

Erişkin ve Adölesan Asetabüler Displazide Ganz Osteotomisi Sonuçları

Ganz Osteotomy Results in Adult and Adolescent Acetabular Dysplasia

Mehmet Burtaç Eren¹, Erkal Bilgiç¹, Murat Aşçı², Bora Bostan³, Taner Güneş⁴

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Tokat, Türkiye

² Acıbadem Sağlık Grubu, Eskişehir Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Eskişehir, Türkiye

³ Medical Palace Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kayseri, Türkiye

⁴ Acıbadem Sağlık Grubu, Eskişehir Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Eskişehir, Türkiye

Sorumlu Yazar

Dr. Mehmet Burtaç Eren
Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Ortopedi ve Travmatoloji
Anabilim Dalı
Kaleardı Mahallesi Muhittin
Fisunoğlu Caddesi 60100
Tokat, Turkey
Tel: +90 356212 9500-1282

E-mail:
mehmetburtac@hotmail.com

Özet

Amaç: Erişkin ve adölesan asetabüler displazi neonatal kalça instabilitesinin uzun dönem sonucu olarak meydana gelen önemli bir sorundur. İzole asetabüler displazi terimi asetabulumun konkavitesinin azaldığı, oblisitesinin arttığı fakat kalça uyumunun dislokasyona yol açmayacak düzeyde korunduğu durumu tanımlar.

Semptomatik asetabüler displazi olgularında ağrının giderilmesi ve sekonder osteoartrit gelişiminin önlenmesi için tedavi gereksinimi ortaya çıkabilmektedir. Çalışmamızla semptomatik asetabüler displazi tanısıyla Ganz osteotomisi operasyonu gerçekleştirilmiş olguların erken dönem sonuçlarını ortaya koymayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Haziran 2005 ve Temmuz 2014 tarihleri arasında asetabüler displazi tanısı ile Ganz osteotomisi operasyonu gerçekleştirilmiş olan hastalar geriye dönük belirlenmiştir. Preoperatif ve postoperatif dönemde Harris Kalça Skoru, asetabüler indeks, merkez kenar açısı (MKA) ve anterior merkez kenar açısı (AMKA) hesaplanarak kayıt altına alındı.

Bulgular: Ameliyat öncesi ve sonrası değerlerdeki değişim değerlendirildiğinde, Harris Kalça Skoru, asetabüler indeks, CEA ve ACEA değerlerinde anlamlı iyileşme olduğu tespit edildi. (p<0,001)

Sonuç: Klinik ve radyolojik skorlar değerlendirildiğinde, Ganz osteotomisinin erken-orta dönem sonuçlarının memnuniyet verici olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Asetabüler displazi, periasetabüler osteotomi, Ganz osteotomisi

Abstract

Objectives: Adult and adolescent acetabular dysplasia is an important problem that occurs as a long-term consequence of neonatal hip instability. The term isolated acetabular dysplasia defines the condition in which the concavity of the acetabulum decreases, its obliquity increases, but the hip compliance is maintained at a level that does not cause significant dislocation.

In symptomatic cases of acetabular dysplasia, treatment may be required to relieve pain and prevent the development of secondary osteoarthritis. In our study, we aimed to present the early results of patients who underwent Ganz osteotomy with the diagnosis of symptomatic acetabular dysplasia.

Material and Methods: Patients who underwent Ganz osteotomy with a diagnosis of acetabular dysplasia between June 2005 and July 2014 were retrospectively identified.

Harris Hip Score, acetabular index, center edge angle (CEA), anterior center edge angle (ACEA) were measured both preoperative and postoperative period.

Results: When the preoperative and postoperative values were compared, it was seen that there was a significant change in Harris Hip Score, acetabular index, CEA and ACEA values ($p < 0,001$).

Conclusion: When the clinical and radiological scores were evaluated together, it was seen that the early-mid-term results of Ganz osteotomy were satisfactory.

Keywords: Acetabular dysplasia, periacetabular osteotomy, Ganz osteotomy

Giriş

Erişkin ve adölesan dönemde görülen asetabüler displazi çoğu zaman neonatal kalça instabilitesinin uzun dönem sonucu olarak meydana gelmektedir. İzole asetabüler displazi terimi asetabulumun konkavitesinin azaldığı, oblisitesinin arttığı fakat kalça uyumunun belirgin çıkığa yol açmayacak düzeyde korunduğu durumu ifade eder.

