

## **Estruturas e Funções**

### **Dossier de Fichas de Trabalho**

Autor: Marlene Cristina Neves Rosa, PhD

Investigadora (ID) <https://orcid.org/0000-0001-8276-655X>

Edição: 1ª Edição

Ano: 2018-2020

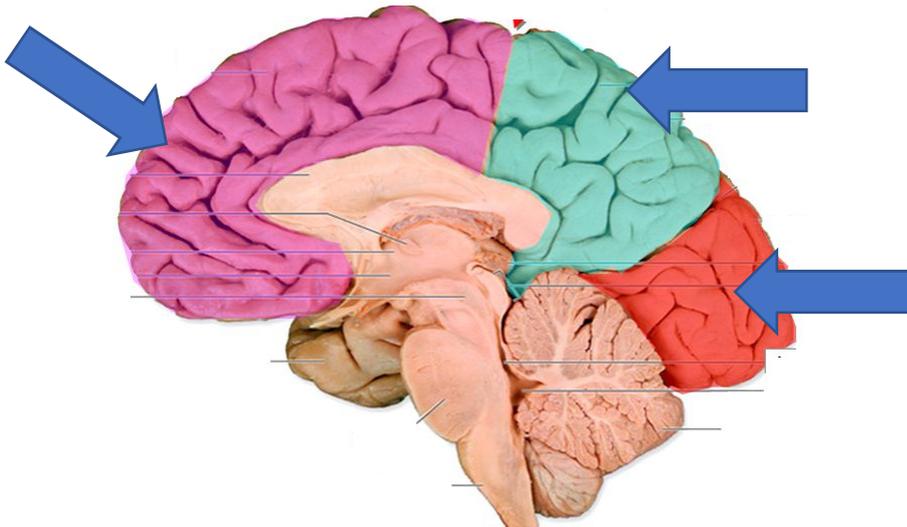
<https://doi.org/10.25766/tt3w-ew95>

## FICHA DE TRABALHO nº1

### O sistema nervoso Central

#### GRUPO I – Gincana

1.1. Quais os lobos cerebrais aqui representados?



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

1.2. Qual o lobo cerebral que não está aqui representado?

---

---

---

---

---

---

---

---

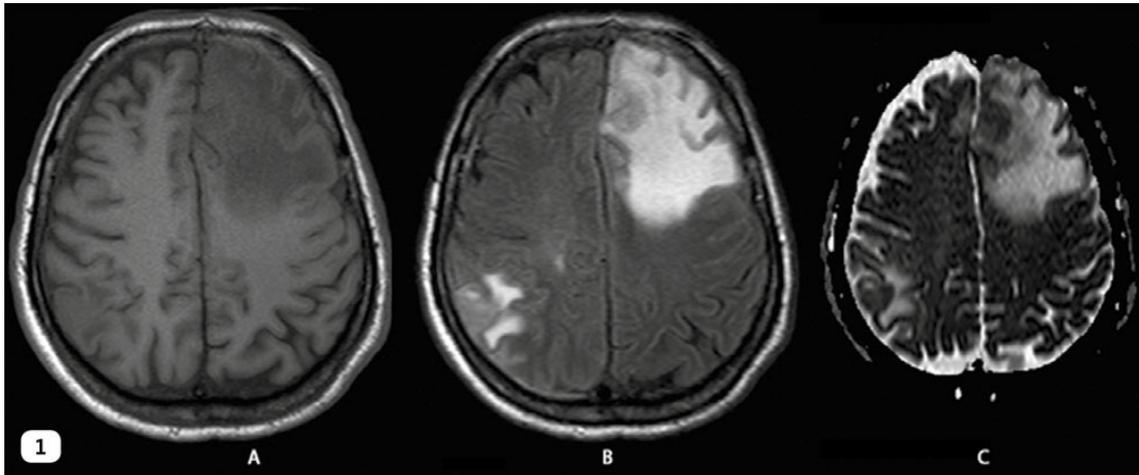
---

---

1.3. Que estruturas estão aqui representadas. Quais as suas funções?



Estas são 2 ressonâncias magnéticas de 2 pacientes com AVC. Um AVC é uma isquémia ou hemorragia de uma zona cortical. Tente localizar as 2 lesões e clarifique que tipo de sintomas considera que possam acontecer após cada um destes AVC's.



---

---

---

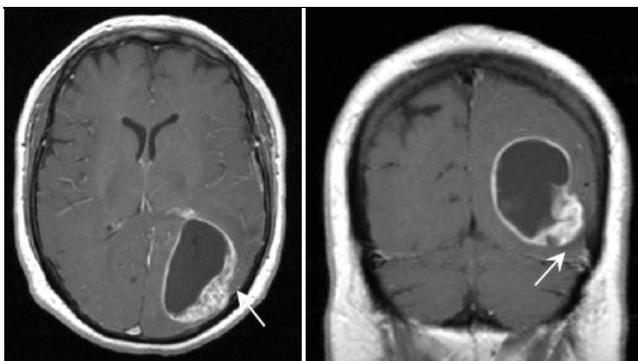
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Grupo III

A negligência unilateral (NU) pode ser definida como dificuldade em se orientar em direção a algo localizado espacialmente ou de resposta a estímulos gerados do lado contralateral à lesão cortical, caracterizando-se pela inabilidade de o sujeito registrar, integrar ou responder a eventos provenientes do hemicorpo ou hemiespaço contralateral à lesão cerebral.

A heminegligência pode classificar-se, tendo em conta alterações nas funções visuais e táteis:

- 1) Hemi-inatenção, quando não há respostas a estímulos do lado contralateral a lesão;
- 2) Negligência visual, quando o paciente **não reconhece estímulos visuais** no hemiespaço negligente;
- 3) **Extinção tátil e visual**, quando o indivíduo é estimulado bilateralmente e só reconhece o hemicorpo não afetado;
- 4) Hipocinesia ou extinção motora, quando se observa uma sensível diminuição da movimentação do hemicorpo acometido (CARR; SHEPHERD, 2008; SILVA; MARTINS, 2000).

