



## BASE ANATÓMICA DEL SISTEMA MOTOR PIRAMIDAL. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

**Autores:** Juan Rafael Leyva Silva, <sup>1</sup> Dunia Escalona Sarmiento,<sup>2</sup> Juan José Leyva Escalona.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Especialista de II Grado en Anatomía Humana. Master en Educación Médica Profesor Auxiliar. Departamento de Ciencias Básicas de Holguín, Universidad de Ciencias Médicas de Holguín, Holguín, Cuba,

<sup>2</sup> Especialista de I Grado en Anatomía Humana. Máster en Educación Médica. Profesor Auxiliar. Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello", Holguín, Cuba,

<sup>3</sup> Residente de primer año Higiene y Epidemiología, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello", Holguín, Cuba

**e-mail** [juanrleysi@gmail.com](mailto:juanrleysi@gmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** El Sistema Piramidal abarca el conjunto de fibras de proyección cortical que se extiende desde diversas zonas de la corteza cerebral hasta motoneuronas de los núcleos motores somáticos de los nervios craneales y de los cuernos anteriores de la médula espinal. Se realizó una revisión con el **objetivo** de actualizar la información en estos aspectos. **Material y método:** La misma se realizó en las bases de datos de PubMed, EBSCO, Scielo, revistas médicas cubanas, textos de las Ciencias Básicas, materiales impresos e internet. **Desarrollo:** Se describieron aspectos tales como: áreas corticales, analizadores de la información motora voluntaria, comportamiento de las fibras que componen los tractos córtico nuclear y córticoespinal, así como, Síndrome Piramidal y diagnóstico topográfico de las lesiones en dicha vía, que permita la orientación clínica. **Conclusiones:** Se concluye que todas las fibras terminan en los núcleos motores de algunos nervios craneales y de los cuernos anteriores de Médula Espinal y en su trayecto presentan decusaciones completas e incompletas. La vía piramidal dirige los movimientos conscientes así como la actividad basada en reflejos condicionados, funciones afectadas se expresan según topografía de la lesión.

**Palabras clave:** Sistema piramidal, vía motora voluntaria, síndrome piramidal.



## INTRODUCCIÓN

El sistema piramidal abarca el conjunto de fibras de proyección cortical que se extiende desde determinadas zonas de la corteza cerebral hasta moto neuronas de los núcleos motores somáticos de los nervios craneales y de los cuernos anteriores de la sustancia gris de la médula espinal, constituyendo la base anatómica de la transmisión de los impulsos nerviosos motores que permiten al individuo realizar los movimientos del cuerpo.<sup>1</sup>

De todos los haces de fibras del cerebro el piramidal es el que se conoce desde hace más tiempo, fue descrito por TURCK en 1851<sup>1</sup>. Antes se pensaba que este haz se originaba enteramente en las grandes células motoras de Betz, situadas en la quinta capa de la corteza cerebral en la circunvolución pre central (área cuatro de Brodman),<sup>2</sup> sin embargo hoy se sabe que existen de 25 000 a 35 000 células de Betz,<sup>3,4</sup> en tanto que a nivel de las pirámides de la médula oblongada encontramos alrededor de un millón de axones,<sup>1</sup> por consiguiente este fascículo debe abarcar muchas fibras nacidas en otras áreas corticales, particularmente en:

- a- Porción posterior del surco frontal superior (área 4 y 6 de Brodman, giro frontal superior y medio)
- b- Corteza somato sensorial primaria (área 1,2 y 3 de Brodman)
- c- Lóbulo parietal superior (área 5 y 7 de Brodman tercio posterior)
- d- Giro supra marginal.<sup>1</sup>

El fascículo cortico espinal es la única y más larga conexión de fibra nerviosa entre el cerebro y la médula espinal.<sup>2, 3</sup>

El Área motora de la corteza cerebral es difícil definir con precisión abarca la parte de la circunvolución pre central que contiene las células de Betz (área 4 de Brodman), pero se extiende hacia delante hasta el área 6 y hacia atrás hasta la parte anterior del lóbulo parietal donde se superpone a las áreas sensitivas. Es una región cortical eléctricamente excitable en la cual pueden provocarse movimientos aislados mediante estímulos de mínima intensidad.

Los grupos musculares de la cara, el brazo, del tronco y de la pierna contra lateral están representados en la corteza motora primaria (área 4), hallándose los de la cara en el extremo inferior y los de la pierna en el lóbulo paracentral de la cara interna del Hemisferio cerebral que se trate. Las partes del cuerpo capaces de efectuar los movimientos más delicados tienen por lo general la representación cortical más extensa.

