



Derleme

Kelebek Glioblastomalarda Agresif Cerrahi mi Yoksa Biyopsi mi Yapılmalı?

Should Aggressive Surgery or Biopsy be Performed in Butterfly Glioblastomas?

Hakan AK

Yozgat Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Yozgat, Türkiye

Yazışma adresi: Hakan AK ✉ nrsdrhakanak@yahoo.com

ÖZ

Glioblastoma (GBM) en yaygın primer malign beyin tümörüdür. Glioblastoma korpus kallozum boyunca uzanım yaptığı zaman kelebek görüntüsü oluşturması nedeniyle "kelebek glioblastom (kGBM)" olarak adlandırılır. kGBM'ler tüm glioblastomaların yaklaşık olarak %3'ünü oluşturur. Kelebek glioblastomalara yönelik yaklaşımın tarihsel sürecine bakıldığında ilk dönemlerde sadece palyatif yaklaşım, biyopsi ve palyatif yaklaşım, biyopsi ve adjuvan kemoterapi seçeneklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte gerek cerrahi tekniklerin gerekse de cerrahiye yardımcı araç ve gereçlerin gelişmiş olmasına bağlı olarak kGBM'lere yaklaşımda daha agresif cerrahi rezeksiyonlara yönelmeye başlandığını görmekteyiz. Çalışmalardan elde edilen veriler yorumlandığında uygun hasta seçimi ile eskiye nazaran daha agresif rezeksiyonların ek komplikasyon geliştirmeden sürvey üzerine önemli etkilere sahip olduğunu görmekteyiz. Agresif rezeksiyonun bir diğer avantajı da özellikle ileri moleküler çalışmalarda kullanılmak üzere daha fazla doku elde edebilmeye olanak sağlamasıdır. Her ne kadar literatürde sınırlı sayıda çalışma olsa da kGBM'lerde agresif rezeksiyonun ümit vaat ettiği görülmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Glioblastom, Korpus kallozum, Biyopsi, Rezeksiyon

ABSTRACT

Glioblastoma is the most common primary malignant brain tumor. When a glioblastoma crosses the corpus callosum, it causes a butterfly image which is called a 'butterfly glioblastoma (bGBM)'. bGBMs account for approximately 3% of all glioblastomas. The historical approaches to butterfly glioblastomas consist of the palliative approach, biopsy and palliative approach, and biopsy and adjuvant chemotherapy options. However, due to the development of both surgical techniques and surgical aids and tools, we see that more aggressive surgical resections are now being used in the surgical management of bGBM. When the data obtained from the studies are interpreted, it is seen that more aggressive resections with appropriate patient selection have significant effects on survival, without additional complications. Another advantage of aggressive resection is the ability to obtain more tissue, especially for use in advanced molecular studies. Although there is a limited number of studies in the literature, aggressive resection in bGBM is promising.

KEYWORDS: Glioblastoma, Corpus callosum, Biopsy, Resection

■ GİRİŞ

Glioblastoma ya da diğer adıyla glioblastoma multiforme (GBM) en yaygın primer malign beyin tümörü olup tüm primer beyin ve merkezi sinir sistemi neoplazmalarının yaklaşık olarak %16'sını oluşturmaktadır (22). Ortalama yaşuyumlu insidansı 3.2/100.000 civarındadır (18, 19). Ortalama görülme yaşı 64 olmakla beraber çocukluk çağı dahil olmak üzere her yaşta görülebilmektedirler (22). İnsidansı erkeklerde kısmen biraz daha yüksektir (10).

Glioblastomalar çoğunlukla beyinde görülmekle birlikte beyin sapı, serebellum ve spinal kordda da görülebilmektedirler. Tüm primer gliomaların yaklaşık olarak %25'i frontal, %20'si temporal, %13'ü parietal ve %3'ü oksipital lobda görülmektedir (7).

Glioblastomaların doğal seyri kötü olup tanı konulduktan sonraki medyan sağ kalım genellikle bir yıldan azdır. Beş yıllık süreyi sadece % 0.05 -4.7'dir (18).

