

mRNA BNT162b2 COVID-19 Aşısı Sonrası Oküler Flutter-Myoklonus-Ataksi Sendromu: Bir Olgu Bildirimi

Ocular Flutter-Myoclonus-Ataxia Syndrome After mRNA BNT162b2 COVID-19 Vaccine: A Case Report

Turan POYRAZ¹, Armağan VAROL², Hasan Armağan UYSAL³

¹İzmir Ekonomi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Yaşlı Bakımı Bölümü, İzmir, Türkiye

²İzmir Medifema Hastanesi, Nöroloji Bölümü, İzmir, Türkiye

³İzmir Ekonomi Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

ÖZ

Oküler flutter (OF) nadir görülen bir okulomotor sendromdur. En yaygın etiolojiler; paraneoplastik, postenfeksiyöz ve toksik-metabolik nedenlerdir. Ancak aşı sonrası OF nadiren bildirilmiştir. Burada oligoklonal bantlar (OKB'ler) ile ilişkili OF-myoklonus ve ataksiyle karakterize bir aşı sonrası klinik sendrom bildirilmiştir.

İkinci mRNA BNT162b2 Covid-19 aşısından üç gün sonra başlayan baş dönmesi, dengesiz yürüyüş, istemsiz hareketler, istemsiz göz hareketleri ve ekstremitelerde sıçramaları olan 60 yaşında bir erkek hasta sunulmaktadır. Rutin biyokimyasal ve serolojik testleri normal sınırlar içinde saptandı. Beyin Manyetik Rezonans imajlarında patolojik bulgu saptanmadı.

Beyin omurilik sıvısında (BOS) bakılan paraneoplastik ve otoimmün ensefalit testlerinde anlamlı bulgu saptanmadı. Beyin omurilik sıvısında OKB tip 2 pozitif saptandı. Bu olgu, SARS-CoV-2'ye karşı geliştirilen aşılar ve OF, Miyoklonus ve Ataksi (OFMAS) klinik sendromu arasındaki ilişkinin bildirildiği ilk yayındır. Humoral bağışıklık mekanizmaları, OFMAS'ta önemli bir rol oynuyor gibi gözükmektedir. BOS'ta OKB'lerin varlığı bu durumla ilişkili olabilir.

Anahtar Sözcükler: Aşı, ataksi, myoklonus, oküler flutter, oligoklonal bant, SARS-CoV-2.

ABSTRACT

Ocular flutter (OF) is a rare oculomotor syndrome. The most common etiologies are paraneoplastic, postinfectious and toxic-metabolic. However post-vaccinal etiology was rarely reported in OF. Here, we reported a post-vaccinal clinical syndrome characterized by OF-myoclonus and ataxia associated with oligoclonal bands (OCBs).

A 60-year-old male who presented with dizziness, unsteady gait, involuntary tremors, involuntary conjugate eye oscillations and extremity jerks that started 3 days after the second dose of mRNA BNT162b2 Covid-19 vaccine. Routine biochemical and serological analysis were within normal limits. No pathological finding was detected in Brain MRI.

Paraneoplastic and autoimmune encephalitis tests were unremarkable in cerebrospinal fluid (CSF). Oligoclonal bands were positive in CSF. This is the first description of the relationship between vaccines against SARS-CoV-2 and the clinical syndrome of OF, Myoclonus and Ataxia (OFMAS). Humoral immune mechanisms seem to play an important role in OFMAS. Presence of OCBs in CSF may also be associated with this condition.

Keywords: Ataxia, myoclonus, ocular flutter, oligoclonal bands, SARS-CoV-2, vaccine

Cite this article as: Poyraz T, Varol A, Uysal HA. mRNA BNT162b2 Covid-19 Aşısı Sonrası Oküler Flutter-Myoklonus-Ataksi Sendromu: Bir Olgu Bildirimi. Arch Neuropsychiatry 2023;60:376–379.

