

Olgu Sunumu: Tourette Sendromunda İkinci Düzey Kontrast Duyarlılığı



Otávio Corrêa PÍNHO¹, Marcelo Fernandes da COSTA², Givago da Silva SOUZA³

ÖZET

Gilles de la Tourette Sendromu (GTS), motor veya vokal tikler ile karakterize nöropsikiyatrik gelişimsel bir hastalıktır. Vakaların oftalmolojik muayenelerinde göz yapılarında herhangi bir değişikliğe rastlanmaz. Görme alanı değerlendirmelerinde, merkezi görme alanı hassasiyetinde azalma gözlemlenir. Bu popülasyonun görme işlevleri üzerine yürütülen az miktarda çalışma olması nedeniyle bu olgu sunumunun amacı, görme şikayetleri olmayan bir GTS hastasının ikinci düzey görüş için kontrast duyarlılığında önemli değişiklikler olduğunu göstermektir. Bu azalma, beyaz gürültü taşıyıcısıyla test edilen tüm uzay frekanslarındaki kontrast duyarlılığı ölçümlerinde gözlemlenmiştir. Pembe gürültü taşıyıcılı birinci ve ikinci düzeyde uyarıcılarda ortalama kontrast duyarlılığı normal bulunmuştur. Birçok lokal parlaklık bileşeninin rol oynadığı ve dolayısıyla lokal ve lateral inhibisyona dayanan beyaz gürültü taşıyıcılı ikinci düzey kontrast duyarlılığı, spesifik görüntü işleme mekanizmalarının etkilendiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Tourette Sendromu, Kontrast Duyarlılığı, Kontrast Psikofizik Kanalları, İkinci Düzey Algı

ABSTRACT

Case Report: Second-order Contrast Sensitivity in Tourette Syndrome

Gilles de la Tourette Syndrome (GTS) is a neuropsychiatric developmental disease, characterized by motor and vocal tics with no changes in the ocular structures in the ophthalmological evaluations. The visual field evaluations suggest a reduction in central visual field sensitivity. The studies on visual function in this population is scarce. In this case report we present a patient with GTS who has significant alterations in the measure of contrast sensitivity for second order vision without any vision complaints. This reduction occurred in the measure of contrast sensitivity with a white noise carrier for practically all tested space frequencies. The mean contrast sensitivity for first and second-order stimuli with a pink-noise carrier was normal. The second order contrast sensitivity with a white noise carrier is dependent on local and lateral inhibition since it includes many local luminance components. The existence of this sensitivity suggests that specific visual processing mechanisms are affected.

Keywords: Tourette Syndrome, Contrast Sensitivity, Contrast Psychophysical Channels, Second-Order Perception

GİRİŞ

Gilles de la Tourette Sendromu (GTS) klinik özelliği tik olarak adlandırılan ve vücudun tek veya birden fazla bölümünde tekrarlayan ancak ritmik olmayan paternize stereotipik hareketler gibi kontrol edilemeyen çoklu motor veya vokal davranışlarla karakterize nöropsikiyatrik gelişimsel bir hastalıktır. En az 1 yıl boyunca devam eden bu tikler 18 yaşından önce ortaya çıkar (Dale 2017). Vokal ve motor tiklerin şiddeti, sıklığı, değişimi ve lokalizasyonu bireylere özgüdür ve klinik spektrum son derece karmaşıktır. Gilles de la Tourette Sendromu 3:1 oranıyla erkeklerde daha sık görülmektedir (Cavanna ve ark. 2020). Kompulsiyon ve motor tiklerin yanı sıra koprofonema

(uygunsuz sözlü jest ve ifadeler), ekofonema (jest ve ifadelerin taklidi) ve diğer sosyal açıdan uygunsuz müstehcen olmayan davranışlar da görülmektedir (Cox ve ark. 2018).

Kortikal bölgede striatum adı verilen ve hareketleri kontrol eden bir bazal ganglia bulunmaktadır. Bu bölge her ikisi de dorsal striatumun bir parçası olan kaudat çekirdeğin ve putamenin birleşim noktasıdır. Bu bölge Anterior perforated substans ile anterior komissür arasında lokalizedir, işlevsel kontrollerden sorumludur ve bozulmuş duyuşal entegrasyonu, motor planlamayı, yürütme ve ödül sistemini yönetir (Beste ve ark. 2016, Dale 2017). GTS vakalarında görülen duyuşal değişimler yeterince raporlanmamış olup çalışmalar somatosensoryel değişikliklere odaklanmıştır. GTS hastaları

Geliş Tarihi: 17.08.2021, **Kabul Tarihi:** 18.07.2022, **Çevrimiçi Yayın Tarihi:** 18.12.2023

^{1,2}Dr. Öğr. Üyesi, São Paulo Üniv., Deneysel Psikoloji Bl.; ³Dr. Öğr. Üyesi, Federal Pará Üniv. Tropikal Tıp Merkezi, Brezilya.

