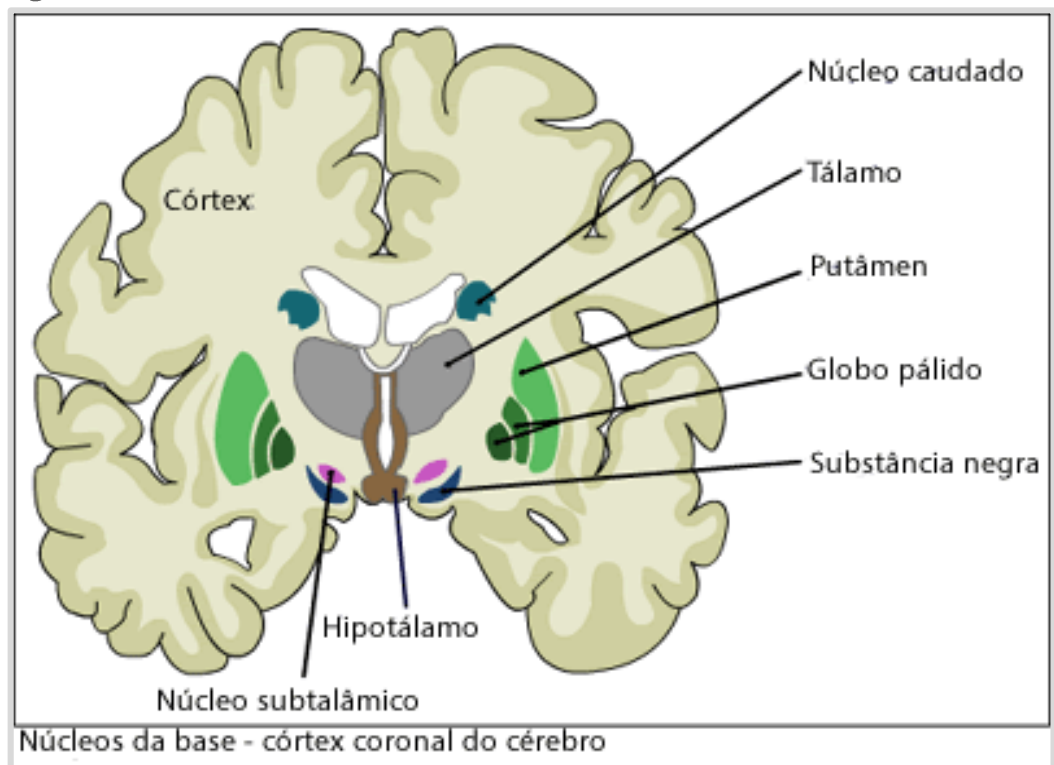


2.2 Núcleos da base

2.2.1 Estrutura dos núcleos da base

Os **núcleos da base** são agrupamentos de estruturas neuronais localizadas na base do cérebro (Rigal, 1987). Esses gânglios compreendem o **estriado dorsal** (núcleo caudado e putâmen), o **estriado ventral** (núcleo accumbens), o **globo pálido**, o **núcleo subtalâmico** e a **substância negra**. O núcleo vermelho e a formação reticular estão intimamente relacionados aos gânglios. Esses são conectados a diversos órgãos do sistema nervoso, e sua função é centrada em torno da regulação da função motora.

