
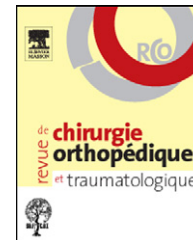




Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

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



## MÉMOIRE ORIGINAL

# Traitement des séquelles scapulaires de paralysie obstétricale du plexus brachial par arthrolyse et transfert tendineux<sup>☆</sup>

*Brachial plexus birth palsy shoulder deformity treatment using subscapularis release combined to tendons transfer*

G. Cohen<sup>a,c,\*</sup>, V. Rampal<sup>a</sup>, F. Aubart-Cohen<sup>b</sup>, R. Seringe<sup>a</sup>, P. Wicart<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service de chirurgie orthopédique, groupe hospitalier Cochin-Saint-Vincent-de-Paul, Assistance publique—Hôpitaux de Paris, université Paris-Descartes, Paris, France

<sup>b</sup> Service de pharmacologie, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, Paris, France

<sup>c</sup> Service de chirurgie orthopédique, hôpital européen Georges-Pompidou, 20, rue Leblanc, 75908 Paris cedex 15, France

Acceptation définitive le : 24 février 2010

### MOTS CLÉS

Paralysie obstétricale du plexus brachial ;  
Transfert tendineux ;  
Détachement du *subscapularis* ;  
Arthrolyse

### Résumé

**Introduction.** — Parmi les séquelles des paralysies obstétricales (PO) du plexus brachial, peut survenir un défaut de rotation externe d'épaule (RE) qui, outre ses conséquences fonctionnelles, peut générer une subluxation/luxation glénohumérale postérieure. Le but de cette étude est d'apprécier les résultats cliniques et radiologiques à moyen terme de la libération du muscle *subscapularis* avec transfert des muscles *latissimus dorsi* et *teres major*.

**Patients et méthodes.** — De 1985 à 1995, une série continue de 32 patients ayant une PO ont fait l'objet d'une libération du *subscapularis* associée 24 fois à un transfert musculaire (âge moyen : 2,5 ans, 1–9,2). La fonction de l'épaule a été évaluée par la mesure de la RE passive et le calcul du score de Mallet modifié à un, cinq et dix ans de recul ou avant reprise chirurgicale. Les différentes valeurs ont été comparées par test Anova pour séries appariées. L'évolution des déformations de l'articulation glénohumérale a été évaluée par mesure tomographique de la rétroversion de la glène et la subluxation de la tête humérale avant et cinq ans après chirurgie.

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2010.02.004](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2010.02.004).

<sup>☆</sup> 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 : [gilles.fcohen@hotmail.com](mailto:gilles.fcohen@hotmail.com) (G. Cohen).

**Résultats.** – Le suivi moyen postopératoire a été de 9,5 ans (de deux à 23 ans). Le traitement a entraîné une amélioration significative de la RE passive (valeurs préopératoires et au recul de un an :  $-10$  et  $52^\circ$ ). Cela expliquait un bon score de Mallet un an après la chirurgie (18,4/25). Une dégradation progressive significative a été constatée. Dix ans après l'intervention chirurgicale, l'amplitude de RE et le score de Mallet étaient respectivement,  $13^\circ$  et 15,8. L'étude tomodensitométrique révélait une correction de la rétroversion de la glène (valeur moyenne préopératoire et à cinq ans de recul :  $29$  et  $18^\circ$ ) et une amélioration de la congruence de l'articulation glénohumérale (valeur moyenne préopératoire et à cinq ans de recul :  $25$  et  $39\%$ ). Une intervention chirurgicale itérative a été indiquée six fois (cinq patients) : deux transferts de *latissimus dorsi* et *teres major* (non réalisés initialement) et quatre ostéotomies de dérotation humérale. Trois quarts des patients n'ayant pas eu initialement de transfert musculaire ont été réopérés ou avaient une RE insuffisante au dernier recul.

**Discussion et conclusion.** – Le traitement chirurgical génère un gain fonctionnel objectif, même si celui-ci se dégrade avec le temps. De plus, il prévient ou corrige la subluxation postérieure de l'épaule. Il est indiqué si l'amplitude de RE passive est négative. Il semble souhaitable de combiner la libération aux transferts musculaires.

**Niveau de preuve.** – IV étude rétrospective.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Introduction

Les paralysies obstétricales du plexus brachial concernent 0,1 à 0,4% des naissances [1]. La moitié d'entre elles connaît une évolution spontanément favorable. Cependant, certains enfants gardent un déficit fonctionnel de l'épaule marqué par un défaut de rotation externe active. Ces anomalies de récupération musculaires peuvent être à l'origine d'une dégradation de l'articulation glénohumérale [2–7].