Kelebek glioblastoma

Tüm infiltran gliomlar gibi, GBM tipik olarak beyaz cevher boyunca yayılmaktadır (11,12). Korpus kallozum gibi beyin hassas bölgelerinde ve belirli yolaklarda büyüme ve infiltrasyon, bu tümörleri yalnızca kısmi rezekte edilebilir veya rezekte edilemez hale getirebilir. Glioblastoma manyetik rezonans görüntülemesinde korpus kallozum boyunca uzanım yaptığı zaman kelebek görüntüsü oluşturması nedeniyle "kelebek glioblastoma (kGBM)" adını almaktadır. kGBM'ler tüm glioblastomaların yaklaşık olarak %3'ünü oluşturmaktadır (9).

Korpus kallozum ve önemi

Korpus kallozum (KK) rostrum, genu (diz), gövde (body) ve splenium olmak üzere dört bölümden oluşmakta olup korteksten köken alan uyarınlara karşı taraf hemisfere bağlayarak beyin motor, duyuusal ve kognitif performansını sağlamaktadır (21). Korpus kallozumun çeşitli fonksiyonları mevcuttur. Bunlardan birincisi hemisfer kortekslerinin bağlantısını geliştirmek ve bu sırada beyin plastisite özelliğini devreye sokmaktır (15). Diğer fonksiyonları arasında interhemisferik sensorik bağlantının sağlanması ve geliştirilmesi, bellek fonksiyonu, bimanuel motor koordinasyon, ipsilateral motor sistemin inhibisyonu yolu ile motor sistemin sağlıklı işlemesi, dikkat süresinin sağlanması, ipsilateral görsel yarı alan fonksiyonu, füzyon olayı gerçekleşmesi, bakış görüş netliği sağlanması, stereopersepsiyon görevi ve oditoryel dil fonksiyonu sayılabilir (2).

Erişkinlerde total kallozotomilerde "ayrık beyin" sendromu gelişmekte olup bu hastalarda unilateral apraksik agrafi, agrafi olmadan aleksi veya aleksitimi ve hemi aleksi görülebilmektedir. Parsiyel operasyonlarda ya da herhangi bir nedenden dolayı oluşan lezyonlarda ise daha zengin bir klinik tablo oluşmaktadır. Bu durumda oluşan bulgular hastaların solak veya sağlak oluşlarında farklılıklar gösterebileceği gibi ön planda persepsiyon ve stereopersepsiyon sorunları yaygın olmaktadır (2).

Korpus kallozumu etkileyen lezyonlar

Korpus kallozum interhemisferik komissürdür. Inferior frontal

ve anterior inferior parietal lobdan gelen fibriller genu kısmından geçmektedir. Parietal lobdan gelen fibriller spleniumdan geçmektedir. Bu nedenle, kalan lifler korpus kallozumun gövdesinden geçmektedir (3). Konjenital malformasyonlar, demiyelinizasyon, enfeksiyöz hastalıklar, travmatik lezyonlar ve neoplaziler gibi çeşitli patolojiler korpus kallozumu etkileyebilmektedir. Glioblastoma ve primer merkezi sinir sistemi lenfoması sıklıkla kelebek tümör görüntüsü oluşturan neoplazilerdir (9,14). Bunlardan başka ekstramedüller miyeloid sarkom (granülositik sarkom), toksoplazmoz ve nöronal seroidlipofüsinosis'inde kelebek görüntüsü oluşturduğu rapor edilmiştir (6,13,16,23). Bununla birlikte, korpus kallozumun beyaz cevher fasikülleri ile yoğun bir şekilde paketlenmiş olması infiltrasyona karşı genellikle direnç sağlamaktadır (3).

Kelebek glioblastomalarda cerrahi süreç ve prognoza etki eden faktörler

Kelebek gliomalar korpus kallozumun en sık olarak genu (\approx % 60), daha az olarak gövde (body) (\approx %30), ve splenium (\approx %10) kısmında yerleşim göstermektedir (9). Tunthanathip ve ark. çalışmalarında yedi farklı tümör tipi için (diffüz büyük B hücreli tümör, glioblastoma, anaplastik astrositoma, diffüz astrositoma, gemistositik astrositoma, germinoma ve yolk sak tümörü) kelebek tümöre sahip olmanın her bir histoloji tipi için kötü bir prognostik faktör olduğunu göstermişlerdir. Yazarlar bu çalışmalarında bağımsız prognostik faktörlerin Karnofsky Performans Skoru'nun 70 ve altında olması, splenium tutulumu ve kelebek glioblastoma olduğu sonucuna varmışlardır (23).

