



Revue de la littérature sur l'évaluation des releveurs avec analyse quantifiée de la marche




C.X Bichon, Dr I. Loiret, Dr. N. Martinet, Pr. J. Paysant

IRR, Nancy

AFA-AMPAN - Bordeaux 2015

Plan

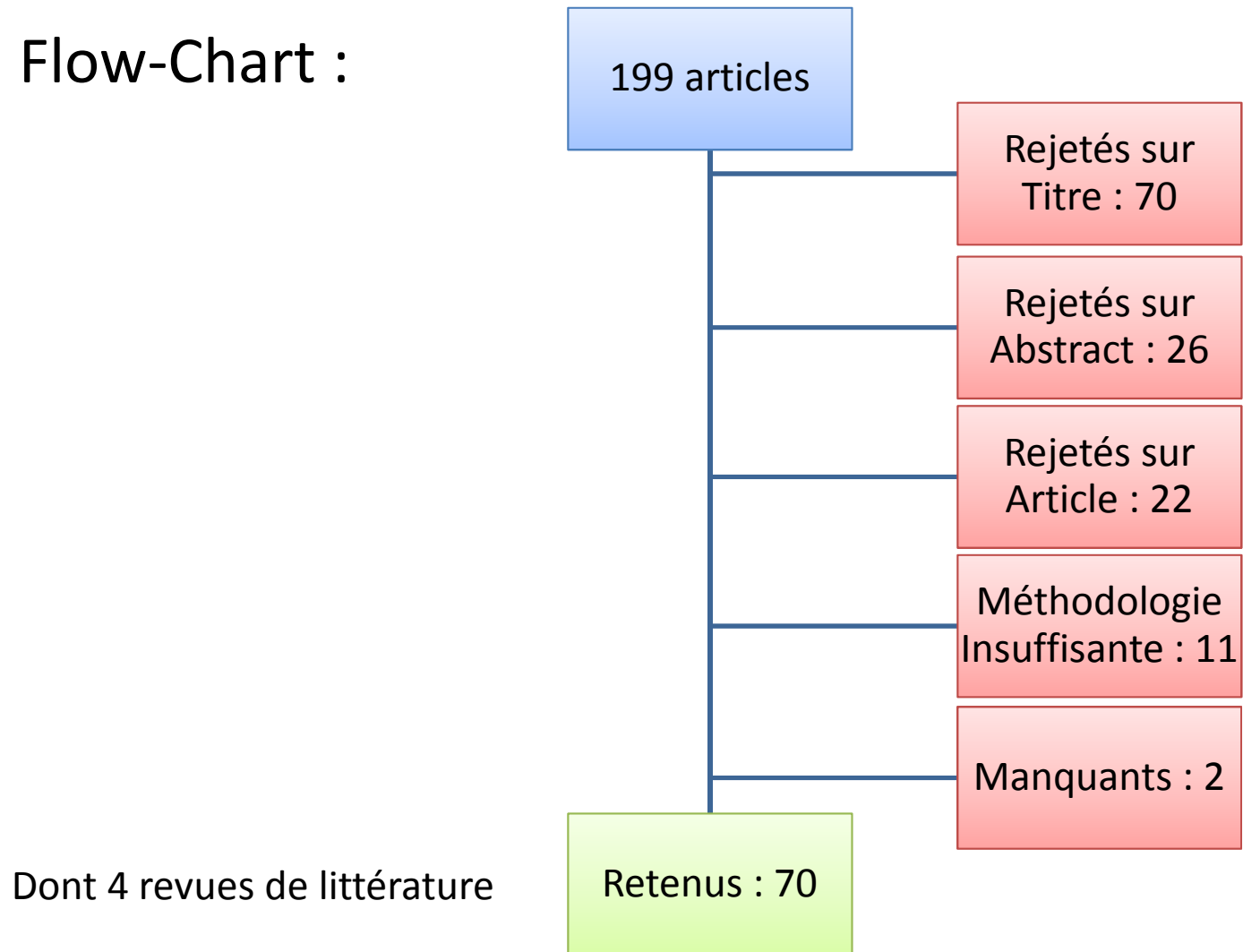
- Evaluation préalable du cadre de la revue bibliographique
 - Méthodologie de revue
 - Principaux résultats
 - Paramètres Spatio-temporaux
 - Paramètres Cinématiques
 - Paramètres Cinétiques
 - Discussion
 - Conclusion
 - Références
- 
- Cycle de marche

Evaluation préalable

- Termes : "gait" AND ("ankle foot orthoses" OR "orthosis" OR "AFO" OR "lower limb orthosis" OR "KAFO" OR "foot orthosis") AND ("spatiotemporal" OR "kinematic" OR "kinetic" OR "vicon" OR "kinetics" OR "kinematics" OR "motion capture")
- Bornes : 01/01/2000 : 01/01/2015
- Bases : Pubmed, Réédoc
- 2 reviewers
- Langues : Anglais, Français

