

Ni tampoco sufre alteracion alguna el del agua (*fig. 14*) que llena un frasco (*a*) y parte del tubo (*c*) que atraviesa su tapon, cuando se hace contraer en su interior una pata de rana (*b*) por medio de los conductores de la pila de Bunsen.

71. Las condiciones necesarias para que se produzca la contraccion son la accion de un excitante, la influencia nerviosa, y la de la sangre arterial.

72. Para la contraccion se requiere siempre un estímulo ó excitante, y éste es normalmente la voluntad para la inmensa mayoría de los músculos, el contacto de la sangre para el corazon, el de los alimentos para el estómago y los intestinos, la accion de la luz para los ojos, etc.

73. La influencia del sistema nervioso ha dado origen á vivas controversias. Para varios fisiólogos la contractilidad es propiedad inherente á los músculos é independiente de la influencia nerviosa, la cual queda reducida á la categoría de mero excitante, y los nervios á simples conductores. En apoyo de esta doctrina se alega hoy que, cortados los nervios, pierden éstos la facultad de excitar contracciones musculares mucho más presto (crecido número de dias) que los músculos pierden la facultad de contraerse. Abónanla tambien los

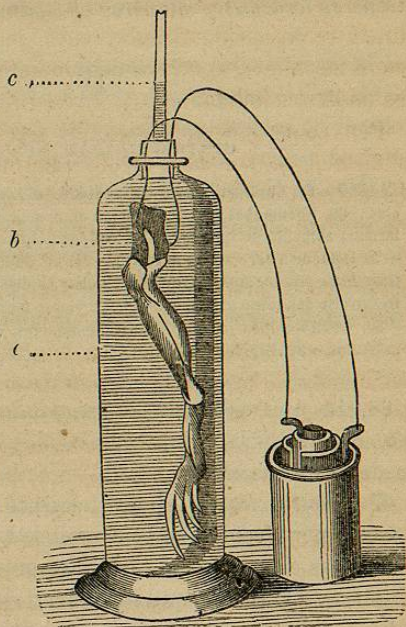


FIG. 14. — Aparato para demostrar que las contracciones no determinan cambio de volumen.

experimentos con el curare, veneno que aniquila por completo la propiedad incitadora de los nervios sin daño de los músculos, los cuales siguen contrayéndose por los excitantes directos; y veneno, además, cuya accion se ejerce tan solo sobre los filetes nerviosos del movimiento, con exclusion de los de la sensibilidad.

Pero como la compresion, ó la seccion, de los nervios que se distribuyen por un músculo determina su parálisis; como los elementos nerviosos se hallan repartidos por las fibras musculares con profusion tal que es materialmente imposible eliminarlos por completo, lo cual dificulta los experimentos hechos para probar que la contractilidad obra con independencia de ellos; como los narcóticos así suspenden la accion de los nervios como la de los músculos; y como, por fin, en los ataques de furor maniático ó histérico se triplica la energía muscular, al paso que languidece notablemente en las fiebres adinámicas; de ahí que haya motivos poderosos para sospechar que el sistema nervioso es condicion ineludible para la contractilidad de los músculos.

74. En punto á la influencia de la sangre varía segun sea negra ó roja. La ligadura de las venas debilita simplemente la contractilidad de los músculos respectivos; pero la de las arterias los paraliza, si bien conservan todavia algunas horas su poder de contraccion. Al quitar la ligadura se restablece la circulacion, y la voluntad recobra su perdido imperio. De lo cual se deduce que el aflujo de la sangre arterial á los músculos es, cuando ménos, indispensable para las contracciones voluntarias.

75. Mucho se ha divagado acerca de la naturaleza íntima de la accion muscular, que se atribuye hoy á las inflexiones en zig-zag (*fig. 13*) que toman las fibras, inflexiones siempre existentes, pero mucho más pronunciadas en el momento de la contraccion.

76. Los músculos sirven de asiento á variados fenómenos eléctricos, que en muy pocos animales (tremielga, gimnoto, anguila de Surinam) se observan de por sí en la economía

viva, siendo lo regular que se produzcan artificialmente por medio del galvanismo, estimulante enérgico de las contracciones. Las descargas eléctricas causan extraordinaria conmoción en el hombre vivo, y hasta fuertes contracciones en los cadáveres, en términos de que Harrisson cita el caso de un ajusticiado que á su influjo se levantó del fatal banquillo, y agitó convulsivamente los miembros á la hora y media de haber muerto.