Daha önce de belirtildiği gibi kelebek glioblastoma yönelik yapılan cerrahi girişimlerin bazı hastalarda abulia ve akinetik mutizm dahil olmak üzere, yıkıcı nörolojik defisitlere neden olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle geleneksel olarak kGBM'ler inoperabl kabul edilmişler ve klasik yaklaşım olarak daha çok; biyopsi +adjuvan kemoterapi, biyopsi + palyatif bakım ve sadece palyatif bakım önerilmiştir. kGBM'nin cerrahi yönetimi ile ilgili bu klasik yaklaşımın nedeni iki varsayımdan kaynaklanmaktadır. Bunlar; tüm kGBM'lerin doğası gereği çok agresif olması ve kGBM'lerin kritik lokasyonunun cerrahi rezeksiyonu gereksiz bir durumda riskli bir macera haline getirmesi olarak düşünülmüştür. Bu nedenlerle, cerrahi rezeksiyon yerine biyopsi adjuvan tedavi ile birlikte birçok kurumda temel tedavi yöntemi olmuştur (17).

Bununla birlikte daha yeni çalışmalar anterior kelebek glioblastomaların güvenli bir şekilde rezekte edilebileceğini göstermişlerdir (4,5,9,17). Dziurzynski ve ark.nın 2012 yılında yapmış olduğu ve biyopsi ile cerrahi dekompresyonu karşılaştıran çalışmada; cerrahi dekompresyon yapılan grupta ortalama süreyin daha yüksek olduğu ancak direkt korelasyonun kurulamadığı bildirilmiştir. İlaveten ortalama Karnofsky Performans Skorunun, tedavi sonrası iki grupta da düzelme göstermediği sonucuna varmışlardır (9).

2014 yılında yayınlanan bir çalışmada Chaichana ve ark. kGBM'lerin non-kGBM'lere göre daha kötü prognoza sahip olduğunu ve kGBM'si olan hastaların küçültme cerrahisi, maksimal güvenli cerrahi rezeksiyon, temozolomid kemoterapisi ve radyasyonun tedavisi dahil olmak üzere daha agresif tedavi yöntemlerinden fayda görebileceğini rapor etmişlerdir (5).

Burks ve ark. 2017 yılında anterior korpus kallozumu (rostrum, genu veya anterior %25'i) içeren kGBM'nin kaudat nukleus başı, septal nukleus, singulum ve anterior serebral arter dallarına zarar vermeksizin güvenle çıkarılabileceğini belirtmişlerdir. Otörler sonuç olarak, anterior kelebek gliomaların, singulumun anatomik bağlantısının ve singulat girusun ilgili bölgelerinin korunmasına odaklı yeni, attention-task (dikkat-görev) tabanlı, uyanık beyin cerrahisi tekniği kullanılarak güvenle çıkarılabileceğini rapor etmişlerdir (4) .

2018 yılında yayınlanan Opoku-Darko ve ark.nın 12 yıllık retrospektif çalışmasında anterior ve posterior kGBM'lerin güvenle rezeke edilebileceği belirtilmiştir. Yazarlar sonuç olarak kelebek glioblastomaların cerrahi rezeksiyonunun kalıcı defisit riskini artırmaksızın süreyi uzattığını belirtmişlerdir. Otörler kGBM'lere yaklaşımda geleneksel biyopsiden ziyade cerrahi rezeksiyonu tercih etmelerini çeşitli nedenlere dayandırmışlardır. Bunlardan birincisi, otörler büyük kelebek lezyonu olan ve baş ağrısı, konfüzyon veya davranış değişikliği gibi semptomlardan birinin veya hepsinin dahil olduğu görünüşte hafif semptomları veya nörolojik defisiti olan hastaları dahil etmişlerdir. Ayrıca, çalışmaya bu başvuru semptomları sıklıkla önemli derecede düzelen veya deksametazon verilmesinden sonra semptomları kaybolan hastaları dahil edilmiştir. İkinci dayanak noktaları, otörlerin diğer GBM'ler ile ilgili yoğun deneyimlerinin, tümöre ulaşma ve tümör disseksiyonunun yeni problemler oluşturmadan ve nörolojik defisiti kötüleştirme-siz güvenle rezeksiyonun mümkün olabileceği düşüncesi olmuştur. Üçüncü dayanak noktası, nöroşirürjiyenlerin uzun zamandan beridir seçilmiş inatçı epilepsi olgularında kallozotomi yapması ve ventriküler sistemdeki lezyonlar için transkalozal girişimler yapması korpus kallozuma güvenle cerrahi yapılabileceği olmuştur. Son dayanak noktaları ise, IDH 1/2 mutasyonu veya MGMT promoter metilasyonunu veya her ikisini de barındıran hastaların süreyinin daha iyi olması ve GBM'deki son zamanlardaki ilerlemeler göz önüne alındığında, patolojik ve moleküler karakterizasyon için yeterli doku elde edilmesinin önemli hale gelmiş olmasıdır (17).

