

Ganz periasetabular osteotomisi endikasyon ve cerrahi tekniği

Ganz periacetabular osteotomy indications and surgical technique

Vahit Emre Özden¹, İ. Remzi Tözün^{1,2}

¹Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

²International Joint Center, Uluslararası Eklem Merkezi, İstanbul

Ganz periasetabular osteotomisi (PAO), gelişimsel kalça displazisi nedeniyle oluşan yapısal bozuklukları düzeltmek amacıyla genç ve aktif hastalarda uygulanan, eklem koruyucu bir cerrahi yöntemdir. Bu teknik, femur başının yeterli örtünmesini sağlayarak eklem yük dağılımını optimize eder ve osteoartrit gelişimini önlemeyi amaçlar. Modifiye Smith-Petersen yaklaşımıyla yapılan osteotomi, asetabulumun yönlendirilmesini mümkün kılar ve posterior kolonun, asetabular kanlanmanın ve kalça abdüktör kaslarının korunmasına olanak tanır. Periasetabular osteotomisi, özellikle kırıkdağı korunmuş, uyumlu eklem sahip, rehabilitasyon sürecine uyum sağlayabilecek hastalarda uzun vadeli başarılar göstermektedir. Bu nedenle, genç ve yapısal olarak düzeltilebilir kalça deformitesi bulunan hastalarda total kalça protezine alternatif olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar sözcükler: Ganz periasetabular osteotomi; Bern periasetabular osteotomi; pelvik osteotomi; kalça displazisi; kalça ağrısı

Ganz periacetabular osteotomy (PAO) is a joint-preserving surgical technique performed in young and active patients to correct structural deformities caused by developmental dysplasia of the hip. The procedure aims to improve femoral head coverage, thereby optimizing load distribution across the hip joint and preventing the progression of osteoarthritis. Using the modified Smith-Petersen approach, the acetabulum is reoriented while preserving the posterior column, acetabular blood supply, and hip abductor muscles. Periacetabular osteotomy has demonstrated long-term success in carefully selected patients with preserved cartilage, congruent joints, and adequate range of motion. Therefore, it is considered a valuable alternative to total hip arthroplasty in patients with correctable deformities.

Key words: Ganz periacetabular osteotomy; Bernese periacetabular osteotomy; pelvic osteotomy; hip dysplasia; hip pain

PERİASETABULAR OSTEOTOMİ

Gelişimsel kalça displazisinde femur başının yetersiz örtünmesi, kalça eklemde eklem yüzeylerinin aşırı yük almasına neden olur.^[1] Eklemdeki uygunsuz yük dağılımı erken dönemde eklem kırıkdağının hasarına ve sonrasında osteoartritle sonuçlanır.^[2] Periasetabular osteotomilerde amaç, yetersiz olan femur başı örtünmesini arttırmaktır. Femur başının örtünmesi sağlanarak, eklem yük taşıma yüzeyi uygun hâle getirilir. Femur başının daha fazla örtünmesi eklem yük dağılımını olumlu yönde etkileyecek ve eklem korunacaktır.^[3,4]

1980'li yılların başında Reinold Ganz tarafından tarif edilen Bern tipi periasetabular osteotomi günümüzde birçok cerrah tarafından tercih edilen bir yöntem olmuştur.^[5] Bu yöntemde tek insizyonla düz eklem dışı kesiler uygulanmaktadır. Osteotomize edilen asetabular parça her yöne yönlendirilerek yeterli ön, lateral örtünme veya medializasyon yapılabilir. Arka kolonun sağlam

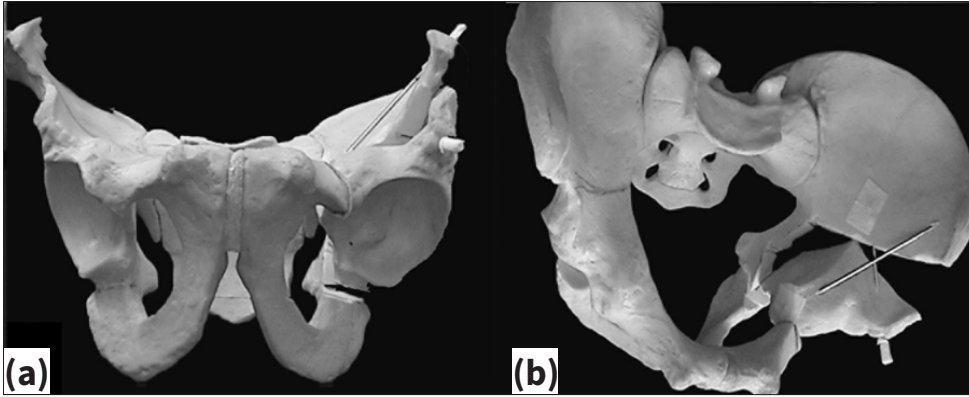
birakılarak yapılan uygulamayla minimal bir fiksasyonla yeterli stabilizasyon sağlanmış olmaktadır (Şekil 1). Teknik abdüktör mekanizmaya zarar vermediği için sonrasında fonksiyonel avantajları mevcuttur.^[6] Böylelikle erken mobilizasyon mümkün olmaktadır.

Periasetabular osteotomi, yalnızca semptomatik kalça displazisi olan hastalara, eklemde ağrı ve/veya instabilite bulunanlara önerilmelidir. Kalça displazisi olan hastalar genellikle kasık, lateral kalça veya kalça bölgesinde ağrı hissederler. Ağrı genellikle aktiviteyle artar ve instabilite hissi eşlik edebilir. Yüksek aktivite seviyeleri ve şiddetli displazi, semptomların daha genç yaşta ortaya çıkmasına neden olur.^[7] Hastalar, ağrı kontrolü için konservatif yöntemleri başarısız olmalı ve ağrının süresi bazı yayınlara göre en az üç ay diğer yayınlara göre ise özellikle artroskopi gibi operasyon sonrası durumlarda altı ay ile bir yıl arasında olmalıdır.^[8-14]

İletişim / Contact: Prof. Dr. Vahit Emre Özden • **E-posta / E-mail:** vahitemre@gmail.com

ORCID ID: Vahit Emre Özden, 0000-0003-1082-4882 • İ. Remzi Tözün, 0000-0003-4234-6555

Geliş / Received: 31 Mart 2025 • **Revizyon / Revised:** 17 Nisan 2025 • **Kabul / Accepted:** 17 Nisan 2025



Şekil 1.a,b. Periasetabular osteotominin pelvis maketi üzerinde koronal (a) ve aksiyel (b) görünümü.

