traves de estrechos tubos. Se recomienda prolongar estos tubos hasta el fondo mismo del aparato a fin de impedir la salida del aire recientemente introducido.

17.—Las oscilaciones de la temperatura i de la presion deben prevenirse sustituyendo el sifonaje seco destinado a extraer los materiales, por la adaptacion al aparato de una caja anexa, provista de sus respectivas puertas i llaves de aire, que funcione de una manera análoga a la antecámara durante el descenso de la presion. Los materiales podrian ser suspendidos hasta dicha caja por medio de poleas colocadas de una manera apropiada. Si este consejo resulta inaplicable se puede admitir que a largos intervalos se haga la aspiracion por medio de un tubo único cuya llave inferior debe cerrarse rápidamente.

18.—El aire comprimido debe enfriarse por lo ménos a 18° C. Los tubos que conducen el aire deberian marchar por el suelo (WAGNER) o al ménos encontrarse cubiertos a fin de no calentarse en el verano. Conviene enfriar la superficie esterna de la cámara de aire i de la antecámara por la aplicacion de paños húmedos en los dias ardientes.

19.—El tubo conductor de aire comprimido debe poseer a su entrada en la campana, una válvula que se abra hácia adentro i cierre hácia afuera. De este modo se evita la inundacion de agua i la descompresion brusca cuando ocurre la ruptura de dicho tubo.

20.—Cuando se emplea el aire comprimido en la construccion de túneles debajo de los rios, i siempre para evitar las consecuencia de una inundacion de agua se aconseja construir una pared divisoria en el interior del túnel, con ventanas situadas a cierta altura, a fin de que los trabajadores puedan saltar a ellas



no oponerse a salvo en caso de que sobrevenga la inundación (MOIR).

21.—Es muy ventajoso que los trabajadores puedan comunicarse con el exterior sea por un teléfono o sea por medio de señales convenidas de antemano.

22.—Para evitar el ascenso i descenso de los trabajadores es conveniente suprimir el uso de escaleras—que a veces tienen mas de treinta metros de largo—i reemplazarlas por ascensores.

23.—Respecto del tiempo de permanencia de los trabajadores en el aire comprimido, seria recomendable limitarla a 1 o 2 horas. En todo caso nunca debe pasar de 8 horas.

d) 24.—Al verificar la descompresion en la antecámara, aquella debe graduarse de tal manera que la presion descienda en la proporcion 0,1 de atmósfera, a lo ménos en el trascurso de 1 i medio minutos. Por consiguiente el descenso de 1 atmósfera de presion debe retardarse al ménos 15 minutos, 2 atmósferas 30 minutos, etc. En otros términos: debe emplearse a lo ménos 1 minuto para la diferencia de 68 gramos de presion por cada centímetro cuadrado de superficie.

25.—Como en la proximidad de la llave que permite el escape del aire es mayor el descenso de la presion, los obreros deben mantenerse tan alejados de ese punto como lo permita el espacio de la antecámara.

26.—Un inspector encargado del manejo de la llave debe observar atentamente el *manómetro* colocado junto a ella i darse cuenta del tiempo transcurrido mediante un *reloj* fijo en la pared. Nunca debe confiarse a los trabajadores la llave de aire.

27.—Con el objeto de oponerse a la impurificacion del aire en la antecámara, seria ventajoso exigir que la capacidad de este departamento fuese suficiente para permitir 750 decímetros cúbicos de espacio libre por cada trabajador i que la capacidad total fuese a lo ménos de 2 i medio metros cúbicos. Es natural que en la antecámara no deben encontrarse al mismo tiempo mas individuos que los que permite esta condicion.

28.—Para obtener una ventilacion perfecta hasta donde sea posible, deben abrirse simultáneamente las dos llaves de entrada i salida del aire i con la ayuda de un manómetro graduar la entrada del aire comprimido de tal modo que este último sea menor que el que escapa hacia afuera.

29.—Los trabajadores deben evitar el enfriamiento en la antecámara mediante el uso de vestidos de lana (camiseta, calzoncillos i medias) i calzado impermeable.

30.—En el invierno es necesario calentar el aire de la antecámara por medio de tubos de vapor.

31.—Durante el tiempo empleado en la descompresion, un agente de la empresa colocado fuera de la antecámara debe observar, con la ayuda de un manómetro, el curso que sigue la descompresion, anotar sus diversos incidentes i los nombres de las personas que salen.

e) 32.—Cuando el enfriamiento que experimentan los trabajadores al encontrarse fuera de la antecámara es muy intenso, deben entrar a una pieza espaciosa, bien ventilada i con una temperatura de 18° C. En ella necesitan hacer ejercicios musculares ordenados, durante media hora, e ingerir bebidas calientes, té o café.