Figura 2: Núcleos da base



Fonte: Tezanos, n.d., <https://goo.gl/WXU5kn>

- **Núcleo caudado:** Está indiretamente envolvido na modulação do movimento. Ele sinaliza o lobo frontal quando algo não vai bem e indica que algo deve ser feito quanto a isso.
- **Putâmen:** Este é o responsável por todos os movimentos voluntários de precisão. Ele também tem um papel importante no funcionamento do condicionamento.
- **Corpo estriado:** Regula o comportamento instintivo, o tônus muscular, o caráter e a conduta sexual. Inibe a atividade do córtex cerebral e recebe impulsos do tálamo.
- **Globo pálido:** Transmite as informações do putâmen e do núcleo caudado para o tálamo.
- **Núcleo subtalâmico:** Recebe as diferenças do núcleo caudado e do putâmen, participa da regulação do controle motor e está associado ao movimento involuntário.
- **Substância negra:** É de um microrregulador do corpo estriado direto de seu neurotransmissor (dopamina) (Asociación Educar, 2015). Enquanto os núcleos da base estão intimamente relacionados às funções motoras, eles não estão conectados de forma direta aos neurônios motores da medula espinhal. Em vez disso, recebem as informações aferentes do córtex cerebral e enviam informações de volta ao córtex através de vias aferentes. Antes disso, essas eferências transitam pelo tálamo.

2.2.2 Conexão entre os núcleos da base e outras estruturas nervosas

Os núcleos da base contêm um grande número de conexões nervosas com a área motora do córtex cerebral. Em particular, muitas dessas conexões estão entre a área de associação do córtex motor primário e o corpo estriado.

O **estriado** é a estrutura receptiva funcional do sistema de gânglios. Recebe aferências de várias estruturas internas e externas aos gânglios.

Em relação às estruturas com as quais se conecta, podemos dizer que:

- Recebe aferências do córtex cerebral (córtex frontal, parietal, occipital e temporal), bem como da substância negra.
- A parte ventral do estriado recebe informação do córtex cingulado, que está relacionada à motivação.

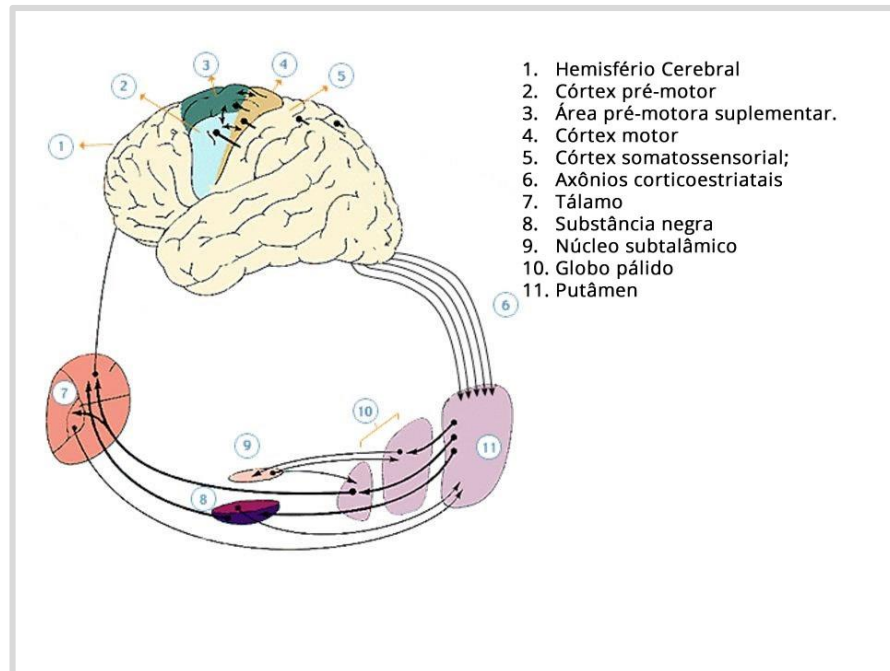
- O tálamo envia aferências ao estriado "dos núcleos interlaminares ao núcleo caudado, e do núcleo central medial ao putâmen" (Rigal, 1987). Um grande número de vias nervosas passa da área pré-motora do córtex motor primário para o estriado. Por sua vez, o estriado envia aferências ao globo pálido, ao subtálamo e à substância negra, a partir dos quais grupos de fibras nervosas se direcionam para o tálamo e para o córtex cerebral (áreas motoras). Dessa forma, as conexões nervosas são estabelecidas entre as áreas motoras corticais e os núcleos da base, através dos quais é formado um circuito de realimentação, auxiliando o controle motor (Guyton, 2006).