Dr. Otávio Corrêa Pinho, e-posta: otavio.pinho@usp.br

sıklıkla motor hareketlerden önce görme veya koku gibi diğer duylarda premonituar aşırı hassasiyet bildirmektedir (Beste ve ark. 2016).

Klinik oftalmolojik değerlendirmelerde oküler yapılarda veya görme keskinliği tanıma ölçümlerinde (Tatlipinar ve ark. 2001, Kovacich 2008) ve görme alanındaki ışık algılama ölçümünde (Whitefield ve ark. 1995, Enoch ve ark. 1989) değişiklik saptanmamakta ve medikal-oftalmolojik açıdan normal olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak görme keskinliğinin yanı sıra işlevsel görsel algı ölçümlerinde farklı sonuçlar bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada GTS'li yetişkinlerde ve çocuklarda renk tonu sıralama görevindeki kromatik ayırt etme düzeyinde mavi-sarı ekseninde azalma, yeşil-kırmızı ekseninde normal ayırt etme düzeyi saptanmıştır (Melun ve ark. 2001). Yazarlar renk görüşündeki değişikliklerle retinal dopamin yolundaki değişiklikler arasında bir ilişki olduğunu öne sürmüşlerdir. Yüz algısı gibi diğer görme fonksiyonları da TS'li hastalarda değişmiştir (Rae ve ark. 2018). Bu çalışmada yazarlar Fonksiyonel Manyetik Rezonans ölçümünde yeterli amigdala aktivitesi ile korelasyon göstermenin yanı sıra nötr ve kızgın yüzlerin duygu algısında bir fark saptamışlardır. Bununla birlikte yazarlar GTS şiddeti ile insular korteksin V1, V2, V4 ve V5/MT görsel alanlarıyla işlevsel bağlantı ölçümünün arasında yüksek bir pozitif korelasyon bildirmişlerdir. Birkaç çalışma görme sistemindeki işlevsel değişikliklerin hem basit duyuşal işlevler (V1 ve V2) hem de karmaşık işlevlerde (V4 ve V5/MT) meydana gelebileceğini göstermiştir. Görmedeki değişiklikler hastalığın patofizyolojik mekanizmalarının anlaşılmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle bu çalışmada GTS'li genç bir hastanın birinci ve ikinci düzey parlaklık kontrastının uzamsal kontrast duyarlılığının değerlendirildiği bir vaka raporu sunulmaktadır. Bu ölçümlerin seçilme nedeni patofizyolojik mekanizmaların iyi tanımlanmış olması ve birinci düzey kontrasta karşı duyarlılığın başta V1 olmak üzere görme yollarının Magnoselüler ve Parvoselüler gruplarının işlenmesiyle ilişkili olmasıdır (Campbell ve ark. 1968, Baker ve ark. 2001). Esrar kullanıcılarında yapılan son çalışmalar birinci düzey kontrast duyarlılığındaki azalmanın glutamat ve GABA nöronları da dahil olmak üzere glutamaterjik nörotransmisyonadaki bir bozulmadan kaynaklandığını göstermektedir (Lalane ve ark. 2017). Beyaz gürültü taşıyıcısıyla modüle edilen ikinci düzey kontrast duyarlılık ölçümleri V2 görme alanında işlenirken pembe gürültü taşıyıcısıyla modüle edilen ikinci düzey kontrast duyarlılık ölçümleri V4 görme alanında işlenmektedir (Schofield ve ark. 2003, Callaway 2004, Yang ve ark. 2019). Ayrıca bu ölçümler Alzheimer hastalığı (Crow ve ark. 2003), Duchenne Muskuler Distrofisi (Costa ve ark. 2005, Costa ve ark. 2011), mesleki cıva buharı zehirlenmesi (Costa ve ark. 2008) ve Otizm Spektrum Bozukluğu (Svetozarskiy 2019) gibi çeşitli nörolojik ve psikiyatrik

hastalıklardaki spesifik değişiklikleri tespit etmeyi sağlayan etkili biyobelirteçlerdir.

Somut bir örnek vermek gerekirse beyaz duvarlı temiz bir odada bir sivrisineği bulmak kolay olacaktır ancak Amazon ormanında bu sivrisineği bulmak çok daha zor olacaktır.