33.—Al salir al aire ambiente, no deben alejarse demasiado del sitio del trabajo, pues sólo así conseguirán los auxilios necesarios en caso de que les sobrevenga un accidente. A esta privacion deben sujetarse por lo ménos durante 8 horas contadas desde su salida al exterior.

34.—El cumplimiento de las dos prescripciones anteriores se facilita de una manera eficaz por la concentracion de los trabajadores en un local situado cerca del sitio de las construcciones. Si la aplicacion de esta medida resulta imposible, la barraca o depósito de materiales debe estar provisto de camas para el uso de los trabajadores nocturnos.

35.—En el invierno la traslacion de los obreros desde la antecámara a sus habitaciones debe efectuarse por medio de embarcaciones o carruajes abrigados.



36.—Si apesar de todas estas precauciones sobrevienen fenómenos patológicos, es preciso someter a los enfermos a las indicaciones enunciadas en el último párrafo de este trabajo.

II.—Las prescripciones relativas a los buzos se confunden en parte con las que he considerado anteriormente:

a) 1.—La armadura de buzos antes de ser empleada debe probarse repetidas veces. El tubo conductor de aire debe resistir una presión alta: 20 atmósferas, por ejemplo.

2.—La edad del buzo no debe pasar de los 35 años. Son aplicables a éste las precauciones signadas con los números 2, 4, 5, 6 i 8 entre las que he destinado al trabajador en la campana. Además, con el objeto de protegerse contra el enfriamiento los buzos deben llevar como ropa interior una chaqueta, pantalón, gorro i medias de lana.

3.—No deben emprender nuevas inmersiones inmediatamente después de otras.

b) 4.—Al sumerjirse en el agua, deben descender 2 metros en cada minuto, soportando, por consiguiente, un aumento de 0,2 de atmósfera en ese tiempo.

c) 5.—Es necesario que desde el momento en que se sumerge el obrero hasta su salida, quede un individuo esperto en la superficie para vijilar la bomba de aire i la cuerda de señales que indica la profundidad a que el primero de estos hombres ha descendido. El funcionamiento de la bomba, es decir, la altura del manómetro, debe encontrarse en cada momento en relación con dicha profundidad.

6.—El encargado de vijilar la bomba i sus accesorios debe fijarse también en la aparición a intervalos regulares de burbujas de aire en la superficie de las aguas i responder ante las autoridades de los daños que el buzo pudiera sufrir a causa de un descuido cometido por aquel.

7.—Conviene a los buzos sujetarse al consejo dado por DENAYROUZE de no descender más de 35 metros en la profundidad del agua. Esta profundidad equivale próximamente a 3,5 atmós-

feras de presión i, en consecuencia, sería prudente restringirla a 15 o 20 metros.

8.—Las ventajas del aparato de ROUQUAYROL-DENAYROUZE sobre la escafandra, estriban sobre todo en que el primero satisface las condiciones de pureza del aire que el buzo debe respirar. Si este lleva yelmo, lo que también es recomendable, debe inspirar únicamente con la boca i no con la nariz porque de lo contrario inspiraría el aire usado que existe en su armadura.

9.—El uso de las armaduras modernas permite todavía al buzo comunicarse con el exterior por medio de un teléfono colocado dentro del yelmo.

10.—Respecto al tiempo que el buzo puede permanecer en el fondo de las aguas, debe concederse como máximo: 1 hora para una inmersión de 15 a 23 metros, 15 minutos para una de 23 a 30 metros, 10 minutos para 30 a 37 m, 5 minutos para 37 a 42 m, 3 minutos para 42 a 45 m i 1 minuto para 45 a 50 m (CATSARAS).

d) 11.—El buzo al ascender a la superficie, debería hacerlo con una velocidad de 1 metro en el transcurso de 1 i medio minutos, lo que equivale a una descompresión de 0.1 de atmósfera en el referido tiempo. Pero como la aplicación de esta regla es muy difícil, ALTSCHUL recomienda al buzo que al trepar por el cable, a intervalos aproximativos de 1 segundo (lo cual puede calcularse contando imaginariamente hasta 3); coloque el dedo pequeño de una mano encima del pulgar de la otra. De este modo el buzo avanza más o menos 1 i medio a 2 metros por minuto, hace una pequeña pausa i continúa subiendo.

e) 12.—Cuando el buzo se encuentra ya en la superficie, debe tomar las mismas precauciones aconsejadas a los trabajadores en la campana.





§ V.—Tratamiento

Dada la multiplicidad de los estados mórbidos que, por desgracia, ocasiona el uso del aire comprimido, podría creerse a primera vista, que cada uno de ellos tuviese indicaciones especiales i determinadas respecto a su tratamiento. Sin embargo, una apreciación de esa índole sería muy inexacta.

Este capítulo de la Patología establece una vez más, que el conocimiento de la etiología de una afección conduce con bastante frecuencia al encuentro de los medios que nos permiten combatir todas sus manifestaciones.