Le traitement idéal est la prévention de la réduction de l'amplitude de rotation externe d'épaule (RE) avec des méthodes orthopédiques, comme la rééducation et attelles nocturnes de Lericque [8] en rotation externe coude au corps. Cependant, la difficulté de sa réalisation et la sévérité de certaines paralysies expliquent certains échecs de cette méthode. Un défaut de rotation externe passive justifie un traitement chirurgical rétablissant une amplitude de rotation externe avec une libération proximale du muscle *subscapularis* à la face antérieure de la scapula [9], pouvant être associée à un transfert des insertions humérales des tendons du *teres major* et du *latissimus dorsi* sur le tubercule majeur. Aucune étude, à notre connaissance, ne rapporte les résultats à moyen terme de cette intervention.

Le but de notre étude était d'évaluer l'intérêt de ce traitement chirurgical, à court terme, sur la fonction de l'épaule atteinte, ainsi qu'à moyen terme, sur la fonction mais aussi sur l'architecture de l'articulation glénohumérale du membre correspondant.

## Patients et méthodes

### Patients

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique. Tous les patients opérés pour défaut de RE compliquant une paralysie obstétricale du plexus brachial entre 1985 et 1997 ont été consécutivement inclus.

L'indication opératoire était posée lorsqu'il existait un défaut de rotation externe passive et active, malgré un traitement orthopédique, avec attelle nocturne positionnant

le membre en rotation externe et une rééducation par un kinésithérapeute.

Les caractéristiques cliniques des patients ont été relevées à partir des dossiers médicaux et les radiographies et tomodensitométries ont été analysées.

Tous les patients avaient eu des radiographies standard de l'épaule préopératoire. En outre, les patients pour lesquels une déformation osseuse était diagnostiquée ou suspectée à la radiographie standard avaient bénéficié d'une tomodensitométrie de l'épaule préopératoire pour évaluer précisément la déformation osseuse.

Trente-deux patients, satisfaisant les critères d'inclusion, ont été opérés (18 garçons, 14 filles). L'âge moyen au moment de l'intervention chirurgicale était de 2,5 ans (0,9 à 9,2 ans). Sur les 32 patients, la topographie de l'atteinte était C5/C6 (26 cas), C5/C6/C7 (deux cas), C5/C6/C7/C8 (deux cas) ou C5/C6/C7/C8/D1 (deux cas). Le côté atteint était le droit dans 15 cas et le gauche dans 17. Un signe du clairon était présent dans tous les cas, associé à une hypertonie des muscles rotateurs internes. Il existait également une subluxation postérieure clinique de la tête humérale dans 19 cas (59%).

La rotation externe coude au corps moyenne en préopératoire était de  $-10^\circ$  ( $-45$  à  $0^\circ$ ) et l'abduction moyenne de l'épaule de  $113^\circ$  (de  $30$  à  $180^\circ$ ).

Le score de Mallet modifié [10,11] en préopératoire n'a pas pu être systématiquement calculé étant donné l'âge très jeune de plusieurs patients au moment de leur intervention.

Les radiographies standard de l'épaule atteinte de face et de profil montraient 20 subluxations postérieures de la tête humérale (62,5%) et sept déformations de la glène (25%) correspondant à des émossements de la cavité glénoïdienne, mises en évidence sur l'incidence de profil axillaire lorsqu'il était disponible et interprétable. Les sept tomodensitométries réalisées en préopératoire objectivaient sept déformations de la glène. Il était observé trois glènes plates et trois glènes d'aspect convexe correspondant à des degrés d'émossement du rebord postérieur. Enfin, une glène était biconcave : un sillon vertical séparant la néoglène postérieure de la paléoglène antérieure. La rétroversion moyenne de la glène était de  $29^\circ$  ( $5-40^\circ$ ). Enfin,

il existait une subluxation postérieure moyenne de la tête humérale de 25 % (10–50 %).