GİRİŞ

Şiddetli akut solunum sendromu –koronavirüs 2 (SARS-CoV2) ilişkili koronavirüs hastalığı - 2019 (COVID-19)– ilk olarak Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde belgelenmiştir (1). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 11 Mart 2020'de COVID-19'u pandemi olarak ilan etti. COVID-19 salgını patlak verdiğinden beri birçok nörolojik semptomlar, sendromlar ve komplikasyonlar rapor edildi. Nörolojik tutulumla ait veriler ise her geçen gün artmakta. COVID-19 hastalarında en sık görülen nörolojik şikâyetler anosmi, agözi ve baş ağrısıdır. Ancak inme, bilinç bozukluğu, nöbetler ve ensefalopati gibi daha ciddi yan etkiler de bildirilmiştir (2). COVID-19'un nörolojik belirtilerine ek olarak, COVID-19'a karşı geliştirilen aşılarla bağlı nörolojik tutulum da bildirilmiştir (3). Biz bu olgu ile, mRNA

BNT162b2 Covid-19 aşısı ile ilişkili bir oküler flutter-miyoklonus ve ataksi sendromunun fenomenolojisini ve olası patofizyolojisini tartıştık.

OLGU

Hastamız, ikinci doz mRNA BNT162b2 COVID-19 aşısından üç gün sonra başlayan, baş dönmesi/sersemlik hissi, dengesizlik, kaygı, uykusuzluk, hızlı ve yüzeysel soluma, istemsiz titreme ve ekstremitelerde sıçrama yakınmaları olan 60 yaşında bir erkekti. Özgeçmişinde sadece tip 2 Diabetes Mellitus ve obezite vardı. Vital bulguları normaldi. Bilinci açık, koopere ve oryanteydi. Pupiller izokorik, direkt ve indirekt ışık refleksleri

Öne Çıkan Noktalar

- Aşı sonrası Oküler Flutter-Miyoklonus-Ataksi Sendromu (OFMAS) olgusu sunulmuştur.
- Olguda, Oligoklonal Bantlar (OKB) yüksek sayıda pozitif saptanmıştır.
- OKB pozitifliği, hümmoral immunit ve moleküler taklit ile ilişkili olabilir.
- Olgumuz, mRNA aşıları sonrası bildirilen ilk OFMAS olgusudur.
- İntravenöz immünglobulin (IVIG) ve pulse kortikoterapi tedavide kullanılabilir.

normaldi. Nörooftalmolojik değerlendirmede; primer pozisyonda sakkadik ani konjuge horizontal göz hareketleri vardı. İntersakkadik interval olmaksızın, horizontal planda baskın bir şekilde, patlayıcı ve aralıklı, istemsiz konjuge göz osilasyonları mevcuttu. Oküler Flutter (OF) olarak değerlendirildi ve bu duruma bakış parezi veya görme alanı kaybı

eşlik etmiyordu. Yüz ve ekstremitelerde miyoklonusu mevcuttu. Her iki üst ekstremitede kinetik tremoru vardı. Kas gücü tamdı, belirgin bir duysal defisiti yoktu. Plantar yanıtlar fleksordu. Yürmesine ve hatta desteksiz oturmasına engel olacak ölçüde şiddetli trunkal ataksisi vardı. Belirgin anksiyöz ve distrektydi.

Kardiyak muayenesi normaldi ancak akciğer muayenesinde hipoventilasyonu vardı.

Rutin biyokimyasal ve hemogram analizleri normal saptandı. Oküler hareketler ve Elektro-Okülografi (Nihon Kohden, Neuropack-2) ile kaydedildi. Elektrookülografi (EOG) OF ile uyumlu olarak değerlendirildi: Arka arkaya hızlı patlamalar ve intersakkadik interval olmaksızın simetrik sakkadik horizontal osilasyonlar saptandı (Şekil 1). Beyin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve beyin sapı ince kesit MRG bir hafta arayla 2 kez tekrarlandı ve patolojik bulgu saptanmadı (GE Marka Signa Pioneer AIR Edition 3T). İki kez tekrarlanan COVID-19 PCR testi negatif saptandı. Elektroensefalogram (EEG) sonuçları normaldi. Elektronöromyografi (ENMG) (Nihon-Kohden, Neuropack2) incelemesinde duysal ağırlıklı sensorimotor polinöropati ile uyumlu elektrofizyolojik bulgular saptandı.



Şekil 1. Elektrookülografi (EOG) (H: Horizontal; V: Vertikal; (↑) intersakkadik interval olmaksızın, horizontal sakkadik osilasyonlar).

