



Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



MÉMOIRE ORIGINAL

La chirurgie du membre inférieur dans la dystrophie musculaire[☆]

Lower extremity surgery in muscular dystrophy

J. Griffet^{a,*}, L. Decroq^b, H. Rauscent^c, C. Richelme^b, M. Fournier^d

^a Service de chirurgie pédiatrique, pôle couple-enfant, hôpital couple-enfant, BP 217, 38043 Grenoble cedex 09, France

^b Hôpitaux pédiatriques, CHU-Lenval, avenue de la Californie, 06200 Nice, France

^c Service de médecine et de réadaptation enfant, CHU de Pontchaillou, 35033 Rennes cedex, France

^d Service de médecine physique, pôle neurosciences, hôpital Archet-1, BP 3079, 06202 Nice cedex 3, France

^e Faculté de médecine, université Joseph-Fourier, domaine de la Merci, 38700 La Tronche, France

Acceptation définitive le : 20 mai 2011

MOTS CLÉS

Myopathie ;
Ténotomie ;
Transfert tendineux ;
Enfant ;
Dystrophie musculaire de Duchenne

Résumé L'aggravation inéluctable des maladies neuromusculaires entraîne des rétractions musculotendineuses, malgré la prise en charge précoce. La chirurgie les corrige. Cette étude a pour objectif d'apprécier le résultat de la chirurgie tendineuse.

Patients et méthodes. – Vingt enfants porteurs de dystrophie musculaire ont été opérés des hanches (ténectomie du tenseur du fascia lata, ténotomie du droit fémoral et du sartorius), des genoux (ténotomie du gracile, semi-tendineux et semi-membraneux), des chevilles (allongement ou section du tendon d'Achille associé ou non à un transfert du tibia postérieur). Les amplitudes articulaires ont été évaluées en préopératoire, à six mois, un an et au plus long recul (7,4 ans).

Résultats. – Trois enfants ont été opérés avant la perte de la marche, huit peu après et neuf à distance. L'intervention a été bilatérale dans tous les cas : 38 hanches, 12 genoux et 36 chevilles avec 22 transferts du muscle (M.) tibia postérieur. L'extension de hanche, diminuée de 30° a été ramenée à 10 et 14° au plus long recul. L'adduction à –19° a été améliorée à 35° avec stabilité du résultat à 32° au plus long recul. Le flessus de genou (38°) a été peu amélioré (24°) avec une perte au plus long recul. L'équin (42°) a été corrigé à 9° de flexion dorsale avec légère perte (2°) au plus long. Le varus a été amélioré, de 11 à 6°, perte à un an (10°) et au plus long recul (11°). La section du tendon d'Achille a donné 28° de flexion dorsale à six mois versus 20° pour l'allongement. Le transfert du M. tibia postérieur a mieux corrigé le varus à six mois, un an

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.04.010](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.04.010).

[☆] Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : jgriffet@chu-grenoble.fr (J. Griffet).

et au plus long recul (11° versus 5°). Sur les trois opérés avant la perte de la marche, un a pu marcher à un an et deux durant six mois. Sur les huit opérés peu après la perte de la marche, aucun n'a pu remarcher. Ils ont tous poursuivi une verticalisation avec appareillage durant trois ans en moyenne.

Discussion. — La chirurgie des hanches et des chevilles permet de lever les rétractions. Pour les genoux, elle doit être réservée à un flessum important de plus de 30°. La ténectomie large du tenseur du fascia lata et le transfert du tibial postérieur donnent un meilleur résultat. La section du tendon d'Achille obtient un gain plus important de flexion dorsale. Elle est indiquée dès que les rétractions sont importantes, au moment de la perte de la marche. Le but ne doit pas être la poursuite de la marche, mais la levée des rétractions permettant la verticalisation la plus prolongée possible. Elle permet, surtout en cas de rétractions asymétriques, de ralentir l'évolution de la scoliose.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Les maladies neuromusculaires débutant dans l'enfance, comme la dystrophie musculaire de Duchenne de Boulogne, sont des formes de myopathie progressive atteignant les membres inférieurs et/ou le rachis. Cette évolution est variable selon le type d'atteinte, mais a, généralement comme conséquences un enraidissement articulaire gênant ou interdisant la marche. Les déformations orthopédiques des membres inférieurs, dues aux rétractions musculotendineuses par dégénérescence fibro-adipeuse des fibres musculaires, sont ensuite particulièrement gênantes pour l'installation de l'enfant sur son fauteuil ou dans l'appareillage (attelles, verticalisateur) ou même pour le chaussage.