Ameliyat öncesinde, ayrıntılı bir öykü ve fizik muayene gereklidir. Bu değerlendirme, yürüme şekli, bacak uzunlukları, eklem stabilitesi ve hareket açıklığının dikkatlice incelenmesini içermelidir. Yüksek kaliteli radyografiler alınmalıdır. Bu görüntülemeler arasında uygun rotasyon ve tittle çekilmiş pelvis ön-arka grafisi, kalçanın Dunn lateral grafisi (örneğin, 45° projeksiyon) ve etkilenen kalçaya ait *false profile* (*faux profile*) grafisi yer alır. Asetabulumun yeniden yönlendirilmesiyle oluşacak başın üzerini kapsama derecesini, düzeltme miktarını ve ortaya çıkacak uyumu tahmin edebilmek için fonksiyonel abduksiyon ve iç rotasyon radyografisi de çekilmelidir.^[15]

Ayrıca, hastanın yaşı, vücut kitle indeksi, aktivite düzeyi ve fonksiyonel hedefleri de cerrahi müdahale kararı alınırken göz önünde bulundurulmalıdır.

Periasetabular osteotomi endikasyonu sırasında yaş önemli bir faktördür. Sistematik bir derleme ve metaanalizde, ileri yaşla PAO'nun uzun vadede başarısızlık riski arasında güçlü bir ilişki olduğu ve özellikle altı yıllık takip süresinin ardından bu riskin arttığı bildirilmiştir.^[16] Periasetabular osteotomi için kesin bir yaş sınırı olmamasına rağmen, çalışmalar 40 yaşın üst sınır gibi görüldüğü bir yaş eşik noktasını önermektedir.^[4,17,18] Kırk yaşından büyük hastalarda PAO'nun seçilmiş bir hasta grubunda iyi sonuçlar verdiğini bildiren yayınlar da mevcuttur.^[18-24] Eğer PAO kronolojik olarak daha ileri yaşta hastalara öneriliyorsa bu hastaların biyolojik yaşı ve eklem kıkırdak durumu değerlendirilmeli ve uzun vadeli sonuçlarda başarısızlık ile komplikasyon olasılığı önceden hasta ile tartışılmalıdır.

Displazi seviyesi, PAO düşünülürken dikkate alınması gereken bir diğer önemli faktördür. Lateral merkez kenar açısı (LCEA), anterior merkez kenar açısı ve asetabular indeks, displazi seviyesini ölçmek için kullanılan yaygın radyografik ölçümlerdir.^[2,25-28] Lateral merkez kenar açısının <20° olması tipik olarak displaziyi işaret ederken, 18° ile 25° veya 20° ile 25° arasında bir LCEA, sınırda displazi olarak kabul edilir.^[14,29-31] Bazı çalışmalar, sınırda displa-

ziye sahip hastalarda daha az invaziv bir prosedür olan kalça artroskopisi alternatif olarak öne sürmektedir.^[31,32] Kalça artroskopisi bazı hastalar için doğru olabilirken, sınırda displazi tanımı heterojen bir hasta grubu içerir. Yetersiz asetabular örtünme alanıyla ilgili ek radyografik bulgular ihtiyaç duyulduğu unutulmamalıdır. Sadece LCEA'ye dayanarak bu kalçalar sınırda olarak yanlış sınıflandırılabilir. Bu nedenle, ön ve arka duvar indeksleri ve femoral epifizyal asetabular tavan indeksi ölçümleri dâhil olmak üzere kapsamlı bir radyografik değerlendirme yapılması, displazinin seviyesini, yerini doğru bir şekilde belirlemek ve hastalarda instabiliteyle sıkışma arasında ayırım yapmak kritik öneme sahiptir.^[29,33-35] Posterior duvar işareti, çapraz işaret ve iskiyal çıkıntı işareti varlığı, beraberinde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tespit edilen kıkırdak, labral hasarı bulguları ile desteklendiğinde tedavisinde ters PAO düşünülen retroversiyona sekonder femoroasetabular sıkışma tanısı için önemli düz radyografik göstergeler olarak kullanılır.^[36] Anterior veya posterior duvar yetersizliği ve/veya asetabular versiyon anomalilerinde, iki boyutlu görüntüleme, yük taşıma bölgesi içindeki üç boyutlu femur başı örtünme alanının gerçek boyutunu doğru bir şekilde yansıtamayabilir ve yanlış değerlendirmelere yol açabilir.^[37,38] Bilgisayarlı tomografi ölçümleri, asetabular displazinin üç boyutlu doğasını anlamak için çok önemlidir ve düzeltici osteotomilerin planlanması açısından esastır.^[39] Bu kapsamlı anlayış, displazinin yeni bir tanımıyla birlikte, normal anatomiye yeniden sağlamak ve bir planda az düzeltme yaparken başka bir planda aşırı düzeltme riskini en aza indirmek için yardımcı olur.^[40] Asetabular sektör açısı (anterior-posterior) ölçümleri, yetersiz asetabular kapsama alanı olan bölgeleri tanımlayarak kalça displazisinin teşhisinde ve alt tiplerinin belirlenmesinde ortopedik cerrahi yönetimi etkilemektedir.^[41]