Beyaz gürültü ikili bir gürültüdür; bu tür gürültü üretmek için (0,1,0) şeklinde ifade edilebilecek bir fonksiyon üzerinden uyaran yaratılmalıdır. Böylelikle yayın sinyali olmayan bir televizyon ekranında görülene benzer bir görüntü oluşur. Bu gürültü türü söz konusu olduğunda görme sistemi düşük frekanslara karşı daha hassastır (0,5-1cpG). Pembe gürültü üretmek için uyaran Fourier dönüşümüne tabi tutulur ve 1/f dağılımı elde edilir. Bu durum gürültüye dokulu bir yapı kazandırır. Bu gürültü türü yüksek frekanslara (4-8cpG) karşı daha hassastır (Schofield ve ark. 2003).

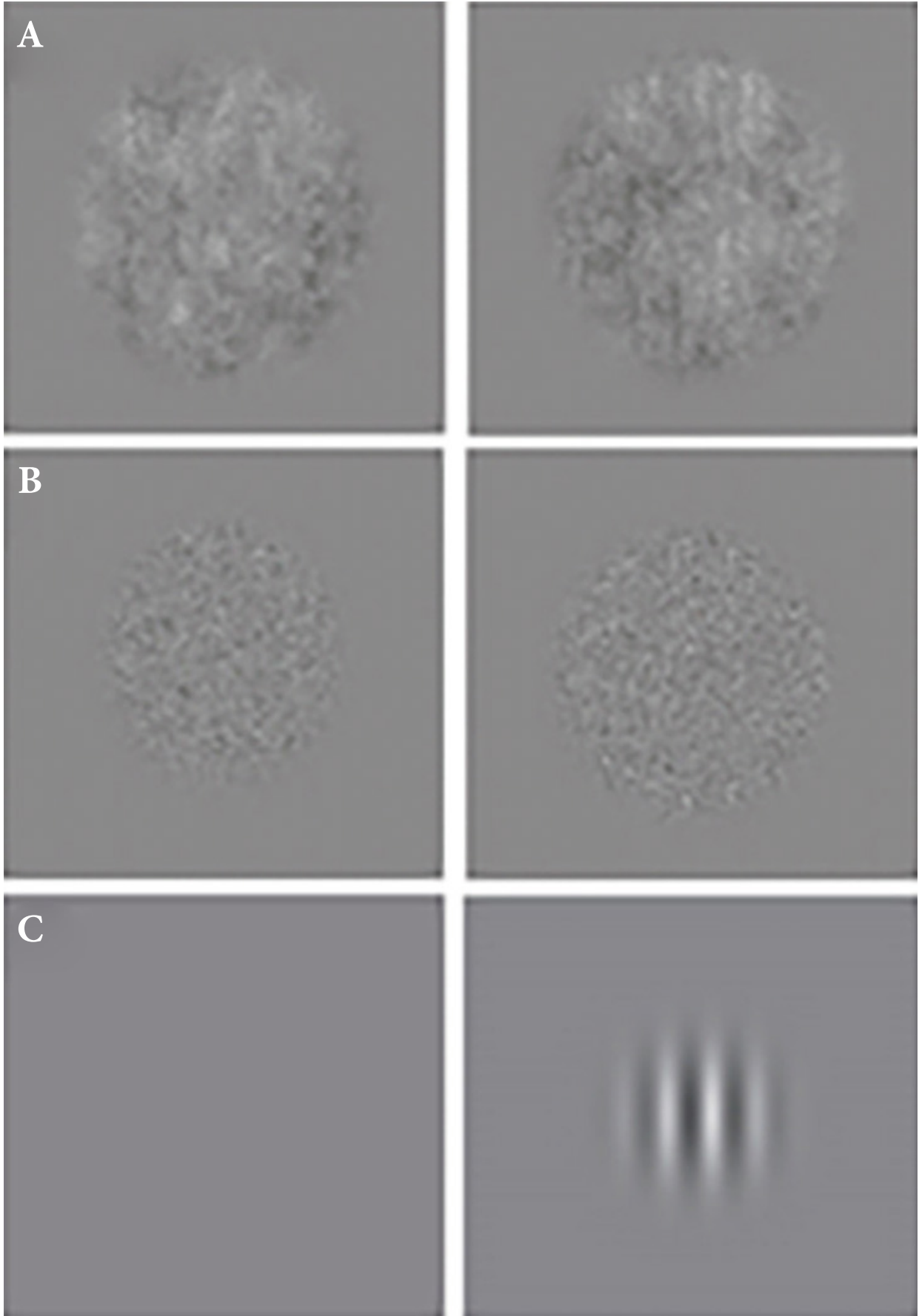
OLGU

Hasta Öyküsü

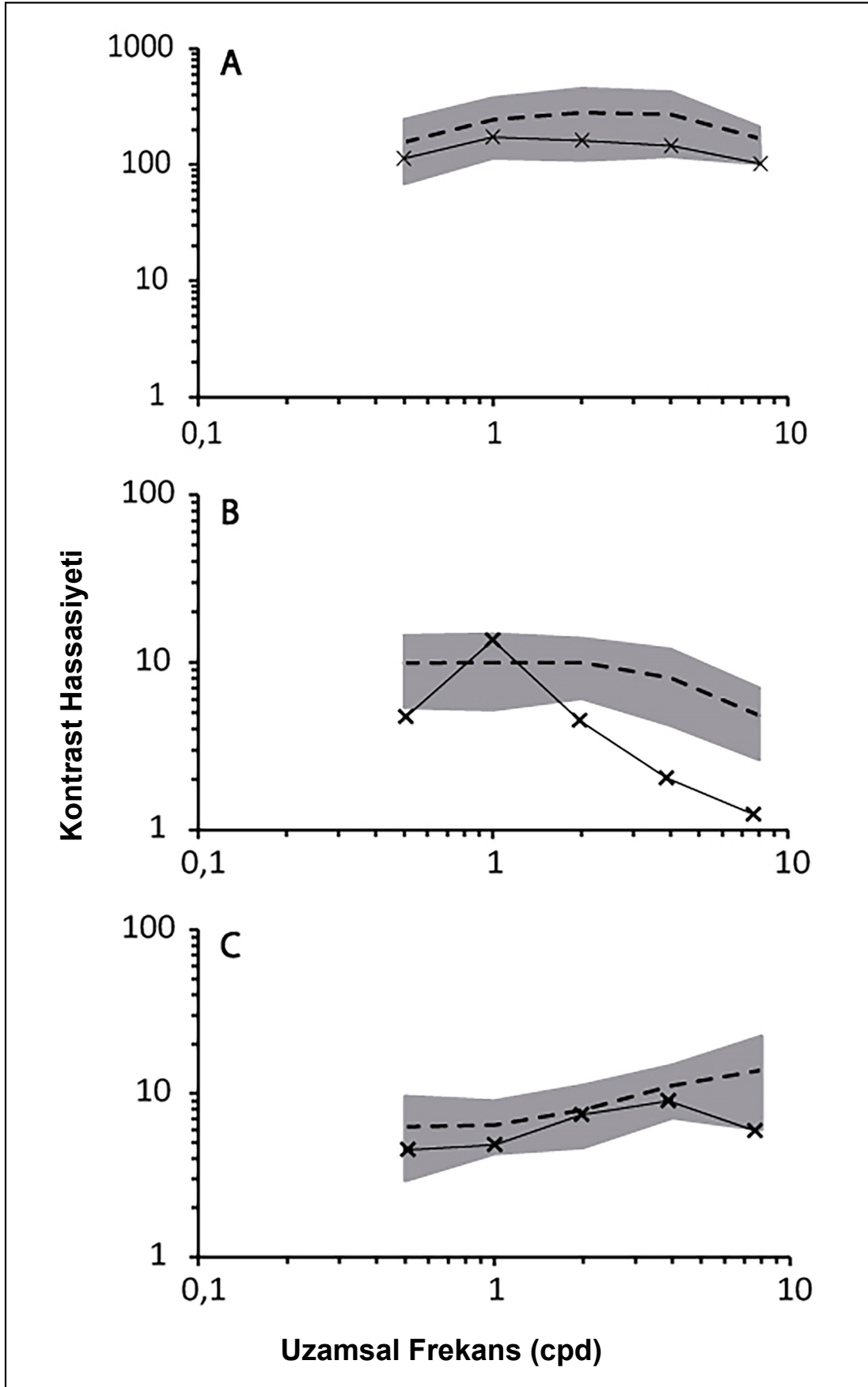
Çocukluk çağında Gilles de La Tourette Sendromu tanısı almış ve psikoloji öğrencisi olan 20 yaşındaki kadın hasta CMSM reddettiği için herhangi bir ilaç kullanmamakta, görme keskinliği ve görme alanı normal olup oftalmik şikayetleri yoktur. Yale Genel Tik Ağırılığını Değerlendirme Ölçeğinde (YGTADÖ) mevcut motor ve vokal tikler sayısı, sıklık, şiddet, karmaşıklık ve engellenme olmak üzere 5 boyutta değerlendirilip 0-5 arasında puanlanmaktadır. Bu sonuçlar toplanarak 0-25 arasında değişen ayrı motor ve vokal tik şiddeti skorları ve 0-50 arasında değişen birleşik toplam tik şiddeti skoru elde edilir. 0-50 arasında puanlanan bu ölçek son haftada tikle bağlantılı yeti yitimini ölçmektedir.