**Qual considera ser a zona cortical mais provável de estar lesionada quando temos um paciente HEMINEGLIGENTE? Porquê?**

---

---

---

---

---

---

---

---

## FICHA DE TRABALHO nº2

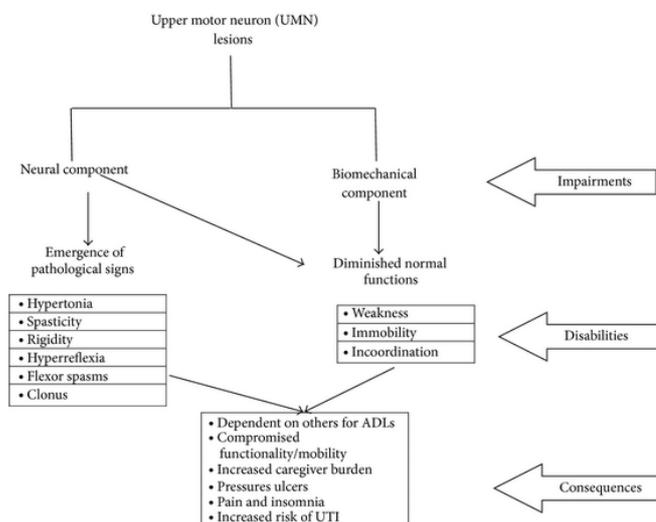
### SEBENTA - O fenómeno da Espasticidade

A espasticidade é um fenómeno que acontece associado à lesão do 1º neurónio. A definição de espasticidade surge, pela primeira vez em 1980 por Lance, um investigador clínico na área da neurofisiologia. Por espasticidade entende-se uma desordem motora caracterizada por um exagero da atividade reflexa de estiramento e por um aumento do tónus muscular, que resulta da hiperexcitabilidade do arco reflexo. A espasticidade é altamente dependente da velocidade de movimento.

#### 1. Homeostase de um tónus muscular normal

A homeostase de um normal tónus muscular pode ser alterada por diversas razões, a mais frequente por alterações do normal funcionamento do neurónio motor. Os neurónios que conectam o cérebro com a espinal medula são denominados de 1º neurónio motor (1ºNM); os neurónios que conectam a espinal medula com os músculos são denominados de 2º neurónio motor (2ºNM). O 1ºNM envia instruções de movimento do cérebro até ao 2º NM. **Se a informação enviada encontrar um 2º NM danificado, o resultado é fraqueza muscular e atrofia. A estas 2 características resultantes da lesão do 2º NM, chamamos Síndrome de 2ºNM/Síndrome Extrapiramidal.**

**No caso em que a lesão ocorre no 1ºNM, a informação necessária para manter o Reflexo de Estiramento íntegro é prejudicada e provoca alterações no tónus muscular, tal como a espasticidade.**



#### A explicação do Reflexo de Estiramento

O sistema nervoso está envolvido no controlo de muitos reflexos. Por reflexo entende-se uma resposta motora que não requer o envolvimento da consciência. Qual reflexo está dividido em 2 partes distintas:

1ª PARTE: **Componente aferente** que transmite a informação de um estímulo externo para o sistema nervoso; como sabem, esta informação é captada inicialmente por um recetor que depois a encaminha através de um neurónio até ao sistema nervoso central (medula).

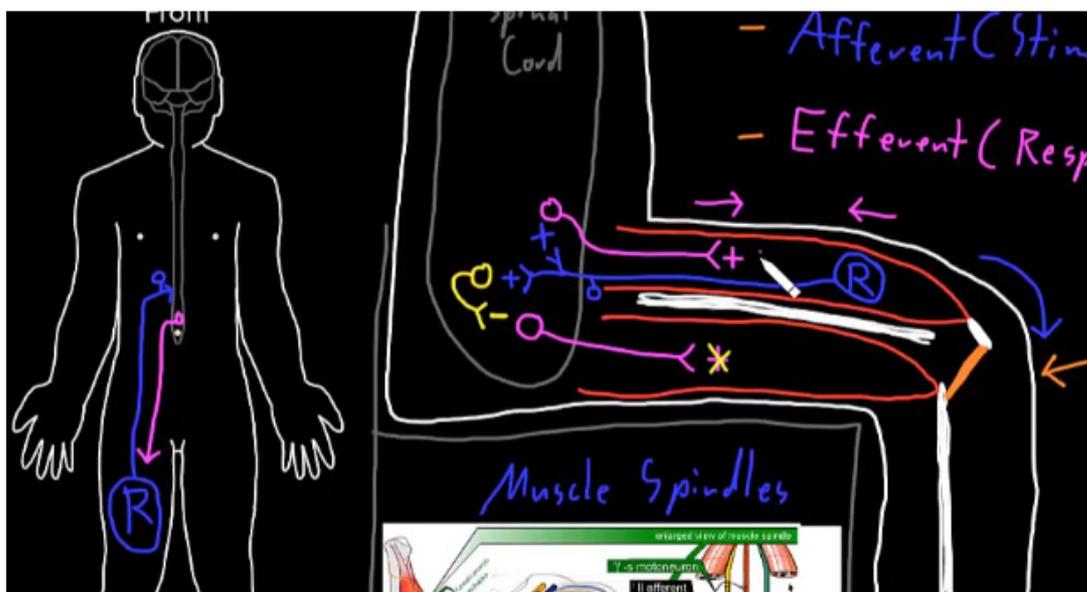
2ª PARTE: **Componente eferente** transmite a informação de resposta até à periferia através de um neurónio motor.

A maioria dos reflexos, tal como o Reflexo de Estiramento, caracterizam-se pelo facto de o estímulo recebido e a resposta motora acontecerem do mesmo lado do corpo. Uma pequena parte de reflexos, que são processados ao nível do tronco encefálico recebem o estímulo de um lado do corpo e emitem uma resposta motora do lado contralateral.

Um dos reflexos com maior importância clínica na área da reabilitação é o REFLEXO DE ESTIRAMENTO. Este reflexo consiste num fenómeno bastante simples, isto é: no caso do meu bicipíte ser rapidamente distendido, o reflexo de estiramento permite uma contração reflexa rápida do músculo, provavelmente como uma resposta protetiva para prevenir uma possível lesão.

### Um exemplo: O Reflexo patelar

No momento de uma avaliação de um paciente, é frequente a verificação da integridade dos reflexos, nomeadamente do Reflexo Patelar. Vamos pegar neste exemplo em específico para compreender o Reflexo de Estiramento. O Reflexo Patelar é testado com o paciente sentado e o joelho pendente fora da marquiza ou cadeira. É utilizado um pequeno martelo para dar uma pancada seca na zona tendinosa imediatamente abaixo da rótula. Quando o clínico dá esta pancada seca o tendão sofre um estiramento e provoca consequentemente um estiramento demasiado rápido no músculo do quadrícepíte. Ora os recetores musculares (fuso muscular) ao detetarem este estiramento do quadrícepíte interpretam como um sinal excitatório e conduzem esse sinal até à medula espinal. Esse sinal é integrado ao nível medular e devolvido o estímulo excitatório através de um nervo motor que irá contrair o músculo do quadrícepíte.



