

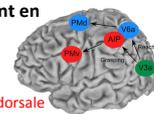
## Rééducation de la main – la plasticité cérébrale et les nouvelles thérapeutiques

Påvel Lindberg, Kiné., chercheur Inserm  
Centre de Psychiatrie et Neurosciences - Inserm U894  
Université Paris Descartes – FR3636



## Dextérité manuelle souvent affectée par des pathologies neurologiques

Fonctionnement en réseaux



Préhension- voie dorsale  
Saisie- voie ventrale

Prodoehl et al, 2009



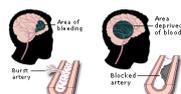
Voie corticospinale  
=> faisceau majeur

- Dextérité manuelle est très développée chez l'homme et nécessaire pour interagir avec le monde
- Cause majeure de handicap et de enjeux pour la santé publique

150.000 AVC/an en France  
**50% avec déficience de la main**  
Coût médicale élevé - patient avec spasticité = \$80,000/an (Lundström et al, 2010)

## AVC affecte souvent la fonction de la main

AVC = lésion cérébrale focal avec symptômes motrices, sensorielles, d'aphasie, cognitives, émotionnelles



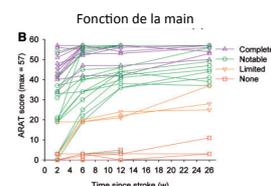
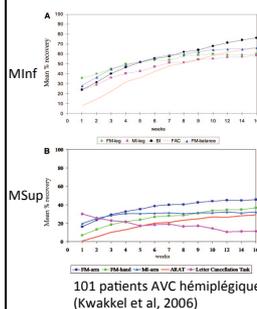
85% des patients ont une faiblesse de la main initiale (Jorgensen et al. 1994)

15% hémorragique 85% ischémique

Seulement 5-20% récupère une fonction complète de la main (Kwakkel 1999)

Symptômes sensorimotrices affectés :  
=> le contrôle des **mouvements volontaires**  
=> la performance des **activités de la vie quotidienne**  
=> la **qualité de vie**

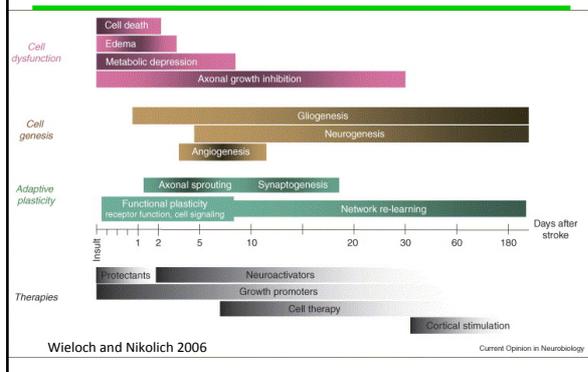
## Récupération motrice



Etude prospective sur 40 patients AVC hémiplegiques (Stinear et al, 2012)

- plus rapide pour membre inférieure  
- très variable entre patients

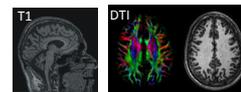
## Mécanismes de récupération



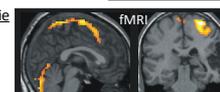
## Etudier la plasticité cérébrale *in vivo*

Plasticité = capacité du système nerveux central à modifier sa structure et son fonctionnement en réponse à des contraintes internes (développement, vieillissement, lésion) ou externes (entraînement, immobilisation, substances pharmacologiques)

**IRM – imagerie par résonance magnétique**  
Séquences anatomiques (T1, T2)  
Localisation et taille de la lésion



**IRM pondérée en diffusion (DTI)/ Tractographie**  
Substance blanche/ faisceau  
Intégrité des fibres corticospinales



**IRM fonctionnelle (IRMf)**  
Activation cérébrale

**Stimulation magnétique transcranienne**  
Excitabilité corticospinale



### Homonculus moteur n'est pas statique!

Penfield and Rasmussen 1950 (Monfils et al 2005)

Schieber M 2001

### Effects of physiotherapy on brain organization

Lésion induit dans le cortex moteur (M1) chez le singe

Deux groupes:

- 1) Contrainte sur la main non-affectée  
=> Pas d'effet
- 2) Contrainte sur la main NA + rééducation (1hr x 30jours)  
=> Fonction de la main amélioré et augmentation de la carte corticale