Periasetabular osteotomi için bir hastayı değerlendirenken, eklem aralığı ve eklem uyumu dikkate alınmalıdır. Karşılaştırılmalı bir çalışma, PAO sırasında küresel olmayan femur başlarında femoral *offset* düzeltmesinin

eksikliğinin, başarısızlık riskini arttırdığını ortaya koymuştur.^[42] Orta-uzun dönem ve uzun dönemli (10 yıldan fazla) çalışmalarda, hayatta kalma için eklem uyumunun önemi vurgulanmış ve uyumsuzluğun başarısızlık için önemli bir risk faktörü olduğu belirlenmiştir.^[17,42,43,44]

Artrit derecesi, PAO için uygunluğu belirlemede kritik öneme sahiptir. Daha yüksek ameliyat öncesi Tönnis (>1°) dereceleri, daha kötü sonuçlar ve total kalça artroplastisine dönüşüm riskinde artışla ilişkilidir.^[4,11,19,34,45,46] Çok merkezli bir çalışma, Tönnis 2°'sine sahip hastalarda, Tönnis <1° olanlara kıyasla, PAO'dan sonraki on yıl içinde daha yüksek kalça artroplastisi oranı olduğunu göstermiştir. Bu ilerleme, yaş ve vücut kitle indeksi gibi hasta demografik faktörleriyle ilişkili bulunmamıştır.^[47] Bu nedenle, orta derecede osteoartrit varlığı PAO için bir kontrendikasyon olarak düşünülebilir ve bu durumlarda PAO'ya devam etme kararı, hasta yaşı, aktivite düzeyi ve eklem uyumu gibi faktörler dikkate alınarak vaka bazında verilmelidir.

Eklemdeki artrit derecesini belirlemenin en iyi yöntemi hâlâ tartışmalıdır. Bazı otoriteler, MRG ile yapılan görüntüleme ve muhtemelen kontrastlı tekniklerin cerrahi başarı için daha iyi prognostik bilgiler sağladığını ve erken kalça eklemi yetmezliğini tahmin etmede radyografik osteoartrit ölçümlerinden daha iyi olduğunu öne sürmektedir.^[48]

Obezitenin varlığı, PAO sonrası komplikasyonlar için bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır.^[49,50] Obezite, bir çalışmada PAO'nun sonucunu ve sağkalımını olumsuz etkiliyor gibi görünmektedir; bu çalışmada ise obez hastaların daha yaşlı olduğu ve ciddi displaziye sahip olduğu bulunmuştur.^[51]

Çok merkezli, prospektif bir çalışmada, fazla kilolu (vücut kitle indeksi > 30 kg/m²) hastalarda, PAO sonrasında hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütlerinde daha fazla iyileşme bildirmiştir. Yazarlar, bu hastaların daha düşük işlevsel beklentilere sahip olması nedeniyle böyle bir sonuç ortaya çıktığını öne sürmüşlerdir.^[52]

Sonuç olarak, pelvik osteotominin invaziv doğası nedeniyle, hastaların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve beklentilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Periasetabular osteotomisi, semptomatik kalça displazisi olan, iyi korunmuş eklem aralığı, uyumlu eklemleri ve iyi kalça hareket açıklığına sahip genç hastalar için uygun ve mükemmel bir cerrahi seçenek gibi görünmektedir.

CERRAHİ TEKNİK

Ganz PAO için çeşitli cerrahi yaklaşımlar ve bunlarla ilişkili komplikasyonları ve sonuçları incelenmiştir. Tartışılan yaklaşımlar şunlardır:^[53]

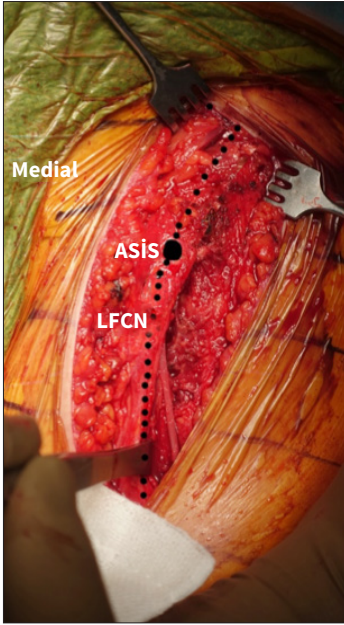
- 1. Modifiye Smith-Petersen (MSP) Yaklaşımı:** Geleneksel MSP ve abdüktör koruyucu MSP yaklaşımları, femoral ve siyatik sinir yaralanmalarının daha yüksek oranlarına sahiptir. Minimal invaziv MSP yaklaşımları, sinir yaralanmaları veya yara komplikasyonları olmadan daha az komplikasyonla ilişkilidir.
- 2. İlioinguinal Yaklaşım:** Bu yaklaşım, lateral femoral kutanöz sinir (LFCN) yaralanmaları ve arteriyel tromboz dahil bazı vasküler komplikasyonlar ile daha yüksek oranlara sahiptir.
- 3. Minimal İnvaziv (MIS) Yaklaşımlar:** Minimal invaziv trans-sartorial ve trans-trokanterik yaklaşımlar, büyük yara komplikasyonları veya sinir yaralanmalarıyla ilişkilendirilmemiştir.
- 4. Trans-Trokanterik Yaklaşım:** Bu yaklaşım, herhangi bir büyük sinir yaralanması veya yara komplikasyonu ile ilişkilendirilmemiştir.
- 5. İki İnsizyonlu Yaklaşım:** Bu yaklaşım, gecikmiş yara iyileşmesi, yara dudakları ayrışması ve LFCN yaralanmalarının daha yüksek insidansına sahiptir.
- 6. Rektus Koruyucu MSP Yaklaşımı:** Bu yaklaşımda minimal rapor edilen komplikasyonlar bulunmaktadır.

