

Derleme

Pineal Bölge Vasküler Lezyonlarına Yaklaşım Stratejisi Ne Olmalıdır?

Surgical Strategies for Vascular Malformations of the Pineal Region

Abuzer GÜNGÖR¹, Murat Hamit AYTAR²¹Acıbadem Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye²Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İlk ve Acil Yardım Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Pineal bölge vasküler lezyonların nadir yerleştiği bir bölgedir. Ancak derin yerleşimli olması ve önemli nöral ve vasküler yapılarla yakın ilişkisi nedeniyle tedavilerinin zorlu olduğu bir bölgedir. Son birkaç dekada endovasküler girişimler ve radyocerrahi primer tedavi seçenekleri olmuşsa da bu yöntemlerin uygulanamadığı durumlarda mikrocerrahi yöntemler hâlâ geçerli bir tedavi yöntemi olarak uygulanmaktadır. Pineal bölgenin sık görülen vasküler lezyonları Galen veni malformasyonları, arteriyovenöz malformasyonlar ve kavernöz malformasyonlardır ve bu lezyonlara mikrocerrahi olarak uygulanan en sık yöntemler infratentoryal supraserebellar yol ve oksipital transtentoryal yoldur. Mikrocerrahi anatomisinin iyi bilinmesi, mikrocerrahi tekniklerin kullanılması ve preoperatif detaylı görüntüleme teknikleriyle bu bölgenin cerrahisi güvenli bir şekilde yapılabilir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Pineal bölge, Vasküler lezyonlar, Mikrocerrahi

ABSTRACT

Vascular malformations of the pineal region are uncommon lesions and approaching this region is still challenging because of the deep localization and close relationship with important neural and vascular structures. However, in the last few decades, endovascular techniques and radiotherapy have become increasingly popular for the treatment of these lesions. The microsurgical option is still valid when these techniques are not feasible or fail. The main vascular malformations of the pineal region are vein of Galen malformations, arteriovenous malformations and cavernous malformations. The most common approaches used for the pineal region are the supracerebellar infratentorial and occipital transtentorial approaches.

KEYWORDS: Pineal region, Vascular malformations, Microsurgery

■ GİRİŞ

Pineal bölge ya da posteriyor insisural boşluk; içinde pineal bez yerleşmiş olan kuadrigeminal sinterdir ve pineal bezin etrafı üçüncü ventrikül posteriyor kısmı, tektum, Galen veni, talamus ve korpus kallosumun spleniumu gibi önemli yapılar tarafınca çevrilmiştir. Piramidal bir yapıya sahiptir. Pineal bölge derinde ve hassas bir lokalizasyonda yerleşimi, önemli nörovasküler yapılarla yakın komşuluğu

ile cerrahi tedavisi zor bir bölge olma özelliğindedir. Bu bölge vasküler lezyonlarına ulaşımında uzun yıllar içinde etraf nörovasküler yapılara manipülasyonu minimize edecek cerrahi yollar ve mikrocerrahi teknikler geliştirilmiştir (1,9,12,13).

Son birkaç onyılıda endovasküler cerrahi yöntemleri ve radyocerrahi tedavi seçeneği vasküler pineal bölge lezyonlarının güvenli şekilde oklüzyonu amacıyla gittikçe artan şekilde kullanılır olmuş ve primer tedavi seçeneği olmuştur. Yine de,



Yazışma adresi: Abuzer GÜNGÖR

E-posta: abuzergungor@gmail.com

endovasküler yöntem başarısız olduğu, diğer tekniklerin uygulanması mümkün olmadığı durumlarda veya kitle etkisine bağlı aqueduct stenozu ile hidrosefali gelişim durumunda cerrahi tedavi seçenekleri hâlâ geçerlidir (3,16).

Pineal bölgeye mikrocerrahi yaklaşımlar için en sık kullanılan supraserebellar infratentorial ve oksipital transtentorial yollarla birlikte bazı yaklaşım yolları mevcuttur. Bu noktada her girişim yolunun avantaj ve dezavantajları olup cerrahın tecrübesi, tercihi, lezyonun karakteri ve yerleşimi ile ekspansiyon olduğu bölge önem arz eder.

Vasküler Lezyonlar ve Cerrahi Yaklaşım Stratejileri

Pineal bölge vasküler lezyon yerleşimi için nadir bir bölge olmakla birlikte bu bölgede yerleşim gösteren ve cerrahi tedavi gerektiren lezyonlar arasında pineal bölge arteriyovenöz malformasyonları (AVM), Galen veni malformasyonları (GVM) ve kavernoöz hemanjiyomlar (kavernomlar) vardır (3).

