CAPITULO 56

Contribuciones del cerebelo y los ganglios basales al control motor global

El cerebelo y los ganglios basales contribuyen con la corteza motora para que el funcionamiento motor sea normal, sin embargo siempre funcionan en asociación de otros sistemas de control motor.

Cerebelo:

* Coordinación temporal de las actividades motoras
* Paso suave y rápido desde un movimiento muscular a otro
* Regula de la intensidad de la contracción muscular
* Controla músculos agonistas y antagonistas.
* ES LLAMADO ÁREA SILENTE DEL ENCÉFALO
* Su actividad eléctrica NO genera sensación consciente y rara vez provoca respuesta motora.
* Es importante para actividades motoras rápidas
* Ordena actividades motoras
* Verifica y efectúa correcciones en actividades motoras durante su realización
* APRENDE DE SUS ERRORES
* COMPARA LOS MOVIMIENTOS REALES CON MOVIMIENTOS PRETENDIDOS
* AYUDA A CORTEZA CEREBRAL A PLANIFICAR POR ANTICIPADO EL SIGUIENTE MOVIMIENTO
* Permite que las señales de encendido para los músculos agonistas al inicio de una contracción tengan una mayor potencia, ya que contribuye con las señales de la corteza cerebral para generar dicho efecto.
* Permite que por medio de la estimulación de células de Purkinje se transmitan señales de apagado a los músculos agonistas al final de la contracción.

Áreas anatómicas funcionales del cerebelo:

Cerebelo consta de tres lóbulos

1. Anterior
2. Posterior
3. Floculonodular --> el más antiguo y funciona en conjunto con el sistema vestibular para controlar el equilibrio corporal.

Además posee dos hemisferios (cada hemisferio se separa en una zona intermedia y una lateral) y ellos se separan por medio del Vermis.

Vermis--> en éste radica la mayoría de las funciones de control cerebelosas encargadas de los movimientos del tronco axial, cuello, hombros y caderas.

Zona intermedia del hemisferio-->controla contracciones musculares en porciones distales de las extremidades

Zona lateral del hemisferio-->controla actividades motoras secuenciales junto con la corteza cerebral.

Representación topográfica del cuerpo en el vermis y zonas intermedias de los hemisferios:

Vermis--> porciones axiales del cuerpo

Zonas intermedias--> porciones faciales y extremidades

Zonas laterales-->NO TIENEN REPRESENTACIÓN TOPOGRÁFICA

VÍAS AFERENTES AL CEREBELO:

DESDE EL ENCÉFALO:

* Vía coricopontocerebelosa
* Fascículo olivocerebeloso
* Fibras vestibulocerebelosas
* Fibras reticulocerebelosas

1. Vía corticopontocerebelosa:

Originada en:

* CORTEZAS CEREBRALES MOTORA Y PREMOTORA
* CORTEZA SOMATOSENSITIVA

Pasa por:

* NÚCLEOS DEL PUENTE
* FASCÍCULOS PONTOCEREBELOSOS

Llega a:

* DIVISIONES LATERALES DE LOS HEMISFERIOS EN EL LADO OPUESTO DEL ENCÉFALO A LAS ÁREAS CORTICALES

2. Fascículo olivocerebeloso:

Desde:

* Oliva inferior--> es excitada por fibras que proceden de

1. Corteza Cerebral Motora

2. Ganglios basales

3. Formación Reticular

4. Médula espinal

Hasta:

* TODAS LAS PARTES DEL CEREBELO

3. Fibras vestibulocerebelosas

Desde:

* Aparato vestibular
* Núcleos vestibulares del tronco encefálico

Hasta:

* Lóbulo floculonodular
* Núcleo del fastigio

4. Fibras reticulocerebelosas

Desde:

* Porciones de la formación reticular del tronco encefálico

Hasta:

* REGIONES CEREBELOSAS DE LA LÍNEA MEDIA, sobre todo el Vermis.