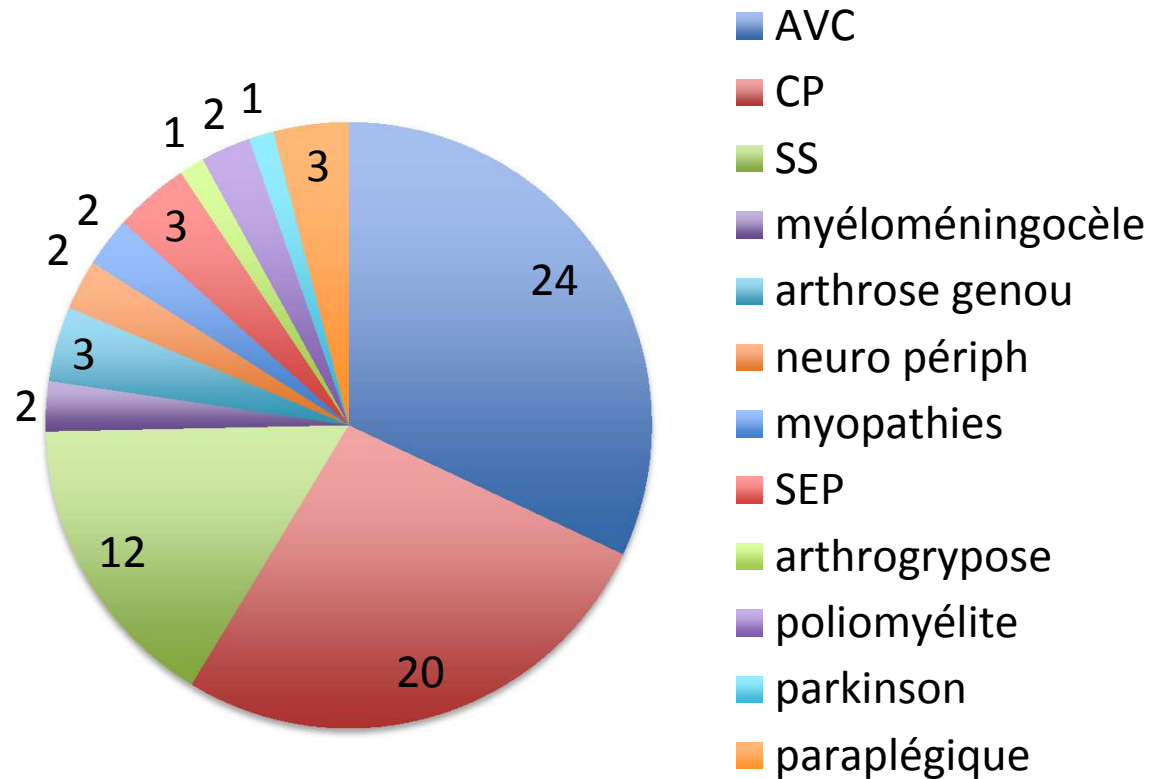
Evaluation préalable

- Flow-Chart :



Résultats I

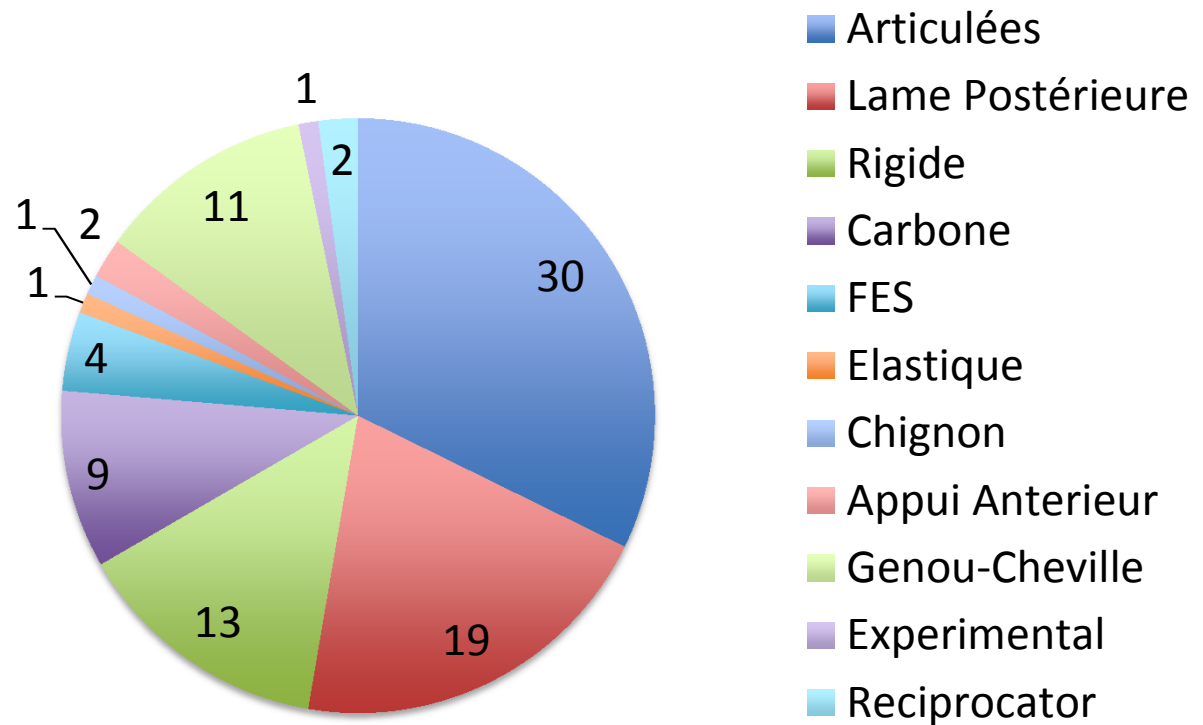
- Pathologies représentées dans la littérature



