

**CHIRURGIE DES
DEFORMATIONS DES MEMBRES
INFÉRIEURS CHEZ L'ENFANT
ATTEINT DE PARALYSIE
CÉRÉBRALE**

**Surgery of lower extremity
abnormalities in children with
cerebral palsy**

Dendane.M.A, Kaddouri N, Amrani.A

RESUME

La chirurgie est un des moyens thérapeutiques utilisés pour corriger les déformations orthopédiques des membres inférieurs causées par la paralysie cérébrale spastique chez l'enfant. La spasticité entraîne des rétractions musculotendineuses et des déformations ostéoarticulaires qui entravent les capacités fonctionnelles et handicapent la marche de l'enfant. Actuellement, il est établi que la correction des troubles de la marche par une chirurgie multi site en un seul temps est le traitement de choix à condition de maîtriser les indications, de choisir le meilleur moment pour intervenir et surtout d'agir dans le cadre d'une prise en charge personnalisée pour l'enfant et

Conflit d'intérêt : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt en rapport avec la rédaction de cet article

* Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Mohammed V, Rabat

multidisciplinaire associant kinésithérapie spécialisée, toxine botulique et appareillage orthopédique.

Mots clé : paralysie cérébrale, chirurgie, enfant

MOTS-CLÉS : paralysie cérébrale, chirurgie, enfant

ABSTRACT

The surgery one of average therapeutic is used to correct the orthopaedic deformations of the lower extremities caused by the spastic cerebral palsy in child. The spasticity involves muscle contracture and articular deformations which block the functional capacities and handicap the walk of the child. Currently, it is established that the correction of the disorders of walk by a single event multilevel surgery is the treatment of choice on condition that controlling the indications, to choose the best moment to intervene and especially to act within the framework of a management personalized for the child and multidisciplinary associating specialized physiotherapy, botulinic toxin and orthosis.

Keywords: cerebral paralysis, surgery, child

INTRODUCTION

La prise en charge des déformations orthopédiques des membres inférieurs survenant dans le cadre de la paralysie cérébrale notamment dans sa forme spastique est un sérieux défi posé aux chirurgiens pédiatres, neuro pédiatres, kinésithérapeutes et orthoprothésistes. La place de la chirurgie est de plus en plus codifiée ces dernières années. Cependant, la chirurgie est un épisode thérapeutique inscrit dans le cadre d'une gestion globale ayant pour but de corriger les rétractions musculotendineuses et les anomalies ostéo

articulaires causées par la spasticité. L'objectif de ce travail est de mettre au point l'apport de la chirurgie et les progrès réalisés dans ce domaine aussi bien chez l'enfant grabataire que marchant.

PRE REQUIS (1)

° Les déformations orthopédiques apparaissent surtout dans les formes spastiques de la paralysie cérébrale. Le déséquilibre entre muscles agonistes et antagonistes, causé par la spasticité, perturbe la croissance musculaire et ostéo articulaire et entraîne progressivement une contraction excessive des muscles dominants qui deviennent trop courts avec des aponévroses rétractées. Afin de permettre à l'enfant d'avoir une marche plus efficace, des mécanismes d'adaptation vont s'installer. Ainsi, une rotation du bassin par exemple pourrait allonger le pas et compenser un flessum de hanche et un fauchage du membre inférieur lors de la phase oscillante du pas permet de lutter contre l'excès de flexion des genoux. Ces mécanismes sont néanmoins souvent à l'origine de détérioration fonctionnelle lors de la période pubertaire, pouvant entraver les possibilités de marche à l'âge adulte.

° Chez l'enfant paralysé cérébral, la chirurgie vise la correction des déformations orthopédiques en s'inscrivant obligatoirement dans le cadre d'une prise en charge globale à visée avant tout fonctionnelle. Cette chirurgie spécialisée est réalisée en principe par des praticiens maîtrisant parfaitement la physiopathologie des déformations orthopédiques et sachant analyser et évaluer la marche de l'enfant, notamment grâce à l'apport de l'analyse quantifiée de la marche.

Les interventions chirurgicales ne sont envisagées que dans le cadre d'une gestion pluridisciplinaire régulière permettant principalement une rééducation réalisée par des kinésithérapeutes spécialisés. Cette condition est nécessaire afin d'optimiser l'apport des traitements chirurgicaux. Ces derniers sont indiqués quand les

traitements conservateurs ne sont plus efficaces.

