Les fonctions des différentes parties du neurone

Corps humain et santé - Chapitre 3B - La communication nerveuse : neurone, fibre musculaire

Exemple de devoir
Avec l'aide d'un grand schéma de neurone développer chaque étape de la transmission du message nerveux.

➢ introduction

Les fonctions des différentes parties du neurone en font une unité du traitement de l'information .
Les neurones sont des cellules spécialisées dans la propagation et la transmission de messages nerveux. C'est au niveau des synapses qu'un message nerveux est transmis d'un neurone à l'autre. Les neurones connectés sont le plus souvent séparés par un espace, ce qui pose le problème de la transmission des potentiels d'action qui constituent le message nerveux. D'autre part, un neurone qui reçoit des messages de plusieurs neurones afférents élabore son propre message, comment intègre-t-il les messages reçus ?

A. La transmission synaptique se situe principalement au niveau des dendrites

Les dendrites collectent les informations au niveau des boutons synaptiques et les acheminent vers le corps cellulaire sous forme de potentiels post-synaptiques.

1. *Comment fonctionne une synapse chimique (prenons le cas de la synapse 1).*

L'arrivée de potentiels d'action à l'extrémité d'un neurone déclenche une suite d'événements, schématisés par la figure suivante, qui aboutit à la transmission du message nerveux dans le neurone post-synaptique.
Les étapes de cette transmission synaptique sont :
1. Arrivée de potentiels d'action constituant un message nerveux codé en fréquence.
2. Libération par exocytose d'un neurotransmetteur, substance chimique stockée dans des vésicules exclusivement présentes dans les terminaisons synaptiques. La quantité de neurotransmetteur libéré dépend de la fréquence des potentiels d'action afférents.
3. Le neurotransmetteur franchit l'espace synaptique et se fixe sur des récepteurs protéiques qui lui sont spécifiques (reconnaissance moléculaire).
4. Le complexe neurotransmetteur - récepteur agit comme un signal qui provoque une dépolarisation membranaire ou au contraire une hyperpolarisation. Dans les deux cas, un potentiel post-synaptique, PPS, est déclenché.
5. Les molécules de neurotransmetteur se désengagent des récepteurs, elles sont détruites par des enzymes spécifiques ou recapturées par le neurone pré-synaptique.

2. *La réponse du neurone post-synaptique*

Selon la nature du neurotransmetteur il peut y avoir au niveau de la membrane post-synaptique :
- dépolarisation, naissance d'un PPS excitateur ou PPSE, matérialisé par l'enregistrement (PPSE de la synapse 1)
- exagération de la polarisation (hyperpolarisation), donnant un potentiel inhibiteur ou PPSI, (PPSI d e la synapse 2)
Dans les deux situations, l'amplitude du potentiel post-synaptique est déterminée par la quantité de neurotransmetteur.

3. *Bilan sur la transmission synaptique*

• Une substance chimique est indispensable pour le franchissement de la synapse, ce signal chimique est codé en amplitude (concentration).
• La synapse est un système polarisé, la conduction des messages se fait en sens unique dans un réseau de neurones.
• Un neurone recevant plusieurs messages afférents doit les intégrer.

B. L'intégration par le neurone post-synaptique : corps cellulaire et segment initial.

1. *Le corps cellulaire collecte aussi les informations (synapses axo-somatiques) mais assure, de plus, la sommation des potentiels post-synaptiques.*

Les potentiels post-synaptiques (PPS), signaux électriques codés en amplitude, parcourent la membrane du corps cellulaire et subissent un amortissement qui dépend :
- de la distance parcourue entre la synapse et le segment initial ,
- du diamètre des dendrites (une dendrite de faible diamètre est plus résistante qu'une dendrite de fort diamètre)
- des autres PPS rencontrés.