DESDE LA PERIFERIA

* Fascículo espinocerebeloso dorsal
* Fascículo espinocerebeloso ventral

1. Fascículo espinocerebeloso dorsal:

Funciones:

* Informa al cerebelo sobre:
* Contracción muscular
* Grado de tensión en los tendones
* Posición y velocidad de movimiento de distintas partes corporales
* Fuerzas que actúan sobre la superficie corporal

Ingresa por:

* PEDÍCULO CEREBELOSO INFERIOR

Termina en:

* Vermis
* Zonas cerebelosas intermedias del mismo lado de su origen

2. Fasciculo espinocerebeloso ventral

Funciones:

* Comunicar al cerebelo las señales motoras que llegan a las astas anteriores de la médula espinal

Penetra por:

* PEDÍCULO CEREBELOSO SUPERIOR

Termina:

* A AMBOS LADOS DEL CEREBELO

Núcleos profundos del cerebelo:

Son tres núcleos:

1. Dentado

2. Interpuesto

3. Fastigio

Reciben señales desde:

* Corteza cerebelosa
* Fascículos aferentes sensitivos profundos dirigidos al cerebelo

Toda señal aferente llega a ellos primero con carácter excitador y una decima de segundo después con carácter inhibidor

SEÑALES DE EFERENCIA DESDE EL CEREBELO

1. Vía desde el vermis

Nace en:

* Estructuras de la línea media del cerebelo

Después pasa por:

* NÚCLEOS DEL FASTIGIO

Hacia:

* Regiones bulbares y pontinas del tronco del encéfalo

Esta vía funciona en asociación con el aparato del equilibrio y los núcleos vestibulares del tronco encefálico para controlar el equilibrio. Funciona con la formación reticular para controlar actitudes posturales del cuerpo.

2. Vía de la zonas intermedias de los hemisferios cerebelosos

Nace en:

* Zona intermedia de hemisferio cerebeloso

Atraviesa

* NÚCLEO INTERPUESTO

Hacia:

* Núcleos ventroanterior y ventrolateral del tálamo

Termina en:

* Corteza cerebral
* Estructuras talámicas de la línea media
* Ganglios basales
* Formación reticular
* Núcleo Rojo

Esta vía es importante para controlar la actividad de contracción recíproca entre músculos agonista y antagonistas de las extremidades.

3. Vía de las zonas laterales de los hemisferios cerebelosos

Nace en:

Zona lateral de hemisferio cerebeloso

Atraviesa

NÚCLEO DENTADO

Hacia:

Núcleo ventroanterior y ventrolateral del tálamo

Termina en:

Corteza cerebral

CORTEZA CEREBELOSA

Consta de tres capas

* Capa molecular
* Capa de las células de Purkinje
* Capa granulosa

Circuito neuronal en el cerebelo:

La salida de señales desde el cerebelo se da mediante las CÉLULAS PROFUNDAS.

Cada CÉLULA NUCLEAR PROFUNDA RECIBE SEÑALES EXCITADORAS, que provienen de las vías aferentes hacia el cerebelo, Y SEÑALES INHIBIDORAS, que provienen de las células de Purkinje.

Las señales aferentes proceden de dos tipos de fibras

* Fibras trepadoras
* Fibras musgosas

FIBRAS TREPADORAS

Nacen en las olivas inferiores del bulbo raquídeo

Hay una fibra trepadora por cada 5 a 10 células de Purkinje

Estas permiten que existan cambios en los circuitos cerebelosos para modificar la sensibilidad de las células de purkinje y así hacer que la coordinación temporal de los movimientos motores sea más exacta cada vez.

Generan potenciales de acción en las células de Purkinje por DESCARGA COMPLEJA.

Descarga compleja--> un solo impulso genera un potencial de acción prolongado, empieza con una descarga potente y luego siguen descargas cada vez más débiles.

FIBRAS MUSGOSAS

Provienen de

* Zona superior del encéfalo
* Tronco encefálico
* Médula espinal

Hacen sinapsis con las células de los granos y luego éstas hacen sinapsis con las células de Purkinje.

Sus conexiones sinápticas son débiles.

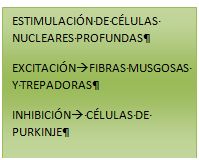
Existen de 80,000 a 200,000 fibras por cada célula de Purkinje.

Generan potenciales de acción en las células de Purkinje por DESCARGA SIMPLE.

Descarga simple-->se excita un gran número de fibras a la vez para poder excitar la célula de purkinje y el potencial de acción generado tiene una duración corta

Las células de Purkinje se disparan permanentemente con una frecuencia de 50 a 100 potenciales de acción por segundo.