### Alterações do Reflexo de Estiramento

As alterações patológicas deste reflexo podem dever-se a vários fatores. Pode ser causada por uma alteração na via aferente (afetando o nervo somatosensorial) ou na via eferente (afetando o

neurónio motor). Uma alteração nas duas componentes do reflexo pode causar uma diminuição ou uma perda do reflexo.

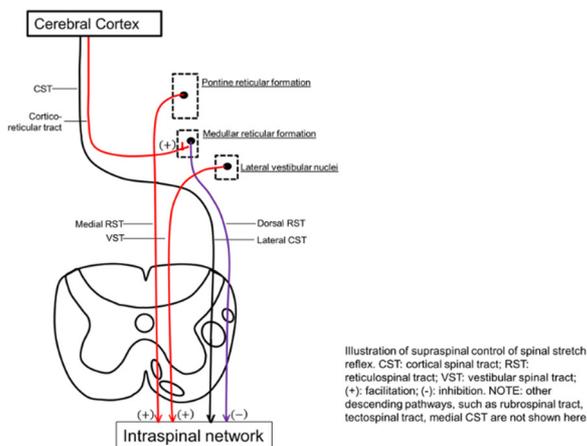
### Mecanismo de antagonista durante o Reflexo de Estiramento

Durante o reflexo de estiramento e enquanto o quadríceps se contrai, o músculo antagonista (posterior da coxa-isquiotibial) deve ser capaz de imediatamente relaxar no sentido de permitir ao quadríceps continuar a contrair.

Para permitir o relaxamento do músculo posterior da coxa existe um fenómeno paralelo que tem que acontecer ao mesmo tempo que o neurónio aferente do músculo quadríceps recebe um estímulo excitatório. Na verdade, este neurónio aferente do quadríceps é conectado através de uma sinapse inibitória a um outro neurónio motor que irá inibir a atividade do músculo isquiotibial, permitindo o seu relaxamento simultâneo. A este processo chama-se inibição recíproca e deve acontecer para permitir o normal reflexo de estiramento. O balanço/equilíbrio desta inervação recíproca é da responsabilidade do sistema nervoso central.

### Mecanismo de Controlo Supraespinal do Reflexo de Estiramento

A integração da informação sensorial ao nível dos interneurónios espinais depende do equilíbrio estabelecido nos tractos descendentes, tais como: trato cortico-espinal; cortico-reticular (2 vias inibitórias); trato vestibulo-espinal (controla sobretudo musculatura extensora). A perda/diminuição do reflexo de estiramento e o aumento do tónus muscular pode dever-se à redução da excitabilidade dos neurónios motores, devido à perda de input dos centros supraespinais. Assim, pode-se concluir que a espasticidade é um fenómeno complexo que depende do equilíbrio entre o funcionamento do arco reflexo espinal e da normal influência inibitória e excitatória dos tratos supraespinais.



## EXERCÍCIOS

1. Explique o arco reflexo ao nível espinal
- 2.

---



---



---



---



---

---

---

---

3. Explique o controlo supraespinal do arco reflexo

---

---

---

---

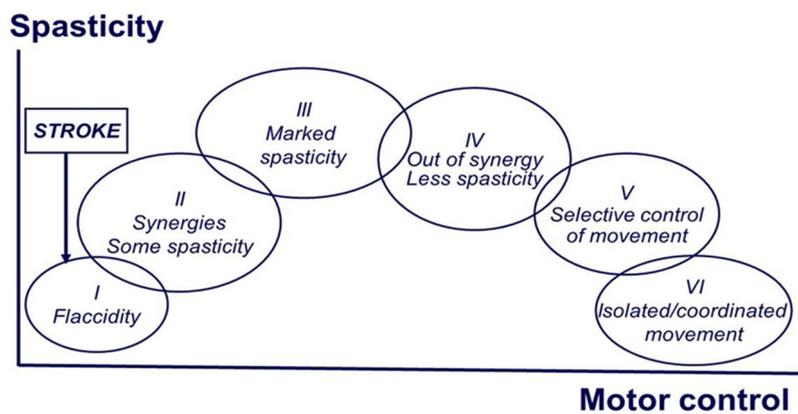
---

---

---

---

4. Após um AVC, explique as razões prováveis do aparecimento do fenómeno de espasticidade muscular.



---

---

---

---

---

---

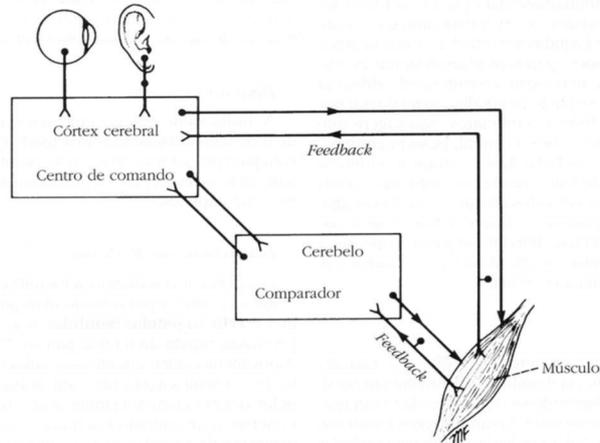
---

---

## FICHA DE TRABALHO nº3

TEMA: Cerebelo

O cerebelo tem imensas funcionalidades, mas aquela que se torna mais óbvia é a de coordenação. Quando se fala em coordenação, falamos mais exatamente na capacidade de o suavizar (tornando-o mais fluente) e de o tornar mais preciso.



Por exemplo, se definirmos que queremos tocar com um dedo num determinado objeto, é o cerebelo que ajusta todo o movimento para realmente tocar no objeto pretendido. Nesta função de coordenar o movimento, podemos definir 3 percursos/estratégias diferentes:

- 1) Em primeiro lugar, o cerebelo precisa de ter acesso à **informação do plano motor** (que músculos contraem? Com que intensidade? Qual a duração? Que força irão gerar?);

O movimento ocorre através dos neurónios motores superiores localizados no lobo frontal, cuja informação passa pelo tronco cerebral, cruzando para o lado oposto e atingindo a medula (2º neurónio), onde a ordem muscular é fornecida para operacionalizar o movimento; enquanto tudo isto ocorre, o plano motor é enviado em simultâneo para o cerebelo. Este percurso da informação até ao cerebelo, passa pelo tronco cerebral mas, a um nível mais superior, dirige-se ao cerebelo (cruzando igualmente para o lado oposto). Por esta altura, o cerebelo conhece o plano motor e quer saber como é que o movimento realmente está a ocorrer, recebendo informação sensorial da posição do segmento.

