

Artículo original

Asociación de toxina botulínica y transposición muscular de rectos verticales aumentada en las parálisis del VI N

The association of botulinum toxin and vertical muscle augmented transposition for VIth nerve palsy

Pilar Merino¹, María Bove Álvarez², Pilar Gómez de Liaño²

Sección de Motilidad Ocular y Neuro-Oftalmología, Departamento de Oftalmología, Hospital Gregorio Marañón, Madrid

Resumen

Objetivo: Estudiar los resultados de la asociación de toxina botulínica y transposición parcial (TPRV) y total de rectos verticales (TRV) al recto lateral con fijación escleral en parálisis del VI nervio (p VI N). **Material y método:** Estudio retrospectivo de 9 casos con p VI N (7 unilateral, 1 con paresia III incompleta, 1 bilateral), operados con TRV (4 casos) o TPRV aumentada (4). En un caso con p VI bilateral se realizó en un ojo la TRV y TPRV en el contralateral asociada a una re-
troinserción de RM. Inyección de toxina botulínica preoperatoria se realizó en 6, intra-operatoria en 2 y post-operatoria en 5. Se estudió desviación en posición primaria de la mirada (PM), ducciones, torticolis, y diplopía antes de la cirugía y al final del seguimiento. Se consideró buen resultado una desviación final en PM ≤ 10 DP, sin diplopía en PM e infraversión y con mejoría del tortícolis y limitación de la abducción. **Resultados:** La desviación inicial fue de $47,78 \pm 26,89$ DP, con diplopía en 8 y torticolis en 9 (severo en 7, leve en 2). La desviación en PM al final del periodo de seguimiento fue de $6 \pm 8,1$ DP. En 5 se consiguió ortoforia, en 2 hipercorrección, y en 2 hipocorrección. La abducción y el tortícolis mejoraron en todos, la diplopía se resolvió en 7. Se consiguió un buen resultado en 77,7%. **Conclusiones:** La asociación de toxina con TRV o TPRV y fijación escleral consiguió buenos resultados en la mayoría de los casos.

Palabras clave: *Transposición total de rectos verticales aumentada, transposición parcial rectos verticales, fijación escleral, parálisis del VI nervio, toxina botulínica.*

Summary

Purpose: To study the outcomes of the association of botulinum toxin and the partial (PVRT) or full rectus vertical muscles augmented transposition (VRT) for sixth nerve palsy treatment (p VI N). **Material and methods:** This is a retrospective study of 9 cases with sixth nerve palsy (7 unilateral, 1 with third nerve incomplete palsy, 1 bilateral), that were operated on with PVRT (4) or VRT (4) with scleral fixation. The bilateral VI N palsy was operated on PVRT plus medial rectus muscle recession in one eye, and VRT in the contralateral. Botulinum toxin was injected in the preoperative

¹ MD, PhD, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid.

² MD, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid.

Los autores no tienen ningún interés comercial.

No se ha recibido ningún apoyo económico.

period in 6, in the intraoperative in 2, and in the postoperative in 5. The preoperative and final deviation in primary position (PP), ductions, diplopia and face turn were registered. A favorable outcome was a final deviation ≤ 10 PD, without diplopia in PP and infraversion, and an improvement of face turn and limitation of abduction. **Results:** the initial deviation was $47,78 \pm 26,89$ PD, diplopia: 8 cases, face turn: 9 (severe: 7, mild: 2). The final deviation was $6 \pm 8,11$ PD. Orthophoria was obtained in 5, overcorrection in 2, and undercorrection in 2. The limitation of abduction and the face turn improves in all patients, diplopia resolved in 7. A 77,7% of the patients had a favorable outcome. **Conclusions:** The association of botulinum toxin and partial or full vertical rectus augmented transposition for sixth nerve palsy treatment was efficient in most of the cases of this sample.

Key words: *full vertical rectus muscle augmented transposition, partial augmented transposition, scleral fixation, sixth nerve palsy, botulinum toxin.*

Introducción

La transposición de los rectos verticales al recto lateral aumentada con fijación escleral es una técnica que describió Foster en 1997 (1), para el tratamiento de las parálisis del VI nervio, y del síndrome de Duane tipo I (1). Posteriormente se ha utilizado en otras patologías como la parálisis incompleta del III nervio, la oftalmoplejia externa crónica progresiva, la exotropía consecutiva, etc. (2-6).

