

E. Val. 25
1935

**ALGUNAS CONSIDERACIONES
SOBRE EL EJERCICIO FISICO
Y SOBRE LA NATACION**

ALFONSO ROSAS ARELLANO

MEXICO, D. F.

1933



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA DE EDUCACION FISICA

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL EJERCICIO

- - - FISICO Y SOBRE LA NATACION - - -

TESIS QUE PRESENTA
ALFONSO ROSAS ARELLANO
PARA SU EXAMEN PROFESIONAL DE
PROFESOR DE EDUCACION FISICA

A MIS PADRES
CON PROFUNDO RESPETO.

A MIS HERMANOS.

A MIS MAESTROS.

A MIS AMIGOS
Y COMPAÑEROS.

BIBLIOTECA
U. N. A. M.

AL ING. DON FRANCISCO DIAZ LEAL
RESPECTUOSAMENTE.

INTRODUCCION

"El movimiento ejerce en el seno de la materia viva una honda influencia, sobreexcitando los cambios nutritivos, que son las mismas manifestaciones de la vida".

Dr. M. BOIGUY.

Si la Educación Física representa tan importante papel en la vida de la Humanidad; si por medio de ella se nos hace más compatible la lucha por la existencia; si ella es la encargada de mejorar las futuras generaciones, justo y de trascendental importancia es que se lleve sobre bases más sólidas.

Esta tesis se ha inspirado en la necesidad de someter al ejercicio físico bajo la dirección de la Ciencia. Ha llegado el momento de olvidar el empirismo, que ha sido durante largo tiempo la única base de los métodos de la Educación Física. Es necesario conocer los mecanismos secretos de la máquina humana para emplearlos debidamente, y esto sólo se logra teniendo conocimientos fisiológicos que permitan seguir el buen camino en esta materia.

Mi objeto es hacer que los médicos mexicanos se interesen por la Educación Física y por medio de su ayuda científica encauzar la práctica de los ejercicios corporales en nuestro país.

Es por ello que en otros países que van a la vanguardia de la civilización aumenta de día en día el número de los médicos a quienes interesa la Educación Física. En Francia, encontramos entre el grupo de precursores científicos a los doctores Lagrange y Tessier, seguidos por los doctores Boiguy, Ruffier, Dedet, Belin de Coteau, Merkien, Diffre, Ledent, De Latarjet, este último actual director de la Escuela de Educación Física de la Universidad de París así como de la Facultad de Medicina del mismo país, y otros que se han dedicado con verdadero interés a resolver problemas variados que la práctica de los ejercicios físicos somete a la Fisiología y a la Higiene.

No es extraño ver que en un futuro no muy lejano la superioridad de los competidores físicos de cada país, quedará demostrada según el empeño que hayan tomado en los estudios relacionados entre el ejercicio muscular y las ciencias biológicas. Una prueba de ello lo demostró el Japón en la pasada olimpiada, que

ocupando la mayoría de los primeros lugares en Natación, demostró poseer un vasto campo de conocimientos científicos relacionados con esta rama de la Educación Física. Es un buen ejemplo que debieron seguir aquellos países deseosos de laureles deportivos. Sin embargo, campeones hay actualmente que no podrían darnos las razones profundas de sus gloriosos éxitos. La mayoría de los competidores se preocupan de la manera de corregir su forma en tal o cual prueba pero pocos, muy pocos se interesan por conocer los resultados de la repercusión orgánica como consecuencia de los esfuerzos ejecutados. ¡Y no saben que son esos conocimientos propios los que dan el triunfo!

Por eso hago hincapié una vez más, de que ya es tiempo de interesarnos en el estudio científico de la Educación Física. Conociendo a fondo los fenómenos funcionales orgánicos y los efectos que produce el ejercicio físico, estaremos perfectamente capacitados para demostrar el valor del mismo como prodigioso elemento de salud, subremos la mejor manera de dosificarlo según las circunstancias y constitución de los individuos para que reporte perfectamente los fines buscados.

Podremos conocernos mejor, y conociéndonos podremos superarnos.

En resumen: La Educación Física debe vivir bajo bases científicas y los educadores físicos para denominarse como tales, deben estar lo suficientemente capacitados que puedan desempeñar la profesión de fisiólogos. Entonces sí podría decirse que la Educación Física empezaba a progresar.

ALFONSO ROSAS ARELLANO.



PRIMERA PARTE

CAPITULO I

BOSQUEJO HISTORICO Y EVOLUTIVO DE LA NATACION

La Natación es uno de los ejercicios físicos más antiguos que se conocen. El hombre la practicó desde que apareció en la Tierra, valiéndose de ella para salvarse de las fieras que constantemente lo perseguían. Varios escritores se han ocupado del origen y principios de la Natación estudiando la vida del hombre primitivo.

Chauncey Hyatt escritor norteamericano, describió una escena donde aparece una familia primitiva huyendo de las fieras y tratando de atravesar un pequeño arroyo: "... a falta de otra cosa mejor que hacer, ellos corrían dando grandes pasos, ayudándose con las manos jalaban el agua como mejor podían y eventualmente llegaban a la orilla opuesta, cosa que no siempre acontecía. De esta manera lograban escaparse de ser devorados por los animales que continuamente los acometían". Con el tiempo y con lo repetido de estas travesías acuáticas *a fortiori* el hombre poco a poco llegó a acostumbrarse a ese nuevo elemento—el agua—llegando a tal grado que casi tuvo un dominio absoluto sobre ella.

Posteriormente la Natación ha sido preferida por el hombre como factor necesario para lograr su completo desarrollo físico.

Remontándonos antes de la Era Cristiana, encontramos que a todos los marinos se les exigía saber nadar con perfección.

Los griegos cultivaban la Natación como deporte de mayor estimación y hasta erigían estatuas a sus campeones.

La antigua Roma fué famosa por sus enormes y acondicionados estanques para nadar; el más grande de los cuales fué "Caracalla" con una área de 29 acres (17,052 mts.²) y que fué construído en siete años, terminándolo en 217 A. J. Los romanos siempre fueron grandes aficionados a la Natación, considerándola como indispensable para la salud del individuo. Tenían legiones especiales

de guerreros nadadores. Se dice, que el mismo emperador César era un gran nadador; aunque Shakespeare cuenta que Cassius "tuvo que salvar al César del arrollante Tíber".

Los espartanos, lo mismo que los atenienses, tenían sus "termas" de las que aún hoy en día se tienen vestigios, donde además de natatorios con agua templada según la estación, tenían salas especiales donde practicaban la gimnasia, juegos y concursos y ahí se reunía la sociedad en tertulia haciendo de ellas lugares de estudio y de esparcimiento.

La Natación era tan predilecta y difundida que hasta en los más pequeños pueblos se practicaba, haciendo de ella el deporte más preferido, de mayor práctica y estimación. Terminando sus competencias entre las que predominaban las marchas militares, la Equitación y la Lucha cuerpo a cuerpo, los romanos de la república se echaban al Tíber como los espartanos al Eurotas.

Tanta importancia tenía en el grado de cultura del individuo, que existía un refrán que decía: "No sabe leer ni nadar".

Los pueblos antiguos que dominaron alternativamente a Europa rendían verdadero culto a la Natación y la practicaban no sólo como imperiosa necesidad para el cuerpo, sino como uno de los principales deberes de la raza y con espíritu elevado, de superioridad, de poder y de conquista, marchando parejas la Educación Moral y Física: De ahí el origen de los fuertes que se imponían a los débiles.

Los pueblos que fueron viriles y que se hicieron célebres fueron los que practicaban la Natación.

Sobre la evolución de la Natación practicada por el hombre, puede decirse que no ha alcanzado un desarrollo muy considerable. En el hombre no es natural como lo es en la mayoría de los animales puesto que es un medio muy distinto de aquel en el que acostumbra vivir; a pesar de todas las edades que han transcurrido no ha progresado gran cosa. En efecto, es dudoso que actualmente hayamos progresado más que la gente que vivió hace tres mil años respecto a la ejecución de los movimientos. Cuando menos las brazadas que hoy consideramos como modernas se usaron en ese tiempo. Estas observaciones se desprenden de varios bajo relieves cuya copia exacta fué tomada del palacio de Nimroud, los cuales datan cerca de 880 años A. J.

En dicha colección se encuentra una escena en la que aparece un fugitivo escapando de un soldado, atravesando a nado un río. La brazada usada por el nadador es sin duda la actualmente llamada brazada de "crawl".

Los exploradores de Norte y Sudamérica encontraron que los nativos usaban una brazada que ellos llamaron brazada "de indio".

Más tarde esta misma brazada fué conocida con el nombre de "brazada Inglesa sobre el brazo", y ahora este estilo es conocido con el nombre de "brazada de Lado" ("Side Stroke") de donde se derivó otro estilo semejante: el nado de "Lado sacando un brazo" ("Over arm Stroke").

Richard Cavill de Australia, es considerado como el descubridor del primitivo crawl denominado en aquel entonces "Brazada australiana", de la cual nació el "Crawl" moderno. En la primera el ritmo de los movimientos de los miembros superiores iba acorde con el de los miembros inferiores; Mientras el brazo izquierdo jalaba, la pierna derecha verificaba una patada sucediendo lo contrario con el otro brazo. El movimiento de los miembros inferiores se efectuaba únicamente desde la rodilla hacia abajo; la cara iba metida en el agua viendo hacia abajo y el nadador no respiraba a cada brazada como se hace en el crawl moderno, sino únicamente cuando sentía la necesidad de hacerlo. En algunas ocasiones un hombre nadaba cerca de treinta metros sin sacar la cara para tomar aire.