- 2) Informação **da posição do segmento**;

Ora, para esta informação se processar devidamente, o cerebelo recebe informação dos recetores musculares (que, por exemplo, respondem à informação de estiramento). Esta informação é enviada através da medula espinal, passando pelo tronco cerebral e chegando ao cerebelo. Assim, o cerebelo consegue saber o plano motor e compará-lo com o movimento que realmente está a ocorrer. Ao efetuar esta comparação, o cerebelo consegue entender se o movimento está a ocorrer conforme o planeado e sugerir adaptações/correções. Na verdade, na maioria das vezes, é necessário efetuar alguma correção para ajustar o movimento ao plano motor.

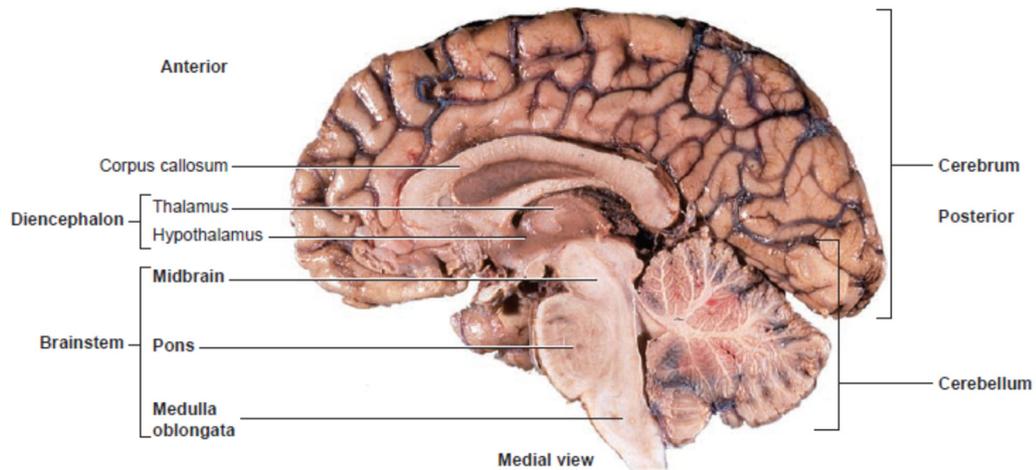
- 3) **Sistema de feedback**;

O cerebelo, como um sistema de correção, envia um feedback às áreas motoras do cérebro. Esta informação é proveniente do cerebelo, viaja pelo tronco cerebral, cruzando para o lado oposto do córtex, até alcançar às áreas corticais motoras (nomeadamente o lobo frontal). Os neurónios





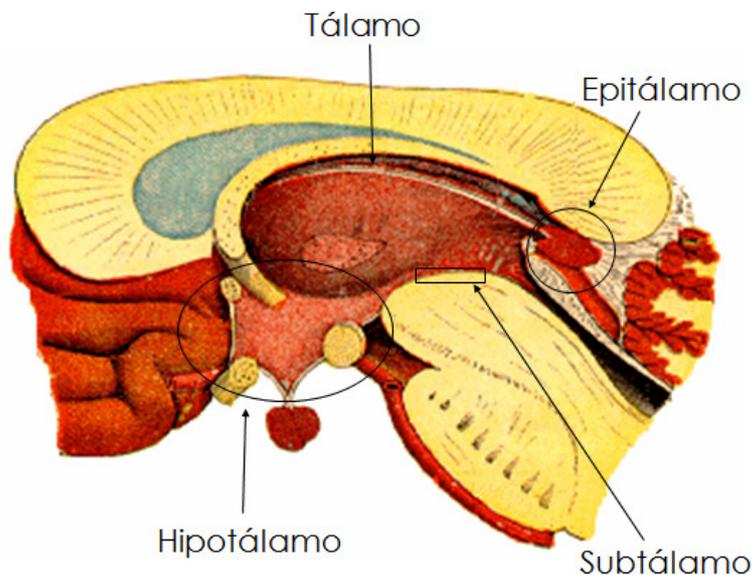
## FICHA DE TRABALHO nº4



**FIGURE 13.1** Regions of the Right Half of the Brain (a Median Section)

### TEMA: Diencefalo

O diencefalo e o telencefalo formam o cérebro, que corresponde ao prosencefalo. O cérebro é a parte mais desenvolvida do encéfalo e ocupa cerca de 80% da cavidade craniana. O diencefalo é uma estrutura ímpar que só é vista na porção mais inferior de cérebro. Ao diencefalo compreendem as seguintes partes: tálamo, hipotálamo, epitálamo e subtálamo, todas relacionadas com o III ventrículo.



#### 1.1. Tálamo

**RESUMO:** *O tálamo atua como estação retransmissora de impulsos nervosos para o córtex cerebral. Ele é responsável pela condução dos impulsos às regiões apropriadas do cérebro onde eles devem ser processados. O tálamo também está relacionado com alterações no comportamento emocional; que decorre, não só da própria atividade, mas também de conexões com outras estruturas do sistema límbico (que regula as emoções).*



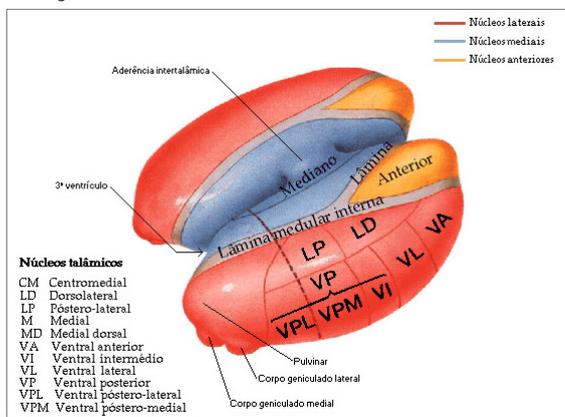
O tálamo serve como uma estação intermediária para a maioria das fibras que vão da porção inferior do encéfalo e medula espinhal para as áreas sensitivas do cérebro. O tálamo classifica a informação, dando-nos uma ideia da sensação que estamos experimentando, e as direciona para as áreas específicas do cérebro para que haja uma interpretação mais precisa.

O tálamo, com comprimento de cerca de 3 cm, compoendo 80% do diencéfalo, consiste em duas massas ovuladas pareadas de substância cinzenta, organizada em núcleos, com tratos de substância branca em seu interior.

Alguns núcleos transmitem impulsos para as áreas sensoriais do cérebro:

- **Corpo (núcleo) Geniculado Medial** – transmite impulsos auditivos;
- **Corpo (núcleo) Geniculado Lateral** – transmite impulsos visuais;
- **Corpo (núcleo) Ventral Posterior** – transmite impulsos para o paladar e para as sensações somáticas, como as de tato, pressão, vibração, calor, frio e dor.

