

PHYSIOLOGIE DES REFLEXES MEDULAIRES

marque de précision et finesse.

I/ INTRODUCTION :

C'est une réaction de l'organisme à une stimulation .Elle est inconsciente, involontaire, stéréotypée et prévisible au stimulus provocateur. *(réseau de protection)*
Elle permet l'adaptation de l'organisme, cependant, manque de finesse et de précision.

II/ CLASSIFICATION :

Les réflexes médullaires peuvent être classés selon :

- La nature du récepteur : extéroceptif, proprioceptifetc.
- L'organisation des connexions synaptiques : monosynaptique, polysynaptique.
- La réponse de l'effecteur : flexion, extension croisée...etc.

(organe qui répond)

III/ ORGANISATION DE L'ARC REFLEXE :

C'est le support anatomique dont l'intégrité est obligatoire pour toute activité réflexe.

Le plus simple comprend :

- 1- Versant afférent :
- 2- Centre réflexe (moelle épinière) .
- 3- Versant efférent .

IV/ ETUDE DU REFLEXE MYOTATIQUE : (monosynaptique)

1-Definition :

C'est la contraction réflexe d'un muscle suite à son propre étirement et dont le rôle est de maintenir le muscle à une longueur déterminée.

2-Mise en évidence : schéma

Préparation chien decérébré (Lidell et Sherrington).

3-Caractères du réflexe myotatique:

4-Etude électrophysiologiques : expérience de Lloyd

Cette étude a permis de prouver la nature monosynaptique du réflexe myotatique. Elle est basée sur la mesure du temps de conduction centrale ou délai central .

5-Organisation du réflexe myotatique :

5-1-Structure du fuseau neuromusculaire :

Récepteur sensoriel situé en parallèle avec les fibres extra fusoriales constitué d'une dizaine de fibres dites intra fusoriales et dont on distingue deux types :

- 2 à 3 grandes fibres à sac nucléaire : à sac dynamique et à sac statique.
- 5 à 8 petites fibres à chaîne nucléaire.

5-2-Innervation du fuseau neuromusculaire : 10-20 terminaisons nerveuses (sensitives et motrices)

Chaque fibre à sac possède une fibre afférente la équatoriale et une fibre II en dehors de celle-ci.

Les fibres Ia (glutamatergiques) contactent monosynaptiquement les motoneurons alpha.

5-3-Propriétés des terminaisons primaires et secondaires : schéma.

V/REFLEXE EXTEROCEPTIF DE FLEXION :

C'est une réaction de défense ou de retrait affectant les muscles fléchisseurs en réponse à des stimulations le plus souvent nociceptives et qui se traduit par un mouvement de flexion ipsilatérale. (schéma).

Exemples : réflexes cutanés abdominaux, réflexe cutané plantaire...etc.

VI/REGULATION DES REFLEXES MEDULLAIRES :

Elle s'effectue à deux niveaux différents :

A/REGULATION SPINALE SEGMENTAIRE :

Cette régulation s'effectue à l'étage même où se trouve le motoneurone considéré et dont le rôle principal est de supprimer l'opposition fonctionnelle des muscles antagonistes.

1/L'inhibition récurrenente de Renshaw : schéma

Le motoneurone alpha émet une collatérale récurrenente (cholinergique) laquelle va exciter un interneurone inhibiteur (à glycine) : la cellule de RENSCHAW.

2/Le réflexe myotatique inverse : schéma

C'est le relâchement réflexe d'un muscle en réponse à son propre étirement ; il constitue la réaction d'allongement.

Il a pour origine les organes tendineux de Golgi .

3/Innervation réciproque de Sherrington : schéma

« Quand un groupe de neurones ayant une fonction donnée est en action les neurones ayant la fonction opposée sont généralement inhibés » ce principe s'applique aussi à la réflexivité..

4/Inhibition présynaptique :

Des fibres afférentes d'un certain type inhibent des fibres afférentes d'un autre type par l'intermédiaire de synapses axo-axonales.

5/Contrôle de l'activité fusoriale par le système gamma (la boucle gamma) :

Le fuseau neuromusculaire possède (en plus de l'innervation sensitive) une innervation motrice assurée par les motoneurones gamma dont les corps cellulaires sont localisés dans la corne ventrale de la substance grise médullaire, on distingue :

- Les motoneurones gamma statiques : innervant les fibres à sac statiques et les fibres à chaînes.

- Les motoneurones gamma dynamiques : innervant les fibres à sac dynamiques .

B/REGULATION SUPRASPINALE :

Cette illustration est illustrée par deux observations :

1/La rigidité de decerebration : obtenue expérimentalement par section du névraxe entre les tubercules quadrijumeaux antérieur et postérieur (en passant par le noyau rouge) .

2/Le choc spinal : la section transversale de la moelle épinière est suivie immédiatement par une disparition totale de tous les réflexes médullaires .

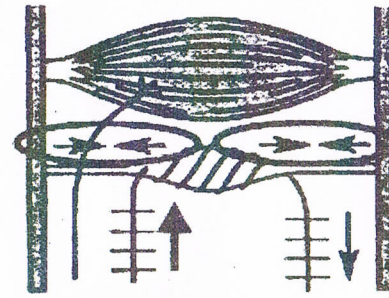
VII/ETUDE DU REFLEXE H DE HOFFMANN

Le réflexe H représente l'équivalent électrophysiologique du réflexe myotatique. Il est obtenu au niveau du muscle soléaire de l'homme par la stimulation électrique du nerf sciatique poplité interne (SPI) dans le creux poplité (Hoffmann, 1922).

C'est une réponse réflexe faisant intervenir les fibres sensibles Ia (provenant des fuseaux neuromusculaires), une liaison synaptique médullaire unique et les fibres motrices des motoneurones alpha..