Charles Daniels, el primer gran exponente americano de la brazada de "Crawl," usaba una brazada completamente diferente de la usada por Cavill: Tanto el ritmo de la patada como el de las respiraciones era mucho más frecuente.

El moderno crawl de carrera que conocemos es un estilo modificado por los norteamericanos conservándose del antiguo estilo el movimiento de los miembros superiores.



CAPITULO II

RELACIONES ENTRE LA EDUCACION FISICA Y LA NATACION

La Natación es un deporte que concuerda intensamente con los fines que persigue la Educación Física y no sólo, sino que representa un auxiliar poderosísimo en la enseñanza pues muchas veces su única práctica basta para conseguir esos fines.

De todos los ejercicios físicos que hoy en día se practican de los que se han practicado siempre y desde remotas épocas, la Natación es indudablemente el más excelente de entre ellos por las ventajas incalculables que nos proporciona.

La Natación persigue muchas finalidades inigualables que tienden a elevar al individuo, pues persigue tanto atributos físicos (higiénicos, terapéuticos, fortificantes y estéticos,) como intelectuales (educativos) y morales (sociales, recreativos, etc.)

Si los métodos gimnásticos tratan de desarrollar, fortalecer y dar flexibilidad al cuerpo, la práctica de la Natación ayuda a desarrollar armónicamente el sistema muscular, da resistencia y fuerza al organismo, mejora todo el funcionamiento de la economía haciendo del nadador un individuo tenaz y eficiente, cualidades impulsadas por el atributo moral de que antes hablé (placer, alegría, recreación.)

El deporte acuático por estas razones tiene ciertas ventajas sobre el resto de los sistemas gimnásticos pues estos requieren una disciplina obligatoria que no produce atracción, cesando casi ese interés espontáneo tan saludable para que los efectos del ejercicio sean más abundantes y marcados. Es necesario para que el ejercicio produzca grandes resultados benéficos que vaya acompañado de placer.

Abundan "profesores" que pretenden no consultar el gusto de los muchachos que les confían con pretexto de que ya se ha adoptado la Educación Física como obligatoria y les importa poco que chicos y grandes se diviertan en los ejercicios con tal de que los hagan. Lo que les importa es imponer la Gimnasia dándole el carácter obligatorio olvidando los efectos resultantes. Ellos afirman: Trátense de proporcionar al individuo una fuerte dosis de

trabajo muscular y lo demás es accesorio. ¿Es posible siguiendo este método *árido y penoso* lograr el desarrollo armónico y completo del cuerpo, con abundante salud y sobre todo proporcionar al individuo unos minutos de recreación? ¿Hacer del individuo una persona sana, fuerte y *alegre*? Seguramente que no. Sin embargo, he podido observar esta deficiencia, en parte, en la enseñanza de la Educación Física.

Por eso afirmo que el deporte de la Natación tiene ciertas ventajas predominantes. La Natación no requiere una disciplina *estricta* en su práctica; muy por el contrario pide la ejecución de movimientos naturales de los miembros, obliga a efectuar toda clase de acciones musculares con soltura, reportando siempre grandes dosis de interés y amenidad a medida que se perfecciona el nadador. "Mientras más soltura, suavidad y ligereza encuentra el nadador al ejecutar sus movimientos en el agua, mayor es el grado de placer que experimenta" nos dice Sconza.

Por otra parte, la Natación representa una gimnasia ideal para todas las masas musculares. La casi totalidad de los movimientos son extensos, simétricos y rítmicos; las posiciones adoptadas son naturales, correctivas y saludables; las actitudes son perfectas y estéticas; el trabajo desarrollado por cada miembro va de acuerdo con su capacidad y fuerza muscular a la vez que evita que ciertas regiones trabajen más que otras.

La Natación hace de los individuos hombres sanos. Es el deporte higiénico por excelencia: Educa al individuo a respirar mejor. "La respiración eficiente es una de las cosas esenciales para un cuerpo sano y en ningún deporte el hábito de llenar y vaciar rítmicamente los pulmones es de tanta importancia como en la Natación. De un perfecto ritmo y control de la respiración, hecho en que todos los expertos están de acuerdo, depende grandemente el éxito en este deporte." El baño a que obliga la Natación impulsa el hábito de la limpieza.

La Natación se presenta, por sus fines terapéuticos, como un auxiliar médico de ciertas enfermedades comunes. La Natación en agua de mar, tiene grandes propiedades médicas, perfectamente comprobadas. Estudiada su acción, los médicos concuerdan en recomendarla contra las afecciones siguientes:

Reumatismo muscular y fibroso crónico; leucorreas catarras uterinos y vesicales, afecciones catarrales de las diversas mucosas; debilidad general, subsiguiente a convalecencia difícil o a constitución extenuada; raquitismo; anemia, clorosis, tumores blancos, infartos linfáticos, lumbagones, edemas leucopáticas; relajación de los diversos tejidos, úlceras indolentes, llagas atónicas, abscesos

fríos; hemorragias pasivas, efecto de debilidad; anquilosis, contracturas de los miembros; parálisis del recto y de la vejiga. Finalmente la Natación en agua de mar se ordena como auxiliar para combatir las enfermedades nerviosas conocidas bajo el nombre de neurosis, tales como: la epilepsia, la catalepsia, el histerismo, la melancolía, la hipocondría, la corea, los temblores y vómitos nerviosos, la jaqueca, la afonía, las palpitaciones nerviosas, etc.

Además la Natación es uno de lo deportes que crean con mayor intensidad el factor social entre quienes se dedican a ella, "No se puede nadar y odiar a la vez." El deporte acuático es un medio de unión, crea amistades perennes e iguala en un mismo nivel social a todos sus adeptos. La Natación merece todos los honores porque hasta los inválidos encuentran esa satisfacción de ser iguales a los demás y hasta de poder rivalizar con ellos.

En resumen: La Natación representa un excelente ejercicio que enseña al individuo el mejor manejo de su cuerpo con economía de esfuerzo; constituye un organismo resistente y le da una salud perfecta. Por otra parte le educa mental y espiritualmente, haciendo de él, un individuo útil así mismo y a los demás.



SEGUNDA PARTE

A continuación señalo someramente el porqué aumentan las respiraciones y hay cambios circulatorios a causa del ejercicio muscular; para después bosquejar los efectos que se producen en el organismo como resultado de lo anterior.

CAPITULO I

RESPIRACION

Respiración al estado de reposo.—Normalmente, los movimientos respiratorios están asegurados por la actividad de músculos, los cuales están regidos por excitaciones que provienen del Centro Respiratorio.

La excitación del Centro Respiratorio se verifica por acción del CO_2 contenido en la sangre como resultado de las oxidaciones de los tejidos durante su actividad. El fenómeno se verifica de la siguiente manera:

Durante la espiración afluye sangre por los capilares en los alveolos pulmonares con objeto de verificar la Hematosis, consistente a la cual en la oxigenación de la hemoglobina y la eliminación del CO_2 contenido en el plasma. La presencia de aquél al pasar por el Centro Respiratorio produce una excitación que inmediatamente es transmitida a los músculos inspiradores, produciéndose de consecuencia el fenómeno de la inspiración. La distensión de la cavidad torácica y pulmonar producto del movimiento inspiratorio, llega a un límite el cual representa el término del fenómeno hematótico. Inmediatamente y acto continuo, los músculos inspiradores cesan su contracción, permitiendo a las cavidades torácica y pulmonar tomar su posición natural debido a su tejido elástico. Este último movimiento representa el complemento de los fenómenos mecánicos de la respiración. Estos fenómenos que se conti-

nuan sucesivamente constituyen los movimientos respiratorios con el ritmo normal conocido.

Cambios respiratorios debidos al ejercicio muscular.—El ejercicio muscular lleva consigo energía gastada, la cual deriva directamente de la oxidación de los tejidos. De esta oxidación aumentada resulta una cantidad mayor de CO_2 en la sangre, por lo tanto, la excitación de los centros respiratorios es mayor. Ya que la excitación de las células nerviosas está aumentada, hace que la actividad de los músculos respiratorios se acelere. Los músculos inspiradores se contraerán energicamente produciendo la entrada rápida de aire a los pulmones. La espiración, que en este caso si requiere la ayuda de los músculos espirales, se verifica rápidamente expulsando el aire con fuerza no obstante su volumen aumentado. Así que, cualquier aumento de las oxidaciones de los tejidos como por la actividad de los músculos, eleva la proporción carbónica en la sangre acompañándose de respiración más frecuente, más energética y más profunda. En efecto, la actividad del centro respiratorio depende de la composición gaseosa de la sangre que circula através de sus vasos: Si nosotros impedimos la ventilación normal de los pulmones en alguna forma, como ligadura de la tráquea, la sangre se hace cada vez más venosa. Cuando esta sangre recargada de CO_2 y disminuida de O circula por el bulbo, la actividad del Centro aumenta continuamente llegando a tal grado que los impulsos nerviosos descargados ponen en actividad práctica a todos los músculos del cuerpo (asfixia). Por otra parte, la actividad del centro respiratorio puede disminuirse o hasta abolirse si por una ventilación artificial de los alvéolos mantenemos una hiperartirilización de la sangre, de manera que el líquido que circula por el bulbo contenga más O y menos CO_2 que en circunstancias normales.

Hemos de concluir que el centro respiratorio posee una sensibilidad específica para el CO_2 que determina la profundidad y ritmo normales de los movimientos respiratorios. Aunque el centro respiratorio es común con el resto del sistema nervioso central, es sensible y puede excitarse por falta de O ; esta cualidad entra rara vez en juego. En todas las circunstancias ordinarias una necesidad aumentada de O se asocia con una producción aumentada de CO_2 en los procesos oxidativos de los tejidos del cuerpo y aumento de la respiración producido por el efecto excitador de un pequeño exceso de tensión de CO_2 en la sangre, basta para proveer ampliamente a las necesidades aumentadas del organismo en O .