77. Obtiénese el desarrollo del fluido galvánico colocando el músculo sobre una placa de cobre, y el nervio correspondiente sobre otra de zinc, y estableciendo luego con un alambre la comunicacion entre ambas placas. Obtiénese igualmente por medio de una *pata galvanoscópica*, ó sea de una pata de rana sin piel y con el nervio principal puesto á descubierto; nervio que por un punto se aplica á la superficie natural del músculo sometido al experimento, y por otro á la superficie de seccion del mismo. Pero el medio más usado es el galvanómetro.

78. *Corriente muscular* es la corriente galvánica que se establece por medio de los conductores de un galvanómetro, puesto uno de ellos en relacion con la superficie natural ó intacta de un músculo, y con la de una seccion ó corte del mismo, ó bien con la del tendón, el otro. El sentido de la corriente va de la superficie intacta á la de la seccion ó del tendón.— Créese que las corrientes musculares

no existen de por sí en los animales vivos.

79. Ese desarrollo del fluido galvánico sugirió á Mr. Matteucci la preparacion de *pilas musculares* (fig. 15), cuyos resultados curiosos y análogos á los de la pila voltaica, aunque

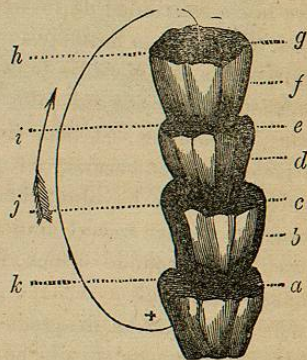


FIG. 15.—Pilas musculares.

mucho más débiles, han hecho sospechar á varios fisiólogos si acaso serán idénticos los flúidos nervioso y eléctrico. Compónense dichas pilas de trozos de muslos de rana, ordenados en columna de modo que la cara cortada ó negativa de uno de ellos (*a, c, d*), se corresponda con la intacta ó positiva del inmediato (*b, e, f*).

80. El mismo Mr. Matteucci ha descubierto las *contracciones inducidas ó secundarias* (fig. 16), que son las que experimenta un músculo (*b, c*) á consecuencia de la contraccion de otro músculo (*a, f*) con el cual tenga aquél en contacto su nervio (*a, c*). Estas contracciones difícilmente se declaran en un tercero ó cuarto músculo.

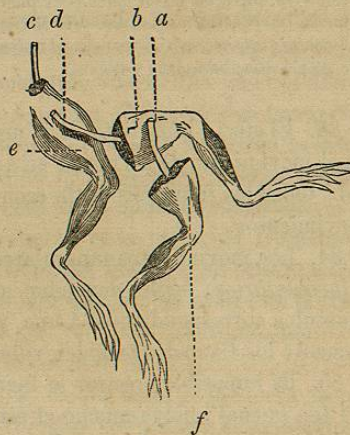


FIG. 16.—Patas de rana para demostrar las contracciones inducidas.

81. Obsérvanse igualmente en los músculos fenómenos caloríficos y químicos en el acto de la contraccion. Dependen del aumento que ésta determina en la absorcion del oxígeno y en la exhalacion del ácido carbónico; absorcion y exhalacion que constantemente tienen lugar, pero en grado más remiso.

82. La contractilidad muscular se extingue poco á poco en los cadáveres, y, por término medio, á las diez ó doce horas aparece la llamada *rigidez cadavérica*, que es una tension ó contraccion particular que endurece los tejidos carnosos. Declárase más pronto en las estaciones frias y en los individuos vigorosos que en las épocas de calor y en los seres debilitados por sus dolencias. Dura hasta que se inicia la descomposicion orgánica, y mal grado las hipótesis que para explicarla se han emitido, ignórase á punto fijo su causa determinante.

V.

MOVIMIENTOS EN GENERAL.

SUMARIO.—85. Movimientos.—84. Su division en voluntarios é involuntarios.—85. Fuerza de los músculos.—86. Su trabajo útil.—87. Su direccion.—88. Su insercion.—89. Direccion de sus fibras.—90. Doble servicio de los músculos.—91. Valor de las resistencias pasivas.—92. Máximum de trabajo en el hombre.—93. Nombres de los músculos segun sus movimientos.—94. Movimientos no sensibles á simple vista: browniano y vibrátil.

83. El efecto inmediato de la contraccion de los músculos es el movimiento de las piezas en que se atan. Y, regla general, todas las funciones de la economía van acompañadas de movimientos.

84. Los movimientos musculares se dividen en *voluntarios* é *involuntarios*, segun dependan ó no de la voluntad. Los músculos correspondientes á una y otra clase son respectivamente los llamados tambien voluntarios é involuntarios.