Sinir yaralanmalarını ve yara komplikasyonlarını azaltmak için MIS yaklaşımları tercih edildiği ve cerrah deneyimiyle gelişmiş tekniklerin daha iyi sonuçlar elde etmede önemli olduğu vurgulanmıştır.^[53]

İliofemoral-Abdüktör Kas Grubunun Korunmasıyla Modifiye Smith-Petersen Yaklaşımı

Abdüktör kas grubunun korunması esas alınarak, modifiye Smith-Petersen yaklaşımı uygulanır. Bu yaklaşımda, anterior superior iliyak spina (ASIS) merkez alınarak bir kavisli cilt insizyonu yapılır. Bu insizyon, iliyak krest boyunca proksimale ve tensör fasya lata ile sartorius kaslarının internöral aralığı boyunca distale doğru uzanır. Tensör üzerindeki fasya, kas liflerinin yönelimine uygun olarak insize edilir (Şekil 2).

Anterior superior iliyak spina, blok veya ince dilim osteotomi yapılarak kesilir. Öncesinde *drill* ile osteosentez amaçlı vida için delik açmak kolaylık sağlayacaktır. Bu osteotomi, sartorius ve ilioinguinal ligament orijinlerini mobil parçayla bütünlük içinde tutar. Eksternal oblik kas, subperiosteal planda iliyak kanattan diseke edilerek pelvisin iç kısmına ve pelvis kenarına kadar erişim sağlanır. Periost, iliyakus kası ile birlikte düz ve açılı uzun Cobb tipi elevatörler kullanılarak kaldırılır. Distalde, rektus tendonu anterior inferior iliyak spinadan ayrıştırılabilir veya kaldırılmadan eklem kapsülüne ulaşılır. Kalça fleksiyon pozisyonunda medialinden kapsül üzerinden ilioapsül



Şekil 2. İliofemoral insizyon ASİS civarında proksimalde ve distal yüzeyel yaklaşım sırasında lateral femoral kutanöz sinir korunur. Fasya kılıfının korunması, aynı zamanda kutanöz sinirin korunmasına da yardımcı olur.

kas, anterior kalça kapsülünden ayrılarak, iliopsoas tendonunun altından mediale doğru bir aralık oluşturulur.

İliokapsüler kasın özellikle inferolateral sınırındaki diseksiyonun tamamlanmasıyla, kapsül üzerinden *calcar femoris* palpe edilir ve kapalı makas kullanılarak iskiyunun anterior yüzeyi hissedilir. Bu makas hareket yönü, infrakotiloid oluğun hemen distalinde osteotomi oluşturmak için özel kıvrımlı bir osteotomun yerleştirilmesini yönlendirir. Osteotom, yumuşak dokuların sıkışmadığını

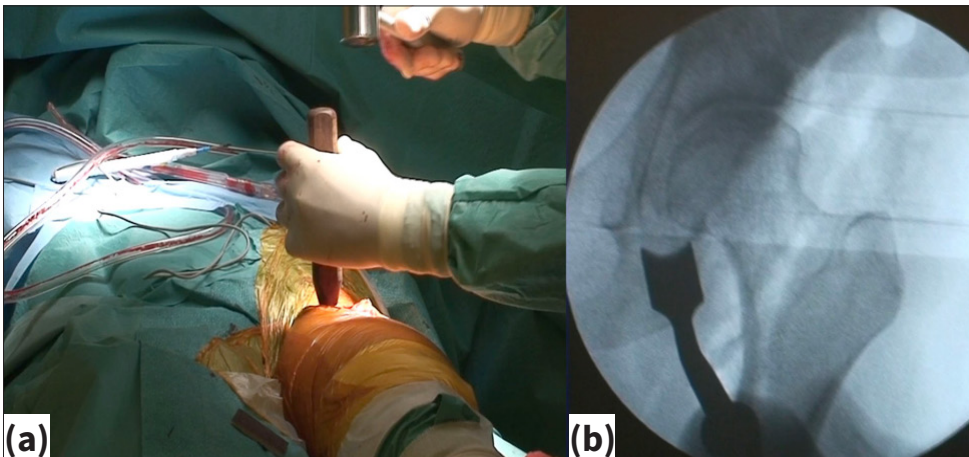
garanti etmek için makasların arkasına kaydırılabilir. Osteotomun konumu, anteroposterior ve oblik floroskopik projeksiyonlarla doğrulanabilir (Şekil 3).

Inferior retro-asetabular osteotomi, infrakotiloid olukta başlar ve iskiyal omurganın orta noktasına doğru ilerler. Osteotomi hem medial hem de lateral uçlarda gerçekleştirilir: Osteotomi öncelikle medial tarafta başlatılır. Lateral osteotomi sırasında, siyatik sinirin rahatlatılması için ekstremité abduksiyona getirilir, kalça ekstansiyona alınır ve diz hafif fleksiyonda tutulur. Osteotomun kemiğin içinde olduğundan emin olmak ve yumuşak dokulara zarar vermemek için hem dokusal hem de işitsel geri bildirim kritiktir. Posterior kolon osteotomisi tamamlanmamış olup yaklaşık 2,5 santimetre (cm) derinliğe sahiptir. Daha kalın olan medial korteksin kesilmesi önemlidir, daha ince olan lateral korteks ise son osteotomi genişletme manevraları sırasında kontrollü bir şekilde kırılabilir.

Medial diseksiyon, iliopektinal bursanın ortaya çıkarılmasını sağlar. Kuadrilateral yüzey ve pubik kökün subperiosteal olarak ortaya çıkarılması, iliopektinal eminen sinin medialine bir keskin Hohmann retraktör yerleştirilmesini sağlar.

Bir asistan, kalçayı adduksiyona getirerek (fleksiyon pozisyonunu koruyarak) pubik ramusa erişimi kolaylaştırabilir. Ramus periostu, üst kortikal yüzeyde keskin bir şekilde kesilir ve kare veya sivri uçlu retraktörler pubik ramusun postero-inferior ve postero-superior bölgelerine yerleştirilir. Bu retraktörler kemiği çevreleyerek obturator siniri korur. Özellikle kalın periosta sahip genç hastalarda, kemik parçanın hareketliliğini sağlamak için yeterli periostal serbestleştirme sağlanmalıdır.