El ácido láctico producido por la actividad de los músculos asegura la aceleración de los cambios respiratorios.—En ciertos

experimentos, Zuns y Geppert encontraron que durante el ejercicio muscular, los movimientos respiratorios aumentaban en tal extensión que producían una tensión del CO_2 por debajo de lo normal en la sangre arterial. En estas circunstancias la actividad del músculo se asociaría con una corriente disminuida de sangre; de modo que las contracciones se verificarían en ausencia de una provisión suficiente de O . En ausencia de suficiente O , las contracciones musculares determinan la producción no de CO_2 sino de $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$ (ácido láctico); y es muy probable que en los experimentos en cuestión hubiera una descarga de sustancias ácidas en la sangre, disminuyendo la alcalinidad de este líquido, y por lo tanto, descendiendo su poder de llevar CO_2 . En efecto, puede producirse disnea disminuyendo la alcalinidad de la sangre por la inyección de ácidos; y se observan ataques de disnea en los últimos períodos de diabetes en donde la alcalinidad de la sangre está disminuida por producción de cuerpos ácidos (ácido oxibutírico.) Esta disnea se ha atribuido al hecho de que el poder vehiculador disminuido de la sangre para el CO_2 , aumentaría la tensión de este gas en los tejidos donde se forma de modo que una alcalinidad disminuida de la sangre puede causar una tensión elevada de CO_2 del centro respiratorio.

Ryffel ha demostrado que hasta un corto período de ejercicio muscular suficientemente violento, es decir, que origine disnea, causa un aumento subsiguiente de ácido láctico en la orina, y que la sangre misma al final del período del ejercicio contiene una cantidad demostrable de este ácido. Así, en un caso de orina pasada durante 30 minutos después de una carrera de 800 metros de dos minutos, contenía 454 mg. de ácido láctico, frente a una excreación normal de 3 a 4 mg. del mismo ácido por hora.

En otro experimento se obtuvo sangre del antebrazo antes, al terminar y tres cuartos de hora después del ejercicio, consistente en correr durante dos minutos y medio. El siguiente cuadro representa los resultados obtenidos:

(Ácido láctico por 100 cc.)

Sangre antes del ejercicio.....	12.5 mg.
Sangre inmediatamente después.....	70.8 mg.
Sangre 45 minutos después.....	15.9 mg.

La producción de ácido láctico durante el ejercicio muscular puede así considerarse como una segunda línea de defensa para el organismo, tendiendo a mantener la ventilación aumentada de los pulmones hasta cuando la provisión de O oxidada completamente los materiales en la producción de la energía muscular. Sin embargo, según Starling, este mecanismo ácido sólo se emplea cuando la provisión de O está por debajo de las necesidades respiratorias del cuerpo.



CAPITULO II

CIRCULACION

Cambios circulatorios con el ejercicio muscular.—Hay ciertos mecanismos por los que el corazón y los vasos reaccionan a tal o cual condición para aportar una modificación apropiada de la circulación. Es decir, normalmente hay factores que intervienen sobre el individuo, produciendo simultáneamente una reacción que se traduce en cambios circulatorios adaptando la circulación a las necesidades del cuerpo, así como a determinadas exigencias del medio.

En efecto cuando se verifica un ejercicio, se origina en circunstancias normales, una adaptación refleja y automática del corazón y vasos, habiendo por lo tanto un cambio en la circulación, acelerando el curso de la sangre; si adaptamos a la arteria motriz del músculo masetero de un caballo un aparato contador del caudal y velocidad de la sangre, se observará una aceleración manifiesta de la corriente y un aumento del caudal cuando el animal provoca contracciones de ese músculo, para masticar avena por ejemplo. La región vascular que proporciona la sangre al músculo masetero no es el único sitio de las modificaciones comprobadas. Pronto se manifiesta la aceleración del curso de la sangre en los vasos más gruesos del cuello, en el corazón y luego en todo el árbol circulatorio, de suerte que los movimientos, no obstante limitados, de la masticación, provocan en resumidas cuentas una aceleración del pulso. El hecho se explica de la siguiente manera: Los músculos al contraerse producen una especie de aspiración de la sangre de los capilares arteriales a su intimidad, y durante los periodos de actividad, éstos atraen a ellos mayor cantidad de líquido nutriz que en estado de reposo. Se trata pues de una verdadera aspiración, porque el manómetro puesto en comunicación con la arteria de un músculo en trabajo, señala según el Dr. Chauveau, una disminución de la tensión sanguínea. Además, los músculos hinchados por la contracción ejercen una presión en los vasos capilares y en las venas, y tienden a expulsar el contenido. De tal manera, la actividad muscular produce la aceleración de la corriente sanguínea: Los músculos,

es decir cada músculo obra como un corazón accesorio, por una parte, activa la llegada de sangre por el sistema arterial y por otra acelera la corriente por el sistema venoso durante su trabajo. Esta serie de fenómenos que ayudan el transcurso de la corriente sanguínea, la podemos considerar de orden mecánico; pero existen otros fenómenos de orden químico fisiológico más importantes relacionados con la circulación. El trabajo muscular, representa metabolismo aumentado: El ingreso de O y la salida de CO₂ pueden experimentar un aumento de 10 ó 12 veces durante el violento esfuerzo muscular. Como se vió en el pasado capítulo, los centros respiratorios son esencialmente aerobios y aumentan su actividad cuando la proporción gaseosa de la sangre que los riega es anormal. La frecuencia de los cambios respiratorios está ligada directamente con la circulación. Cuando los movimientos mecánicos de la respiración aumentan su frecuencia, la cantidad de sangre que atraviesa los capilares de los alvéolos es mayor, equilibrando la cantidad de sangre arterial necesaria a los tejidos que trabajan. Este aumento resulta porque la salida por latido ha sido aumentada (consecuencia de que la actividad cardíaca aumenta por: Inhibición de los vagos, estimulación de los nervios simpáticos cardíacos) y según experimentos de Krogh, Means, Linhard y Newburgh, la circulación por los pulmones es idéntica a la del desahúe del ventrículo derecho.

Así que, el trabajo muscular ocasiona variaciones en la proporción gaseosa de la sangre, produce cambios respiratorios y circulatorios haciendo su frecuencia y ritmo proporcional para asegurar la aportación de sangre cuya composición sea constante a todos los tejidos, principalmente a aquellos que trabajan. Los músculos de un animal de sangre caliente rápidamente se fatigan si se privan de una cantidad adecuada de oxígeno. De aquí que tan pronto como la actividad muscular desproporciona el estado gaseoso de la sangre, se ve aumentada la actividad de las funciones de respiración y circulación: Para que el músculo o cualquier otro órgano continúe su trabajo necesita recibir sustancias que emplea en su actividad. Por lo tanto, un estado necesario para todo ejercicio muscular es que se proporcione a los músculos oxígeno en relación con sus necesidades. Como en condiciones normales, la sangre arterial está en 90 a 95 por ciento saturada de de oxígeno (de las 92 partes por ciento de sustancias orgánicas que contienen los glóbulos rojos, 30 de ellas corresponden a la hemoglobina); no puede proporcionarse un aumento apreciable de O aumentando la saturación de la hemoglobina; de modo que un aumento de 8 a 12 veces del gasto de O por los músculos ha de comprender un aumento correspondiente en la sangre que va a nutrir a estos órganos. A esta corriente sanguínea aumentada por los músculos corresponde a su vez, un aumento en la corriente

de sangre por los pulmones y en la ventilación de éstos; como vimos en el pasado capítulo, los centros respiratorios son capaces de ajustar su actividad y la velocidad de renovación del aire en los alvéolos en la proporción exacta a las necesidades de O del cuerpo.

Así que, en resumen, durante los movimientos musculares, encontramos aumentados los cambios respiratorios y la ventilación de los pulmones, la presión sanguínea elevada y el pulso acelerado.

*¿Cómo se verifica este admirable ajuste de la actividad del corazón y circulación a las necesidades de oxígeno de los músculos?—*La producción del corazón depende de la entrada a él mismo, de modo que el problema está en determinar los factores que aumentan la entrada a este órgano en proporción a las necesidades de los músculos.

Al principio del ejercicio muscular, o antes del mismo, hay contracción de los vasos espléncicos, de modo que la sangre va de las vísceras a los músculos y más tarde también a la piel. Como ya hemos visto, cada músculo obra como un corazón accesorio, pues cada contracción vacía los capilares en las venas, y dirigiendo estas últimas el líquido hacia el corazón en virtud de las válvulas existentes en ellas. Por lo tanto, cuanto más activos son los músculos, más rápidamente atraviesa la sangre que entra en ellos con dirección a las grandes venas y al corazón.

La circulación de las grandes venas del abdomen y del tórax es auxiliada por los movimientos respiratorios, que también aumentan éstos en proporción a la actividad muscular, impulsando a cada inspiración la sangre fuera de las grandes venas del abdomen y aspirándola en las grandes venas del tórax y de allí al corazón. De este modo la sangre que afluye al corazón crece en proporción a la actividad de los músculos.

La repleción del corazón aumenta por la actividad muscular.—En condiciones de reposo, parece probable que la repleción del corazón que según Krogh ha descrito como "inadecuada" es decir, la cantidad de sangre que entra al corazón durante cada diástole no es suficiente para llenar a este órgano hasta los límites establecidos por el pericardio fibroso e inextensible.