85. Es imposible precisar la fuerza absoluta de los músculos (en la cual influye mucho el estado del sistema nervioso), y sí únicamente la relativa, acerca de la cual se admite que está en razon directa del peso de aquéllos. Lo general es tambien que á mayor peso corresponda mayor volúmen.

86. Lo mismo en el cuerpo humano que en las máquinas, el trabajo útil no equivale á la fuerza desplegada, en razon á las resistencias pasivas que hay que vencer. Esta pérdida de potencia se llama *disminucion muscular*. Las causas que tienden á producirla son el roce de las superficies articulares, el no ser rigurosamente inflexibles é inextensibles los huesos ni los tendones, y, sobre todo, la direccion de los músculos, su modo de insercion, las variadas direcciones de las fibras, y la doble funcion que desempeñan.

87. Los músculos se hallan comunmente extendidos en direccion casi paralela á los huesos que han de mover; direccion de todo punto viciosa, en razon á que, segun se demuestra en mecánica, el máximum de energía de las fuerzas

se despliega cuando son perpendiculares á la palanca, disminuyendo á medida que se aplican con mayor oblicuidad. Corrigen, sin embargo, en parte, ese paralelismo, las apófisis, el ensanchamiento de las extremidades de los huesos, los tendones que concentran las fuerzas parciales de las fibras musculares, las aponeurosis que repercuten los movimientos, etc.

88. La insercion de las extremidades de los músculos se verifica muy cerca de las articulaciones ó puntos de apoyo, y como se sabe por la mecánica que una fuerza dada produce tanto ménos efecto cuanto á menor distancia del punto de apoyo se aplica, claro está que semejante insercion es muy desfavorable. Mas por via de compensacion cuanto pierde en energía el movimiento, otro tanto gana en velocidad.

89. Causa de pérdida de fuerza es la direccion frecuentemente oblicua que entre sí tienen las fibras de un mismo músculo, así como la oblicuidad con que suelen atarse en el respectivo tendón. Por manera que rarisima vez la resultante es igual á la suma de las fuerzas componentes.

90. Mucho influye tambien, en que mengüe la fuerza absoluta, el doble servicio que generalmente prestan los músculos, pues no sólo deben mover los huesos, sino que, además, sujetan las articulaciones, por encima de las cuales pasan, y fijan los otros huesos que prestan apoyo á los primeros.

91. Muy difícil es apreciar el valor de las resistencias pasivas, pero ese empeño tomó Borelli, y segun sus cálculos se requiere un esfuerzo de 20 kilogramos para levantar no más que uno.

92. La fuerza mecánica y útil del hombre da el máximum de trabajo, evaluado en 260.000 kilogramos durante ocho horas, elevando su cuerpo por los escalones de una rueda de clavijas. Dicha cantidad se obtiene multiplicando el peso del cuerpo por la altura vertical subida. En los demás géneros de trabajo el resultado es inferior cuando ménos en un tercio.

93. Segun sean los movimientos, los músculos se llaman *depresores*, *elevadores*, *extensores*, *flexores*, *rotatorios*, etc.

Si obran en un mismo sentido se llaman *congéneres*, si en

sentidos opuestos *antagonistas*, y si en direcciones divergentes *asociados*.

94. Resta hablar ahora de dos especies de movimientos que sólo pueden apreciarse por medio del microscopio, y que son el *browniano* y el *vibrátil*.

Movimiento browniano es el que se observa en las moléculas que nadan en los líquidos encerrados dentro de las celdas de muchos tejidos, así animales como vegetales. Ignórase la causa que los determina por más que se hayan atribuido á la endosmosis, á una evaporacion desigual, etc.

Movimiento vibrátil es el que se observa en las *pestañas* hialinas que tapizan las celdas del *epitelio* ó capa más exterior de algunas membranas mucosas (*fig. 17*).

La mucosa que mejor se presta á su estudio es la de la bóveda palatina de las ranas. El movimiento es rápido y alternativo, y ha sido comparado al que la brisa produce en las cañas de trigo.



FIG. 17.—Epitelio con pestañas hialinas.

VI.

LOCOMOCIONES.

SUMARIO.—95. Clases de locomociones.—96. Locomociones parciales.—97. Idem totales.—98. Marcha.—99. Salto.—100. Carrera.—101. Natacion.

95. Las locomociones, ó movimientos con cambios de lugar, pueden ser *parciales* ó *totales*, segun el cuerpo se mueva en parte ó por completo.