° Notion de marche et potentiel de marche

On distingue habituellement les enfants infirmes marchants avec ou sans aide ; atteints d'hémiplégie ou de diplégie, des patients quadriplégiques chez lesquels la marche est souvent impossible. Il existe par ailleurs des formes intermédiaires chez des enfants dits à potentiel de marche, présentant un périmètre de marche réduit et nécessitant souvent des aides techniques.

PARALYSIE CEREBRALE ET CHIRURGIE DES MEMBRES INFÉRIEURS

Dans le but de corriger les déformations orthopédiques et améliorer le pronostic de marche, l'enfant infirme moteur devrait être rééduqué dès les premiers mois de la vie. La kinésithérapie est le traitement de base des séquelles orthopédiques de la paralysie cérébrale mais elle nécessite d'être associée à d'autres thérapeutiques. L'appareillage orthétique, la toxine botulinique et la chirurgie sont utilisées pour faciliter et ou améliorer les performances de la rééducation.

La chirurgie autrefois réalisée en plusieurs temps, est actuellement remplacée par une intervention multi sites réparant en un seul temps opératoire toutes les déformations par le biais de gestes sur le tendon, le muscle et/ou l'os et ce afin d'améliorer l'intégration de l'enfant dans son environnement socio scolaire et familial (2)

Chirurgie de l'enfant marchant ou à potentiel de marche :

Chez le marchant, le traitement consiste à réparer toutes les déformations en un seul temps opératoire après avoir réalisé une analyse quantifiée de la marche. Ce bilan préopératoire permet de localiser exactement les sites tendineux ou

ostéoarticulaires qui devraient être abordés.
(1)

Chirurgie de l'enfant quadriplégique grabataire :

L'idéal chez ces patients est d'assurer un suivi régulier pour pouvoir intervenir chirurgicalement lorsque les déformations sont encore modérées. Chez cette catégorie de patients, l'objectif de la chirurgie est de procurer un certain confort de vie chez un enfant restant dépendant de son entourage car elle n'aboutit pas à une amélioration fonctionnelle visible. (3)

MOMENT DE LA CHIRURGIE. QUAND OPERER ?

La décision d'une correction chirurgicale est facile lorsque la déformation orthopédique est flagrante. Par contre, une déformation simple ou modérée devrait être épargnée initialement par la chirurgie jusqu'à ce que l'évolution démontre la genèse d'un trouble fonctionnel avéré ou une aggravation palpable de la déformation. L'idéal est d'opérer en fin de croissance. Cependant, il est possible qu'une dégradation des fonctions des membres inférieurs oblige le chirurgien à intervenir plus précocement, dès l'âge de 5 ou 6 ans. En pratique, la chirurgie devient indispensable lorsque les possibilités de déplacement et d'autonomie sont détériorées chez un enfant atteint de paralysie cérébrale et correctement rééduqué. (1, 4, 5)

PREPARATION A LA CHIRURGIE

Le bilan préopératoire est d'abord clinique et doit comporter en plus du bilan articulaire statique, une analyse de la force musculaire, des réactions de posture et d'équilibre ainsi qu'une évaluation de la spasticité.

Devant la multitude des schémas de prise en charge, la tendance va actuellement vers

la mise en œuvre de moyens d'évaluation standardisés comportant l'appréciation des capacités motrices et surtout l'analyse quantifiée de la marche (AQM) (5). Cette dernière, couplée à un examen clinique neuro orthopédique précis permet d'obtenir des éléments objectifs sur les membres inférieurs et d'arriver à poser des indications thérapeutiques bien ciblées sur ces membres (6,7)

INSTALLATION DU PATIENT

L'enfant est installé en décubitus dorsal strict. L'anesthésie est générale et permet de réaliser avant la mise en place du champ opératoire un ultime examen clinique pour doser les raccourcissements musculo tendineux. Le bassin et les deux membres inférieurs sont préparés stérilement même en cas de geste unilatéral afin de pouvoir vérifier et comparer les deux membres en per opératoire. Les gestes chirurgicaux faits sous garrot sont en principe réalisés selon une chronologie descendante débutant par le bassin et se poursuivant progressivement vers les pieds. (1)