La fijación escleral posterior (comprobado mediante imágenes obtenidas con RM), cambia la dirección y los vectores de fuerza de los músculos transpuestos, aumentando la tensión tónica y elástica en la dirección del músculo paralizado y la rotación del ojo, aumentando el campo de visión libre de diplopía (1,7).

La necesidad o no de asociar el debilitamiento del recto medio ipsilateral es un tema controvertido. Para Foster no se debería debilitar nunca, ni siquiera si está contracturado, ya que se iría resolviendo posteriormente a la cirugía (1,8). Mientras que otros autores piensan que se debe debilitar para que la transposición sea más eficaz (2,9). Foster y otros autores proponen inyectar toxina botulínica en el recto medio ipsi o contralateral, en el caso que hubiera demasiada contractura o desviación residual significativa (1,10-13). La transposición de los rectos verticales aumentada no está exenta de complicaciones como el aumento potencial del síndrome de isquemia del segmento anterior (ISA) por el compromiso de las arterias ciliares posteriores con la fijación escleral, las hipercorrecciones, la

limitación de la aducción, las desviaciones verticales y la torsión del ojo (8,14-16). La transposición parcial de los rectos verticales consigue buenos resultados, semejantes a los de la transposición total, y podría evitar el ISA (2,9).

El objetivo de este trabajo es estudiar los resultados de la asociación de toxina botulínica y transposición muscular total o parcial aumentada con fijación escleral en el tratamiento de las parálisis del VI nervio.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio retrospectivo de 10 ojos de 9 pacientes (5 mujeres), de edad media $50,89 \pm 10,76$ años (rango: 30-71 años) con parálisis completa del VI N a los que se realizó cirugía e inyección de toxina botulínica desde 2002 a 2014. Se incluyeron solo los pacientes operados con la transposición parcial o total de rectos verticales, aumentada con fijación escleral a 12-14 mm de limbo, combinada con toxina botulínica en el pre, intra o postoperatorio. Se excluyeron los casos que ya hubieran sido operados previamente con otra técnica, y aquellos con un periodo de seguimiento $<$ de 3 meses.

Se considera parálisis completa la limitación de la abducción grado -2, o -3, según la clasificación de Gómez de Liaño (17), con un test de fuerzas generadas negativo sobre el recto lateral. De los 9, 7 tenían una parálisis unilateral (4 en OD), 1 con parálisis bilateral, y otro tenía además una paresia incompleta del III nervio (OD). Se realizó TRV en 4 casos, y TPRV en otros

4. En el caso bilateral se realizó TRV en OD y TPRV con recesión del recto medio de 10 mm en el OI. Se empleó anestesia tópica asistida con sedación en 7 casos y anestesia general en 2.

En la tabla 1 se recogen los datos referentes al sexo, edad, diagnóstico, etiología de la parálisis, la desviación en posición primaria de la mirada (PM) en dioptrías prismáticas (DP), la presencia de diplopía, tortícolis, la limitación de la abducción, y la inyección preoperatoria de toxina botulínica.

La inyección de Botox® (Allergan, Inc, Irvine, California, USA) antes de la cirugía se indicó en todos los casos con parálisis < de 6 meses de evolución. Se inyectaron de 1 a 3 inyecciones en 6 pacientes (5 ui en cada dosis).

La desviación en posición primaria de la mirada (PM) en vision lejana se realizó con el cover test simultáneo con prismas, colocando el prisma delante del ojo con la parálisis, y corrigiendo el tortícolis. Se anotó la presencia de diplopía en PM e infraversión. El tortícolis en el eje horizontal se midió con prismas, haciendo fijar al paciente la última línea del optotipo que pudiera ver. Se clasificó en leve ($\leq 10^\circ$), moderado ($10^\circ-20^\circ$), severo ($\geq 20^\circ$). A todos se realizó el test de ducción forzada en quirófano antes

de comenzar la cirugía, que resultó positivo en todos los casos.