Erişkin ve adölesan dönem asetabüler displazi, femur başı örtünmesinde azalama ve asetabulumun vertikal konumlanması nedeniyle eklem yüzeyinde makaslayıcı kuvvetlerin artmasına yol açmaktadır. Eklem kırırdağında tekrarlayıcı ve birikici travmaya yol açan bu durum uzun vadede sekonder osteoartrite neden olabilmektedir (1-4). Erken dönemde kapsüller hipertrofi ve labrum hipertrofisi gibi yumuşak dokudaki adaptif değişiklikler ön planda iken, ilerleyen süreçte labral yırtıklar ve kondral hasar meydana gelir (5-7). Bu aşamada genellikle histopatolojik düzeyde labral dokuda miksoid dejenerasyon (8) ve femur başında subkondral kist (9, 10) oluşumu meydana gelmektedir.

Kalçada meydana gelen biyomekanik bozulma ilerledikçe yumuşak doku kompensatuar mekanizmaları yetersiz hale gelebilir. Femur başında artan instabilite eklem lubrikasyonu ve eklem kenetlenme fonksiyonunun geri dönüşümsüz olarak bozulmasına neden olur. Bu mekanik açmaz kondral temas yüzeylerinde makaslama kuvvetlerinin ve kırırdağ doku üzerindeki stresin daha da artmasına yol açar.

Adölesan veya erişkinlik döneminde asetabüler displazi tanısı alan hastaların birçoğunun tanı öncesi dönemde asemptomatik olduğu bilinmektedir (11, 12). Çoğu olguda tanı sonrasında semptomlar ağırlaşarak devam eder (4, 13).

Semptomatik asetabüler displazi olgularında ağrının giderilmesi, sekonder osteoartrit gelişiminin önlenmesi veya en azından geciktirilmesi amacıyla tedavi gereksinimi ortaya çıkabilmektedir. Kalça artroskopisi (14)(labral refiksasyon, kondral mikrokırık, bump eksizyonu), pelvik osteotomi (15-18) ve eşlik eden femoral deformitelerin korreksiyonu (19) asetabüler displazi tedavisinde kullanılmakta olan cerrahi tedavi seçeneklerini oluşturmaktadır.

Asetabüler displazi tedavisi için birçok pelvik osteotomi tekniği tanımlanmıştır. Pelvik osteotominin temel amacı asetabulumun tekrardan şekillendirilmesi veya yönlendirilmesidir. Bu sayede bozulan kalça biyomekaniğinin düzeltilmesi ve eklem maruz kaldığı makaslama kuvvetlerinin azaltılması amaçlanır. Pelvik osteotominin orta-uzun vadeli hedefleri ise sekonder artroz gelişiminin engellenmesi veya en azından yavaşlatılmasıdır (20).

Periasetabüler osteotomiler içerisinde özellikle triradiate kırıkta kapama sonrasında uygulanabiliyor oluşu ve benzer osteotomilere kıyasla asetabulum vaskülaritesini bozma riskinin daha az olması nedeniyle Ganz osteotomisinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Orta –uzun dönem sonuçlarının yüz güldürücü olduğu bilinen (21-24) bu tekniğin kullanımı eşdeğerlerine göre oldukça yaygındır. Gelişmekte olan diğer kalça koruyucu teknikler ile kombine kullanımı gittikçe popülerleşmektedir.

Son yıllarda kalça ultrasonografisinin gelişimsel kalça displazisinin erken tanı ve tedavisine sağladığı katkılar ve geç tanı alan gelişimsel kalça displazisi tanısındaki düşüş dikkate alındığında gelecekte daha az sayıda olgunun adölesan-erişkin dönemde asetabüler displazi tanısı alacağı düşünülmektedir (25, 26). Daha kısıtlı sayıda hastanın bu cerrahiye gereksinim duyacağı düşünüldüğünde erken-orta dönem klinik sonuçlarının ortaya konulması önem kazanmaktadır.

Çalışmamızla Ganz osteotomisi ile tedavi edilmiş olan olguların klinik ve radyolojik sonuçlarını ortaya koymayı amaçladık.

Çalışmamızın hipotezini; “Ganz osteotomisi erken-orta dönemde kabul edilebilir klinik ve radyolojik sonuçlara sahiptir” olarak belirledik.

Gereç ve Yöntem

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde Haziran 2005 ve Temmuz 2014 tarihleri arasında asetabüler displazi tanısı ile Ganz osteotomi cerrahisi gerçekleştirilmiş olan hastalar retrospektif olarak belirlendi.