### Technique chirurgicale

L'intervention chirurgicale consistait en une exposition de la scapula par une voie d'abord postérieure en U inversé, suivant le bord antérieur du muscle *latissimus dorsi* et se prolongeant à la face postérieure du bras. On décollait par l'arrière le muscle *subscapularis* à son insertion à la face antérieure de la scapula. Ce décollement extrapériosté permettait d'obtenir un gain de rotation externe jusqu'à une amplitude moyenne de 45° (30 à 70°). S'il existait en préopératoire un défaut de rotation externe active, le geste était complété par un transfert des tendons des muscles *teres major* et *latissimus dorsi* à leurs insertions humérales sur la coiffe des rotateurs (tubercule majeur), plus précisément sur l'*infraspinatus*. Une immobilisation postopératoire par un plâtre thoracobrachial, positionnant le membre en rotation externe coude au corps de 45°, était mise en place pendant une durée variable suivant les opérateurs allant de trois à six semaines.

Trente-deux patients ont eu un décollement du *subscapularis*, complété chez 24 de transferts tendineux. Dans trois cas, le geste opératoire a été complété d'une capsulorrhaphie postérieure pour subluxation glénohumérale résiduelle.

### Critères d'évaluation et suivi des patients

Le suivi postopératoire s'est effectué de façon régulière en consultation, avec mesure systématique de la rotation externe passive et active coude au corps et de l'abduction active de l'épaule. Le score de Mallet modifié a été calculé à un, cinq et dix ans après l'intervention.

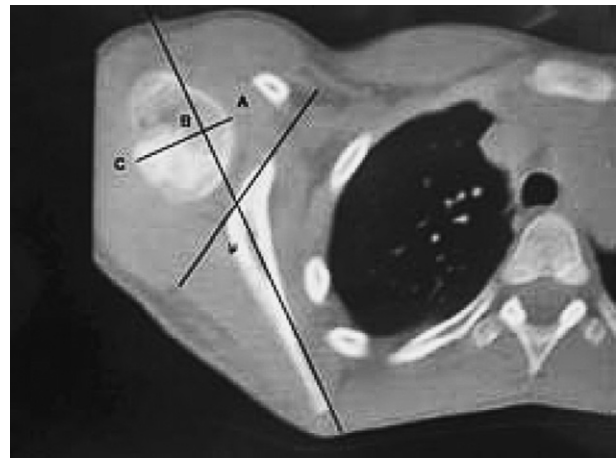
Tous les patients ont eu des radiographies standard de l'épaule en postopératoire.

On réalisa sept tomodensitométries de contrôle chez les patients qui en avaient bénéficié en préopératoire, lesquelles furent analysées selon les critères scanographiques décrits par Waters et Bae [12,13], permettant une appréciation de la subluxation postérieure de la tête humérale (par calcul du pourcentage de tête humérale mesurée sur son grand diamètre en avant de la ligne tangente à l'épine de la scapula), ainsi que le calcul de la rétroversion de la glène (Fig. 1). La tomodensitométrie a permis également de décrire précisément la morphologie de la glène. Le délai moyen de ces scanners était de 5,3 ans (un à neuf ans).

En cas de reprise chirurgicale, l'indication et la nature du geste chirurgical ont été rapportées.

### Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type pour les variables quantitatives et pourcentage pour les variables qualitatives. Les scores de Mallet et la rotation externe postopératoires à un, cinq et dix ans ont été comparés par test paramétrique Anova pour mesures répétées. Les valeurs à dix ans n'étant pas toujours disponibles, l'analyse statistique s'est effectuée avec exclusion des patients avec données manquantes. Les tomodensitométries



**Figure 1** Analyse tomodensitométrique de la rétroversion de la glène et de la subluxation postérieure de l'articulation glénohumérale. Subluxation postérieure de la tête humérale :  $(AB/AC) \times 100$  en pourcentage. Rétroversion de la glène :  $(90 - \mu)$  en degré.

ont été comparées par test non paramétrique Wilcoxon. Pour ces deux tests, une valeur de  $p < 0,05$  était considérée comme significative.

### Résultats

Le suivi moyen des 32 patients a été de  $9,5 \pm 5,6$  ans (de deux à 23 ans).

### Résultats cliniques

Un signe du clairon est resté présent dans 35 % des cas à un an, 67 % des cas à cinq ans et dans 70 % des cas à dix ans. La palpation d'une subluxation postérieure résiduelle de la tête humérale a été observée chez cinq patients (16 %).