n = nombre d'études

Résultats II

- Les orthèses dans la littérature



n = nombre d'études

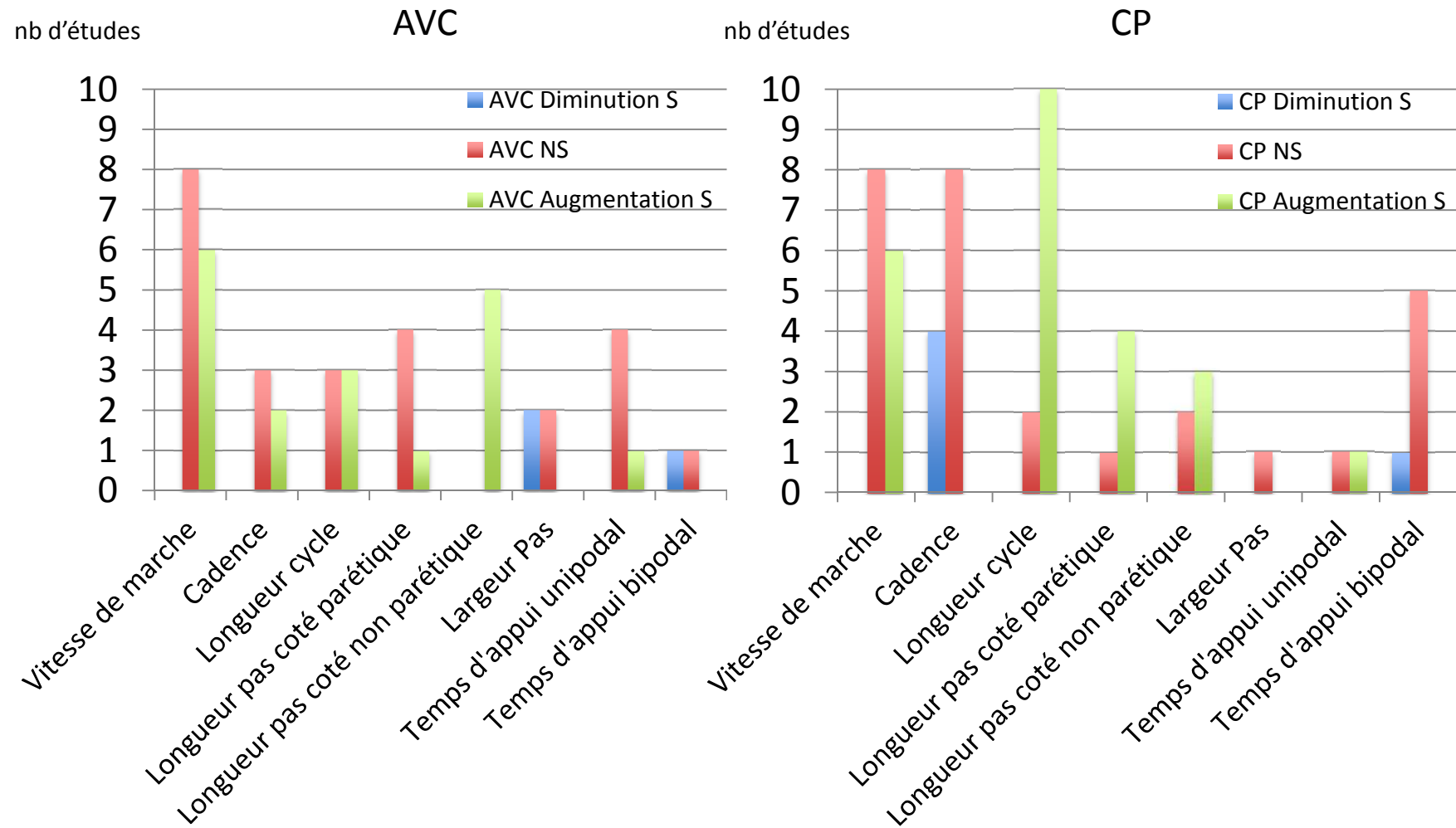
Méthodologie

- 2 populations principales AVC et CP
- AFOs
- Exclusion des single-cases design

Méthodologie

- 42 articles
 - 20 paralysies cérébrales infantiles
 - 22 AVC
- Schémas d'études divers
- Populations :
 - Rétrospectif 17 à 80 patients
 - Prospectif 5 à 30 patients
 - homogènes

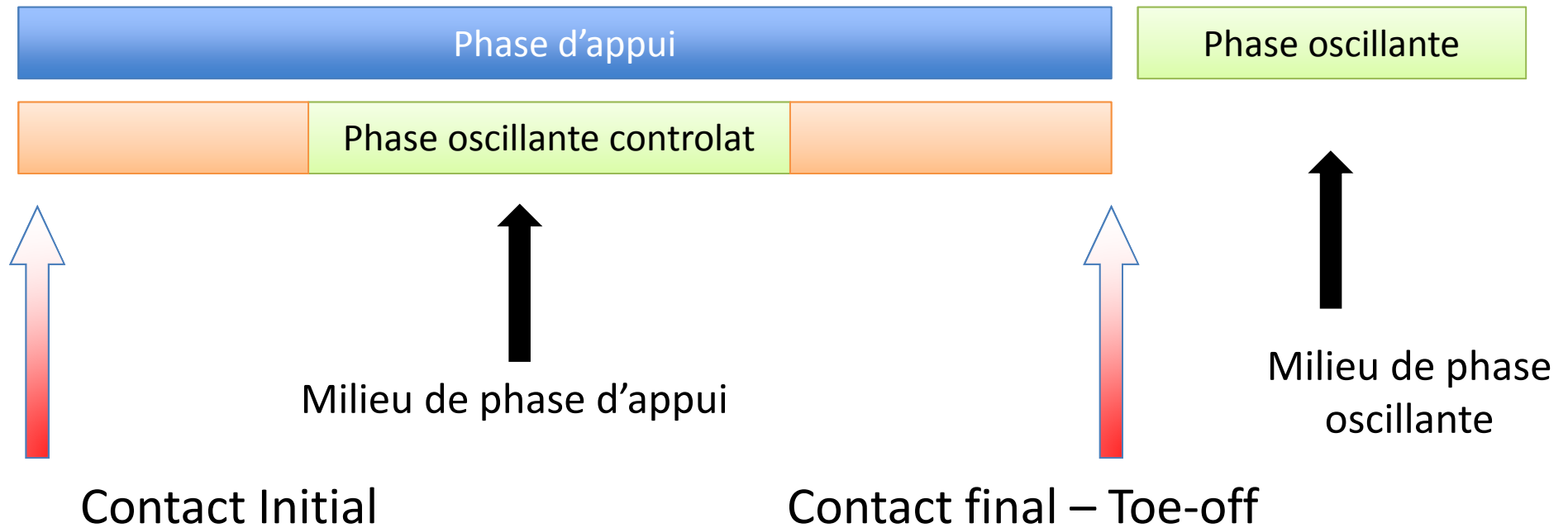
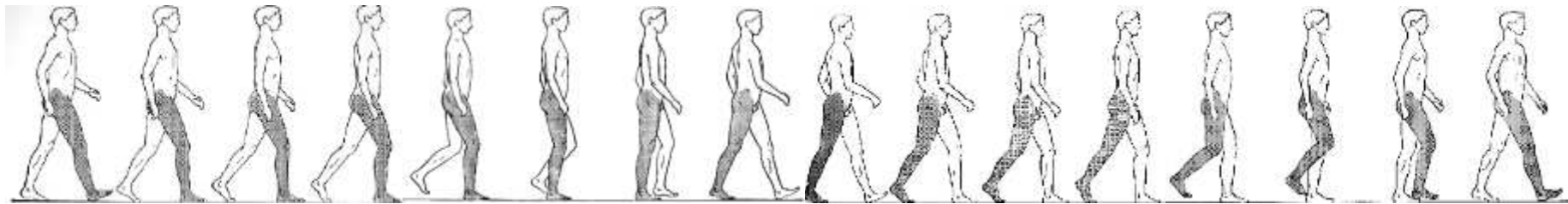
Paramètres Spatio-Temporaux



