

USO DE LA TOXINA BOTULINICA EN EL TRATAMIENTO DE LA
DESALINEACION DE LA RODILLA

DR. ALVARO ARTEAGA RIOS (*)

DR. JORGE VILLA CARRILLO(**)

DR. JORGE HERNANDEZ SANCHEZ(*)

(*) Mèdicos Especialistas en Medicina Fìsica y Rehabilitaciòn.

(**) Matemàtico, Maestrìa en Control de Calidad, Doctorado en Estadística.

USO DE LA TOXINA BOTULINICA EN EL TRATAMIENTO DE LA DESALINEACION DE LA RODILLA

Introducción. La Toxina Botulínica tiene propiedades de relajamiento muscular, que han sido usadas en problemas de desequilibrio muscular, como la espasticidad y la distonia. Sin embargo, su impacto en la mejora del equilibrio muscular en la rótula desalineada, en el caso en el cual no existen alteraciones como morfológicas como hipoplasias, no es completamente conocido.

Objetivo. El propósito de este estudio es examinar el efecto sobre la mejora del equilibrio muscular de dos factores, la Toxina Botulínica y de la rehabilitación física, donde se aplica primero la Toxina Botulínica.

Material y método. Se aplicaron 50 unidades de la Toxina Botulínica en cada uno de 4 puntos. Una aplicación en el músculo vasto externo, dos aplicaciones en el músculo recto anterior y una en el músculo crural. Una semana después, se llevó a cabo una evaluación radiológica de las variables que conformaron el criterio de corte, a saber, altura de la rótula, ángulo de desalineación y ángulo de congruencia. El criterio de *punto de corte* es satisfecho si las tres variables pertenecen a los intervalos de variación normal de la rodilla con equilibrio muscular. A continuación, se implementó un mes de terapia de rehabilitación física y de nuevo se llevó a cabo la evaluación radiológica, para medir el efecto de la rehabilitación física. Cinco años después, se realizó otra evaluación radiológica de las variables, aunque esta estaba planeada para un año.

Resultados y conclusiones. La Toxina Botulínica produjo una mejora muy importante en el equilibrio muscular de la rodilla. La implementación de la rehabilitación física no produjo mejoras adicionales, aunque si conservó las ganancias obtenidas.

Palabras clave: *Desequilibrio muscular, toxina botulínica, rótula desalineada.*

USE OF BOTULINUM TOXIN IN THE MISALIGNMENT KNEE TREATMENT

Introduction. The Botulinum Toxin has antidystonic effects which had been used in muscular imbalance problems such as spasticity and dystonia. However, its impact on the muscular imbalance knee improvement, in cases in which does not exists morphological alterations like hypoplasia, is not completely known.

Objective. The purpose of this case study is to evaluate the effect on improvement of muscular imbalance knee of two factors, Botulinum Toxin and physic rehabilitation, in the case in which Botulinum Toxin is applied first.

Materials and method. Injections with fifty units of Botulinum Toxin was applied in each one of 4 muscular points. One application in vastus lateralis, two applications in rectus femories and one in crural muscle. A radiologic evaluation was carried out one week after application of Botulinum Toxin. Criterion endpoint variables are patella height, misalignment patella angle and patellofemoral angle. The criterion endpoint is satisfied if the three variable values are in the normal variation interval variables of a muscular balance knee. After period of one month of physics rehabilitation a radiologic evaluation was carried out in order to measure its effect. A subsequent radiologic evaluation of the variables was made, five years later, even though it was planned to take over in a period of a year.

Results and conclusions. An important improvement on the patella muscular imbalance was produced by application of Botulinum Toxin. Physical rehabilitation did not produce additional improvements but kept them.