La prise en charge la plus précoce possible par la rééducation et l'appareillage ne suffit généralement pas à éviter leur apparition et leur aggravation [1]. La chirurgie permet de corriger ces déformations et d'installer l'enfant confortablement dans son appareillage. La reprise de la verticalisation avec aide est un des buts de cette technique, mais le but principal est de lever les rétractions afin d'améliorer la qualité de vie de ces enfants et de leur entourage.

De nombreux travaux, à la suite de ceux de Spencer [2], Vignos et al. [3] en Amérique du Nord ou Roy [4], Dubouset et Queneau [5], B. Glorion et Rideau [6], en France, ont montré l'intérêt de la chirurgie pour corriger ces attitudes vicieuses et favoriser la verticalisation ou conserver la marche. Ces travaux sont basés sur ceux de Demos et al. [7] qui ont montré que la prévention de l'installation des attitudes vicieuses était primordiale pour retarder l'arrêt de la marche.

Cette étude a pour objectif d'apprécier le résultat de la chirurgie des parties molles et d'apprécier les bénéfices orthopédiques que l'enfant a pu en retirer.

Patients et méthodes

Cette étude rétrospective monocentrique regroupe l'ensemble des enfants atteints d'une dystrophie musculaire de Duchenne ou apparentée qui ont bénéficié d'une chirurgie des membres inférieurs au CHU de Nice. Vingt et un dossiers ont été colligés et 20 ont été retenus (un patient perdu de vue) de février 1990 à avril 2009. Douze patients suivis à la même consultation durant la même

période n'ont pas eu de chirurgie des membres inférieurs. Ces enfants étaient régulièrement suivis à la consultation pluridisciplinaire des maladies neuromusculaires avec un examen clinique standardisé réalisé tous les six mois. La décision chirurgicale a été prise en concertation au sein de cette équipe. Un seul opérateur a réalisé les interventions.

Dans le cas de la dystrophie musculaire de Duchenne, les techniques proposées par Bonnet et al. [8] ont été utilisées. Les interventions ont associé, en fonction de l'atteinte articulaire, aux hanches une ténectomie large du muscle (M.) tenseur du fascia lata et une ténotomie du M. droit fémoral et du M. sartorius, aux genoux une ténotomie des ischio-jambiers (M. gracile, M. demi-tendineux, M. semi-membraneux), aux chevilles un allongement ou une section du tendon d'Achille associé ou non à un transfert du M. tibial postérieur. En postopératoire immédiat, il a été mis en place des attelles plâtrées fémoro-pédieuses ou suro-pédieuses avec un changement pour un plâtre circulaire entre j8 et j10. Cette immobilisation a été maintenue 21 jours, date à laquelle la rééducation a été reprise avec des attelles de posture nocturne et mise en place d'un appareillage de verticalisation, si cela était possible.

Le choix de l'intervention s'est fait en fonction des rétractions musculotendineuses constatées à l'examen clinique préopératoire. La flexion-extension, l'adduction-abduction et les rotations de hanche, la flexion-extension de genou et la flexion dorsale-flexion plantaire de cheville ont été évaluées en degré. L'évaluation postopératoire clinique a été réalisée à six mois, un an et au plus long recul (moyenne 7,4 ans; extrêmes 1,4–14,7 ans).

Analyse statistique

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et en valeurs extrêmes avec déviation standard (DS). Afin d'analyser le résultat de l'intervention pour chaque patient, immédiatement et sa persistance à long terme, les amplitudes articulaires des hanches, genoux et chevilles en préopératoire ont été comparées aux valeurs obtenues au cours du suivi à six mois, un an et au plus long avec le test de Wilcoxon pour séries appariées. L'influence de l'allongement du tendon d'Achille ou de sa section sur l'équin et sur le varus, celle du transfert du M. tibial postérieur ou de son absence sur le varus et sur l'amplitude

varus-valgus ont été étudiées avec le test de Mann-Whitney pour groupes non appariés. Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel Statview® 5.0 (SAS Institute, Cary, NC, États-Unis). Un $p < 0,05$ était considéré comme significatif.