Dahil edilme kriterleri:

1. Cerrahi sırasında 10 yaş ve üzerinde olmak
2. Minimum 12 ay takip edilmiş olmak

Hariç tutulma kriterleri:

1. Triradiate kırıkta açıklığı kapanmamış olmak

2. Bilinen metabolik-konjenital kas iskelet sistemi hastalığına sahip olmak

3. Rekküren kalça çıkığı olguları

Dahil edilme kriterlerine uygun olan 24 hastanın 30 kalçası çalışmaya dahil edildi.

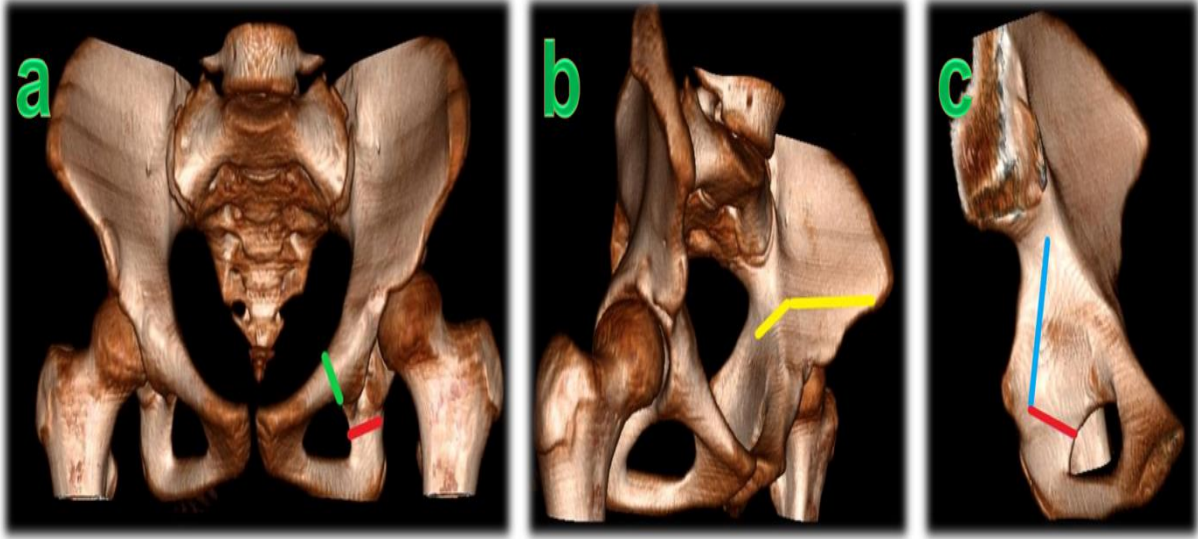
Hastaların demografik kriterleri değerlendirilerek kayıt altına alındı. Ayrıca ameliyat öncesinde Harris Kalça Skorlaması (27) ile değerlendirilmiş olan hastalar, son kontrole çağrılarak değerlendirildiler.

Ayrıca hastaların cerrahi taraflarına ameliyat öncesi ve sonrasında çekilmiş olan false profile ve pelvis anteroposterior grafilerinde; asetabüler indeks (Aİ) (28), merkez kenar açısı (MKA) (29) ve anterior merkez kenar açısı (AMKA) (30) değerlendirmesi gerçekleştirildi.

Ganz Osteotomi Cerrahi Tekniği:

Tüm hastalar supin pozisyonda skopi masasında opere edildiler. Modifiye Smith-Petersen açılımı sonrasında lateral femoral kutanöz sinir bulunarak korundu, spina iliaca anterior superior (SIAS) osteotomize

edildi. Rektus femoris ile tensor fasya lata arasındaki klivajdan ilerlenerek açılım tamamlandı. Kalça 45 derece fleksiyonda tutularak toplamda 4 osteotomi gerçekleştirildi. Bu osteotomiler sırasıyla: 1) İskial kol osteotomisi, 2) iliopektinal eminensia medilinde pubik kol osteotomisi, 3) Supraasatabüler osteotomi, 4) posterior kolon sağlam kalacak şekilde büyük siyatik çentiğin 1,5 cm anteriorunda quadrilateal mesafe osteotomisiydi. Osteotomi tamamlandıktan sonra fragman schanz vidası ve laminer sprader yardımı ile serbestleştirildi. Skopi kontrolünde gerçekleştirilen uygun korreksiyon sonrasında 2,5mm kirchner teli ile geçici tespit ve sırayla çıkartılan teller üzerinden gönderilen tamamı yivli çelik kortikal vidalarla fiksasyon sağlandı. Osteotomize edilen spina iliaca anterior superiora 2mm k teli ile delikler açılarak #2 FiberWire® (Arthrex, Inc. 1370 Creekside Boulevard, Naples, FL, USA) polietilen multiflaman transosseöz sütürlerle tespit edildi. Cilt altı mesafeye 1 adet dren konularak operasyon sonlandırıldı. (Resim 1).