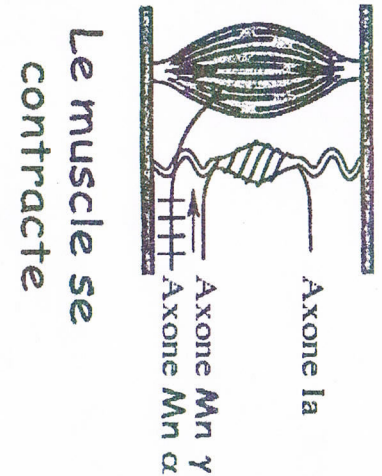
Technique d'enregistrement-résultat : schéma

-La stimulation progressive du nerf SPI fait d'abord apparaître pour de faibles intensités du courant une réponse tardive au niveau du soléaire, le réflexe H, d'allure généralement triphasique et dont la latence est d'environ 30 à 35 m.sec



Neurophysiologie clinique et explorations
neuromusculaires CHU Constantine

EN PRESENCES DES MN GAMMA:
« L'ACTIVITE GAMMA REMPLI LE
SILENCE DE L'ACTIVITE FUSORIALE

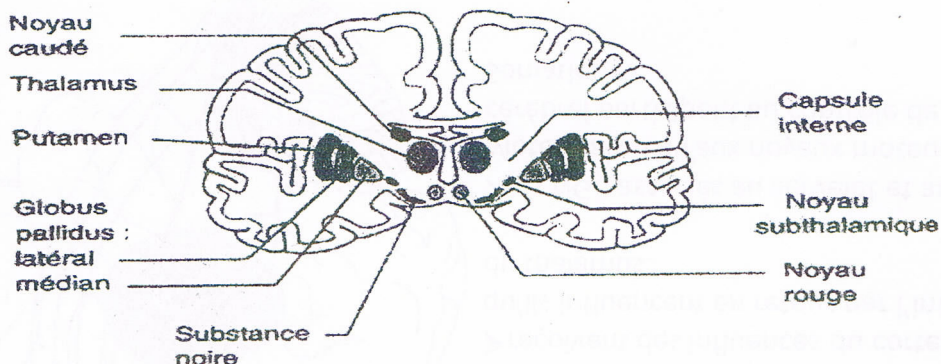


Le muscle se contracte

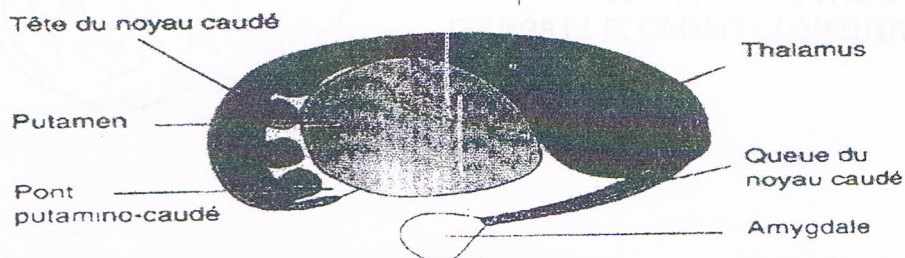
EN L'ABSENCE DES MOTONEURONES
GAMMA

ORGANISATION ANATOMIQUE

A

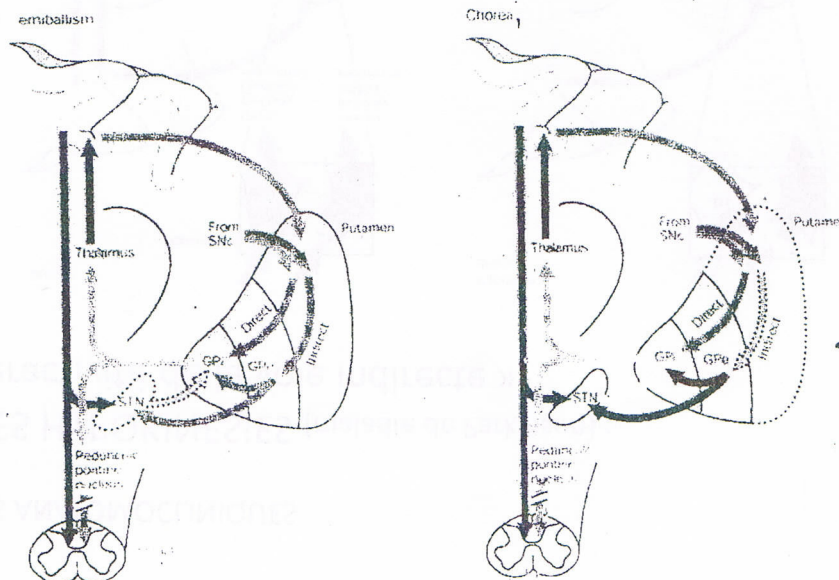


B



Dr A. CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM constantine

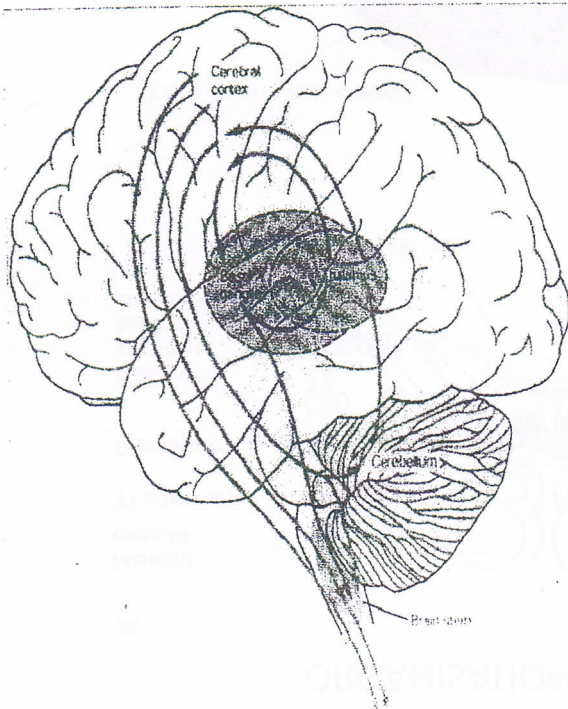
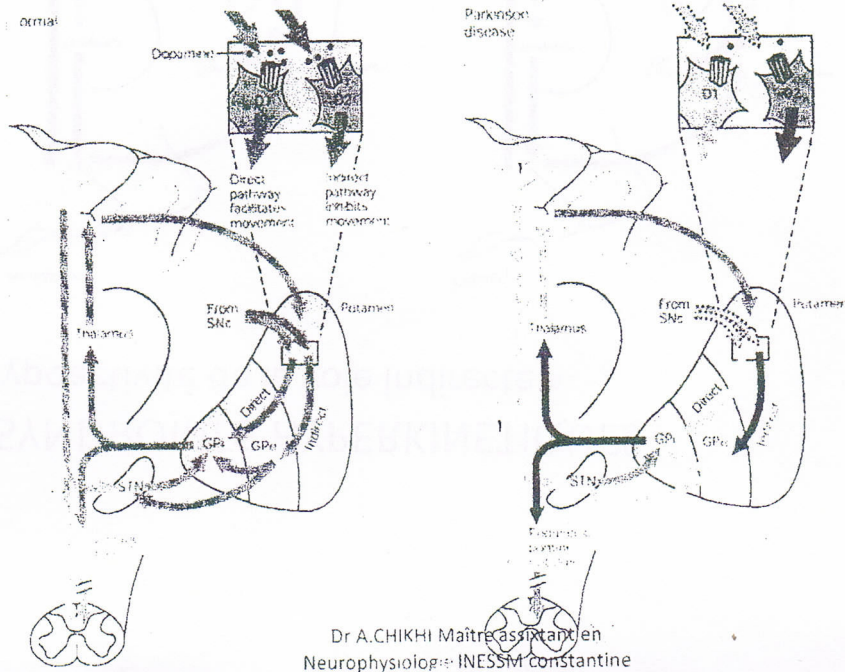
B/SYNDROMES HYPERKINETIQUES : « hypoactivité de la voie indirecte »