Un gain de la rotation externe de l'épaule (Fig. 2 et 3) a été retrouvé chez tous les patients à un an postopératoire, passant d'une valeur en RE moyenne de  $-10^\circ$  ( $-45^\circ$  à



**Figure 2** Image préopératoire chez une patiente avec un signe du clairon marqué.

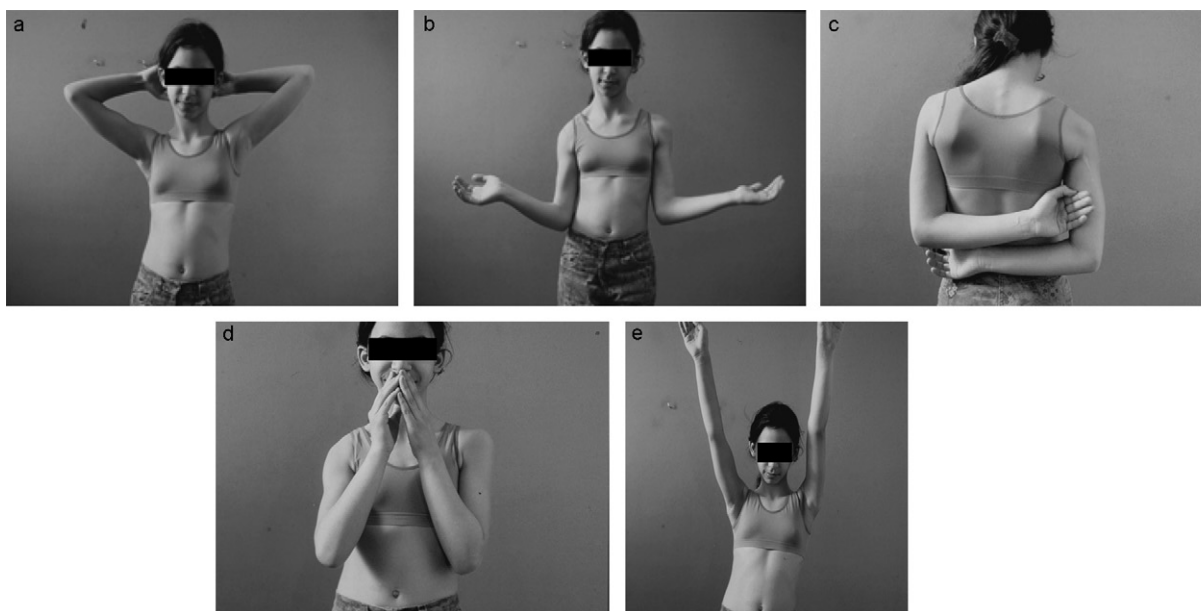


Figure 3 Résultat clinique neuf ans après l'intervention.

0°) en préopératoire à une moyenne de 52° (5 à 90°) à un an. Ce gain reste réel à cinq et dix ans dans tous les cas, sauf un. Les valeurs moyennes de RE étaient de 35° (-5 à 80°) à cinq ans et 13° (-50 à 80°) à dix ans. Cette décroissance progressive de la valeur de la RE est statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) en comparaison par Anova (Fig. 4).

L'abduction moyenne de l'épaule s'est améliorée également, au moins durant les cinq premières années, passant d'une valeur moyenne de 113° (30 à 180°) en préopératoire à des valeurs moyennes de 128° (40 à 160°) à un an et 133° (40 à 180°) à cinq ans. Cependant, il a été constaté une légère régression à partir de la cinquième année avec à dix ans, une abduction moyenne de 120° (40 à 180°).

Le score de Mallet modifié était en moyenne de 18,4 à un an, 17 à cinq ans et 15,8 à dix ans. La diminution progressive

du score de Mallet modifié est statistiquement significative ( $p < 0,0001$ ) en comparaison par Anova (Fig. 5).

Parmi les huit patients qui avaient fait l'objet d'un décollement du muscle *subscapularis* seul, deux ont nécessité une reprise chirurgicale (transfert tendineux pour le premier, transfert tendineux, puis dérotation humérale pour le second). Trois des six patients restant ont gardé des mobilités et une fonction de l'épaule en dessous des valeurs moyennes du reste du groupe (10° de rotation externe moyenne à dix ans et un score de Mallet modifié moyen de 16,5 à un an, 16 à cinq ans et 15,5 à dix ans).