### Funções do Tálamo:



Sensibilidade; Motricidade; Comportamento Emocional; Ativação do Córtex; desempenha algum papel no mecanismo de vigília, ou estado de alerta.

### ESTUDO DE CASO:

#### Síndrome de Déjerine-Roussy

A **síndrome de Déjerine-Roussy**, também conhecida como síndrome talâmica de Dejerine-Roussy, trata-se de uma condição que surge após o derrame talâmico, um [acidente vascular cerebral](#) (AVC) que causa danos ao [tálamo](#). Foi descrita pela primeira vez no ano de 1906, por Joseph Jules Déjérine e Gustave Roussy e caracteriza-se por leve hemiplegia, hemianestesia superficial, hemitaxia leve e astereognosia, dores no lado hemiplégico e movimentos córeo-atetósicos. Em 1911, foi observado que os pacientes apresentavam dor e hipersensibilidade a

estímulos durante a recuperação. Portanto, acreditava-se que a dor ligada ao processo de recuperação de um AVC estava relacionada ao processo de recuperação das lesões cerebrais decorrentes deste transtorno. Inicialmente, as lesões cerebrais, comumente encontradas em um hemisfério do cérebro, causa uma ausência de sensibilidade e formigamento no lado oposto. Tempos após (semanas ou meses) a dormência pode evoluir para dor severa e crônica, desproporcional a um estímulo ambiental, conhecida como disestesia (dor devido à lesão talâmica) ou alodinia (hipersensibilidade a sensações relacionadas a um estímulo que comumente não gera dor). O paciente pode ainda desenvolver dor severa, na presença de pouco ou nenhum estímulo. Também pode haver perda de visão ou perda de equilíbrio.

ESTUDO DE CASO:

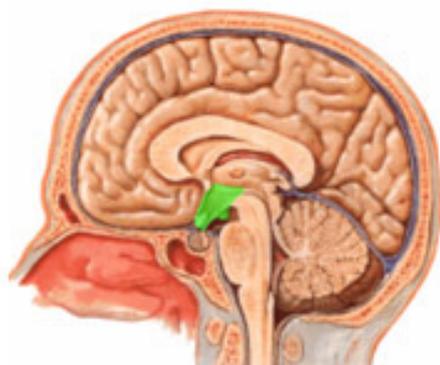
### **A lesão do núcleo ventro-lateral**

**“Após o seu AVC, a paciente reportou mudanças para suas habilidades sensoriais, como bater sempre com o seu membro esquerdo nas portas”**

Nos anos seguintes ao acidente vascular cerebral, o paciente experimentou uma mudança dramática na sua percepção sensorial: quando ouviu certos sons, ela sentiu formigamento e outras sensações no lado esquerdo de seu corpo, especialmente o braço esquerdo. Os resultados sugerem que a lesão VL resultou numa quantidade significativa de reorganização funcional e neural que influenciaram a percepção sensorial.

Hipotálamo:

**RESUMO:** *O hipotálamo, também constituído por substância cinzenta, é o principal centro integrador das atividades dos órgãos viscerais, sendo um dos principais responsáveis pela homeostase corporal. Ele faz ligação entre o sistema nervoso e o sistema endócrino, atuando na ativação de diversas glândulas endócrinas. É o hipotálamo que controla a temperatura corporal, regula o apetite e o balanço de água no corpo, o sono e está envolvido na emoção e no comportamento sexual.*



É uma área relativamente pequena do diencéfalo, situada abaixo do tálamo, com funções importantes principalmente relacionadas à atividade visceral. O hipotálamo é parte do diencéfalo e se dispõe nas paredes do III ventrículo, abaixo do sulco hipotalâmico, que separa o tálamo. Trata-se de uma área muito pequena (4 g) mas, apesar

disso, o hipotálamo, por suas inúmeras e variadas funções, é uma das áreas mais importantes do sistema nervoso.

Impulsos de neurônios cujos dendritos e corpos celulares situam-se no hipotálamo são conduzidos por seus axônios até neurônios localizados na medula espinhal, e em seguida muitos desses impulsos são então transferidos para músculos e glândulas por todo o corpo.

Hipófise (também denominada glândula pituitária) é uma pequena [glândula](#) com cerca de 1 cm de diâmetro, localizada abaixo e ligada ao [hipotálamo](#). A hipófise é considerada uma glândula mestra, pois segrega hormonas que controlam o funcionamento de outras glândulas, sendo grande parte de suas funções reguladas pelo [hipotálamo](#).

Funções do Hipotálamo: Controle do sistema nervoso autónomo; Regulação da temperatura corporal; Regulação do comportamento emocional; Regulação do sono e da vigília; Regulação da ingestão de alimentos; Regulação da ingestão de água; Regulação da diurese; Regulação do sistema endócrino; Geração e regulação de ritmos circadianos.

## ESTUDO DE CASO

### Tumor da Hipófise

Caso 2 Paciente, sexo feminino, 23 anos, com queixas de taquicardia e sudorese há cerca de dois anos. Negava perda de peso e outros sintomas de tireotoxicose. Estava em uso de anticoncepcional oral. Ao exame físico, frequência cardíaca 100 bpm, pressão arterial 110/70 mmHg, ausência de sinais oculares, tireoide palpável e com superfície regular, extremidades quentes e úmidas. À avaliação laboratorial, aumento dos níveis de T4 livre, de TSH (é sempre indicativo da possibilidade de uma denoma na hipófise). À RM de hipófise, presença de macroadenoma.

---

---

---

---

---

---

---

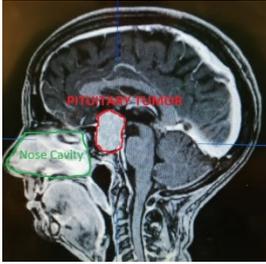
---

---

---

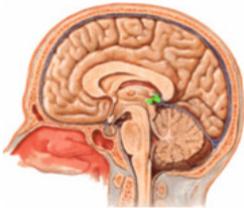
Epitálamo:

Possui uma estrutura que é o Corpo Pineal, semelhante a uma glândula, de aproximadamente 8 mm de comprimento. Embora o seu papel fisiológico ainda não esteja completamente esclarecido, a glândula pineal segrega a hormona melatonina, sendo assim, uma glândula endócrina. A melatonina é considerada a promotora do sono e também parece contribuir para o ajuste do relógio biológico do corpo.



