

Un réflexe : réponse ou réaction à une stimulation

- Involontaire, stéréotypée et rapide
- Sans intervention de la volonté consciente
- Visant à défendre l'organisme ou à rétablir l'homéostasie

1. Signification des réflexes
2. Applications physiopathologiques : valeur à accorder aux réflexes en pratique clinique

I – Réflexe myotatique, réflexes tendineux

A- Circuit du réflexe à l'étirement

- **Réflexe à l'étirement** : contraction du muscle consécutive à son propre allongement

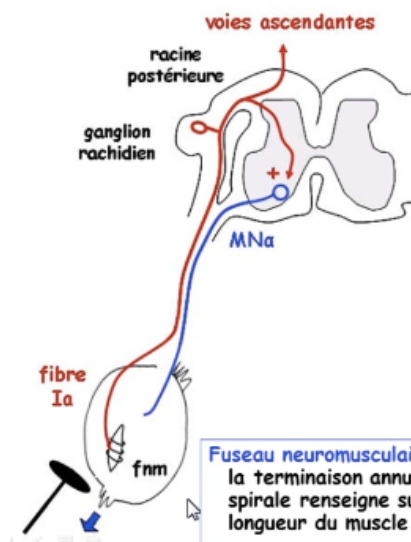
En clinique : test par le **réflexe tendineux** : percussion du tendon (=allongement) → contraction réflexe du muscle

- Mécanisme :

- Etirement des **fuseaux neuro-musculaires (fnn)** → décharge des fibres **proprioceptives Ia**
- Connexion **monosynaptique excitatrice** (glutamate) des fibres Ia sur les motoneurons (corne postérieure puis deux voies : ascendantes directes et l'autre sur les motoneurons)
- Activation réflexe des motoneurons → **contraction réflexe** du muscle

Proportionnel à l'étirement : si étirement est plus important alors plus de fnn et de fibres Ia sont activées → plus de PPSE et plus de motoneurons activés

Rmq : pour le Fuseau neuro-musculaire, la terminaison annulo-spirale renseigne sur la longueur du muscle

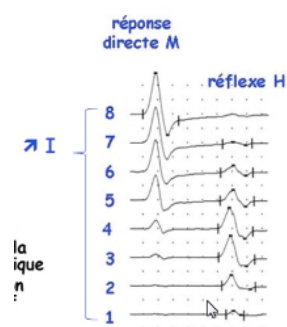


- Autre version : **le réflexe H**

Même circuit, mais remplacement de la stimulation mécanique par une stimulation électrique du nerf

- A faible intensité de stimulation : activation sélective des **fibres Ia**, plus grosses et plus excitables que les fibres motrices → **réflexe H** de longue latence. Permet de mesurer la latence et l'amplitude de la réponse, pour l'exploration de la fonctionnalité des racines
- A plus forte intensité : activation directe des **fibres motrices** → **réponse M** (directe) qui sont ensuite en période réfractaire par le réflexe

Sur l'enregistrement : faible courant : QUE enregistrement de réflexe H, quand on augmente, petit à petit apparition de la réponse M (avant le réflexe H qui augmente jusqu'à un maximum puis rediminue jusqu'à disparaître quand très forte intensité de stimulation car l'activation de la fibre ne peut se faire : elle est en période réfractaire suite à son activation par la réponse motrice)



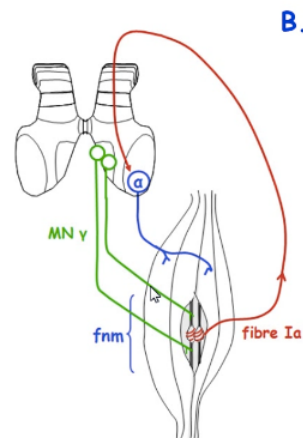
B- Fuseau neuromusculaire et contrôle gamma

Fuseau neuromusculaire

- Faisceau de 6-8 fibres musculaires fusoriales (intrafusales) de petite taille (3 à 10mm) insérées sur les cloisons de tissu conjonctif intramusculaire

Chaque fibre a trois parties :

- **Partie centrale (équatoriale)** autour de laquelle s'enroule une **terminaison primaire annulo-spirale**, sensible à l'étirement. Une fibre Ia par fuseau
- **2 parties polaires**, équipées de **myofibrilles** (contractiles), commandées par des motoneurons spéciaux : **motoneurons gamma** (8 par fuseau) dont le corps



cellulaire n'est pas dans la même partie de la corne postérieure de la moelle que les fibres des motoneurones alpha