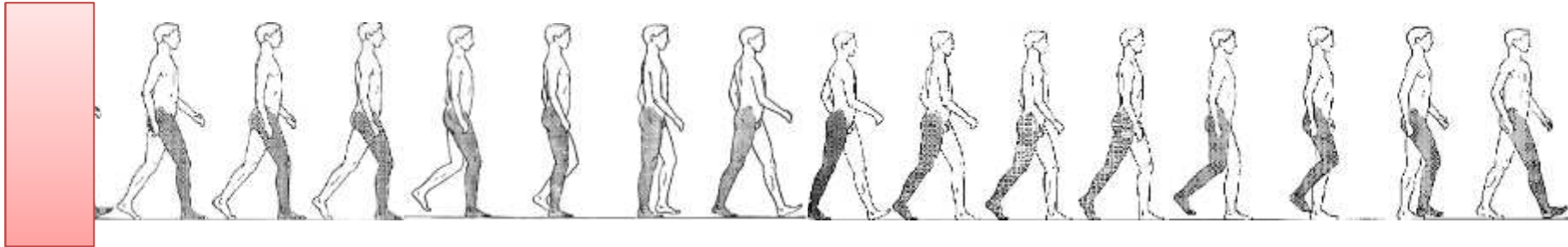
Paramètres Spatio-Temporaux

- Condition de référence :
 - Adulte AVC chronique : vs. Chaussure
 - Enfant IMC : pieds-nus
- L'utilisation de chaussures entraîne des modifications significatives des paramètres ST comparé à la marche pieds-nus *[Desloovre et al, 2006]*
 - Cadence pieds nus > chaussée
 - Longueur de pas pieds nus < chaussée (parétique vs non parétique ?)
- Vitesse confortable

Schéma de marche



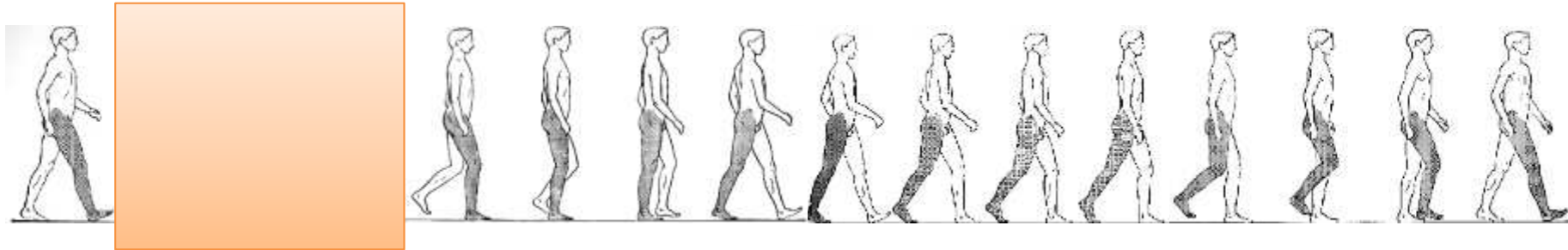
Paramètres Cinématiques



Contact Initial

Cheville	↘ FP	30 études : orthèses articulées ± butée postérieure (HAFO-PS) ou amortisseur ; lame de ressort postérieur (PLS) ; rigide (SAFO); carbone (CFO)
	↗ DF	
	NS	1 NS [Zollo et al, 2014]
Genou	↘ F	3 : HAFO [Balaban et al, 2009] ; PLS [Deloovre et al, 2006] ;
	↗ F	
	NS	12
Hanche	↗ F	2 : PLS, CFO [Desloovre et al, 2006]
	NS	9
Bassin	Plan front & sagital	NS = 2 HAFO, PLS [Buckon et al, 2004]

Paramètres Cinématiques



Phase d'appui précoce

Cheville	↘ FP ↗ DF	6 études : HAFO-amortisseur [Kobayashi et al, 2013], [Yamamoto et al, 2011] ; HAFO-PS [Mulroy et al, 2010] ; SAFO [Mulroy et al, 2010] ; [Hayek et al, 2007]
Genou	↗ F NS	4 : HAFO-amortisseur [Kobayashi et al, 2013] ; HAFO-PS [Silver Thorn et al, 2011], [Mulroy et al, 2010] ; SAFO [Mulroy et al, 2010] 5 : HAFO-amortisseur [Yamamoto et al, 2011] ; PLS, SAFO [Buckon et al, 2004] ; [Hayek et al, 2007]
Hanche	NS	1 : HAFO-amortisseur [Yamamoto et al, 2011]