### Subtálamo:

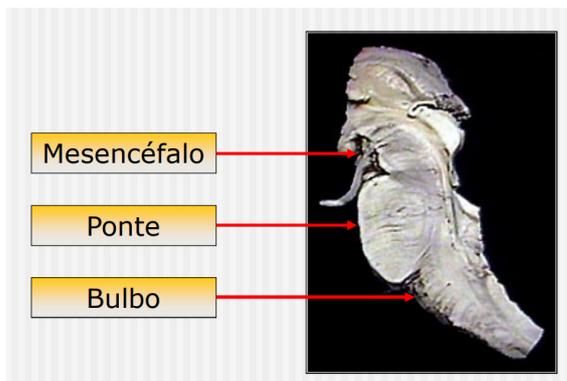
Compreende a zona de transição entre o diencéfalo e o tegumento do mesencéfalo. Sua Localiza-se abaixo do tálamo, sendo limitado lateralmente pela cápsula interna e medialmente pelo hipotálamo. O subtálamo apresenta formações de substância branca e cinzenta, sendo a mais importante o núcleo subtalâmico. Lesões no núcleo subtalâmico provocam uma síndrome conhecida como hemibalismo, caracterizada por movimentos anormais das extremidades.



## TEMA: Tronco cerebral e a decussação das pirâmides

### Tronco cerebral

O tronco encefálico conecta a medula espinal com as estruturas encefálicas localizadas superiormente. Dispersas na substância branca do tronco encefálico encontram-se massas de substância cinzenta denominadas núcleos, que exercem efeitos intensos sobre funções como a pressão sanguínea e a respiração. A substância branca do tronco encefálico inclui tratos que recebem e enviam informações motoras e sensitivas para o cérebro e também as provenientes dele. Muitos dos núcleos do tronco encefálico recebem ou imitem fibras nervosas que entram na constituição dos nervos cranianos. Dos 12 pares de nervos cranianos, 10 fazem conexão com o tronco encefálico.



### BULBO (MEDULA OBLONGA)

O bulbo ou medula oblonga tem forma de um cone, cuja extremidade menor continua caudalmente com a medula espinal. Da fissura mediana anterior existe uma eminência denominada pirâmide, formada por um feixe compacto de fibras nervosas descendentes que ligam as áreas motoras do cérebro aos neurónios motores da medula. Este trato é chamado de trato piramidal ou trato córtico-espinal. Na parte caudal do bulbo, as fibras deste trato cruzam obliquamente o plano mediano e constituem a decussação das pirâmides. **É devido à decussação das pirâmides que o hemisfério cerebral direito controla o lado esquerdo do corpo e o hemisfério cerebral esquerdo controla o lado direito.**

- Por exemplo: numa lesão encefálica à direita, o corpo será acometido em toda sua metade esquerda.

No bulbo localiza-se o centro respiratório, muito importante para a regulação do ritmo respiratório. Localizam-se também o centro vasomotor e o centro do vômito. A presença dos centros respiratórios e vasomotor no bulbo torna as lesões neste órgão particularmente perigosas.

### PONTE



A ponte localiza-se entre o bulbo e o mesencéfalo. No bulbo passam os seguintes nervos periféricos:

- (1) Nervo V (trigêmeo): mastigação; sensação pálpebras, lábios, palato
- (2) Nervo VI (abducente): movimento dos olhos
- (3) Nervo VII (facial): lágrimas, saliva
- (4) Nervo VIII (vestibulococlear): equilíbrio corporal, audição

### MESENCÉFALO

Interpõe-se entre a ponte e o cérebro, do qual é representado por um plano que liga os dois corpos mamilares, pertencentes ao diencéfalo, à comissura posterior. É atravessado por um estreito canal, o aqueduto cerebral.



### Local de passagem para:

**Núcleo da Raiz Mesencefálica do Nervo Trigêmeo (V par craniano)**

**Núcleo do Nervo Troclear (IV par craniano)** “Este nervo é responsável pela inervação de apenas um músculo: o oblíquo superior do olho”

### ESTUDOS DE CASO:

As lesões do Tronco Cerebral dão origem a síndromes cruzadas, caracterizando-se por disfunção ipsilateral dos nervos cranianos e disfunção contralateral dos tratos sensoriais ou motores longos. Assim, uma lesão da ponte do lado direito pode dar origem a uma hemiparesia à esquerda e a uma paralisia do nervo facial à direita. Devido as conexões variadas entre o tronco cerebral e o sistema vestibular e cerebelar, os síndromes de TC dão origem a tonturas, vertigens, perda de equilíbrio e dificuldade a caminhar. Músculos laríngeos e faríngeos são enervados por neurónios do TC, podendo dar origem a disartria e disfagia.

Por outro lado, as lesões do bulbo causam comprometimento das funções vitais, com bradicardia, queda/elevação da pressão arterial, convulsões, perda da consciência etc.

---

---

---

---

---

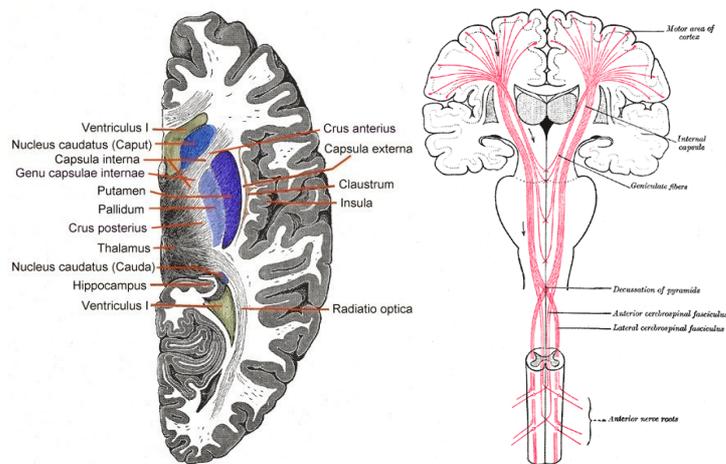
---

---

---

## CURIOSIDADE

### Cápsula Interna



A cápsula interna é uma via formada por substância branca, cravejada de massas de núcleos de fibras aferentes e eferentes que se projetam entre o córtex cerebral e o tronco encefálico. Percorrem o córtex cerebral dirigindo-se às pirâmides na medula. As vias corticoespinais conectam o córtex com a medula, enquanto que as vias corticonucleares conectam o córtex com os gânglios basais.

## EXERCÍCIO PRÁTICO

Interprete este esquema sobre duas tipologias diferentes de Paralisia Facial.

