

Algunos apuntes sobre los efectos fisiológicos del aire comprimido i precauciones correspondientes

(Tomados de la revista *Genie Civil* i otras, hasta 1909)

Las perturbaciones orgánicas que se orijinan en el aire comprimido pueden clasificarse así:

- 1.º Perturbaciones auriculares;
- 2.º Perturbaciones respiratorias; i
- 3.º Que interesan profundamente al organismo.

1.º Al entrar en el aire comprimido se obstruye en parte la trompa de Eustaquio, debido a que, por efecto de la diferencia de presión entre la presión interior i exterior, el tímpano se encorva hacia adentro, produciendo una sensación desagradable (sumido de oído) que desaparece rápidamente porque, no estando herméticamente obstruida la trompa de Eustaquio, deja pasar el aire que restablece la igualdad de presión. Esta incomodidad se suprime, cerrando de tiempo en tiempo la nariz i la boca i soplando de manera que el aire salga por el oído.

2.º Sabido es que en las vesículas pulmonares debe haber un 6% de gas carbónico para que sea absorbido por la sangre. Con la mayor presión aumenta la cantidad que absorbe la sangre i, por consiguiente, disminuye esta proporción en los pulmones. Para tener este 6% el obrero se ve obligado a hacer largas aspiraciones, que cesan cuando la sangre ha absorbido todo el gas carbónico que necesita, es decir se establece el tanto por ciento conveniente de gas carbónico en los pulmones.

Se debe, eso sí, exigir que el aire que se comprime para introducirlo en los cajones sea lo mas puro posible, para evitar las perturbaciones anormales que producirían gases extraños, como ser gas de los pantanos, hidrógeno sulfurado, etc., que a veces se desprenden del suelo. Debe también tenerse la esclusa con aire perfectamente puro cuando se va a introducir a los obreros que bajarán a la cámara de trabajo.

3.º Se producen estas enfermedades, que son las mas peligrosas, a veces algunos dias despues de la salida de las esclusas, i aun algunas horas despues. Son debidas a la solucion mas rápida de los gases del aire en los líquidos i tejidos del organismo, por efecto del aumento de presion. El ázoe se disuelve mas rápidamente que el oxígeno, siendo esta la causa mas importante. Ademas, el oxígeno da lugar a reacciones químicas en el interior del organismo.

Todas las grasas vegetales i animales a 37° (temperatura media del hombre) bajo una atmósfera de presion están en estado líquido en el organismo. En esas condiciones disuelven 4 veces mas oxígeno i 5 veces mas ázoe que el agua: por efecto del aumento de presion, esta solubilidad tendrá que aumentar. Ahora bien, cesando la presion, los gases disueltos se desalojan tan rápidamente que no alcanzan a ser completamente eliminados, formándose en los tejidos burbujas que los desorganizan, retardando la circulacion de la sangre i produciendo pelotones o coágulos.

Las enfermedades pueden localizarse en las articulaciones, produciendo agudos dolores; pueden sobrevenir parálisis de oríjen medular, enfermedad corrientemente pasajera, pero que puede ser permanente i aun producir la muerte. Estas enfermedades se esplican porque la sangre, la médula de los huesos i la sustancia nerviosa, se componen principalmente de cuerpos grasos, sobre todo los nervios. Segun Mr. Vernon, bajo cuatro atmósferas de presion, 100 cm³ de sangre, de sustancia nerviosa o de médula huesosa, disuelven respectivamente 4, 7 i 20 centímetros cúbicos de gas:

Tambien se espone al obrero a pleuresia, fluxion al pecho, romadizo, etc., debido al enfriamiento que produce la detencion dentro de la esclusa durante la compresion i decompresion i a los depósitos de humedad que tienden a producirse en la superficie de cuerpos i vestidos, sobre todo en la compresion cuando el aire exterior es mui húmedo. La ventilacion durante la compresion es mui ventajosa, usando en este caso aparatos especiales de calentamiento de aire i ventilacion (*Genie Civil*. Tomo XLIV. Año 1903-1904).