Dr A. CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM constantine

DONNEES ANATOMOCLINIQUES

A/LES HYPOKINESIES (maladie de Parkinson) :
« hyperactivité de la voie indirecte »



LES NGB ET LE CERVELET CONSTITUENT
LES ELEMENTS CLES D'UN DOUBLE
SYSTEME PARALLELE

➤ reçoivent des influences du cortex cérébral
qu'ils influencent en retour par l'intermédiaire
du thalamus.

➤ les NGB associés au cervelet et au cortex
Moteur ainsi qu'aux noyaux moteurs du tronc
cérébral participent au contrôle de la motricité
Somatique.

DONNEES HODOLOGIQUES

A/AFFERENCES STRIATALES

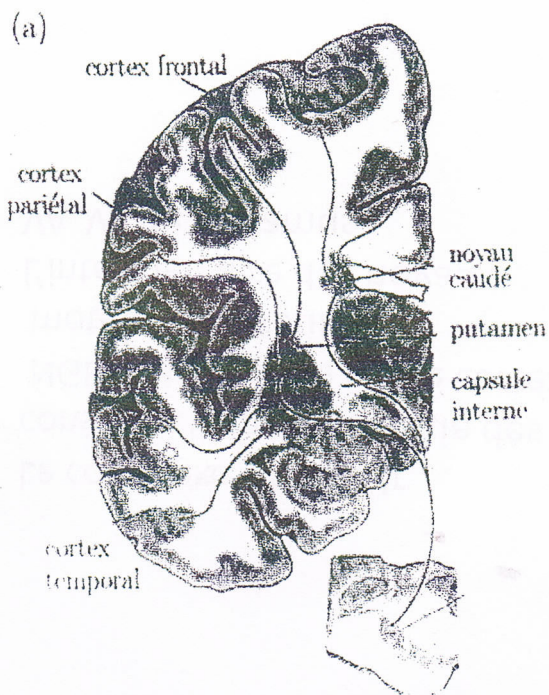
Le striatum constitue l'étage

D'entrée des NGB

➤ reçoit des afférences excitatrices de toutes les régions corticales

➤ Afférences thalamostriatales (centre Médian et para fasciculaire) glutamatergiques

➤ Afférences nigrostriatales (la voie Dopaminergique nigrostriée).



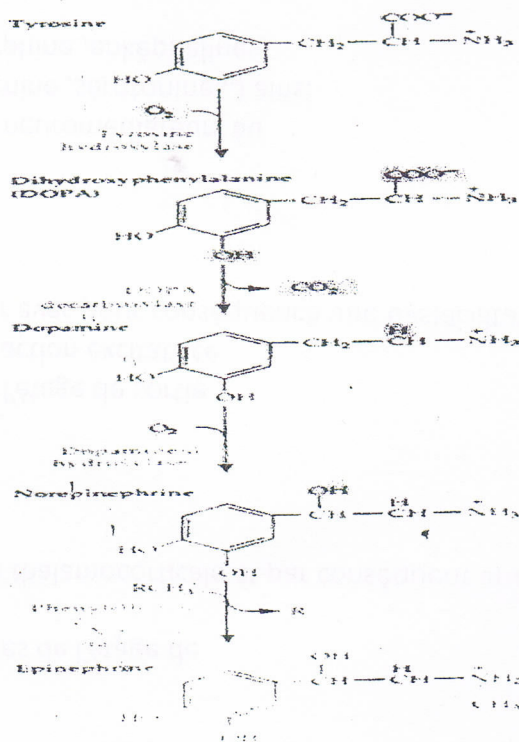
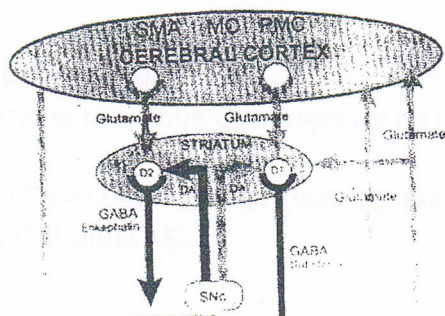
Dr A.CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM constantine

LA DOPAMINE:

synthétisée par les neurones de la SNc et exerce une double action au niveau du striatum:

➤ excitatrice par des récepteurs D1 sur Les neurones de la voie directe.

➤ inhibitrice par des récepteurs D2 sur Les neurones de la voie indirecte.



Dr A.CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM constantine

LA VOIE DIRECTE:

induit une réduction de l'activité des neurones de l'étage de

sortie et donc une déshinhibition de l'activité thalamocorticale et par conséquent une facilitation du mouvement.

LA VOIE INDIRECTE:

Abouti à une hyperactivité des neurones de l'étage de sortie par déshinhibition du NST lequel exerce une action excitatrice (glutamatergique) sur le complexe GPM/SNr avec pour conséquence une dysfacilitation du mouvement.