El abordaje quirúrgico se realizó con incisión limbar mediante peritomía de 180° en los 5 primeros casos. En los 4 últimos se realizaron 2 incisiones conjuntivales en fornix (temporal superior e inferior) para preservar la vascularización perilímbica. En la TRV ambos rectos verticales (RV) se suturaron a esclera con vycril (Ethicon) de 6-0 a la altura de la inserción del recto lateral siguiendo la espiral de Tillaux. La TPRV se realizó con las $\frac{3}{4}$ partes de los RV, disecándolos posteriormente 9 mm y suturando a esclera con vycril de 6-0. La fijación escleral se realizó con 1 solo punto de Dacron 5-0 (Alcon) o Nylon 5-0 (Alcon) a 12-14 mm del limbo colocando el 25% del recto superior e inferior paralelos al trayecto del RL.

En 2 casos se inyectó Botox (5 ui) en recto medio ipsilateral a la parálisis durante la cirugía. Un caso con parálisis bilateral, en OD (en el que se realizó la TRV). En otro caso se inyectó por ser una parálisis congénita, de gran evolución, con una gran contractura del recto medio.

Se consideró buen resultado una desviación ≤ 10 DP en PM, con mejoría del tortícolis y

Tabla 1. Datos preoperatorios.

Caso	Edad (años)	Sexo	Ojo afecto	Otras parálisis	Etiología	Diplopía	Tortícolis Cara lado afecto	Desviación (dp)	Abducción	TDF	Botox previos (núm., músculo y ojo)
1	42	H	OD	No	Tumor epidermoide fosa posterior	Sí	10°	30	-3	+	3 RM OD
2	50	H	OD	No	Traumática	Sí	25°	50	-3	+	2 RM OD
3	49	H	OI	No	Congénita	Sí	30°	25	-2	+	No
4	48	M	OD	III incompleta	Postcirugía de aneurisma	Sí	25°	50	-3	+	3 RM OD
5	30	H	OI	No	Traumática	Sí	25°	30	-3	+	2 RM OI
6	60	M	OI	No	Traumática	Sí	10°	40	-2	+	1 RM OI
7	71	M	AO	No	Traumática	No	30° (cara Dcha.)	120	-3 AO	+	No
8	52	M	OD	No	Cirugía tumor hipófisis	Sí	25°	45	-3	+	2 RM OD
9	56	M	OD	NO	No filiada	Sí	25°	40	-3	+	No

H: hombre. M: mujer. OD: ojo derecho. OI: ojo izquierdo. AO: ambos ojos. RM: recto medio. TDF: test ducción forzada. Núm.: numero. Dp: dioptrías prismática.

la limitación de la abducción, y con desaparición de la diplopía en PM e infraversión.

El estudio fue realizado de acuerdo a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki.

Resultados

En la tabla 2 se han recogido los datos referentes al tipo de cirugía, la inyección de toxina botulínica intra y post-operatoria, anestesia em-

pleada, la desviación final, el grado de limitación de la abducción, el tortícolis y la diplopía al final del periodo de seguimiento.

La desviación inicial media horizontal en PM fue de $47,78 \pm 26,89$ DP (rango: 25-120). La desviación final en PM fue de $6 \pm 8,11$ DP (rango, 0-20). De los 9 casos que componen la muestra, 5 quedaron en ortoforia, 2 en hiperconvergencia (4 y 20 DP) y 2 en hipocorrección (10 y 20 DP). La diplopía preoperatoria, presente en 8 casos, se corrigió en todos excepto en 1 que quedó con diplopía intermitente por hiper-

Tabla 2. Tratamiento y datos postoperatorios

Caso	Cirugía	Botox Intra-operatorio	Anestesia	Botox postcirugía (n.º músculos, ojo y cuándo)	Re-intervención	Diplopía	Tortícolis Cara lado afecto	Desviación final (Dp)	Abducción	Adducción	Resultado	Evolución (meses)
1	TRV aumentada	No	Tópica con sedación	1 RM OD 11 meses	No	No	5°	10 ET	-1	0	Bueno	18
2	TRV aumentada	No	Tópica con sedación	No	No	No	No	OT	-1	0	Bueno	8
3	TRV aumentada	Sí RM OI	Tópica con sedación	No	No	No	No	OT	-1	0	Bueno	12
4	TPRV aumentada	No	Tópica con sedación	1 RM OD 1 semana	No	No	5°	OT	-2	-1	Bueno	53
5	TPRV aumentada	No	General	2 RL OI 2 y 3 meses	Sí (3 veces: intento retirada punto escleral y 2 resec RL)	Sí (intermitente)	Inversión 10°	20 XT	-1	0	Malo	75
6	TPRV		Tópica con sedación	1 RM OI 1 semana	No	No	No	OT	-1	0	Bueno	18
7	OI: TPRV aumentada + retro RM 10 mm OD: TRV aumentada	Sí RM OD	General	1 RM OI 1 semana	No	No	10° cara dcha	20 ET	-2 (OD) -2 (OI)	0 AO	Malo	21
8	TRV aumentada	No	Tópica con sedación	no	No	No	No	4 XT	-1	0	Bueno	3
9	TPRV aumentada	No	Tópica con sedación	no	No	No	5°	OT	-2	0	Bueno	26