Quatre patients ont été opérés à un âge supérieur ou égal à cinq ans. L'analyse des résultats sur la mobilité et la fonction de l'épaule retrouvait des valeurs moyennes inférieures au reste du groupe puisque la rotation externe moyenne pour les quatre patients était de 30° à un an, 20° à cinq ans et -3° à dix ans, et que le score de Mallet moyen était de 17 à

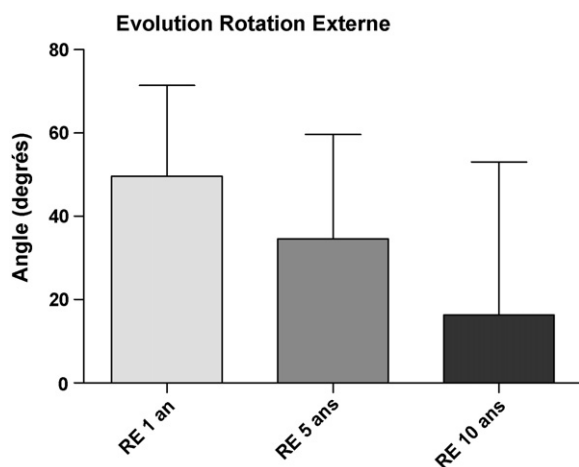


Figure 4 Évolution de la rotation externe avec le temps. En comparaison par Anova sur séries appariées, la différence est statistiquement significative  $p < 0,001$ .

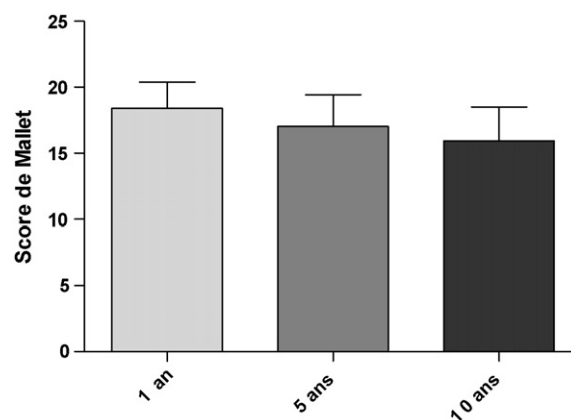
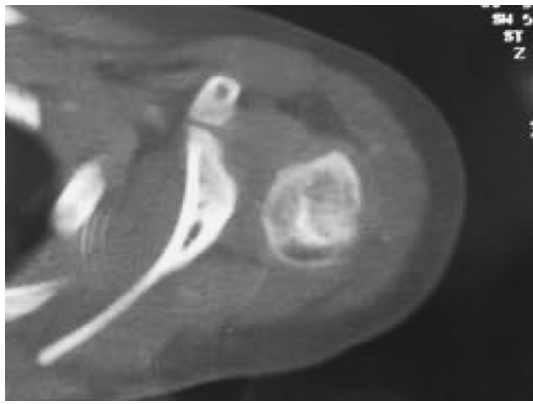
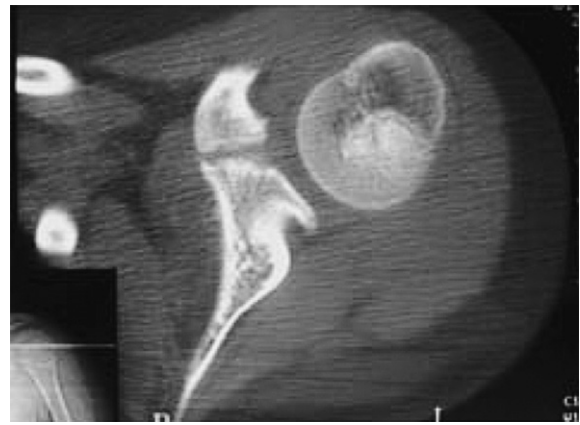


Figure 5 Évolution du score de Mallet modifié dans le temps. En comparaison par Anova ou test de Friedman sur mesures répétées sur 24 patients avec données complètes. Différence statistiquement significative  $p < 0,0001$ .



**Figure 6** Image TDM d'une rétroversion de la glène qui est aplatie en préopératoire avec subluxation postérieure de la tête humérale chez un enfant de six ans. Rotation externe clinique de  $-30^\circ$ .



**Figure 7** Aspect à cinq ans après chirurgie. Correction partielle de la rétroversion de la glène dont les rebords restent émoussés. Correction de la subluxation postérieure de la tête humérale. Rotation externe au dernier recul de  $30^\circ$ .

un an, 15,5 à cinq ans et 15 à dix ans. Le manque de puissance (seulement quatre patients) ne permet pas de mettre en évidence de différence significative en comparaison par Anova.

