

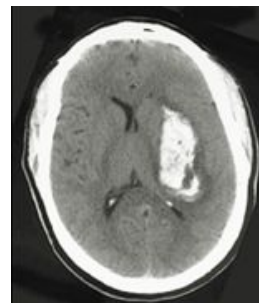


FACULTÉ
de MÉDECINE
Montpellier - Nîmes



m2h
LABORATORY

ROBOTIQUE DE RÉÉDUCATION DU MEMBRE SUPÉRIEUR DE L'HÉMIPLÉGIQUE



I Laffont, D Mottet, F Coroian, J Froger, J Pelissier
Montpellier/Nîmes

CONTEXTE



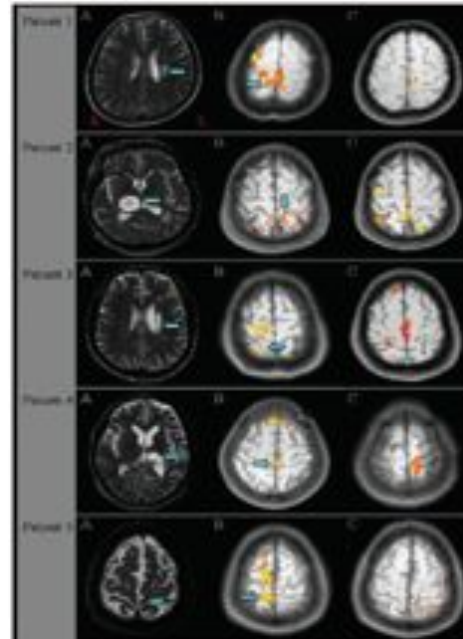
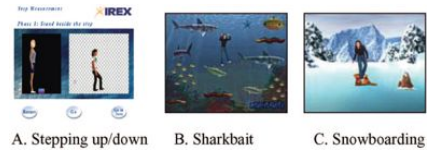
- Evolution sociétale: TIC et santé
 - ➔ *Technologies Nouvelles et grandes déficiences*
- Evolution des concepts
 - Rééducation orientée vers la tâche
 - Rééducation sensori-motrice
 - ➔ Importance des afférences (proprioceptives, visuelles, haptiques, auditives...)
 - ➔ Imagerie mentale/réalité virtuelle
 - Quantité de rééducation
 - Rééducation bi-manuelle
 - Contexte économique



CONTEXTE

- Notion de plasticité cérébrale
- ➔ sur laquelle la rééducation peut agir

*You et al Stroke
Virtual Reality–Induced Cortical
Reorganization*



ROBOTIQUE DE RÉÉDUCATION

- Histoire

- Robotique = outils de compensation
- Robotique de rééducation?



- Robots de rééducation

« Dispositif motorisé interactif »



« Outils technologiques de rééducation »



LES ANTÉRIORITÉS: RÉÉDUCATIO DE LA MARCHE

- Allègement du poids du corps

Pohl 2007 (Clin Rehabil)

Gait Trainer



LES ANTÉRIORITÉS: RÉÉDUCATION DE LA MARCHÉ

- Dispositifs robotisés



Lokomat



LES AVANTAGES/RÉÉDUCATION CONVENTIONNELLE

- Répétabilité des mouvements
 - en quantité
 - en qualité (reproductibilité)
- Contrôle du paramètre travaillé
 - point de travail, articulation, force....
- Diversité des exercices/ caractère motivant
- Environnement enrichi, trompeur (non utilisation acquise) ou perturbateur
- Utilisation du dispositif comme outil d'évaluation et de suivi



1. TECHNOLOGIES « SIMPLES »

T-WREX / ARMEO



T-WREX / ARMEO



- Compensation gravitaire +
fonction de préhension
Sanchez, 2006 (9 patients)



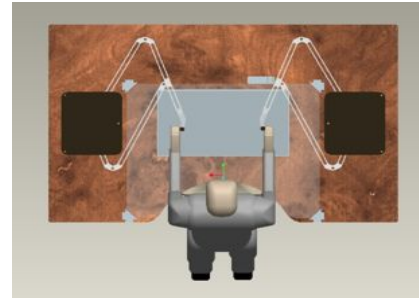
2. TECHNOLOGIES « COMPLEXES »

- Manipulateurs: un seul point de contact
 - Manipulandums
 - Robots à cable
- Orthèses robotisées: dispositifs mécaniques articulés
 - Exosquelettes



PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

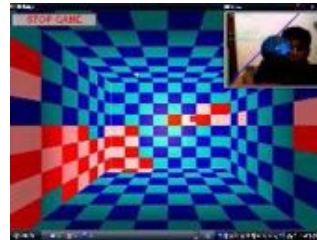
- Mode « arthromoteur »
- Mode « guidance »
- Mode « perturbateur »
 - Résistance
 - Augmentation des erreurs
- Mode « bimanuel »



PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Feed-Back

- Visuel
- Auditif
- Haptique



LE RETOUR SUR LES PERFORMANCES



LES DISPOSITIFS EXISTANTS

1. Les « manipulandum »
2. Les robots à câble
3. Les robots bimanuels
4. Les robots pour rééducation distale
5. Les exosquelettes motorisés



LES DISPOSITIFS EXISTANTS (1)

LES « MANIPULANDUM »

- Allègement gravitaire: bras articulé
- Guidage de la trajectoire du point de travail
- Rééducation proximale
- Travail en 2D, voire en 3D



MIT MANUS



- Boston (Hogan et Krebs)
- Feed back visuel, haptique et auditif



MIT MANUS

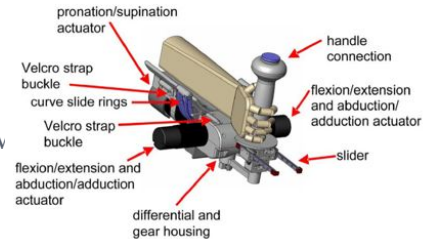


- Larges études cliniques chez l'hémiplégique (total: >10 études, 372 patients)
 - en phase précoce
Volpe, Neurology, 1999
 - en phase séquellaire
Fasoli, APMR, 2003
 - avec un recul allant jusqu'à 3 ans
Volpe, Neurology, 2000



IN MOTION

(INTERACTIVE MOTION TECHNOLOGIES, CAN)



- Version commercialisée du MIT MANUS
- Manipulandum + contrôle du poignet
- Autorisation FDA/Norme CE en cours
- Etude prospective, contrôlée, multicentrique en cours aux USA (200 patients prévus)



LES DISPOSITIFS EXISTANTS (2)

LES ROBOTS « À CABLES »

- Allègement gravitaire: support par câbles
- Travail en réalité virtuelle le plus souvent
- Guidage de la trajectoire
- Absence de contrôle des articulation proximales



GENTLE'S ROBOT (HAPTIC MASTER)

- 3 études cliniques, 46 patients

Coote, 2003

Seelen, 2007

Amirabdollahian, 2007



NEREBOT

(MECHATRONICS, PADOVA)

- Travail en 3D
- Peu coûteux
- Feed back visuel et auditif
- Conçu pour être utilisé en position allongée

Fanin, 2003

- Etudes suggérant une efficacité à la phase aigüe (17 patients) persistant à 8 mois

Masiero 2007



LES DISPOSITIFS EXISTANTS (3)

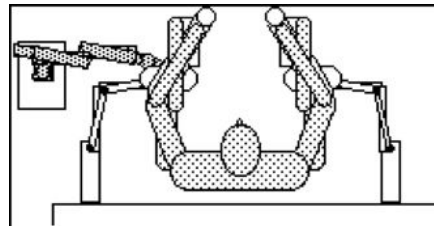
- Robots « Bimanuel »



MIME

MIRROR IMAGE MOTION ENABLER

- Stanford/Palo Alto
- Travail bimanuel
- En 3D
- Rééducation proximale
- 4 modes de travail