Key words: *Muscular unbalance, botulinum toxin, patella misalignment*

Introducción

La Toxina Botulínica (TB) ha sido utilizada en problemas de desequilibrio muscular como la espasticidad y distonía (1). También se ha utilizado con éxito desde 1980 en el tratamiento del estrabismo para equilibrar el desbalance entre las fuerzas musculares de los músculos encargados de movilizar los globos oculares (2). En el caso de pacientes con pie equino no estructurado el objetivo es equilibrar las fuerzas entre los músculos, soleo y gemelos, y tibial anterior (3). En consecuencia, la TB podría ser útil en la mejora del equilibrio en la desalineación de rótula. Su mecanismo de acción consiste en inhibir el mediador químico acetilcolina en la placa neuromuscular, lo cual ocasiona relajación muscular (4). Para explorar la utilidad de la TB en la mejora del equilibrio en la desalineación de rótula, análisis de su efecto y del efecto de la rehabilitación física, fueron estudiados utilizando las variables altura de la rótula, ángulo de desalineación y ángulo de congruencia.

Desalineación de la Rótula

La desalineación de rótula, en el caso de que su causa es un desequilibrio muscular, consiste en que un músculo antagonico tiene menor o mayor graduación en su fuerza que el músculo agónico. (3)(4). Se han identificado tres tipos *puros* de desalineación en de rodilla: rótula alta, rótula lateral medial y rótula lateral externa y dos tipos de combinaciones de ellas: 1) rótula alta y lateral medial 2) rótula alta y lateral externa, ésta última es muy común y es el caso presentado en este estudio. Las causas, que pueden ser congénitas o adquiridas, pueden residir en la articulación femoropatelar, como en la hipotrofia de cóndilos, en los tejidos blandos, como en desequilibrios musculares o en un inadecuado alineamiento de toda la extremidad, como en alteraciones del ángulo Q. El ángulo Q es el ángulo formado por la línea trazada desde la espina iliaca anterosuperior al centro de la patela y la línea formada por el centro de la patela y la tuberosidad anterior de la tibia. En condiciones de equilibrio muscular y en ausencia deformaciones de los huesos (hipoplasia de cóndilos, de rótula o del surco intercondíleo) es de aproximadamente 15 grados.

El proceso patomecánico en la desalineación de la rótula se inicia cuando predomina la fuerza del músculo crural y recto anterior y la rótula asciende. Cuando se eleva por arriba del surco intercondíleo se desvía hacia afuera debido a que la inserción superior del músculo recto anterior, motor primario de la extensión de rótula, es en la espina iliaca anterosuperior (a 15 grados por fuera de la línea media), por lo que ejerce un vector de fuerza hacia arriba y afuera. Una vez fuera de su carril en el surco intercondíleo, participa otro vector de fuerza hacia afuera y arriba por parte del músculo vasto externo; ambas fuerzas combinadas ocasionan rótula alta y externa, ya que no pueden ser contrarrestadas

por el vector de fuerza menor, hacia arriba y adentro que ejerce el músculo vasto interno. Cuando el músculo dominante es el crural, eleva la rótula y al salirse del surco intercondíleo se agrega un vector de fuerza hacia arriba y afuera ocasionado por el músculo vasto externo, la resultante es una rótula alta y lateral interna.

Si la rótula se encuentra desalineada, existen zonas del cartílago con presión elevada y otras sin presión, alterándose el mecanismo normal de imbibición. La falta de presión en algunas zonas del cartílago ocasiona que proliferen capilares subcondrales que originan la formación de condrocitos de mala calidad que propician la aparición de fisuras en el cartílago, que se van ampliando hasta formar úlceras. Una vez iniciado éste proceso llamado condromalacia, se producen alteraciones en los huesos de la articulación como son la creación de osteofitos, lesiones en otros tejidos como ligamentos y meniscos, así como disminución de los espacios interarticulares, proceso denominado gonartrosis. Una vez iniciado el proceso degenerativo de condromalacia, éste continúa su desarrollo de manera irreversible hasta constituir la gonartrosis. La importancia de detectar en forma temprana la desalineación femoropatelar se debe a que si se logra realinear la rótula, se puede detener el proceso degenerativo. El orden de los síntomas, en la desalineación de la rótula, es síndrome de hiperpresión lateral, subluxación crónica, luxación recurrente, afectación al cartílago y finalmente artrosis (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11).