Bir sivri Hohmann, iliopektineal çıkıntının medial sınırından birkaç santimetre medialde, ramusun üst kor-



Şekil 3.a,b. Obtüratör osteotomi iskiyum, tabanı posterior olan üçgen şeklindedir. Infrakotiloid oluk, medialde obtüratör foramen ve lateralde hamstringlerin orijiniyle birlikte hissedilir. Uzun kıvrımlı diseksiyon makaslarının uçları, obtüratör eksternus kasının proksimalinde tutulmalıdır. Alt ekstremité kalça ekstansiyon, abduksiyon pozisyonunda (a). Perop floroskopi görüntüsü (b).

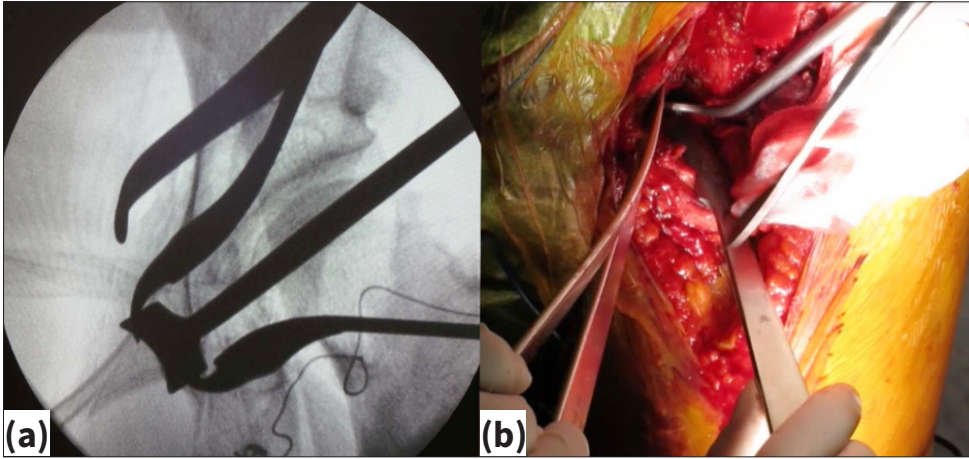
teksine sabitlenir. Bu, iliopsoas ve femoral nörovasküler paketi medialde güvenli bir mesafede tutarak eklemden uzaklaştırır. İnce bıçaklı dar bir testere (veya alternatif olarak bir osteotom) kullanılarak eklemden uzağa açılı bir osteotomi başlatılır ve osteotomi bir osteotom ile tamamlanır. Anterior korteksten ince bir kemik tabakası çıkarılması, posterior kortekste derinliğin kontrol edilmesine yardımcı olabilir. Posterior korteks kesisi, obtüratör sinirin medialinden çıkmalıdır. Osteotomi uçlarının tamamlandığını doğrulamak için bir osteotom nazikçe kullanılabilir (Şekil 4).

İskiya çıkıntı, kuadrilateral yüzeyin subperiosteal sıyrılarak açılması sonrası iskiya çıkıntı iç yüzeyine ters Ganz ekartör yerleştirilerek tanımlanır. İliyak kanadın lateral yüzeyinde bir kas penceresi oluşturulur ve ikinci bir ekartör laterale yerleştirilir. Dış kortekste bu tünel, gluteal kasları korur. Bu iliya osteotomunun seviyesi, asetabulumu besleyen damarların (özellikle superior gluteal

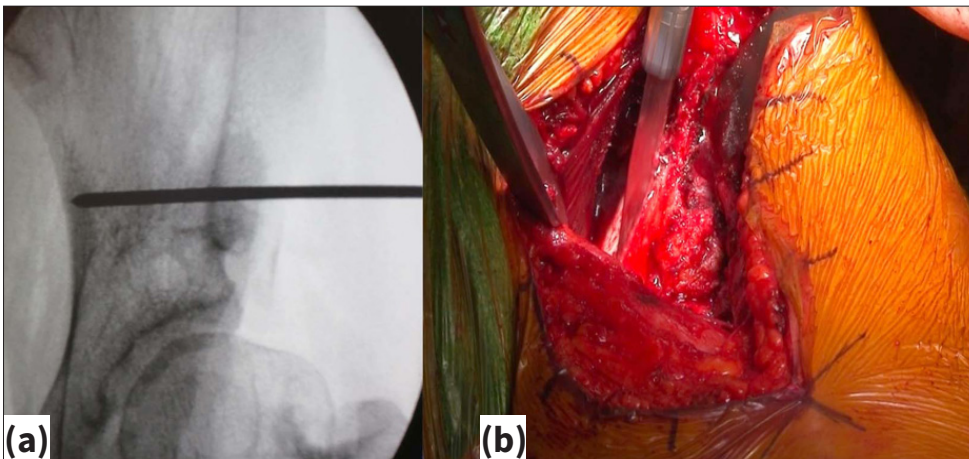
arter ve supra-asetabular dal) yaralanma riskini en aza indirecek kadar uzak bir mesafededir. Ayrıca, daha büyük bir kemik köprüsü, redüksiyon sırasında kullanılabilecek Schanz vidasının daha iyi tutunmasını sağlar ve asetabular eklem yüzeyine zarar verme riskini azaltır.

Pelvisin gerçek kenarına süperolateral olarak yaklaşık 1 santimetre (cm) mesafede bir hedef deliği açmak için bir frez kullanılır. Alternatif olarak, 120° osteotomi uçlarının oluşturulacağı noktayı işaretlemek için bir osteotom kullanılabilir. İliyum osteotomisi, osilasyonlu bir testere ile başlatılır. İlk kesim medial korteks boyunca yapılır; ardından bacak abdüksiyonda tutulurken lateral korteks kesilir (Şekil 5).