Paramètres Cinématiques



Phase d'appui

Cheville	↘ FP	16 études : HAFO-PS, HAFO-amortisseur, PLS, SAFO, CFO, élastique
	↗ DF	7 : PLS, SAFO, CFO
	↘ débattement	6 NS
	NS	
Genou	↘ F	4 : PLS [Desloovre et al, 2006] ; CFO [Desloovre et al, 2006] [Van Gestel et al 2008] ; HAFO [Lucarelli et al, 2007] ;
	NS	16 : HAFO-PS, PLS, CFO, SAFO
Hanche	↗ E	3 : PLS CFO [Van Gestel et al, 2008] ; [Hayek et al, 2007]
	NS	17
	add & rot NS	3
Bassin	↗ débatt. sag.	2 : PLS, CFO [Desloovre et al, 2006] – pieds nus
	NS cor/tra/sag	5

Paramètres Cinématiques



Phase d'appui terminal

↘ FP 3 : HAFO-PS [Mulroy et al, 2010] [Fatone et al, 2009] [Smith et al, 2009]

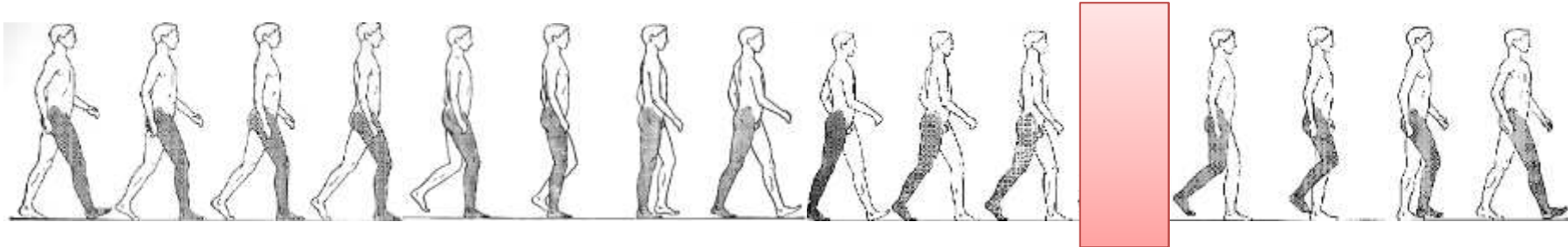
Cheville ↗ FP 1 : HAFO-amortisseur [Yamamoto et al, 2011]

↘débattement 1 : PLS, CFO [Van Gestel et al, 2008]

Genou NS 8 : HAFO-PS, PLS ; SAFO ; HAFO-amortisseur

Hanche NS 3 : HAFO ; SAFO ; HAFO-amortisseur [Yamamoto et al, 2011]

Paramètres Cinématiques



Contact terminal

↗ DF

10 : HAFO ; PLS ; SAFO ; FES ; élastique

Cheville

↘ débattement

7 : PLS, CFO [Desloovre et al, 2006] [Van Gestel et al, 2008] ; SAFO [Smiley et al, 2002]

Genou

NS

4 : HAFO [Cruz et al, 2009] [Crenshaw et al, 2000] ; SAFO [Cruz et al, 2009] ; PLS [Gatti et al, 2012]

Hanche

NS front &
sagittal

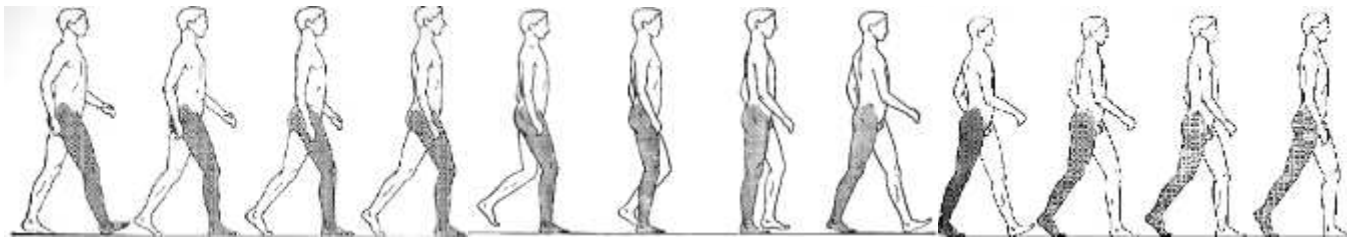
5 : [Cruz et al, 2009] ; [Crenshaw et al, 2000] ; [Desloovre et al, 2006]

Bassin

↘ obliquité
frontale

1 : [Cruz et al, 2009]

Paramètres Cinématiques



Phase oscillante

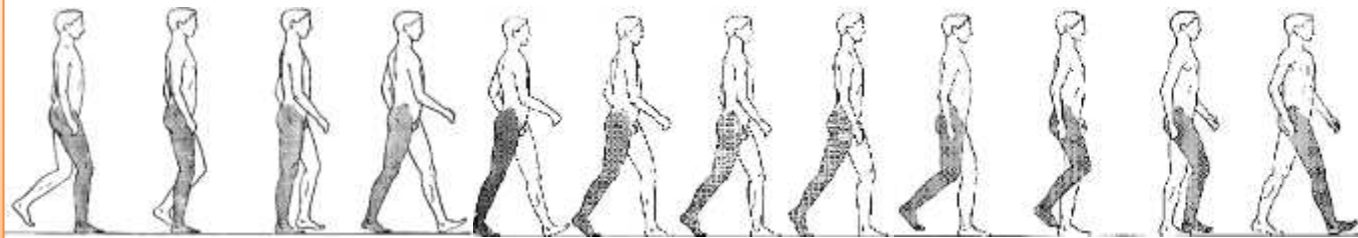
Cheville	↘ FP NS	19 études : HAFO, HAFO-PS, SAFO Moindre avec PLS et CFO [Chen et al, 2010] [Van Gestel et al, 2008] 8 : HAFO-amortisseur [Yokoyama et al, 2005], PLS CFO [Zollo et al, 2014], SAFO [Smiley et al, 2002]
-----------------	----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Genou	↗ F NS	7 : HAFO-PS [Romkes et al, 2002] [Smiley et al, 2002] [Hassani et al, 2004] ; PLS [Gatti et al, 2012] ; [Smiley et al, 2002] ; [Hayek et al, 2007] 18 : HAFO-amortisseur, SAFO, HAFO-PS, PLS, CFO
--------------	---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hanche	↘ F NS	1 : CFO [Zollo et al, 2014] 17 : HAFO-PS, SAFO, PLS, CFO; FES
---------------	---------------	------------------------------------------------------------------