Método

Sujeto de Estudio

Se trata de una paciente femenina de 13 años de edad, aficionada a la gimnasia. Refiere antecedentes de 3 cuadros de luxación de rótula izquierda en el último año, cada cuadro ameritó reducción, reposo por varias semanas, antiinflamatorios no esteroideos y terapia física por 4 semanas. A la exploración física inicial se apreciaba aumento de volumen y temperatura de la rodilla izquierda y contractura del músculo recto anterior y vasto externo. Radiológicamente encontramos datos de rótula izquierda alta y lateral externa. La afirmación se hace considerando los intervalos de variación con equilibrio muscular normal (VEMN) con una confianza del 99.73%. La paciente, que era menor de edad y su padre firmaron el consentimiento para la aplicación de la TB y la implementación de la rehabilitación física (RF). El esquema del estudio es presentado en la figura 1.

Aplicación de la TB

Se aplicaron 50 unidades de la TB en 4 puntos (200 u en total). Una aplicación en el músculo vasto externo, dos aplicaciones en el músculo recto anterior y una en el músculo crural. Se utilizó una ampolla de Dysport 500 u, diluida en 5 cc de solución salina fisiológica. Una vez hecha la preparación, se cargan 5 jeringas de insulina con 1 cc de

solución (100 u de toxina botulínica) y se aplican en cuatro puntos: El primer punto corresponde al nivel de la rótula a 3 cm de su borde externo; el segundo corresponde a 3 cm de la inserción del recto anterior, bajo la espina iliaca anterosuperior; el tercero corresponde a la parte media del punto anterior y la rótula y el cuarto punto corresponde a la mitad de la línea que une el borde superior de la rótula y el ligamento inguinal. Se utilizaron aguja largas y de bajo diámetro para alcanzar el grosor de los músculos del cuádriceps con mínimo dolor (27G X 40 MM). Las aplicaciones se hicieron en un periodo de 10 minutos. Una semana después, se tomaron los Rx para medir las variables altura de rótula, ángulo de desalineación y ángulo de congruencia. Al mismo tiempo se inició un programa de rehabilitación a base del estiramiento del recto anterior y de los músculos isquiotibiales; y del fortalecimiento a del vasto interno.