La células nucleares profundas también se disparan permanentemente pero tienen una frecuencia mucho mayor que las de purkinje.



La estimulación excitadora e inhibidora de las células nucleares profundas permite que exista un equilibrio para que el sistema motor realice los movimientos sin oscilaciones. Esto lo logra ya que una primera señal excitadora enviada por las células nucleares profundas va seguida de una señal inhibidora una fracción de segundo después.

CÉLULAS DE CESTA Y CÉLULAS ESTRELLADAS--> poseen axones cortos, están en la capa molecular de la corteza cerebelosa y producen INHIBICIÓN LATERAL DE LAS CÉLULAS DE PURKINJE ADYACENTES.

NIVELES DE CONTROL MOTOR EN EL CEREBELO

Vestibulocerebelo

Consta de LÓBULOS FLOCULONODULARES y porciones adyacentes del vermis. Se relaciona con EQUILIBRIO CORPORAL. Este nivel actúa sobre el equilibrio durante los movimientos rápidos. El vestibulocerebelo CALCULA POR ANTICIPADO

Espinocerebelo

Consta de MAYOR PARTE DEL VERMIS y zonas intermedias adyacentes a sus lados. ENCARGADO DE COORDINAR MOVIMIENTOS DE LAS PARTES DISTALES DE LAS EXTREMIDADES.

Las zonas intermedias de los hemisferios cerebelosos reciben dos tipos de datos:

* Información proveniente de la corteza cerebral y del núcleo rojo-->avisa al cerebelo sobre el plan de movimiento secuencial pretendido.
* Información proveniente de los propiorreceptores de las extremidades--> informa al cerebelo sobre los movimiento reales.

Una vez que el cerebelo ha comparado los movimientos esperados con los reales, las células nucleares profundas del núcleo interpuesto envían señales eferentes hacia la corteza motora a través de los núcleos de revelo del tálamo y a la porción magnocelular del núcleo rojo.

Temblor intencional--> sucede cuando el cerebelo no puede llevar acabo la corrección de movimientos pendulares, entonces ocurre que la extremidad efectúa varios ciclos de oscilación hacia adelante y atrás por delante del lugar pretendido antes de quedar fijo en el punto deseado.

CEREBELO TIENE FUNCIÓN AMORTIGUADORA EN EL CONTROL MOTOR POR PARTE DEL SISTEMA NERVIOSO.

El cerebelo interviene en el control de los movimientos balísticos, los cuales se planifican por anticipado y son puestos en acción para recorrer una distancia específica y luego detenerse.

Si el cerebelo es extirpado los movimientos balísticos presentan las siguientes variaciones:

* Movimientos se realizan con lentitud y sin el impulso de arranque que es añadido por el cerebelo
* Alcanzan una fuerza débil
* Su realización se interrumpe con lentitud

Cerebrocerebelo

Consta de ZONAS LATERALES DE LOS HEMISFERIOS CEREBELOSOS. Transmite información en sentido ascendente al cerebro y FUNCIONA COMO AUTORREGULADOR JUNTO AL SISTEMA SENSITIVOMOTOR DE LA CORTEZA CEREBRAL PARA PLANIFICAR MOVIMIENTOS SECUENCIALES DE LAS EXTREMIDADES Y EL TRONCO.

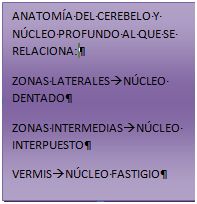
Las señales eferentes del nivel cerebrocerebeloso se dirigen principalmente al ÁREA PREMOTORA, ÁREAS SOMATOSENSITIVAS PRIMARIA Y DE ASOCIACIÓN.

Las zonas laterales de los hemisferios cerebelosos se encargan de la PLANIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SECUENCIALES Y SU SINCRONIZACIÓN.

Planificación de los movimientos secuenciales--> ésta empieza en las áreas sensitivas y premotoras de la corteza cerebral y desde allí pasa a las zonas laterales de los hemisferios cerebelosos, las cuales intervienen en la acción que ocurrirá durante el próximo movimiento secuencial.

Sincronización-->permite la coordinación temporal de cada movimiento futuro, para determinar la secuencia de los movimientos.