El área de la corteza pre motora (6 de Brodman) es también excitable eléctricamente pero requiere de estímulos más intensos para desencadenar los movimientos. Penfield <sup>3</sup> en más de 20 años de estudio describió el Mapa Topográfico de la corteza Motora (Homúnculo Motor) en el ser humano. Esta estructuración ha desarrollado dos capacidades impactantes que abarcan o se relacionan directamente con la corteza motora y no se encuentran en la corteza de los animales inferiores, estos son:



1- Capacidad excepcional para usar la mano, sus dedos y el pulgar para efectuar tareas manuales de gran destreza.

2- Emplear boca, labios, lengua y músculos faciales para el habla.

Por lo tanto hay grados muy elevados de representación de la mano, boca y regiones faciales en la corteza motora humana.<sup>4-17</sup>

Según Estrada y Pérez<sup>1</sup> un trazado de Penfield y Rasmussen obtenido estimulando diferentes áreas de la corteza motora en seres humanos sometidos a intervenciones neuroquirúrgicas se observa que más de la mitad de la corteza motora primaria se relaciona con el control de las manos y los músculos del lenguaje. Las estimulaciones de diversos puntos en estas áreas producirán contracción en un solo músculo, o incluso de una parte del mismo. Por otra parte en las áreas de la corteza motora en las que hay una representación menos intensa como la región del tronco, la estimulación eléctrica suele contraer un grupo de músculos en vez de uno solo.<sup>1, 4-17</sup>

Desde épocas remotas la capacidad del hombre de desarrollar la motilidad voluntaria, involuntaria y refleja ha motivado numerosos estudios por lo que los autores se plantean las siguientes interrogante científica ¿Cuál será el comportamiento de las estructuras anatómicas que participan en la trasmisión de los impulsos motores que conducen la información de la motilidad voluntaria y su manifestación en presencia de anomalías que la afecten interpretadas a la luz del contexto actual de la ciencia? que el propósito de la revisión es

**Objetivo General:** Actualizar la información en la descripción de la base anatómica de la trasmisión de los impulsos motores que conducen la información de la motilidad voluntaria.

## MÉTODO

La búsqueda de información se realizó en las bases de datos de PubMed y EBSCO; Scielo, revistas médicas cubanas, textos de las ciencias básicas y materiales impresos e internet. Se analizaron los artículos, capítulos de los textos y materiales impresos así como materiales docentes de los discos compactos de la asignatura Morfofisiología Humana III, se tuvo en cuenta que más del 50 % de los artículos correspondieran a los último cinco años y el 20% de más de cinco años de publicados. No se estableció como criterio de exclusión la antigüedad de la bibliografía. Se empleó el descriptor Sistema piramidal, vía motora voluntaria, síndrome piramidal. También se consultaron, en Infomed, revistas médicas cubanas, tesis de terminación de especialidad y doctorado. Se realizó un análisis de los artículos recuperados con el objetivo de seleccionar los de mayor rigor, actualización e importancia en el tema

## DESARROLLO

El sistema motor piramidal abarca el conjunto de fibras de proyección cortical que se extiende desde determinadas zonas de la corteza cerebral hasta las moto neuronas



de los núcleos motores somáticas de los nervios craneales y de los cuernos anteriores de la sustancia gris de la medula espinal, constituyendo así la base anatómica de la transmisión de los impulsos nerviosos motores que permiten al individuo realizar los movimientos voluntarios del cuerpo. <sup>1,9</sup>

Las neuronas de las áreas corticales que se encuentran situadas en:

- 1- Giro pre central.
- 2- Giro frontal medio y superior
- 3- Tercio posterior del lóbulo parietal superior
- 4- Porción anterior del giro supra marginal.

constituyen en conjunto la I Neurona o neurona central donde radica el centro cortical del analizador motor, por su parte la II Neurona o neurona periférica se ubica en los núcleos motores de los nervios craneales y de los cuernos anteriores de la medula espinal, esta última neurona envía sus axones a los órganos efectores por vía de los nervios. Los axones que componen la vía piramidal pueden ser mielínicos (60%) y amielínicos (40 %). <sup>1,3, 5-17</sup>

Un grupo importante de fibras de la Vía Piramidal establece conexiones sinápticas con los núcleos motores somáticos de los nervios craneales, esta parte de la vía transcurre por la rodilla de la cápsula interna y se denomina tracto cortico nuclear, este tracto presenta fibras que transcurren por un mismo lado sin cruzarse (homo o ipsilaterales) fibras que cruzan la línea media (contralaterales) las que terminan haciendo sinapsis con neuronas intercaladas y motoras de las distintos núcleos motores somáticos de los nervios craneales. <sup>1, 5-17</sup>