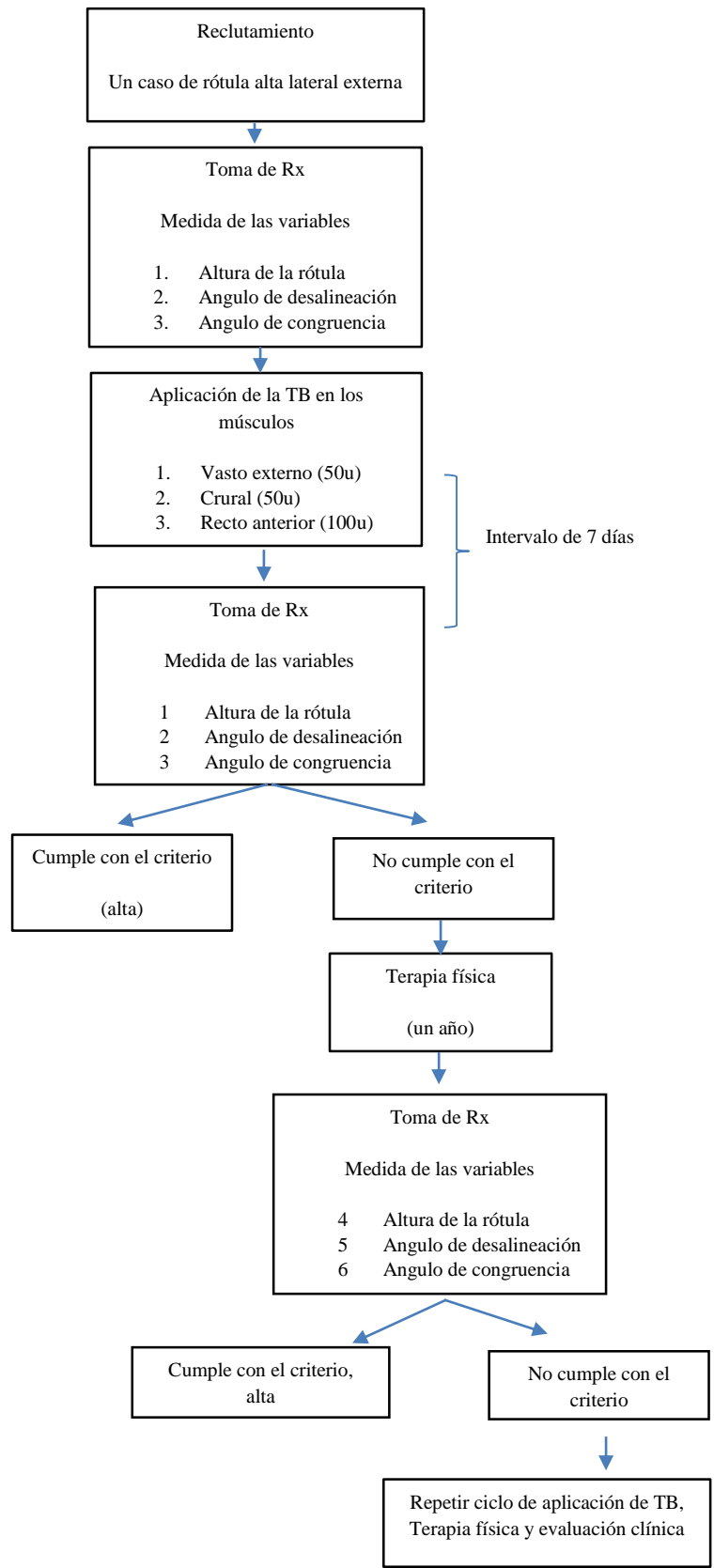
Evaluación Radiológica

En la evaluación del desequilibrio muscular de la rótula, se utilizaron las variables altura de rótula, ángulo de desalineación y ángulo de congruencia, que son las que conforman el criterio de alta. Si los valores de estas 3 variables están dentro de sus intervalos de variación normal, se dice que se cumple con el criterio de alta. La altura de la rótula, se representa por el cociente de Insall y Salvati. El cociente se forma dividiendo la longitud del tendón entre la altura de inserción (distancia entre los dos polos de la rótula). La longitud del tendón rotuliano es la distancia entre el polo distal de la rótula y la escotadura que se encuentra por encima de la tuberosidad anterior de la tibia. Si la longitud de la rótula es aproximadamente igual a la longitud del tendón rotuliano, decimos que es de altura normal. El intervalo (VEMN) para el cociente es de 0.8 a 1.2, con un nivel de confianza del 99.73%. En nuestro paciente el cociente previo a la aplicación de TB fue de 1.5, lo cual nos proporciona evidencia de desequilibrio muscular que ocasionaba rótula alta.

La segunda variable que se usó en la valoración de la lateralización de la rótula es el ángulo de desalineación. El ángulo está formado por la línea horizontal bicondilea que es perpendicular a nivel del surco intercondíleo y otra línea que una el centro de la rótula al surco intercondíleo. El intervalo de VEMN es de -21 a +18 grados, con un nivel de confianza del 99.73%. Si el ángulo se forma en sentido medial a la línea vertical de la rótula, se da un valor negativo. Si el ángulo se forma en sentido lateral se le asigna un valor positivo. En nuestra paciente el ángulo de desalineación fue de 20 grados, que por no pertenecer al intervalo de normalidad nos proporciona evidencia, de desequilibrio muscular que ocasionaba rótula externa, por ser positivo.

La tercera variable, el Angulo de Congruencia de Merchant, tiene como objetivo evaluar el grado de subluxación de la rótula. Este ángulo está formado por la bisectriz del ángulo

Figura 1 Esquema del caso estudio. Muestra las acciones y la evaluación de la eficacia de los tratamientos



de la tróclea, y de la recta que une el fondo de la tróclea con la cresta de la patela. Su intervalo de VEMN es de -24 a 12. Si el ángulo es mayor de 12 grados, se dice que existe una subluxación externa. En nuestra paciente el Angulo de Congruencia previo a la aplicación de TB fue de 30 grados, lo cual proporciona evidencia, con un nivel de confianza del 99.73%, de subluxación externa.