El primer efecto del ejercicio muscular será aumentar la repleción del corazón, y por lo tanto de la salida por latido, y esto durará hasta que la repleción del corazón se verifique completamente, es decir, hasta que se haya hecho "adecuada".

Por lo tanto, el corazón al principio del ejercicio reacciona automáticamente, aumentando la salida por latido.

Aceleración del ritmo cardíaco.—Sea la repleción diastólica del corazón "adecuada o inadecuada", la presión de sus cavidades será próximamente cero. Si ahora la entrada aumenta todavía más, la presión diastólica en el corazón y en las grandes venas empezará a ascender, pues el corazón ya no puede aumentar apreciablemente su salida de sangre por latido. Según Brainbridge, en estos momentos entra el mecanismo reflejo acelerador del ritmo cardíaco. La tensión creciente en el lado venoso del corazón provoca una aceleración refleja en el ritmo cardíaco, sobre todo por inhibición del tono del vago y posiblemente por estimulación refleja de los nervios aceleradores simpáticos.

El aumento ulterior de la entrada de sangre al corazón se trata por una aceleración correspondiente del ritmo cardíaco. De este modo, se impide la distensión de las grandes venas, y hasta la salida por cada minuto según Starling aumenta 7, 10 y hasta 12 veces que en estado de reposo.

El aumento de la salida total de la sangre del corazón se representa:

1º—Por un aumento de la cantidad de sangre que sale a cada latido.

2º—Por aumento de la frecuencia del pulso.

La velocidad de la sangre que pasa por el endotelio pulmonar está asegurada.—Los dos factores que representan el aumento de la cantidad total de sangre que sale por latido, sufren combinaciones reflejas que aseguran el paso de una cantidad de sangre proporcional a las necesidades aumentadas de los músculos:

1º—La frecuencia del pulso casi no se altera, mientras que la salida por latido aumenta continuamente con el trabajo.

2º—Después de este punto hay un poco de aumento ulterior de la salida por latido, que hacia el fin principia a disminuir, al paso que hay un aumento en la frecuencia del pulso.

Por este medio la sangre se impulsa por los pulmones a una velocidad correspondiente a las necesidades aumentadas de oxígeno de los músculos en actividad.

Como llega rápidamente y en cantidad necesaria la sangre a los músculos durante su actividad.—La necesidad de oxígeno de los tejidos que trabajan producen fenómenos que activan la aportación del líquido sanguíneo en cantidad abundante de acuerdo con el grado de su actividad:

1º—Contracción de los vasos espláncicos, de modo que la pre-

sión sanguínea se eleva y toda la sangre utilizable puede ser impulsada a los tejidos que trabajan.

2º—Los músculos en su actividad producen anhídrido carbónico, ácido láctico y otros metabolitos que causan dilatación de las arteriolas y capilares en los músculos mismos.

Durante el reposo es probable que la mayoría de los capilares estén cerrados; durante la actividad se dilatan y se llenan de sangre y cada elemento del músculo se pone en íntima relación con el capilar dilatado, através del cual fluye una rápida corriente de sangre oxigenada. Krogh ha demostrado que el número de capilares que contienen sangre en un milímetro cuadrado de sección transversal del músculo, puede aumentar de 40 a 100 veces durante la actividad máxima del mismo. Como resultado de la tensión del oxígeno en las fibras musculares se hace casi igual a la de los capilares mismos.

Intervención propia del cerebro en la aceleración de la circulación durante el ejercicio muscular.—Los cambios circulatorios, además de excitarse por la adaptación refleja y automática del corazón y vasos, son ayudados por la intervención activa del cerebro. Así, el esfuerzo voluntario que inicia normalmente los movimientos musculares, originan al mismo tiempo impulsos procedentes de los centros cerebrales, que excitan cambios en los sistemas circulatorio y respiratorio, del mismo carácter que los que más tarde se excitarán refleja o automáticamente como resultado del ejercicio. Así, por ejemplo un nadador o corredor, etc., que estando en la posición de ejecutar una salida en una prueba de competencia, la simple orden de "¡competidores, listos!", provoca aumento en el tono muscular en el acto de la atención, ventilación pulmonar aumentada y un exceso de la frecuencia del pulso y de la presión sanguínea. Estos cambios aumentan tan pronto como se capta la orden o el disparo de salida y el individuo empieza la competencia; es decir, antes de que los cambios metabólicos aumentados en los músculos puedan haber tenido tiempo de afectar los centros bulbares por intervención crecida de anhídrido carbónico, o las contracciones la fuerza de la circulación.

Secreción aumentada de adrenalina por el ejercicio; efectos adyacentes de este fenómeno en la circulación sanguínea.—Cannon ha demostrado, que todo estado de excitación nerviosa, como el esfuerzo voluntario que inicia las contracciones musculares; o en el estado psíquico, de temor o de cólera, se acompaña de la secreción de adrenalina en la corriente sanguínea. Durante el ejercicio violento asociado o causado por tensión emocional, habrá

un exceso de adrenalina circulante por la sangre, que reforzará la actividad de la circulación. Aquella aumentará la constricción del áerea esplácnica, que ya había sido excitada por efectos del CO₂ y por el ácido láctico contenidos en la sangre.

En el corazón la adrenalina aumentará su poder contráctil y la frecuencia de los latidos, disminuye rápidamente su volumen y por su acción dilatadora sobre los vasos coronarios auxiliará a proporcionar oxígeno al músculo cardíaco (sus cambios respiratorios aumentan en tal grado que el ingreso de O a su intimidad aumenta de dos a tres veces por encima del que se obtenía antes). Por consiguiente en general, la acción de la adrenalina es hacer capaz al corazón de resistir una mayor fatiga, ya sea en forma de resistencia arterial o de aumento en el flujo venoso. Al mismo tiempo, la adrenalina causará conversión rápida del glucógeno del hígado en azúcar utilizable: La glucosa; de modo que rápidamente puede proporcionarse a los músculos en actividad el alimento que pueden utilizar con la mayor facilidad y prontitud.



CAPITULO III

EFFECTOS FISIOLOGICOS RESULTANTES DE EJERCITARSE FISICAMENTE

Como hemos visto el ejercicio muscular produce una actividad funcional que repercute en un metabolismo marcado, el cual, a la larga transforma la vida orgánica por procesos fisiológicos que se experimentan en ella. Per el continuo aumento de los cambios respiratorios y aceleración de la circulación que produce el ejercicio físico, el organismo entero se verá regado por una cantidad mucho mayor de sangre arterial que normalmente está acostumbrado a recibir. Esta cantidad aumentada de sangre oxigenada produce una repercusión en el trabajo orgánico de la economía corporal completa.

Aumento transitorio de la hematies de la sangre.— Según el Dr. Boigey, se ha comprobado la aparición de un número anormal de glóbulos rojos (82,000 a 270,00 de exceso en un milímetro cuadrado) en la sangre extraída de la pulpa de un dedo después de unos instantes de haber practicado un ejercicio muscular, siempre que este haya alcanzado cierta intensidad y duración considerables. El hecho se explica por el aumento de oxígeno respirado y por el aumento de la cantidad de sangre que baña los órganos hematopoyéticos (hígado, bazo, médula huesosa,) los cuales abandonan sin tardanza en el torrente circulatorio una cantidad importante de glóbulos rojos que tenían en reserva, y que en otras circunstancias es indubable que hubiesen cedido a la sangre poco a poco.

En 1913, M. E. Cesari, veterinario sanitario del departamento del Sena ha demostrado en el caballo el aumento del número de hamaties a consecuencia de un ejercicio intenso. Recibía la sangre a la salida de la vena en un recipiente que contenía una cantidad suficiente de sal anticoagulante. En estas condiciones, la sangre permanece indefinidamente líquida y sus diversos elementos se depositan en sedimentos por orden de densidad decreciente. Los glóbulos rojos van al fondo del vaso; los blancos quedan por encima de ellos, y sobre éstos se eleva la columna de plasma decantado. Ce-

sari ha determinado el índice de sedimentación por la relación entre la altura de la capa de glóbulos rojos y el total de la sangre examinada en un pequeño tubo graduado, y ha compuesto una tabla que da para el caballo, frente a cada índice, que varía de 20 a 40 el número de glóbulos correspondiente. Así, por ejemplo, el índice 35 corresponde a 7.500.000 de glóbulos rojos por milímetro cúbico.

Del conjunto de observaciones hechas por ese autor resultan los datos siguientes:

a) Los caballos comunes que no han sido sometidos a ningún entrenamiento especial y que trabajan generalmente a paso lento tienen un índice de 27 e inferior, que corresponde a 5 millones de glóbulos por milímetro cúbico.

b) Los caballos media sangre utilizados en marchas rápidas, después de un corto entrenamiento, acusan un índice de 36, o sea unos 8 millones de glóbulos.

c) Los caballos pura sangre entrenados en los hipódromos y especializados en el galope tienen un índice de 38 o inferior, es decir, de 9 a 10 millones de glóbulos.

El veterinario militar Darron, valiéndose del método de Cesari, ha confirmado los resultados anteriores, encontrando las cifras siguientes:

INDICE

Caballo antes del entrenamiento	38,3
Caballo después del entrenamiento	40,1

Por otra parte, sabemos que la altura influye en la hiperglobulia de la sangre. El profesor F. Viault, tuvo ocasión de comprobar durante su permanencia en la cordillera de los Andes, a una altura de 4.000 metros que los montañeses de esas regiones utilizados como corredores presentaban una hiperglobulia que llegaba a los 8 millones de hematies. En uno de ellos llegó a encontrar cerca de 10 millones, o sea aproximadamente el doble de la cifra normal.