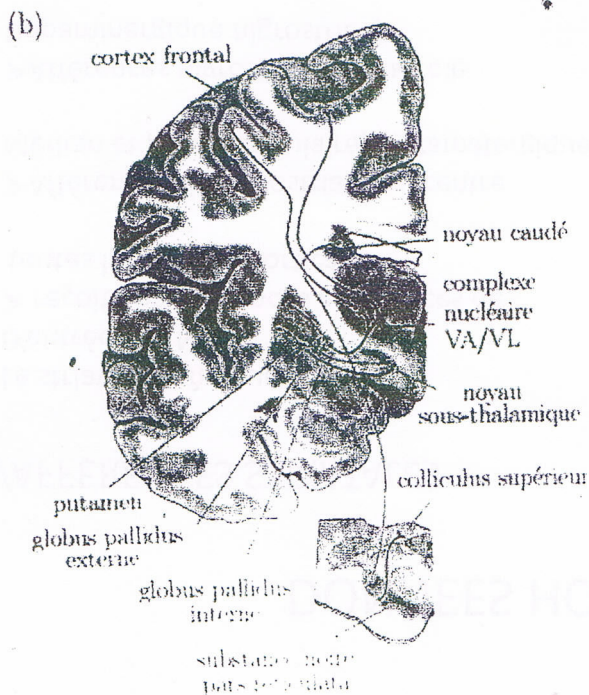
DONNEES NEUROCHIMIQUES

On a permis la mise en évidence de plusieurs neuromédiateurs au Niveau des NGB (acetylcholine, GABA, dopamine, sérotonine...) ainsi que plusieurs neuromodulateurs (SP, dynorphine, enképhalines)

Ces données ont également permis de comprendre la physiopathologie de certains troubles de la motricité volontaire dont la maladie de Parkinson.

Dr A. CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM Constantine

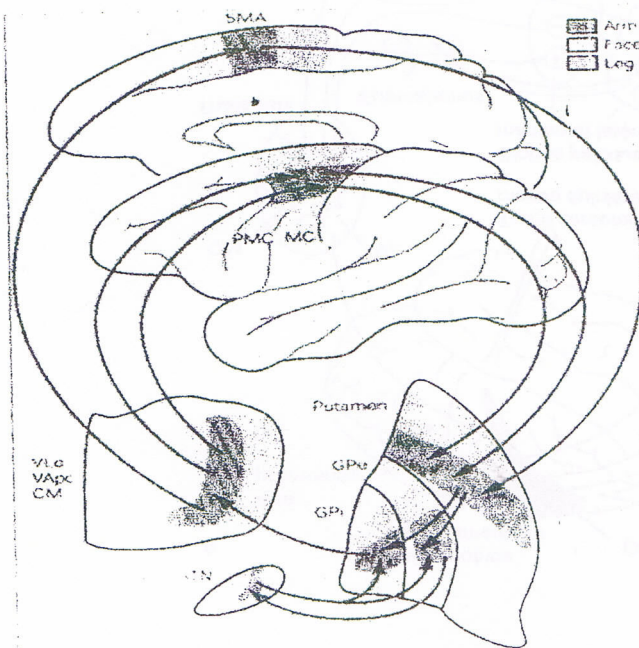
B/EFFERENCES



Le complexe GPM/SNr constitue l'étage de sortie des NGB et se projette sur le cortex moteur en retour par l'intermédiaire des noyaux VA, VL du thalamus.

Dr A. CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM Constantine

ORGANISATION SOMATOTOPIQUE DES CIRCUITS DES NGB



Organisation somatotopique du circuit moteur Noyaux Gris

Centraux - thalamo cortical :

Arm = bras ; Face = visage ; Leg = jambe

SMA - Aire Motrice Supplémentaire

PMC - Cortex Pré Moteur

MC - Cortex Moteur

GPe - Globus Pallidus externe

GPi - Globus Pallidus interne

STN - Noyau Sub Thalamique

Thalamus :

VLo - noyau ventro latéral pars oralis

VApc - noyau Ventral Antérieur parvo cellulaire

CM - Centre Médian

Dr A.CHIKHI Maître assistant en
Neurophysiologie INESSM constantine

CIRCUITS DES NGB

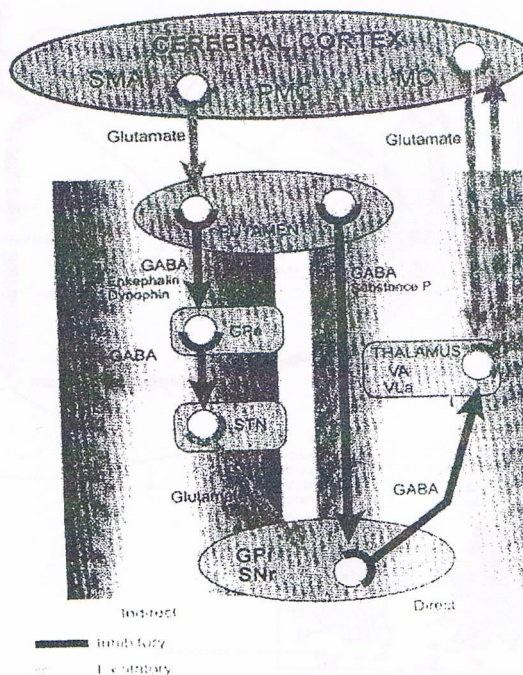


Figure 6

SMA : Aire Motrice Supplémentaire

PMC : Cortex Prémoteur

MC : Cortex Moteur

GPe : Globus Pallidus externe

STN : Noyau Sub Thalamique

GPi : Globus Pallidus interne

SNr : Substance Noire pars

reticulata ;