Existem também conexões nervosas entre os centros do córtex motor com a protrusão e o cerebelo. Quando os sinais retornam do cerebelo, eles passam pelo tálamo, que está relacionado aos gânglios. Isso permite as conexões entre o feedback dos gânglios e o feedback cerebral.

Os núcleos da base também estão conectados uns aos outros. Neste circuito, é claro que os sinais nervosos são enviados para baixo a partir do estriado, em direção à substância negra (através do globo pálido). Imediatamente depois, o sinal retorna ao corpo estriado. Neste circuito, a via descendente secreta o neurotransmissor GABA, e a via ascendente secreta dopamina.

O globo pálido está ligado ao tronco encefálico. Ele envia numerosas fibras nervosas para o núcleo vermelho e para o núcleo olivar inferior. Embora o córtex cerebral possua uma conexão direta com esses núcleos do tronco encefálico, essas conexões convergem para o mesmo lugar que os núcleos da base.

Figura 3: Circuitos de feedback dos núcleos da base e do córtex cerebral



Fonte: Kandel, (1997)

2.2.3 Conjunto de movimentos na carga dos núcleos da base (automatismo)

O estriado é o ponto de entrada para a informação proveniente do córtex cerebral em direção aos núcleos da base. As aferências chegarão a diferentes setores do estriado, dependendo do setor cortical de onde se originaram. Por exemplo: o córtex motor envia aferências ao putâmen para que ele atue sobre a regulação do movimento. Enquanto isso, o caudado recebe informações sobre os processos cognitivos e o movimento ocular.

Os sinais vindos do córtex motor em direção ao corpo estriado pertencem à via corticoestriatal e originam-se do córtex motor, do córtex pré-motor e da área motora suplementar.

Uma vez que a informação entra nos núcleos da base, esta é direcionada ao tálamo através da substância negra e da face interna do globo pálido, através de duas vias diferentes. Essas duas vias são referidas como a **via direta** e a **via indireta**.

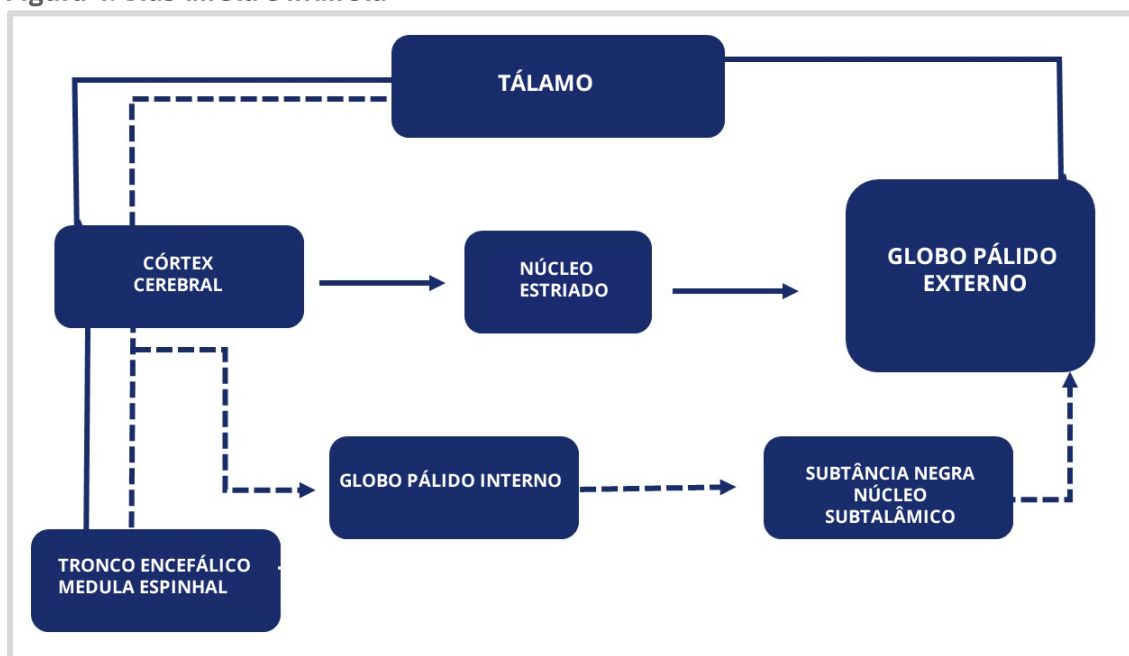
- **Via direta:** o núcleo caudado e o putâmen (núcleo estriado) têm funções inibidoras sobre o globo pálido interno e sobre a substância negra. Por sua vez, a substância negra e o globo pálido interno se conectam aos núcleos talâmicos, que também possuem funções inibidoras. Podemos, portanto, ver que, quando a atividade do estriado aumenta, a atividade dos núcleos do tálamo também aumenta, uma vez que o estriado evita a inibição causada pela substância negra e pelo globo pálido interno no tálamo.