Hastanın YGTADÖ ölçeğinde motor tik şiddet skoru 13, vokal tik şiddet skoru 7, toplam tik şiddeti 20 olarak tespit edilmiştir. Hastanın bildirdiği bozukluk minimum düzey olarak değerlendirilmiştir. Önceki haftada bildirilen basit motor tikler; göz kırpması, göz hareketleri, yüz buruşturma, ağız hareketleri, baş-el-omuz kol ve bacak hareketleri ve karın kaslarının kasılmasıdır. Bildirilen kompleks motor tikler; yalnızca yazma tikleri, vücudun bükülmesi ve döndürülmesidir. Mevcut basit fonik semptomlar ise ses ve gürültü çıkarmadır. Yakın zamanda kompleks semptom görülmemiştir.

Bu çalışma Psikoloji Enstitüsü İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından onaylanan Psikofiziksel Ölçümlerin Geliştirilmesi Araştırma Projesine aittir (CAAE: 66767317.5.0000.5561). Katılımcıdan bilgilendirilmiş onam alınmıştır. Çalışma 1964 Helsinki Deklarasyonu ve sonraki güncellemelerine uygun olarak yürütülmüştür. Çalışma ayrıca olgu sunumu kılavuzları - CARE protokolüne (Gagnier ve ark. 2013, Riley ve ark. 2017) uygun olarak yürütülmüştür.



Şekil 1. Deneyde sunulan uyarılardan bir örnek. A'da, soldan sağa sırasıyla pembe gürültü taşıyıcılı düşük uzamsal frekans ve orta uzamsal frekans. B'de, beyaz gürültü taşıyıcılı düşük uzamsal frekans ve orta uzamsal frekans; C'de, birinci düzey kontrast duyarlılığı olan parlaklık gratingi ve tek tip gri arka plan.



Şekil 2. Kontrast duyarlılığı fonksiyon sonuçları. Gri alan normal aralık, kesikli siyah çizgi her bir uzamsal frekans için ortalama kontrast duyarlılığıdır. "X" işaretli siyah çizgi TS hastasının sonucudur. A'da 1. düzey kontrast duyarlılığı sonuçları; B'de beyaz gürültü taşıyıcılı kontrast duyarlılığı sonuçları ve C'de beyaz gürültü taşıyıcılı kontrast duyarlılığı sonuçları yer almaktadır. Beyaz gürültü taşıyıcı koşulunda, neredeyse tüm uzamsal frekanslar normal sınırların altındadır.

YÖNTEM

Beyaz gürültü ve pembe gürültü taşıyıcıları aracılığıyla kontrast modülasyonu kullanarak hem 1. hem de 2. düzeyden uyarıları içeren üç farklı stimülasyon koşulu altında parlaklığa dayalı uzamsal kontrast duyarlılığı değerlendirilmiştir. 1. düzey ölçümü Parvoselüler (8.0cpd) ve Magnoselüler (0.5 ve 1.0cpd) fizyolojik yollarıyla ilişkili psikofiziksel uzamsal işlevlerin incelenmesine olanak tanıyan saf uyarıları değerlendirmeyi amaçlamaktadır (Niemeyer ve ark. 2017).

2. düzey ölçümleri iki türe ayrılır: beyaz gürültüyle taşınan uzamsal frekanslar (yüksek frekanslı bileşenlerden gelen parazit) ve pembe gürültüyle taşınan uzamsal frekanslar (parazit genliği uzamsal frekansla ters orantılıdır). Bu uyarın koşullarının önemli farkı 2. düzey uyarıların eşğin üzerinde bir kontrast faktörüne ayarlanmış taşıyıcılara sahip olmasıdır bu da hassasiyetteki herhangi bir 2. düzey kaybın daha az tespit edilebilir bir taşıyıcının sonucu olmadığını bilinmesini sağlamaktadır (1. düzey kayıp gibi) (Spiegel ve ark. 2016). Beyaz gürültü modülasyonu ağırlıklı olarak V1 ve V2 alanlarında pembe gürültü modülasyonu ise ağırlıklı olarak V4 alanında işlenmektedir. Bu üç uyarın arasındaki fark Şekil 2'de gösterilmiştir. Tüm uyarınlar 60 cm'lik bir test mesafesinden 6°'lik bir görsel açıyı kapsamaktadır.

