

Bases de neuroanatomie

Dominique Hasboun

Notes de cours.

Principes généraux

Repères

Les trois plans: coronal, sagittal, axial

Les deux axes: rostral vs caudal, dorsal versus frontal

Les deux directions: afférences, efférences

Le schéma général du système nerveux

IL y a deux systèmes nerveux:

- Le système somatique. Son but est le traitement de l'information sensorielle, la prise de décision et planification, la commande motrice.
- Le système végétatif (autonome). Son but est homéostasie (le maintien de l'équilibre interne de l'organisme)
 - sympathique: réactions au stress
 - parasymphatique: fonctionnement basal (cholinergique)

Dans les deux cas, on a une même organisation: voies d'entrée, traitement, voies de sortie. De façon remarquable, ce schéma est exactement le même au niveau du neurone. Le système nerveux est spécial: dans les autres organes, il y a une hiérarchie de fonctions entre cellule, tissu, organe, système. Ici, la fonction est la même si on considère un neurone, une colonne de neurones, un circuit, une aire, le système entier.

Comment construire un cerveau? Éléments d'embryologie

le cerveau est un tube qui s'enfle dans 5 structures, et qui se replie vers l'avant. Ce qui abouti au plan général suivant:

telencéphale

diencephale

|

Cervelet <- TC

|
Moelle

Le tube est creux, et le canal central s'élargit par endroit en cavités, les ventricules. Le repliement vers l'avant a comme résultat qu'au niveau du cerveau, l'axe dorsal-ventral devient vertical, et l'axe rostral-caudal devient horizontal.

Note: ici, il serait utile de comparer les cerveaux de l'homme et d'autres animaux.

Dans le tube, la substance grise (les corps cellulaires) est dedans, la blanche (les cables) dehors. Dans le cortex, c'est le contraire: l'embryogénèse du cortex implique donc une migration de neurones à partir de leur position centrale.

Nourrir et protéger le cerveau

Le neurone est hyperspécialisé. Il n'y a pas (peu) de génération de neurones. (donc pas de cancer, mais pas de régénération non plus) Le neurone a donc besoin de cellules de soutien:

- astrocytes: nutrition/barrière
- oligodendrocytes: myéline (facilite la conduction)
 - sclérose en plaque: disparition de la myéline
- microgliocytes: macrophages

Le cerveau est en outre enveloppé dans plusieurs sacs de protection (duremère, arachnoïde et piémère). Le cerveau consomme beaucoup d'énergie et est fortement vascularisé. A l'intérieur du tube, dans les ventricules on fabrique du liquide céphalo-rachidien qui circule, et qui passe entre la piémère et l'arachnoïde. Il sert d'amortisseur mécanique, de protection contre les infections, de transporteur d'hormones à longue distance.

Plan de câblage du cerveau

le tronc cérébral et le cervelet

Interconnexion du cervelet avec le tronc cérébral: le sac à dos et les bretelles. noyaux propres: olive, colliculi

tronc cérébral

- vues 3D, coupes

- cablage: voies de transmission, relais
- éléments de fonction et maladies impliquées (lock in syndrome)

cervelet

- vues 3D, coupes
- embryologie/ontogénèse ?
- cablage, structure interne
- éléments de fonction et maladies impliquées (automatisation, réglage fins des mouvements)

le diencephale

Thalamus, hypothalamus, sous thalamus

- vues 3D & coupes
- embryologie/ontogénèse?
- cablage (voies d'entrées et de sorties de la structure)
- types de neurones et cablage interne
- éléments de fonction et maladies impliquées (thalamus relais bidirectionnel avec le cortex; hypothalamus (15 g) régule tout le système sympathique; sous thalamus: intervient dans la planification motrice (stimulation électrique chez le Parkinson)

le télencéphale

- Géométrie: vues 3D & coupes

Le cortex: grossi énormément ($2m^2$) et se plisse, ce qui introduit des sulci et gyri. Le repliement vers l'avant introduit une rotation des structures, d'où une forme en fer à cheval.

On distingue 2 hémisphères, reliés par 3 faisceaux de fibres (ou commissures: corps calleux, commissure antérieure (lobe temporaux), commissure postérieure).

Sur la face externe, on voit 3 sillons principaux: central, pariéto-occ, latéral, et 5 lobes: F, P, O, T, insula.

Sur la face interne, on voit la sissure calcarine, le sillon cingulaire. On a un 6eme lobe, le lobe limbique (associatif): gyrus cingulaire, 5eme temporale, Hippocampe.

On a en plus des noyaux centraux

- noyau caudé (collé au ventricule)
 - noyau lenticulaire (pyramide couchée: putamen --> globus pallidus)
 - amygdale
- embryologie/ontogénèse: le lobe limbique est ancien, etc
 - cablage/ structure interne/fonctionnalité

Cortex: Les 6 couches

- I couche moléculaire: peu de neurones
- II, IV : couches de réception: cellules granulaires
- III, V : couches effectrices: couches pyramidales
- couches supérieures (II et III): loco régionales
- couches inférieures (IV et V): longues distances

L'importance relative des couches varie selon la fonctionnalité de l'aire

Voies d'entrée (granulaire):

cortex sensoriels primaires (A1, V1, Somesthésique)
secondaires

Voies de sortie (prédominance des neurones pyramidaux)

cortex moteur et prémoteur

-->Organisation en topie (somato, rétin, tono, etc)

Cortex associatif (couches équilibrées, entrées et sorties multimodales)

- Préfrontal: attention, planification, raisonnement, cognition sociale
- carrefour TPO: traitement multimodal, cognition spatiale
- cortex cingulaire: attention, intégration émotionnelle

L'hippocampe fait partie du circuit de Papez: corps mamillaire -> thalamus
-> cortex cingulaire -> hippocampe, qui joue un rôle dans la mémoire immédiate.

Le caudé est branché sur le cortex frontale, et sur d'autres noyaux.

Un exemple de boucle corticale-sous corticale

Schéma de cablage cortex->caudé --> back to cortex
et du fonctionnement des voies inhibitrices.

Discussion du Parkinson et de l'action des stimulations électrique.

Note. Ce type de boucles existe aussi pour l'attention, la mémoire de travail, le langage, etc.

Les cours Cogmaster pertinents

- CO4 : introduction élémentaire aux neurosciences
- CA4 : les neurosciences cognitives (prérequis : CO4)

Voir aussi

- CO6 : introduction aux neurosciences théoriques
- CA6 : les neurosciences théoriques (prérequis : CO4, CO6)
- CA7: techniques d'imagerie cérébrale

Cours avancés du parcours de neurosciences (Paris 5, Paris 6)

Cours interdisciplinaires (M2) : P1, P2, P3, GDP1, FCS1, FCS3

Bibliographie

Site neuranat: <http://www.chups.jussieu.fr/ext/neuranat/>