Enfin, quatre patients présentaient une attitude fixée en abduction d'épaule avec impossibilité de positionner son membre supérieur en adduction. Les valeurs extrêmes de cet abductum, jamais décrit à notre connaissance, se situaient entre 20 et  $70^\circ$ .

### Résultats radiologiques

En postopératoire, les subluxations postérieures de la tête humérale suspectées cliniquement étaient confirmées à la radiographie standard dans quatre cas sur cinq.

Une déformation de la glène a été mise en évidence à la radiographie standard dans 46 % des cas.

Parmi les sept tomodensitométries réalisées à un recul moyen de cinq ans postopératoire, il était retrouvé cinq glènes aplaties dont les rebords étaient émoussés, une glène d'aspect biconcave et une glène convexe. Il existait une correction partielle des anomalies ostéoarticulaires visualisées en préopératoire (Fig. 6 et 7) et notamment de la subluxation postérieure, dont le pourcentage de tête humérale en avant de la tangente à l'épine de la scapula augmentait significativement ( $p=0,04$ ) à une valeur moyenne de 39 % (20–50 %). On retrouvait également une diminution franche mais non significative de la rétroversion moyenne de la glène à  $18^\circ$  (4– $35^\circ$ ).

### Reprise chirurgicale

Six patients ont nécessité une reprise chirurgicale : deux transferts de *latissimus dorsi* et *teres major* ont été réalisés secondairement chez deux patients ayant bénéficié d'un décollement seul du muscle *subscapularis* lors de la première intervention. Un de ces deux patients a bénéficié par la suite d'une ostéotomie de dérotation humérale. Quatre autres dérotations humérales ont été effectuées. L'ensemble des cinq ostéotomies a permis un gain net en rotation externe et de passer, suivant les cas après un recul

de trois ans pour les cinq interventions, d'une amplitude en rotation externe de  $10$  à  $40^\circ$ , de  $-20$  à  $10^\circ$ ,  $-90$  à  $20^\circ$ ,  $-40$  à  $50^\circ$  et  $0$  à  $50^\circ$ .

### Discussion

Cette étude rapporte une amélioration très nette fonctionnelle et clinique après libération du muscle *subscapularis* et transfert des muscles *latissimus dorsi* et *teres major*. Même si l'évolution est marquée par une diminution du gain acquis au décours de l'intervention après une période de dix ans, le statut à ce moment est supérieur à celui observé en l'absence de traitement [14], marqué par une aggravation de la perte de rotation externe accompagnée d'une dégradation de la congruence glénohumérale. Aucune étude, à notre connaissance, n'avait constaté cette régression progressive avec le temps des mobilités et de la fonction de l'épaule atteinte. Néanmoins, il faut souligner que dans la littérature, le recul moyen postopératoire n'excède jamais quatre ans, à l'exception de Pagnotta et al. [15] qui n'ont qu'un recul moyen de 5,7 ans.

L'influence de la chirurgie sur les perturbations de la congruence glénohumérale est controversée. Plusieurs auteurs [12, 16–19] rapportent que l'amélioration des mobilités de l'épaule apportée par la chirurgie s'accompagne également d'une correction des déformations ostéocartilagineuses caractérisée par une diminution de la rétroversion de la glène, ainsi qu'une réduction de la subluxation. Inversement, Kozin et al. [20] décrivent grâce à l'IRM l'absence d'influence. À la lecture des scanners réalisés, la présente étude permet de noter une réduction significative de la subluxation scapulo-humérale et une diminution franche mais non significative de la rétroversion à un recul moyen de cinq ans.

Ces différents éléments fonctionnels, cliniques et scannographiques confortent le bien-fondé à court et moyen terme de cette indication opératoire. Un défaut de rotation externe, voire une attitude vicieuse en rotation interne constituent une indication chirurgicale. Le premier temps est une libération du muscle *subscapularis* qui permet de restituer une amplitude satisfaisante de rotation externe