De este conjunto de hechos y observaciones resultaría que la sangre de los individuos sometidos a un esfuerzo sostenido y prolongado es el lugar de una hiperglobulia en cierto modo fisiológica que aparece unida a un incremento de la capacidad respiratoria de la sangre: Los hematies al aumentar su número momentáneamente ponen a la disposición de los tejidos una cantidad mayor de oxígeno, necesaria al aumento de los cambios nutritivos durante el trabajo muscular. A esa hiperglobulia momentánea, contemporánea de la superoxigenación de los tejidos y del incremento de los cambios respiratorios corresponde una sobreactividad funcional

general saludable a toda la economía, y que coincide habitualmente con cierta sensación de exaltación y de vida intensa.

¿Qué pasa en un organismo regado por una sangre demasiado oxigenada?

Hace tiempo que los experimentos célebres de Claudio Bernard y de Brown Séquard, ilustres fisiólogos nos han informado acerca de este punto. Esos experimentos han demostrado que la sangre oxigenada y abundante tiene como resultado principal activar las secreciones glandulares y tonificar los músculos. La hipersecreción producida por los órganos endócrinos aumenta los productos secretados, los cuales tienen una importancia muy grande en la vida orgánica: Influyen esencialmente sobre los procesos metabólicos, modifican en gran manera la excitabilidad del sistema nervioso y condicionan su funcionalidad muy a menudo. En los niños, estos productos de las secreciones internas influyen sobre el crecimiento y sobre la morfogénesis, lo cual no es mas que corolario de la que ejercen sobre los procesos metabólicos.

Eliminación más completa de los venenos orgánicos por la orina y el sudor.—La acumulación de venenos en el organismo aumenta con la vida de inactividad física: El sedentarismo. Este mal tan extendido—resultado de la civilización y de los inventos modernos—y que tan perjudiciales efectos causa, trataré de relacionarlo con los efectos del ejercicio físico.

En hombres de edad adulta que llevan una vida sedentaria, se encuentra un aumento considerable de la toxicidad urinaria. De aquí que estos individuos sufran a intervalos de tiempo períodos de malestar general sin definición alguna de la causa o causas, adquiriendo la orina gran toxicidad durante esas épocas de trastornos. Es decir, la emisión periódica en tiempos desiguales de orinas hipertóxicas, es constante en tales personas que practican *normal y sensatamente* el ejercicio, la toxicidad urinaria varía dentro de muy escasos límites. El ejercicio regulariza la desasimilación orgánica e impide por lo tanto la acumulación de venenos urinarios, desalojándose de ellos a medida que se forman. Por otra parte, la sudación que acompaña al ejercicio arrastra una cantidad importante de venenos. Según Arloing, si el sudor quedase retenido en el organismo, la cantidad secretada en veinticuatro horas sería capaz de envenenar a un hombre de 65 kilogramos de peso.

Haciendo un ejercicio general, vigilado médicamente, verificándolo con cierta intensidad hasta producir una sudación regular, se desaloja por la piel una cantidad considerable de productos tóxicos; que en otra forma son retenidos por el organismo y cuya excreción, durante la inactividad, sólo la aseguran los riñones con

un trabajo aumentado de estos, con la consiguiente predisposición a trastornos renales.

Regularización de la nutrición.—El ejercicio muscular tiende a homogeneizar la constitución física de los individuos, pudiendo encontrarse en las piscinas de natación, gimnasio y campos deportivos los temperamentos más diversos y las constituciones más variadas. El ejercicio tiende a imprimir un mismo resultado a los que a él se dedican, produciendo en el organismo dos efectos inversos según la persona de que se trate, pero que ambos efectos concurren a un mismo fin: Por una parte, aumenta el movimiento de asimilación y por otra acelera la desasimilación. Así, el hombre repleto, adelgaza, el endeble, engorda; el congestivo pierde poco a poco el tinte violáceo que indica la plétora de los vasos y el entorpecimiento circulatorio y el pálido, gana por el contrario, colores más vivos.

En resumen, para el hombre el ejercicio representa un verdadero regularizador de su nutrición y que obra de dos maneras según el método que se emplee en su práctica: aumenta o disminuye las entradas y salidas de los elementos nutritivos de acuerdo con su constitución.

He aquí la importancia que representa para el educador de saber dosificar el ejercicio físico según las necesidades fisiológicas del individuo en cuestión: Saber indicar, bajo bases de *observación* y de *estudio*, la calidad y cantidad de ejercicio que conviene a tal o cual persona. Según lo asentado, el ejercicio provoca dos resultados opuestos: El aumento de las adquisiciones o aceleración de las pérdidas, de los cuales hay que conocer los efectos fisiológicos producidos como repercusión de tal o cual ejercicio, para buscar el mejoramiento si el individuo es de constitución normal, y de acentuar alguno de los dos, para equilibrar, en caso contrario.

Los efectos del ejercicio varían según en su ejecución se impriman velocidades diferentes. El mismo ejercicio practicando rápidamente produce disminución de peso, y aumento de éste a condición de que se verifique con cierta suavidad. Si por ejemplo, se camina una distancia de cinco kilómetros todos los días durante un mes, muy probable es que se aumente de peso. Pero si en lugar de caminar se recorre esa distancia con paso de carrera, al terminar el mes indudablemente que se habrá adelgazado. Personalmente hice la experiencia: Durante 30 días, hice 400 metros con brazada de pecho en un tiempo de 13 minutos; al cumplir la fecha, mi peso había aumentado 500 gramos. Volví a nadar la misma distancia con brazada de "crawl" haciendo un tiempo de 9 minutos y al trigésimo día había disminuido 900 gramos de mi peso nor-

mal. La velocidad del ejercicio había cambiado por completo los resultados.

Mejora de las funciones digestivas.—Acabamos de ver que el ejercicio es el regulador indispensable del doble movimiento de la nutrición. En los inactivos—que se pasan la mayor parte del día en una posición sedentaria—la función de desasimilación está verificada torpemente, es el ejercicio el que activa este movimiento de deshechar todas aquellas materias inútiles a la par que perjudiciales, provocando a la vez la sobreactividad de la función asimiladora. El individuo que después de cada comida verifica un paseo a pie, digiere a la vez que con la vía digestiva, con los músculos. De aquí lo perjudicial que resulta "acostumbrar la siesta" acabando de comer. Varios experimentos sobre el particular se han hecho. Escogiendo a dos perros en iguales condiciones de salud y constitución, se les ha dado la misma ración de carne. A uno de ellos se le obligó a correr por espacio de una hora, mientras que al otro se le hizo dormir o cuando menos mantener la posición de echado. Al cabo de dos o tres horas, tiempo calculado en verificar la digestión de la carne en el estómago, se les practicó la aptosis, encontrándose que en el primer animal el proceso digestivo se había realizado completamente, mientras que en el segundo el alimento apenas llevaba la mitad de la transformación digestiva. Lo que muestra que el ejercicio ayuda grandemente a la realización de los fenómenos digestivos en dos formas: La circulación aumentada por las contracciones musculares, induce un aumento en la actividad funcional de las glándulas que tapizan la mucosa del aparato digestivo segregándose rápidamente y mejor concentrados los jugos digestivos; y por otra parte las movimientos de las masas musculares, principalmente las abdominales, hacen activar la circulación de los músculos que constituyen las paredes del estómago e intestinos, lo cual aumenta su poder contráctil, asegurando en esta forma los fenómenos mecánicos de la digestión.

En algunos casos patológicos de la digestión el ejercicio se presenta como un poderoso auxiliar curativo. En la mayoría de los dispepticos, según el Dr. Boigey, al hacer el balance de la nutrición se comprueba que en ellos la oxidación de las materias orgánicas queda incompleta. Su organismo requiere una cantidad superabundante de oxígeno para estabilizar esa función. El ejercicio muscular que acelera los cambios respiratorios y de consecuencia se produce una hematosis seguida cargando a la sangre de una cantidad de oxígeno mayor, hará que aquellas materias incompletamente oxigenadas en estos enfermos se regularice, y se eliminen prontamente los productos residuales, normalizando poco a poco esta función oxidativa tan atrasada. Así que, la com-

bustión u oxidación de esos productos está asegurada de manera más completa.

El ejercicio en los dispépticos, obra como un regularizador en la secreción de las glándulas gástricas y como tónico de los músculos de las paredes de las vísceras abdominales. Esa musculatura participa de la acción tónica ejercida por el oxígeno con igual motivo que los demás músculos de la economía. Así, por ejemplo si una región está verificando un trabajo, la circulación empieza por activarse en dicha región, pero más tarde este aumento circulatorio se generaliza por todo el organismo aunque más atenuado que en el punto de la excitación.

Para que los dispépticos obtengan resultados tangibles en el tratamiento de los trastornos digestivos por el ejercicio, se necesita que este se verifique por un tiempo de mes y medio cuando menos. El ejercicio obra indirectamente en la función digestiva por mediación del oxígeno fijado en la sangre superabundante y por la cantidad aumentada de la misma que riega sus glándulas. En Fisiología, se dice que a mayor cantidad de sangre oxigenada, mayor es el producto de la secreción; de tal manera la secreción de los jugos gástricos se verifica con más frecuencia al mismo tiempo que las tónicas musculares recobran su contractilidad. En resumen: Los actos químicos y mecánicos de la digestión se mejoran notablemente por la práctica metódica del ejercicio el cual almacena oxígeno que sirviendo de modificador general produce efectos locales en los órganos digestivos.

Pero no únicamente los órganos del aparato digestivo se ven modificados en sus funciones directamente por esta abundancia momentánea de sangre, sino que también los órganos anexos a él sufren una reacción favorable en su trabajo. Así, la abundancia de oxígeno circundante provoca una hipersecreción de las glándulas emuntorias (glándulas sudoríparas, riñones, hígado) lo cual viene a ayudar al trabajo digestivo expulsando con mayor rapidez todas las materias de desecho, muy tóxicas al organismo si permanecen en él.