VA : noyau Ventral Antérieur

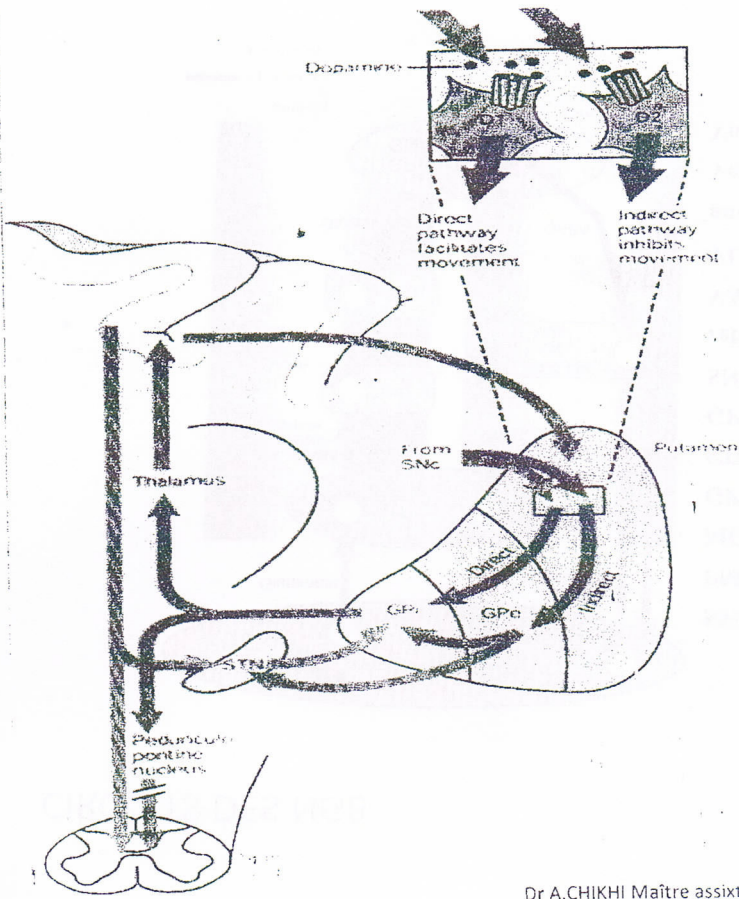
VLa : noyau Ventro Lateral

antérieur

Voie indirecte : PUT-GPe-STN-GPi

Voie directe : PUT-GPi/SNr

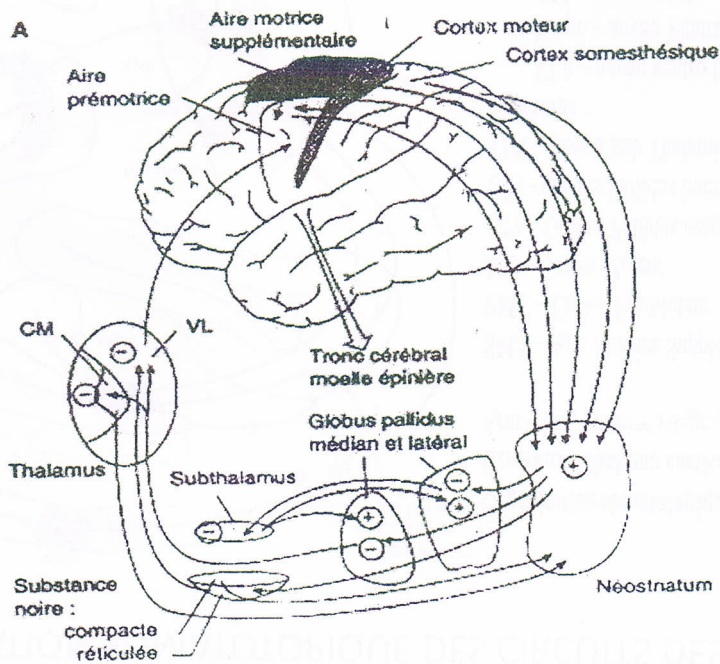
Dr A.CHIKHI Maître assistant en
Neurophysiologie INESSM constantine



Organisation de la circuiterie des NGB en voies parallèles Directe et indirecte du striatum vers l'étage de sortie (GPM/SNr)

Dr A.CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM constantine

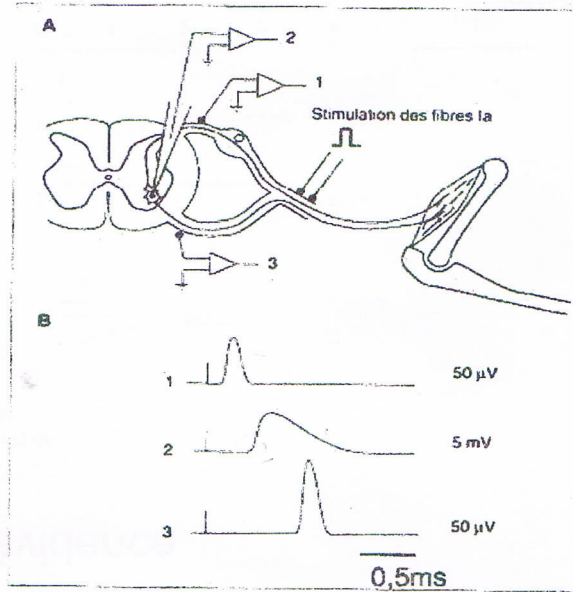
C/CONNECTIONS INTERNUCLEAIRES



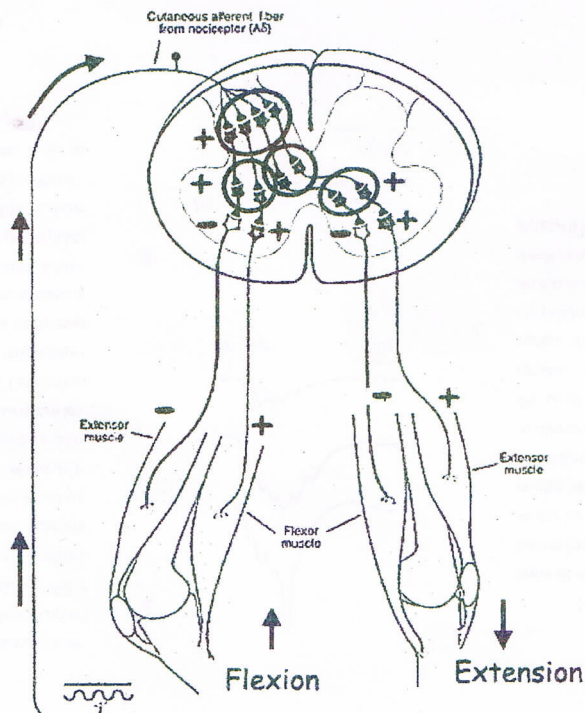
Dr A.CHIKHI Maître assistant en Neurophysiologie INESSM constantine

Résultats des enregistrements intracellulaires

A : Une réponse monosynaptique est enregistrée dans un motoneurone α . Un nerf musculaire est stimulé électriquement. L'intensité du stimulus est réglée en sorte que seules les fibres du groupe I soient excitées, comme en témoigne l'enregistrement de la volée afférente sur la racine dorsale (1). Une micro-électrode est placée dans le soma d'un motoneurone innervant le même muscle (2). Une électrode enregistre en passant la réponse globale sur la racine ventrale (3). B : L'enregistrement intracellulaire du motoneurone α (2) montre un PPSE avec un délai de 0,5 ms environ par rapport au moment où la volée afférente atteint la moelle épinière (1). L'amplitude du PPSE est toutefois insuffisante pour que ce motoneurone émette un potentiel d'action (le potentiel critique n'est pas atteint). Cependant, le fait qu'on puisse enregistrer une réponse globale sur la racine ventrale (3) laisse à penser que d'autres motoneurones ont été activés.