Las fibras procedentes de la neurona central forman un fascículo que desciende primero por la corona radiada, pasa a través de la cápsula interna donde ocupa la rodilla y los 2/3 anteriores del brazo posterior, luego continua descendiendo por el pie del pedúnculo cerebral, porción ventral del puente y por las pirámides de la médula oblongada. <sup>1,8</sup>

En este recorrido descendente un grupo de fibras agrupadas en el tracto córtico nuclear establece sinapsis con los núcleos motores somáticos o de la vida de relación, presentan neuronas motoras que envían fibras a constituir las raíces motoras de los nervios craneales, las que se dirigen directamente a los efectores (músculos estriados). Los Núcleos motores de los nervios craneales se sitúan a distintos niveles: <sup>1, 5-17</sup>

A nivel del mesencéfalo: Fibras de los núcleos motores de los nervios oculomotor (III N) y Tróclear (IV N). Estos núcleos se sitúan en el tegmento mesencefálico. Esta zona es parte de la estructura interna del mesencéfalo. En el caso del oculomotor se observa que existe un conjunto de núcleos, con una porción motora somática (de la vida de relación) y otra porción motora autónoma o visceral, ambas relacionadas funcionalmente con la musculatura ocular. En el caso del troclear se observa que existe un núcleo motor somático, cuyas fibras inervan un músculo estriado del ojo (músculo oblicuo superior) <sup>1, 5-17</sup>



En el puente: A los núcleos motores de los nervios Trigémino (V N), Abductor (VI N) y Facial (VII N). Las fibras procedentes del núcleo del VI llegan hasta un músculo estrínseco del ojo (músculo recto lateral). En el caso del facial encontramos un núcleo motor somático cuyas fibras llegan hasta la musculatura facial. En el puente se localiza, hacia su parte superior y dorsolateral, el núcleo pontino del trigémino o núcleo motor del trigémino, constituido por neuronas motoras cuyos axones ingresan al nervio por su raíz motora, llegando a inervar entre otros, los músculos masticatorios.<sup>1, 5-17</sup>

En la Medula Oblongada: Las fibras de este tracto córtico nuclear llegan a los núcleos motores de los nervios Glosofaríngeos (IX N), Vagos (X), Accesorios (XI) e Hipoglosos (XII N), así pues, asociado al nervio Glosofaríngeo (IX) se encuentra la parte superior del núcleo ambiguo, que constituye el grupo de neuronas motoras somáticas de este nervio. En el nervio vago (X nervio craneal) las neuronas motoras somáticas se encuentran en el núcleo ambiguo, del cual hemos dicho que salen también fibras que transcurrirán por los nervios X, y XI, éstas fibras llegan a inervar músculos estriados del paladar, faringe y laringe. La parte más inferior del núcleo ambiguo tiene neuronas motoras somáticas pertenecientes al nervio accesorio (XI N), de aquí parten las fibras de la porción bulbar (referente al bulbo o médula oblongada) de este nervio. En la médula espinal se encuentra una columna neuronal que se extiende desde los segmentos cervicales 5 o 6 hasta un nivel cercano a la mitad de la decusación piramidal. De esta columna de neuronas motoras somáticas parten fibras que también formarán parte del nervio accesorio, es decir, su porción espinal, la cual se encarga de inervar los músculos trapecio y esternocleidomastoideo, por separado, la parte espinal del nervio también se encarga de la inervación motora de los músculos de la faringe y la porción encefálica da la inervación de la laringe.<sup>9</sup> El nervio hipogloso (XII N) tiene un sólo núcleo motor de tipo somático, que se sitúa en la profundidad del triángulo del hipogloso de la fosa romboidea. Sus fibras inervan la musculatura de la lengua.<sup>1, 5-17</sup>

Las fibras del tracto cortico nuclear cruzan en su mayoría la línea media y van a los núcleos contra laterales, por lo que el control de la musculatura a cargo de los nervios craneales es contra lateral. Sin embargo también existen fibras directas que permiten una importante conexión homolateral, es por esto que una lesión del tracto cortico nuclear de un lado puede ser compensada por las fibras homolaterales del lado opuesto.<sup>1, 5-17</sup>