Otro trastorno de la digestión fácilmente curable por el empleo de los ejercicios musculares es el estreñimiento o sea el entorpecimiento intestinal en eliminar los residuos alimenticios. Si observamos la disposición de la cavidad abdominal, que encierra los órganos principales del aparato digestivo, encontraremos la veracidad de lo asentado. Todas las partes que la componen están constituidas por músculos; su techo es un músculo-el diafragma-su suelo lo representan los músculos del perineo, y todos sus lados tienen igual constitución; masas musculares. La casi totalidad del aparato digestivo se halla pues, contenido en una especie de "bolsa muscular" que desempeña un papel principal en la misma

función digestiva. No obstante que la progresión de las materias alimenticias está asegurada por los movimientos peristálticos del estómago e intestinos, las contracciones de los músculos abdominales ejercen en el conjunto de las masas intestinales distintas presiones que forzosamente hacen más energícos aquellos movimientos vermiculares propios de los órganos digestivos, impulsando rápidamente los residuos alimenticios a lo largo del tubo digestivo.

Hay ciertos ejercicios cuyos efectos tienen influencia directa sobre las vísceras abdominales, siendo estos aquellos que flexionan, extienden y verifican la rotación del tronco. En muchas personas, la digestión es lenta y se hace mal si esos movimientos no intervienen en un momento dado del día. Principalmente en los sedentarios que pretenden emanciparse de toda clase de ejercicio físico, las tónicas musculares del intestino no bastan por sí solas para virificar su tarea y realizan incompletamente la progresión de las materias residuales. Por la composición química de estas últimas, si no son evacuadas normalmente cada 24 horas se convierten en una fuente de intoxicaciones bastante rápida.

No obstante, puede haber personas de vida activa que se pasen la mayor parte del día recorriendo varios kilómetros a pie y que sin embargo sufran de trastornos digestivos. Es que la marcha como ciertos otros ejercicios se muestra a veces impotente como auxiliar de la digestión y el ejercicio realizado no les da ocasión de agacharse, de bajarse, de volverse sobre sí mismos y en resumen de poner en juego las paredes musculares del abdomen. Aunque hay cierta gimnasia especial destinada precisamente a reglamentar las mudanzas y los cambios de actitud del tronco, pero que por lo obligado de su práctica resulta fastidiosa, existen en ciertos deportes estos ejercicios auxiliares combinados con distracción y placer que reportarán mejores utilidades. En Natación se encuentran gran variedad de ejercicios que flexionan, extienden y producen la rotación del tronco, tales como acontece en las diferentes zambullidas, toninas, maromas, focas en los diferentes estilos, etc.

Ese trabajo abdominal no sólo produce efectos útiles en los casos de atonía gástrica y de la pereza intestinal, sino que ayuda circulación sanguínea en todo el sistema de la vena Porta. Los grandes canales venosos abdominales sufren directamente la acción de las presiones ejercidas activamente por las contracciones de las paredes musculares que las cubren. Los vientres abultados no siempre provienen de una adiposidad excesiva, sino que son causa de una combinación del éstasis sanguíneo intestinal con formación de gases retenidos en el tracto intestinal producidos por fermentaciones. En tal caso, el ejercicio abdominal bien ejecutado ayu-

dado con masaje (el cual representa ejercicio pasivo) de la región, asegura la disminución rápida de las dimensiones anormales del vientre.

La indicación de activar la circulación de la vena Porta por medio de los movimientos abdominales se presenta sobre todo en los hepáticos, los obesos, los cardíacos y para la reducción de venas hemorroidales. Se observan en estos enfermos grandes trastornos de las funciones digestivas por éstasis sanguíneas de los vasos abdominales. Sin embargo en los cardíacos, e los cuales está contraindicado el esfuerzo muscular y todos aquellos movimientos que produzcan hipertención de sus vasos, es conveniente emplear el método terapéutico pasivo: masaje abdominal y movimientos ayudados.

Los accidentes de la enteroptosis, las molestias producidas por el continuo bamboleo de las vísceras, se disminuyen y mejoran con el empleo terapéutico del ejercicio de los músculos abdominales. El objeto es restablecer la tonicidad y elasticidad necesaria para proporcionar a los enfermos un cinto muscular abdominal resistente. Los trastornos se calman en cuanto las vísceras, mejor sostenidas, recobran las condiciones mecánicas de su funcionamiento normal. El tratamiento obtiene los resultados mencionados, siempre que los ejercicios sean pacientes y prolongados, aumentando poco a poco el vigor y la duración.

En resumen: El ejercicio muscular es un poderoso factor para el mejoramiento de la función digestiva, acrecentando el movimiento de la nutrición en casos normales; y no sólo, sino que es un contribuyente principal para la curación de casos patológicos digestivos.

Aumento de la fuerza y volumen musculares.—Seguramente que el efecto más tangible y común del ejercicio físico es el aumento del volumen y de la fuerza de los músculos. Más acentuados se experimentan estos resultados en los individuos cuya época de crecimiento comienza a atenuarse y cuya envoltura muscular necesita resistencia y fuerza; es decir, cuando el hombre llega a la edad de la juventud. En la infancia y adolescencia mas que acrecentar la fuerza y volumen muscular, el ejercicio tiende a ayudar el crecimiento óseo.

El trabajo ejerce influencia en el tejido muscular, al mismo tiempo que aumenta su volumen cambia la estructura.

Cuando el músculo entra en actividad, consume los materiales que se encuentran más próximos a él y que están en calidad de reserva. La grasa que infiltra sus fibras es consumida, mientras que sus elementos propios cuya estructura defiere en densidad,

adquieren con el trabajo desarroyado una firmeza característica. La grasa subcutánea se quema en el curso de las oxidaciones que el ejercicio reactiva, así como la infiltrada corre igual suerte, haciendo pues, que la piel y el tejido celular se adosen íntimamente a las masas musculares, poniendo de relieve las formas de éstas.

El aumento de su volumen tiene su fácil explicación: La contracción produce aflujo de sangre en una cantidad mayor que la que el músculo está acostumbrado a recibir, lo cual es causa de una nutrición más intensa, puesto que las fibras son bañadas con abundancia de materiales, poniendo a su alcance una cantidad aumentada de elementos nutritivos. Así, el ejercicio además de producir en la nutrición general de los efectos útiles que conocemos modifica la estructura de los músculos agrandando su volumen.

El ejercicio principia a modificar localmente la estructura de la región que se ejercita más. De ahí la importancia desde el punto de vista estético de que trabajen todas las partes del cuerpo, si se quiere evitar la formación de desigualdades desagradables. La Natación es, sin duda, el ejercicio que desarrolla más armónicamente todas las partes del cuerpo y que llena todos los requisitos necesarios para este fin. Todos los movimientos empleados en la Natación requieren la acción de todos los músculos de la economía y siempre trata de equilibrar el número de contracciones de los mismos que verifican el movimiento con el de sus antagonistas; de los flexores con extensores, abductores con abductores; elevadores con abatidores y pronadores con supinadores.

Un buen auxiliar estético en las formas musculares es el masaje. El continuo roce del agua que se experimenta al nadar constituye un masaje suave reaccionario y saludable a las masas musculares contribuyendo energicamente a su desarrollo simétrico, equilibrado y proporcional. Hasta la fecha no he encontrado, y seguramente no encontraré, cuerpos de nadadores exclusivos que padezcan deformaciones musculares tan pronunciadas o semejantes a los de algunos aparatistas, levantadores de pesas, etc. El desarrollo de las masas musculares se verifica homogéneamente, adquiriendo un sello peculiar la constitución corporal de los nadadores. Los músculos de éstos inmediatamente difieren de los músculos de los levantadores de pesas, por ejemplo. En los primeros son músculos que denotan ligereza, rapidez en la ejecución neuromotriz, fácil coordinación, equilibrio medido y rápido en el trabajo de las fibras que desempeñan el movimiento con el de las fibras antagonistas, habiendo por lo tanto, economía en el gasto de energía, combinado todo esto con un volumen necesario, que forma un talle mas bien delgado que grueso, y una resistencia y

fuerza suficientes para llevar más allá un trabajo requerido. La apariencia corporal del nadador denota las características del mismo: flexibilidad, agilidad, docilidad, estar erguido y gallarda gracia, potencia, etc.

Para el sexo femenino, no creo que haya otro ejercicio que se asemeje a la Natación por los resultados tan favorables que le reporta. Para la constitución propia de la mujer el ejercicio natatorio es el ideal para acentuar las formas curvilíneas que la caracterizan, las cuales provienen de esa capa de grasa que impide poner de relieve las superficies musculares. El roce continuo del agua, ese masaje tan suavemente realizado de preferencia cuando los movimientos empleados se ejecutan con lentitud como en los estilos de nado "de pecho" y nado "de lado" es el método ideal para mejorar las formas femeninas a la vez que se practica un ejercicio saludable, cien por ciento lleno de placer. La Natación practicada lenta y suficientemente, procurando un desliz prolongado, sin esfuerzo notorio, eliminando toda clase de movimientos inútiles, es el mejor ejercicio aconsejable para la mujer. Pretende dos fines: Evita el desarrollo muscular acentuado y excesivo, y modela la capa grasosa superficial mejorando la simetría de sus formas.

El ejercicio que debe practicar la mujer—el cual debe diferir completamente al practicado por el hombre tanto en intensidad como en duración—es aquél, que evita la desaparición de la grasa contenida—la que representa una reserva alimenticia general prevista por la naturaleza para subvenir a las necesidades suplementarias engendradas por la futura maternidad y que no provoque un desarrollo muscular atlético, pero que a la vez le dé un cuerpo ágil y resistente.