[9]. Le transfert des insertions distales du *teres major* et/ou du *latissimus dorsi* sur le bord postérolatéral de l'extrémité proximale de l'humérus ou sur le muscle *infraspinatus* [21–24] permet essentiellement de supprimer l'activité rotatrice interne de ces muscles plus que de restituer une rotation externe active significative [8]. Chuang et al. [25] et El-Gammal et al. [16] associent une élongation du muscle *pectoralis major* à un transfert du *teres major* sur la coiffe des rotateurs, avec réinsertions des deux extrémités de la portion claviculaire du *pectoralis major* latéralement pour un gain en abduction. Enfin, Chen et al. [26] proposent d'ajouter au transfert de *teres major* et *latissimus dorsi* un transfert du muscle trapezius à l'humérus chez les patients ayant moins de 90° d'abduction en préopératoire. Une modernisation de ces techniques est apportée par l'arthroscopie qui permet désormais d'effectuer une ténotomie *subscapularis*, voire une capsulorrhaphie antérieure associée ou non à un transfert tendineux dans le même temps opératoire avec des résultats équivalents aux techniques traditionnelles [12,27–29]. Une ostéotomie de dérotation externe humérale n'est indiquée qu'en cas d'altération de la congruence glénohumérale incompatible avec la restitution d'une mobilité articulaire correcte [13,15,30].

La nécessité d'associer un transfert tendineux au décollement du muscle *subscapularis* n'a jamais été clairement établie. Récemment, Newman et al. [31] ont revu 13 patients à un recul moyen de 4,7 ans ayant bénéficié d'un relâchement seul du muscle *subscapularis* avec des résultats comparables, selon les auteurs, à ceux qui associent les transferts tendineux. Dans notre expérience, une libération isolée du muscle *subscapularis* donne de moins bons résultats puisque sur les huit patients concernés, six ont des résultats sur la rotation externe et le score de Mallet modifié en dessous des valeurs moyennes du reste du groupe dont deux ayant nécessité une chirurgie itérative de correction. Cette « estimation » ne peut être confirmée statistiquement par test comparatif Anova par manque de puissance. Cependant, l'impossibilité de prévoir l'activité des muscles rotateurs après correction du défaut de rotation externe passive, ainsi que la fréquence des mauvais résultats rapportés dans cette série après libération du muscle *subscapularis* sans transfert justifient d'associer les deux procédures.

L'âge du patient au moment de l'intervention chirurgicale est sujet à plusieurs controverses. Waters et Bae [12] pensent qu'une chirurgie de transfert tendineux freine la dégradation de l'articulation glénohumérale et corrige la rétroversion de la glène, ainsi que la subluxation postérieure de l'épaule. Précédemment, l'étude par IRM de Van Der Sluijs [3], portant sur 17 épaules pathologiques, montrait que 70% des épaules des patients de moins de cinq mois étaient normales, alors qu'elles montraient des déformations radiologiques chez les patients de plus de cinq mois dans 80% des cas. Le déséquilibre musculaire était, selon eux, à l'origine des déformations ostéocartilagineuses. Par conséquent, une correction précoce de ce déséquilibre pourrait retarder considérablement l'apparition des anomalies osseuses [13,16]. Dans notre série, il semble que les patients de plus de cinq ans ont des résultats moins bons que le reste du groupe aussi bien pour la rotation externe que pour le score de Mallet modifié. Par

manque de puissance, cette constatation n'est pas significative.

En conclusion, le traitement chirurgical génère un gain fonctionnel objectif, même si celui-ci se dégrade avec le temps. De plus, il prévient ou corrige la subluxation postérieure de l'épaule. Il est indiqué si l'amplitude de RE passive est négative. Il semble souhaitable de combiner la libération aux transferts musculaires.

## Conflit d'intérêt

Les auteurs n'ont pas transmis de conflit d'intérêt.