TRV: transposición total rectos verticales al recto lateral. TPRV: transposición parcial rectos verticales al recto lateral. Retro: retroinserción. Resec: resección. RM: recto medio. RL: recto lateral. OD: ojo derecho. OI: ojo izquierdo. XT: exotropía. ET: endotropía. Dp: dioptrías prismáticas.

corrección con exotropía de 20 DP. La limitación de la abducción previa que era grado -3 en 7 casos, y grado -2 en 2 casos, mejoró en todos (-1 en 6 y -2 en 3). El tortícolis final fue leve en 4, ausente en 4, y en un paciente se produjo una inversión por hipercorrección.

La inyección de Botox postoperatoria se realizó a partir de la primera semana de la cirugía en 5 casos, 4 por hipocorrección (5 ui en recto medio ipsilateral al ojo de la parálisis), y en 1 por hipercorrección (2 inyecciones de 5 ui en recto lateral ipsilateral a los 2 y 3 meses de la cirugía respectivamente). En las hipocorrecciones, la toxina botulínica solo fue efectiva en 2 casos en los que se inyectó a la semana de la cirugía; en el paciente que se inyectó a los 11 meses no obtuvo resultado, y tampoco en el caso con parálisis bilateral. En el caso con hipercorrección de 20 DP la toxina botulínica en recto lateral, tampoco modificó ni la desviación, ni el tortícolis, ni la limitación de la aducción.

Se consiguió un buen resultado en un 77,77% de los casos de esta muestra (7/9). El periodo de seguimiento desde la cirugía hasta la última exploración ha sido de $26 \pm 21,94$ meses (rango: 3-75 meses). No se encontraron complicaciones intraoperatorias. Un paciente tuvo una hipercorrección en el postoperatorio inmediato de 20 DP con limitación de la aducción grado -1, e inversión del tortícolis, que requirió 3 cirugías adicionales, sin conseguir un buen resultado final. Otro caso operado con una TRV e inyección de toxina botulínica intraoperatoria tuvo un síndrome de isquemia de segmento anterior leve al día siguiente de la cirugía, que no afectó la agudeza visual. En la lámpara de hendidura se observó Tyndall (+), edema corneal leve con microbullas en el sector supero-temporal, y una corectopia con atrofia sectorial del iris en el sector horario de la 1. Se instauró tratamiento tópico con acetato de prednisolona 4 veces al día, y 60 mg de prednisona en régimen descendente. El ISA se resolvió a la semana quedando atrofia del iris y corectopia pupilar. En el mismo paciente se observó una desviación vertical severa (25 DP) por difusión de la toxina al recto inferior que tardó 8 meses en resolverse, con un buen resultado final.

Discusión

La transposición de rectos verticales al recto lateral con fijación escleral o aumentada fue descrita por Foster para tratar las parálisis del VI nervio, con desviaciones > 25 DP y tortícolis $> 25^\circ$, consiguiendo buenos resultados en un 82% de los casos asociando toxina botulínica postoperatoria cuando persiste endotropía significativa (1). En esta pequeña muestra de 9 casos con parálisis total del VI N se han obtenido resultados similares de un 77,77% con la asociación de toxina botulínica y transposición aumentada. En 5 ojos se realizó TRV y en otros 5 una TPRV, con resultados similares. Un paciente con parálisis del VI bilateral en el que se realizó una TRV en un ojo, y una TPRV en el contralateral tuvo mal resultado por persistir una endotropía de 20 DP. Otro de los casos con mal resultado fue operado con una TPRV con la que se obtuvo una hipercorrección de 20 DP. Por tanto estamos de acuerdo con los trabajos que defienden la transposición parcial de rectos verticales que consigue los mismos resultados, con un menor riesgo potencial de isquemia de segmento anterior (2,9,15,18).

