
VUESTROS MUSCULOS VEN MAS QUE VUESTROS OJOS ⁽¹⁾

Por Arthur H. Steinhaus — Professor Jubilado de Fisiología del *George Williams College*, CHICAGO — EE. UU.

Las sesenta a setenta libras de músculos que están adheridas al esqueleto del Hombre, de talla mediana, no solamente le ponen en movimiento como le sirven tam-

bién como el más importante órgano sensorial.

Si tal hecho y todas sus implicaciones son mejor comprendidas y si organizamos

(¹) *J. O. H. P. E. R.* Sept. 1966.

de acuerdo nuestros programas, los educadores físicos encontrarán su lugar de derecho como los más distinguidos colaboradores de la educación del Hombre. Así, nosotros enseñaremos las aptitudes más rápidamente y seguramente. Entrenemos más hábilmente. De esta manera, comprendemos porque podemos esperar un mejor resultado de la clase, cuando se ha dado a los niños mucho tiempo para toda especie de juegos y mejorado la habilidad de leer y de escribir, cuando se ha dado a los alumnos perezosos un programa de ejercicios especialmente proyectado y cuidadosamente enseñado. Entonces comprendemos también más ampliamente el valor de enseñar la relajación neuromuscular como medio de aumentar la intensidad y el valor de la vida humana por la reducción de enfermedades provenientes de la tensión y que obsesionan el hombre moderno.

La importancia del «sentido muscular»

Desde hace mucho tiempo que los educadores han considerado el ojo como el órgano más importante para el aprendizaje. Es cierto que los analizadores visuales del Hombre tienen un gran poder de discriminación, de tal forma que pueden, por ejemplo, detectar la diferencia entre la mayúscula C y la mayúscula G, de una página impresa y asociar, de forma apropiada, los diversos significados de estas diferencias. En este sentido, el Hombre tiene una inteligencia visual, mientras que el perro, que puede distinguir entre los sonidos de vuestros pasos y el los de un extraño, tiene una inteligencia auditiva. Pero en ambos, en el hombre y en el perro, una gran parte del sistema nervioso central está destinado a recibir y a integrar los mensajes sensoriales originados en los músculos y estructuras articulares, que las consagradas a los ojos y a los oídos combinados. Tal vez se pueda decir que los dos, perro y Hombre, poseen una «inteligencia músculo-sensorial». Podemos decir, sin lugar a dudas que los dos dependen, para sobrevivir, más del «sentido muscular» que de otro cualquier sentido. Podemos vivir sin ojos, sin oídos y seguramente seríamos a veces

más felices sin el sentido del olfato. Pero sin los mensajes que nos vienen de los músculos y de las estructuras articulares, no podríamos hablar, andar, respirar, encontrar la boca para alimentarnos, o seguir la línea impresa para leer y, probablemente, no podríamos pensar. Mucho antes que aprendamos a asociar el significado de lo que nos viene a través de los ojos y de los oídos, aprendemos alguna cosa sobre lo próximo y lo lejano, lo pesado y lo ligero y como llevar las cosas a la boca, a causa de los órganos de los sentidos en nuestros músculos y estructuras musculares.

Que es el «sentido muscular»

Es relativamente reciente que los órganos del sentido en los músculos y en las estructuras articulares asociadas, recibieron el amplio reconocimiento que merecen⁽²⁾. El más importante, de entre estos órganos de los sentidos, es el huso muscular el cual, por encontrarse más próximo del ojo, fué llamado el órgano del sentido más complejo del hombre. Este órgano encapsulado se encuentra paralelamente a las fibras musculares y emite impulsos nerviosos todas las veces que se estira. Por su inervación por el sistema de fibras gama, la sensibilidad de este órgano al estirarse o a la tensión que se ejerce sobre él, puede ser aumentada o disminuida, para asegurar el tono muscular, sea cual fuere la longitud del músculo y talvez evocar conscientemente y directamente el movimiento voluntario por la modificación apropiada del reflejo de estiramiento. El número de estos husos varía de un músculo para otro,

(²) Barker, D. (editor), *Symposium on Muscle Receptors*, Hong Kong: Hong Kong University Press, 1962; Bouman, H. D., and Woolf, A. L., *The Utrecht Symposium on the Innervation of Muscle*, Baltimore, Md.: Williams and Wilkins, 1962; Boyd, I. A. Eyzaguirre, C., Matthews, P. B. C. and Rushworth, G., *The Role of the Gamma System in Movement and Posture*, New York: Association for the Aid of Crippled Children, 1964; Granit, R. *Receptors and Sensory Perception*, New Haven, Conn.: Yale University Press, 1955.

pero nosotros conocemos muy poco, lo que concierne a su frecuencia en el hombre.