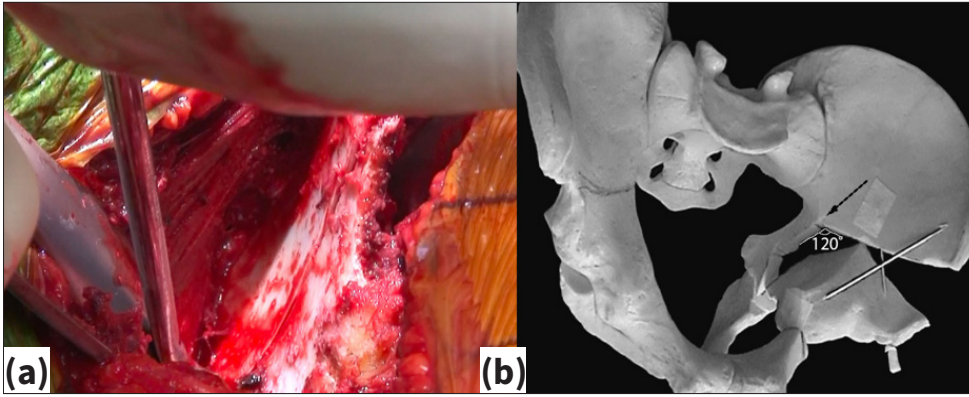
Güvenli derinlik ve doğrultuyu doğrulamak için floroskopi kullanılabilir. İliya osteotomi gibi, posterior kolon kesisi de medial korteks içinde başlar. Kesinin başlatılması, vücut yapısı ve osteotomi düzleminin açısına bağlı olarak düz veya açılı bir osteotom kullanılarak yapılabilir.



Şekil 4.a,b. Pubik kesim iliopektineal çıkıntı medialine ulaşılması sonrasında posterosuperior ve posteroinferior bölgelere ekartör yerleştirilmesi ve sonrası osteotomi uygulamasının floroskopi görüntüsü (a), osteotomun proksimal lateral, distal medial eklemden uzak olacak şekilde yerleşimi (b).



Şekil 5.a,b. İliya kesimi. İliya osteotomi öncesi seviyesi Kirschner teli ile belirlenmesi (a) ve supraasetabular osteotomisi (b).



Şekil 6.a,b. Kuadrilateral alan kesimi. Kuadrilateral alan posterior kolon osteotomisi (a), önceki iliyak kesiye 120° bir açıyla gerçekleştirilir (b).

Retroasetabular bölümün tamamlandığını doğrulamak için düz bir osteotom distale doğru geçirilir; aynı şekilde, Ganz tipi bir osteotom kullanılabilir (Şekil 6).

Pelvisin iç kısmından dışa doğru ilerleyen osteotomi basamaklar hâlinde gerçekleştirilir. Bu adımda dokusal ve işitsel geri bildirim önemlidir ve ilerleyen osteotomi manevraları sırasında kemik hafifçe yer değiştirebilir. Subkondral kemikten güvenli bir mesafeyi korumak, iyatrojenik eklem içi kırık yayılımını önler. Bir laminar ekartör iliyak osteotomi bölgesine yerleştirilir; ikinci bir laminar ekartör, retroasetabular osteotominin ikinci koluna yerleştirilerek nihai osteotomi sağlanır. Posterior kolon osteotomisinde yeterli serbestlik sağlanamıyorsa osteotomiye tamamlamak için açılı çift uçlu Ganz osteotom ile medialden uygulanır. Ancak bu manevra sırasında siyatik siniri gevşetmek için kalça tekrar ekstansiyona getirilir ve abdüksiyon pozisyonunda tutulur.

Yeniden yönlendirme, eklem yüklenme koşullarını optimize eden ve kalça rotasyonunun merkezi etrafında hareket açıklığını koruyan fragmanın ideal bir konumunun dikkate alınmasıyla yapılır. Kalça displazisi morfolojisinde asetabulum genellikle internal rotasyon, öne eğilme/ekstansiyon ve medial transasyon kombinasyonu ile yeniden konumlandırılır. Yardımcı yeniden yönlendirme araçları arasında top çivili itici, Weber klemp, küçük kemik kancası veya ikinci bir Schanz vidası bulunabilir. Geçici tespit, uçtan dişli veya düz Kirschner teli ile sağlanır. Yönlendirme sonrasında olası ameliyat sonrası ön sıkışma riskini azaltma amaçlı hareket kontrolleri yapılmalıdır. Kalça en az 100° fleksiyona getirilmelidir. Eğer bir problem görülüyorsa cerrah 3,5 milimetre (mm) veya 4 mm kortikal vidalar ile iki, üç antegrad ve bir retrograd yönde tespit için tercih edebilir.

Ganz PAO, kapalı triradiat kartilaja sahip hastalarda yapısal deformiteyi düzeltmek amacıyla uygulanan asetabular osteotomilerden biridir. Bu hasta grubu, semptomatik displazisi olan ergenler ve genç erişkinleri içerir.

Periasetabular osteotominin avantajları arasında asetabulumun yük taşıyan posterior kolonunun korunması, asetabular kan akımının korunması, kalça abdüktör kaslarının korunması ve ideal bir rotasyon merkezi etrafında güçlü deformite düzeltmesi yer alır.

Osteotomi tekniği teknik olarak zorlu bir yöntemdir, ancak dikkatle seçilmiş, kırıkdağı korunmuş ve rehabilitasyon gereksinimlerini karşılayabilecek hastalarda tekarlanabilir sonuçlar ve iyi uzun dönem sağkalım sunar.