Tablo 1. Beyin omurilik sıvısı test sonuçları

Parametreler	Sonuçlar
Açılış Basıncı (10-18 cm of H ₂ O)	12 cm of H ₂ O
Renk	Berrak
Hücre	0/mm ³
Gram boyama ve kültür	Negatif
Glukoz (40-70 mg/dL)	72 mg/dL
Protein (15-45 mg/dL)	60 mg/dL
VDRL test	Non-reaktif
HSV 1-2 PCR	Negatif
CMV IgM	Negatif
B. burgdoferii IgGM ve IgG	Negatif
VZV PCR	Negatif
EBV PCR	Negatif
Paraneoplastik Otoantikör Panel	
ANNA-1/anti-Hu	Negatif <1:2
ANNA-2/anti-Ri	Negatif <1:2
ANNA-3	Negatif <1:2
AGNA-1	Negatif <1:2
PCA-1/anti-Yo	Negatif <1:2
Amphiphysin Ab	Negatif <1:2
CRMP-5-IgG/anti-CV2	Negatif <1:2
PNMA-2/Ma2/Ta	Negatif <1:2
Recoverin	Negatif <1:2
SOX-1	Negatif <1:2
Titin	Negatif <1:2
Zic4	Negatif <1:2
Tr (DNER)	Negatif <1:2
GAD65	Negatif <1:2
Otoimmün Ensefalit Panel	
NMDAR	Negatif
AMPA-1	Negatif
AMPA-2	Negatif
CASPR-2	Negatif
GABAR-B1/B2	Negatif
LGI-1	Negatif
SARS-CoV-2 (2019-nCoV RNA) PCR	Negatif
Oligoklonal bant	Tip 2 (21 bant pozitif)
IgG Index (<0,77)	0,4668
IgG (0-34 mg/L)	47
Anti-ganglioside Panel	
GM1, GM2, GM3	Negatif
GD1a, GD1b	Negatif
GT1b	Negatif
GQ1b	Negatif

AMPA: Alfa-amino-3-hidroksi-5-metil-4-izoksazolpropionik asit reseptörü; ANNA: Antinöronal nükleer antikor; CASPR2: Kontaklin ilişkili protein reseptörü-2; CMV: Cytomegalovirus; CRMP: Kollapsin yanıt aracı reseptörü; DNER: Delta/notch-like epidermal growth factor-related receptor; EBV: Epstein Barr Virus; GABAR: Gama aminobütirik asit reseptörü; GAD65: Glutamik Asid Decaboksilaz; GM: Gangliosid monosialik asit; HSV: Herpes Simpleks Virus; LGI-1: Lösin açısından zengin glioma inaktive-1; NMDAR: N-Metil D-Aspartat reseptörü; PCA: Purkinje hücre antikor; PNMA: Paraneoplastik Ma antijeni; VZV: Varicella Zoster Virus.

Hasta Oküler Flutter-Miyoklonus-Ataksi Sendromu (OFMAS) tanısı ile hastaneye yatırıldı. Lomber ponksiyon yapıldı. Beyin Omurilik Sıvısı (BOS) basıncı normal bulundu. Beyin omurilik sıvısı incelemesinde hafif protein yüksekliği saptandı ancak hücre saptanmadı. Beyin omurilik sıvısı laktat ve glikoz seviyeleri normaldi. Beyin omurilik sıvısı kültüründe üreme saptanmadı. BOS'ta paraneoplastik ve otoimmün ensefalit testleri istendi. Oligoklonal bant (OKB) ve IgG indeks seviyeleri istendi. BOS'ta OKB yüksek bant (21 bant) pozitif ve nicel BOS IgG ve IgM indeksleri normal saptandı. Kan ve BOS'ta; viral, bakteriyel ve fungal enfeksiyonlara yönelik yapılan serolojik testler, kültürler ve PCR testleri negatif saptandı. Paraneoplastik ve BOS otoimmün ensefalit panelleri negatif saptandı. Gangliosid antikörleri negatif saptandı (Tablo 1). Abdominal ultrasonografi, batın ve toraks tomografisi dâhil neoplastik tarama sonuçlarında belirgin bir patoloji saptanmadı.

Klonazepam ve valproik asit ile semptomatik tedavi etkisizdi. Oküler Flutter-Miyoklonus-Ataksi Sendromu için 0,4 g/kg/gün dozunda beş günlük intravenöz immünglobulin tedavisi başlandı.

Intravenöz immünglobulinin 2. gününden itibaren iletişimde artış, anksiyetede azalma ve atakside orta derecede gerileme başladı. Beşinci günden itibaren genel durumunda belirgin bir düzelleme olmadığı için 1 gr/gün intravenöz metilprednizolon tedavisi başlandı. Beş günlük IV steroid tedavisi sonrası şikâyetlerinde azalma görülen hasta taburcu edilerek izleme alındı.