En la gastrocnemia del gato hay 5 de estos órganos por grama de músculo; en el largo flexor de los dedos, 25; en la quinta interóseo de la pata de atrás, 88 y en el mismo músculo de la pata de adelante, 119 por grama de músculo. Otros músculos clasificados aproximadamente, según su capacidad de destreza, toman posiciones intermediarias entre estos extremos.

Un segundo receptor muscular bastante menos complejo es el órgano tendinoso de Golgi que produce también impulsos nerviosos cuando es sometido a tensiones y estiramientos. Esta terminación que se encuentra intercalada entre dos fibras de tejido conectivo de los tendones, dentro y fuera del músculo, es estructurada en series con las fibras musculares. No existe aparentemente ninguna manera de modificar su sensibilidad. Treinta y cinco de estas terminaciones se han contado en la corta extensión de los dedos del gato, mientras que en el gastrocnemio medio, cuyo volumen es quince veces más grande, tiene solamente cuarenta y cuatro ⁽³⁾.

Una especie de corpúsculo de Paccini, se encuentra entre los músculos y en las estructuras articulares donde es sensible a las presiones y cambios rápidos de presión, tales como los producidos por un diapason que vibra. Estos corpúsculos están también innegablemente distribuidos dentro y alrededor de los diferentes músculos. Diez se encuentran así dentro y alrededor de la IV intercostal en el gato y solamente dos en el músculo soleo.

Las superficies articulares están ricamente fornecidas con terminaciones nerviosas desnudas libremente ramificadas y conocidas como terminaciones Ruffini, sensibles a las presiones. Estas registran los movimientos, la extensión de movimientos de un hueso a otro, en la articulación. Se conoce poco sobre su número.

De los cálculos efectuados en el «recto femoral» de nueve gatos, solamente este músculo se presenta con 102 terminaciones

de husos, así como 78 órganos tendinosos de Golgi y 12 corpúsculos de Paccini ⁽⁴⁾. Estas terminaciones juntamente con las encontradas en las superficies articulares, originan sensaciones que han sido designadas diferentemente como sentido muscular, sensibilidades tendinosa y articular, cinestesia y propioceptividad. En su conjunto fornecen el «feed-back» del sistema huesoso-muscular en posición de pie y durante el movimiento, para darse cuenta de la posición del cuerpo y de lo que él hace, o sea, el conocimiento de su propia propioceptividad (su equivalente en Latín). Bien que mucha de su actividad es responsable por la regulación del movimiento, con escasa participación de la corteza, una gran parte lo activa efectivamente para hacerlo consciente de formas diferentes. Así, la experiencia del peso, tensión, presión, movimientos pasivos y activos, rápidos y lentos, la colocación de las partes del cuerpo y muchas de las formas de objetos tridimensionales (estereognosía) se vuelven conscientes, por los impulsos que ellos originan. De tales terminaciones sensoriales, dentro y alrededor de los músculos que mueven los ojos y cambian nuestras expresiones faciales, mueven la lengua, los labios, las cuerdas vocales y los movimientos del aire que hacen vibrar las cuerdas, están de forma especial e íntima relacionados al poder humano de proferir palabras que son los instrumentos de comunicación, la substancia del pensamiento, de la memoria y del razonamiento, o sea, las habilidades neuromusculares que distinguen a los hombres entre ellos y al ser humano, de sus más próximos parientes en el reino animal.

Estímulo, impulsión, sensación

Un órgano del sentido puede ser definido como un instrumento para la creación de impulsos nerviosos en respuesta a un estímulo. El estímulo es una forma de energía que actúa sobre el órgano de los sentidos y le hace producir impulsos. Así, la energía de las ondas luminosas produce

⁽³⁾ Barker, *op. cit.*, p. 209.