Cerrahi prosedürler çoğunlukla cerrahın tecrübesine göre oturur, prone veya park-bench pozisyonunda baş çivili başlıkta fikse halde uygulanır olmuşlardır. Ancak oturur pozisyon serebellumun yerçekimi etkisi ile aşağı düşmesiyle daha rahat bir görüş açısı kazandırması nedeniyle önemli bir fayda sağlamaktadır. Oturur pozisyonun ciddi faydası yanında bilindiği gibi hava emboli riski vardır. Üstelik pineal bölge malformasyonlarında küçük yaş grubu hastalarda patent foramen ovale de var ise risk çok daha ciddi boyuta ulaşabilir. Bu yüzden hastalara operasyon öncesi kardiyak sonografi tetkiki yapılması patent foramen ovale varlığını tespit için önerilir. Kardiyomyopati gibi morbidite nedenleri de oturur pozisyon için engel oluşturabilecek durumlardır (16).

Uygun pozisyonu takiben pineal bölge kitlenin yeri, uzanımı ve natürüne göre tentoryumla ilişkisine ve cerrahi tecrübeye göre girişim planlanmalıdır. Tentoryumun konumlanması mikrocerrahi prosedürün planlanmasında hatta değiştirilmesinde etkili olabilir. Nemir ve ark. yakın zamanda yaptıkları çalışmada T1 ağırlıklı MR görüntülerini baz alarak elde ettikleri değerlerle tentoryal sığ ve dik açıları belirlemişlerdir. Aşırı dik açılı tentoryum infratentoryal supraserebellar bir girişimi çok zor kılarak ameliyat planını oksipital transtentoryal girişime çevirebilir (11). Pan ve ark. geliştirdikleri metotta tentoryumun konumunu, glabella inion arası hatta göre ölçmüşlerdir. Bu şekilde ameliyat başlangıcında oturur pozisyonunda baş açısını belirleyecek anatomik noktalar olması açının tentoryumu paralel hale getirecek şekilde ayarlanabilmesini mümkün kılmıştır (12).

En sık kullanılan cerrahi yaklaşım yollarına bakacak olursak;

Subokspital Mediyan (Paramediyan) İnftratentoryal Supraserebellar Yaklaşım

Genelde pineal bölge tümörlerine yaklaşımda da kullanılan bu yol, derin venöz yapıları daha iyi görebilmek ve hakimiyet açısından da tercih edilir bir yoldur. Bu şekilde elde edilen koridor sayesinde beyin ve beyincik dokularına hiç dokunulmaması iyi bir faydadır. Bu yöntemde de en sık kullanıldığı şekilde oturur pozisyonunda hasta alınır ve çene ile klavikula arası 2 parmak mesafede fleksiyonda baş sabitlenir. Bu şekilde infratentoryal koridorda rahat ekspojuz sağlanır çünkü bu şekilde konumlanma tentoryumu da tam horizontal plana getirerek konforlu ve rahat bir çalışma planı sağlar.

Mediyan ya da paramediyan insizyon eksternal oksipital tuberans 3-5 cm üzerinden kraniyoservikal bileşmeye uzatılır.

Yaş küçük hastalarda eksternal oksipital protuberans üzerine tek burr hole, daha ileri yaş hastalarda 2 ya da 3 burr hole açılır. Bu noktada kritik nokta confluens sinuum olup hasarı fatal sonuç doğurabilir. Aynı şekilde transvers sinüsler de maksimum korunmalıdır. Dura internal protruberansdan diseke edilerek ayrılır. Bu venöz yapıları çevreleyen küçük bir kraniyotomi yapılır.

Dura mikroskop altında Y şeklinde açılır. Paramediyan yaklaşımda dura tek tarafta transvers sinüse doğru retrakte edilirken bilateral açılda dura transvers sinüsler ve confluens sinuum karşısına doğru retrakte edilir. Dural flep atravmatik sütürlerle asılır. Hemen her zaman falks serebelli içinde sakınılması gereken küçük bir sinüs vardır. Kesilir ise büyük dikkatle sütürler, bipolar koagülasyon ve yapıştırıcı ile tamiri gerekir. Dikkatli olunmalıdır çünkü oturur pozisyonunda pron pozisyonun aksine ciddi kanama göstermeyip gözden kaçabilir.