TARTIŞMA

Oküler Flutter (OF), olasılıkla omnipause nöronların tonikstimülasyonunun kaybının neden olduğu, opsoklonusun bir alt formu olarak düşünülen, nadir görülen bir okulomotor sendromdur. Bu anormal oküler osilasyonların, ponsta özellikle paramedian pontin retiküler formasyonda bulunan sakkadik hareketlerin gelişimini durduran ya da ateşleyen 'pause/burst' hücrelerin disfonksiyonundan kaynaklandığına inanılır (4). Oküler Flutter-Miyoklonus-Ataksi Sendromu ayrı bir klinik antitedir ve OF (intersakkadik interval olmaksızın, horizontal planda baskın bir şekilde, patlayıcı ve aralıklı, istemsiz konjuge göz osilasyonları), miyoklonus (ani, kısa istemsiz seğirme veya kas/kas grubu seğirmesi) ve ataksi (özellikle ayakta ya da hareket halindeyken olan anormal, koordinasyonsuz hareketler) kliniğini içerir. Mental durumdaki değişiklikler, uyku döngüsünde bozulma, duygudurum değişiklikleri ve hipoventilasyon gibi nöropsikiyatrik semptomlar çoğu hastada görülebilir. Rhombensefalit / Rhombencephalopathy (RE); infeksiyöz hastalıklar, primer Santral Sinir Sistemi (SSS) demiyelinizan hastalıkları, sistemik enflamatuvar durumların SSS tutuluşu ve otoantikör aracılı otoimmün bozuklukların neden olduğu beyin sapı ve serebellumun (hindbrain) kombine disfonksiyonunu ifade eder (5). Klinik tabloyu Opsoklonus-Miyoklonus-Ataksi Sendromu OMAS'tan ayıran en önemli özellik Opsoklonus yerine OF görülmesidir. Opsoklonus ve OF nadir ama iyi tanımlanmış sakkadik sistem bozukluklarıdır. OF, arka arkaya horizontal sakkadların, intersakkadik interval olmaksızın patlayıcı hareketidir. Eğer bu patlamalar tüm yönlere meydana gelirse, bu istemsiz göz hareketlerine opsoklonus denir (6). Büttner ve ark.'na göre; OF, sakkadik bir interval olmaksızın horizontal planda arka arkaya istemsiz sakkadik göz hareketleri ile giden okulomotor bir bozukluktur. Opsoklonusta ise bu patolojik göz hareketleri sadece horizontal değil, aynı zamanda vertikal planda da görülür. Spontan OF beyin sapı ve serebellar lezyonlar ile ilişkilidir ve pontin sakkadik patlayıcı nöronların (saccadic burst neurons/SBN), omnipause nöronların ve/veya serebellar vermis/fastigial çekirdek kompleksinin SBN'nin artan ateşlemesine yol açan içsel bir membran reseptörü arızasını yansıttığı varsayılmaktadır (7). Otoimmünite ile ilişkili olduğu bildirilen vakalar da vardır. 2008 yılında anti-GQ1b antikörleri ile ilişkili olan 37 yaşında bir kadın OFMAS olgusu bildirilmiştir (8). Altı yaşında bir çocukta, anti-GM1, GD1a ve GD1b antikörleri ile ilişkili OFMAS bildirilmiştir (9).

Pandeminin ortaya çıkmasından bu yana, SARS-CoV-2'nin SSS tutulumu ile ilgili birçok veri ve vaka bildirilmiştir. SARS-CoV-2 nörotropizminin olası mekanizmalarının esas olarak doğrudan viral invazyona (olfaktor sinir yolu ve kan beyin bariyeri kusuru) veya dolaylı yollara (hipoksi ve otoimmünite bağlı olduğu düşünülmektedir) (10). Yakın zamanda SARS-CoV-2 enfeksiyonunu takiben birkaç OMAS vakası bildirilmiştir. Foucard ve ark., üçü toplam yedi hasta bildirmiştir (11). Bunlardan üçü OMAS ile uyumlu belirti ve semptom göstermiş, diğer hastalarda opsoklonus olmaksızın miyoklonus ve ataksi görülmüştür. COVID-19'a ikincil OMAS vakaları bildirilmeye devam ediyor (12).