⁽⁴⁾ *Ibid.*, p. 230.

impulsos en la retina, la fuerza de las ondas aéreas en movimiento, estimula las estructuras del oído para crear impulsiones y la presencia de un alimento desagradable en el estómago puede originar impulsiones en los órganos de los sentidos, en la pared o en el revestimiento de este órgano. En el interior del sistema nervioso existen solamente impulsiones pero, de una manera u otra, las mismas originan impresiones muy específicas de conocimiento en la consciencia y son llamadas «sensaciones». De esta manera, las sensaciones de la luz y del color, de ruidos o de la música, del dulzor o el amargo, de la incomodidad o de náusea, son experiencias muy personales que resultan del estímulo de los órganos de los sentidos.

De una manera similar y también muy especial, los órganos sensoriales de los músculos y de las estructuras articulares, convierten los estímulos de presión, tensión, vibración y de partes móviles, en impulsos nerviosos que originan las correspondientes sensaciones. Pero hay una diferencia importante. Mientras que las ondas de eter que golpean la retina son producidas por el sol o una lámpara, las ondas aéreas que activan el oído por el tilar de una campanilla o de las cuerdas vocales de un lector y la energía química que excita las papilas del gusto, por un terrón de azúcar o de sal, las tensiones y los movimientos que activan los órganos del «sentido muscular», son producidas por nosotros mismos. Así, por los propioceptores y solamente por ellos, nosotros creamos el origen de energía que sirve como estímulo. La única excepción es el oído por el cual nosotros podemos también producir estímulos con nuestras propias cuerdas vocales. *Así, los propioceptores no solamente nos dan informaciones sobre nosotros mismos; nosotros propios los estimulamos también.*

Los músculos «responden»

Las informaciones que llegan a la médula espinal y al cerebro, de esas terminaciones, son una especie de «feed-back» o mecanismo servidor de ingenieros que dan indicaciones por las cuales nosotros

dirigimos conciente o inconscientemente, los movimientos. La aplicación en la ejecución y en la enseñanza de habilidades deportivas ha sido recientemente y excelentemente presentada por Elizabeth Gardner del «Sargent College» en esta *Revista* ⁽⁵⁾. En mi laboratorio nos hemos interesado, especialmente por el hecho que el Hombre, por sí propio, cree las tensiones musculares que estimulan sus propios propioceptores con miras a crear impulsos nerviosos que le conserven despierto y en estado de tensión. Así, para calmar su sistema nervioso, después de apagada la luz o cerrados los párpados, después de cerrar la radio que emite sonidos, de descalzar los zapatos que incomodan u otro vestuario ajustado, siendo todos estímulos que no producimos, con el fin de dormir, se debe reducir igualmente, los estímulos criados por nosotros. Lo que se puede hacer solamente relajando la musculatura del esqueleto.

Nuestra actual experiencia, bastante extensa, de la relajación neuromuscular, me ha dado algunos conocimientos totalmente nuevos referente a la propioceptividad y la importancia de la «visión muscular» en el comportamiento humano. Ha sido muy asombroso encontrar que, cuando la musculatura voluntaria, en especial la de los ojos, de la cara, de los órganos de la voz, es completamente relajada, el espíritu «se vacía», aunque no estemos durmiendo. Otros investigadores han demostrado que el sueño está generalmente asociado con los movimientos de los ojos. Se puede fácilmente demostrar, a sí propio, como no se puede imaginar de mover los ojos de izquierda a derecha más rápidamente que lo pueda hacer en realidad. Con los electrodos aplicados a los músculos del brazo, una línea será trazada en nuestro osciloscopio todas las veces que se piensa saltar para golpear una pelota. Hace treinta y cinco años Edmond Jacobson publicó los resultados que demuestran que el solo hecho

(5) Gardner, Elizabeth, «The Neuromuscular Base of Human Movement: Feedback Mechanisms», *Journal of Health, Physical Education, Recreation*, October 1965, pp. 61-62.

de pensar en una palabra, produce tensiones en la lengua del que piensa y que pueden ser detectadas por un galvanómetro muy sensible, desde que el que piense esté suficientemente relajado para eliminar las perturbaciones eléctricas proveniente de tensiones extrañas⁽⁶⁾. Cuando se dice «up» o se piensa «up», no es solamente la lengua, pero también los labios y los músculos de la cara que participan en la sensación de «up». Pueden probarlo ustedes mismos ensayando diciendo «up» poniendo en movimiento los labios y mandíbulas hacia abajo. O ensayar diciendo «punto» moviendo los labios hacia atrás, en lugar de hacia adelante.