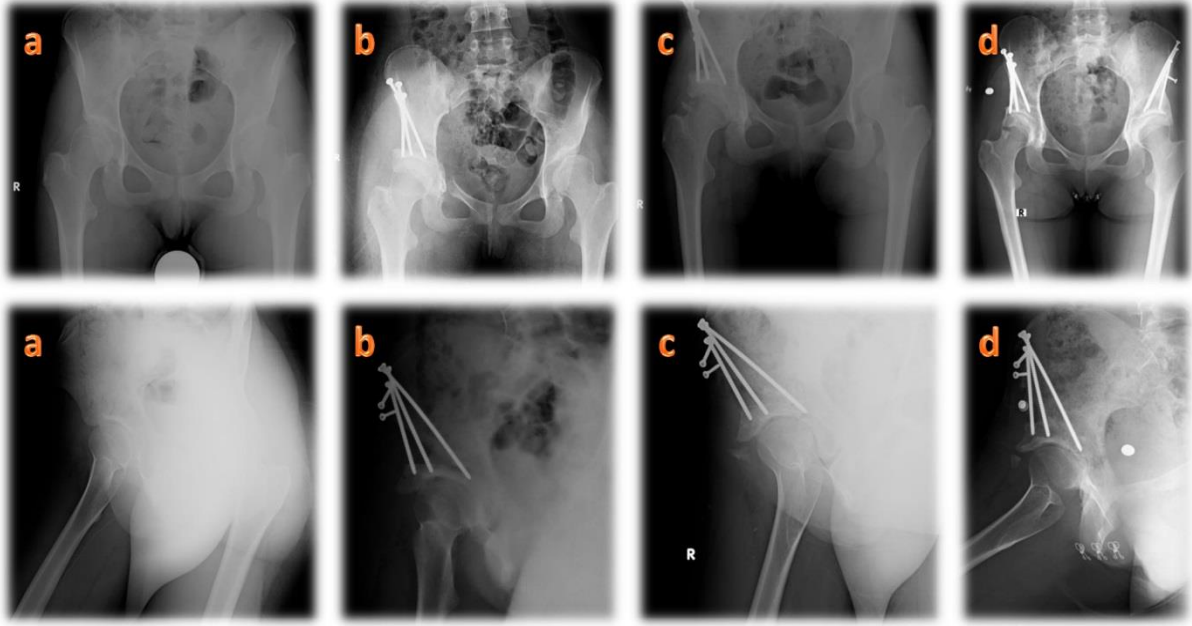


Resim 1. Ganz osteotomisinin uzanımları: a) iskial kol osteotomisi (kırmızı), pubik kol osteotomisi (yeşil), b) supraasetabüler osteotomi (sarı), c) quadrilateral mesafe osteotomisi(mavi)

Postoperatif takip protokolü:

Hastalar kalça semifleksiyonda ve abduksiyonda olacak şekilde yatak içinde 24-48 saat boyunca immobilize edildiler. 24 veya 48. Saatte son 6 saattir drenen aktif geleni olmayan hastaların drenleri çıkartılarak yük vermeden mobilize olmaları sağlandı. Postoperatif 14. günde sütür alımı gerçekleştirildi. Postoperatif 8. Haftada grafi kontrolü gerçekleştirilen olgulara yük başlandı yürüyüş egzerizleri yine bu dönemde başlandı. Bu aşamada olgular tam kas gücü ve kordinasyonu için fizyoterapist gözetiminde çalıştırılması için yönlendirildiler.