Oküler Flutter-Miyoklonus-Ataksi Sendromu/Oküler-Miyoklonus-Ataksi Sendromu'nun immünoopatogenezi belirsizdir. Hümorale ve hücre aracılı immün mekanizmaların hem paraneoplastik hem de idiyopatik sendromlarda rol oynadığı düşünülmektedir. Birçok vakada semptomlar immünoterapi ile tedavi sonrası düzelebilmektedir (13). Bu vakada olduğu gibi birçok hasta antinöronal antikolar açısından seronegatif olup, idiyopatik OMAS olarak değerlendirilir. Hastamız nörolojik semptomların başlamasından 3 gün önce mRNA BNT162b2 aşısı olmuştur. OMAS'ta humoral bağışıklık mekanizmalarının rol oynadığı düşünüldüğünde, aşının veya aşı kombinasyonunun, nöronal işlev bozukluğuna neden olan antikollara yol açan bir bağışıklık tepkisi oluşturması mümkün olabilir. Hastamızda OKB'ler yüksek sayıda bant içerene tip-2 patern olarak saptandı. Genel olarak BOS'ta beş farklı model vurgulanır ve Tip-2 model, sadece BOS'ta saptanan OKB'leri ifade eder. B-hücresi aracılı hümorale bağışıklığın kanıtı olarak görülen BOS'ta OKB'lerin varlığı, aşya karşı bir bağışıklık tepkisi nin varlığı ile ilişkilendirilebilir. Santral Sinir Sistemi iltihabına yol açan COVID-19 mRNA aşılması ile ilgili yedi hastalık bir vaka serisinde, BOS'un analiz edilebildiği üç vakadan sadece birinde BOS'ta OKB tespit edilmiştir (14). Literatürde aşı sonrası OMAS ile ilişkili olabilecek birkaç olgu sunumu bulunmaktadır. Bunların sonuncusunun, 2012 yılında influenza aşısından sonra geliştiği bildirilmiştir (15).

Tüm bu verilere rağmen SARS-CoV-2'ye karşı geliştirilen aşılarla ilgili OFMAS/OMAS vakası bildirilmemiştir. SARS-CoV-2 dâhil olmak üzere enfeksiyonlar, özellikle yatkın kişilerde moleküler taklit ve seyirci aktivasyonu ('bystander' aktivasyonu) tarafından tetiklenen anormal bir bağışıklık tepkisi yoluyla otoimmüniteyi indükleyebilir (16). SARS-CoV-2'ye karşı aşılama, benzer mekanizmalar yoluyla, diğer aşılarla da tanımlandığı gibi, otoimmüniteyi tetikleyebilir. Son zamanlarda mRNA-1273 SARS-CoV-2 aşısı yapıldıktan sonra bir otoimmün hepatit vakası bildirilmiştir (17).

Öte yandan olgu sunumumuz ve literatür incelememizin bazı kısıtlılıkları vardı. Bunlardan ilki, devam eden pandemi sürecinde yapılan çalışmaların meta-analizlerinin nedensellik için yeterli kanıt sağlamamasıdır. Diğer bir sınırlama, aşılar ve hastalık arasındaki nedenselliği tespit etmek için kesin bir ölçümün olmamasıdır. COVID-19 ve/veya aşılarla ilişkili çeşitli nörolojik bozuklukların tanınması ve anlaşılması, daha iyi klinik sonuçlara ve daha iyi tedavi algoritmalarına yol açabilir. COVID-19 ve aşıların sinir sistemi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için nöropatoloji temelli boylamsal çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu olgu, SARS-CoV-2'ye karşı aşılar ile OFMAS'ın klinik sendromu arasındaki ilişkinin açıklandığı ilk bildirimdir. Bu durumda OFMAS ayrı bir klinik antite olarak sunulmuştur. Oküler Flutter-Miyoklonus-Ataksi Sendromu'nda hümorale immün mekanizmalar önemli bir rol oynuyor gibi görünmektedir. Beyin omurilik sıvısında OKB'lerin varlığı da bu durumla ilişkilendirilebilir. SARS-CoV-2 aşısı ile otoimmün hastalıkların gelişimi arasındaki bağlantının daha fazla araştırılması gerekiyor. Nedensellik ilişkisi kanıtlanmasa da, bilinen otoimmün hastalıkları olan bireyleri aşılarken dikkatli olunması gerekebilir. Bu salgının üstesinden gelmek için aşılama, koruma oluşturmaya ve hastalık yayılmasını azaltmaya yardımcı olmanın hâlâ en etkili ve en güvenli yoludur.