Her üç uyarın koşulunda da test edilen uzamsal frekanslar; düşük frekanslar (0,5 cpd ve 1,0 cpd) orta frekanslar (2,0 cpd 4,0 cpd) ve yüksek frekanslar (8,0 cpd) (görüş açısı derecesi başına döngü) içermektedir. Kontrast duyarlılığı eşikleri doğru yanıtın sonra kontrastta %12,5'lik azalma ve yanlış yanıtın sonra kontrastta %25'lik artış olacak şekilde asimetrik bir kontrast değişikliğini temel alan basit bir merdiven psikofizik prosedürü (1up:1down) kullanılarak ölçülmüştür. Doğru yanıtlar nihai kontrastın %74,7'sine karşılık gelmektedir. Testler doğrulanmış ve Şekil 1'deki gri alanlarda gösterilen genç yetişkin popülasyonu için normal sınırlar tanımlanmıştır (*bas-kıda*). 1. düzey kontrast duyarlılığı ölçümlerini 2. düzey ölçümleri takip etmiş ve bu ölçümler aynı gün içinde binoküler görüş durumunda karanlık bir odada ölçümler arasında 10 dakikalık bir dinlenme süresiyle toplam 60 dakika olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Pembe gürültü taşıyıcısı ile ölçülen 1. düzey ölçüm ve 2. düzey kontrast duyarlılığı normal sınırlar içindeydi (Şekil 2A ve 2C). Ancak beyaz gürültü taşıyıcısı 2. düzey kontrast duyarlılığı ölçümlerinde düşük (0,5 ve 1,0 cpd), orta (2,0 cpd) ve yüksek (8,0 cpd) uzamsal frekanslarda kontrast duyarlılığında ciddi bir azalma gözlenmiştir. Yalnızca 4 cpd'de beyaz gürültü taşıyıcısı kullanılarak ölçülen kontrast duyarlılığı kontrol grubunun normal aralığına ulaşmıştır. Bu sonuçlar Şekil 2'de çizgi olarak gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Bu olgu sunumu TS hastamızda pembe gürültü taşıyıcısıyla normal, birinci ve ikinci düzey kontrast duyarlılığı tespit edildiğini göstermekle beraber beyaz gürültü taşıyıcısıyla ikinci düzey kontrast duyarlılığında spesifik bir azalma olduğunu kanıtlamıştır. Bireysel bir ölçüm olmasına rağmen bu popülasyonda kontrast duyarlılığı ölçümlerinin sonuçlarını bildiren ilk çalışmadır ancak görsel bilginin işleyişinin daha fazla araştırılması gerektiğine dikkat çekmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular görsel bilgi düzeninin belirli rollerini vurgulamakta olup uzamsal görme işlevinin altında yatan fizyolojik süreçlere ışık tutabilir.

Görmenin duyuşal yönleri göz önüne alındığında Gilles de la Tourette Sendromlu hastalar görme keskinliği de dahil olmak üzere oftalmolojik olarak normal kabul edilmiştir (Tatlipinar ve ark. 2001, Kovacich 2008), ancak daha önce yapılan bazı işlevsel çalışmalarda hastaların görsel perimetrisinde değişiklikler tespit edilmiştir. Manuel görsel perimetri ölçümlerinin kullanıldığı bu çalışmalardan birinde (Enoch ve ark. 1989) görme alanlarının merkez bölgelerinde görme alanının periferine kıyasla (görme alanının 30°'sinden fazlası) ışık algılama hassasiyetinin azaldığı gösterilmiştir. Otomatik ölçümlerin kullanıldığı ve görme alanının 24°'lik merkezinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada 12 GTS hastası ile 12 yaş eşleşmeli kontrolün test sonuçları arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir. Bununla birlikte yazarlar GTS hastalarında hassasiyetin çoğunlukla daha düşük olduğunu vurgulamışlardır (Whitefield ve ark. 1995).

11 GTS hastasında renk görme renk algılama performansını değerlendirmek üzere tasarlanmış renk kapakları sıralama görevi Farnsworth-Munsell 100 hue kullanılarak değerlendirilmiştir (Melun ve ark. 2001). Puan verileri birbirine zıt kırmızı-yeşil ve mavi-sarı eksenlerinde düzenlenmiştir. Sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında mavi-sarı ekseninde önemli ölçüde daha yüksek puanlar (renk sıralamasında daha düşük performans) elde edilmiştir. Yazarlar Parkinson hastalarında elde edilen bazı sonuçlara dayanarak bu bulguların renk görmeyi düzenleyen retinal dopaminerjik mekanizmalara bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak yukarıdaki sonuç tek başına durumu açıklamaya yetmemektedir zira dopamin ganglion hücre düzeyinde retinanın yapısında önemli bir role sahip olsa da birincil ON-OFF mekanizması glisinerjik ve glutamaterjik sistemlerce kontrol edilen bipolar hücre düzeyinde gerçekleşmektedir (Beaudoin ve ark. 2008, Brandies ve ark. 2008, Archibald ve ark. 2009).