Opoku-Darko ve ark. korpus kallozumun posterior kısmını invaze eden kGBM'lerin nörolojik sekel bırakmaksızın rezeksiyonunu ilk defa yaptıklarını iddia etmişlerdir. Otörler sonuç olarak gerek anterior gerekse posterior KK tutulumu olan kGBM'lerin güvenle rezeke edilebileceğini ve bunun süreyi uzatabileceğini rapor etmişlerdir. Rezeksiyonun tümör yükünü azalttığını ve hastaya adjuvan tedavi için şans tanıdığını ek olarak da moleküler çalışmalar için doku sağlanabileceğini belirtmişlerdir (17).

2018 yılında Dayani ve ark.'nın yaptığı çalışmada da kGBM'lerin rezeksiyonunun düşük oranda kalıcı nörolojik defisit ile sonuçlandığını ve biyopsiye kıyasla süreyin daha uzun olduğu belirtilmiştir. Otörler sonuç olarak agresif rezeksiyon ve adjuvan kemoradyasyonu içeren daha agresif tedavilerin gerek süreyi üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu gerekse de sonuçları düzelttiğini rapor etmişlerdir (8).

Bununla birlikte literatürde bildirilen iki olgu sunumunda biyopsi ve stereotaksik biyopsi yapılan iki olguda 3 hafta ve bir ay sonra hastaların kaybedildiği rapor edilmiştir (1,20).

Cerrahi teknik

Chaichana ve ark. cerrahi esnasında özellikle motor ve/veya somatosensuar korteks yakınlarındaki lezyonlar için motor ve somatosensuar uyarılmış potansiyeller ve cerrahi navigasyon kullandıklarını bildirmişlerdir. Kortikal ve subkortikal haritalama, ultrason ve fonksiyonel görüntüleme gibi diğer tekniklerde cerrahin isteğine bağlı olarak kullanılmıştır. Genel olarak, maksimal tümör kütlesi ve/veya kitle etkisi olan taraftan başlanacak şekilde unilateral kraniyotomi yapmışlardır. Bilateral simetrik lezyonlar için, non-dominan taraf seçilmiştir (5).

Opoku-Darko ve ark. tüm kelebek lezyonların cerrahisi için genel anesteziyi tercih etmişlerdir. Hem anterior hem de posterior lezyonlar için, tümör yükünün fazla olduğu tarafı seçmişlerdir. Eşit miktarda tutulumun olduğu olgularda sağ/non-dominan taraftan yaklaşımı tercih etmişlerdir. Eşit miktarda tutulumun olduğu olgularda veya karşı hemisfere ulaşım açısının şüpheli olduğu olgularda kontralateral hemisfere ulaşımı hızlandırmak amacıyla bifrontal veya biparietal kraniyotomileri tercih etmişlerdir. İnterhemisferik erişimin amacı, sonucun en önemli tek belirleyicisi olduğuna inandığımız, her iki hemisferde tümörün neden olduğu hasarın ötesindeki kortikal ve beyaz madde hasarını önlemektir. Lezyona olan en kısa mesafe belirlendikten sonra sirkumferensiyel rezeksiyon tekniği tercih edilmiştir. Bu teknik için, çevredeki "normal" yapılara verilen zararı en aza indirmek amacıyla kontrast tutan tümör ile tümör çevresindeki korteks veya beyaz cevher arasındaki arayüz tespit edilmiştir. Kontrast tutan GBM ve içindeki nekrotik odak fonksiyonel doku içermemektedir, bu nedenle bu yolla rezeksiyon mümkün olacaktır. Bu metod kullanılarak tümörün kontrastlanan halkasının rezeksiyonu nörolojik defisitleri kötüleştirmeyeceği gibi tümöre güvenli erişimi ve çevre dokulardan tümör disseksiyonunu hızlandıracaktır (17).