Neurophysiologie clinique et explorations
neuromusculaires CHU Constantine

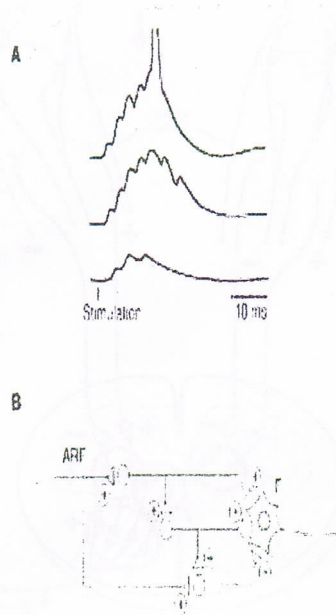


SI LA STIMULATION EST PLUS INTENSE
ON OBSERVE LA MISE EN JEU DES
EXTENSEURS CONTROLATERAUX: C'EST
LE REFLEXE D'EXTENSION CROISEE

Neurophysiologie clinique et explorations
neuromusculaires CHU Constantine

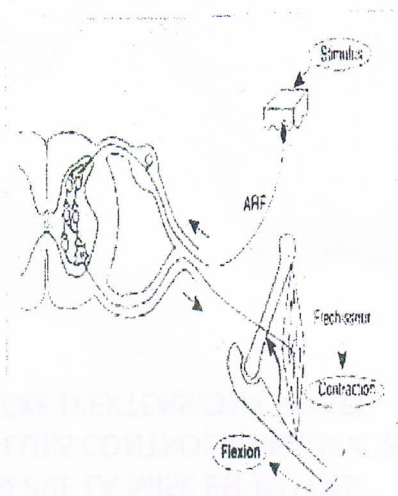
enregistrement intra-cellulaire

A une stimulation électrique unique des afférents du réflexe de flexion avec plusieurs PPSÉ à latence variable dans les zones motrices et du muscle fléchisseur isométriquement. La réponse est graduée en fonction de l'intensité de stimulation (ressort de bus en latat). Il y a donc à la fois stimulation temporelle et spatiale. B L'interprétation de ces réponses multiphasiques repose sur l'existence dans le réseau d'interneurones prémonotoneurales, de plusieurs zones dans lesquelles un nombre de synapses plus ou moins important. Selon le chemin emprunté, les conducteurs (PPSÉ) arrivent au motoneurone avec un retard plus ou moins grand.



arc réflexe

Le réflexe ipsilatéral de flexion est évoqué par l'action d'un fort stimulus appliqué sur la peau du membre (ou éventuellement sur les muscles). Un message sensoriel est conduit dans la moelle épinière par les afférents du réflexe de flexion ou ARF. Là, un réseau plus ou moins complexe, mais argement polysynaptique, d'interneurones transmet une excitation aux motoneurones des muscles fléchisseurs du membre stimulé. La contraction qui en résulte provoque la flexion des articulations.

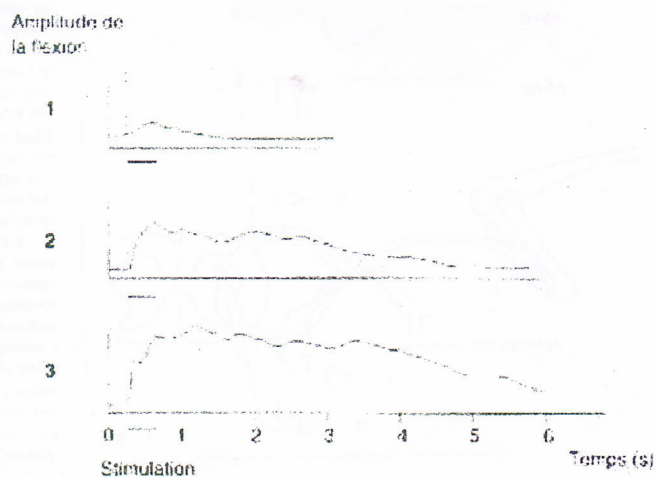


7

Neurophysiologie clinique et explorations neuromusculaires CHU Constantine

mise en évidence

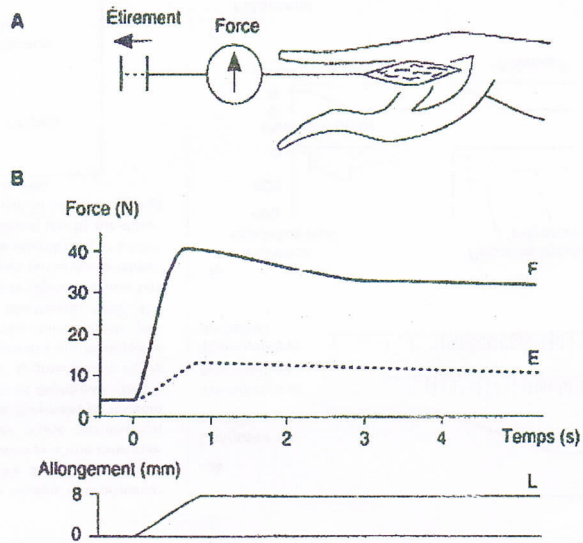
Le réflexe de flexion a été analysé essentiellement sur le membre postérieur d'animaux « spinaux » après section transversale de la moelle épinière à un niveau moyen (de Th8 à L3). Il est évoqué ici par stimulation de la peau. La réponse réflexe est une flexion du membre stimulé, dont l'amplitude augmente avec l'intensité du stimulus (de 1 à 3). La flexion se maintient quelques secondes après la fin de la stimulation. La durée de cette postdécharge dépend elle aussi de l'intensité du stimulus (d'après Sherrington, 1906).