2. *Le cône d'émergence (ou segment initial) de l'axone transforme le potentiel post-synaptique global, modulé en amplitude et durée, en un message codé en fréquence de potentiels d'action.*

Parmi les messages reçus, certains sont excitateurs (PPSE 1 et 3), d'autres inhibiteurs PPSI 2. Le neurone effectue la somme des PPSE et PPSI. Dans l'exemple du schéma, l'excitation l'emporte et un potentiel d'action est engendré.
Dans ce cas, trois PPS sont déclenchés en même temps en des sites différents, leur sommation par le neurone est spatiale. Une sommation dans le temps est également possible quand plusieurs PPS se succèdent rapidement au même endroit. Dans les deux cas, la somme des PPSE doit atteindre une valeur seuil pour qu'un potentiel d'action en résulte, comme le montre l'enregistrement suivant:
A noter que l'amplitude du PPSE unique n'atteint pas la valeur seuil :

Un PA est une réponse stéréotypée, codé en fréquence, son amplitude est d'emblée maximale (loi du tout ou rien).

C. La propagation du potentiel d'action.

1. *L'axone conduit le message sans atténuation (sans amortissement), du fait de la régénération permanente des potentiels d'action par des courants locaux.*

Le potentiel d'action est un signal :
- stéréotypé,
- codé en fréquence,
- régénéré au niveau de chaque étranglement de Ranvier sous l'action des courants locaux (et de ce fait peut être conduit sans amortissement),
- unidirectionnel (la présence du zone réfractaire d'hyperpolarisation membranaire empêche la création d'un nouveau PA vers l'arrière sous l'action des courants locaux.),
- d'origine bioélectrique ce qui explique sa vitesse inférieure à celle d'un courant électrique,

2. *les terminaisons axoniques participent à la transmission du message à l'effecteur ou au neurone suivant.*

En libérant des quantités de neurotransmetteur traduisant la fréquence des potentiels d'action qui leur parviennent, les terminaisons nerveuses transmettent l'information.