Otörler lezyona ulaşmak için en kısa yolu kullanmışlardır, tipik olarak kabarcık gri tümör dokusunu tanımladıktan sonra lezyonu dekomprese etmek için hızlıca nekrotik odağa girmişlerdir. Anterior lezyonlar için, orta hat yapıları ile birlikte tümörün uzun aksisi boyunca ekspozurunu artırmak amacıyla frontal polün kortikal bloğunu almak için subpial rezeksiyon yapmışlardır. Posterior lezyonlar için kortikal ve beyaz cevher hasarını minimuma indirmek için tümörün uzun aksisi boyunca pariyetal transulka yaklaşımı kullanmışlardır. Ardından, kontrastlanan tümörün çevresini dolaşmak ve lateral ventrikülün ön boynuzu veya atriyum, korpus kallozum, anterior serebral arter veya posterior serebral arter dalları, Galen veni ve falks gibi standart anatomik işaretlerin belirlenmesi için sistematik olarak çalışmışlardır. Kallozumdaki karşı hemisfere geçip aspiratör ve bipolar gibi aletlerin erişebileceği derinliğe ulaştıktan sonra bihemisferik hasarlanma riskini en aza indirmek için karşı taraftaki kontrastlanan lezyon için daha az agresif bir rezeksiyonu tercih etmişlerdir. Otörler rezeksiyon için önceden belirlenen anatomik limitleri kullanmamışlardır. Rezeksiyon için kılavuz olarak sadece tümör-beyin arayüzünü kullanmışlardır. Majör arterleri kaplayan bir tümörü disseke etmek için gereken zamanı ayırdıklarını ve intraventriküler kanama riskini en aza indirmek için ependimal venlere dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Otörler karşılaştıkları en önemli zorluğun karşı taraftaki lezyona ulaşmaya çalışırken falks ile birlikte anterior serebral arterin-A2

segmentlerinin manipülasyonu ve elevasyonu olduğunu belirtmişlerdir (17).

Burks ve ark. kGBM'lerin tedavisinde singulumun anatomik bağlatılarını ve singulat girusun ilgili yönlerini korumaya odaklanan yeni, dikkat-göreve dayalı, uyanık yapılan bir beyin ameliyatı tekniği geliştirmişlerdir (4).

kGBM operasyon kararı;

Kelebek glioblastomu olan hastalarda operasyon kararı verirken üç kriter önem arz etmektedir. Bunlardan birincisi hasta ile ilgili faktörler olup bu faktörler arasında, hastanın fonksiyonel durumu (Karnofsky Performans Skoru), yaşı ve cerrahi girişime rızası olup olmadığı sayılabilir. İkincisi cerrah ile ilgili (deneyim) faktörlerdir. Sonuncusu da cerrahi işlemin yapılacağı merkez ve bu merkezin teknik olanaklarıdır (17).

■ SONUÇ

Literatürdeki veriler 2017 ve 2018 yılları arasında yayınlanan çalışmalara rağmen hâlâ doyurucu değildir. Özellikle son yıllardaki çalışmaların sonuçları birbirini destekler gibi görünse de karşıt sonuçlar da mevcuttur. Çalışma sonuçları güzellikler vaat ederken olgu sunumları hâlâ karamsarlık sunmaktadır ve çalışmalardaki hasta sayıları azdır. Buna rağmen agresif cerrahi rezeksiyon, gerek sürvey üzerine olumlu etkileri ve ileri genetik çalışmalar için daha fazla doku elde edilmesine olanak sağlaması nedeniyle uygun hastalarda tavsiye edilmelidir.