Serebellumun yüzeyinden uzanan superior serebellar ven ve drenaj venleri daha geniş bir ekspojuz için koagüle edilip kesilebilirler. Koagüle edip kesecek ise tentoryuma değil serebelluma daha yakın konumdan kesmek daha güvenli olacaktır. Bazı otörler bu venlerin birkaçını daha sonra ciddi kanama ile karşılaşmamak adına profilaktik olarak kesebildiklerini belirtmişlerdir. Yalnız bu drenaj venlerin bir kısmını korumak hemorajik venöz infarkta neden olmamak için daha iyidir (7).

Köprü venler ve araknoid adezyonlar ayrıldığı zaman serebellum aşağı düşecek ve beyin retraksiyonu gerekmezken iyi bir ekspojuz sağlanmış olacaktır. Gerekliğinde sisterna magnadan beyin omurilik sıvısı (BOS) boşaltılması da cerrahi vizyonu iyileştirecektir. Devam eden diseksiyonda dorsal mezensefalik sistemlerde de BOS boşaltılıp ilerlenerek ekspojuz daha da iyileştirilir. Derinde sistemler ile derin venöz yapıları ayırt etmek önemlidir. Presentral serebellar venle karşılaşılıp yakılıp kesilebilir ki vizyonu daha da rahatlatır. Bu aşamada Galen veni ekspoze edilir hale gelir. Galen veni tanıyıp ortaya koymak bu aşamada en önemli noktadır.

Suprasellar infratentoryal yaklaşımlarda genellikle orta hattan-midline yol kullanılıyor iken, mediyalde torcula, lateralde de transvers ve sigmoid sinüslerin bileşke noktasındaki asterion arasındaki alanda yer alan orta hat dışı girişim yolları yani midline, paramediyan, lateral ve far-lateral girişim yolları tanımlanmıştır (10). Orta hat girişim pineal bölgeye en kısa, doğrudan girişim olsa da karşımıza çıkan venöz drenaj ağı ve Galen veni ve bağlantıları sorun teşkil edebilmektedir. Orta hat dışı bu diğer yollar lezyon yerine, genişlediği alana göre planlanarak venöz yapıları da daha az zarar verilmesi ve serebellar ekartman gerekliliği de daha az olması nedeniyle tercih edilebilirler.

Genel vertikal subokspital orta hat insizyonla transvers sinüs altında ve orta hatta komşu kraniyotomi alanı laterale genişletilerek paramediyan ve lateral girişimler mümkün olabilir. Bir diğer far-lateral yaklaşım yolu ise retrosigmoid yoldur. Bu yolda da kraniyotomi alanı mediyale genişletilerek lateral girişim mümkün olacaktır. Ayrıca retrosigmoid insizyon

hattı klasik hattından daha mediyale kaydırılarak asterion ortalanacak şekilde planlanabilir. Bu şekilde de paramedian ve lateral girişim yolları mümkün kılınabilir.

Endoskopik İnfratentoryal Yaklaşımlar

Aynı yolda endoskop da mikrocerrahi yardımcı ya da alternatif olarak kullanılabilir (11). Endoskop bu bölgede pineal kistler, epidermoid tümörler ve astrositomalar için özellikle kullanılmıştır (6). Zaidi ve ark. yakın zamanlı bir çalışmada supraserebellar infratentoryal yaklaşımda mikrocerrahi ve endoskopik yöntemleri cerrahi rahatlık açısından kantitatif olarak karşılaştırmışlar ve bölgeye lateral yaklaşımın ki bu yukarıda bahsettiğimiz yaklaşım yollarında far-lateral yaklaşımla uyumaktadır, en geniş cerrahi ekspozur sağlayan yaklaşım olduğunu ve en dik müdahale açısına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Endoskopik yaklaşımın daha az serebellar retraksiyon gerektirdiği ve köprü venler sakrifiye edilmeden pineal lezyonlara yaklaşıma yardımcı olduğu da belirtilmiştir (17).

Oksipital Transtentoryal İnterhemisferik Yaklaşım

Bu cerrahi yaklaşım yolu esasen pineal bölgenin vasküler malformasyonları ve meningeomları için kullanılmıştır.

Başlangıçta Yaşargil tarafınca tanımlanmış ters U şekli cilt flep kullanılırken yayınlarda sonradan düz paramedian, genellikle sağ taraftan 7-8 cm cilt insizyonu ile girişim kullanıldığı bahsedilmektedir (7).