En el caso específico del núcleo motor somático del facial (VII N) la parte superior de cada núcleo recibe fibras de ambos tractos corticonucleares derecho e izquierdo, mientras que la parte inferior de cada núcleo recibe fibras del tracto cortico nuclear del otro lado. De la parte superior del núcleo motor del facial parten fibras que inervan los músculos de la parte superior de la cara del mismo lado mientras que de la parte inferior de este núcleo parten fibras hacia los músculos de la parte inferior de la cara del mismo lado.<sup>1, 5-17</sup>

La otra parte de la vía piramidal que pasa por los 2/3 anteriores del brazo posterior de la cápsula interna desciende hacia la médula espinal y establece sinapsis con las



células de los núcleos motores de los cuernos anteriores recibe la denominación de tracto córtico espinal.<sup>1, 5-17</sup>

Este tracto a nivel de la médula oblongada desciende por la parte anterior formando las Pirámides, y en su parte inferior este tracto se divide en dos fascículos de fibras, el más voluminoso (80-90%) de las fibras cruza la línea media hacia el lado opuesto, pasando a la médula espinal como Tracto Cortico espinal lateral, éste cruzamiento forma la desinervación piramidal.<sup>1, 5-17</sup>

El segundo fascículo de menor dimensión (10% de las fibras) desciende por el mismo lado ocupando el funículo anterior con la denominación de tracto córtico espinal anterior o ventral; la mayor parte de éstas fibras pasa al lado opuesto a medida que el tracto desciende llegando a los núcleos motores del cuerno anterior del lado opuesto es decir realizan una "desinervación final", (Vía final común) hacia las motoneuronas del cuerno anterior de la médula espinal (Sherrington).<sup>1</sup>

Por lo antes expuesto es evidente que la corteza motora de cada hemisferio cerebral jerarquiza la inervación de la musculatura del lado opuesto del cuerpo.

Debe tenerse en cuenta que:

- Los nervios que llevan impulsos nerviosos motores a los músculos del tronco y de los miembros, están constituidos por axones de las neuronas que constituyen los núcleos motores de los cuernos anteriores de la médula espinal.
- Los nervios que llevan impulsos nerviosos a los músculos de la cabeza y el cuello están formados por axones de las neuronas que parten de los núcleos motores de los nervios craneales que tienen componente motor situados en el tronco encefálico.<sup>16,17</sup>

Cada célula nerviosa motora, mediante la extensa arborización de la porción final de su fibra se pone en contacto con 100, 200 o más fibras musculares, su conjunto constituye la unidad motora.<sup>1</sup>

Otros autores como TRUEX<sup>2</sup> y TESTUT<sup>8</sup> plantean que por encima del engrosamiento cervical el número de fibras nerviosas es aproximadamente 79.131 y por debajo de este es de 30.554 estas cifras están en relación con que el 55% de las fibras nerviosas termina en los segmentos cervicales de la médula espinal, el 20% termina en los segmentos torácicos y el 25 % en los segmentos lumbosacros.

Existen fibras del fascículo piramidal que no terminan en los núcleos motores de los nervios craneales<sup>24</sup> sino que lo hacen en la porción dorso lateral de la formación reticular de la médula oblongada y el puente. Se ha demostrado la existencia de fibras del fascículo piramidal en el funículo posterior de la médula espinal (Goll y Burdach) que establecen sinapsis con los cuerpos neuronales de los núcleos y que aun no están bien estudiadas.

Dentro del sistema piramidal se distinguen tres componentes Anatómicos funcionales: El Ortopiramidal o Piramidal propiamente dicho, el yuxtapiramidal y el de fibras no motoras.<sup>8</sup>

Las fibras ortopiramidales se originan en el área cuatro de Brodman (corteza motora primaria) y termina haciendo sinapsis con las motoneuronas o de los núcleos motores



de los nervios craneales y astas anteriores de la médula espinal, pero en determinado número termina en neuronas intercaladas. A su paso por el puente hacen sinapsis con las neuronas pontinas.

Las fibras yuxtapiramidales se origina principalmente en el área premotora (área 6) y termina haciendo sinapsis con las neuronas de la formación reticular de la médula oblongada (núcleos con conexión ascendente y descendente). Estas fibras mediante este relevo reticular inhiben las motoneuronas de los sectores motores mientras que el componente orto piramidal tiene una acción excitatoria.

Las fibras no motoras se originan en la corteza sensoriomotora (Post-Rolándica) y terminan en las neuronas intercaladas supra segmentarias regulando la entrada de aferencia hacia los supra segmentos, según lo necesite el organismo.

Síndrome Piramidal y sus causas.