Resultados

Con la aplicación de TB, en la paciente, mejoró su alineación de la rótula. Hubo una reducción tanto en altura, como en la desviación lateral. La altura de la rótula, representada por el cociente de Insall-Salvati fue de 1.5. Su comparación con el intervalo de variación normal (0.8, 1.2), nos proporciona evidencia de una rótula alta (Tabla 1). Una semana después de la aplicación de TB, el cociente se redujo a 1.2. Esta reducción llevó al límite superior del intervalo de VEMN, lo que proporciona evidencia de la utilidad de la TB. Reducciones subsiguientes fueron esperadas de la terapia física, pero este no fue el caso. El ángulo de Desalineación se redujo del valor inicial de 20 grados al valor de 10 grados. Su intervalo de variación normal externa es (0, 18). El valor de 10 grados pertenece al intervalo de VEMN, lo cual proporciona evidencia de la utilidad de la TB. Conservar este beneficio fue el objetivo TF. En el caso presente la TF fue exitosa preservando este valor en 10.

El ángulo de congruencia inicial fue de 30 grados. Una semana después de la aplicación de TB, el ángulo se redujo a 20 grados. Esta reducción no fue suficiente, puesto que el intervalo de VEMN es (-24, 12). El objetivo de la terapia de rehabilitación física fue lograr una reducción adicional, de cuando menos 8 grados, hasta tener una medida dentro del intervalo de variación normal, pero este no fue el caso.

Respecto a los efectos colaterales, tenemos que durante la semana posterior a la aplicación de TB, la paciente, refiere haber presentado debilidad muscular en la rodilla, así como sensación de inestabilidad para subir y bajar escaleras. Lo anterior probablemente se debe al proceso de relajación muscular que causa la TB.

La paciente ejercitó el músculo vasto interno que presentó debilidad bajo el desequilibrio. Adicionalmente se llevaron a cabo ejercicios de estiramiento de los músculos recto anterior e isquiotibiales que presentaron predominio. Se esperaba una reducción importante de cada una de las variables que conformaron el criterio, pero no fue así. Lo que se logró fue conservar los valores obtenidos por la TB. La paciente afirmó que era capaz de realizar los movimientos de la rodilla sin sentir dolor o incomodidad, por lo cual abandonó la terapia sin satisfacer el criterio.

Hubo una valoración cinco años después. En términos clínicos, no hubo otro episodio de luxación de rótula. Solo el ángulo de desalineación conservó el mismo valor. Tal vez esta variable podría ser determinante en la iniciación de luxaciones en esta paciente o en otras pacientes, por ello se recomienda su investigación posterior. Tanto el cociente de Insall-Salvati como el ángulo de congruencia se incrementaron a 1.7 y 40 grados, los cuales no pertenecen a los intervalos de VEMN. Nuestra hipótesis fue que la paciente no continuó con la terapia de rehabilitación física. La Tabla 1 presenta un resumen de las medidas radiológicas, donde los intervalos para el ángulo de desalineación y el ángulo de congruencia son proporcionados para el caso de luxación externa.

Tabla No. 1

Mediciones radiológicas rodilla izquierda. Diagnostico rotula alta y lateral externa.

	Altura de la Rótula	Angulo de Desalineación Externa	Angulo de Congruencia Externa
Variación Normal (99.73%)	(0.8, 1.2)	(0, 18)	(0,12)
Valores Iniciales	1.5	20	30
Una semana después de TB	1.2	10	20
Después de un mes de TF	1.2	10	20
Cinco años después de TB	1.7	10	40

Nota: TB = Toxina Botulínica; TF = Terapia Física

DISCUSION

La TB ha sido utilizada en problemas de desequilibrio muscular como la espasticidad, distonía, estrabismo y pie equino. La adición de la TB al tratamiento de TF constituye una alternativa que debe ser evaluada. En este caso, la TB fue aplicada antes de la TF, con la intención de evaluar su efecto al inicio del tratamiento, precisamente cuando es más difícil el movimiento y es más aceptable una intervención del tipo químico.