■ KAYNAKLAR

1. Agrawal A: Butterfly glioma of the corpus callosum. *J Cancer Res Ther* 5:43-45, 2009
2. Apak S: "Korpus Kallozum" beynin merkezindeki gizemli bölge. *J Curr Pediatr* 7:142-146, 2009
3. Bourekas EC, Varakis K, Bruns D, Christoforidis GA, Baujan M, Slone HW, Kehagias D: Lesions of the corpus callosum: MR imaging and differential considerations in adults and children. *AJR Am J Roentgenol* 179:251-257, 2002
4. Burks JD, Bonney PA, Conner AK, Glenn CA, Briggs RG, Battiste JD, McCoy T, O'Donoghue DL, Wu DH, Sughrue ME: A method for safely resecting anterior butterfly gliomas: The surgical anatomy of the default mode network and the relevance of its preservation. *J Neurosurg* 126:1795-1811, 2017
5. Chaichana KL, Jusue-Torres I, Lemos AM, Gokaslan A, Cabrera-Aldana EE, Ashary A, Olivi A, Quinones-Hinojosa A: The butterfly effect on glioblastoma: Is volumetric extent of resection more effective than biopsy for these tumors? *J Neurooncol* 120:625-634, 2014
6. Chaudhari VV, Yim CM, Hathout H, Lai A, Donovan SM: Atypical imaging appearance of toxoplasmosis in an HIV patient as a butterfly lesion. *J Magn Reson Imaging* 30:873-875, 2009
7. Davis ME: Glioblastoma: Overview of disease and treatment. *Clin J Oncol Nurs* 20:2-8, 2016
8. Dayani F, Young JS, Bonte A, Chang EF, Theodosopoulos P, McDermott MW, Berger MS, Aghi MK: Safety and outcomes of resection of butterfly glioblastoma. *Neurosurg Focus* 44(6):E4, 2018
9. Dziurzynski K, Blas-Boria D, Suki D, Cahill DP, Prabhu SS, Puduvali V, Levine N: Butterfly glioblastomas: A retrospective review and qualitative assessment of outcomes. *J Neurooncol* 109:555-563, 2012
10. Ellor SV, Pagano-Young TA, Avgeropoulos NG: Glioblastoma: Background, standard treatment paradigms, and supportive care considerations. *Journal of Law, Medicine, and Ethics* 42:171-182, 2014
11. Giese A, Bjerkvig R, Berens ME, Westphal M: Cost of migration: Invasion of malignant gliomas and implications for treatment. *J Clin Oncol* 21:1624-1636, 2003
12. Giese A, Kluwe L, Laube B, Meissner H, Berens ME, Westphal M: Migration of human glioma cells on myelin. *Neurosurgery* 38:755-764, 1996
13. Hammersen S, Brock M, Cervós-Navarro J: Adult neuronal ceroid lipofuscinosis with clinical findings consistent with a butterfly glioma. Case report. *J Neurosurg* 88:314-318, 1998
14. Iwadata Y, Suganami A, Ikegami S, Shinozaki N, Matsutani T, Tamura Y, Saeki N, Yamanaka R: Non-deep-seated primary CNS lymphoma: Therapeutic responses and a molecular signature. *J Neurooncol* 117:261-268, 2014
15. Josse G, Seghier ML, Kherif F, Price CJ: Explaining function with anatomy: Language lateralization and corpus callosum size. *J Neurosci* 28:14132-14139, 2008
16. Kei PL, Kok TY, Linn YC, Padhy AK: Butterfly lesion of the corpus callosum: An unusual case of extramedullary myeloid sarcoma (granulocytic sarcoma) *Clin Nucl Med* 36:365-366, 2011
17. Opoku-Darko M, Amuah JE, Kelly JJP: Surgical resection of anterior and posterior butterfly glioblastoma. *World Neurosurg* 110:e612-e620, 2018
18. Ostrom QT, Bauchet L, Davis FG, Deltour I, Fischer JL, Langer CE, Barnholtz-Sloan JS: The epidemiology of glioma in adults: A "state of the science" review. *Neuro-Oncology* 16:896-913, 2014
19. Ostrom QT, Gittleman H, Liao P, Rouse C, Chen Y, Dowling J, Barnholtz-Sloan J: CBTRUS statistical report: Primary brain and central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2007-2011. *Neuro-Oncology* 16 Suppl 4:iv1-iv63, 2014
20. Siddiqui J, Krishnan AS: Butterfly glioma. *N Engl J Med* 378:281, 2018
21. Taylor M, David AS: Agenesis of the corpus callosum: A United Kingdom series of 56 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 64:131-134, 1998
22. Thakkar JP, Dolecek TA, Horbinski C, Ostrom QT, Lightner DD, Barnholtz-Sloan JS, Villano JL: Epidemiologic and molecular prognostic review of glioblastoma. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention* 23:1985-1996, 2014
23. Tunthanathip T, Ratanalert S, Sae-heng S, Oearsakul T: Butterfly tumor of the corpus callosum: Clinical characteristics, diagnosis, and survival analysis. *J Neurosci Rural Pract* 8 Suppl 1: S57-S65, 2017