---

---

---

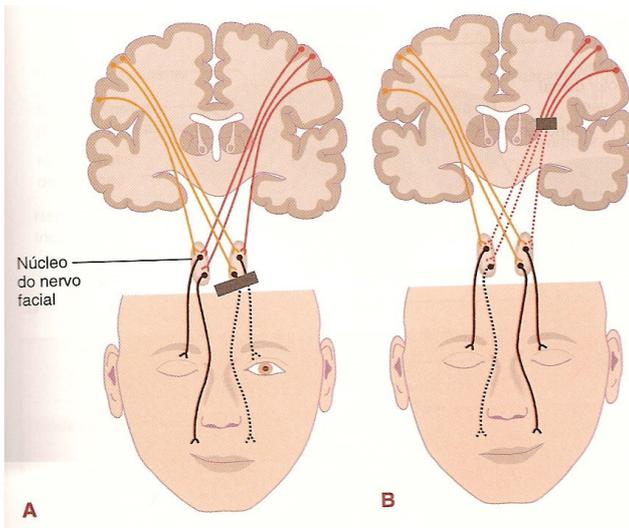
---

---

---

---

---



A figura A diz respeito a uma paralisia facial periférica, enquanto que a imagem B diz respeito a uma paralisia facial central, também chamada Paralisia de Bell.

## FICHA DE TRABALHO nº5

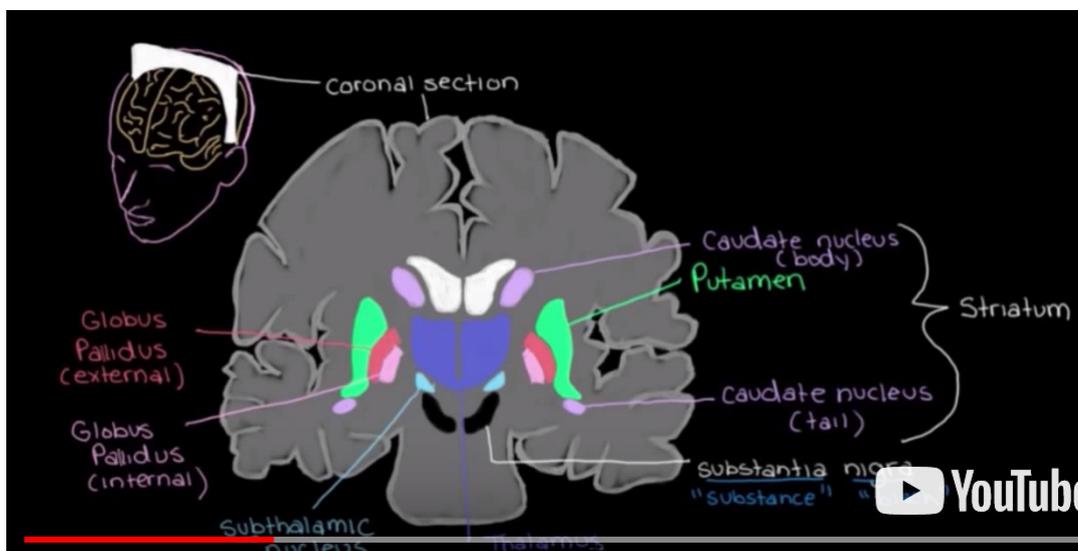
### TEMA: Os Gânglios Basais

Todos os dias fazemos centenas de movimentos, desde que bebemos o nosso café pela manhã, até aquele momento em que expressamos um simples adeus com a mão. Esta capacidade deve-se à preservação de um sistema complexo do nosso cérebro. Este sistema permite, ao mesmo tempo, realizar movimentos requeridos e evitar a realização de movimentos indesejados. Todo este processo decorre de uma forma tão subtil que nem notamos.

#### A este sistema cortical chamamos **GANGLIOS BASAIS**.

Os gânglios basais são um aglomerado de neurónios que têm uma função importantíssima no controlo do movimento. Se observarmos uma secção coronal do cérebro, tentamos agora identificar todos os núcleos da base.

Como se poderá ver na imagem que se segue, todos os núcleos da base se localizam numa parte profunda do córtex. Mais superiormente, conseguimos ver o núcleo caudado (mais precisamente, o corpo do núcleo caudado), seguida do n. putamen e de mais uma porção do núcleo caudado (mais precisamente, a cauda do n. caudado). Mais internamente, localizam-se o globo pálido (porção externa+ porção interna). A substância negra estabelece o limite inferior da localização dos **GANGLIOS BASAIS**. Imediatamente por baixo do tálamo, localizam-se os núcleos subtalâmicos. Todas estas estruturas são essenciais para o processamento do movimento.



Todas estas estruturas, juntamente com o tálamo, trabalham em conjunto para coordenar o movimento. Desde que eu decido FAZER UM MOVIMENTO até realmente o efetuar, existe todo um processamento necessário – VIA DIRETA. Por outro lado, existe também todo um processamento necessário quando há intenção de NÃO FAZER MOVIMENTO (estado de repouso) – VIA INDIRETA.

#### **OS GANGLIOS DA BASE E A VIA DIRETA**

Antes de iniciar a explicação desta via, é importante reconhecer que o tálamo está normalmente num estado de inibição. Isto significa que, a menos que ocorra uma mudança, o tálamo está

ativamente a ser suprimido. Concluindo, ao tálamo não lhe é permitido ser tão ativo como gostaria de ser.

Assim, o objetivo desta via é retirar este caráter de inibição a que o tálamo está constantemente sujeito, permitindo a esta estrutura manter-se mais ativo. A importância desta desinibição prende-se com o facto do tálamo ser a estrutura que comunica com o córtex motor, que depois, por sua vez, comunica com os músculos, dando-lhes instruções para se moverem.

Então, se nós queremos movimentar o nosso braço, precisamos que o tálamo se ative. Este é o objetivo desta VIA DIRETA.

O primeiro fenómeno a ocorrer no contexto desta via é ao nível do córtex motor, onde se origina a intenção de “hey, eu quero movimentar o meu braço”! Após este primeiro passo, um neurónio excitatório envia uma mensagem excitatória (neurotransmissor: glutamato) do córtex motor para o n. estriado. No n. estriado, este neurónio excitatório faz sinapse com um neurónio inibitório que se encaminha para o n. do globo pálido interno. Então, esta mensagem excitatória quando desce, em primeiro lugar excita o núcleo estriado. Por sua vez os neurónios inibitórios que saem deste núcleo estão mais ativos porque acabaram de receber informação excitatória, acelerando o seu carácter de inibidores (libertação do neurotransmissor GABA) no globo pálido interno. Ora, o globo pálido interno é a estrutura que geralmente mantém o tálamo em situação inibitória. Quando o globo pálido, através dos seus neurónios inibidores, exerce a sua influência inibitória sobre o tálamo, este processo deixa o tálamo em maior inibição do que seria o normal, e disponível para sofrer algum processo excitação/estimulação. Isto é o tálamo fica disponível para enviar mensagens excitatórias ao córtex motor que, na sua função, envia mensagens excitatórias aos músculos. Assim se efetuam os movimentos que realmente temos intenção de executar.