El criterio de punto final, en este estudio, consiste en que los valores de las tres variables altura de la rótula, ángulo de desalineación y ángulo de congruencia pertenezcan a los intervalos de VEMN. Se realizó una evaluación radiológica, una semana después de la aplicación de la TB y antes del inicio de la TF, con la intención de medir el avance hacia el cumplimiento del criterio. El valor de la variable altura de la rótula se redujo hasta 1.2, el cual corresponde al límite superior del intervalo de VEMN, lo cual es una mejora importante. El ángulo de desalineación se redujo hasta 10, el cual es un valor en el intervalo de VEMN, lo cual fue una mejora muy relevante. El ángulo de congruencia se redujo a veinte grados, pero aún está a ocho grados del límite superior del intervalo de variación normal. Esta reducción es importante pero no suficiente. En consecuencia, el efecto producido por la aplicación de la TB fue muy importante pero no suficiente para satisfacer el criterio, y la TF debe hacer el trabajo restante.

La paciente se sometió a un mes de TF. Se esperaba que con un mes de terapia se podría cumplir con el criterio, pero no fue así. Lo que se logró fue conservar lo obtenido por la

aplicación de la TB. Tal vez podría parecer poco lo obtenido por la TF, pero conservar lo ganado puede ser un reto en muchos casos.

Una nueva valoración de cumplimiento del criterio, se llevó a cabo, después de cinco años. El ángulo de desalineación fue el único que se conservó estable en 10 grados. Las otras variables muestran valores aún más desventajosos que los valores cuando se presentó el evento de luxación, Insall-Salvati 1.7 y ángulo de congruencia 40 (Tabla 1). Pero aun en estas condiciones, la paciente, afirma sentirse bien. Lo anterior proporciona evidencia de que la variable ángulo de desalineación es la variable dominante en este caso.

Hay varios aspectos que deben estudiarse como parte de nuestro trabajo futuro. El primero de ellos es confirmar si el rol de la variable ángulo de desalineación es dominante. El segundo es realizar una valoración de efecto de la TB en un grupo de personas. El tercero corresponde a un criterio solo físico como punto de terminación que sea validado por el criterio radiológico.

Limitaciones del Estudio

La principal limitación del estudio es que comprende una sola persona y por consiguiente los resultados pueden estar influenciados por las características particulares. Una segunda limitación corresponde a la ausencia de la aplicación de un criterio solo de pruebas físicas que proporcionen información sobre el equilibrio muscular en la rodilla y su validación usando el criterio radiológico.

Conclusiones

El objetivo de este proyecto afirma que la aplicación de la TB, al inicio de la rehabilitación física, puede ser útil en la mejora del equilibrio muscular en la rodilla, en los casos en los cuales no existan alteraciones como hipoplasia de cóndilos o alteraciones morfológicas. El criterio de punto final consistió en el cumplimiento con respecto a los intervalos de variación normal, con una confianza del 99.73%, de las variables altura de rotula, ángulo de desalineación y ángulo de congruencia. La reducción de 1.5 a 1.2, que corresponde al límite superior del intervalo de normalidad, en la variable altura de rotula proporciona evidencia del beneficio de la aplicación de la TB. Además, la reducción de 20 grados a 10 grados en el ángulo de desalineación, el cual pertenece al intervalo de variación normal, exhibe evidencia a favor de la utilidad de la aplicación de la TB. Dado el efecto observado de la aplicación de la TB, en algunos casos, su utilización, podría ser una alternativa a probar antes de una cirugía, sobre todo cuando haya riesgos importantes en la implementación. Los datos proporcionan evidencia de que la TF fue útil conservando las ganancias obtenidas por la aplicación de la TB. Se esperaba que después de un mes de TF, el criterio sería satisfecho, pero eso no fue lo sucedido.