Quando a inibição do núcleo do tálamo é impedida, isso estimula a área motor suplementar (SMA), que envia a ordem para gerar um movimento para o córtex motor primário (1MC), que fará a sinapse com os neurônios motores da medula espinhal.

- **Via indireta:** alguns dos neurônios do corpo estriado possuem uma conexão com o globo pálido externo (com funções inibidoras) que, por sua vez, se comunica com o núcleo subtalâmico e o inibe. O núcleo subtalâmico conecta e ativa o globo pálido interno e a substância negra. Através da ativação da via indireta, o estriado inibe o globo pálido externo, que desinibe o núcleo subtalâmico e provoca a ativação do globo pálido interno e da substância negra (inibindo, assim, os núcleos talâmicos e, consequentemente, o córtex motor) (Di Santo, 2015).

O objetivo da via direta é ativar os movimentos voluntários, enquanto a via indireta procura inibir o início das principais atividades de movimento involuntário (movimento parasitário). O desenvolvimento normal do movimento e da postura em geral dependerá da relação existente entre essas vias. Um núcleo que não atua de maneira ideal pode influenciar a qualidade dos movimentos e, dessa forma, gerar diferentes alterações.

Figura 4: Vias direta e indireta



Fonte: Preparado pelo autor.

2.2.4 Alterações do Movimento devido à Patologia (Parkinson)

Conforme mencionado, os núcleos da base possuem várias funções, entre elas: controlar os movimentos corporais involuntários ou subconscientes (estereotipados). Uma lesão nessa região faria com que o indivíduo aplicasse os centros corticais superiores para suplementar a sua falta de utilização.

As lesões na área dos núcleos da base podem ocorrer devido a envenenamento por monóxido de carbono, overdose de drogas, infecções, traumatismo craniano, envenenamento por chumbo, manganês ou outros metais pesados, tumores e acidentes vasculares cerebrais, entre outros (Guyton, 2006).

Através do estudo de cadáveres de pessoas que, em sua vida, apresentaram lesões nos núcleos da base, foram identificadas diferentes condições, tais como: **Coreia, hemibalismo, atetose, doença de Parkinson.**

- A palavra coreia significa "dança" em grego, e é utilizada para essa patologia devido a essa doença ser caracterizada por movimentos

aleatórios constantes sem nenhum controle motor, o que pode afetar um ou mais segmentos do corpo.

Essa condição ocorre após lesão do núcleo caudado e do putâmen e produz uma diminuição significativa na secreção do neurotransmissor GABA. Assim, os sinais inibidores de GABA (dirigidos dos núcleos putâmen e caudado) não podem manter inibidos o globo pálido e a substância negra.

Os movimentos espasmódicos diminuem com o sono e aumentam quando a pessoa, com essa condição, vivencia o estresse ou emoções, ou quando o corpo recebe grandes quantidades de informações sensíveis.