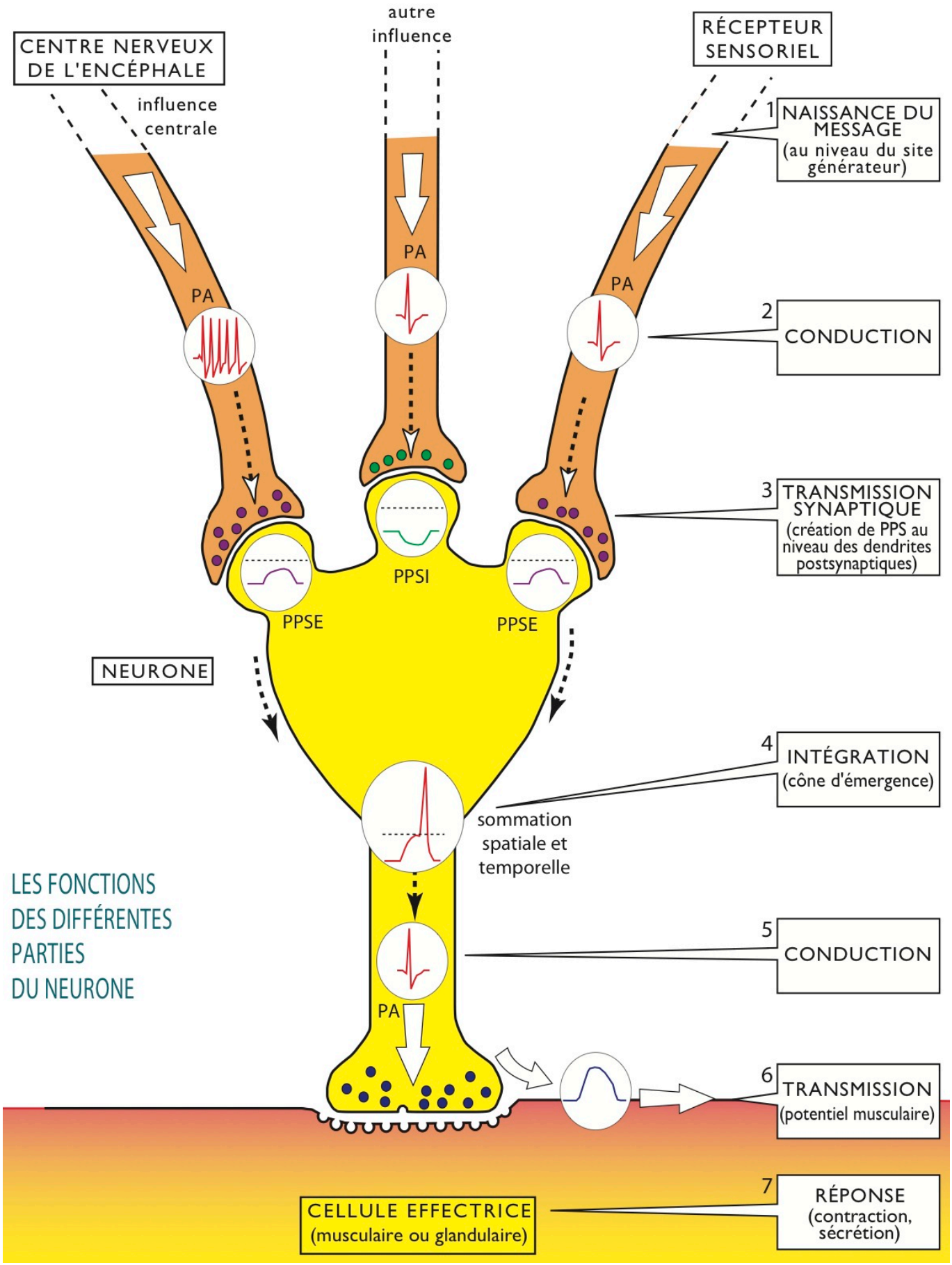
➢ Conclusion

Les potentiels d'action circulant dans les axones ne sont pas intégrables du fait de leur période réfractaire, ils ne peuvent traduire par eux-mêmes si l'information est excitatrice ou inhibitrice.
Les synapses sont des microsystèmes complexes mettant en jeu des molécules spécialisées dans la communication. Elles garantissent un sens unique dans la transmission de l'information, condition nécessaire à la communication entre organes. En fonction du neurotransmetteur exocyté, elles permettent l'émission de messages excitateurs ou inhibiteurs.

Le neurone post-synaptique intègre les deux types de messages (PPSE et PPSI codés en amplitude, de nature électrique donc sommables), sa réponse dépend de leur nombre et de leur amplitude. Si les PPSE sont prépondérants, si le seuil est atteint, un PA est déclenché.

Les messages chimiques convertis en messages électriques post-synaptiques sont finalement reconvertis en un nouveau message bioélectrique codé en modulation de fréquence de ses potentiels d'action circulant dans l'axone post-synaptique jusqu'aux terminaisons axoniques.

La multiplicité des messages reçus par chaque neurone trouve une solution dans les capacités intégratrices de ces cellules qui en font très rapidement la synthèse.


CENTRE NERVEUX DE L'ENCÉPHALE
influence centrale
autre influence
RÉCEPTEUR SENSORIEL
1 NAISSANCE DU MESSAGE (au niveau du site générateur)
PA
PA
PA
2 CONDUCTION
3 TRANSMISSION SYNAPTIQUE (création de PPS au niveau des dendrites postsynaptiques)
PPSI
PPSE
PPSE
NEURONE
4 INTÉGRATION (cône d'émergence)
sommation spatiale et temporelle
LES FONCTIONS DES DIFFÉRENTES PARTIES DU NEURONE
5 CONDUCTION
PA
6 TRANSMISSION (potentiel musculaire)
7 RÉPONSE (contraction, sécrétion)
CELLULE EFFECTRICE (musculaire ou glandulaire)