Después de cinco años, el único valor que se pudo conservar fue el del ángulo de desalineación (Tabla 1). Los valores de las variables altura de rotula y ángulo de congruencia muestran un deterioro mayor que el inicial. Tal desmejoramiento, es exhibido por el hecho de que sus valores se encuentran fuera de sus respectivos intervalos de normalidad. A pesar de estas circunstancias, la paciente, afirma no tener molestias y no ha sufrido otro episodio de luxación. Nuestra hipótesis es que tal vez exista una variable dominante o disparadora en el sistema de la rodilla, la cual podría ser el ángulo de desalineación.

Referencias

1. Lees A, et al. Optimal patient management of botulinum toxins: evidence and experience. Royal Society of Medicine Press, London 2002.
2. Sanjari MS, Falavarjani KG, Kashkouli MB, Aghami M, Rostami h. Botulinum toxin injection with and without electromyographic assistance for treatment of abducens nerve palsy. Journal of Apos: American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus 2008; 12 (3): 259-62.
3. Picelli S, Bonetti P, Fontana C, Dambruso F, Gajofatto F, et al. Accuracy of botulinum toxin type A injection into the gastrocnemius muscle of adults with equinus: Manual needle placement and electrical stimulation guidance compared using ultrasonography. Journal of Rehabilitation Medicine. 2012;44(5):450-2.
4. Amis A. Current concept son anatomy and biomechanics of patellar stability. Sports Med Arthrosc Rev 2007; 15: 48-56.
5. Arent E. Anatomy and malalignment of the patellafemoral joint. Its relation to patellafemoral arthrosis Clin Ortho Rel Resp 436: 71-75 2005.
6. Bakheit AM, Severa S, Cosgrove A, et al Safety profile and efficacy of botulinum toxin a (Dysport) in children with muscle spasticity. Dev Med Child Neurol 2001; 43: 234-238.
7. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz, Pyne S, Beutler A. Gender differences in incidence and prevalence of patellofemoral pain síndrome. Scand J. Med Sci Sports 2009. Sep 17.
8. Colvin AC, West RV. Patellar instability. J Bone Joint Surg Am 90:2751-2762. 2008.
9. Dixit S, DiFiori JP, Burton M, Mines B. Management of patellafemoral pain síndrome. Am Fam Phisician. Jan 15 2007; 75(2): 194-202.
10. Donell S. Patellofemoral dysfunction-extensor mechanism malalignment. Current Orthopaedics: 20; 103-111 2006.
11. ELIASA da, White LM. Imaging of patellofemoral disorders. Clin Radiol; 59 543-557. 2004.

12. Grelsamer R, Stein DA. Patellofemoral arthritis. *J Bone Joint Surg Am*: 88: 1849-1860 2006.
13. Heintjes e, Berger MY, Bierman-Zeinstra SM, Bersen RM.D, Verhaar JA.N, Koes BW. Role of rectus femoralis in patellofemoral pain. 2005; Oxford: Update Software Ltd.: 1-33
14. Mow, V.C.; Flatow, E. L.; and Ateshian, G. A.: Biomechanics. In *Orthopedic Basic Science*. Ed. 2, p. 142. Edited by J. A. Buckwalter. American Academy of Orthopedic Surgeons, 2000.
15. Pal S, Draper, Fredericson M, et al. Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *Am J Sports Med* 39: 590-598. 2011.
16. Ramachandran and D.M.Eastwood, "Botulinum toxin and its orthopaedic applications. *Journal Bone and Joint Surg*, Vol.88,No.8, p. 981-987, 2006.
17. Sakai N, Luo ZP, Rand JA, An KN. The influence of weakness in the vastus medialis oblique muscle on patellofemoral joint: an in vitro biomechanical study. *Clin Biomechanic* 15: 335-339. 2000.
18. Singer BJ, Silbert PL, Dunne JW, et al. An open label pilot investigation of the efficacy of toxin type A (Dysport) injection in rehabilitation of chronic anterior knee pain. *Disabil Rehabil* 2006; 28: 707-13.
19. Stefanik JJ, Zhu Y, Zumwalt AC, et al. Association between patella alta and the prevalence and worsening of structural features of patellafemoral joint osteoarthritis: the multicentral osteoarthritis study. *Arthritis Care Res* 62:1258-1265. 2010.
20. Tang SFT, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain síndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil*. 82: 1441-1445.2001.