Bassin	↘ obliquité frontale NS	1 : frontal HAFO SAFO [Cruz et al, 2009] 2 : [Buckon et al, 2004] [Zollo et al, 2014]
---------------	-----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

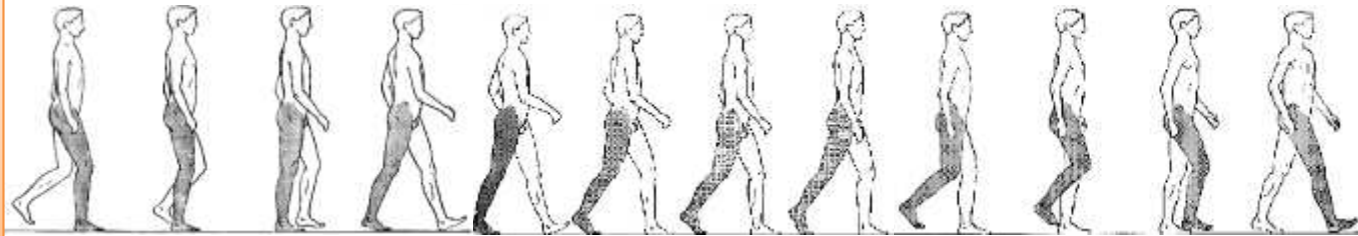
Paramètres Cinétiques



Phase d'appui précoce - Moments

	↗ Moment FP	9 études : HAFO-PS, SAFO, PLS, CFO
Cheville	NS	7 : CFO , HAFO-PS, élastique
	↗ Moment E	3 : HAFO-PS [Buckon et al, 2004] ; PLS [Desloovre et al, 2006] ; HAFO [Fatone et al, 2009]
Genou	NS	7 : PLS, CFO [Buckon et al, 2004], HAFO-PS [Hassani et al, 2004] [Mulroy et al, 2014] ; SAFO
Hanche	NS	5 : HAFO-PS, PLS, CFO, élastique

Paramètres Cinétiques



Phase d'appui précoce - Puissance

Cheville	↗ Pw- absorption NS	7 études : HAFO-PS ; PLS ; SAFO ; CFO 3 : [Desloovre et al, 2006] [Lam et al, 2005] [Fatone et al 2009]
Genou	NS Pw-Abs	8 : HAFO-PS [Buckon et al, 2004] ; PLS [Desloovre et al, 2006] ; HAFO 3 : PLS CFO [Buckon et al, 2004], HAFO-PS [Hassani et al, 2004] ; [Lam et al, 2005] ; élastique [Boudarahm et al, 2014]
Hanche	↗ Pw- absorption NS	1 : PLS, CFO [Desloovre et al, 2006] pieds nus 6 : HAFO-PS, PLS, SAFO [Buckon et al, 2004] [Desloovre et al, 2006] [Lam et al, 2005]

Paramètres Cinétiques



Milieu de phase d'appui - Moments

↗ Moment DF 1 : HAFO-PS [Mulroy et al, 2010]

Cheville

NS 4 : SAFO, PLS, CFO, élastique

↘ Moment F 1 : SAFO [Rogozinski et al, 2009] flessum

Genou ↘ Moment E 3 : SAFO [Mulroy et al, 2010] ; HAFO [Fatone et al, 2009] recurvatum

NS 5 : HAFO, PLS, SAFO, élastique

Hanche

NS 4 : élastique, HAFO, PLS, SAFO

Paramètres Cinétiques



Phase d'appui terminal - Moment

➤ Moment FP 15 études : HAFO, SAFO, PLS, CFO, élastique

Cheville

NS

1 : SAFO [Mulroy et al, 2014] ; élastique [Boudarahm et al, 2014]

Genou

Moment NS

6 : HAFO-PS, PLS [Buckon et al, 2004] ; PLS [Van Gestel et al, 2008] ;
élastique [Boudarahm et al, 2014]

Hanche

Moment NS

5 : HAFO-PS, PLS, CFO [Buckon et al, 2004] [Desloovre et al, 2006]
[Lam et al, 2005] [Boudarahm et al, 2014]

Paramètres Cinétiques



Phase d'appui terminal - Puissance

Cheville	↘ Puissance générée	7 études : PLS, CFO [Desloovre et al, 2006] [Buckon et al, 2004] HAFO-PS [Crenshawal, 2011] [Balaban et al 2009] [Buckon et al, 2004] [Smith et al, 2009] [Mulroy et al, 2014]
	NS	9 : HAFO, CFO, PLS, SAFO, FES

Genou	Pw-gén NS	5 : HAFO-PS, PLS, CFO, élastique, SAFO
--------------	-----------	----------------------------------------

Hanche	Pw-gén NS	6 : HAFO-PS, PLS, CFO, SAFO, élastique
---------------	-----------	----------------------------------------

Discussion

Paramètres cinétiques & cinématiques

- Cheville : correction en DF (∇ orthèses et stades du cycle de marche)
- Genou : adaptation de l'orthèse selon le flectum/recurvatum ; objectif SVA 10-12°
- Hanche : peu de modification, surtout influencé par condition de référence
- Bassin : 1 étude retrouve une diminution du pic d'obliquité plan frontal

Discussion

- Tronc & MS : 2 études
- Comparaison inter orthèses
- Escaliers *[Sienko-Thomas et al, 2003]*
- Vitesse de marche confortable ou imposée ? *[Fatone et al, 2007 – 2009]*
- Autres paramètres étudiés : covariation segmentaire, COM/COP, SVA
- Toxines botuliques et orthèses : 2 études ; rôle thérapeutique de l'orthèse *[Bottos et al, 2003]*
- Peu d'évaluation dans le plan frontal
 - Cheville : 1 étude *[Chen et al, 2010]*
 - Genou : 3 études dans l'arthrose
 - Hanche, Bassin