Utilisation intensive nécessaire pour induire plasticité bénéfique

Nudo et al. 1996

### Effects of stroke on adjacent and remote cortex

ischemic core

peri-infarct zone

spared adjacent tissue

remote motor area

corticospinal tract to spinal cord

### Plasticité post AVC chez l'homme

**Entraînement:** mouvement de saisie fonctionnelle, passive/active, 200-400 répétitions/jour, 4 semaines  
=> Amélioration de la motricité et fonction (Motor Assessment Scale)  
=> ↑ activation M1, préfrontale, et dans le cervelet

Lindberg et al, 2004

Activation cérébrale modifiée après entraînement intense dans la phase chronique

### Stimulation de cerveau pour augmenter la plasticité

Review de 23 études sur 523 patients  
3 montages différents utilisés

Conclusion: tDCS est associé avec une amélioration de la main hémiplégiée après AVC  
Mais résultats sont variable et plus des études sont nécessaire

Lüdemann-Podubecká et al 2014

### La bonne pratique clinique

- Un groupe d'experts ont résumé l'état de l'art
- Niveau de preuve:
  - A = Preuve scientifique établie
  - B = Présomption scientifique
  - C = Faible niveau de preuve
  - AE = Accord d'experts

(2012) www.has-sante.f

2.14 Contrainte induite du membre supérieur (Constraint-Induced Movement Therapy: CIMT)

2.14.8 Recommandations

La méthode de contrainte induite du membre supérieur, tant dans sa forme classique que dans sa forme modifiée, est recommandée à la phase chronique d'un AVC, à condition d'une récupération motrice des muscles de la loge postérieure de l'avant-bras (grade B).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la contrainte induite du membre supérieur à la phase subaiguë d'un AVC. Elle pourrait avoir un effet délétère à la phase aiguë.

### Thérapie par contrainte induite

- un **entraînement répétitif** à la réalisation de tâches répétitives (manger, faire sa toilette, se brosser les dents)
- **Intensité**: 5-6h/jour x 2 semaines
- **tâches adaptatives** (*shaping* en anglais) pendant plusieurs heures durant 10 à 15 jours consécutifs
- un **contrat moral d'implication** entre le patient et son thérapeute (obligation d'utiliser son MSp)
- le plus souvent en bloquant le MS sain => **contrainte**



### Entraînement avec robots

HAS: « L'entraînement du membre supérieur par robot associé à un traitement conventionnel est recommandé aux phases subaiguë et chronique, afin d'améliorer la motricité (grade B), mais pas la fonction. »

- augmenter le **volume horaire total de rééducation** dédiée au membre supérieur pariétique (stimulations proprioceptives et répétition du mouvement)



Armeo

- **Avantages**
  - Forte intensité, adapte au niveau de patient, mode actif possible, couplé avec des jeux, mesures quantitatives



Hand of Hope

- **Désavantages**
  - Cher, prend beaucoup de place, temps d'installation

### Manque des approches pour la rééducation de la dextérité manuelle

#### Beneficial or likely to be beneficial

- CMT or modified CMT for arm impairment and motor function;<sup>139</sup> selected use (A,B)
- Robot-assisted training for upper limb function;<sup>140</sup> selected use (A,B)

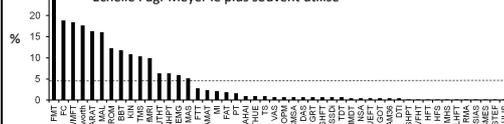
#### Uncertain benefit

- Bilateral training for motor function of arm;<sup>141</sup> not mentioned or selected use (B)
- Mental practice for arm function;<sup>142</sup> selected patients (B,C)
- High-intensity therapy for arm function;<sup>143</sup> not recommended or recommended (B)
- Repetitive task training for arm function;<sup>144</sup> not recommended or recommended (B)
- Electrostimulation for arm function;<sup>145</sup> not mentioned, not recommended, or selected use (B)
- Electromyographic biofeedback for arm function;<sup>146</sup> not recommended or selected use (A,B)
- Mirror therapy for arm (or leg) impairment;<sup>147</sup> selected use (A,B)
- CMT or modified CMT for hand function;<sup>148</sup> selected use (A,B)
- EMG biofeedback for hand function;<sup>149</sup> not mentioned or not recommended (B)
- Electrostimulation for hand function;<sup>150</sup> not mentioned or not recommended (B)
- Robotics for hand function;<sup>151</sup> selected use (B)

Langhorne et al, Lancet 2011

### Comment mesurer la main et la dextérité?

424 articles sur « rééducation de la main » « après AVC » étudiés  
Echelle Fugl-Meyer le plus souvent utilisé



Santesteban et al, Soumis

- **Quelques mesures fonctionnelles de la dextérité (ARAT, BBT, NHPT) mais peu d'information sur les composants clés**