Résultats

Sur les 20 dossiers analysés, la majorité concernait des dystrophies de Duchenne (17 cas), deux cas de dystrophie musculaire congénitale et un cas de dystrophie musculaire progressive (DMP). Tous les diagnostics ont été confirmés par biopsie musculaire et analyse génétique. Il y avait 19 garçons et une fille, atteinte de DMP. L'âge moyen au moment de l'opération était de 12,4 ans (6,7–26,2 ans) (Tableau 1). L'âge de la perte de la marche a été noté.

Trois enfants ont été opérés avant la perte de la marche, huit peu après (moins de 1,5 ans) et neuf à distance (Tableau 1). Seize ont eu secondairement une chirurgie rachidienne.

Six patients ont été opérés des trois articulations, deux des hanches, 11 des hanches et des chevilles et une des chevilles. L'intervention a été bilatérale dans tous les cas. Il y a eu 38 hanches opérées, 12 genoux et 36 chevilles. Au niveau des chevilles, le tendon d'Achille a été allongé 18 fois et sectionné 16 fois. Le M. tibial postérieur a été transféré 22 fois et sectionné dans un cas. Les différentes interventions sont détaillées dans le Tableau 1.

Au niveau des 38 hanches opérées, la mobilité préopératoire était diminuée avec un flessum-abductum 38 fois chez 19 enfants. Le flessum moyen de 30° en préopératoire a été ramené à -10° en postopératoire avec maintien de cette amélioration à -14° au plus long recul. En revanche, l'adduction, très limitée à -19° en préopératoire, a été nettement améliorée à 35° en postopératoire avec stabilité du résultat à 32° au plus long recul (Tableau 2).

Pour les 12 genoux, sur les six enfants opérés de cette articulation alors que 13 enfants présentaient un flessum, l'amélioration du flessum préopératoire 38° a été modérée (24°) avec une perte au plus long recul 35° (Tableau 2).

Pour les 36 chevilles opérées, l'équin préopératoire (42°) a été corrigé en obtenant 9° de flexion dorsale en postopératoire avec légère perte de 2° au plus long recul. Le varus a été également amélioré, 11° en préopératoire pour 6° en postopératoire à six mois, mais avec perte à un an 10° et au plus long recul 11° (Tableau 2). En analysant le gain à partir du varus préopératoire et du valgus postopératoire soit l'amplitude du mouvement de varus-valgus, le gain est de 17° à six mois, 16° à un an et 16° au plus long recul. En comparant le groupe allongement du tendon d'Achille à celui section du tendon, la section permet d'obtenir un gain de flexion dorsale de 28° à six mois versus 20° pour l'allongement, même si cette différence n'atteint pas le seuil de significativité statistique ($p = 0,190$). Au plus long suivi, cette différence s'annule. En comparant le groupe transfert du M. tibial postérieur à celui qui n'a pas eu de transfert, le transfert a apporté une meilleure correction du varus à six mois, un an et au plus long recul (11° versus 5°), même si le seuil de significativité statistique n'a pas été atteint ($p = 0,802$; $0,076$ et $0,287$). Il en est de même sur l'amplitude varus-valgus ($p = 0,117$; $0,515$ et $0,156$).

Deux complications minimes ont été retrouvées, une hypoesthésie de la plante du pied qui a régressé et une infection superficielle au niveau d'une incision de la cheville. Un enfant est décédé dans les suites immédiates d'une intervention secondaire sur les genoux.

Tous les enfants ont eu des attelles de posture en postopératoire, soit fémoro-pédieuses en cas de flessum des genoux, soit suro-pédieuses en son absence. Seuls six enfants les ont conservées au-delà de six mois. Tous ont pu porter des chaussures normales et être confortablement installés sur leur fauteuil.