Sagittal sinüs üzerine tek bir burr hole küçük yaş grubu hastalarda açılırken daha büyük hastalarda iki burr hole uygundur. Duranın kontrollü sıyırılmasını takiben 3-4 cm kemik flep kaldırılır.

Dura mikroskop altında açılır. Oksipital lob bipolar ile retrakte edilerek subsplenal bölgeye ulaşılır. Oksipital lob nadir köprü venlere sahip olduğundan fazla kanama bu girişimde beklenmez. Retraksiyon sırasında oksipital inferiyor yüzeye özellikle hassas davranılması operasyon sonrası oluşacak görme alan defektlerine fırsat vermemek adına özellikle önemlidir (10). Posteriyor kallozal ve dorsal mezensefalik sistemler açılabilir ve BOS boşalımı yeterli bir çalışma alanı sağlar. Gerekirse falks ve tentorium mikromakas ile kesilebilir. Tentoryumun ayrılmasının en kolay ve güvenilir yolu orta hattın 1 cm uzağından posteroanterior insizyonudur ki böylece köprüleşen superiyor serebellar venler de korunmuş olurlar. Bu venler infratentoryal yaklaşımlarda sıklıkla sakrifiye edilirler. Bu noktada tüm dikkat Galen venine bağlanan büyük venleri korumak üzerine olmalıdır. Bu noktada belirtilmeli ki Galen venine drene olan Rosenthal'in veni koyu mavi renkli dorsal mezensefalik sistemle karıştırılabilir. Internal oksipital ven ve posteriyor perikallozal ven ile de sıklıkla karşılaşılabilir. Bu venler korunmalıdır aksi takdirde lateral homonim hemianopsi ve venöz infarkt gelişebilir. Venöz kanamalar varlığında fibrin doku yapıştırıcı çok efektif hemostaz sağlayacaktır.

Pineal bölgede karşılaşılan vasküler lezyonlara göre değerlendirme yapacak olursak;

Galen Veni Malformasyonları

Galen veni malformasyonları (GVM); koroidal sistemin direkt ya da indirekt arteriyel besleyicileriyle Markowski' nin

median prosensefalik venine direkt bağlantı kurduğu vasküler malformasyonlardır. Embriyolojik gelişim erken döneminde nöral tüp arteriyel beslenmesini koroidal pleksustan köken alan koroidal arterler sağlarken venöz drenajı sağlayan da geniş venöz bir yapı olan Markowski'nin median prosensefalik venidir. Markowski'nin bu veni embriyonal gelişim boyunca kaybolan kalıntı bir kanal olup erişkinde normalde görülmez. Sadece posteriyor kısmı kalacak ve büyük serebral ven yani Galen veni' ni oluşturacaktır. GVM'ler pediatrik yaş grubu vasküler malformasyonlarının %30'unu oluştururlar (3,5,9).

GVM endovasküler tedavisinde başarısızlık halinde ya da o tedaviye tamamlayıcı olarak cerrahi tedavi uygulanabilir. Yenidoğan GVM hastalarında en önemli ilk sorun konjestif kalp yetmezliği ve pulmoner persistan hipertansiyon olup tedavinin ilk adımının bununla mücadele olacağı bilinmelidir. Hematom, hidrosefali varlığı da cerrahi tedavi gerektirecektir. Ayrıca oluşmuş hidrosefali varlığı 3. ventrikülostomi ya da şant cerrahisini de gerektirebilir. Ancak, şant cerrahileri GVM hasta popülasyonunda morbidite ve mortaliteyi artırabildiğinden sadece GVM tedavisiyle hidrosefali ilerlemesinin önü alınamaz ise ve tedavi uygulandıktan sonra şant uygulaması göz önüne alınmalıdır. 3. ventrikülostomi yöntemi ise konvansiyonel şant cerrahilerine göre daha düşük riske sahip görünmektedir. Bu nedenle endovasküler girişim öncesinde semptomatik çocuklarda 3. ventrikülostomi daha uygulanabilir bir yöntemdir denilebilir (5). GVM hastalarında hidrosefali varlığında göze alınması gereken bir nokta bu hastaların hemen tamamında akuadukt açık olduğudur. Bu hastalarda venöz dolaşım sorunuyla birlikte immatür granülasyon sisteminden venöz drenajın posteriyorda anormal kümelenmesiyle BOS anormal birikimi söz konusudur. Bu yüzden erken şant cerrahisi BOS basıncını azaltmakla venöz basıncı artırıcı etki yapacaktır (3,9).