Manifestaciones clínicas que aparecen cuando se lesiona la vía motora principal, es decir, las primeras neuronas motoras o vía piramidal. Un síndrome piramidal aparece cuando se afecta la producción de impulsos (órdenes motoras) en los cuerpos neuronales de Betz o se interrumpe su transmisión a través de sus axones.<sup>16, 17</sup> No se debe confundir con una una hemiplejía, puesto que ésta es un síndrome aún mayor donde siempre está presente el síndrome piramidal, pero al que hay que añadir muchas otras manifestaciones clínicas.<sup>18-20</sup>

Las causas más frecuentes de daño de la vía piramidal son: ACVA (accidente cerebrovascular agudo o Ictus): por embolias, trombosis o hemorragias cerebrales, tumores que afectan la vía piramidal, traumatismos, infecciones que alteren la vía piramidal, enfermedades desmielinizantes y degenerativas del sistema nervioso.<sup>19</sup>

Manifestaciones clínicas del Síndrome Piramidal

Déficits de movilidad: parálisis o paresias de aquellos músculos inervados por moto neuronas del asta anterior por debajo de la lesión de la vía piramidal. Parálisis significa pérdida completa de la contracción muscular. Hablamos de paresia cuando la pérdida de capacidad muscular por causa neurológica es tan sólo parcial. Se afectan más evidentemente las partes distales de los miembros que usamos para movimientos más finos, como los músculos de los dedos de las manos.<sup>20-24</sup>

Alteraciones de los reflejos:

- Abolición de los reflejos superficiales (cutáneo mucosos) que necesitan de la integridad de esta vía. Se lesionan aquellos cuyo arco reflejo está situado por debajo del nivel de la lesión.
- Hiper-reflexia de los reflejos profundos (osteotendinosos o ROT) controlados por el arco reflejo miotático. Se produce por la lesión conjunta de la vía piramidal y el haz córtico-retículo-espinal, porque normalmente se comportan como inhibidores de este arco reflejo. Se produce, como siempre, por debajo del nivel de lesión.
- Aparición de reflejos patológicos: igualmente, aquellos que estén por debajo del nivel lesional.



Alteraciones del tono muscular: debidas a la lesión conjunta con el haz córtico-retículo-espinal. Predominan los impulsos estimulantes, por lo que se produce hipertonía, que en este caso se llama espasticidad. La espasticidad se caracteriza por:

- Afectar fundamentalmente a los músculos anti gravitatorios (flexores de extremidades superiores, extensores de miembros inferiores).
- Signo de la navaja de muelle: cuesta mucho vencer la resistencia muscular al principio pero luego marcha con facilidad.
- Atrofia muscular: habitualmente por inmovilidad. Suele ser moderada porque los músculos todavía mantienen los impulsos tróficos de la segunda neurona motora. <sup>25-</sup>

29

Es fácil que no se encuentre en un principio la hiper-reflexia y la espasticidad, especialmente en lesiones profundas y extensas. La espasticidad puede tardar unas dos semanas en aparecer. <sup>25-30</sup>

En función del nivel en el que se produzca la lesión de la vía piramidal, ésta puede dar lugar a hemiplejia del lado contrario a la lesión (en lesiones cerebrales), hemiplejia homolateral (lesiones por debajo del bulbo raquídeo, con las fibras ya decusadas), tetraplejia (en lesiones bilaterales altas), paraplejia (lesión bilateral baja en la médula) o monoplejía homolateral (si la lesión es baja y unilateral). <sup>25-29</sup>

Diagnóstico topográfico del daño de la vía piramidal.

- Hemiplejia Cortical. La lesión no toma la corteza por lo que la parálisis no es proporcional pudiendo producir una monoplejía. Aparecen otros signos como afasia, trastornos intelectuales, convulsiones.
- Hemiplejía subcortical. La lesión está ubicada en la corona radiada, son raras las monoplejías aunque las manifestaciones pueden predominar en un miembro.
- Hemiplejia capsular: Es posiblemente la localización más frecuente en la clínica. Puede presentarse en forma de ICTUS apoplecticus se puede caracterizar por: Coma: la cabeza y los ojos miran la lesión, Asimetría facial: fumador en pipa, Maniobra de Pierre Marie-Foix: contracción de los músculos del lado sano tras compresión detrás de la mandíbula, Signo de Babinski presente en el lado afectado.
- Síndromes piramidales troncular y Bulbar.  
Manifestaciones clínicas del mismo lado de la lesión (nervios craneales)  
Manifestaciones clínicas del lado contrario (Fibras largas).
- Hemiplejia alterna protuberancial (Síndrome de Millar Gubler) lesión a nivel del pie de la protuberancia.
- Hemiplejia alterna peduncular (Síndrome de Weber).
- Hemiplejia alterna Bulbar.