Las señales de señales

De tales tensiones en la lengua, labios y en otros órganos vocales, o sea, en todos los músculos que están asociados con las palabras y el significado de las palabras, crea impulsos nerviosos en los propioceptores que los mismos contienen, y proveen el centro cerebral de la palabra. Así, las tensiones en los músculos utilizados por la palabra (en los mudos estos músculos son los de los dedos y de la mano), son los estímulos condicionales los cuales, según Pavlov, despiertan en la conciencia, las experiencias que nosotros hemos asociado a estas palabras, durante nuestra vida. Esto sucede solamente en el Hombre que ha evolucionado el mecanismo neuromuscular de la palabra. En efecto, es la habilidad muscular la más complicada y minuciosamente dirigida en el hombre.

El sonido de una campana puede ser el estímulo condicionado en el Hombre y en el perro por un flujo de saliva, la modificación de la presión sanguínea, o una modificación en el sistema vasomotor. Este

sonido es un estímulo del primer sistema de señales de la realidad en el sentido Pavloviano⁽⁷⁾. Pero solamente en el Hombre, la imagen de la campana o la afirmación «yo tocaré la campana», produce, por la continuación y sin ninguna otra práctica, el mismo flujo de saliva y los mismos cambios en la circulación inicialmente condicionada al sonido de la campana. Esta especie de respuesta se encuentra solamente en el Hombre. Es porque el Hombre está dotado de la palabra. La palabra «campana» ha sido asociada durante su vida, no solamente con el sonido de la campana (primer sistema de señales) pero también a la imagen de la campana, al sonido de la palabra «campana», de facto con todas las sus experiencias con campanas. En cada uno de estos ejemplos, las tensiones de los músculos de la voz, cuando la palabra «campana» es pronunciada en voz alta o en pensamiento, se vuelven en estímulo condicional, o señal, para estas experiencias sensoriales. Porque el estímulo de la tensión en los músculos de la voz se vuelve también en la señal que recuerda o invoca nuevamente las contestaciones neurales y otras originalmente activadas por el estímulo sonoro o visual; este estímulo de tensión es en realidad el estímulo de un estímulo o una señal de una señal. Esta llamada señal de segunda orden es otro escalón ulteriormente retirado de la realidad. Es una tensión creada antes, aunque no exclusivamente, por los músculos en los órganos vocales del hombre que sustituye el estímulo del sonido o de la vista, originalmente creado por la propia campana. Sirve, en efecto, como estímulo condicional para todas las experiencias que han tenido lugar con campanas y es, por lo tanto, la señal que activa las sendas neurales que forman el concepto o la idea de la campana. Cada generalización de estas experiencias (o sea, de conceptos), a las cuales hemos dado un nombre, puede a su vez recordar otro del fondo del almacén de la

(6) Jacobson, E., «Electrical Measurements of Neuromuscular State during Mental Activities. VII — Imagination, Recollection and Abstract Thinking Involving the Speech Musculature». *American Journal of Physiology*, vol. 97, p. 200; Edfeldt, Ake W., *Silent Speech and Silent Reading*, Chicago: University of Chicago Press, 1960.

(7) Bykov, K M., *Textbook of Physiology* (Moscow: Foreign Language Publishing House, 1960), p. 666ff.

memoria y esta sucesión de palabras comprende el «lenguaje interior» que Platon identificó como siendo el pensamiento. Cuando, casualmente se encuentra una sucesión de tales conceptos, eso forma una nueva combinación especialmente útil y se llama pensamiento creador.

Por lo que he presentado, es claro que los ojos contribuyen a la experiencia humana solamente con lo que pueden ver, los oídos con lo que pueden oír, los órganos sensoriales de la piel con lo que pueden sentir. Pero los órganos sensoriales de los músculos y estructuras articulares, dan cuenta no solamente de los movimientos de la posición de la cabeza, del tronco y de los miembros, pero también los «ven» pero de una forma estrictamente humana y son informados o «sintonizados» en todas las experiencias sensoriales, a las cuales se da un nombre o imputa una palabra. De acuerdo con este papel funcional de «Kibitzer», ellos no reciben solamente informaciones de una actividad mental siempre variante, pero son igualmente rápidos para devolverlas y provocar el movimiento siguiente. Así, los músculos fornecen el «poder motor», bajo una forma especial, también para producir un efecto recíproco muy complicado de experiencias corrientes y almacenadas que se llama el pensamiento conceptual. En este sentido los músculos «ven» todo, lo que es más que aquello que ven los ojos.