Çalışmamızda pembe gürültü taşıyıcısına gömülmüş 1. düzey ve 2. düzey kontrast duyarlılık ölçümlerinden normal sonuçlar elde edilmiştir. Ancak beyaz gürültü taşıyıcısına gömülmüş 2. düzey ölçümlerinde uzamsal frekansların geniş bandında bariz bir azalma gözlemlenmiştir. Bu farklı sonuçlar farklı

düzeylerde uzamsal kontrast işleme bozukluğunu gösteriyor olabilir. Hücre devresinin lineer filtresi primer görsel korteks-teki birinci düzey kontrast duyarlılığını düzenler (Campbell ve ark. 1968). İkinci düzey mekanizmalar da son zamanlarda incelenmiş ancak birinci düzeyden daha karmaşık oldukları anlaşılmıştır. Modelleme çalışmaları lineer filtrelerin ikinci düzey kontrast stimülasyonunda farklı kombinasyonlarla çalıştığını öne sürmektedir. Ayrıca yakın tarihli çalışmalar beyaz ve pembe gürültü taşıyıcılı kontrast duyarlılığının farklı mekanizmalarla sunulsa bile modüle edilen profili işleyebildiğini göstermiştir. Beyaz gürültüyle modüle taşıyıcıdaki lokal kontrastın varlığı pembe gürültü taşıyıcılarınca yalnızca ikinci düzeyin uyarıldığı senaryonun aksine hem birinci hem de ikinci düzey mekanizmaların uyarıldığını göstermektedir. Beyaz gürültü taşıyıcılı uyarıların görüntülerdeki lokal parlaklık değişimlerini tespit ne kadar etkili oldukları başka yakın tarihli araştırmalarda da ortaya konmuştur. Bu çalışmaların gösterdiği bir diğer sonuç ise pembe gürültü taşıyıcılı uyarıların doku veya madde yüzeyindeki parlaklık değişimleriyle daha yakından ilişkili olduklarıdır (Schofield ve ark. 2010).

Bahse konu sonuçlara göre beyaz gürültü taşıyıcılı uyarıların V1 ve V2 kortikal alanlardaki nöral ağ tarafından işlenmesi gerekirken pembe gürültü taşıyıcılı uyarıların normal şartlar altında V4 alanının nöral ağları tarafından işlenmesi gerekmektedir (Wong ve ark. 2001).

Beyaz gürültü ve pembe gürültü taşıyıcıları arasındaki farklara yönelik çerçeveyi ele alırsak beyaz gürültü taşıyıcısıyla 0.5 1.0 ve 2.0 cpd'de kontrast duyarlılığının azaldığını gösteren sonuçlarımız görsel girdiyi V1'den V2'ye işleyen lineer olmayan mekanizmaların bozulmuş olması gerektiğini göstermektedir. Birinci düzey kontrast duyarlılığının (V1'deki lineer hücrelerce işlenen) ve muhtemelen V4 kortikal alanında işlenen pembe gürültü uyarılarınca taşınan kontrast duyarlılığının normal değerleri bahse konu bozulmanın açıklamasıdır. Daha büyük bir popülasyonda tekrarlanabilirse GTS hastamızda tespit ettiğimiz özgül kontrast duyarlılığı farklı kortikal alanlardaki görsel işleme ağına ve ayrıca farklı görsel kortikal devrelerdeki belirli nörotransmitterlerin rolüne ilişkin yeni bilgiler açığa çıkaracaktır.

Son Yorumlar

Gilles de la Tourette sendromlu genç bir hastada beyaz gürültü taşıyıcılı uyarı ile kontrast duyarlılığı bozukluğu gözlemlenmesi görsel bilginin kortikal işlenişinin erken evrelerdeki engelleyici devrenin daha parlaklık aracılı olduğu; dopaminerjik ve gabaerjik kontrollü olanların da bozulduğu fikrini desteklemektedir. Birinci düzey kontrast duyarlılığının ve pembe gürültü taşıyıcılı ikinci düzey kontrast işlemenin normal aralıklarda olması gelecekteki çalışmalarda daha ayrıntılı incelenmesi gereken ilgi çekici bir bulgudur.