- Fuseau entier sensible à deux stimuli :

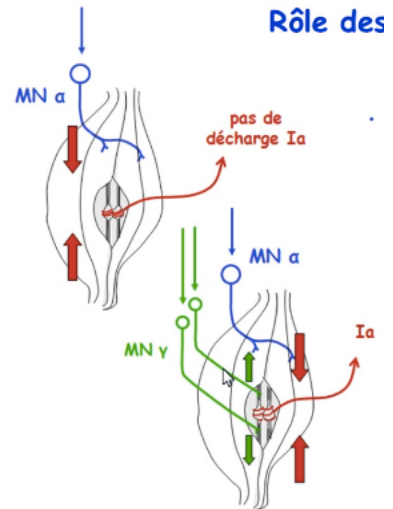
- étirement du muscle
- étirement de la partie équatoriale, par activation des motoneurones gamma et non pas des fibres Ia

Rôle des motoneurones gamma

Lors de la contraction volontaire l'activation des motoneurones alpha provoque le raccourcissement du muscle. Inactive le fuseau en le raccourcissant ? perte des infos sur la longueur ? Non car

- **Co-activation alpha-gamma :**

- L'activation des motoneurones gamma provoque une contraction des fibres intrafusales, parallèlement à la contraction des fibres musculaires squelettiques
- Supprime le raccourcissement de la partie équatoriale du fuseau et maintient l'écartement des spires
→ rétablit une décharge Ia et la sensibilité du fuseau à l'étirement



C- Rôle et signification du réflexe myotatique

- **Régulation de la longueur du muscle**

La contraction volontaire d'un muscle vise une certaine longueur.

Avec la survenue de la fatigue ou d'une force contraire → étirement du muscle (raccourcissement moindre)

Cela provoque une décharge des fibres Ia et l'excitation réflexe des motoneurones → augmentation de la force de contraction → raccourcissement du muscle et retour à sa longueur initiale

Permet **un rétro-contrôle**, utile dans les mouvements où la longueur du muscle doit rester stable

- **Tonus postural :**

Dans la position debout, la gravité a tendance à faire fléchir les membres inférieurs → étirement des extenseurs (quadriceps + triceps sural)

Le réflexe myotatique permet la contraction réflexe de ces muscles extenseurs et permet de tenir debout

D- Contrôles et désordres

Réflexe cadré, automatique : empêche de changer la longueur musculaire → nécessité d'un contrôle pour s'affranchir

- **activité des motoneurones gamma :**

- subissent **stimulation tonique par la formation réticulée activatrice** (renforce le réflexe et le système de rétro-contrôle)

Si section médullaire (choc spinal) : défacilitation des motoneurones gamma : hypotonie, aréflexie

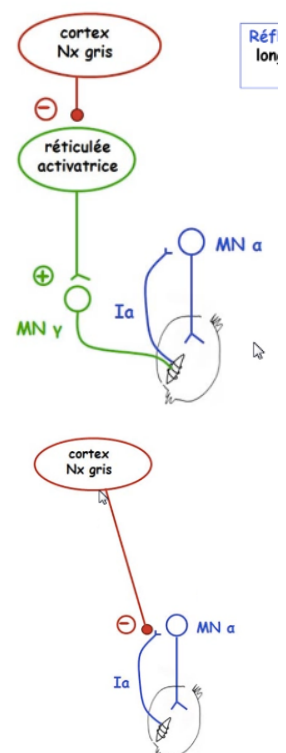
- **modulation inhibitrice de la réticulée par les centres supérieurs** : contrôle de l'efficacité du réflexe

Si syndrome pyramidal : décérébration = désinhibition de la réticulée : ↑ du tonus gamma et décharge Ia : spasticité, rigidité et exagération des réflexes

- **Inhibition pré-synaptique** exercée par les centres sup sur les terminaisons des fibres Ia : ↓ efficacité du réflexe et libère du rétro-contrôle

Si atteinte centrale : ↓ inhibition ↑ efficacité des décharges Ia → spasticité, rigidité, exagération des réflexes

Ces contrôles permettent de s'affranchir des réflexes lorsque cela est nécessaire



II – Divergence et projections Ia

A- Connexion Ia entre muscles synergistes

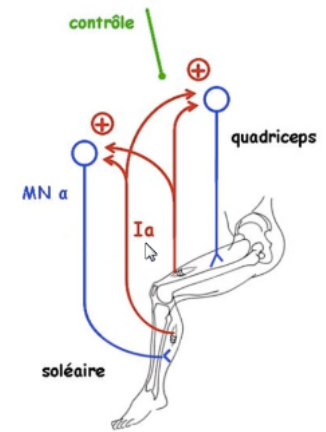
- **Divergence** des fibres Ia d'un muscle vers les motoneurones des **muscles synergistes** par des projections **monosynaptiques excitatrices**