- Hemibalismo significa "metade balística" e se refere aos movimentos amplos e poderosos que ocorrem em um hemicorpo único. Isso causa movimentos violentos em grandes áreas do corpo, o que pode levar uma pessoa a cair se estiver de pé. Afeta apenas um hemicorpo e é causada por uma lesão no subtálamo do hemicorpo contralateral.
- A atetose é produzida por uma lesão no globo pálido (face externa), que influencia os circuitos de feedback entre os gânglios, o tálamo e o córtex.

Em condições normais, esses circuitos permitem a execução de movimentos finos de uma forma fluida, uma vez que se conectam e inter-relacionam grupos agonistas e antagonistas. No entanto, quando esses circuitos são interrompidos, isso gera movimentos anormais devido ao desvio do caminho do impulso nervoso "normal".

- A doença de Parkinson é uma condição causada pela morte de neurônios da substância negra, responsável pela produção de dopamina, que é dirigida ao núcleo putâmen e ao núcleo caudado, e cuja principal função é o controle adequado dos movimentos. Quando os níveis de dopamina diminuem, a informação no circuito dos núcleos da base é alterada e isso resulta em tremores, rigidez, movimentos lentos e instabilidade postural, entre outros sintomas.

Os principais sintomas dessa condição são:

- Rigidez na musculatura de grandes áreas do corpo ou em áreas isoladas.
- Tremores nas mãos, nas pernas, nos braços, na mandíbula e no rosto.
- Dificuldade para iniciar movimentos, também conhecida como acinesia (Guyton, 2006. Rigal, 1987).

Referências

[Artigo sobre neurociências]. (Sem data a). Infografia da neurociência núcleo lenticular, córtex somatossensorial, córtex motor, medula espinhal, núcleo caudado, tálamo, mesencéfalo. Em Asociación Educar. Retirado de <http://asociacioneducar.com/ilustracion-lenticular-talamo-caudado-mesencefalo>

[Artigo sobre neurociências]. (Sem data b). Infografia da neurociência plexo coróide, fórnix, tálamo, globo pálido, corpo caloso, núcleo caudado, cláustro, putâmen, núcleo vermelho. Em Asociación Educar. Retirado de <http://asociacioneducar.com/ilustracion-fornix-talamo-caudado-claustro-putamen-n.rojo>

[Artigo sobre neurociências]. (n.d.). Glosario de ciencias y neurociencias. [Glossário de ciências e neurociências.] Em Asociación Educar. Retirado de <http://asociacioneducar.com/glosario>

Di Santo, M. (2015). Imagen del movimiento [Gravado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Programación neuromotora [Gravado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Pensando en movimiento [Gravado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Influencia de Antonio Damasio [Gravado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Eferencia central [Gravado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Programación neuomotriz [Gravado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (14 de outubro de 2015). Toma de decisión y lógica motriz. *[Tomada de decisões e lógica motora]*. Córdoba, Córdoba, Argentina.

Guyton, C. A. (2006). Tratado de fisiología médica Barcelona: Elsevier.

[Imagem sem título sobre o cerebelo]- (s.d.). Retirado de <http://www.madass.org/media/full/07/neurology-in-anatomy-at-reading-hospital-school-of-health-sciences.jpg>

Kandel, E. (1997). Neurociencia y conducta [Neurociência e comportamento]. Madrid: Prentice Hall.

Rigal, R. (1987). Motricidad humana. Madrid: Pila Teleña.

Snell, R. (1999). Neuroanatomia clínica para estudiantes de medicina (4a ed.). Buenos Aires: Panamericana.

Tezano, P. (s. d.). [Imagem sem título mostrando os núcleos da base]. Em Antroporama. Retirado de <http://antroporama.net/wp-content/uploads/2013/10/ganglios.gif>

Desarrollo y aprendizaje motor. [Desenvolvimento e aprendizagem motora]. (2009). Córdoba, Argentina. IPEF.