GESTES CHIRURGICAUX

A- INTERVENTIONS PORTANT SUR LA HANCHE

• Traitement des Rétractions Musculaires

Les muscles concernés sont l'ilio psoas, les adducteurs et le droit fémoral. Les adducteurs que sont le long adducteur, le court adducteur et le gracile sont coupés dans cet ordre jusqu'à l'obtention d'un volant normal d'abduction de hanche (8) (Figure 1). Comme le conseille Fernandez-Paleazzi, ce geste devrait concerner les 2 hanches même dans les formes à prédominance unilatérale (9). La voie d'abord transversale en regard de la corde des adducteurs permet de réaliser une ténotomie de 2 tendons (long adducteur et

gracile) chez l'enfant marchant et des 3 tendons chez le grabataire et d'associer une neuroclaspie, neurotomie ou neurectomie de la branche antérieure du nerf obturateur, selon l'importance de la spasticité de ces muscles. (1). La ténotomie du tendon intermédiaire du psoas major est faite dans la fosse iliaque interne. Ce geste est dicté en principe par un flessum de hanche supérieur à 20° et est associé chez le grabataire à une section des fibres antérieures du tenseur du fascia lata et une ténotomie du droit fémoral. (10)



Fig 1: Abord des Adducteurs de Hanche

- Ostéotomies autour de la hanche

Il s'agit de réaliser une ostéotomie de dérotation fémorale proximale chez un diplégique qui présente un excès de rotation interne du membre, l'antéversion fémorale excessive étant le principal facteur d'instabilité de la hanche paralytique (2). Actuellement, cette dérotation fémorale peut se faire dès l'âge de 6-7 ans chez le diplégique marchant sur une hanche encore stable dès lors que l'enfant présente une démarche en rotation interne avec chutes fréquentes, détérioration excessive et rapide des chaussures et pieds valgus (11). Cette ostéotomie corrige la rotation de 15 à 20° et est associée à une correction de l'angle cervico diaphysaire ramené en varisation à 115-120°. (8)

Au niveau du pelvis, l'acétabuloplastie de Dega semble être la plus efficace chez le

paralysé cérébral (figure 2). Cette ostéotomie permet de corriger l'obliquité dysplasique de l'acétabulum aussi bien chez le non marchant à hanche luxée que chez le diplégique marchant à hanche non luxée. Ce geste améliore l'ensemble de la couverture notamment postérieure de la tête fémorale et préviendrait d'une arthrose précoce de la hanche. (8)



Fig 2: Acétabuloplastie de Dega en vue per opératoire

B- INTERVENTIONS PORTANT SUR LE GENOU

Habituellement, le tableau est celui d'un flessum d'intensité variable chez un marchant. Actuellement, il semble logique de ne plus réaliser de simples ténotomies (sauf pour le gracile) et de préférer des gestes d'allongement et de transfert adaptés à l'importance du flessum et associés dans les formes sévères à une plastie capsulaire voir à une ostéotomie de déflexion du genou. (12, 13)

L'appréciation de la sévérité du flessum est réalisée en pré opératoire immédiat en mesurant l'angle poplité cuisse fléchi à 90° et genou en extension complète. Les principaux gestes à réaliser sont les suivants :

- Allongement des ischio jambiers médiaux

L'abord postéro interne du creux poplité permet d'avoir un bon jour sur ces tendons. Le gracile est toujours sectionné. Par la

suite, la section la plus distale possible du semi tendineux permet de vérifier le gain obtenu en mesurant l'angle poplité et de le transférer sur le semi membraneux en dosant sa tension dans l'optique de sauvegarder son rôle de muscle extenseur de hanche. L'intervention peut être complétée par un allongement en chevron de la gaine aponévrotique du semi membraneux. (1)

En pratique, les gestes sur les muscles fléchisseurs du genou ne sont pas standardisés en raison des grandes variations entre les séries et les patients. Gordon et al ont rapporté l'intérêt de réaliser une ténotomie percutanée du gracile chez le paralysé cérébral jeune chez lequel le déficit d'extension du genou est limité (14). A l'opposé, Graviliu et al a démontré l'intérêt d'associer la ténomyoplastie de Burnei (allongement du semi membraneux et transfert du semi tendineux sur le semi membraneux) au procédé de Herbert comportant une capsulotomie postérieure (12). Ces auteurs préconisent ce protocole pour les déficits d'extension du genou entre 30 et 60° ou en cas de défaut de flexion en phase oscillante de la marche. Ils rapportent de bons résultats à long terme.