La producen lesiones de uno o más nervios craneales originando distintos síndromes complejos donde aparece además trastorno sensitivos y de la serie extra piramidal como los vértigos. <sup>25-29</sup>

Otras afecciones relacionadas con daños de la vía motora <sup>30-33</sup>



- Esclerosis lateral amiotrófica: Inicia principalmente entre 40- 60 años de edad presentan síntomas de debilidad muscular progresiva, atrofia muscular, calambres musculares, disfagia, dificultad respiratoria y sus principales causas se encuentra la pérdida de la homeostasia en las mitocondrias de la célula que conforman las estructuras de esta vía, así como estrés oxidativo y excitotoxicidad.
- Esclerosis lateral primaria: Inicia después de los 50 años, sus principales síntomas son rigidez, espasmos musculares, dificultad en el equilibrio, dificultad respiratoria, causas principales son degeneración de células piramidales, atrofia medular, pontina y mesencefálica.
- Atrofia muscular espinal (AME): puede iniciar desde el periodo prenatal hasta los 30 años de edad, sus principales síntomas en el caso AME tipo I, no logran la capacidad de sentarse sin apoyo, Tipo II no logran caminar, tipo III progresión lenta de estar de pie y caminar
- Síndrome de Guillain- Barre: puede iniciar desde el nacimiento, pero se ha observado con mayor frecuencia en pacientes mayores de 75 años, se presenta a causa de infecciones previas virales o bacterianas y sus principales manifestaciones son la parálisis muscular ascendente, afectaciones de los músculos respiratorios, arritmias cardíacas.

## CONCLUSIONES

- La primera neurona se encuentra en la corteza cerebral o está relacionada directamente con ella, aspecto morfo funcional que refuerza el criterio materialista del papel directriz de la corteza cerebral.
- Todas las fibras terminan en los núcleos motores de los nervios craneales que tienen componente motor y de los cuernos anteriores de Médula Espinal donde se encuentra la neurona periférica
- En sus trayectos presentan decusaciones por lo que los impulsos pasan fundamentalmente a la musculatura del lado opuesto.
- La vía piramidal dirige los movimientos conscientes así como la actividad basada en reflejos condicionados.
- Las lesiones del sistema motor pueden localizarse a través de todo el recorrido de dicha vía descendente
- El tema constituye un importante contenido para el diagnóstico y oportuno tratamiento de sus alteraciones, correspondiendo a la academia en sus diferentes etapas facilitar su comprensión y actualización.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Pérez J, Estrada R. Segmento del tronco cerebral. En: Neuroanatomía Funcional. Habana: Ed Ciencia y Técnica; 1971. P. 107.
- 2-Truex RC. Los haces descendentes largos, Haz corticoespinal. En: Neuroanatomía Humana. Habana: Ed Ciencia y Técnica; 1971. P. 220.
- 3-Cuadrado ML, Arias JA, Palomar MA, Linares R. La vía piramidal: nuevas trayectorias. Rev Neurol [Internet]. 2001 [Citado Marzo 2015]; 32(12): [Aprox 8p.]. Disponible en: <http://www.neurologia.com/sec/ind.php?Vol=32&Num=12&i=e>
- 4-Honda Y, Ishizuka N. Topographic distribution of cortical projection cells in the rat subiculum. Neurosci Res 2015 Mar;92:1-20. doi: 10.1016/j.neures.2014.11.011. Epub 2014 Dec 13.. [Citado Mayo 2015] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25514386>
- 5-Cathel AM, Reyes BA, Wang Q, Palma J, Mackie K, Van Bockstaele EJ, Kirby LG. Cannabinoid modulation of alpha2 adrenergic receptor function in rodent medial prefrontal cortex. Eur J Neurosci. 2014 [Citado Marzo 2015];40(8):3202-14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25131562>
- 6-Prives M, Lisenkov N, Bushkovich V. Sistema nervioso periférico. En: Anatomía Humana. 2da ed.URSS: Editorial Mir; 1984. P. 281-315.
- 7- Mackey S, Petrides M. Architecture and morphology of the human ventromedial prefrontal cortex. EJN. 2014 Aug 14 [Citado Marzo 2015]; 40: 2777-96. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25123211>
- 8-Testut L. Estudio del Sistema Nervioso. En: Compendio de Anatomía Humana. 24 ed. España: McGraw-Hill. Interamericana; 2005.p. 82.
- 9-Moore K, Dalley Arthur L. El miembro Superior. Anatomía con orientación clínica. 4 ed. España: Ed. Médica Panamericana; 2005.p. 678-839
- 10-Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Resumen de nervios craneales, vías de conducción nerviosa motoras. En: Anatomía con orientación clínica. 6th ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p.1053-1082.
- 11-Puškaš N, Zaletel I, Stefanović BD, Ristanović D. Fractal dimension of apical dendritic arborization differs in the superficial and the deep pyramidal neurons of the rat cerebral neocortex. 2015 Mar [Citado Marzo 2015] 4;589:88-91. doi: 10.1016/j.neulet.2015.01.044. Epub 2015 Jan 17.Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25603473>
- 12-Rodriguez Sanz MF. III EXPLORACIÓN NEUROLÓGICA: Examen del sistema motor. P3-8[Citado Junio 2015]; disponible en : [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/exploracion\\_neurolologica.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/exploracion_neurolologica.pdf)
- 13-Bacha Rigal Y, Companioni Landin F. Nervios craneales. En: Anatomía aplicada a la estomatología. La Habana: ECIMED; 2012. P. 200-202.
- 14- S. A. Badalyan, N. M. Ipekchyan, and V. A. Sarkisyan. Neuron Populations Giving Rise to Corticothalamic Projections to the Partially Deafferented Ventrolateral Nucleus of the Thalamus. Rev. Neuroscience and Behavioral Physiology, Vol. 45, No.