Quatorze enfants ont eu des fauteuils électriques avec verticalisateur, six des fauteuils électriques simples, mais trois d'entre eux étaient verticalisés sur verticalisateur indépendant. Sur les trois enfants qui ont été opérés avant la perte de la marche, un a pu marcher à un an et deux durant six mois avec des attelles fémoro-pédieuses à appui ischiatique. Sur les huit opérés peu après la perte de la marche, aucun n'a pu remarcher. Ils ont tous poursuivi une verticalisation avec appareillage durant trois ans en moyenne après l'intervention.

Discussion

Les rétractions musculotendineuses sont, dans la grande majorité des cas, inévitables chez ces enfants atteints de myopathie. Il est admis que la prise en charge précoce par kinésithérapie et appareillage est indispensable [9]. Seeger et al. [10] ont montré que la progression de l'équin était d'autant plus importante que la rééducation était suspendue et l'appareillage peu porté. Pour Bakker et al. [1], les effets de cette prise en charge diminuent de façon très importante avec le temps. Depuis quelques années, la corticothérapie a modifié l'évolution de cette maladie (rétractions moins importantes et recul de l'âge de la perte de la marche) et les indications de la chirurgie [11,12]. La plupart de nos cas sont trop anciens et n'ont pas bénéficié de ce traitement. Cela justifie le recours à des thérapeutiques chirurgicales. Cependant, la chirurgie n'a pas toujours une place parfaitement reconnue au sein des équipes s'occupant de ces enfants. Doit-on les opérer? À quel âge? Dans quel but? Cette étude va tenter de répondre à ces questions.

Les interventions sur les membres inférieurs dans les maladies neuromusculaires sont utiles car elles apportent un gain important en levant les rétractions [5,6,8,13–18]. Dubouset et Queneau [5] insistent sur l'intérêt de la chirurgie en cas d'asymétrie qui aggrave l'évolution de la scoliose. Dans notre étude, pour les dystrophies de Duchenne de Boulogne, cela est particulièrement vrai au niveau des hanches avec un gain de 20° sur l'extension et de 55° sur l'adduction. Ces résultats sont stables dans le temps avec un recul important de plus de sept ans. Il faut cependant insister sur les techniques utilisées. Nous avons suivi la technique décrite par Glorion et Rideau [6,8] qui insistait sur la ténectomie large du M. tenseur du fascia lata jusqu'au tiers inférieur de la cuisse. Ce geste est sûrement le garant de ce résultat et de sa pérennité. Pour les genoux, la chirurgie a été peu pratiquée dans cette étude selon les recommandations de Dubouset et Queneau [5]. Nous pouvons confirmer que le gain n'est pas exceptionnel (de 38 à 24°) avec une perte au plus long recul. Nous la réservons au flessum important de

Tableau 1 Ensemble des cas opérés avec les techniques opératoires utilisées.

Cas	Sexe	Diagnostic	Âge perte marche	Âge intervention	Hanches parties molles	Genoux	Allongement Achille	Section Achille	Transfert JP	Section JP	Transfert JA
1	F	DMP	8	9,5	2	2		2			
2	F	DMC	9	6,7	2						2
3	G	DMC	12	13,7	2		2		2		
4	G	DMD	10	14,4	2		2		2		
5	G	DMD	9,5	14,3	2		2				
6	G	DMD	9,5	9,1	2	2	2		2		
7	G	DMD	9	9,9	2	2	2		2		
8	G	DMD	10,5	10,0	2						
9	G	DMD	11,5	12,1	2			2	2		
10	G	DMD	12	15,0	2			2		2	
11	G	DMD	11	14,7	2			2			
12	G	DMD	11,5	12,3	2	2	2		2		
13	G	DMD	12,5	15,1	2	2		2			
14	G	DMD	9,5	10,3	2		2		2		
15	G	DMD	12	26,2	2	2		2			
16	G	DMD	11	12,2	2			2	2		
17	G	DMD	8,5	8,6	2						
18	G	DMD	11	11,5			2		2		
19	G	DMD	9	8,9	2		2		2		
20	G	DMD	9,5	13,9	2			2	2		

DMP : dystrophie musculaire progressive ; DMC : dystrophie musculaire congénitale ; DMD : dystrophie musculaire de Duchenne ; JP : M. jambier postérieur ; JA : M. jambier antérieur.