Conclusion

- Essentiellement AFO & pathologie neurologique centrale
- Condition plat
- Condition de référence :
 - Adulte : Chaussure
 - Enfant : pieds-nus
- Peu d'évaluation du retentissement sur le tronc – MS
- Rôle correcteur des AFO sur l'équin
- Importance et Conséquences au genou de la customisation

Références

- 1. Balaban B, Yasar E, Dal U, Yazicioglu K, Mohur H, Kalyon TA. The effect of hinged ankle-foot orthosis on gait and energy expenditure in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Disability & Rehabilitation*. 30 janv 2007;29(2):139-44.
- 2. Bennett BC, Russell SD, Abel MF. The effects of ankle foot orthoses on energy recovery and work during gait in children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*. mars 2012;27(3):287-91.
- 3. Bleyenheuft C, Deltombe T, Detrembleur C. Influence of ankle-foot orthoses on kinematic segmental covariation among stroke patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. févr 2013;56(1):3-13.
- 4. Bottos M, Benedetti MG, Salucci P, Gasparroni V, Giannini S. Botulinum toxin with and without casting in ambulant children with spastic diplegia: a clinical and functional assessment. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2003;45(11):758-62.
- 5. Boudarham J, Pradon D, Roche N, Bensmail D, Zory R. Effects of a dynamic-ankle-foot orthosis (Liberté®) on kinematics and electromyographic activity during gait in hemiplegic patients with spastic foot equinus. *NeuroRehabilitation*. 1 janv 2014;35(3):369-79.
- 6. Bregman DJJ, Harlaar J, Meskers CGM, de Groot V. Spring-like Ankle Foot Orthoses reduce the energy cost of walking by taking over ankle work. *Gait & Posture*. janv 2012;35(1):148-53.
- 7. Brehm M, Harlaar J, Schwartz M. Effect of ankle-foot orthoses on walking efficiency and gait in children with cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2008;40(7):529-34.
- 8. Buckon CE, Thomas SS, Jakobson-Huston S, Moor M, Sussman M, Aiona M. Comparison of three ankle—foot orthosis configurations for children with spastic diplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2004;46(9):590-8.
- 9. Carse B, Bowers R, Meadows BC, Rowe P. The immediate effects of fitting and tuning solid ankle-foot orthoses in early stroke rehabilitation. *Prosthet Orthot Int*. 17 juin 2014;
- 10. Chen C-C, Hong W-H, Wang C-M, Chen C-K, Wu KP-H, Kang C-F, et al. Kinematic Features of Rear-Foot Motion Using Anterior and Posterior Ankle-Foot Orthoses in Stroke Patients With Hemiplegic Gait. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. déc 2010;91(12):1862-8.
- 11. Crenshaw S, Herzog R, Castagno P, Richards J, Miller F, Michaloski G, et al. The efficacy of tone-reducing features in orthotics on the gait of children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. avr 2000;20(2):210-6.
- 12. Cruz TH, Dhaher YY. Impact of ankle-foot-orthosis on frontal plane behaviors post-stroke. *Gait & Posture*. oct 2009;30(3):312-6.
- 13. Degelean M, De Borre L, Salvia P, Pelc K, Kerckhofs E, De Meirleir L, et al. Effect of ankle-foot orthoses on trunk sway and lower limb intersegmental coordination in children with bilateral cerebral palsy. *J Pediatr Rehabil Med*. 2012;5(3):171-9.
- 14. Desloovere K, Molenaers G, Van Gestel L, Huenaerts C, Van Campenhout A, Callewaert B, et al. How can push-off be preserved during use of an ankle foot orthosis in children with hemiplegia? A prospective controlled study. *Gait & Posture*. oct 2006;24(2):142-51.
- 15. Eddison N. The effect of tuning ankle foot orthoses-footwear combination on the gait parameters of children with cerebral palsy. 2012;
- 16. Fatone S, Gard SA, Malas BS. Effect of Ankle-Foot Orthosis Alignment and Foot-Plate Length on the Gait of Adults With Poststroke Hemiplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. mai 2009;90(5):810-8.