- Archibald NK, Clarke MP, Mosimann UP ve ark. (2009) The retina in Parkinson's disease. *Brain* 132: 1128-45.
- Baker CL, Mareschal I (2001) Processing of second-order stimuli in the visual cortex. *Prog Brain Res* 134: 171-91.
- Beaudoin DL, Manookin MB, Demb JB (2008) Distinct expressions of contrast gain control in parallel synaptic pathways converging on a retinal ganglion cell. *J Physiol* 586: 5487-502.
- Beste C, Tubing J, Seeliger ve ark. (2016) Altered perceptual binding in Gilles de la Tourette syndrome. *Cortex* 83: 160-6.
- Brandies R, Yehuda S (2008) The possible role of retinal dopaminergic system in visual performance. *Neurosci Biobehav Rev* 32: 611-56.
- Campbell FW, Robson JG (1968) Application of Fourier Analysis to the Visibility of Gratings. *J Physiol* 197: 551-66.
- Cavanna AE, Ganos C, Hartmann A ve ark. (2020) The cognitive neuropsychiatry of Tourette syndrome. *Cogn Neuropsychiatry* 1-15.
- Costa MF, Barboni MT, Ventura DF (2011) Psychophysical measurements of luminance and chromatic spatial and temporal contrast sensitivity in Duchenne muscular dystrophy. *Psychology and Neuroscience* 4: 67-74.
- Costa MF, Oliveira AGE, Santana CF ve ark. (2005) Red-green color vision and luminance contrast sensitivity losses in Duchenne Muscular Dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46: 4576.
- Costa MF, Tomaz S, de Souza JM ve ark. (2008) Electrophysiological evidence for impairment of contrast sensitivity in mercury vapor occupational intoxication. *Environ Res* 107: 132-8.
- Cox JH, Seri S, Cavanna AE (2018) Sensory aspects of Tourette syndrome. *Neurosci Biobehav Rev* 88: 170-6.
- Crow RW, Levin LB, LaBree L ve ark. (2003) Sweep visual evoked potential evaluation of contrast sensitivity in Alzheimer's dementia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 44: 875-8.
- Dale RC (2017) Tics and Tourette: a clinical pathophysiological and etiological review. *Curr Opin Pediatr* 29: 665-73.
- Elleberg D, Allen HA, Hess RF (2004) Investigating local network interactions underlying first- and second-order processing. *Vision Res* 44: 1787-97.
- Gagnier JJ, Kienle G, Altman DG ve ark. (2013) The CARE Guidelines: Consensus-based Clinical Case Reporting Guideline Development. *Glob Adv Health Med* 2: 38-43.
- Kovach S (2008) Tourette syndrome and the eye. *Optometry* 79: 432-5.
- Lalanne L, Ferrand-Devouge E, Kirchherr S ve ark. (2017) Impaired contrast sensitivity at low spatial frequency in cannabis users with early onset. *Eur Neuropsychopharmacol* 27: 1289-97.
- Melun JP, Morin LM, Muise JG ve ark. (2001) Color vision deficiencies in Gilles de la Tourette syndrome. *J Neurol Sci* 186: 107-10.
- Niemeyer JE, Paradiso MA (2017) Contrast sensitivity V1 neural activity and natural vision. *J Neurophysiol* 117: 492-508.
- Novotny M, Valis M, Klimova B (2018) Tourette Syndrome: A Mini-Review. *Front Neurol* 9: 139.
- Riley DS, Barber MS, Kienle GS ve ark. (2017) CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *J Clin Epidemiol* 89:218-35.
- Schofield AJ, Georgeson MA (2003) Sensitivity to contrast modulation: the spatial frequency dependence of second-order vision. *Vision Res* 43: 243-59.
- Schofield AJ, Rock PB, Sun P ve ark. (2010) What is second-order vision for? Discriminating illumination versus material changes. *J Vis* 10: 2.
- Spiegel DP, Reynaud A, Ruiz T ve ark. (2016) First- and second-order contrast sensitivity functions reveal disrupted visual processing following mild traumatic brain injury. *Vision Res* 122: 43-50.
- Storch EA, Murphy TK, Geffken GR ve ark. (2005) Reliability and validity of the Yale Global Tic Severity Scale. *Psychol Assess* 17: 486-91.
- Svetozarskiy SN (2019) Contrast Sensitivity and Color Vision as Biomarkers of the Preclinical Stage of Neurodegeneration in Huntington's Disease. *Sovrem Tekhnologii Med* 11: 77-84.
- Tatlipinar S, Iener EC, Ilhan B ve ark. (2001) Ophthalmic manifestations of Gilles de la Tourette syndrome. *Eur J Ophthalmol* 11:223-6.
- Whitefield L, Middleton EM, Brazier DJ ve ark. (1995) Visual fields in Gilles de la Tourette Syndrome. *Br J Psychiatry* 167: 825-6.
- Wong EH, Levi DM, McGraw PV (2001) Is second-order spatial loss in amblyopia explained by the loss of first-order spatial input? *Vision Res* 41: 2951-60.