Los obreros, para evitar este frio, apresuran el desclusamiento, lo que conviene evitar, no dejando en su poder la llave de aire, porque por evitarlo, se esponen a las enfermedades anteriormente descritas.

Conviene tambien llevar ropa de lana gruesa para la entrada i salida, la que deben dejar en un compartimento caliente i vecino a los tubos, i usar otra ropa para el trabajo.

Ademas, al entrar al cajon, i cuando no se toma la precaucion de dejar bien cerrada la llave de salida del aire, al mismo tiempo que está entrando aire comprimido, se produce una corriente violenta de aire que ocasiona fuertes dolores neurálgicos en los dientes, sienes i oidos.

A la salida, por efecto del escape de aire comprimido, la temperatura baja rápidamente, el vapor se condensa i el obrero sale envuelto en una neblina; la sangre afluye en este momento a la nariz i garganta i a veces se producen violentas neuraljias, pero cortas, romadizo i dolores de vientre que duran varios dias.

De lo anterior la Comision Británica, nombrada por el Almirantazgo Británico, despues de dos años de estudios, llega a la conclusion siguiente: (*Genie Civil*. Año 1908. Tomo LII).

Propone la decompresion lenta i continúa por golpes de presion, método por el cual los gases disueltos se pueden desalojar por la piel i pulmones sin encontrarse jamas en estado gaseoso en el organismo.

En efecto, el ázoe lentamente disuelto es peligroso porque durante la decompresion lenta i continúa se disuelven nuevas cantidades de este gas que no alcanzan a ser eliminadas hasta la salida de la esclusa. Así se esplica el por qué se sienten las enfermedades despues de un tiempo mas o ménos largo de la salida del cajon. De estas mismas esperiencias se desprende que la rapidez de disolucion i desprendimiento de gas es mayor en un animal de porte pequeño que para los grandes.

La esperiencia ha demostrado que hasta dos atmósferas (una atmósfera sobre presion) no sobrevienen enfermedades i solo comienzan a sentirse perturbaciones a 2 i 3 atmósferas. De donde la Comision concluye que si se puede pasar sin inconvenientes i mui bruscamente de esta presion a la atmosférica, se puede pasar igualmente de una presion a otra dentro de la esclusa: lo que importa no es tanto la magnitud de la presion como la magnitud de la razon entre la presion inicial i la final. Las esperiencias sobre cabros demostraron, en efecto, que se pueden dar golpes de presion de 3.6 atmósferas sin daño, cuando la razon entre las dos presiones estremas es menor de 2.3. Si la razon entre ambas es mayor de 2.3, sobrevienen enfermedades, i aun la muerte si, por ejemplo, se pretendiera pasar de 4.5 atmósfera a una 1 atmósfera; i no así de 7.3 atmósferas a 3.8 atmósferas.

La sangre pasa a traves de los pulmones en 1 minuto aproximadamente, donde se desembaraça del exeso de gas disuelto. Por tanto en 2 o 3 minutos está desembarazada de todo el exeso de gas de sobresaturacion que ha disuelto ella misma o que ha arrastrado de los tejidos. Conviene que la relacion entre las dos presiones estremas sea de 2, aproximadamente, porque cuando la sangre está sobresaturada puede contener hasta dos veces la cantidad de gas que disuelve en la saturacion normal.

PRACTICA DE LA COMPRESION POR ETAPAS. Se disminuye brusca i rápidamente (5 minutos), la presion a la mitad, se espera un momento (5 o 10 minutos segun el valor de la presion inicial); despues se disminuye otra vez la presion a la mitad, se espera un momento i así sucesivamente, hasta que en dos o tres decompresiones bastante largas, se llega a la presion atmosférica. Se concibe que el organismo siendo inmediatamente sustraído a la fuerte presion, el ázoe no puede continuar disolviéndose como sucede con la decompresion lenta i continúa. Por otra parte en el período de reposo los gases disueltos se desalojan i preparan el organismo a la decompresion siguiente.

Ademas, debe usarse las precauciones de estilo para facilitar la circulacion de la sangre i evitar la pleuresia con bebidas calientes (té o café) i ejercicios musculares.