Tableau 2 Résultats sur le flessum-abductum des hanches, le flessum des genoux et le pied varus-équin.

	Préopératoire (moyenne, DS)	Postopératoire : 6 mois (moyenne, DS)	Postopératoire : plus long recul (7,4 ans) (moyenne, DS)
<i>Hanches (38)</i>			
Flessum	30° (18°)	10° (20°)	14° (14°)
Adduction	-19° (-25°)	35° (10°)	22° (21°)
		$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
		$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
<i>Genoux (12)</i>			
Flessum	38° (17°)	24° (19°)	35° (32°)
		$p < 0,0001$	NS
<i>Chevilles (36)</i>			
Equin	42° (8°)	9° (12°)	11° (17°)
		$p < 0,0001$	$p < 0,0001$
Varus	11° (7°)	6° (5°)	11° (11°)
		$p < 0,0001$	$p < 0,0001$

DS : déviation standard.

plus de 30° qui est gênant pour l'enfant, soit en position assise, soit en décubitus. En effet, cet important flessum résiste très souvent aux méthodes de rééducation et l'appareillage est très inconfortable. Pour les chevilles, la section du tendon d'Achille a permis d'obtenir une meilleure flexion dorsale (28° contre 20°). Il semble que le transfert du M. tibial postérieur apporte une meilleure correction du varus (5° contre 11°). Pour Miller et al. [18], c'est dans la dystrophie de Duchenne que ce transfert a sa meilleure indication avec 26 excellents résultats sur 28. Bach et McKeon

[19] pensent qu'il permet une poursuite plus longue de la marche.

En revanche, la chirurgie précoce avant ou près de la perte de la marche, pourtant recommandée par plusieurs auteurs [6,13-17] n'a pas donné les résultats espérés avec une poursuite de la marche autour de un an mais sans aucune reprise. Mais notre étude comporte peu de cas. Dans une étude portant sur 428 patients, Forst et Forst [15] précisent que la marche a pu être prolongée de 1,25 ans en moyenne chez des enfants opérés à l'âge 6,56 ans. Cependant, ils

pensent que le but de la chirurgie précoce ne doit pas être la poursuite de la marche mais surtout celui de la verticalisation avec peu de déformations en levant les rétractions [16]. Pour ces auteurs, cette chirurgie précoce donne un résultat plus stable à long terme. Smith et al. [17] réalisent des ténotomies percutanées avant la perte de la marche qui est poursuivie, dans son étude, deux ans avec appareillage. Goertzen et al. [14] ont montré que cette chirurgie précoce permettait d'améliorer le pronostic de la scoliose.

Tous les enfants opérés ont pu porter des chaussures normales et n'ont pas eu besoin de chaussures orthopédiques. L'installation sur le fauteuil a été améliorée et la verticalisation en appareillage a pu être conservée. Bonnet et al. [8] justifient cette attitude chirurgicale, surtout précoce, par l'amélioration de la qualité de vie ressentie par l'enfant et son entourage. Malheureusement, notre étude rétrospective qui permet un long recul n'a pas pris en compte ce paramètre car il n'y avait pas d'échelle de qualité de vie. A posteriori, de nombreux enfants étant décédés, il n'est pas possible de retrouver ce paramètre que nous devons dorénavant prendre en compte. Leitch et al. [20] ne retrouvent pas de différence sur le port des chaussures ou la douleur chez les enfants qu'ils soient ou non opérés. En revanche, ils ont un équin beaucoup plus important en cas d'évolution naturelle.

Nous pouvons ainsi conclure que la chirurgie des membres inférieurs, au niveau des hanches et des chevilles, permet de lever les rétractions de ces articulations. Pour les genoux, nous pensons qu'il est raisonnable de la réserver à un flexum important de plus de 30°. La ténectomie large du M. du tenseur du fascia lata et le transfert du M. tibial postérieur sont des gestes permettant un meilleur résultat. La section du tendon d'Achille permet d'obtenir un gain immédiat plus important de flexion dorsale.