Rôle : étirement des extenseurs → **contrôle réflexe** des autres muscles extenseurs

= **co-contraction automatique des muscles synergistes** : permet compensation mutuelle, économie et souplesses

- **Nécessité d'un contrôle central** pour échapper au couplage automatique et contracter sélectivement un des deux muscles. Se fait par **inhibition pré-synaptique** des terminaisons Ia

Application : syndrome pyramidal ou atteinte centrale : syncinésie par disparition de contrôle différentiel

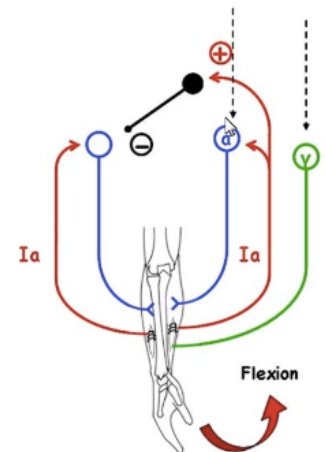


B- Inhibition réciproque Ia entre antagonistes

- **Projection** des fibres Ia d'un muscle vers les motoneurones des **muscles antagonistes** : **disynaptiques inhibitrices** via un « interneurone Ia » situé dans la substance grise médullaire

Rôle : la contraction active d'un fléchisseur entraîne l'étirement d'un extenseur → décharge Ia et risque de contraction réflexe de l'extenseur (gêne du mouvement)

La co-activation des motoneurones gamma et du fléchisseur entraîne une décharge Ia du fléchisseur qui inhibe l'extenseur via l'interneurone Ia = **inhibition réciproque**



III – Réflexe de régulation de tension

A- Organe tendineux de Golgi et réflexe Ib

- **Faisceau de fibres de collagènes** : fusion d'une quinzaine de tendons de fibres musculaires : échantillon représentatif du muscle

→ **1 fibre musculaire par OTG**

- **Stimulus : tension musculaire** (et non pas étirement)

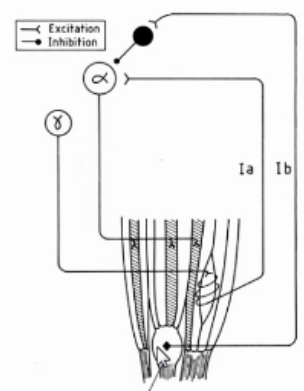
La contraction d'une fibre musculaire insérée sur l'OTG entraîne une décharge des **fibres Ib**

Il existe une relation linéaire entre la fréquence de décharge de l'OTG et la tension développée par le muscle

= décharge +++ pendant les contractions volontaires (mieux que Ia)

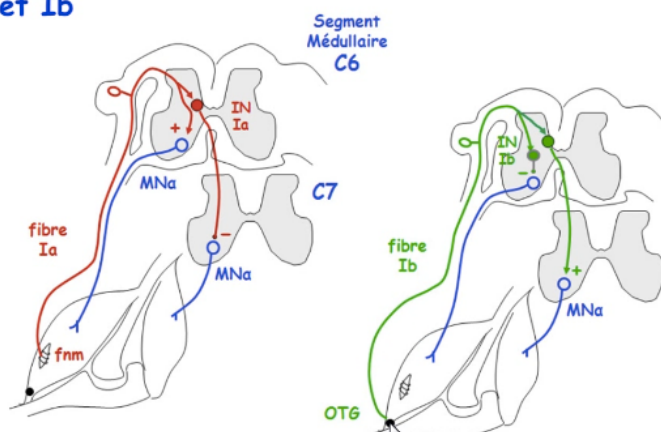
- **Projection réflexes de Ib**

- **Disynaptiques inhibitrices** via un interneurone Ib sur les motoneurones du muscle d'origine et **des muscles synergistes**
- **Disynaptiques excitatrices** sur les motoneurones des **muscles antagonistes**



organe tendineux de Golgi

Projections Ia et Ib



Ia et Ib ont des projections contraires

B- Signification du réflexe Ib

- Régulation de la tension du muscle pendant les contractions volontaires

↑ force, tension → ↑ décharge Ib → inhibition motoneurones → ↓ tension = retour à la tension initiale