En caso de síntomas despues de la decompresion, se prescribe la recompresion a

oxígeno puro; ésta debe hacerse en aire ordinario. Los obreros deben ser mantenidos en reposo absoluto por lo ménos una hora despues de la decompresion.

Los obreros deben ser elejidos cuidadosamente: deben ser sanos, pequeños, flacos, temperantes, menores de 25 años si fuera posible, deben poder sufrir sin ningun síntoma una prueba a baja presion; se debe, por consiguiente, rehusar los individuos alcohólicos, los predispuestos a enfermedades como arterio-esclerosis, los sanguíneos, los débiles, los gordos, los que tengan afecciones pulmonares, los afectados a las vías respiratorias, los que comienzan a encanecer prematuramente i los de mas de 45 años de edad. No se puede decir que los acostumbrados a esta clase de trabajos resistan mejor que los noveles, pues la práctica ha demostrado lo contrario.

Los obreros deben entrar al trabajo en ayunas, en cuanto se pueda, para lo cual se les debe ocupar en otras labores en cuanto hayan terminado sus comidas i solo despues de algun tiempo hacerlos entrar a las esclusas.

En el cuadro adjunto se detallan el tiempo de la decompresion i el trabajo dentro de las cámaras:

Presion en atmósferas	Trabajo máximo de una cuadrilla	Tiempo mínimo de la decompresion	Descanso mínimo entre dos esclusamientos
hasta 2 atmósferas	7 horas	6 minutos	6 horas
„ 3 „	4 „	18 „	8 „
„ 4 „	3 „	23 „	9 „
„ 5 „	1 „	30 „	9 „

OBSERVACIONES: La decompresion debe hacerse por etapas de presion, reduciendo cada vez la presion a la mitad i permaneciendo 10 minutos en cada descenso de presion.

En cuanto al tiempo de compresion, los doctores Heller, Mayer i Von Schrötre, comunicaron al Congreso de Navegacion Interior, del año 1898, que conviene imponer 10 minutos por atmósfera para obreros poco acostumbrados, i para los acostumbrados 10 minutos para 1.5 atmósferas, 15 minutos para dos atmósferas; i 40 minutos para 5 atmósferas.

El Reglamento Frances da el siguidnte cuadro para la permanencia en las cámaras de trabajo:

«Es imprudente sobrepasar en las 24 horas, para los trabajos de aire comprimido, las siguientes estadias (*Durée de séjour*) incluyendo el tiempo de esclusaje:

8 horas para presiones efectivas inferiores a 2 k/cm ²						
7	„	„	„	„	entre	2 i 2.5 k/cm ²
6	„	„	„	„	„	2.5 i 3 „
5	„	„	„	„	„	3 i 3.5 „
4	„	„	„	„	„	3.5 i 4 „

Con las precauciones anteriores no habrá que temer accidentes graves. Aquéllos que se produjeran pueden ceder fácilmente con ventosas, sudoríficos, baños, reposo prolongado o aun sometiendo al obrero a una nueva compresión seguida de una de compresión muy lenta.

Ha sucedido a veces que la muerte aparente se ha producido hasta por 48 horas i, sin embargo, ha vuelto a la vida el obrero con ergotina e inyecciones de morfina.

Se puede llegar sin inconveniente a 40 i 45 metros de profundidad, o sea a 4 i 5 atmósferas que corresponde a 5,5 K/m² de presión.

Las precauciones anteriores se refieren, naturalmente, a los casos en que no haya emanaciones de gases amoniacales o sulfurosos que, como en el caso del puerto de Dieppe, produjeron violentos dolores en los ojos que dejaron ciegos a los obreros al cabo de algunas horas de trabajo. Esta dolencia, que cedió al cabo de 3 a 4 días, fué tratada con agua boricada caliente i con clorhidrato de cocaína. Como único medio de prevenir estos accidentes, se suspendía el trabajo de tiempo en tiempo, haciendo subir el agua en la cámara de trabajo para que absorbiera los gases desprendidos.

ALBERTO DECOMBE