- **Droit fémoral**

Un geste sur ce tendon est discuté en cas de raideur en extension ou de défaut de flexion du genou. L'intervention de Gage transférant le droit fémoral soit en dedans sur le gracile soit en dehors sur le sartorius suivant la position de rotation du membre inférieur, améliore la flexion à long terme à condition qu'il persiste un ou plusieurs fléchisseurs actifs. (13). Lorsque la rotule est ascensionnée avec un quadriceps faible, ce transfert est associé à un abaissement rotulien de préférence par plicature du tendon rotulien. Certains préfèrent une ténotomie du droit fémoral, faite en sus patellaire pour ne pas l'affaiblir dans son rôle de fléchisseur de hanche avant la phase oscillante du pas (15).

- **Ostéotomie basse de déflexion**

Une flexion du genou excédant 60° sans possibilité d'extension peut nécessiter une ostéotomie de déflexion soit par soustraction antérieure dans la métaphyse fémorale distale (1) soit par une ostéotomie en Y-V de Burnei associant extension et raccourcissement fémoral afin de minimiser la tension sur les ischio jambiers (12)

C- Interventions portant sur le Pied et la cheville

A ce niveau, la chirurgie vise le bon positionnement du pied à l'attaque du pas et sa stabilisation lors de la phase d'appui. En pratique, il est souvent difficile de distinguer le déficit primitif d'origine neurologique du trouble secondaire par adaptation à des défauts sus jacents au niveau du genou et de la hanche. Les traitements destinés au pied devraient tenir compte des variations cliniques entre un pied statique en décharge et un pied dynamique en charge (16)

Les principaux gestes à réaliser sont :

- **Allongement du Triceps sural**

Cet allongement est indiqué en cas d'équin fixé et irréductible passivement. Grâce au test de Silfverskiold, on peut choisir entre une ténotomie terminale isolée des gastrocrémiens (si équin se corrigeant genou fléchi) et l'adjonction d'une aponévrotomie transversale du soléaire voir l'allongement du tendon calcanéen (équin incorrigible genou fléchi ou équin trop important). La tendance actuelle est de préférer les sections aponévrotiques et de réserver l'allongement du tendon calcanéen en fin de croissance à l'équin sévère vu tardivement (2, 17)

- **Ténotomie distale des gastrocrémiens :**

La technique par abord postéro interne en regard du galbe des jumeaux consiste à sectionner le tendon distal. Cette ténotomie

est suffisante lorsque le test de Silfverskiold permet d'obtenir 5° de dorsiflexion du pied ; genou en extension. Lorsqu'il persiste une rétraction résiduelle du muscle soléaire révélé par le même test, on devrait associer une aponévrotomie transversale du soléus (17). Certaines équipes préfèrent réaliser un allongement intra musculaire des gastrocrémiens et du soléaire selon le procédé de Bauman et Koch (17)

b- Allongement du Tendon d'Achille :
Réalisé d'emblée devant un équin irréductible dépassant les 30° ou lorsque les gestes sur les gastrocrémiens et le soléaire s'avèrent insuffisants, l'allongement est réalisé en principe en fin de croissance (2, 17). Certains auteurs réalisent un allongement percutané mais le réglage est parfois difficile avec un risque réel de talus iatrogène (18). La plupart des auteurs réalisent un allongement à ciel ouvert soit par dédoublement dans le plan sagittal en conservant l'insertion distale valgusante soit par la méthode de Hoke qui permet l'allongement sans rompre la continuité du tendon (18)

• Transfert et Allongement du Tendon Tibial Postérieur

La ténotomie de ce tendon est déconseillée car entraînerait un valgus et une subluxation de la cheville. Par contre, son transfert vers la face dorsale du pied en regard du troisième cunéiforme est surtout utile dans les formes peu spastiques. Lorsqu'il s'agit d'une déformation en varus du pied causé par un tendon très spastique notamment avant l'âge de 10 ans, le procédé de Green est une solution idéale, il s'agit d'un hémi transfert du tibial postérieur combiné à son allongement dans sa partie proximale (1, 16, 18)

• Transfert du Tibial antérieur

La technique de Hoffer réalise un hémi transfert de ce tendon vers le cuboïde (18).