## Références

- [1] Waters PM. Obstetric brachial plexus injuries: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;5:205–14.
- [2] Pearl ML, Edgerton BW. Glenoid deformity secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:659–67.
- [3] Van der Sluijs JA, Van Ouwerkerk WJ, de Gast A, Wuisman PI, Nollet F, Manoliu RA. Deformities of the shoulder in infants younger than 12 months with an obstetric lesion of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:551–5.
- [4] Waters PM, Smith GR, Jaramillo D. Glenohumeral deformity secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:668–77.
- [5] Boome RS, Kaye JC. Obstetric traction injuries of the brachial plexus. Natural history, indications for surgical repair and results. *J Bone Joint Surg Br* 1988;70:571–6.
- [6] Hardy AE. Birth injuries of the brachial plexus: incidence and prognosis. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63-B:98–101.
- [7] Waters PM. Comparison of the natural history, the outcome of microsurgical repair, and the outcome of operative reconstruction in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:649–59.
- [8] Dubouset J. Paralysie obstétricale du plexus brachial II. Traitements. Traitement des séquelles. Méthodes de prévention des attitudes vicieuses. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1972;58(Suppl. 1):159–64.
- [9] Carlouz H, Brahimi L. Place du décollement du muscle *subscapularis* dans le traitement des paralysies obstétricales du membre supérieur chez l'enfant. *Ann Chir Infant* 1971;12:159–67.
- [10] Clarke HM, Curtis CG. An approach to obstetrical brachial plexus injuries. *Hand Clin* 1995;11:563–80 [discussion 580–1].
- [11] Mallet J. Paralysie obstétricale du plexus brachial II. Traitement. Traitement des séquelles. Méthodes d'expression des résultats. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1972;58(Suppl 1):166–8.
- [12] Waters PM, Bae DS. Effect of tendon transfers and extra-articular soft-tissue balancing on glenohumeral development in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:320–5.
- [13] Waters PM, Bae DS. The effect of derotational humeral osteotomy on global shoulder function in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1035–42.
- [14] Guerhazi M, Ghroubi S, Mezghanni M, Triki FE, Elleuch MH. Suivi à long terme des épaules paralytiques obstétricales (à propos de 129 cas). *Ann Readapt Med Phys* 2004;47:7–12.
- [15] Pagnotta A, Haerle M, Gilbert A. Long-term results on abduction and external rotation of the shoulder after *latissimus dorsi* transfer for sequelae of obstetric palsy. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(426):199–205.
- [16] El-Gammal TA, Saleh WR, El-Sayed A, Kotb MM, Imam HM, Fathi NA. Tendon transfer around the shoulder in obstetric brachial

- plexus paralysis: clinical and computed tomographic study. *J Pediatr Orthop* 2006;26:641–6.
- [17] Terzis JK, Vekris MD, Okajima S, Soucacos PN. Shoulder deformities in obstetric brachial plexus paralysis: a computed tomography study. *J Pediatr Orthop* 2003;23:254–60.
- [18] Edwards TB, Baghian S, Faust DC, Willis RB. Results of *latissimus dorsi* and *teres major* transfer to the rotator cuff in the treatment of Erb's palsy. *J Pediatr Orthop* 2000;20:375–9.
- [19] Hui JH, Torode IP. Changing glenoid version after open reduction of shoulders in children with obstetric brachial plexus palsy. *J Pediatr Orthop* 2003;23:109–13.
- [20] Kozin SH, Chafetz RS, Barus D, Filipone L. Magnetic resonance imaging and clinical findings before and after tendon transfers about the shoulder in children with residual brachial plexus birth palsy. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:554–61.
- [21] L'Episcopo J. Tendon transplantation obstetrical paralysis. *Am J Surg* 1934;25:122–5.
- [22] Hoffer MM, Wickenden R, Roper B. Brachial plexus birth palsies. Results of tendon transfers to the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:691–5.
- [23] Gilbert A, Romana C, Ayatti R. Tendon transfers for shoulder paralysis in children. *Hand Clin* 1988;4:633–42.
- [24] Birch R, Bonney G, Wynn Parry CB. Birth lesions of the plexus. In: Birch R, Bonney G, Wynn Parry CB, editors. *Surgical disorders of peripheral nerves*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1998. p. 209–34.
- [25] Chuang DC, Ma HS, Wei FC. A new strategy of muscle transposition for treatment of shoulder deformity caused by obstetric brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg* 1998;101:686–94.
- [26] Chen L, Gu YD, Hu SN. Applying transfer of trapezius and/or *latissimus dorsi* with *teres major* for reconstruction of abduction and external rotation of the shoulder in obstetrical brachial plexus palsy. *J Reconstr Microsurg* 2002;18:275–80.
- [27] Kany J, Abid A, Sales de Gauzy J, Cahuzac JP. Libération capsulaire arthroscopique des contractures en rotation interne dans les paralysies obstétricales. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004;90:56.
- [28] Pearl ML. Arthroscopic release of shoulder contracture secondary to birth palsy: an early report on findings and surgical technique. *Arthroscopy* 2003;19:577–82.
- [29] Pedowitz DI, Gibson B, Williams GR, Kozin SH. Arthroscopic treatment of posterior glenohumeral joint subluxation resulting from brachial plexus birth palsy. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:6–13.
- [30] Kirkos JM, Papadopoulos IA. Late treatment of brachial plexus palsy secondary to birth injuries: Rotational osteotomy of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:1477–83.
- [31] Newman CJ, Morrison L, Lynch B, Hynes D. Outcome of *subscapularis* muscle release for shoulder contracture secondary to brachial plexus palsy at birth. *J Pediatr Orthop* 2006;26:647–51.