- 7, September, 2015 [Citado Diciembre 2015]; disponible en <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11055-015-0139-z.pdf>
- 15-Macoev V, Rodríguez Mulet D. Vías de conducción entre la corteza motora y los núcleos ventrales del Tálamo. Rev Cienc Méd Holguín. 1986;1(1):57-60.
- 16-Macoev V, Rodríguez Mulet D. Vías de conducción córtico-subcorticales directas. Estudio de algunos aspectos en conejos y ratas blancas. Rev Cienc Méd Holguín. 1989; 9(1):5-9. 1989.
- 17- Infografía Neurociencias: Áreas de Brodmann [Internet]. Ciencias y Neurociencias Aplicadas al Desarrollo Humano; 2015 [Citada 2 de Junio 2015]. Disponible desde: <http://asociacioneducar.com/ilustracion-areas-brodmann>.
- 18- National Clinical Guideline Centre. Management of multiple sclerosis in primary and secondary care. En: Multiple sclerosis [Internet]. London: Rollal College of Physicians; 2014. [Citado 2 Jun 2015]; [Aprox 611 p.]. Disponible desde: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0068954/pdf/PubMedHealth\\_PMH0068954.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0068954/pdf/PubMedHealth_PMH0068954.pdf)
- 19- Castillo Cuello JJ. La actividad motora voluntaria. Cuadro clínico de los trastornos motores. En: Nociones de Electroterapia Excitomotriz [Internet]. Ciudad de la Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2006. [Citado 2 Jun 2015]; [Aprox 15p.]. Disponible desde: [http://www.bvs.sld.cu/libros/nociones\\_delectroterapia/nociones\\_electroterapia\\_completo.pdf](http://www.bvs.sld.cu/libros/nociones_delectroterapia/nociones_electroterapia_completo.pdf)
- 20-Jiang L, O'Leary C, Kim HA, Parish CL, Massalas J, Waddington JL, Ehrlich ME, Schütz G, Gantois I, Lawrence AJ, Drago J: Motor and behavioral phenotype in conditional mutants with targeted ablation of cortical D1 dopamine receptor-expressing cells. 2015. [Citado 4 de junio 2015]; disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25684539>
- 21- Badalian SA, Ipekchian NM, Sarkisian VA. Neuronal populations: sources of the corticothalamic projections to the partially deafferented ventrolateral thalamic nucleus. 2014 Jan;100(1):3-17. [Citado 27 de Marzo 2015]; disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Neuronal+populations%3A+sources+of+the+corticothalamic+projections+to+the+partially+deafferented+ventrolateral+thalamic+nucleus>
- 22- Erro M.E., Gastón I., Navarro M.C.. Los trastornos del movimiento en urgencias. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2008 [citado 2018 Feb 26] ; 31( Suppl 1 ): 127-140. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272008000200011&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272008000200011&lng=es).
- 23- Medical Press. Fármaco prometedor para la enfermedad del parkinson. Fecha de publicación: Agosto de 2015. Fecha de consulta: 29 de abril de 2017. Disponible en: <https://www.medicalpress.es/farmaco-prometedor-para-la-enfermedad-de-parkinson-estudio-apoya-ensayos-clinicos/>