Por otra parte, debe evitarse también la acumulación excesiva de esa capa grasosa en ciertas regiones superficiales que abultan, deforman y fatigan. Una sesión cotidiana de Natación bien dosificada es un nivelador eficaz entre el desgaste y la acumulación de grasa, es decir, quema la cantidad necesaria de grasa sin llegar al límite extremo, y a la vez provoca la reacción contraria o sea la acumulación nueva indispensable a las funciones del sexo en cuestión, asegurando la renovación constante de la misma cantidad de tejido adiposo.

El aumento de las fuerzas general y muscular son unos de los cambios materiales más notorios que sobrevienen en el cuerpo humano a consecuencia del ejercicio asiduo. El hecho se explica porque experimenta un mejoramiento marcado en todas sus funciones a causa de recibir una cantidad superabundante de oxígeno. Para evidenciar el crecimiento de la fuerza muscular por medio del ejercicio, se procede por medio de dinamómetros. (Son casi

siempre de resortes, cuya deformación es proporcional a las fuerzas que le producen). La fuerza media de tracción de las dos manos suele ser de 45 kilogramos; los músculos del cuello no ceden hasta un peso de 100 a 120 kilos y la fuerza lumbar, o poder de los músculos extensores del tronco, pasa de los 130. "El ejercicio físico dice el Dr. Boigey—aumenta considerablemente la fuerza muscular; al cabo de seis meses de continuos ejercicios metódicos, la fuerza de tracción de ambas manos aumenta un tercio, y la fuerza lumbar en tres octavos. Esto pasa en el 72 por ciento de las personas que he observado".

En general, el ejercicio mejora ostensiblemente el funcionamiento de los músculos. La fibra muscular adquiere con las repetidas contracciones un aumento de su propiedad contráctil y responde con mayor rapidez y vigor a las órdenes de la voluntad. La nutrición intensificada de los músculos obra directamente sobre la irritabilidad de los mismos; por el contrario, el reposo demasiado prolongado por un lado, y la fatiga por el otro, son perjudiciales al funcionalismo muscular. Una circulación más activa acrecienta la excitabilidad de los músculos, y desaparece después si se interrumpe la circulación (la ligadura de la aorta abdominal va seguida a las dos o tres horas de la pérdida de la excitabilidad de los miembros inferiores).

Además, el ejercicio asiduo reporta al organismo un *entrenamiento*, o sea el acondicionamiento de las funciones para aumentar su trabajo en un momento dado sin perjuicio para el resto de la economía, y la eliminación de la grasa y deshidratación de los tejidos. Esto último hace que la sangre pueda llevar más oxígeno por unidad de volumen a todo el organismo.

Por último, los movimientos musculares se efectúan con economía de fuerza como consecuencia directa de educarlos por el ejercicio. Toda contracción muscular tiene efecto útil en el individuo bien ejercitado. En el hombre torpe, muchos músculos están paralizados por la acción perjudicial de los músculos antagonistas. Las personas así vacilan a menudo para realizar el gesto o posición que quieren. El ejercicio perfecciona el movimiento, confiando en los grupos musculares más aptos para su ejecución.

Perfeccionamiento de las funciones nerviosas.—Las células nerviosas como las de cualquier tejido, sufren transformaciones como consecuencia del aumento del metabolismo orgánico a causa del ejercicio físico. La circulación aumentada influye directamente en el sistema que preside todos los fenómenos de la vida orgánica: El sistema nervioso. La variación de la cantidad de la sangre que irriga las células nerviosas modifica el funcionamiento de éstas.

tas; la privación de sangre suprime rápidamente, después de su cortísima fase de excitación, las funciones de los centros medulares (el encéfalo pierde todas sus funciones momentos después de la ligadura de las arterias carótida y vertebrales); por el contrario, el aumento de la presión arterial provoca aumento de excitabilidad de los centros nerviosos. Una prueba ostensible de lo asentado lo tenemos en el mecanismo del "knock out" o pérdida del conocimiento por un golpe dado en Boxeo. Fisiológicamente se puede explicar este fenómeno; el golpe dado en alguna parte vulnerable produce una excitación la cual es transmitida por los nervios sensitivos; al cerebro. De aquí parte esa transmisión veloz a los principales nervios craneales, entre los cuales se encuentra el pneumogástrico, que inerva los órganos torácicos y abdominales, produciendo una repercusión funcional de los mismos. El corazón, órgano torácico principalísimo, al recibir esta sacudida, rápidamente altera sus latidos, disminuyendo la cantidad de sangre por sístole, esto hace que llegue a los centros nerviosos menor cantidad de sangre produciendo inhibición rápida en sus funciones. Como ejemplo del caso contrario, sucede en ciertos casos de agonía: La inyección de adrenalina en los vasos, produce aumento de la excitabilidad cardíaca y por lo tanto mejoramiento del trabajo del corazón, a la vez que una vaso dilatación. La cantidad de sangre aumenta y el individuo siente renacer las fuerzas, puesto que los centros nerviosos se ven momentáneamente regados en cantidad necesaria de materiales de nutrición que hacen devolver su funcionamiento perdido.

El funcionamiento de la célula nerviosa depende esencialmente de la composición gaseosa de la sangre, tal como acontece en el mecanismo de los movimientos respiratorios y los centros nerviosos que rigen éstos. Cuando la sangre que llega a los centros respiratorios contiene más oxígeno y menos anhídrido carbónico, los movimientos respiratorios se verifican con menos frecuencia y más suavidad. En resumen: Las células nerviosas son esencialmente aerobias dependiendo directamente de la composición gaseosa de la sangre, y mejorarán su función y acrecentarán su vitalidad si la sangre se encuentra bien oxigenada, como acontece mediante el ejercicio muscular.

Por otra parte, está comprobado según el Dr. Boigey: "que las regiones del cerebro que rigen el movimiento voluntario se desarrollan con el ejercicio muscular, como algunas otras partes de ese órgano encargadas de ejecutar las operaciones intelectuales se desarrollan por el trabajo de esa clase." Las modificaciones de la corteza cerebral bajo la influencia del trabajo muscular, son ciertas. Así es que en las personas privadas accidentalmente de un miembro superior, por ejemplo, por desarticulación del hombro, se comprueba una atrofia progresiva localizada de las partes del

cerebro que corresponden al centro motor del miembro dicho; y por la supresión total del mismo, se nota atrofia de la región cerebral que habitualmente enviaba órdenes al miembro lesionado.

El aforismo de Guerin siempre comprobado, "la función hace el órgano" es tan verdadero para los centros nerviosos como para los demás tejidos del cuerpo. En los individuos cuya ocupación reclama la más completa inactividad física, en donde la pereza funcional está generalizada, acarrea, además de los desarreglos generales, una torpeza paulatina en las funciones nerviosas. Por eso no es raro encontrar individuos que se pasan la mayor parte del día sentados como jefes y empleados de oficinas, escribientes, etc., etc., con fisonomías que indican a las claras la pésima salud de que son poseedores: caras pálidas, llenas de gestos, mal humor, son fácilmente irritables y nada les parece bien; carecen de agilidad, sus movimientos se verifican con torpeza, sin precisión y emplean doble gasto de energía para contrarrestar la acción de los músculos antagonistas. En ellos no ha habido algún estímulo orgánico que provoque una reacción energética, nada que active sus funciones, que acelere los procesos vitales de las células, que ayude a removerse, que elimine con rapidez las materias inservibles, en fin ningún factor saludable. El mal humor característico es debido a que su sistema nervioso no se encuentra con la suficiente resistencia para soportar el enorme trabajo que necesita desempeñar. Las excitaciones nerviosas carecen de potencia y energía suficientes para que las funciones se verifiquen regularmente. La actuación de la intelectualidad se retrasa y aunque pudiera ser mejor no alcanza su grado máximo; hay desfallecimientos de memoria, se pierde fácilmente la atención y cuesta trabajo seguir el curso de cualquier asunto. No hay duda que la falta de ejercicio corporal suficiente causa trastornos muy serios, principalmente en las células del tejido nervioso que en la de cualquier otro.

Un mismo ejercicio repetido impresiona a las células nerviosas de la médula espinal de tal manera que hace guardar su memoria, y sólo ésta es posible verificar ciertos movimientos que piden una coordinación rápida. El automatismo nervioso se adquiere por el ejercicio cotidiano. Así existe gran variedad de ejercicios en Natación como ciertos "clavados" y ciertos estilos, que requieren una coordinación de movimientos bastante considerable, los cuales solo siendo automáticos se pueden realizar; la velocidad del cerebro-órgano de la inteligencia-no permite coordinar velozmente esa serie de movimientos.

La ejecución rápida de un ejercicio parece imprimir pues, a los tejidos nerviosos modificaciones persistentes.

La velocidad del influjo nervioso, según el Dr. Laticque, es constante para un nervio dado, pero su poder de ampliación se

puede transformar. En efecto, un ejercicio moderado y continuo, hace que la órden nerviosa se produzca con la misma frecuencia, y que se traduce en la contracción del músculo correspondiente, con facilidad y rapidez puesto que ha experimentado una especie de costumbre a la excitación con el mismo ritmo e igual potencia. El dinamómetro lo atestigua cada vez que un hombre entrenado es objeto de un examen fisiológico atento. Un ejercicio moderado favorece el trabajo del cerebro por la congestión activa que provoca a su nivel, como acontece en los demás órganos. Sabido es que los discípulos de Aristóteles, los peripatéticos, discutían andando y parecía que encontraban argumentos con mayor facilidad cuando el paseo les había producido calor en el cuerpo.