Postoperatif 3. ayda koltuk değneksiz tam yükte mobilizasyon başlandı. Hastanın yardımcı destek kullanımı sonlandırılmadan önce grafi kontrolü ile kaynamanın tam olduğu değerlendirildi. Tüm hastalar postoperatif 1. yılında pelvis AP grafi ve false profile grafiyle değerlendiriler. Hastalar çalışmaya davet edilerek son kontrole gelmeleri istenildi. Ameliyat öncesinde Harris Kalça Skoru ile değerlendirilmiş olan hastaların son klinik değerlendirmelerinde bu skorlamanın tekrarı gerçekleştirildi (Resim 2).



Resim 2. 16 yaşında opere edilmiş olan kız olgunun; ameliyat öncesi (a), erken postoperatif dönem (b), postoperatif 8. Hafta (c) ve 5. Yıl (d) anteroposterior – false profil grafileri

İstatistiksel Yöntemler:

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı analizler yapılmıştır. Normallik değerlendirilmesi sonucunda değişkenlerin ameliyat öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırılması için İki eş arasındaki farkın anlamlılık testi, diğer karşılaştırmalar için Bağımsız Örneklem T testi kullanılmıştır. p değerleri 0.05''den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Hesaplamalar hazır istatistik yazılımı ile yapılmıştır. (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY)

Bulgular

İki olgu erkek (%8,3), 22 olgu (%91,7) kadındı. Ortalama takip süresi, 33,36 (12-94) aydı. Ameliyat öncesi Harris Kalça Skoru ortalama 59,2 (33-79) iken ameliyat sonrası dönemde ise ortalama 90,2 (74-98) olduğu görüldü. Klinik

skordaki değişim istatistiksel olarak anlamlıydı. ($p < 0,001$) (Tablo 1). Asetabüler indeks ameliyat öncesi dönemde ortalama $31,83^\circ$ iken ameliyat sonrası dönemde ortalama $19,7^\circ$ olarak ölçüldü. Merkez kenar açısı ameliyat öncesi dönemde ortalama $5,23^\circ$ iken ameliyat sonrası dönemde $17,33^\circ$ olarak ölçüldü. Anterior merkez kenar açısı ameliyat öncesi dönemde ortalama $9,8^\circ$ iken ameliyat sonrası dönemde ortalama $23,4^\circ$ olarak ölçüldü. Tüm radyolojik kriterlerde istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde değişiklik meydana geldi. ($p < 0,001$) (Tablo 1).

		Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası	T	p
Klinik değerlendirme	Harris Kalça Skoru	59,2	90,2	-12,568	<0,001*
Radyolojik değerlendirme	Asetabüler indeks	31,83 (19-32)	19,7 (12-38)	14,520	<0,001*
	Merkez kenar açısı	5,23 (1-9)	17,33 (-6-36)	-8,506	<0,001*
	Anterior merkez kenar açısı	9,8 (-14-32)	23,4 (-14-63)	- 9,686	<0,001*

Tablo 1: Klinik ve radyolojik verilerdeki değişim

* İstatistiksel olarak anlamlı (p<0.05)

Tartışma

Bu çalışma Ganz osteotomisi sonrasında ilk bir yıllık sonuçlara odaklanmaktadır. İlk bir yıl içerisinde klinik ve radyolojik skorlarda anlamlı olacak düzeyde iyileşme olması Ganz osteotomisin erken dönemde klinik skolarda ve radyolojik kriterlerde anlamlı iyileşme sağladığını düşündürmüştür. Ganz osteotomisi sonrasında literatürde de benzer olarak klinik skolarda iyileşme bildirilmiştir. Siebenrock ve ark. opere ettikleri ilk 75 hastanın Merle d'Aubigne and Pastel skorlarında anlamlı iyileşme bildirmişlerdir (31). Benzer olarak Peters ve ark. 73 hastanın 83 kalçasında Ganz osteotomisi sonrasında Harris Kalça Skorlarında anlamlı iyileşme bildirmişlerdir (32).

Çalışmamızın bir diğer sonuc ile radyolojik skorlarda meydana gelen anlamlı değişikliktir. Femur başı örtünümü (CEA, ACEA) ve asetabulum horizontal