Neurophysiologie clinique et explorations neuromusculaires CHU Constantine

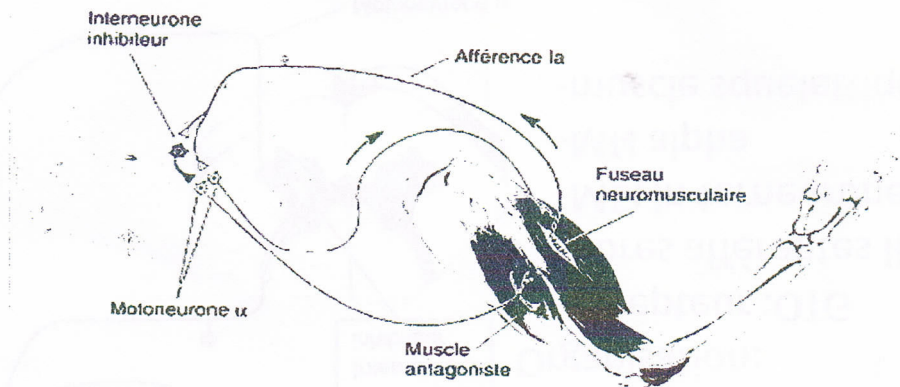
2/MISE EN EVIDENCE: expérience de Sherrington

Cette expérience, pratiquée par Sir C. Sherrington chez le chien décérébré, démontre l'existence du réflexe myotatique, ou réflexe d'étirement. A : La force développée par le muscle quadriceps est mesurée *in situ* à l'aide d'un dynamomètre. La longueur du muscle peut être modifiée à loisir. L'innervation musculaire est préservée ou non. B : Un allongement du muscle quadriceps (courbe L) se traduit par une augmentation de la force exercée sur le dynamomètre (courbe F). Après section du nerf, la force développée ne représente plus que la tension élastique musculaire (courbe E). La différence entre les courbes F et E (plage colorée) représente la force due à la contraction commandée par la moelle épinière.

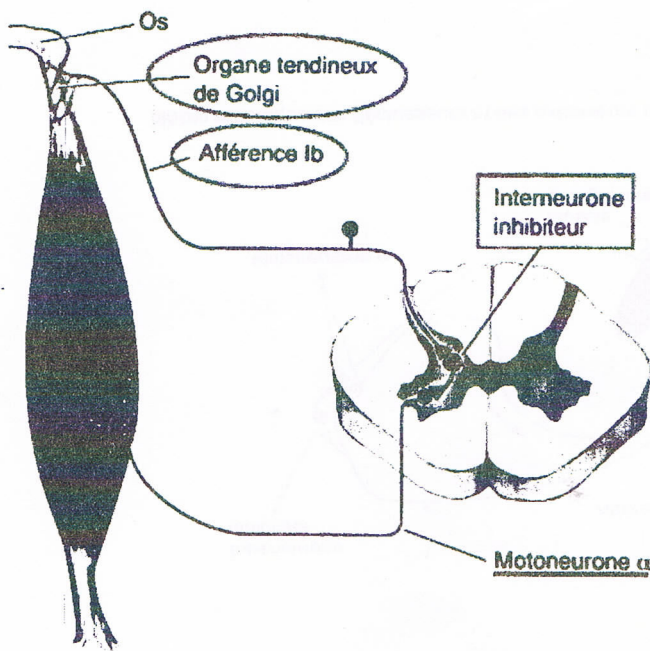


Neurophysiologie clinique et explorations neuromusculaires CHU Constantine

2/L'INHIBITION RECIPROQUE



Inhibition réciproque des fléchisseurs et des extenseurs d'une même articulation



C'est le relâchement reflexe d'un muscle en réponse à son propre étirement : il constitue la réaction d'allongement.

Organisation:

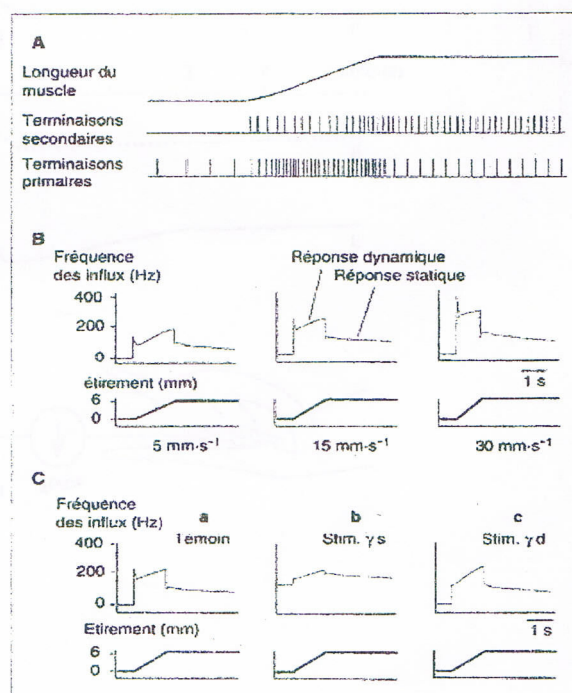
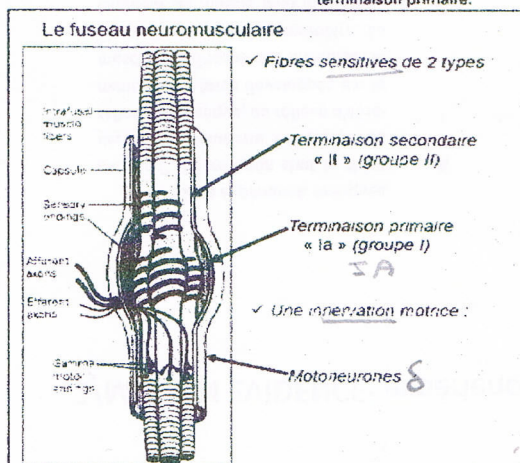
- récepteur :OTG
- fibres afférentes Ib
- ME: interneurons d'inhibition Ib
- MN alpha
- muscle squelettique

Rôle : assure la protection du muscle contre les surtensions

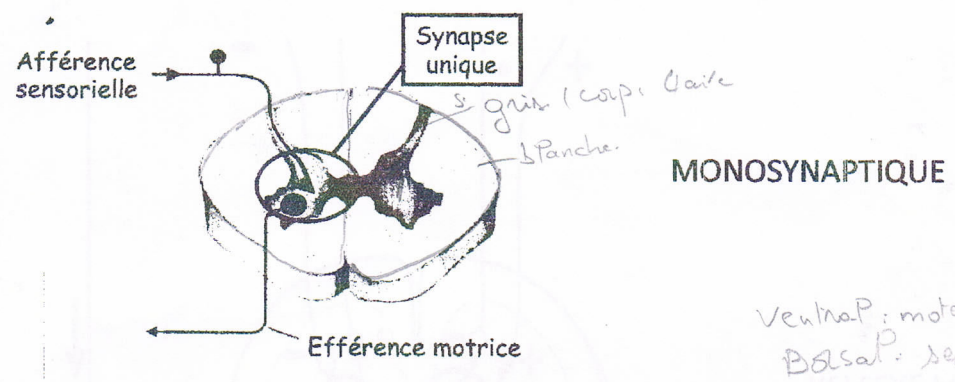
Neurophysiologie clinique et explorations
neuromusculaires CHU Constantine