Los resultados publicados con la TRV y la TPRV aumentada, asociada o no a recesión del recto medio ipsilateral o contralateral o inyección de toxina botulínica, son mejores que los obtenidos con las transposiciones aisladas (1,2). Las cifras de buenos resultados varían entre un 37 y un 100% quedando con una desviación final ≤ 10 DP, mejorando la rotación del ojo, el tortícolis y la diplopía (1,2,4,8,19,20). En esta pequeña serie el tortícolis inicial que era severo en 7 y leve en 2, se ha mejorado en todos quedando leve en 4 casos y desapareciendo en 4. En un paciente el tortícolis se invirtió por obtenerse una hipercorrección de 20 DP de exotropía. La limitación de la abducción también ha mejorado con la cirugía en todos los casos; inicialmente era grado -3 en 7 y -2 en otros 2, y en el postoperatorio fue de -1 en 6, y de -2 en otros 3. La diplopía se resolvió en todos los casos excepto uno (exotropía consecutiva).

La inyección preoperatoria de toxina botulínica en recto medio de 6 casos se aplicó en las

parálisis de < 6 meses de evolución para disminuir su contractura, recuperar la fuerza del recto lateral paralizado, y diferenciar las verdaderas parálisis de las paresias (17). En 2 casos se inyectó intraoperatoriamente, procedimiento que no se recomienda para no enmascarar la desviación vertical provocada con la toxina de la posible desviación vertical obtenida con la transposición (2). De los 2, en uno se observó una desviación vertical severa a pesar de haber puesto la inyección con visualización directa del recto medio. Otros estudios encuentran un 32% de desviaciones verticales secundarias a la inyección de toxina (11). En 5 casos se inyectó toxina botulínica en el postoperatorio, 4 por hipocorrección (siendo efectiva sólo en 2 que se inyectó a la semana de la cirugía), y en uno por hipercorrección con mal resultado.

Entre las complicaciones publicadas con la transposición aumentada se encuentran las desviaciones verticales, con una frecuencia de un 2-19%, aunque de menor incidencia que las transposiciones simples (1,2,9,18,21) y las torsiones (16). No se ha encontrado ninguna desviación vertical en nuestra serie. Para evitar estas desviaciones verticales Holmes et al proponen una menor transposición del recto inferior que del superior, dejando un espacio de 1-3 mm con el recto lateral (16) y Struck describe una modificación de la técnica uniendo los dos músculos verticales (14).

El síndrome de isquemia del segmento anterior es otra grave complicación que aumenta con la fijación escleral por afectación de la arteria ciliar posterior (15). Las transposiciones parciales de los rectos verticales consiguen los mismos resultados y disminuyen el riesgo de ISA (2,9). Uno de nuestros casos tuvo un ISA leve secundario a una transposición total de los rectos verticales e inyección intraoperatoria de toxina botulínica.

Sólo 1 de los pacientes con exotropía consecutiva de 20 DP tuvo una limitación de la aducción por hipercorrección, complicación referida por otros autores (2,3,8), por lo que se recomienda realizar ducción pasiva después de la cirugía, y hacer pequeñas recesiones de los músculos verticales, en caso de que sea positiva

(2). El porcentaje de nuestras hipercorrecciones fue del 11,1%, similar a otros trabajos (8,9). Algunos la resuelven con la retirada del punto de fijación escleral en el postoperatorio inmediato (9). El intento de retirada del punto de fijación no fue efectivo, pero habían transcurrido 2 meses de la cirugía. Se inyectó toxina botulínica en recto lateral del ojo afectado 2 veces, y resección del RL otras 2, quedando con mal resultado final.

En conclusión la transposición total o parcial de rectos verticales aumentada con fijación escleral, asociada a toxina botulínica ha conseguido buenos resultados sin necesidad de operar el recto medio contracturado en la mayoría de los casos. Sin embargo, la combinación de toxina y cirugía no está exenta de complicaciones, como hipercorrecciones, desviaciones verticales y síndrome de isquemia de segmento anterior. La toxina botulínica inyectada directamente en recto medio puede difundir al recto inferior y provocar una desviación vertical severa que tarda más de 6 meses en resolverse. Es preferible realizar transposiciones parciales que totales de los rectos verticales para disminuir el riesgo de isquemia del segmento anterior.