Las áreas laterales de los hemisferios cerebelosos también pueden predecir velocidades de evolución en los fenómenos visuales y auditivos.



Anomalías clínicas del cerebelo

Para que la actividad motora se vea seriamente afectada debe existir daño en los núcleo profundos del cerebelo.

Los síntomas más importantes en las enfermedades cerebelosas son DISMETRÍA Y ATAXIA.

Dismetría-->los movimientos rebasan el punto deseado

Ataxia-->descoordinación de los movimientos

Hipermetría-->es una manifestación de dismetría en la que una persona suele rebasar considerablemente el punto en el que desea situar cualquier parte de su cuerpo.

Disdiadococinesia--> es la incapacidad de realizar movimientos alternantes rápidos ya que el sistema de control motor pierde la percepción de donde se encontraran las diversas partes del cuerpo en un momento determinado de la secuencia que sigue cada movimiento.

Disartria--> la incapacidad para coordinar los movimientos musculares de la laringe, boca y aparato respiratorio para generar el habla.

Temblor intencional--> llamado también temblor de acción y es consecuencia del fracaso del sistema cerebeloso para amortiguar los actos motores.

Nistagmo cerebeloso--> sucede en especial cuando están dañados los lóbulos floculonodulares del cerebelos y consiste en el temblosr de los globos oculares que suele ocurrir cuando se intenta fijar la vista sobre una escena situada a un lado de la cabeza.

Hipotonía-->la desaparición espcialmente de los núcleos dentado e interpuesto provoca descenso en el tono de la musculatura periférica.

Ganglios basales:

* Ayudan a planificar y controlar patrones complejos de contracción muscular
* Regulan las intensidades relativas de cada movimiento independiente.
* Funcionan en asociación al sistema de control motor corticoespinal y la corteza cerebral.
* se encuentran situados en posición lateral y alrededor del tálamo.
* CONTROLAN LOS PATRONES COMPLEJOS DE LA ACTIVIDAD MOTORA.
* MODIFICAN LA SECUENCIA DE LOS MOVIMIENTOS Y GRADÚAN LA INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS.
* Algunas de las actividades que ayudan a controlar los ganglios basales son:
  + - * + Escritura de letras
        + Cortar papel con tijeras
        + Fijar un clavo a martillazos
        + Meter un balon en la canasta
        + Facetas de la vocalización
        + Movimientos controlados de los ojos
* A cada lado del encéfalo están formados por:
  + - * + Núcleo caudado
        + Putamen
        + Globo pálido
        + Sustancia negra
        + Núcleo subtalámico

El núcleo caudado y el putamen fotman la llamada CÁPSULA INTERNA del cerebro, por el que pasa la mayoría de fibras nerviosas sensitivas y motoras.

CIRCUITO DEL PUTAMEN

Este circuito contiene las principales vías encargadas de ejecutar PATRONES APRENDIDOS que atraviesan los ganglios basales.

Vía nerviosa

Comienza en:

* Áreas premotora y suplementaria de la corteza motora
* Áreas somatosensitivas de la corteza sensitiva

Luego:

* Se dirige al putamen

Después llega a la porción interna del globo pálido

* Más tarde a núcleos talámicos de revelo ventroanterior y ventrolateral

Termina en:

* Corteza cerebral motora primaria
* Porciones de las áreas cerebrales premotora y suplementaria

Funcionamiento anormal en el circuito del putamen:

Lesión del globo pálido

* Genera ATETOSIS
* Consiste en MOVIMIENTOS DE CONTORSIÓN de mano, grazo, cuello o cara de origen espontáneo

Lesión del subtálamo

* Genera HEMIBALISMO
* Consiste en MOVIMIENTOS DE AGITACIÓN de toda una extremidad.

Lesión del putamen

* Genera COREA
* Consiste en MOVIMIENTOS DE LANZAMIENTO en manos, cara y otras partes corporales

Lesión de la sustancia negra

* Genera PARKINSON
* Consiste en RIGIDEZ, ACINESIA Y TEMBLORES

CIRCUITO DEL CAUDADO

Permite el CONTROL COGNITIVO DE LA ACTIVIDAD MOTORA. Es decir que emplea procesos de pensamiento que combinan las señales sensitivas que llegan al cerebro junto con las almacenadas en la memoria.