Si el caminar a pie ayuda a pensar mejor, la práctica de la Natación es un factor indispensable para "despejar la mente". El metabolismo ejercido como causa de los movimientos empleados, el masaje lento y la temperatura del agua, producen una sensación de bienestar, una reacción nerviosa favorable, una respiración lenta y profunda que hacen forzosamente una mente despejada y dan una confianza en sí mismo incomparable con la que pudiera reportar otro ejercicio. Si el individuo es nervioso, unos minutos de nadar, producen el efecto de un tónico saludable y que produce mayor goce por lo inesperado de sus resultados. La natación representa un antídoto inapreciable y vigorizante de los nervios.

Hay momentos, que después de un excesivo trabajo intelectual, nos sentimos de mal humor y experimentamos una sensación de malestar general. El caso es que ha habido desgaste de un sólo tejido—el nervioso—y como consecuencia se ha producido un desequilibrio orgánico, que acarrea trastornos generales intensos. En este caso el remedio más eficaz consiste en una sesión de ejercicios musculares y la curación consistirá en el gasto general; pues hay que recordar que el organismo siempre trata de nivelar sus salidas en conjunto, y cuando un aparato o sistema trabaja más, las demás partes de la economía resenten este déficit local con síntomas de malestar.

La Natación encierra en su práctica los factores necesarios del ejercicio altamente saludable. El placer que proporciona es el principal de ellos. Sabido es, que el ejercicio que no es atractivo, que no divierte, que no absorbe la atención y la voluntad, es un ejercicio desechable, inútil porque no reporta ningún beneficio. "El placer del ejercicio es el único capaz de dar apetito". Bajo el impulso del placer reaccionan los centros nerviosos con gran viveza y con impulsos enérgicos aceleran los cambios. La piel se colorea, el corazón palpita más aprisa, la respiración gana en profundidad; en fin, una sensación de bienestar y optimismo invade al ejecutante. El placer desempeña el papel de un excitante que

provoca el desprendimiento de una energía latente encerrada en las células nerviosas y de la que el organismo no suele tener de ordinario en plena disposición. Así, el cerebro posee en reserva cierta dosis de energía inocupada dispuesta a emitirla en forma de influjo nervioso tan pronto como encuentra un excitante de preferencia de orden moral: La alegría o el placer. De aquí se desprende la importancia de que el ejercicio vaya mezclado a una atracción placentera para que reporte verdaderamente los beneficios deseados. El ejercicio metódico y placentero hace más preciso el dominio nervioso y a la vez aumenta la velocidad de la respuesta a las excitaciones. El tiempo transcurrido entre la excitación y la reacción producida, tangiblemente se abrevia y se estabiliza con la práctica del ejercicio alegre (Los juegos).

Los centros nerviosos mejoran su función, teniendo cada vez una acción más precisa sobre todo el organismo; las respuestas motrices como resultado de las excitaciones sensitivas se producen progresivamente en tiempos más cortos. Todo esto trae consigo una economía en el gasto de fuerza en general. En efecto, los individuos ejercitados físicamente adquieren un dominio sobre su musculatura a tal grado que casi llega a la perfección, el funcionamiento nervioso perfectamente coordinado; dos factores básicos de la confianza propia.

En lo que respecta a las funciones más profundas del tejido nervioso como el pensar, el decidir, etc., se favorecen grandemente. El individuo entrenado adquiere cierta aptitud de superioridad y de respeto; sus disposiciones morales toman bases seguras, son llevadas por buen sentido, adquiriendo así el sentido del honor y la justicia y es limpio en acto y pensamiento.

En resumen: La práctica de los ejercicios musculares, perfecciona de una manera general las funciones de los centros nerviosos.

Estabilización del corazón y los pulmones.—El ejercicio físico bien dosificado conduce a dos resultados notables: La estabilización del ritmo cardíaco y del ritmo respiratorio. El hecho se explica: Los principales órganos de las funciones de la vida orgánica sufren una adaptación progresiva al trabajo a que se les impone, llegando a tal grado acostumbrarse, que pueden responder perfectamente a las necesidades correspondientes con disminución de su trabajo, sin perjuicio de la economía.

Para comprobar esta adaptación del corazón y los pulmones, se procede mediante observaciones y con ayuda de aparatos: Antes de empezar el período de ejercicio y durante el mismo, se anota el número de pulsaciones y respiraciones instantes después de

practicar un ejercicio determinado. Esta observación se completa tomando trazados pneumográficos y cardiográficos en estado de reposo y después del trabajo muscular.

Cuando el ejercicio ha sido bien ejecutado, dosificado de acuerdo con el estado del individuo en cuestión, según su edad, fuerza y constitución, se observará una disminución de las pulsaciones y respiraciones después de practicar el ejercicio, y comparando con las anotaciones primeras se comprobará que han disminuído considerablemente. El trabajo del corazón se normaliza, la tensión arterial disminuye, las pulsaciones mejoran su ritmo y se verifican con menos frecuencia; todo esto comprobable por los trazados del cardiógrafo. A la vez, el trazado pneumográfico indica que las respiraciones se hacen con más amplitud, menos frecuencia y con más suavidad. En consecuencia, cuando el ejercicio ha hecho provecho, porque ha sido estudiado y dosificado científicamente tanto en intensidad como en la duración y la cantidad antes de llevarlo a la práctica, después de varios exámenes, se observará una palpable mejoría en sus funciones de circulación y respiración.

Aumento de la capacidad pulmonar con la práctica de la Natación.—Este es un hecho constante en los nadadores. La función respiratoria se mejorará indudablemente si los músculos que efectúan sus movimientos mecánicos se encuentran en buenas condiciones tanto de fuerza, como en elasticidad, irritabilidad y potencia contráctil. En estas condiciones los músculos de la respiración, harán que los movimientos se lleven a cabo con toda suavidad, ligereza y gran profundidad; resultando por consiguiente una perfecta ventilación pulmonar.

Para que un músculo esté en "buenas condiciones", como dije anteriormente, es necesario ejercitarlo. El ejercicio produce aceleración sanguínea en su intimidad; de consecuencia se verán incorporados de mayor cantidad de oxígeno y a la vez limpiados rápidamente de sus productos de desecho. La oxigenación abundante de los músculos como ya se ha dicho en párrafos anteriores—hace aumentar su volumen y su poder contráctil.

Para ejercitar los músculos, conviene hacerlos contraer con frecuencia y con cierto grado de resistencia. Así es que los músculos respiratorios se ejercitarán energicamente cuando los movimientos se verifiquen con resistencia en la ampliación del tórax, impidiendo la suavidad en la elevación de las costillas. La masa de líquido que rodea al cuerpo cuando se nada, presenta una superficie considerable de resistencia opositora a cualquier movimiento del tórax, lo cual hace que los movimientos mecánicos de la respiración se efectúen forzadas. Los músculos inspiradores se ven obligados a desempeñar un trabajo aumentado, realizándose en

ellos, un aumento de su potencia de contracción. Así que, si los músculos inspiradores pueden verificar su trabajo con mayor fuerza, la cavidad torácica se ampliará en mayor grado que lo comúnmente, haciendo de consecuencia que la cantidad de aire introducido sea mayor. Los músculos inspiradores como resultado, también sufren cambios en su actividad. Como músculos antagonistas que son de los inspiradores, si el movimiento contrario a la dirección de sus contracciones se verifica aumentado, forzosamente se producirá una reacción contraria. Los músculos inspiradores tienen que anentar su trabajo para que al contraerse, se produzca la inspiración completa, expulsando la cantidad aumentada de aire, equilibrando la amplitud inspiratoria con la disminución espiratoria. Como consecuencia de este trabajo aumentado de los músculos respiratorios, la ventilación pulmonar se verá mejorada y aumentada, según comparaciones hechas entre un nadador y un individuo, que no tenga relaciones íntimas con el ejercicio, estando ambos en las mismas circunstancias:

Individuo no ejercitado físicamente: Nadador exclusivo

- 1.—El aire corriente o periódico (que representa la cantidad de aire que respira tranquilamente un hombre y a la temperatura normal del cuerpo) llega a 500 cc.
1.—Llega a la cantidad de 600 cc.
- 2.—El aire complementario (que es la cantidad de aire introducida por hacer un esfuerzo inspiratorio intenso) es de 1,500 cc.
2.—Llega a 2,100 cc.
- 3.—El aire complementario o de reserva (cantidad de aire que se expela mediante una contracción forzada, al terminar una espiración normal) llega a 1,500 cc.
3.—Es de 2,100 cc.

Sin tomar en cuenta el *aire residual* (cantidad de aire contenido entre el parénquima pulmonar, el cual sólo es susceptible a desalojarse por procedimientos quirúrgicos, y que es igual en los individuos en general), y relacionando las sumas, encontramos una diferencia favorable para el nadador de 1,300 cc. en la ventilación pulmonar total. Esta cantidad puede llegar hasta 2,500 cc. por encima de lo normal.

BIBLIOGRAFIA

- BOY SCOUTS DE AMERICA..... SWIMMING AND WATER SA-
FETY.
- DR. MAURICIO BOIGBY..... FISIOLOGIA DE LA CULTURA
FISICA Y DE LOS DEPORTES.
- LUIS SCONZA..... METODO TEORICO PRACTICO
DE NATACION.
- JOSE OROZCO..... NADE.
- DR. ERNESTO STARLING..... FISIOLOGIA HUMANA.
- DR. ANTONIO DELHUMEAU..... APUNTES DE FISIOLOGIA.
- DR. E. GLEY..... TRATADO DE FISIOLOGIA.



BIBLIOTECA CENTRAL
C. M. A. M.