Ce transfert est utile quand il existe une supination adduction de l'avant pied secondaire à un tendon spastique. Cette situation se voit chez certains hémiplegiques. (16, 17)

• Ostéotomies du calcanéum

L'ostéotomie de Dwyer est destinée au varus fixé de l'arrière pied lorsque la chirurgie des parties molles n'est d'aucun apport. C'est une ostéotomie de soustraction réalisée à la face externe du calcanéum et fixée par une agrafe de Blount (17, 18)

° Chirurgie du pied plat valgus

Ce type de déformation est assez fréquent, en particulier chez le diplégique et le quadriplégique à cause de la contracture du complexe soléus – gastrocrémiens et des tendons fibulaires (19). L'ostéotomie du bord latéral du pied est indiquée devant un pied valgus modéré avec abduction réductible de l'avant pied (20). Par contre, dans les pieds plats valgus douloureux et très disgracieux, il est recommandé de recourir à l'intervention de Grice ou à celle du cavalier ou d'associer les deux afin de stabiliser l'arrière pied soit par une vis talo calcanéenne ou avec un greffon fibulaire impacté au niveau du sinus du tarse. Ces techniques qui ne retentissent pas en principe sur les structures de croissance, sauvegardent la mobilité de l'arrière pied et sont réalisables dès l'âge de 5- 6 ans (21, 22). En fin de croissance et devant une déformation fixée, une double arthrodèse des articulations sous talienne et transverse du tarse, reste l'unique alternative pour assurer un appui plantigrade et indolore (23)

GESTION DE LA PERIODE POST OPERATOIRE

Comme chez tout opéré orthopédique, la période post opératoire nécessite une surveillance serrée pour dépister à temps

toute souffrance sous plâtre, toute douleur ou saignement. Chez le paralysé cérébral, il est recommandé après une chirurgie multi site de réaliser des plâtres cruro-pédieux genoux en extension et chevilles à 90°. Les plâtres sont bivalvés au bloc opératoire. Quant au bassin et aux hanches, ils ne sont pas immobilisés dans la grande majorité des cas.

La durée d'immobilisation stricte ne devrait pas dépasser les 2 semaines pour éviter une régression des acquisitions motrices. La première verticalisation et mobilisation articulaire sont faites passivement puis activement entre le 14^{ème} et le 21^{ème} jour post opératoires. Le type et le rythme du programme de kinésithérapie dépendent des interventions réalisées sur les parties molles et les os.

CONCLUSION

La chirurgie des séquelles orthopédiques de la paralysie cérébrale chez l'enfant n'est pas une concurrente aux traitements conservateurs que sont la rééducation, la toxine botulinique et l'appareillage orthétique. Cependant, le traitement chirurgical complète ces thérapeutiques quand ils deviennent inefficaces. La décision d'opérer un enfant paralysé cérébral n'est pas du seul ressort du chirurgien mais se concrétise dans le cadre d'une réflexion multidisciplinaire incluant l'enfant et ses parents. Ceux-ci devraient comprendre que la chirurgie n'est qu'un épisode thérapeutique qui va être relayée par une kinésithérapie post opératoire spécialisée afin de pérenniser les résultats obtenus après l'intervention.