Références

- 17. Fatone S, Hansen AH. Effect of ankle-foot orthosis on roll-over shape in adults with hemiplegia. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2007;44(1):11.
- 18. Gatti MA, Freixes O, Fernández SA, Rivas ME, Crespo M, Waldman SV, et al. Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia. *Journal of Biomechanics*. 11 oct 2012;45(15):2658-61.
- 19. Haruna H, Sugihara S, Kon K, Miyasaka T, Hayakawa Y, Nosaka T, et al. Change in the Mechanical Energy of the Body Center of Mass in Hemiplegic Gait after Continuous Use of a Plantar Flexion Resistive Ankle-foot Orthosis. *J Phys Ther Sci*. nov 2013;25(11):1437-43.
- 20. Hassani S, Roh J, Ferdjallah M, Reiners K, Kuo K, Smith P, et al. Rehabilitative orthotics evaluation in children with diplegic cerebral palsy: kinematics and kinetics. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2004;7:4874-6.
- 21. Hayek S, Hemo Y, Chamis S, Bat R, Segev E, Wientroub S, et al. The effect of community-prescribed ankle-foot orthoses on gait parameters in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Children's Orthopaedics*. 26 nov 2007;1(6):325-32.
- 22. Kobayashi T, Leung AKL, Akazawa Y, Hutchins SW. Design of a stiffness-adjustable ankle-foot orthosis and its effect on ankle joint kinematics in patients with stroke. *Gait & Posture*. avr 2011;33(4):721-3.
- 23. Kobayashi T, Leung AKL, Akazawa Y, Hutchins SW. Effect of ankle-foot orthoses on the sagittal plane displacement of the center of mass in patients with stroke hemiplegia: a pilot study. *Top Stroke Rehabil*. août 2012;19(4):338-44.
- 24. Kobayashi T, Leung AKL, Akazawa Y, Hutchins SW. The effect of varying the plantarflexion resistance of an ankle-foot orthosis on knee joint kinematics in patients with stroke. *Gait & Posture*. mars 2013;37(3):457-9.
- 25. Kottink A, Tenniglo M, de Vries W, Hermens H, Buurke J. Effects of an implantable two-channel peroneal nerve stimulator versus conventional walking device on spatiotemporal parameters and kinematics of hemiparetic gait. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2012;44(1):51-7.
- 26. Lucareli PRG, Lima M de O, Lucarelli JG de A, Lima FPS. Changes in joint kinematics in children with cerebral palsy while walking with and without a floor reaction ankle-foot orthosis. *Clinics*. févr 2007;62(1):63-8.
- 27. Mulroy SJ, Eberly VJ, Gronely JK, Weiss W, Newsam CJ. Effect of AFO design on walking after stroke: Impact of ankle plantar flexion contracture. *Prosthetics and Orthotics International*. sept 2010;34(3):277-92.
- 28. Park JH, Chun MH, Ahn JS, Yu JY, Kang SH. Comparison of Gait Analysis Between Anterior and Posterior Ankle Foot Orthosis in Hemiplegic Patients: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. août 2009;88(8):630-4.
- 29. Pradon D, Hutin E, Khadir S, Taiar R, Genet F, Roche N. A pilot study to investigate the combined use of Botulinum toxin type-a and ankle foot orthosis for the treatment of spastic foot in chronic hemiplegic patients. *Clinical Biomechanics*. oct 2011;26(8):867-72.
- 30. PROSSER LA, CURATALO LA, ALTER KE, DAMIANO DL. Acceptability and potential effectiveness of a foot drop stimulator in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. nov 2012;54(11):1044-9.
- 31. RJ et P Ducroquet. La marche et les boïteries - Etude des marches normales et pathologiques.
- 32. Rogozinski BM, Davids JR, Davis RB, Jameson GG, Blackhurst DW. The Efficacy of the Floor-Reaction Ankle-Foot Orthosis in Children with Cerebral Palsy. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1 oct 2009;91(10):2440-7.

Références

- 33. Romkes J, Brunner R. Comparison of a dynamic and a hinged ankle-foot orthosis by gait analysis in patients with hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*. févr 2002;15(1):18-24.
- 34. Schweizer K, Brunner R, Romkes J. Upper body movements in children with hemiplegic cerebral palsy walking with and without an ankle-foot orthosis. *Clinical Biomechanics*. avr 2014;29(4):387-94.
- 35. Sheffler LR, Bailey SN, Chae J. Spatiotemporal and Kinematic Effect of Peroneal Nerve Stimulation Versus an Ankle-Foot Orthosis in Patients With Multiple Sclerosis: A Case Series. *PM&R*. juill 2009;1(7):604-11.
- 36. Sheffler LR, Bailey SN, Wilson RD, Chae J. Spatiotemporal, Kinematic, and Kinetic Effect of a Peroneal Nerve Stimulator Versus an Ankle Foot Orthosis in Hemiparetic Gait. *Neurorehabil Neural Repair*. juin 2013;27(5):403-10.
- 37. Sienko Thomas S, Buckon CE, Jakobson-Huston S, Sussman MD, Aiona MD. Stair locomotion in children with spastic hemiplegia: the impact of three different ankle foot orthosis (AFOs) configurations. *Gait & Posture*. oct 2002;16(2):180-7.
- 38. Silver-Thorn B, Herrmann A, Current T, McGuire J. Effect of ankle orientation on heel loading and knee stability for post-stroke individuals wearing ankle-foot orthoses. *Prosthetics and Orthotics International*. 1 juin 2011;35(2):150-62.
- 39. Singer ML, Kobayashi T, Lincoln LS, Orendurff MS, Foreman KB. The effect of ankle-foot orthosis plantarflexion stiffness on ankle and knee joint kinematics and kinetics during first and second rockers of gait in individuals with stroke. *Clinical Biomechanics*. nov 2014;29(9):1077-80.
- 40. Smiley SJ, Jacobsen FS, Mielke C, Johnston R, Park C, Ovaska GJ. A comparison of the effects of solid, articulated, and posterior leaf-spring ankle-foot orthoses and shoes alone on gait and energy expenditure in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Orthopedics*. avr 2002;25(4):411-5.
- 41. Smith PA, Hassani S, Graf A, Flanagan A, Reiners K, Kuo KN, et al. Brace Evaluation in Children with Diplegic Cerebral Palsy with a Jump Gait Pattern. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1 févr 2009;91(2):356-65.
- 42. Tyson S, Sadeghi-Demneh E, Nester C. A systematic review and meta-analysis of the effect of an ankle-foot orthosis on gait biomechanics after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 1 oct 2013;27(10):879-91.
- 43. Van Gestel L, Molenaers G, Huenaearts C, Seyler J, Desloovere K. Effect of dynamic orthoses on gait: a retrospective control study in children with hemiplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology*. janv 2008;50(1):63-7.
- 44. Yamamoto S, Fuchi M, Yasui T. Change of rocker function in the gait of stroke patients using an ankle foot orthosis with an oil damper: immediate changes and the short-term effects. *Prosthet Orthot Int*. déc 2011;35(4):350-9.
- 45. Zissimopoulos A, Fatone S, Gard S. Effects of ankle-foot orthoses on mediolateral foot-placement ability during post-stroke gait. *Prosthet Orthot Int*. 30 mai 2014;
- 46. Zollo L, Zaccheddu N, Ciancio AL, Morrone M, Bravi M, Santacaterina F, et al. Comparative analysis and quantitative evaluation of ankle-foot orthoses for foot drop in chronic hemiparetic patients. *Eur J Phys Rehabil Med*. 3 sept 2014;