GVM tedavisinde primer tedavi seçeneği endovasküler tedavi olmakla birlikte stereotaktik radyoterapinin de sınırlı rolü vardır. Daha ileri yaş hastalarda, endovasküler tedavi aşamaları sonrası göreceli yavaş akımlı rezidü şantlar kaldığında radyo-cerrahi uygulanabilir (2).

Arteriyovenöz Malformasyonlar

Pineal bölge AVM'leri nadir, küçük vasküler anomaliler olup çoğunlukla tektal bölgede yerleşirler. Hernesniemi ve ark' na göre bu lezyonların prognozu rüptüre olup olmamalarına (rüptüre AVM'de en kötüdür), lokasyona (derin ve infratentoryal lokalizasyonda en kötü) ve boyutuna (5 cm'den büyük çaplı AVM'de daha kötüdür) bağlıdır (8). Bu bölge AVM'ler vertebrobaziler sistemden doğan tektal ve sirkumferentiyel besleyici arterleri, arterlerin oluşturduğu nidusu, straight sinüse drene olan dilate tektal ve superiyor serebellar drenaj venlerini kapsar (3).

Mikrocerrahi tedavi bu bölge AVM'lerde komplet marjinal rezeksiyon sağlamakta ciddi zorlukla karşılaşır çünkü fonksiyonel sinir dokularla çok yakın ilişki içindedirler. Major besleyici arteri kontrol altında tutup drenaj veni oklüde edildikten sonra bipolar ile nidusun retrograd koagülasyonu bir seçenektir. Cerrahi süresince uyarılmış somatosensoryal potansiyelleri ve kraniyal sinirlerin monitörize edilmesi nöral yapılarda lezyon oluşmasını önlemekte yardımcı olabilir.

Solomon ve Stein kuadrigeminal sistem veya tektal plate lokalizasyonlu subaraknoid kanamalı (SAK) 4 AVM olgusu bildirmişlerdir. Çok büyük boyutlu SAK nedeni olan bir AVM hastasında konvansiyonel radyoterapi uygulanmış, 6 yıl sonunda hasta ciddi özürle halde olup AVM %75 küçülmüştür. Diğer bir hasta embolizasyona gitmiş, AVM'de %85 gerileme olup hastada vizüel problemler ve ataksi gelişmiştir. Diğer iki hastada ise komplet mikrocerrahi rezeksiyon uygulanmış ve hastalardan biri postop Parinaud sendromu geliştirmiştir. Mikrocerrahi yol infratentoryal supraserebellar yaklaşımdır (15).

Kavernöz Malformasyonlar

Pineal bölge kavernöz malformasyonlar için çok nadir bir bölgedir. Tüm kavernomlar içinde pineal bölge yerleşim oranı %1 olarak verilmiştir (14). Literatürde az sayıda olgu bildirilmiş olmakla birlikte yayınlanmış pineal bölge bazı büyük cerrahi serilerinde kavernomlardan hiç bahsedilmemiştir. Kabul etmeliyiz ki bu vasküler lezyonlar, özellikle de kanadıklarında germ hücreli tümörlerle, koryokarsinomlarla, hemorajik pineal kistlerle karıştırılabilmektedir. Bu bölgede kavernom kalsifikasyon gösterebilir ama karıştığı kitleler de gösterebilir. Literatürde 4 haftalıktan 45 yaşa kadar geniş bir yaş aralığı görülmektedir (4,14). Pineal bölge kavernomları çevre nöral yapılara bası etkisi ve BOS dolaşım stazı nedeniyle çoğunlukla erken semptom verirler.

Bu kitleler varlığında endoskopik veya stereotaksik biyopsiler faydalı olabilir ancak lezyon kavernom ise fatal kanama riski de getireceği unutulmamalıdır. Bu durumda vasküler lezyonun direkt mikrocerrahi rezeksiyonu standart tedavidir. Cerrahi planlamada yine en sık kullanılan supraserebellar infratentoryal ve oksipital transtentoryal yollarıdır.

Bir AVM'den farklı olarak kavernomlar daha iyi bir diseksiyon planı sunarlar. Bipolar forseps ring forseps kitleyi çıkartırken yumuşak kontrollü aspirasyon kavernomu etraf yapılardan sepere edebilir. Endoskop asistansı bu aşamada cerrahi alanın inferiyör kısmında olası rezidü kalıp kalmadığını tespit için faydalı bir yardımcıdır (4).