Enquanto ocorrem estes processos na via direta, a substância negra e os núcleos subtalâmicos trabalham em 2º plano, para afinar pequenos detalhes que contribuem para a eficácia do movimento. A substância negra tem neurónios dopaminérgicos que viajam até ao núcleo estriado e sinapsam com os neurónios GABA que são inibitórios e que conduzem informação até ao núcleo pálido interno. Quando a substância negra está mais ativa, envia mais e mais dopamina para os neurónios inibitórios no núcleo estriado (carregados de recetores de dopamina), excitando-os nas suas unidades recetoras. Ora, esta excitação suplementar, inibe ainda mais a atividade do globo pálido, permitindo ao tálamo tornar-se ainda mais ativo.

Na origem da excitação da substância negra, está a ação dos núcleos subtalâmicos. Os núcleos subtalâmicos enviam mensagens excitatórias através de neurónios excitatórios para a substância negra, permitindo-lhe enviar mais dopamina para a sinapse com os neurónios GABA que viajam do núcleo estriado para o globo pálido. Por outro lado, a substância negra pode devolver uma resposta aos núcleos subtalâmicos, através de neurónios inibitórios, permitindo transmitir a seguinte mensagem aos núcleos subtalâmicos: “hey, para de enviar mensagens excitatórias”. Na verdade, a substância negra podem inibir a função dos núcleos subtalâmicos. Deixando de sofrer a influência dos núcleos subtalâmicos, a substância negra torna-se incapaz de induzir atividade extra ao tálamo, eliminando a possibilidade do núcleo estriado inibir de forma extraordinária o globo pálido e assim ganhar atividade do tálamo. Concluindo, não se conseguirá tanta atividade muscular quanto se obteria se a substância negra fosse estimulada pelos núcleos subtalâmicos.

Então, numa atuação conjunta, estas estruturas funcionam para promover a excitação do córtex motor, permitindo-nos efetuar mais função muscular



## OS GANGLIOS DA BASE E A VIA INDIRETA

Imagina que és um jogador a disputar um final da taça da liga em futebol. Serás tu a marcar o último e decisivo penalty. Bem, para este grande momento, o teu corpo terá que trabalhar em conjunto para ter a certeza que no momento em que acertares naquela bola, marcaras o golo necessário para a vitória. No entanto, existe um conjunto de fenómenos que podem correr mal. Imagina que estás de pé, a preparar-te para bateres na bola com o teu pé esquerdo e, de repente, de forma inesperada, é o teu pé direito que avança para a bola. Ou imagina que, nesse momento, os 2 pés avançam em simultâneo. Ambas as ações descritas, dariam erros elementares na execução deste penalty. Então, nós precisamos que o nosso corpo e cérebro ajam em conjunto para desempenhar um determinado movimento. São os gânglios basais que permitem ao nosso pé direito movimentar-se, como planeado durante este ato motor, evitando o aparecimento de movimentos indesejados. Às estruturas dos gânglios da base que trabalham em conjunto para evitar a realização de movimentos indesejados, nós chamamos de VIA INDIRETA.

O tálamo assume sempre um carácter de uma estrutura que pretende excitar o córtex motor. Caso nenhuma estrutura controle devidamente a ação excitatória do tálamo, esta estrutura envia constantemente mensagens excitatórias, e o córtex motor deixa de controlar apenas o movimento pretendido (chutar a bola com a perna direita) e passa a exigir movimento a todos os músculos de forma descontrolada (levantar as 2 pernas em simultâneo, movimentar o tronco, os braços, etc). Nessa total falta de controlo, o objetivo de chutar a bola fica totalmente comprometido.

Para assegurar que a atividade excitatória do tálamo é controlada, e que as mensagens excitatórias para o córtex motor também são ajustadas, é importante falar no globo pálido (1º o externo, que depois contacta com g. pálido interno), que será o núcleo responsável por assumir o controlo do tálamo. A função deste núcleo (globo pálido) é enviar mensagens inibitórias que possam modificar a atividade do tálamo, colocando-o em estado de menos excitação, enviando menos mensagens excitatórias ao córtex motor, limitando a quantidade de movimento muscular efetuada. No entanto, este controlo não pode ser assim tão simples, porque também não poderemos ter o tálamo em constante controlo inibitório. Então, nós precisamos de algumas estruturas que nos permitam ajustar de forma flexível este controlo sobre o tálamo. Repare-se que, em determinadas situações, precisamos que ocorram mais movimentos. Por exemplo, se estivermos a comer um gelado e ele cair no chão, nós teremos que nos baixar para o apanhar, exigindo uma movimentação mais global do nosso corpo e uma completa ativação muscular. Noutras alturas, precisamos de nos movimentar em menor escala. Se estivermos a comer o mesmo gelado e o segurarmos muito perto do nosso rosto, nós não vamos querer fazer movimentos em larga escala para não correr o risco de nos sujarmos no rosto. Serão apenas precisos movimentos pequenos e muito precisos. Então, enquanto comemos um gelado, dependendo da exigência e das circunstâncias, nós poderemos precisar de rapidamente modificar a maior ou menos quantidade de movimento que queremos fazer. No fundo, precisamos de definir claramente quanto é que queremos que o tálamo envie mensagens ao córtex motor, para definir quando e como queremos mudar os músculos que estão a ser excitados. Este papel é desempenhado pela VIA INDIRETA.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rea, P. (2015). Chapter 2 - Essential Anatomy and Function of the Brain. In P. B. T.-E. C. A. of the N. S. Rea (Ed.) (pp. 51–76). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802030-2.00002-9>
- Rea, P. (2015). Chapter 6 - Blood Supply of the Brain and Clinical Issues. In P. B. T.-E. C. A. of the N. S. Rea (Ed.) (pp. 99–119). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802030-2.00006-6>
- Rea, P. (2015). Chapter 4 - Midbrain (Mesencephalon). In P. B. T.-E. C. A. of the N. S. Rea (Ed.) (pp. 89–90). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802030-2.00004-2>
- Rea, P. (2015). Chapter 5 - Hindbrain (Rhombencephalon). In P. B. T.-E. C. A. of the N. S. Rea (Ed.) (pp. 91–98). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802030-2.00005-4>
- Rea, P. (2015). Chapter 3 - Forebrain. In P. B. T.-E. C. A. of the N. S. Rea (Ed.) (pp. 77–87). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802030-2.00003-0>