Cette chirurgie est indiquée dès que les rétractions sont importantes et entraîne une gêne à la marche. La période la plus propice, pour nous, se situe au moment de la perte de la marche. Cependant, le but ne doit pas être la poursuite de la marche, même avec appareillage, mais la levée des rétractions permettant la verticalisation la plus prolongée possible. Il semble logique, à la suite de Goertzen et al. [14] de penser, qu'en cas de rétractions asymétriques, cette chirurgie contribue, en diminuant le bassin oblique et la lordose lombaire, à ralentir l'évolution de la scoliose.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Remerciements

Remerciements au Dr. Amandine Rubio pour son aide statistique.

Références

- [1] Bakker JP, de Groot IJ, Beckerman H, de Jong BA, Lankhorst GJ. The effects of knee-ankle-foot orthoses in the treatment of Duchenne muscular dystrophy: review of the literature. *Clin Rehabil* 2000;14:343–59.
- [2] Spencer GE. Orthopaedic care of progressive muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Am* 1967;49:1201–20.
- [3] Vignos PJ, Spencer GE, Archibald KC. Management of progressive muscular dystrophy of childhood. *JAMA* 1963;184:89–96.
- [4] Roy L. Chirurgie fonctionnelle dans le traitement palliatif de la dystrophie musculaire de Duchenne. Revue de 30 patients. *Rev Chir Orthop* 1971;57:339–54.
- [5] Dubouset J, Queneau P. Place et indication de la chirurgie dans la dystrophie musculaire de Duchenne de Boulogne à évolution rapide. *Rev Chir Orthop* 1983;69:207–20.
- [6] Glorion B, Rideau Y. La chirurgie précoce dans la dystrophie de Duchenne de Boulogne. *Ann Pediatr* 1985;31:154–60.
- [7] Demos J, Laqueche A, Fourquet D. Traitement de la myopathie Duchenne de Boulogne. *Arch Fr Pediatr* 1968;25:163–79.
- [8] Bonnet I, Burgot D, Bonnard C, Glorion B. La chirurgie des membres inférieurs dans la dystrophie musculaire de Duchenne. *Rev Chir Orthop* 1991;77:189–97.
- [9] Spencer GE. Orthopaedic considerations in the management of muscular dystrophy. *Bacteriol Orthop Surg* 1973;5:279–93.
- [10] Seeger BR, Caudrey DJ, Little JD. Progression of equinus deformity in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:286–8.
- [11] Balaban B, Matthews DJ, Clayton GH, Carry T. Corticosteroid treatment and functional improvement in Duchenne muscular dystrophy: long-term effect. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;84:843–50.
- [12] Houde S, Filiatrault M, Fournier A, Dube J, D'Arcy S, Berube D, et al. Deflazacort use in Duchenne muscular dystrophy: an 8-year follow-up. *Pediatr Neurol* 2008;38:200–6.
- [13] Siegel IM. Maintenance of ambulation in Duchenne muscular dystrophy. The role of the orthopedic surgeon. *Clin Pediatr (Phila)* 1980;19:383–8.
- [14] Goertzen M, Baltzer A, Voit T. Clinical results of early orthopaedic management in Duchenne muscular dystrophy. *Neuropediatrics* 1995;26:257–9.
- [15] Forst J, Forst R. Lower limb surgery in Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord* 1999;9:176–81.
- [16] Forst R, Forst J. Importance of lower limb surgery in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Orthop Trauma Surg* 1995;114:106–11.
- [17] Smith SE, Green NE, Cole RJ, Robison JD, Fenichel GM. Prolongation of ambulation in children with Duchenne muscular dystrophy by subcutaneous lower limb tenotomy. *Pediatr Orthop* 1993;13:336–40.
- [18] Miller GM, Hsu JD, Hoffer MM, Rentfro R. Posterior tibial tendon transfer: a review of the literature and analysis of 74 procedures. *J Pediatr Orthop* 1982;2:363–70.
- [19] Bach JR, McKeon J. Orthopedic surgery and rehabilitation for the prolongation of brace-free ambulation of patients with Duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil* 1991;70:323–31.
- [20] Leitch KK, Raza N, Biggar D, Stephen D, Wright JG, Alman B. Should foot surgery be performed for children with Duchenne muscular dystrophy? *J Pediatr Orthop* 2005;25:95–8.