96. Las parciales consisten en *flexiones*, *extensiones*, *circunducciones*, *inclinaciones*, etc., etc.

97. Las totales son la *marcha*, el *salto*, la *carrera* y la *natacion*.

98. La *marcha* se compone de una serie de *pasos*, en los cuales cada miembro abdominal deja alternativamente un espacio entre él y el opuesto. Mientras uno de ellos sirve de

base de sustentacion, el otro lleva el cuerpo adelante, para lo cual primero se dobla el muslo sobre la pélvis, la pierna sobre el muslo, y el pié sobre la pierna, desdoblándose luego. Los brazos se mueven á la par en sentido inverso. La longitud del paso es de unos siete decímetros, y la velocidad mayor de la marcha de 2^m,60 por segundo.

En la *subida* el miembro que avanza arrastra el cuerpo en sentido contrario á la gravedad, por cuyo motivo es preciso poner en accion los músculos anteriores del muslo é inclinar el cuerpo hácia delante, lo cual hace que los músculos pectorales opriman los pulmones, y vuelvan fatigosa la respiracion.

En el *descenso*, como se efectua en la direccion de la gravedad y el cuerpo tiende á caer hácia delante, se requiere la accion continua de los músculos posteriores del cuerpo, lo cual es muy penoso.

99. El *salto* consiste en la proyeccion del cuerpo en el aire por la simple potencia de los músculos. Si al mismo tiempo se inclina el cuerpo en un sentido, describe una curva que le traslada á distancia.

100. La *carrera* consta de una serie de proyecciones efectuadas sucesivamente por ambas extremidades inferiores. No es marcha ni salto, aunque participa de ambos. La mayor rapidez de la carrera es de 7^m,60 por segundo.

101. La *natacion* ó *nado* se parece al salto, pero en sentido horizontal dentro del agua. Los miembros se doblan y extienden alternativamente á manera de remos. El peso específico del hombre es algo mayor que el del agua; y si bien flotan los cadáveres, débese á los gases que hinchan las cavidades y aumentan el volúmen, con la correspondiente disminucion de densidad.

VII.

ACTITUDES.

SUMARIO.—102. Actitudes ó estaciones.—103. Su division.—104. Equilibrio del cuerpo humano.—105. Estacion bípeda.—106. Actitudes del hombre cargado.—107. Estacion sobre un solo pié.—108. Sobre las puntas de los piés.—109. Estacion sentada.—110. Id. tendida.

102. *Actitudes ó estaciones* son las posiciones permanentes que toma el hombre.

103. Se dividen en *activas y pasivas* segun exijan ó no esfuerzos musculares. Entre las primeras estudiaremos la *bípeda, sobre un pié, sobre las puntas de los piés, sentada y de rodillas*; y entre las segundas la *tendida*.

104. En toda clase de estaciones se requiere que la vertical pase por el centro de gravedad del cuerpo, y termine dentro de la base de sustentacion. El centro de gravedad del hombre se halla en un punto ideal del interior de la pélvis, punto de encuentro de los dos planos perpendiculares entre sí, y que dividen por mitad el cuerpo humano, el uno en sentido vertical, y el otro en el horizontal al través de la última vértebra lumbar.

105. En la estacion *bípeda*, ó sobre los dos piés, la cabeza representa una palanca de primer género con el brazo mayor dirigido hácia delante, por lo que se inclina en este sentido; pero los músculos de la parte posterior del cuello la retienen en equilibrio. Los brazos, las vísceras y la cabeza arrastran hácia delante el tronco, mas la solidez del espinazo y sus músculos contrabalancean esta tendencia. Cada vértebra representa una palanca de primer género, mientras que el espinazo lo es de tercero, y transmite el peso á la pélvis apoyada en las extremidades de los fémures. Éstos le transmiten á las tibias, cuyas articulaciones, aunque muy estrechas, se hallan compensadas por la robustez de los músculos, los cuales funcionan tambien sobre una palanca de tercer género. El peso gravita luégo sobre la articulacion de la tibia con el tarso, y

como es muy móvil y estrecha, el cuerpo se inclinaria de nuevo hácia delante á no ser por los músculos de la pantorrilla. Por último, el pié, ancho y sólido, transmite al suelo el peso del cuerpo. Si esa estacion se prolonga, el hombre carga alternativamente el cuerpo sobre cada uno de los miembros á fin de que tengan sucesivo descanso.