- cinématique
- timing
- contrôle de force
- indépendance des doigts

=> **Besoin des approches individualisés**



### Finger Force Manipulandum (FFM)

FFM mesure le contrôle de force, séquences des doigts, timing, indépendance des doigts

#### Méthodes

10 patients AVC hémipariétaux chroniques et 10 témoins même âge

#### Résultats

=> Bonne faisabilité et meilleure sensibilité pour détecter déficiences (chez patients avec ARAT max)

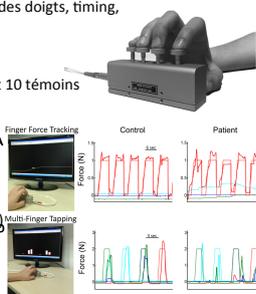
=> Profils différents (composants pas corrélés)

#### Conclusion

=> un outil prometteur pour la mesure de la dextérité après AVC

**Prochaine étape**

=> un outil d'entraînement de la dextérité avec une approche individualisée



Térémetz et al, 2015 www.sensix.fr

### Nouvelles approches qui visent la dextérité – études pilotes

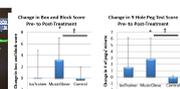
- **Music Glove**

- Mouvements des doigts, jeux musicale

(Friedman et al, 2014)



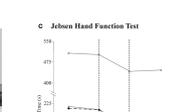
12 patients AVC hémiparésie modérée



- **Piano**

- Mouvements des doigts, score musicale

(Villeneuve et al, 2014)

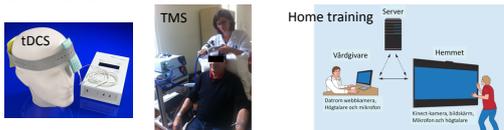


**Mouvements sélectives des doigts entraînés**

10 patients AVC hémipariétaux

### Le futur... optimiser la plasticité

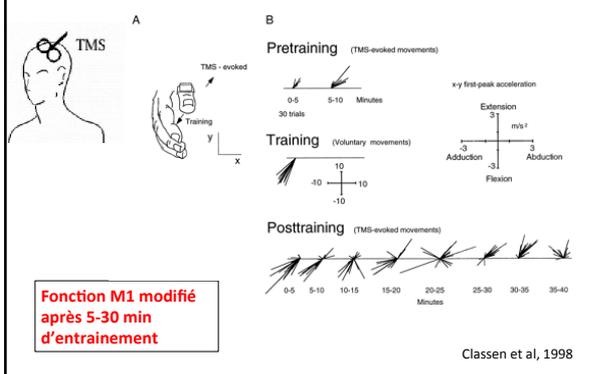
- Approches individualisés basés sur les donnés cliniques et l'imagerie (DTI, IRMf)
- Thérapie couplé avec des approches qui module l'excitabilité corticale
  - Pharmacologiques, eg. Fluoxétine (Chollet et al, 2011)
  - Stimulation transcranienne à courant direct (tDCS)
  - Stimulation magnétique transcranienne (TMS)
- Entraînement à la maison



Merci pour votre attention!

pavel.lindberg@inserm.fr

### Plasticité corticale rapide



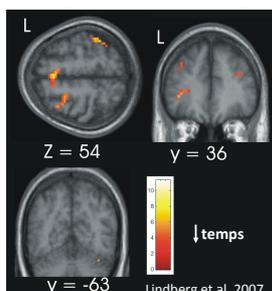
Quel est le problème à traiter/réduquer?

- Bonne traitement = bonne diagnostic et mesure fiable de la condition/symptôme
- Patients AVC hémiplésiques ≠ groupe homogène avec même symptômes
- Besoin des traitement individualisés
  - Targeting stroke treatment to the individual. Van Vliet et al, 2012
- Van Vliet et al, 2012 Leading opinion

Targeting stroke treatment to the individual  
 Paulette van Vliet<sup>1</sup>, Leeanne Carey<sup>2</sup>, and Michael Nilsson<sup>2</sup>  
 International Journal of Stroke © 2012 World Stroke Organization

### Plasticité négative/mal-adaptive

Henry Meige (1904): "Amnesie motrice fonctionnelle"  
 • "Plusieurs mouvements qui étaient impossible après l'AVC devient possible mais ne sont pas utilisés" (André JM et al 2004)



Étude IRMf chez des patients AVC hémiplésique en phase chronique  
 Négative corrélation entre degré d'activation dans un réseau sensorimoteur et le temps après AVC  
 ⇒ Moins d'activation chez les patients le plus chronique  
 ⇒ Pattern réversible avec

### Système nerveuse centrale et comportement