pozisyonlanmasının(asetabüler indeks) belirteci olan bu radyolojik kriterlerdeki anlamlı değişikliklerin meydana gelmiş olması osteotomi sonrasında asetabulumun konumunun kabul edilebilir sınırlarda olduğunu düşündürmüştür. Özellikle uzun dönemde pelvik osteotomilerin sonuçlarının değerlendirilmesinde total kalça replasman cerrahisi gereksinimin iyi bir belirteç olduğu bilinmektedir (23,33,34). Uzun dönem sonuç bildiren çalışmalardan Garras ve ark. toplam 58 vakadaa ortalama 66,7 ay takipte 4 olgunun total kalça replasmanı gereksinimi nedeni ile opere edilmiş olduğunu ortaya koymuşlardır (22). Benzer olarak Lerch ve ark.periasetabüler osteotomi ile tedavi edilmiş olan 63 hastanın 75 kalçasında 30 yıllık takip sonunda kalça artroplastisi operasyonu olmama oranını %29 olarak belirlemişlerdir (33). Takip süremiz içerisinde hiçbir hastamız total kalça artroplastisi gereksinimi nedeni ile tekrar opere edilmemiş olsa da ortalama takip

süremizin total kalça replasmanına dönüşün değerlendirilmesi için uygun olmadığı açıktır. Çalışmamızın sonucu hipotezimizle uyumludur.

Mevcut çalışmamızla Ganz osteotomisinin erken-orta dönem radyolojik-klinik sonuçlarını değerlendirmiş bulunmaktayız. Bu sonuçların erken-orta dönem sonuçları göstermeye katkı sağlayacağını düşünmekle beraber asetabüler displazili hasta grubunda kalça koruyucu cerrahilerin erişkinlik ve sonrasında izlenmesi gerektiğinden uzun dönem etkileri göstermek için yeterli olamayabileceği kanaatindeyiz.

Çalışmamızın temel kısıtlılığı takip zamanının yeterince uzun olmayışı olarak görülebilir. Erken-orta dönem sonuç bildirmeyi amaçladığımızdan bu kısıtlılık çalışmamızın sonuçlarını tehlikeye atmamaktadır. Pelvik osteotomilerin temel amacı mekanik patolojiye odaklanarak kalça biyomekaniğini restore etmektir. Ganz osteotomisi sağladığı mekanik düzelme ile; radyolojik ve klinik iyileşmeye katkı sağlamaktadır. Ganz osteotomisi erişkin asetabüler displazinin tedavisinde erken-orta dönem sonuçları kabul edilebilir olan güvenilir bir tedavi yöntemidir.

Çıkar çatışması bildirimi: Çalışmamızda herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar:

1. Zhao X, Chosa E, Totoribe K, Deng G. Effect of periacetabular osteotomy for acetabular dysplasia clarified by three-dimensional finite element analysis. *J Orthop Sci* 2010;15(5):632-40.
2. Kanai A, Kiyama T, Genda E, Suzuki Y. Biomechanical investigation of ambulatory training in patients with acetabular dysplasia. *Gait Posture* 2008;28(1):52-7.
3. Bowman Jr KF, Fox J, Sekiya JK. A clinically relevant review of hip biomechanics. *Arthroscopy* 2010;26(8):1118-29.
4. Wedge JH, Wasylenko M. The natural history of congenital dislocation of the hip: a critical review. *Clin Orthop Relat Res* 1978(137):154-62.
5. Robertson WJ, Kadrmas WR, Kelly BT. Arthroscopic management of labral tears in the hip: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2007;455:88-92.
6. Parvizi J, Bican O, Bender B, Mortazavi SJ, Purtill JJ, Erickson J, et al. Arthroscopy for labral tears in patients with developmental dysplasia of the hip: a cautionary note. *J Arthroplasty* 2009;24(6):110-3.
7. Burnett RSJ, Della Rocca GJ, Prather H, Curry M, Maloney WJ, Clohisy JC. Clinical presentation of patients with tears of the acetabular labrum. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(7):1448-57.
8. Ito K, Leunig M, Ganz R. Histopathologic features of the acetabular labrum in femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res* (1976-2007). 2004;429:262-71.
9. Yoshida M, Konishi N. Subchondral cysts arise in the anterior acetabulum in dysplastic osteoarthritic hips. *Clin Orthop Relat Res* (1976-2007). 2002;404:291-301.
10. Inui A, Nakano S, Yoshioka S, Goto T, Hamada D, Kawasaki Y, et al. Subchondral cysts in dysplastic osteoarthritic hips communicate with the joint space: analysis using three-dimensional computed tomography. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013;23(7):791-5.
11. Wenger DR. Is there a role for acetabular dysplasia correction in an asymptomatic patient? *J Pediatr Orthop* 2013;33:S8-S12.
12. Kim C-H, Park JI, Shin DJ, Oh SH, Jeong MY, Yoon PW. Prevalence of radiologic acetabular dysplasia in