Bibliografía

1. Foster RS. Vertical muscle transposition augmented with lateral fixation. *J Aapos*. 1997; 1(1): 20-30.
2. Rosenbaum AL. Costenbader Lecture. The efficacy of rectus muscle transposition surgery in esotropic Duane syndrome and VI nerve palsy. *J Aapos*. 2004; 8(5): 409-419.
3. Mohamed SR, Ainsworth JR. Vertical augmented transposition surgery. *Eye (Lond)*. 2004; 18(1): 81-84.
4. Paysse EA, Brady McCreery KM, Ross A, Coats DK. Use of augmented rectus muscle transposition surgery for complex strabismus. *Ophthalmology*. 2002; 109(7): 1309-1314.
5. Snir M, Friling R, Kalish-Stiebel H, Sherf I, Weinberger D, Axer-Siegel R. Full vertical rectus muscle transposition combined with medial posterior fixation sutures for patients with adduction deficiency. *Ophthalmology*. 2005; 112(5): 939-943.
6. Cho YA, Rah SH, Kim MM, Lee JY. Vertical rectus muscles transposition in large exotropia with medial rectus muscle transection following endoscopic sinus surgery. *Korean J Ophthalmol*. 2008; 22(2): 104-110.
7. Clark RA, Demer JL. Rectus extraocular muscle pulley displacement after surgical transposition and

- posterior fixation for treatment of paralytic strabismus. *Am J Ophthalmol.* 2002; 133(1): 119-128.
8. Simons BD, Siatkowski RM, Neff AG. Posterior fixation suture augmentation of full-tendon vertical rectus muscle transposition for abducens palsy. *J Neuroophthalmol.* 2000; 20(2): 119-122.
 9. Brito MT VF, Thacker N, Alcorn D, Foster RS, Rosenbaum AL. Partial rectus muscle-augmented transpositions in abduction deficiency. *J Aapos.* 2003; 7: 325-332.
 10. Fitzsimons R, Lee JP, Elston J. Treatment of sixth nerve palsy in adults with combined botulinum toxin chemodenervation and surgery. *Ophthalmology.* 1988; 95(11): 1535-1542.
 11. Flanders M, Qahtani F, Gans M, Beneish R. Vertical rectus muscle transposition and botulinum toxin for complete sixth nerve palsy. *Can J Ophthalmol.* 2001; 36(1): 18-25.
 12. Leiba H, Wirth GM, Amstutz C, Landau K. Long-term results of vertical rectus muscle transposition and botulinum toxin for sixth nerve palsy. *J Aapos.* 2010; 14(6): 498-501.
 13. McManaway JW, 3rd, Buckley EG, Brodsky MC. Vertical rectus muscle transposition with intraoperative botulinum injection for treatment of chronic sixth nerve palsy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1990; 228(5): 401-406.
 14. Struck MC. Augmented vertical rectus transposition surgery with single posterior fixation suture: modification of Foster technique. *J Aapos.* 2009; 13(4): 343-349.
 15. Hong S CY, Han S, Lee JB. Effect of full tendon transposition augmented with posterior intermuscular suture for paralytic strabismus. *Am J Ophthalmol.* 2005; 140: 477-483.
 16. Holmes JM, Hatt SR, Leske DA. Intraoperative monitoring of torsion to prevent vertical deviations during augmented vertical rectus transposition surgery. *J Aapos.* 2012; 16(2): 136-140.
 17. P. GdLS, ed *Parálisis oculomotoras : diagnóstico y tratamiento.* Madrid: Tecnimedia Editorial S.L; 1999.
 18. Brito MT VF, Thacker N, Alcorn D, Foster RS, Rosenbaum AL. Surgical management of severe co-contraction, globe retraction, and pseudoptosis in Duane Syndrome. *J Aapos.* 2004; 8: 362-367.
 19. Yazdian Z, Rajabi MT, Ali Yazdian M, Rajabi MB, Akbari MR. Vertical rectus muscle transposition for correcting abduction deficiency in Duane's syndrome type 1 and sixth nerve palsy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2010; 47(2): 96-100.
 20. Murray DC, Walsh A, Henderson J, Ainsworth JR. Bilateral sixth nerve palsy treated with augmented vertical muscle transposition. *Eye (Lond).* 2001; 15(Pt 1): 118-120.
 21. Velez FG, Foster RS, Rosenbaum AL. Vertical rectus muscle augmented transposition in Duane syndrome. *J Aapos.* 2001; 5(2): 105-113.