- 24- Ferrándiz Vigo V. Percepción sobre la vida diaria de las personas con Lesión Medular que residen en una institución [Tesis]. [ España]. Universidad da Coruña; 2015. 56 p. Disponible desde:  
[http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14157/VeronicaFerrandiz\\_Vigo\\_TFG\\_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14157/VeronicaFerrandiz_Vigo_TFG_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- 25- Berríos Águila Jorge Eduardo, Benítez Pérez María Obdulia, Hidalgo Mesa Carlos. Importancia clínica de los síndromes cordinales combinados. Mediceletrónica [Internet]. 2017 Jun [citado 2018 Sep 19] ; 21( 2 ): 180-183. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30432017000200017&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432017000200017&lng=es).
- 26- Muñiz Ana Margarita. El papel del médico de la familia en el control de los síndromes neurológicos infecciosos. Rev Cubana Med Gen Integr [Internet]. 1999 Dic [citado 2018 Sep 19] ; 15( 6 ): 636-640. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21251999000600007&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21251999000600007&lng=es)
- 27- Aldana Olarte RA. Implementación de un ambiente abierto de aprendizaje en la enseñanza de la neuroanatomía [Tesis]. [Chia - Cundinamarca]: Universidad de la Sabana; 2015. 73 p. Disponible desde:  
[https://www.researchgate.net/publication/281147971\\_IMPLEMENTACION\\_DE\\_UN\\_AMBIENTE\\_ABIERTO\\_DE\\_APRENDIZAJE\\_EN\\_LA\\_ENSEANZA\\_DE\\_LA\\_NEUROANATOMIA](https://www.researchgate.net/publication/281147971_IMPLEMENTACION_DE_UN_AMBIENTE_ABIERTO_DE_APRENDIZAJE_EN_LA_ENSEANZA_DE_LA_NEUROANATOMIA)
- 28- Hernández Hernández Bárbara Aymeé, Carrero Texidor Yenisset, Cepero Noriega Fara Luisa, Martínez González Miguel. Síndrome de médula anclada en el adulto. Acta Neurol Colomb. [Internet]. 2010 Jan [cited 2018 Sep 19] ; 26( 1 ): 47-54. Available from:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-87482010000100006&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87482010000100006&lng=en).
- 29-Marshall RS, Perera GM, Lazar RM, Evolution of Cortical Activation During Recovery From Corticospinal Tract Infarction. *Stroke* [Internet]. 2000 [Citado 2 de Junio 2015]; 31:[Aprox 5 p.]. Disponible desde:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10700500>
- 30- Pérez Villafuerte Alberto, Camejo Macias Mabel Rita, Bermejo Sanchez Juan Carlos. Médula anclada. Presentación de caso. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2011 Mar [citado 2018 Sep 19] ; 15( 1 ): 172-181. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942011000100015&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942011000100015&lng=es).
- 31- Marín-Castro, María José, Guerra-Espinosa, Valeria, Neira-Gómez, Juan Pedro, Carvajal-Fernández, Julián, Suárez-Escudero Juan Camilo. Actualización sobre la anatomía funcional de la vía motora en seres humanos. Rev. Archivos de Neurociencias (Mex) INNN [Internet]. 2020 [Citado 2 de octubre 2022] Vol.25 (1)2020: 38-50[Aprox 13 p.]. Disponible desde: <http://archivosdeneurociencias.com>
- 32- Laureani Fierro, Ángel de Jesus, Lara Aparicio, Sandra Yasbeth, Morgado-Valle, Consuelo, Beltrán-Parrazal, Luis, García Luis Isauro, Hernández María Elena, Manzo



**Tercer Congreso Virtual de  
Ciencias Básicas Biomédicas en Granma.  
Manzanillo.**



Jorge, Pérez César Antonio. Trastornos de las neuronas motoras: causas, síntomas, factores de riesgo, diagnósticos y tratamientos[Internet]. 2022 [Citado 2 de octubre 2022] Revista eNeurobiología 13(31):260222, 2022 Disponible en: [www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2022/31/31.html](http://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2022/31/31.html)

33- Moraes, M., Calvo, J., Montano, N., Rodríguez, X., Quadrelli, R., Vaglio, A., Atrofia muscular espinal y bulbar: enfermedad de Kennedy. Aspectos clínicos y genéticos. Revista Médica Del Uruguay.(2019) 35:160–175