Implicaciones para nuestra profesión

Para los que entre nosotros trabajamos para mejorar la salud y la eficacia mental, este papel humano especial de los músculos adquiere un nuevo significado. Para el enriquecimiento de las experiencias neuromusculares del niño, en sus juegos, así como en su capacidad de hablar, multiplicamos ampliamente las conexiones del sentido muscular con los millares de experiencias de la vida diaria del cuerpo en el espacio, de lo que es la izquierda, la dere-

cha, lo alto, lo bajo, delante, atrás, del que llega delante y después, en una serie de movimientos. No es para admirar que Newell Kephart⁽⁸⁾ y otros que se ocupan de ayudar a los que aprenden lentamente, encuentren que este enriquecimiento fornece, también, aprendizajes que activan de la perfección de las habilidades neuromusculares, de la lectura y de la escritura.

Contra este fondo del pensamiento, no es tampoco de sorprender que, cuando en una ciudad francesa, más o menos la mitad del tiempo que los niños de la escuela primaria han pasado en la sala de clase, ha quedado libre en su año final para todas las modalidades de actividades gimnásticas y deportivas, 88,8 por ciento de los niños han pasado al examen fijado por el Gobierno, mientras que el grupo de control que ha pasado veintinueve horas semanalmente en la sala de clase, tan solo los habituales 60 por ciento han pasado estos exámenes. Parece claro que existe más que una conexión accidental entre el desarrollo de las actividades neuromusculares del gimnasio y aquellas de la sala de clase⁽⁹⁾.

Una aplicación un poco diferente de los principios que se discute aquí, nos ayuda a comprender porque las personas a las que se enseña a relajar los músculos del esqueleto benefician higiénicamente de diferente manera⁽¹⁰⁾. Tales personas pueden dormirse más rápidamente, pueden aplicarse más estrechamente a las tareas mentales, pueden reducir o eliminar grandes dolores de cabeza causados por tensión y otros dolores, pueden renovar voluntariamente la eficacia mental que se sigue a algunos minutos de completo reposo del

(8) Kephart, Newell C., *The Slow Learner in the Classroom*, Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Books, 1960.

(9) Encausse, P., *Sport et Santé, Précis de Médecine Sportive*, Paris: J. B. Baillière et Fils, 1962, p. 64.

(10) Steinhaus, Arthur H., «*Facts and Theories of Neuromuscular Relaxation*», *Quest*, Monograph III, December 1964, p. 3-14.

mecanismo músculo-intelectual y pueden asegurarse muchas veces otras ventajas que provienen de la reducción de efectos nocivos de esfuerzos de orden intelectual y emocional sobre las funciones corporales. Enseñar a las personas a relajar sus músculos es tanto educación física como enseñarles a contractar sus músculos.

Importantes pensamientos e investigaciones ulteriores en las direcciones que he indicado aquí, aunque ligeramente, harán ciertamente superar nuestro dominio especial de la educación y aportar una gran satisfacción personal correspondiente a los que emprenden la tarea. Ello es verdaderamente la dirección de nuestro porvenir.

L'ÉDUCATION PHYSIQUE DANS LE MONDE

par **P. SEURIN**

Docteur en Education Physique

Directeur du **C. R. E. P. S.** de l'Académie de Bordeaux

Secrétaire Général de la **Fédération Internationale d'Education Physique**

Un volume de 16 X 24, d'environ 500 pages avec plus de 100 illustrations.

Préface du Président de la **F. I. E. P.**

L'ouvrage a pour but d'apporter une documentation précise sur l'organisation de l'éducation physique dans chaque pays (40 pays). Les collaborateurs sont pour la plupart des responsables officiels qui connaissent parfaitement les conceptions et la réalité de l'éducation physique dans leur pays.

PRIX: 24 N. F., frais d'envoi compris

ÉDITIONS BIÈRE

18, Rue du Peugue — Bordeaux — FRANCE

ÉDUCATION PHYSIQUE SPORTS BIOLOGIE

Par le **DR. HERMANN BRANDT**

«Une synthèse constante devient indispensable: on doit pouvoir parler de science dans un langage technopédagogique compréhensible à chacun; simplifier et résumer les problèmes de façon à les rendre intelligibles pour chacun; leur apporter des solutions applicables par chacun; respecter les bases scientifiques pour garantir l'efficacité des techniques d'entraînement enseignées par chacun.»

Editions Médecine et Hygiène

Genève — SUISSE

1967