Sabemos ya que la causa esencial de la inmensa mayoría de los fenómenos patológicos observados en los trabajadores en aire comprimido, es la formación de burbujas aéreas en el interior de los vasos sanguíneos. De aquí se desprende que habremos resuelto el problema del tratamiento, desde el momento en que encontremos un método que facilite la nueva absorción de dichos gases por la sangre i linfa.

Según esto, el recurso por excelencia es la recompresión de los enfermos. Los mismos trabajadores conocen desde hace mucho tiempo las ventajas de este procedimiento i suelen encerrarse de nuevo en la antecámara cuando les sobrevienen síntomas alarmantes. De ese modo i sometidos luego a una descompresión lenta, quedan en perfectas condiciones de salud.

Esta manera de proceder tiene el inconveniente de perturbar las necesidades del trabajo i la dificultad de poder prestar al enfermo, en el estrecho espacio de la antecámara, todos los cuidados que requiere.

A fin de salvar estos inconvenientes, toda vez que haya de iniciarse una fundación bajo una presión mayor de 1 o 1,5 atmósferas, debe exigirse la adquisición de una cámara de aire comprimido, exclusivamente destinada a la atención de los enfermos. Este aparato, llamado *cámara sanitaria* o de *sanidad*, está cons-

tituido por un cilindro metálico, ancho, impermeable al aire i dividido mediante un tabique, en dos departamentos que funcionan de una manera idéntica a la cámara de aire i la antecámara de la *caisson* o campana de buzos. El alumbrado de los dos departamentos se efectúa por medio de la luz eléctrica.

Los enfermos son rápidamente llevados a la antecámara de este aparato i sometidos a una compresión lenta bajo la dirección de un médico; luego pasan a la cámara de aire que posee algunas camas donde deben quedar recostados i recibir las atenciones necesarias. Desde los primeros momentos se puede ver, en muchos casos, las ventajas de este tratamiento.

Si el caso es grave i la respiración del enfermo tiende a detenerse, es menester practicar la respiración artificial, hacer el masaje suave del corazón i recurrir a las inyecciones estimulantes (cafeína, aceite alcanforado, etc.)

Como coadyuvantes pueden emplearse en ciertas ocasiones las inhalaciones de oxígeno. Las inyecciones de morfina tienen su aplicación en los casos dolorosos.

Los baños tibios i los baños de vapor suelen ser útiles en algunas circunstancias.

Para llenar las necesidades de este servicio, es conveniente que la cámara posea una mesa con medicamentos, un teléfono i que esté provista de vidrios que permitan ver desde afuera lo que ocurre en el interior de ella.

La existencia de la antecámara impide la descompresión de los enfermos que están ya dentro del aparato en el momento de introducir otros.

Cuando el enfermo ha vuelto al estado normal por los medios señalados, puede someterse a una descompresión lenta i salir al exterior. Esta operación se lleva a cabo con muchas precauciones: el descenso de la presión debe demorar tres minutos por cada 0,1 de atmósfera (HELLER, MAGER i von SCHROETTER). Al salir de nuevo al aire ambiente, el obrero experimenta siempre un bienestar perfecto.

En cuanto al *buzo*, se aconseja sumergirlo a una profundidad



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

de 15 a 20 metros, mantenerlo ahí unos 15 a 30 minutos i sacarlo en seguida (CATSARAS). Además, Paul BERT recomienda las inhalaciones de oxígeno en los buzos que al aparecer en la superficie tengan dificultades respiratorias. Parece que este medio de tratamiento es realmente ventajoso en los buzos.

Contra los trastornos auditivos se emplean con bastante éxito las insuflaciones de aire.

Debo añadir, todavía, que todos estos recursos no pueden obtenerse de una manera segura i eficaz si previamente no se hace la concentración de los trabajadores en un local especial situado en la proximidad de las construcciones. Solo así se podrá evitar que los obreros sean víctimas de accidentes graves al dirigirse a sus habitaciones, muy distantes a veces, o bien cuando habiendo arribado a ellas, se encuentren de repente sin los auxilios necesarios para salvar su vida amenazada.



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
AUTORES CONSULTADOS
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

SILBERSTERN Philipp.—*Higiene der Arbeit in Komprimierter Luft.—Handbuch der Hygiene, Erster Supplement-Band.*—Jena.—1901.



Museo Nacional de Medicina
LÉPINE Jean.—*Étude sur les Hematomyelies.*—Paris-Lyon.—1900.

RUBNER Max.—*Tratado de Higiene.*—Edición española de José Espasa.—Barcelona.

RIO Alejandro del.—*Lecciones de Higiene pública i privada.*—1901. Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

LANDOIS L.—*Traité de Physiologie humaine.*—Paris.—1893.

GARIEL.—*Cours de Physique Médicale.*—Paris.—1892.

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL