

GAIT ANALYSIS IN PEDIATRIC ORTHOPAEDICS

Laboratoire du Mouvement
HUDERF/CHU Brugmann

Henri Schmit, PT
Marc Degelsen, PT
Bernard Dan, MD, PhD
Karin Pelc, MD
Ludo De Borre, MD

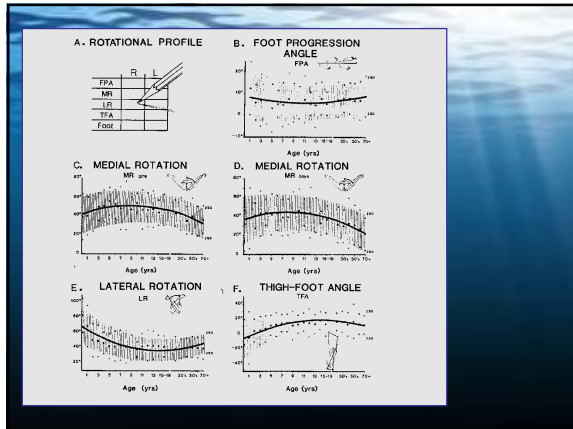
Use of gait analysis in treating CP children with with Botulinum Toxine

Diagnostic help from a gait lab to an orthopaedic surgeon

ABNORMAL GAIT

- 50% REFERRED CHILDREN
- 40% TORSION ABNORMALITIES
- 28% FLATFOOT
- 22% VALGUS-VARUS KNEES
- 10% TOE-WALKING





Zo functioneel hinderend: <1%

Femoraal: > 80° endo en > 50° femoraal valgus

Tibiaal: > 10° in en > 45° uit

8 jaar

- torsie tibia verbeterd weinig of niet
- Supramalleolair

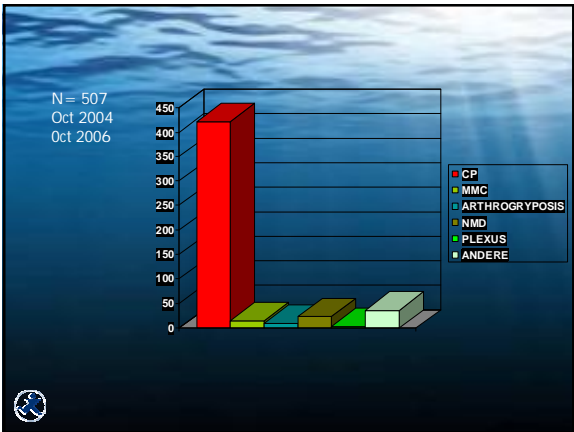
12 jaar

- Geen verbetering meer femoraal
- Nog geen compenserende extorsie van de tibia (cfr late adolescentie)

- | | |
|---|---|
| <p>Trauma:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fracture Stress fracture Toddler's fracture (minimally displaced spiral fracture of the tibia) Soft tissue contusion Ankle sprain ... <p>Infection:</p> <ul style="list-style-type: none"> Celulitis Osteomyelitis Septic arthritis Lyme disease Tuberculosis of bone Postinfectious reactive arthritis ... <p>Tumor:</p> <ul style="list-style-type: none"> Spinal cord tumors Tumors of bone Benign: osteoid osteoma, osteoblastoma Malignant: osteosarcoma, Ewing's sarcoma Lymphoma Leukemia ... | <p>Inflammatory:</p> <ul style="list-style-type: none"> Juvenile rheumatoid arthritis Transient synovitis Systemic lupus erythematosus ... <p>Leg length discrepancy</p> <p>...</p> <p>Congenital:</p> <ul style="list-style-type: none"> Developmental dysplasia of the hip Sickle cell Congenitally short femur Clubfoot ... <p>Developmental:</p> <ul style="list-style-type: none"> Legg-Calvé-Perthes disease Slipped capital femoral epiphysis Tarsal coalitions Osteochondritis dissecans (knee, talus) ... <p>Neurologic:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cerebral palsy, especial mild hemiparesis Neuromuscular diseases ... |
|---|---|

The Meaning of Relativity
Including the Relativity Theory of Invariant Systems
Albert Einstein
THIRD EDITION

- Epiphysiolysis of the hip: 7/100000
- Spina bifida: 1.5/10000
- Perthes: 1/5000
- Juvenile reumatoid arthritis: 1/1000
- Clubfoot: 1/1000
- Down syndrome: 1/800
- Cerebral palsy: 2.5/1000
- Rota-virus: 15-35/100
- Bored: 100/100

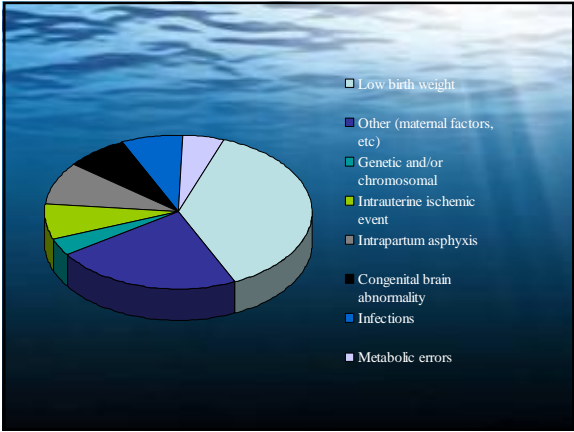


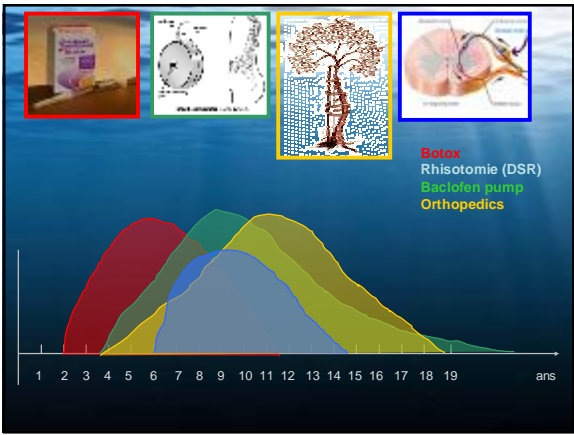
CEREBRAL PALSY

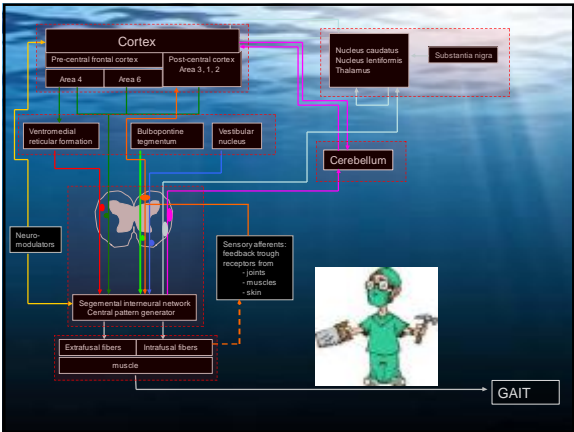
Primary
Spasticity,
Co-contraction
Weakness,
Loss of selective motor control,
Sensory deficits
Poor balance

Secondary
Lever arm disease
Muscle contractures

Tertiary
Coping responses







Tendon transfers in CP children

- Rectus femoris transfer
- Split tibialis anterior transfer
- Hamstring transfer
- Transfer FDL

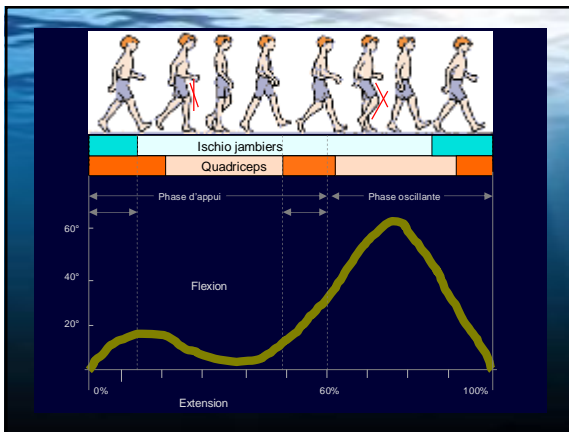
Stiff knee gait

1 Immaturité neuromotrice



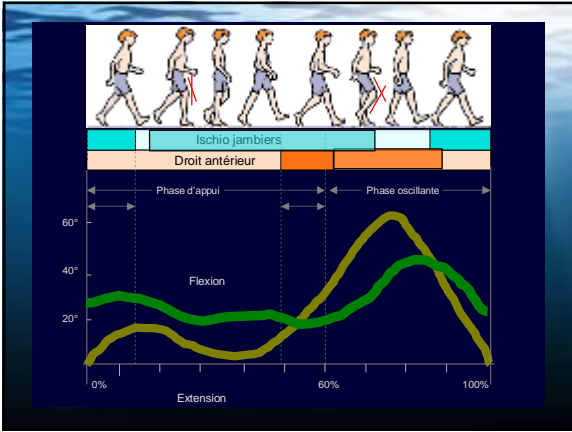
2 Moment excessif d'extension du genou pendant la phase oscillante

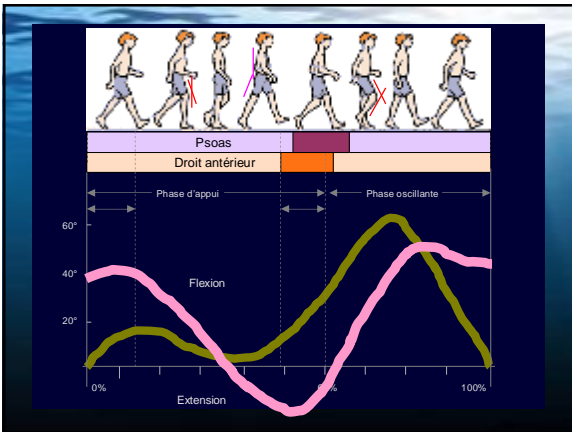
par exemple: activité anormale du droit antérieur pendant la phase oscillante:
spasticité du droit antérieur

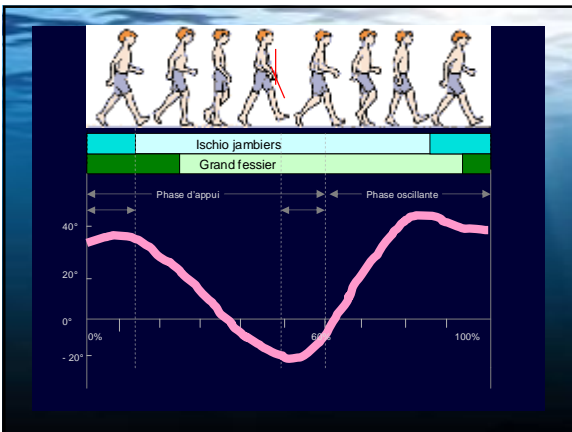


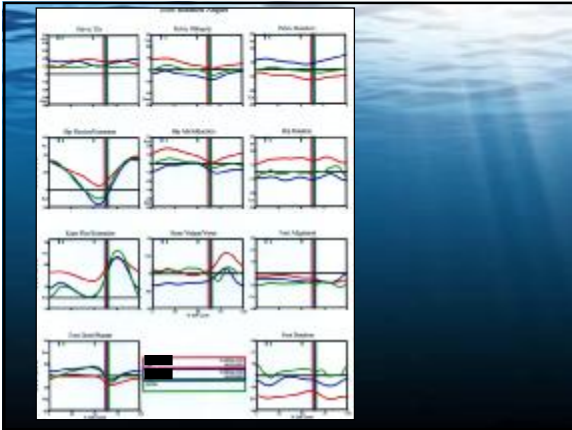
Nene A, Byrne C, Hermens H.
Is rectus femoris really a part of quadriceps ?
Assesment of rectus femoris function during gait in able-bodied adults.
Gait Posture, 2004 Aug;20(1):1-13

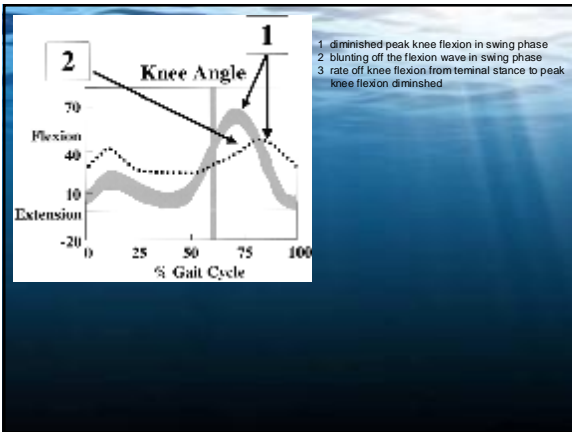


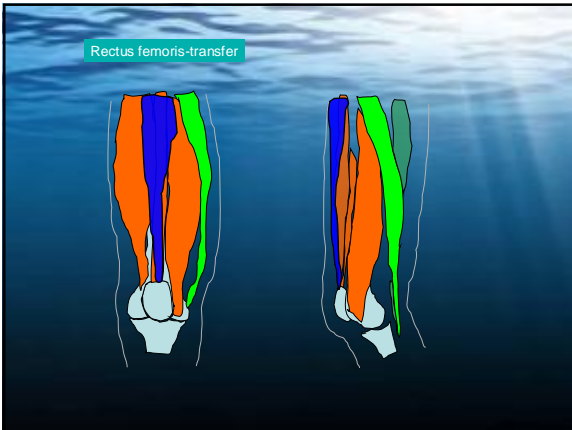


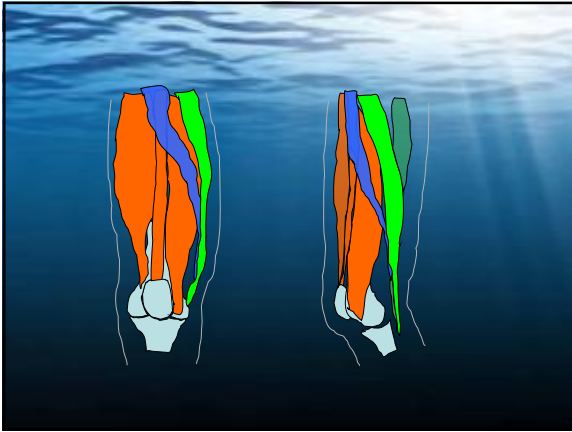


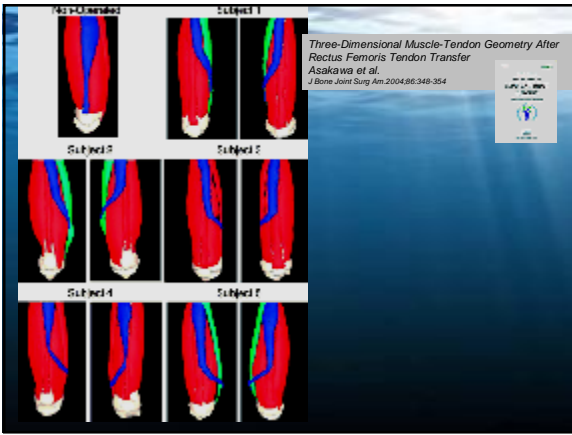


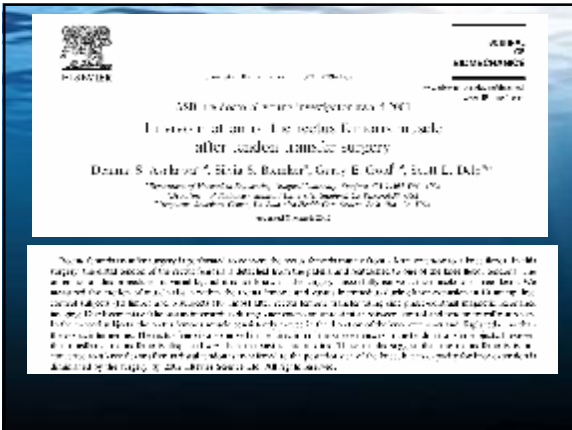








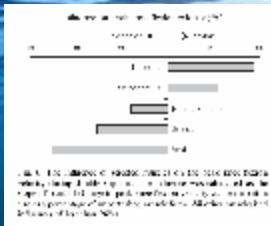




3 Vélacité insuffisante de flexion du genou à la fin de la phase d'appui
 par exemple: diminution de flexion de la hanche, fléchisseurs
 plantaires faibles



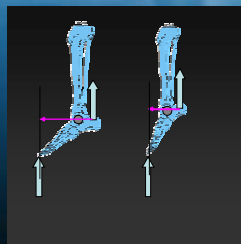
Exemple1: Sans & avec attelles
 Exemple2: Post-botox ilopsoas et fléchisseurs plantaires



Psoas et gastrocnémis contribuent le plus à
 à la vélocité knee peak flexion

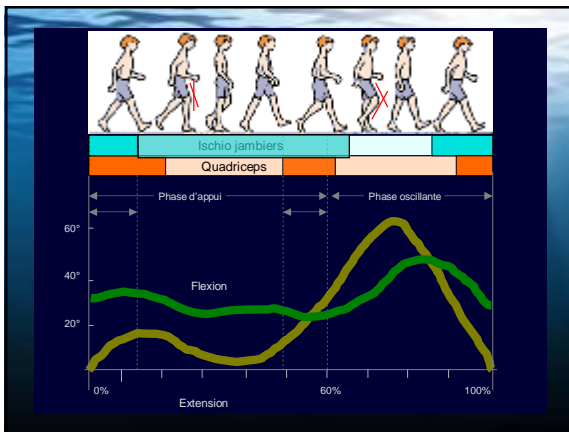
Droit antérieure, solaire et les vastes ont le potentiel
 de diminuer la vélocité

Kerrigan, D. Casey MD, MS; Burke, David T. MD, MA; Nieto, Tanya J. BA; Riley, Patrick O. PhD
 Can Toe-Walking Contribute to Stiff-Legged Gait?
 American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 80(1):33-37, January 2001.



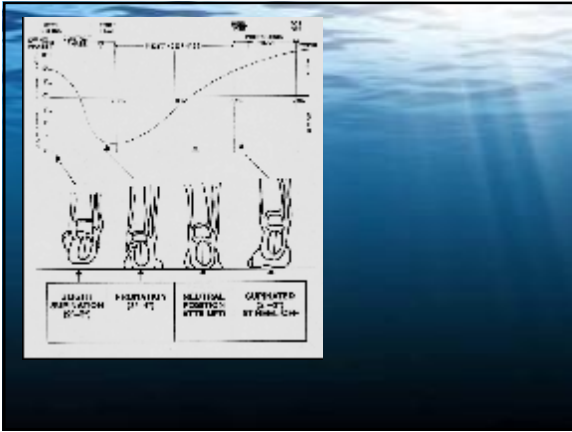
4 Activité anormale des ischiojambiers

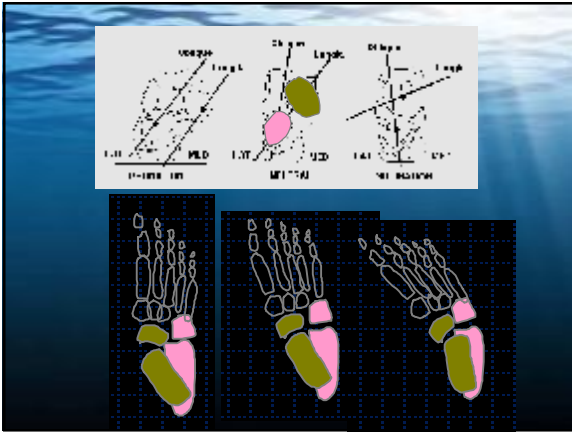
Paradoxe
Exemple: pre & post botox ischiojambiers

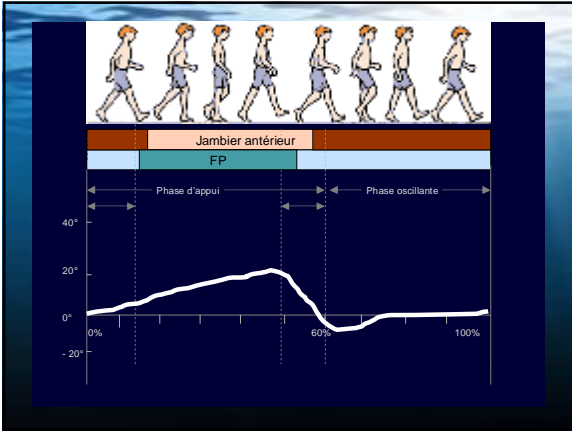


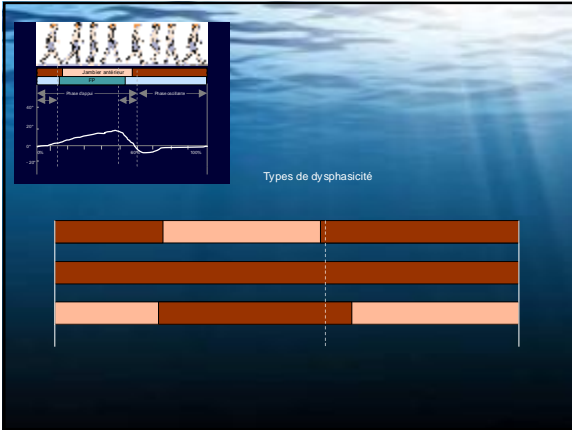
La marche normale implique: (J. Gage 1991)

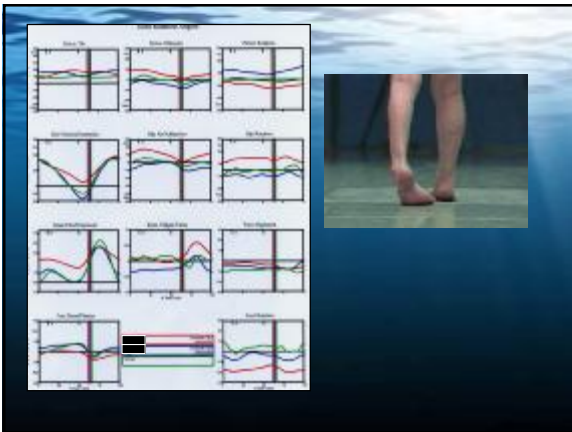
- 1) La stabilité lors de la phase d'appui
- 2) L'absence d'accrochage du pied lors de la phase oscillante
- 3) Le bon positionnement du pied à la fin de la phase oscillante qui permet le déroulement normal lors de la phase d'appui
- 4) Une longueur de pas correcte
- 5) La conservation de l'énergie pour que la marche soit la plus économique possible.

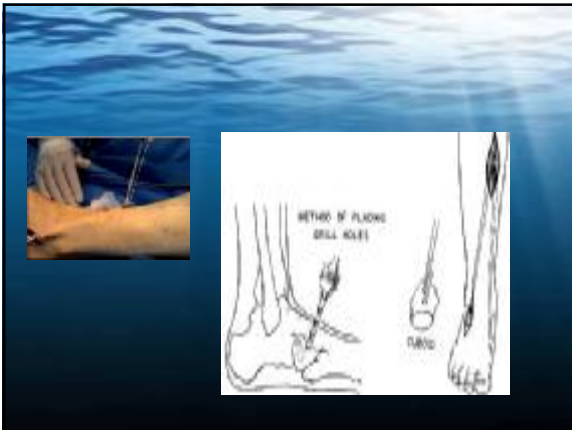


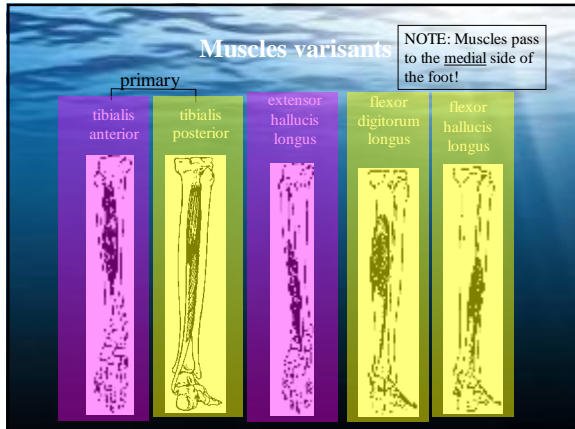


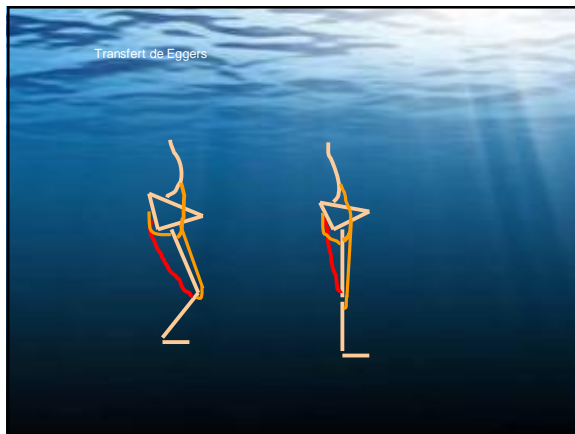


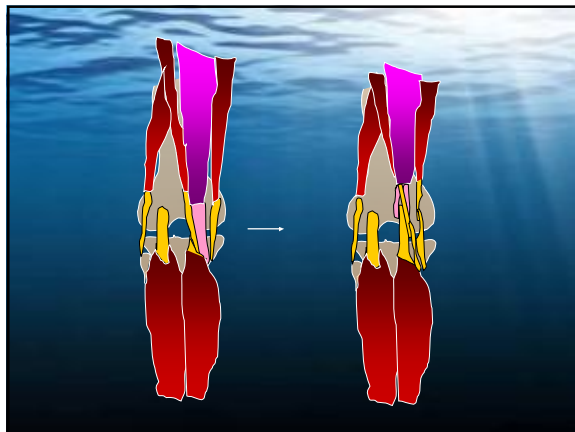


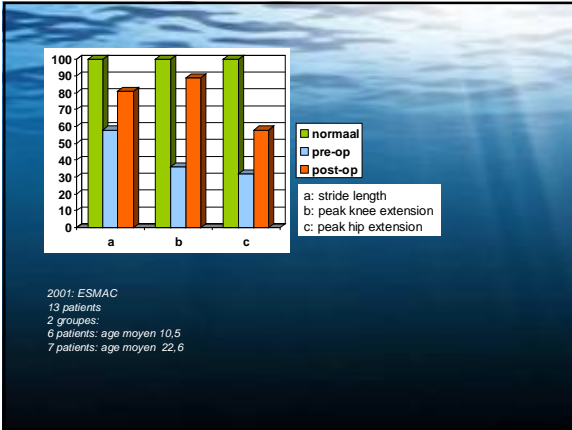


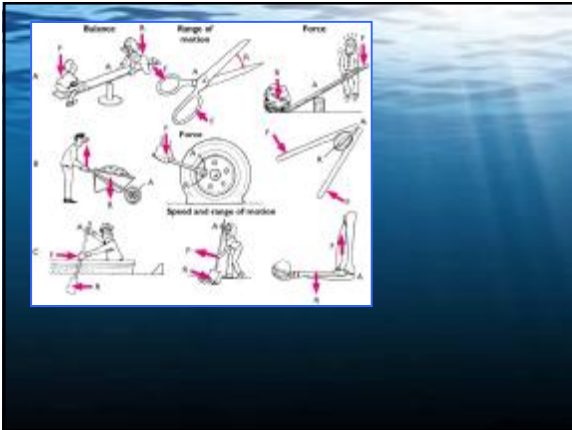


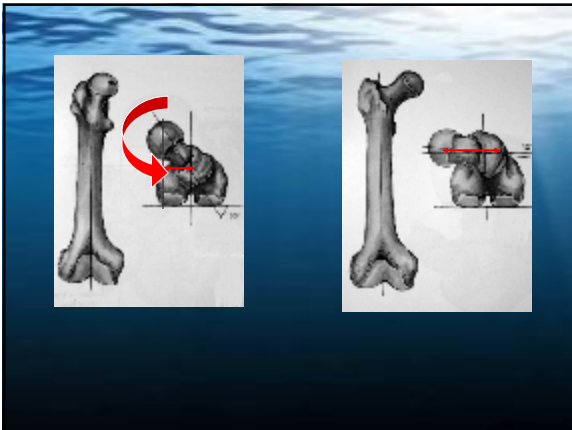


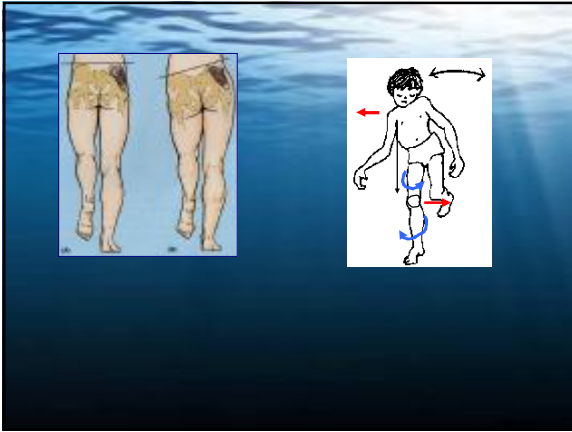




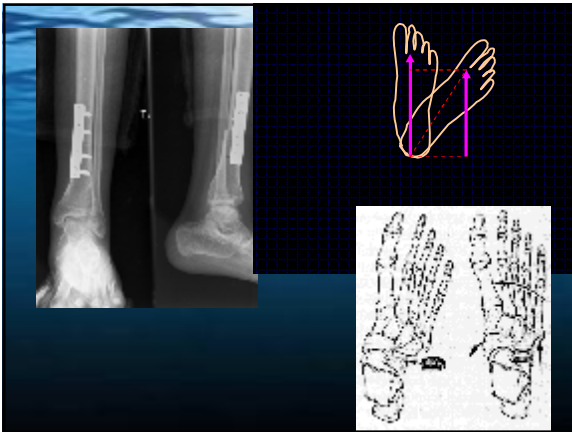




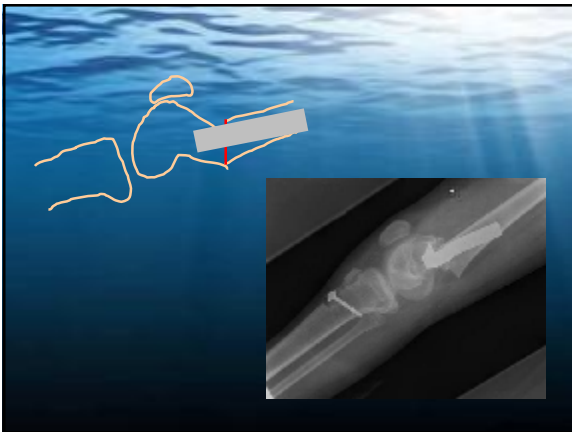












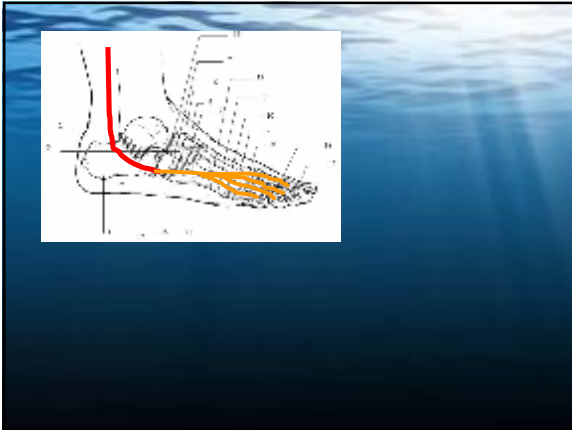
Anterior transfer of the toe flexors for equinovarus deformity of the foot.

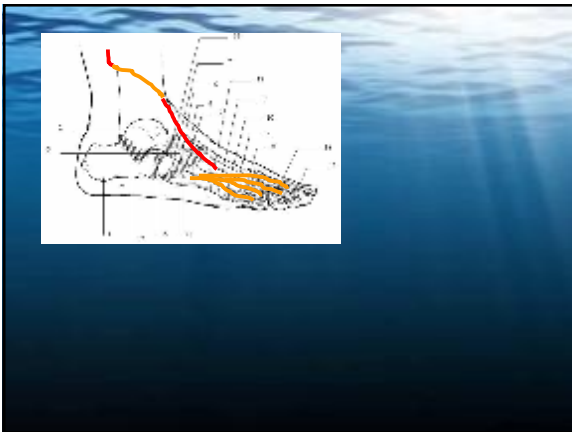
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7203738/>

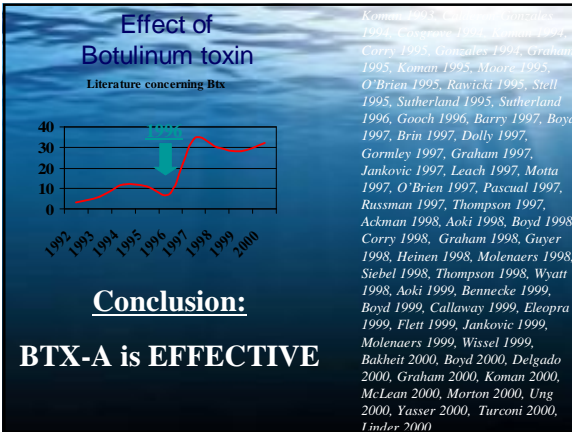
Anterior transfer of the long toe flexors was carried out for the treatment of spastic equinovarus foot deformity in both adults and children. Adults included those with hemiplegia subsequent to a stroke, **spastic hemiplegia** due to cerebral palsy and spastic spinal paraplegia. Most of the children had cerebral palsy. The transfer was indicated for an equinovarus foot with persistent rigidity of the toe flexors, which produced curling of the toes in the swing phase of the gait or a fixed hammer toe deformity. Fifty-six patients were followed up for more than four years. In all cases correction of the equinovarus deformity was achieved and maintained. With satisfactory correction stability of the ankle improved, postural abnormalities during gait decreased and bracing was not required. This study demonstrates the advantage of the long toe flexors for muscle transfer in these patients. The length of tendon available permitted easy transfer to the metatarsal. The delimiting of the spastic muscles allowed gait improvement and function of the tibialis posterior and tibialis anterior was preserved.

PMID: 7203738 [PubMed - indexed for MEDLINE]

Int Orthop.
1980;4(3):225-9.

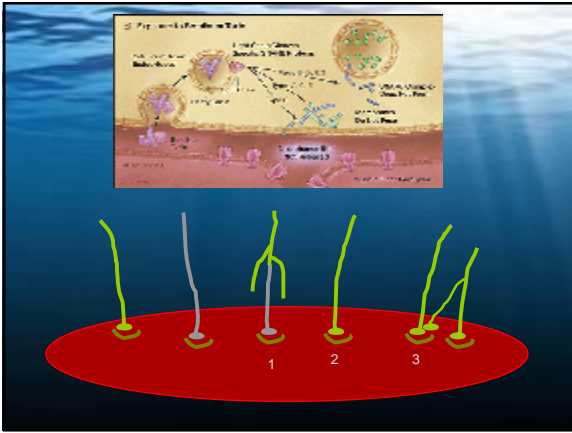






Dev Med Child Neurol. 2006 May;48(5):399.
Botulinum toxin and cerebral palsy: time for reflection?
Gough M, Fairhurst C, Shortland AP.
One Small Step Gait Analysis Laboratory, Guy's Hospital, London, UK.

“The focus on spasticity as the predominant problem in younger children with spastic CP may not fully consider the associated muscle weakness.”



L'intérêt de la toxine botulique et de la prise en charge globale et multidisciplinaire des enfants IMC

L'effet de la BTX-A



- BTX-A réduit le tonus
- ↓
- BTX-A influence les problèmes primaires

Question:

Est-ce que l'approche globale pour un traitement BTX-A:

- peut changer la marche de l'enfant IMC ?
- influence le proces pathologique induit par le tonus ?

Méthode



- 50 enfants IMC (76 traitements de membres)
 - 24 hémiplegies
 - 26 diplégies
- Âge : 3 ans 4 mois à 9 ans 8 mois
- Méthodologie de l'étude:
 - Avant le traitement
 - 2 mois après le traitement
 - 6 mois après le traitement
- Analyse complète de la marche
 - cinématique (*vicron*)
 - cinétique (*AMTI*)
 - EMG (*K-lab*)

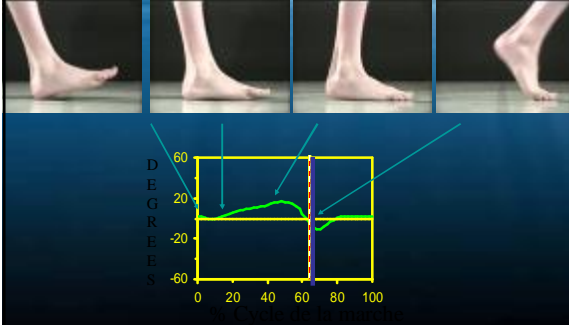


L'approche globale (intégrée) pour le traitement par BTX-A

- Fondements
 - Sélection des muscles: traitement multi-étagé
 - Dosage et technique d' injection
- Facteurs essentiels
 - Soins ultérieurs
 - Plâtres
 - physiothérapie
 - Prise en charge orthopédique
 - Evaluation des résultats
 - Sélection des patients, timing et objectifs

Sélection de 90 paramètres de marche

issus des résultats cinématique, cinétiques et électromyographiques



Analyse des données

- Données brutes et variables standardisées
- Comparaison des paramètres de marche avant et après traitement par la BTX-A
 - Test t de Student
 - Test signé par rangs de Wilcoxon
 - Analyse de la variance des mesures répétées
- Valeur critique de $p = 0.005$
 - Application par niveau de la correction de Bonferroni aux paramètres cinématique, cinétique et EMG

Traitement multi-étage



- Traitement multi-étagé des muscles de la jambe par la BTX-A
 - 1 à 3 niveaux ou 2 à 6 groupes de muscles
 - Sélection des muscles fondée sur l'examen clinique et les données objectives de la marche
- Doses appropriées (botox)
 - Diploïque: moyenne de 23.8 U/kg/poids corporel
 - Hémiploïque: moyenne de 15.8 U/kg/poids corporel
- Plâtres pré- ou post traitement
 - Plâtres des 2 jambes (pre ou post BX-A)
 - 7 à 35 jours (plâtres successives)
- Physiothérapie et prise en charge orthopédique appropriées

Résultats des études

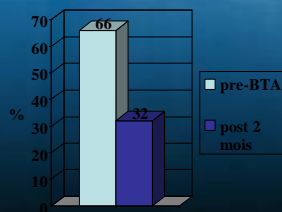
- Modification au niveau de la cheville
- Modification au niveau du genou, de la hanche et du bassin