Pelvik osteotomi, düzeltilebilir yapısal kalça deformitesine sahip genç ve aktif hastalarda, artroplastiye tercih edilmesi gereken bir alternatif olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Hipp JA, Sugano N, Millis MB, Murphy SB. Planning acetabular redirection osteotomies based on joint contact pressures. Clin Orthop Relat Res 1999;(364):134-43. [Crossref](#)
2. Murphy SB, Ganz R, Müller ME. The prognosis in untreated dysplasia of the hip. A study of radiographic factors that predict the outcome. J Bone Joint Surg Am 1995;77(7):985-9. [Crossref](#)
3. Siebenrock KA, Schöll E, Lottenbach M, Ganz R. Bernese periacetabular osteotomy. Clin Orthop Relat Res 1999;(363):9-20. [Crossref](#)
4. 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. [Crossref](#)
5. 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. [Crossref](#)
6. Sen C, Asik M, Tozun IR, Sener N, Cinar M. Kotz and Ganz osteotomies in the treatment of adult acetabular dysplasia. Int Orthop 2003;27(2):78-84. [Crossref](#)
7. Matheney T, Zaltz I, Kim YJ, Schoenecker P, Millis M, Podeszwa D, et al. Activity level and severity of dysplasia predict age at Bernese periacetabular osteotomy for symptomatic hip dysplasia. J Bone Joint Surg Am 2016;98(8):665-71. [Crossref](#)

8. Jacobsen JS, Søballe K, Thorborg K, Bolvig L, Storgaard Jakobsen S, Hölmich P, et al. Patient-reported outcome and muscle-tendon pain after periacetabular osteotomy are related: 1-year follow-up in 82 patients with hip dysplasia. *Acta Orthop* 2019;90(1):40-5. [Crossref](#)
9. Edelstein AI, Nepple JJ, Abu-Amer W, Pascual-Garrido C, Goss CW, Clohisy JC. What mid-term patient-reported outcome measure scores, reoperations, and complications are associated with concurrent hip arthroscopy and periacetabular osteotomy to treat dysplasia with associated intraarticular abnormalities? *Clin Orthop Relat Res* 2021;479(5):1068-77. [Crossref](#)
10. Goronzy J, Franken L, Hartmann A, Thielemann F, Postler A, Paulus T, et al. What are the results of surgical treatment of hip dysplasia with concomitant cam deformity? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(4):1128-37. [Crossref](#)
11. Ziran N, Varcadipane J, Kadri O, Ussef N, Kanim L, Foster A, et al. Ten- and 20-year survivorship of the hip after periacetabular osteotomy for acetabular dysplasia. *J Am Acad Orthop Surg* 2019;27(7):247-55. [Crossref](#)
12. Beaulé PE, Dowding C, Parker G, Ryu JJ. What factors predict improvements in outcomes scores and reoperations after the Bernese periacetabular osteotomy? *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(2):615-22. [Crossref](#)
13. Ricciardi BF, Fields KG, Wentzel C, Nawabi DH, Kelly BT, Sink EL. Complications and short-term patient outcomes of periacetabular osteotomy for symptomatic mild hip dysplasia. *Hip Int* 2017;27(1):42-8. [Crossref](#)
14. Swarup I, Zaltz I, Robustelli S, Sink E. Outcomes of periacetabular osteotomy for borderline hip dysplasia in adolescent patients. *J Hip Preserv Surg* 2020;7(2):249-55. [Crossref](#)
15. Clohisy JC, Carlisle JC, Beaulé PE, Kim YJ, Trousdale RT, Sierra RJ, et al. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(Suppl 4):47-66. [Crossref](#)
16. Tan JHI, Tan SHS, Rajoo MS, Lim AKS, Hui JH. Hip survivorship following the Bernese periacetabular osteotomy for the treatment of acetabular dysplasia: A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2022;108(4):103283. [Crossref](#)
17. Matheney T, Kim YJ, Zurakowski D, Matero C, Millis M. Intermediate to long-term results following the Bernese periacetabular osteotomy and predictors of clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(9):2113-23. [Crossref](#)
18. Millis MB, Kain M, Sierra R, Trousdale R, Taunton MJ, Kim YJ, et al. Periacetabular osteotomy for acetabular dysplasia in patients older than 40 years: A preliminary study. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(9):2228-34. [Crossref](#)
19. Troelsen A, Elmengaard B, Søballe K. Medium-term outcome of periacetabular osteotomy and predictors of conversion to total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(9):2169-79. [Crossref](#)
20. 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. [Crossref](#)
21. Muffly BT, Zacharias AJ, Jochimsen KN, Duncan ST, Jacobs CA; ANCHOR Study Group; et al. Age at the time of surgery is not predictive of early patient-reported outcomes after periacetabular osteotomy. *J Arthroplasty* 2021;36(10):3388-91. [Crossref](#)
22. Leopold VJ, Hipfl C, Perka C, Hardt S, Becker L. Periacetabular osteotomy for symptomatic hip dysplasia in middle aged patients: Does age alone matter? *Arch Orthop Trauma Surg* 2024;144(3):1065-70. [Crossref](#)
23. Garbuz DS, Awwad MA, Duncan CP. Periacetabular osteotomy and total hip arthroplasty in patients older than 40 years. *J Arthroplasty* 2008;23(7):960-3. [Crossref](#)
24. Novais EN, Ferraro SL, Miller P, Kim YJ, Millis MB, Clohisy JC. Periacetabular osteotomy for symptomatic acetabular dysplasia in patients ≥40 years old: Intermediate and long-term outcomes and predictors of failure. *J Bone Joint Surg Am* 2023;105(15):1175-81. [Crossref](#)
25. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint. With special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand*, 1939. 83(Suppl 58): p. 1-135.
26. Lequesne M, de Seze. False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1961;28:643-52.
27. Tannast M, Hanke MS, Zheng G, Steppacher SD, Siebenrock KA. What are the radiographic reference values for acetabular under- and overcoverage? *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(4):1234-46. [Crossref](#)
28. Smith JT, Jee Y, Daley E, Koueiter DM, Beck M, Zaltz I. Can the femoro-epiphyseal acetabular roof (FEAR) index be used to distinguish dysplasia from impingement? *Clin Orthop Relat Res* 2021;479(5):962-71. [Crossref](#)
29. McClincy MP, Wylie JD, Yen YM, Novais EN. Mild or borderline hip dysplasia: Are we characterizing hips with a lateral center-edge angle between 18° and 25° appropriately? *Am J Sports Med* 2019;47(1):112-22. [Crossref](#)
30. Kraeutler MJ, Safran MR, Scillia AJ, Ayeni OR, Garabekyan T, Mei-Dan O. A Contemporary look at the evaluation and treatment of adult borderline and frank hip dysplasia. *Am J Sports Med* 2020;48(9):2314-23. [Crossref](#)
31. Murata Y, Fukase N, Martin M, Soares R, Pierpoint L, Dornan GJ, et al. Comparison between hip arthroscopic surgery and periacetabular osteotomy for the treatment of patients with borderline developmental dysplasia of the hip: A systematic review. *Orthop J Sports Med* 2021;9(5):23259671211007401. [Crossref](#)
32. Andronic O, Chaharbakshhi EO, Zingg PO, Germann C, Rahm S, Lall AC, et al. No difference in patient-reported outcomes for periacetabular osteotomy and hip arthroscopy with capsular plication in the setting of borderline hip dysplasia: A propensity-matched multicenter study with minimum 5-year follow-up. *Arthroscopy* 2024;40(3):754-62. [Crossref](#)
33. Siebenrock KA, Kistler L, Schwab JM, Büchler L, Tannast M. The acetabular wall index for assessing anteroposterior femoral head coverage in symptomatic patients. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(12):3355-60. [Crossref](#)