- Contrôles nécessaires pour échapper à cet automatisme

- Nombreuses projections de voies ascendantes :

Voie corticospinale (pyramidale) facilitation des interneurone IB : une faible augmentation de tension entraîne une forte inhibition → régulation fine des mouvements

Voie réticulospinale (extrapyramidale) inhibition des interneurone Ib : très peu d'inhibition même si augmentation de tension : permet d'augmenter la force

IV – Réflexes plus complexes

A- Réflexes à point de départ cutané

- Réflexes de flexion :

La stimulation cutanée d'un membre entraîne une contraction réflexe simultanée des fléchisseurs du membre = raccourcissement

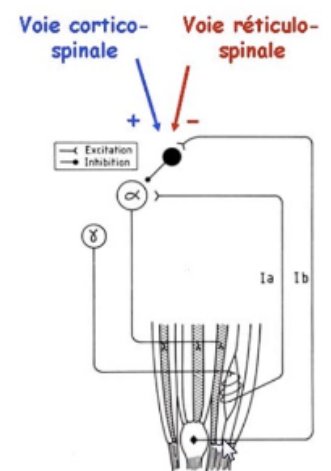
Signification : échappement du membre au stimulus : réflexe de défense ?

Normalement : **double modulation inhibitrice** des réflexes de flexion par **le cortex + la réticulée** → pas de retrait si la stimulation est légère

En cas d'atteinte pyramidale, perte de l'inhibition corticale : une stimulation de la plante du pied entraîne le retrait = **signe de Babinski**

En cas de section spinale : disparition des deux inhibitions, une stimulation même légère de la plante du pied entraîne triple flexion (pied, genou, hanche) un retrait du membre

Donc paralysie et hypotonie mais motricité réflexe conservée (sans aucun contrôle donc asservissement aux réflexes)



- Les réflexes cutanés sont **polysynaptiques**, avec beaucoup d'interneurones dont Ib, une latence longue et une durée longue. Les mécanismes de sommation, de diffusion sont présents

Nécessité de contrôles adaptatifs multiples.

- Programmes moteurs coordonnés

- **Réflexe de grattage** : chatouillement → grattage : représentation spatio-temporelle du lieu de grattage
- **Locomotion spinale** : alternance flex-ext avec générateur central rythmique

B- Signification générale des réflexes

- Ce sont des mouvements **provoqués par un stimulus** : ils sont le reflet d'une action expérimentale et asservissent l'homme au monde extérieur. Le mouvement devient une réponse à une sollicitation

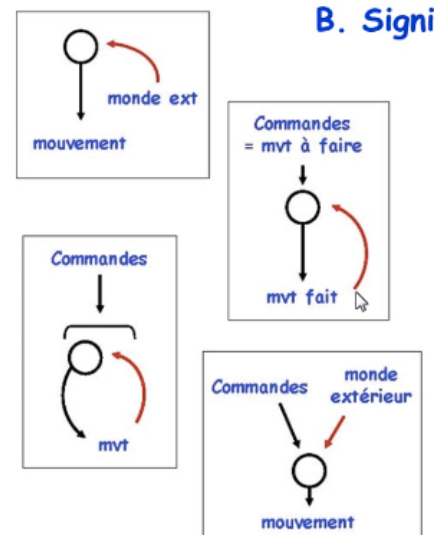
- Les **systèmes de rétrocontrôles locaux** permettent la correction, l'adaptation rapide au mouvement et à l'environnement ainsi que la régulation du réflexe

- Il s'agit de **programme moteur pré-câblé**, sélectionné par les commandes qui sont déchargées de les organiser : **forme de comportement stéréotypé**

- **L'intégration des commandes-réflexes** se fait par

- Un contrôle supra-spinal des réflexes
- Un contrôle des réflexes des commandes

Leurs rôles sont symétriques



Conclusion

- Limite du concept de réflexe

Utile pour décomposer le système nerveux suivant les voies de l'action et des réponses obtenues

Mais peut être toujours artificiel : toute réponse engage le tout de l'organisme

- Un réflexe n'est pas simple et ne peut pas l'être

Sinon nous le serions, il y a une nécessité d'intégrer l'automatisme des réflexes dans le tout de l'organisme et donc de le contrôler pour s'en servir ou s'en libérer

- Applications physiopathologiques :

- **Réduction ou abolition des réflexes tendineux :**
atteintes des nerfs périphériques ou des racines
Section médullaires aiguës
- **Exagération des réflexes**
Syndrome pyramidal, atteinte corticale
décérébration