EL NÚCLEO CAUDADO SE EXTIENDE POR TODOS LOS LÓBULOS DEL CEREBRO.

Vía nerviosa

Comienza en:

Áreas de asociación de la corteza cerebral que cubren el núcleo caudado

Luego:

Sigue al globo pálido

Después a los núcleos talámicos ventroanterior y ventrolateral

Termina en:

Área prefrontal. premotora y motora suplementaria

Agnosia--> trastorno que impide la percepción de objetos con precisión a través de mecanismos sensoriales y es causada por la lesión de la corteza parietal posterior.

Funciones de las sustancias neurotransmisoras específicas en el sistema de los ganglios basales

* Dopamina

Desde-->SUSTANCIA NEGRA

Hasta-->CAUDADO Y PUTAMEN

* GABA

Desde-->CAUDADO Y PUTAMEN

Hasta-->GLOBO PÁLIDO Y SUSTANCIA NEGRA

* Acetilcolina

Desde-->CORTEZA CEREBRAL

Hasta-->CAUDADO Y PUTAMEN

* Noradrenalina. Serotonina, Encefalina y otros neurotransmisores

Desde--> TRONCO ENCEFÁLICO

Hasta-->CAUDADO Y PUTAMEN

Síndromes clínicos ocasionados por la lesión de los ganglios basales

Enfermedad de Parkinson

* También se denomina parálisis agitante
* Deriva de la destrucción de la porción que envía fibras nerviosas sectetoras de dopamina desde la sustancia negra hasta el núcleo caudado y putamen.
* Los principales sintomas que se presentan son rigidez, temblor involuntario, acinesia, inestabilidad postural, problemas de equilibrio, disfagia, trastornos del habla, marcha y fatiga.
* Puede ser tratado con L-dopa, L-deprenilo, con transplante de células dopaminérgicas fetales y con lesiones en los núcleos ventroanterior y ventrolateral del tálamo o en el subtálamo.

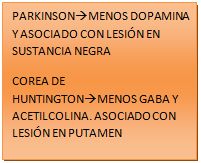
Enfermedad de Hungtington (Corea de Hungtington)

Trastorno hereditario

Caracterizada por movimientos sueltos en músculos corporales

Ocasionada por desaparición de neuronas sectetoras de GABA Y ACETILCOLINA

Su patología se asocia a la presencia de una proteína denominada HUNTINGTINA a la que se adicionan bases CAG por la presencia de un gen anormal que poseen un codón que codifica dicho triplete.



INTEGRACIÓN DE LAS NUMEROSAS PARTES DEL SISTEMA DE CONTROL MOTOR TOTAL

Nivel medular

* Programación de los patrones locales de movimiento aplicados en cualquier región muscular del cuerpo (como los reflejos medulares)
* Asienta patrones complejos de los movimientos rítmicos
* Sus patrones son integrados, es decir determinados por herencia

Nivel romboencefálico

* Mantiene el tono axial del tronco con pretensión de permanecer de pie
* Modificación constante de los grados de tono que presentan distintos músculos como respuesta a información procedente del aparato vestibular

Nivel de la corteza motora

* Suministra señales de activación a la médula
* Emite ordenes secuenciales y paralelas que activan patrones medulares
* Cambia la intensisdad, ritmo u otras características de los patrones motores
* Sus patrones pueden aprenderse

Funciones asociadas al Cerebelo

* Cerebelo actúa con todos los niveles de control muscular
* Con la médula potencia reflejo miotático
* Con el tronco encefálico se encarga de la suavidad y continuidad de los movimientos para mantener el equilibrio corporal.
* Con la corteza cerebral se encarga de poner en marcha rápidamente la contracción muscular al inicio de un movimiento, lo hace aportando fuerza motora complementaria.
* Con la corteza motora también funciona para programar con anticipación las contracciones musculares necesarias

Funciones asociadas a los Ganglios Basales

* Ayudan a la corteza en la ejecución de patrones de movimiento subconscientes pero aprendidos
* Contribuyen a la planificación de numerosos patrones de movimiento paralelos y secuenciales que la mente reúne para ejecutar una tarea intencionada
* Actúan con la corteza cerebral para integrar acciones al enfrentarse a nuevas situaciones.