106. En la estacion bípeda, y tambien en la marcha, toma el hombre posiciones características cuando carga con pesos de alguna consideracion. Echa el cuerpo atrás si lleva la carga delante (*fig. 18, a*), inclínale al contrario hácia delante si

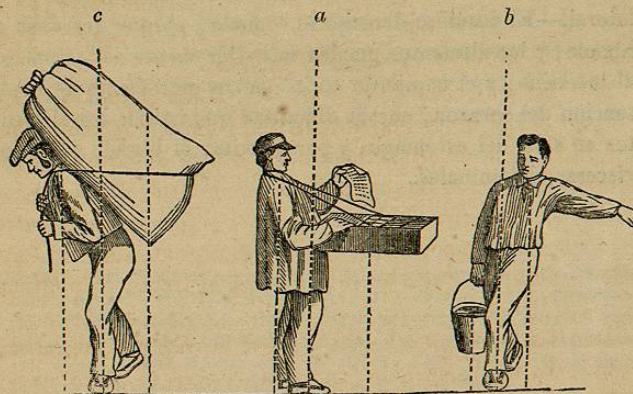


FIG. 18.—Posiciones del hombre cargado.

el peso va á la espalda (*c*), y ladéase del lado opuesto al que va cargado (*b*).

107. La estacion *sobre un pié* fatiga, porque el miembro carga con doble peso, y es insostenible por la pequeñez de la base de sustentacion.

108. En la estacion *sobre las puntas de los piés*, y mucho más sobre una sola punta, los músculos de la pantorrilla se fatigan presto. Ambas son no ménos penosas que poco sólidas, por lo reducida que se presenta la base de sustentacion.

109. La estacion *sentada* es aquella en que el hombre se

apoya sobre los isquiones y muslos. Es sólida, y más si el asiento tiene respaldo, porque apenas entran en juego más que los músculos cervicales y dorsales.

110. La *estacion tendida* es aquella en que el cuerpo se encuentra abandonado á su propio peso. Si se efectúa sobre el vientre se llama *pronacion*, si sobre el dorso *supinacion*, y si sobre un lado *decúbito lateral*, derecho ó izquierdo.

La supinacion es la más cómoda, porque favorece la dilatacion del pecho en todos sentidos.—La pronacion es algo penosa en cuanto se opone á la dilatacion del pecho hácia delante, dilatacion más pronunciada en ese sentido que en el lateral.—El decúbito derecho es cómodo, porque descansa el hígado, y los alimentos pueden salir libremente del estómago al intestino; y el izquierdo lo es ménos por efecto de la situacion del corazon, por la dificultad que hallan los alimentos en salir del estómago, y por gravitar el hígado sobre las vísceras abdominales.

CAPÍTULO II.

DE LA INNERVACION.

SUMARIO.—111. Innervacion.—112. Division de su estudio.

111. INNERVACION es la accion ó influencia que el sistema nervioso ejerce en las funciones de todos los órganos, como lazo de union entre ellos.

112. El estudio de la innervacion comprende: 1.º La *neurología*; 2.º Las *accion nerviosa*; 3.º Las *funciones del encéfalo y de la médula espinal*; 4.º Las *de los nervios*; 5.º Las *del sistema nervioso ganglionar*; y 6.º El *poder reflejo*.

I.

NEUROLOGÍA.

SUMARIO.—113. Neurología.—114. Partes del sistema nervioso.—115. Idem del cerebro-espinal.—116. Idem del encéfalo.—117. Cerebro.—118. Cerebelo.—119. Protuberancia cerebral.—120. Médula espinal.—121. Substancias del encéfalo y de la médula.—122. Sus membranas.—123. Líquido céfalo-raquídeo.—124. Ganglios.—125. Nervios.—126. Su division.—127. Plexo.—128. Situacion de los ganglios encefálicos.—129. Sistema nervioso ganglionar.

113. La NEUROLOGÍA trata del sistema nervioso.

114. Se divide en *sistema nervioso de la vida animal ó cerebro-espinal*, y de la *vida orgánica ó ganglionar*.

115. El *sistema nervioso cerebro-espinal* (figuras 19 y 20) comprende dos porciones centrales, que son el *encéfalo* y la *médula espinal*, y otra periférica, ó los *nervios*.

116. El *encéfalo* consta del *cerebro*, del *cerebelo* y de la *protuberancia cerebral*.

117. El *cerebro* ocupa toda la parte superior de la cavidad del cráneo desde la frente al occipucio, y afecta la forma de un ovóide aplanado por debajo. Su superficie está surcada por *circunvoluciones* y *anfractuosidades* (fig. 19, j); su cara supe-