MIME

MIRROR IMAGE MOTION ENABLER

- 4 études cliniques, 76 patients
- Etudes en phase séquellaire

Lum, APMR, 2002

- Arguments suggérant l'intérêt du travail en bimanuel

Lum, 2006

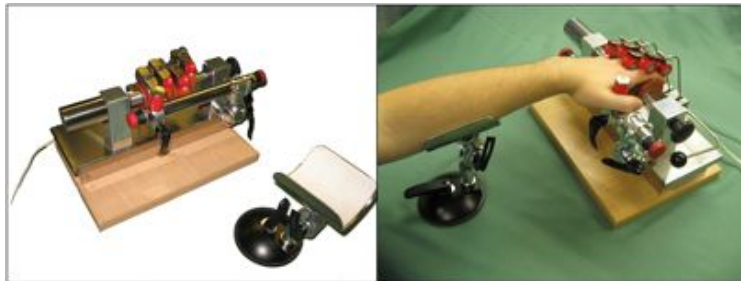


LES DISPOSITIFS EXISTANTS (4) RÉÉDUCATION DES MOUVEMENTS DE LA MAIN

- Rehadigit

Hesse, 2008

10 patients



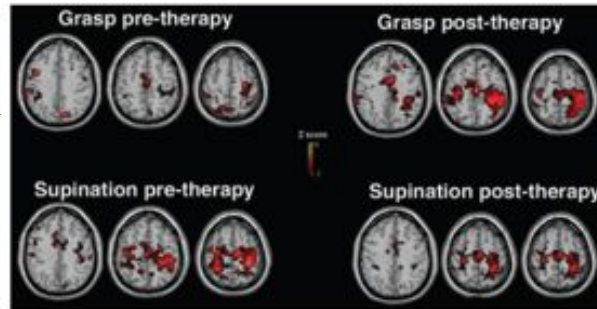
Robot-based hand motor therapy after stroke

Craig D. Takahashi,* Lucy Der-Yeghian, Vu Le, Rehan R. Motiwala and Steven C. Cramer

13 patients, 3 ans post AVC, 15 sessions d '1H30, mode passif, actif aidé, actif

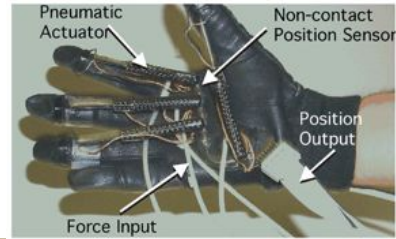


Amélioration Box and Block
Action Research Arm Test



LES DISPOSITIFS EXISTANTS (4) RÉÉDUCATION DES MOUVEMENTS DE LA MAIN

- Rutgers Master II Glove
 - Feed Back haptique, visuel et auditif
 - Peu évalué, 7 patients
Boian, 2002



LES DISPOSITIFS EXISTANTS (5)

- « Exosquelettes » robotisés
 - Permettent un contrôle des différentes articulations



Lokomat



ARMIN

- Zurich
- Exosquelette à 6 DDL
- Capteurs de position et d'effort
- Fonctionne en mode passif ou actif aidé
- Peu évalué (en cours)



LES PROJETS



The PECRO Exoskeleton
Bergamasco, St'Anna, Pisa, Italy



Brahma



QUELLE VALIDATION?

**Electromechanical and robot-assisted arm training for
improving arm function and activities of daily living after
stroke (Review)**

Mehrholz J, Platz T, Kugler J, Pohl M



QUELLE VALIDATION?

- Seulement 5 dispositifs ont été testés dans le cadre d'Etudes Contrôlées Randomisées:
 - MIT Manus (Cambridge) et In Motion Shoulder Elbow Robot
 - ARM Guide
 - MIME (Stanford)
 - Bi Manu Track
- D'autres ont été évalués de façon moins solide....





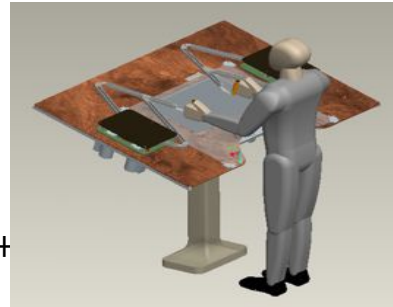
QUELLE VALIDATION?

- 11 études randomisées, 328 patients
- FM et MIF
- Début allant 1 semaine à >6mois
- En moyenne, 48 min/j de robot
 - études inhomogènes (modalités, temps et durées de ttt)
- Pas d'amélioration dans les AVQ
 - Bénéfices peut être plus importants en phase précoce
- Mais:
 - Amélioration des capacités de préhension et de la force de saisie
 - Pas d'effets indésirables



Efficacité largement suspectée
mais non totalement démontrée

PERSPECTIVES?



- Etudes de validation clinique +++
- Quel robot pour quel patient?
 - Exosquelette/manipulandum?
 - Rééducation distale/proximale?
 - ➔ *Systèmes hybrides permettant une rééducation proximale couplée à la préhension (SEF)*
 - Rééducation uni ou bimanuelle?
- Systèmes domestiques avec contrôle à distance par un rééducateur



PERSPECTIVES?

- Comprendre les mécanismes en cause

 - Tests cliniques

 - Analyse du mouvement

 - Imagerie fonctionnelle



- Développement technologique

- Recherche translationnelle





Merci de votre attention!