Tous les patients ont connus une amélioration au niveau de la cheville (P<0.005)

- Amélioration de la position de la cheville lors du contact initial
- Amélioration de la deuxième bascule
- Diminution du couple pathologique flexion plantaire/extension du genou



Fréquence du couple pathologique flexion plantaire/extension du genou

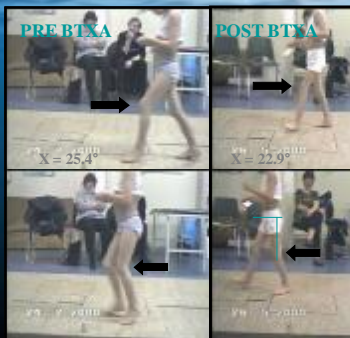


Activité phasique du jambier antérieur 26 % des patients

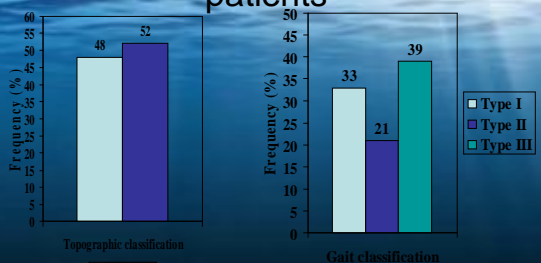


Modification au niveau du genou, de la hanche et du bassin

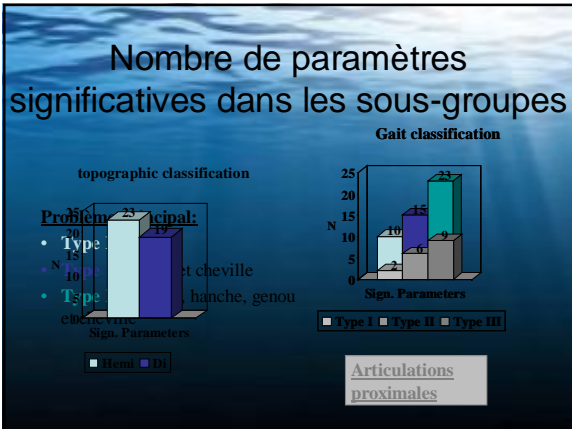
- Diminution de la flexion du genou lors de la prise de contact
- Normalisation de l'angle du genou et de la hanche à la fin du pas
- Diminution de la rotation de la hanche
- Amélioration de la stabilité du bassin dans le plan frontal et transversal

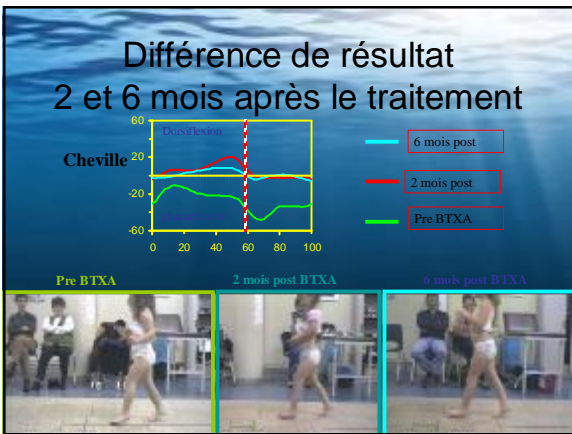


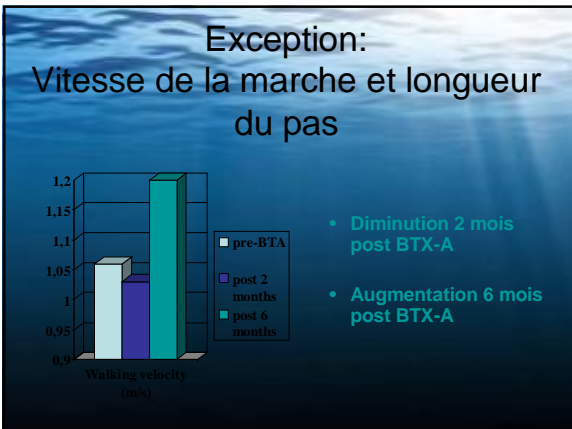
Classification des groupes de patients



- **Type I** la cheville
- **Type II** genou et cheville
- **Type III** hanche, genou et cheville







Comparaison des résultats à court et moyen terme: Evolution pendant la période allant du 2^o au 6^o mois suivant les injections de BTX-A
(Repeated measures analysis of variance)

- Poursuite de l'amélioration des paramètres de la marche:
 - Paramètres temps et distance
 - Stabilité du bassin dans le plan transversal
 - Amplitude du mouvement du genou en position debout
 - Augmentation de la génération de puissance au niveau de la hanche
- Stabilité des paramètres (amélioration significative):
 - Asymétrie du bassin en cas d'hémiplégie
 - Amplitude du mouvement de la cheville lors de décollement
- Légère diminution des améliorations (restant significatives)
 - Au niveau de la cheville lors du contact initial, du balancement terminal et du balancement
 - Mouvement de la cheville en deux ressauts

Signes d'un effet de transfert à tous les niveaux

Un traitement global multi-étagé par de la BTX-A peut modifier la mode de marche

↓


Influence du procès pathologique
(K. Graham, 1993)












Cerebral palsy
Spinal dysrafism
Hereditary sensoromotor neuropathies



Characterization of gait parameters in patients with Charcot-Marie-Tooth disease.

Kuruville A, Costa JL, Wright RB, Yoder DM, Andriacchi TP
Department of Neurological Sciences, Rush-Presbyterian-St. Luke's Medical Center,
Rush University, Chicago, IL 60612, USA.