PROPRIETES DES TERMINAISONS PRIMAIRES ET SECONDAIRES

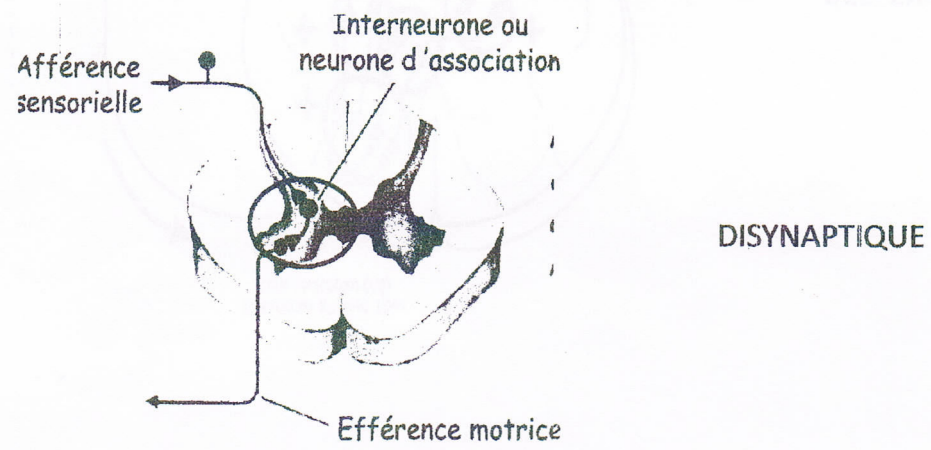
Le fuseau neuromusculaire est sensible à la longueur du muscle. A : Réponses d'une terminaison primaire et d'une terminaison secondaire à un étirement du muscle (d'après Jansen et Matthews, 1962). B : Effet d'une augmentation de la vitesse de l'étirement sur la réponse dynamique d'une terminaison primaire (d'après Matthews, 1963). C : Modification de la réponse d'une terminaison primaire (en a) par la stimulation électrique répétitive d'une fibre fusimotrice statique (en b) ou dynamique (en c) sur la réponse d'une terminaison primaire.



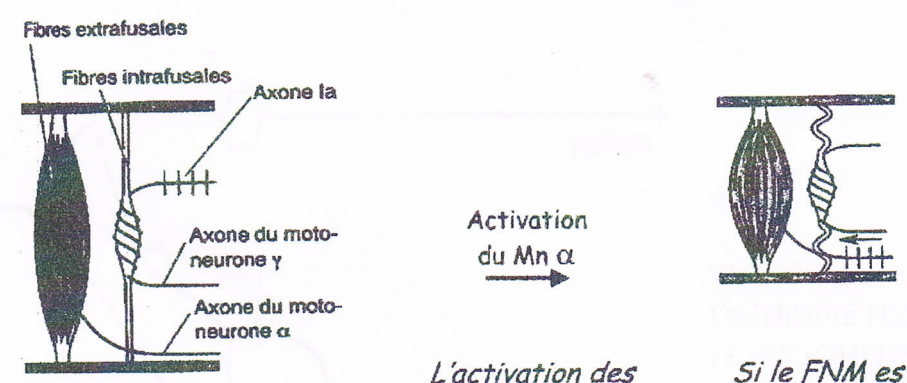
Neurophysiologie clinique et explorations
neuromusculaires CHU Constantine



Ventral P: moteur
 Dorsal P: sensitive



4/CONTRÔLE DE L'ACTIVITE FUSORIALE PAR LES MOTONEURONES GAMMA : LA BOUCLE GAMMA

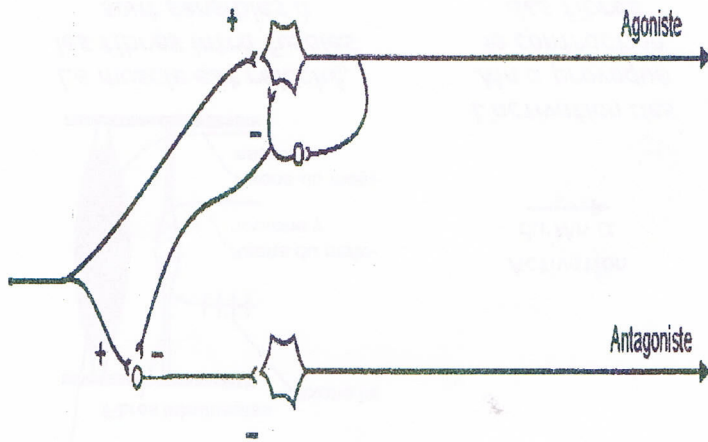


Le muscle est relâché, les fibres intra fusales sont sensibles à l'étirement

L'activation des Mn α provoque la contraction des fibres musculaires extrafusales

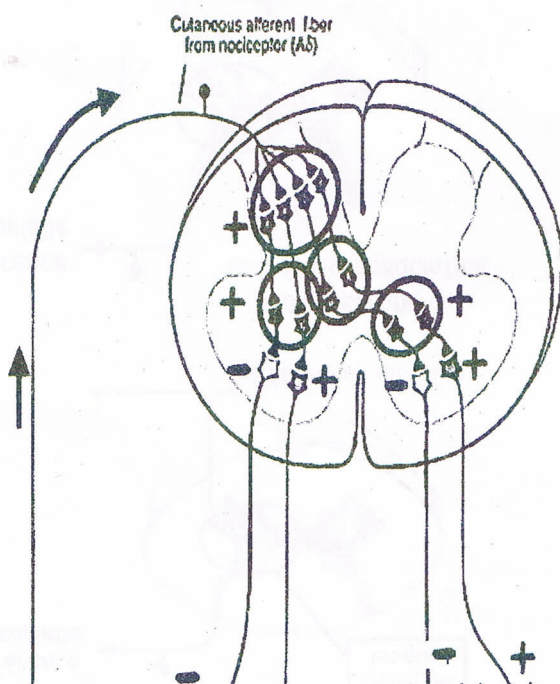
Si le FNM est détendu, il devient inefficace pour transmettre des informations sur la longueur du muscle.

3/L'INHIBITION RECURRENTE DE RENSCHAW



LA CELLULE DE RENSCHAW EXERCE UNE INHIBITION PUISSANTE SUR LE MOTONEURONE AGONISTE ET DESHINIBE LES MOTONEURONES ANTAGONISTES

Neurophysiologie clinique et explorations neuromusculaires CHU Constantine



REFLEXE POLYSYNAPTIQUE

Neurophysiologie clinique et explorations neuromusculaires CHU Constantine