34. Stetzelberger VM, Leibold CS, Steppacher SD, Schwab JM, Siebenrock KA, Tannast M. The acetabular wall index is associated with long-term conversion to THA after PAO. *Clin Orthop Relat Res* 2021;479(5):1052-65. [Crossref](#)
35. Wyatt M, Weidner J, Pfluger D, Beck M. The femoro-epiphyseal acetabular roof (FEAR) index: A new measurement associated with instability in borderline hip dysplasia? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(3):861-9. [Crossref](#)
36. Siebenrock KA, Schoeniger R, Ganz R. Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. Treatment with periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(2):278-86. [Crossref](#)
37. Dornacher D, Lutz B, Fuchs M, Zippelius T, Reichel H. Acetabular deficiency in borderline hip dysplasia is underestimated by lateral center edge angle alone. *Arch Orthop Trauma Surg* 2023;143(7):3937-44. [Crossref](#)
38. Kohno Y, Nakashima Y, Fujii M, Shiimoto K, Iwamoto M. Acetabular retroversion in dysplastic hips is associated with decreased 3D femoral head coverage independently from lateral center-edge angle. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140(7):869-75. [Crossref](#)
39. Larson CM, Moreau-Gaudry A, Kelly BT, Byrd JW, Tonetti J, Lavallee S, et al. Are normal hips being labeled as pathologic? A CT-based method for defining normal acetabular coverage. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(4):1247-54. [Crossref](#)
40. Wilkin GP, Ibrahim MM, Smit KM, Beaulé PE. A contemporary definition of hip dysplasia and structural instability: Toward a comprehensive classification for acetabular dysplasia. *J Arthroplasty* 2017;32(9S):S20-S27. [Crossref](#)
41. Verhaegen JCF, DeVries Z, Horton I, Slullitel PA, Rakhra K, Beaulé PE, et al. Acetabular sector angles in asymptomatic and dysplastic hips: Defining dysplasia and thresholds to guide management. *J Bone Joint Surg Am* 2023;105(21):1709-20. [Crossref](#)
42. Albers CE, Steppacher SD, Ganz R, Tannast M, Siebenrock KA. Impingement adversely affects 10-year survivorship after periacetabular osteotomy for DDH. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471(5):1602-14. [Crossref](#)
43. Grammatopoulos G, Wales J, Kothari A, Gill HS, Wainwright A, Theologis T. What is the early/mid-term survivorship and functional outcome after Bernese periacetabular osteotomy in a pediatric surgeon practice? *Clin Orthop Relat Res* 2016;474(5):1216-23. [Crossref](#)
44. Wells J, Millis M, Kim YJ, 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. [Crossref](#)
45. Kralj M, Mavcic B, Antolic V, Iglic A, Kralj-Iglic V. The Bernese periacetabular osteotomy: Clinical, radiographic and mechanical 7-15-year follow-up of 26 hips. *Acta Orthop* 2005;76(6):833-40. [Crossref](#)
46. Dahl LB, Dengsø K, Bang-Christiansen K, Petersen MM, Stürup J. Clinical and radiological outcome after periacetabular osteotomy: A cross-sectional study of 127 hips operated on from 1999-2008. *Hip Int* 2014;24(4):369-80. [Crossref](#)
47. Wyles CC, Vargas JS, Heidenreich MJ, Mara KC, Peters CL, Clohisy JC, et al. Natural history of the dysplastic hip following modern periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2019;101(10):932-938. [Crossref](#)
48. Kim SD, Jessel R, Zurakowski D, Millis MB, Kim YJ. Anterior delayed gadolinium-enhanced MRI of cartilage values predict joint failure after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(12):3332-41. [Crossref](#)
49. Selberg CM, Davila-Parrilla AD, Williams KA, Kim YJ, Millis MB, Novais EN. What proportion of patients undergoing Bernese periacetabular osteotomy experience nonunion, and what factors are associated with nonunion? *Clin Orthop Relat Res* 2020;478(7):1648-56. [Crossref](#)
50. Novais EN, Potter GD, Clohisy JC, Millis MB, Kim YJ, Trousdale RT, et al. Obesity is a major risk factor for the development of complications after peri-acetabular osteotomy. *Bone Joint J* 2015;97-B(1):29-34. [Crossref](#)
51. Willey MC, Westermann RW, Glass N, Goetz JE, Aitken H, Fatemi N, et al. Risk factors for composite failure of hip dysplasia treated with periacetabular osteotomy: A minimum 10-year follow-up. *J Am Acad Orthop Surg* 2022;30(8):e690-e702. [Crossref](#)
52. Clohisy JC, Ackerman J, Baca G, Baty J, Beaulé PE, Kim YJ, et al. Patient-reported outcomes of periacetabular osteotomy from the prospective ANCHOR cohort study. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(1):33-41. [Crossref](#)
53. Ali M, Malviya A. Complications and outcome after periacetabular osteotomy - influence of surgical approach. *Hip Int* 2020;30(1):4-15. [Crossref](#)