REFERENCES

- 1- Le Barbier B, Ursei M. Chirurgie multi sites chez le paralysé cérébral marchant ou à potentiel de marche. EMC, techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie : 44-533, **2009**
- 2- Dreher T , Buccoliero T, Wolf S I, Heitzmann D, Gantz S, Braatz F, et al. Long-term results after Gastrocnemius-Soleus intramuscular aponeurotic recession as a part of multilevel surgery in spastic diplegic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. **2012**; 94:627-3
- 3- Terjesen T. The natural history of hip development in cerebral palsy. Developmental Med & Child Neurol **2012**, 54: 951-957
- 4- Rutz E, Baker R, Tirosh O, Brunner R. Are Results After Single-event Multilevel Surgery in Cerebral Palsy Durable? Clin Orthop Relat Res **2013** ; 471:1028-38
- 5- Švehlík M, Steinwender G, Lehmann T, Kraus T. Predictors of outcome after single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy: a retrospective ten-year follow-up study. Bone Joint J **2016** ; 98-B (2):278-81.
- 6- Bonnechère B, Wermenbol V, Dan B, Degelaen M, Salvia P, Rooze M et al. Examen clinique de l'enfant infirme moteur cérébral : existe-t-il un consensus entre les praticiens ? Rev Med Brux **2013** ; 34 : 70-8
- 7- Viehweger E., Bérard C, Berruyer A, Simeoni M.-C. Bilan articulaire des membres inférieurs d'un enfant atteint d'une infirmité motrice cérébrale. Ann réadapt méd phys **2007** ; 50: 258-65
- 8- Kim HT, Jang J H, Ahn JM, Lee JS, Kang DJ. Early Results of One-Stage Correction for Hip Instability in Cerebral Palsy. Clin Orthop Surg **2012**; 4:139-148
- 9- Fernandez-Palazzi F, Carpio A. Adductor myotomy in cerebral palsy: uni or bilateral. J Child Orthop **2008**; 2:225-27
- 10- Sawyer, JR Paralytic Disorders. In: Canale ST, Beaty GH, editors. Campbell's Operative Orthopaedics, Twelfth ed. Philadelphia: Elsevier; **2013**. p. 1255-1333.
- 11- Rutz E, Passmore E. Multilevel surgery improves gait in spastic hemiplegia but Does not resolve hip dysplasia. Clin Orthop Relat Res **2012**; 470:1294-302
- 12- Gavriľiu S, Georgescu I, Ulici A, Ghita R. Japie EM, Pandea N, et al. Herbert Capsuloplasty and Burnei Tenomyoplasty for the Correction. Chirurgia **2013**; 108: 866-73
- 13- Thawrani D, Haumont T, Church C, Holmes L, Dabney KW, Miller F. Rectus femoris transfer improves stiff knee gait in children with spastic cerebral palsy. Clin Orthop Relat Res **2012**; 470:1303-11
- 14- Gordon AB, Baird GO, McMullin ML., Caskey PM, Ferguson RL Gait Analysis Outcomes of Percutaneous Medial Hamstring Tenotomies in Children With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop **2008**; 28:324-9
- 15- Presedo A, Megrot F, Ilharborde B, Mazda K, Pennecot GF. Rectus Femoris Distal Tendon Resection Improves Knee Motion in Patients With Spastic Diplegia. Clin Orthop Relat Res **2012** ; 470:1312-9

- 16- King BW, Ruta DJ, Irwin TA. Spastic foot and ankle deformities. *Foot and Ankle Clinics* **2014**; 19 (1): 97-111.
- 17- Firth GB, Passmore E, Sangeux M, Thomason P, Rodda J, Donath S, et al. Multilevel Surgery for Equinus Gait in Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy. Medium-Term Follow-up with Gait Analysis. *J Bone Joint Surg Am.* **2013**; 95:931-8
- 18- Renshaw TS, Green NE, Griffin PP, Root L. Cerebral Palsy: Orthopaedic Management. *J Bone Joint Surg Am.* **1995**; 77:1590-606.
- 19- Yoo WJ, Chung CY, Choi IH, T-J Cho, Kim DH. Calcaneal Lengthening for the Planovalgus Foot Deformity in Children With Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop* **2005**; 25:781–5
- 20- Sung KH, Chun CY, Lee KM, Lee SY, Park MS. Calcaneal Lengthening for Planovalgus Foot Deformity in Patients With Cerebral Palsy. *Clin Orthop Relat Res* **2013** ; 471:1682–90
- 21- Leidinger B, Heyse TJ, Fuchs-Winkelmann S, Paletta JRJ., Naturarum DR, Roedl R, Grice-Green Procedure for Severe Hindfoot Valgus in Ambulatory Patients with Cerebral Palsy. *J Foot & Ankle Surg* **2011**;50:190-6
- 22- . Myerson MS, Ferrao PN, Clowers BE. Management of Paralytic Equinovalgus Deformity. *Foot Ankle Clin N Am* **2011**; 16: 489–97
- 23- Trehan SK, Ihekweazu UN, Root L. Long-term Outcomes of Triple Arthrodesis in Cerebral Palsy Patients. *J Pediatr Orthop* **2015**; 35 (7); 751-5