- asymptomatic Asian volunteers. *J Hip Preserv Surg* 2019;6(1):55-9.
13. Weinstein SL. Congenital hip dislocation: long-range problems, residual signs, and symptoms after successful treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1992;281:69-74.
 14. Adler KL, Giordano BD. The utility of hip arthroscopy in the setting of acetabular dysplasia: a systematic review. *Arthroscopy* 2019;35(1):237-48.
 15. Yasunaga Y, Ochi M, Yamasaki T, Shoji T, Izumi S. Rotational acetabular osteotomy for pre-and early osteoarthritis secondary to dysplasia provides durable results at 20 years. *Clin Orthop Relat Res* 2016;474(10):2145-53.
 16. Amano T, Hasegawa Y, Seki T, Takegami Y, Murotani K, Ishiguro N. A pre-operative predictive score for the outcome of eccentric rotational acetabular osteotomy in the treatment of acetabular dysplasia and early osteoarthritis of the hip in adults. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98(10):1326-32.
 17. Siebenrock K, Schöll E, Lottenbach M, Ganz R. Bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999:9-20.
 18. Ganz R, Klaue K, Vinh TS, Mast JW. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias technique and preliminary results. *Clin Orthop Relat Res* 1988;232:26-36.
 19. Clohisy JC, Nunley RM, Carlisle JC, Schoenecker PL. Incidence and characteristics of femoral deformities in the dysplastic hip. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(1):128-34.
 20. Sanchez-Sotelo J, Trousdale RT, Berry DJ, Cabanela ME. Surgical treatment of developmental dysplasia of the hip in adults: I. Nonarthroplasty options. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10(5):321-33.
 21. Kralj M, Mavčič B, Antolič V, Iglič A, Kralj-Iglič V. The Bernese periacetabular osteotomy: clinical, radiographic and mechanical 7–15-year follow-up of 26 hips. *Acta Orthop* 2005;76(6):833-40.
 22. Garras D, Crowder T, Olson S. Medium-term results of the Bernese periacetabular osteotomy in the treatment of symptomatic developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89(6):721-4.
 23. Steppacher SD, Tannast M, Ganz R, Siebenrock KA. Mean 20-year followup of Bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(7):1633-44.
 24. Zhu J, Chen X, Cui Y, Shen C, Cai G. Mid-term results of Bernese periacetabular osteotomy for developmental dysplasia of hip in middle aged patients. *Int Orthop* 2013;37(4):589-94.
 25. Rosendahl K, Markestad T, Lie RT. Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip in the neonate: the effect on treatment rate and prevalence of late cases. *Pediatrics* 1994;94(1):47-52.
 26. Elbourne D, Dezateux C, Arthur R, Clarke N, Gray A, King A, et al. Ultrasonography in the diagnosis and management of developmental hip dysplasia (UK Hip Trial): clinical and economic results of a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2002;360(9350):2009-17.
 27. Çelik D, Can C, Aslan Y, Ceylan HH, Bilsel K, Ozdincler AR. Translation, cross-cultural adaptation, and validation of the Turkish version of the Harris Hip Score. *Hip Int* 2014;24(5):473-9.
 28. Hilgenreiner H. Zur Fuhdiagnose und Fruhbehandlung der angeboren Huftgelenkverrenkung. *Med Klin* 1925;21:1425-9.
 29. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenial subluxation of the hip joint. *Acta Chir Scand Suppl* 1939;83:1-130.

30. Lequesne M. Le faux profile de bassin. Nouvelle incidence radiographique pour l'etude de la hanche. Son utilite dans les differentes coxopathies. *Rev Rhem Malosteoartic* 1961;28:643-52.
31. Siebenrock KA, Leunig M, Ganz R. Periacetabular osteotomy: the Bernese experience. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(3):449.
32. Peters CL, Erickson JA, Hines JL. Early results of the Bernese periacetabular osteotomy: the learning curve at an academic medical center. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(9):1920-6.
33. Lerch TD, Steppacher SD, Liechti EF, Tannast M, Siebenrock KA. One-third of hips after periacetabular osteotomy survive 30 years with good clinical results, no progression of arthritis, or conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(4):1154-68.
34. Wells J, Millis M, Kim Y-J, Bulat E, Miller P, Matheney T. Survivorship of the Bernese periacetabular osteotomy: what factors are associated with long-term failure? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(2):396-405.