■ SONUÇ

Pineal bölge vasküler malformasyonları nadir olarak gözlene de derin yerleşimli olması ve önemli nöral ve vasküler yapılarla yakın ilişkisi nedeniyle cerrahi yaklaşımları zorluklar içermektedir. Mikrocerrahi anatomisinin iyi bilinmesi, mikrocerrahi tekniklerin kullanılması ve preoperatif detaylı görüntüleme teknikleriyle bu bölgenin cerrahisi güvenli bir şekilde yapılabilir.

■ KAYNAKLAR

1. Akiyama O, Matsushima K, Gungor A, Matsuo S, Goodrich DJ, Tubbs RS, Klimo P Jr, Cohen-Gadol AA, Arai H, Rhoton AL Jr: Microsurgical and endoscopic approaches to the pulvinar. *J Neurosurg* 127(3): 630-645, 2017
2. Berenstein A, Paramasivam S, Sorscher M, Molofsky W, Meila D, Ghatan S: Vein of Galen aneurysmal malformation: Advances in management and endovascular treatment. *Neurosurgery* 2018 (Epub ahead of print)

3. Choque-Velasquez J, Resendiz-Nieves J, Colasanti R, Collan J, Hernesniemi J: Microsurgical management of vascular malformations of the pineal region. *World Neurosurg* 117: e669-e678, 2018 (Epub)
4. Figueiredo A, Maheshwari S, Goel A: Cavernoma in the pineal region. *J Clin Neurosci* 17(5): 652-653, 2010
5. Gailloud P, O'Riordan DP, Burger I, Levrier O, Jallo G, Tamargo RJ, Murphy KJ, Lehmann CU: Diagnosis and management of vein of Galen aneurysmal malformations. *J Perinatol* 25(8): 542-551, 2005
6. Gore PA, Gonzalez LF, Rekate HL, Nakaji P: Endoscopic supracerebellar infratentorial approach for pineal cyst resection: Technical case report. *Neurosurgery* 62(3 Suppl 1): 108-109, 2008
7. Hernesniemi J, Romani R, Albayrak BS, Lehto H, Dashti R, Ramsey C 3rd, Karatas A, Cardia A, Navratil O, Piippo A, Fujiki M, Toninelli S, Niemela M: Microsurgical management of pineal region lesions: Personal experience with 119 patients. *Surg Neurol* 70(6): 576-583, 2008
8. Hernesniemi JA, Dashti R, Juvela S, Vaart K, Niemela M, Laakso A: Natural history of brain arteriovenous malformations: A long-term follow-up study of risk of hemorrhage in 238 patients. *Neurosurgery* 63(5): 823-831, 2008
9. Li AH, Armstrong D, terBrugge KG: Endovascular treatment of vein of Galen aneurysmal malformation: Management strategy and 21-year experience in Toronto. *J Neurosurg Pediatr* 7(1): 3-10, 2011
10. Matsuo S, Baydin S, Güngör A, Miki K, Komune N, Kurogi R, Iihara K, Rhoton AL Jr: Midline and off-midline infratentorial supracerebellar approaches to the pineal gland. *J Neurosurg* 126(6): 1984-1994, 2017
11. Nemir J, Njiric N, Ivankovic D, Barl P, Domazet I, Rados M, Mrak G, Paladino J: Tentorial alignment and its relationship to cisternal dimensions of the pineal region: MRI anatomical study with surgical implications using the new clivotentorial method. *Clin Neurol Neurosurg* 172: 99-104, 2018
12. Pan Y, Wang C, Ding X, Lu Y: The Krause approach: MRI measurements in the Chinese population. *J Clin Neurosci* 18(6): 794-797, 2011
13. Simon E, Afif A, M'Baye M, Mertens P: Anatomy of the pineal region applied to its surgical approach. *Neurochirurgie* 61(2-3): 70-76, 2015
14. Slavin KV, Dujovny M, McDonald LW, Camras LR, Ausman JJ: Pineal region: Rare location of a cavernous haemangioma. *Neurol Res* 16(2):133-136, 1994
15. Solomon RA, Stein BM: Management of arteriovenous malformations of the brain stem. *J Neurosurg* 64(6): 857-864, 1986
16. Westphal M, Emami P: Pineal lesions: A multidisciplinary challenge. Johannes Schramm (ed), *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*, vol: 42, Springer, 2015: 79-102
17. Zaidi HA, Elhadi AM, Lei T, Preul MC, Little AS, Nakaji P: Minimally invasive endoscopic supracerebellar-infratentorial surgery of the pineal region: Anatomical comparison of four variant approaches. *World Neurosurg* 84(2):257-266, 2015