Hasta Onamı: Hastadan bilgilendirilmiş onam alındı.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir- TP, AV; Tasarım- TP, AV, HAU; Denetleme- TP; Kaynaklar- TP, AV, HAU; Malzemeler- TP, AV; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- TP, AV, HAU; Analiz ve/veya Yorum- TP, AV, HAU; Literatür Taraması- TP, AV, HAU; Yazıyı Yazan- TP, AV, HAU; Eleştirel İnceleme- TP, AV, HAU.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması için herhangi bir mali destek almamıştır.

KAYNAKLAR

- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395:497–506. [Crossref]
- Zubair AS, McAlpine LS, Gardin T, Farhadian S, Kuruvilla DE, Spudich S. Neuropathogenesis and neurologic manifestations of the coronavirus in the age of coronavirus disease 2019: a review. *JAMA Neurol*. 2020;77:1018–1027. [Crossref]
- Talotta R. Do COVID-19 RNA-based vaccines put at risk of immune-mediated diseases? In reply to "potential antigenic cross-reactivity between SARS-CoV-2 and human tissue with a possible link to an increase in autoimmune diseases. *Clin Immunol*. 2021;224:108665. [Crossref]
- Gaymard B, Pierrot-Deseilligny C. Neurology of saccades and smooth pursuit. *Curr Opin Neurol*. 1999;12:13–19. [Crossref]
- Daponte A, Constantinides VC, Anagnostou E, Boufidou F, Paraskevas GP, Stefanis L, et al. Ocular flutter as the cardinal feature of anti-GM2 rhombencephalitis. *Neurol Sci*. 2021;42:3003–3005. [Crossref]
- Kerty E. Opsoklonus og okulær flutter –øyemotilitetsforstyrrelser med stor diagnostisk verdi [Opsoklonus and ocular flutter– eye motility disorders of great diagnostic value]. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 1999;119:2348–2349. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10414200/>
- Optican LM, Pretegeani E. A GABAergic dysfunction in the olivary –cerebellar-brainstem network may cause eye oscillations and body tremor. II. Model simulations of saccadic eye oscillations. *Front Neurol*. 2017;8:372. [Crossref]
- Zaro-Weber O, Galldiks N, Dohmen C, Fink GR, Nowak DA. Ocular flutter, generalized myoclonus, and trunk ataxia associated with anti-GQ1b antibodies. *Arch Neurol*. 2008;65:659–661. [Crossref]
- Frattini D, Pavlidis E, Spagnoli C, Salerno GG, Fusco C. Ocular flutter, generalized myoclonus, and ataxia associated with anti-GM1, GD1a, and GD1b antibodies in a 6-year-old child. *Neurol Sci*. 2018;39:1801–1803. [Crossref]
- Ellul MA, Benjamin L, Singh B, Lant S, Michael BD, Easton A, et al. Neurological associations of COVID-19. *Lancet Neurol*. 2020;19:767–783. [Crossref]
- Foucard C, San-Galli A, Tarrano C, Chaumont H, Lannuzel A, Roze E. Acute cerebellar ataxia and myoclonus with or without opsoclonus: a parainfectious syndrome associated with COVID-19. *Eur J Neurol*. 2021;28:3533–3536. [Crossref]
- Shah PB, Desai SD. Opsoclonus myoclonus ataxia syndrome in the setting of COVID-19 infection. *Neurology*. 2021;96:33. [Crossref]
- Wong A. An update on opsoclonus. *Curr Opin Neurol*. 2007;20:25–31. [Crossref]
- Khayat-Khoei M, Bhattacharyya S, Katz J, Harrison D, Tauhid S, Bruso P, et al. COVID-19 mRNA vaccination leading to CNS inflammation: a case series. *J Neurol*. 2022;269:1093–1106. [Crossref]
- Piquet A, Kothari M, Ermak D, Ahmed A. Opsoclonus-myoclonus syndrome post-vaccination and viral illness. *Int J Clin Med*. 2012;3:304–306. [Crossref]
- Caso F, Costa L, Ruscitti P, Navarini L, Del Puente A, Giacomelli R, et al. Could Sars-coronavirus-2 trigger autoimmune and/or autoinflammatory mechanisms in genetically predisposed subjects? *Autoimmun Rev*. 19:102524. [Crossref]
- Vuillr-Lessard E, Montani M, Bosch J, Semmo N. Autoimmune hepatitis triggered by SARS-CoV-2 vaccination. *J Autoimmun*. 2021;123:102710. [Crossref]