

BÖLÜM 17

FEMUR BAŞI EPİFİZ KAYMASI VE CERRAHİ YAKLAŞIMLARIN AVASKÜLER NEKROZ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mustafa YALIN¹

GİRİŞ

Femur başı epifiz kayması (FBEK), ergenlikte travmatik olmayan ağırlı kalçanın en sık görülen nedenidir (1,2). Femur boynunu metafizi dışı doğru döner ve asetatulumda sabit bir şekilde oturan proksimal femur epifizine göre öne ve proksimale doğru göç eder (2). Bu genellikle, normal veya düşük kiloya rağmen ortaya çıkabilen metabolik kemik bozukluklarına bağlı olarak, obeziteden kaynaklanan aşırı mekanik stres veya anormal bir fizis üzerindeki normal kayma gerilimlerinden kaynaklanır (3). Fakat en sık olarak aşırı kilolu veya obez hastaları ve endokrin bozukluğu olanları etkiler (4,5). FBEK'nın asıl tedavisi cerrahidir ve epifizin mevcut, yer değiştirmiş pozisyonunda genellikle 'pinleme' olarak adlandırılan yerinde vidayla tespitini, kapalı redüksiyonunu ve internal fiksasyonunu içerir (6-8). Geçmişte şiddetli FBEK'nı kapalı veya açık redüksiyon teknikleriyle tedavi etmek için girişimlerde bulunulmuştur, ancak bu tekniklerin birçoğu yüksek avasküler nekroz (AVN) oranları ve epifizin kondrolizi ile sonuçlanmıştır (9,10). Bu nedenle tedavi planı, akut kayma vakalarında kısmi kapalı redüksiyon için nazik bir girişim olsun ya da olmasın epifizin yerinde sabitlenmesi haline geldi (7). Bu, katastrofik komplikasyonların oranlarını azalttı, ancak sıklıkla hastalarda femoroasetabular sıkışmaya (FAI) yol açan femoral deformiteye neden oldu (7,11). FBEK ile ilişkili FAI, metafiz asetabulum kenarına dayandığında impaksiyon olarak veya metafiz ekleme girip eklem kırırdağı ile karşılaştığında inklüzyon olarak tanımlanmıştır (12). In situ pinleme sonrası meydana gelmiş FBEK deformitesi için femoral osteoplastiden, femurun subtrokanterik bölgesinden subkapital bölgelerine kadar çeşitli bölgelerdeki osteotomilere kadar çok sayıda rekonstrüktif prosedür tarif edilmiştir (13,14). FBEK'nın uzun vadeli sekelleri veya komplikasyonları her zaman tam olarak geri döndürülemez olduğundan veya ilerleyerek

¹ Dr, Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi, mustiyalin1988@gmail.com

erken başlangıçlı sakatlığa ve erken kalça rekonstrüksiyonu cerrahisine ihtiyaç duyulabileceğinden dolayı, en sık kullanılan yöntem olan tek vida tedavisi her ne kadar basit bir tedavi olarak görünse de, bu hastalık hastanın geri kalan hayatında hastayı rahatsız etmektedir (1,2).

SINIFLAMA

FBEK, hastalığın stabilitesine ve ciddiyetine göre sınıflandırılabilir. Loder'in sınıflandırması genellikle stabiliteyi tanımlamak için kullanılır, burada stabil bir kayma, çocuğun koltuk değnekleriyle veya koltuk değnekleri olmadan yürüyebildiği bir kayma olarak tanımlanır. Unstabil kayma, çocuğun destekle bile hareket edemediği durumdur (15). Hastalığın ciddiyeti ise Southwick kayma açısı kullanılarak sınıflandırılır. Bu durumda, $<30^\circ$ kayma açısı hafif hastalık olarak tanımlanır, kayma açısı 30° ile 50° arasında olanlar orta hastalık olarak tanımlanır ve $>50^\circ$ kayma açısı olanlar şiddetli hastalık olarak tanımlanır (16,17). FBEK radyolojik bulgulara dayanır; ancak ultrasonografi (USG) de hem hastalığın tanısında hem de hastalığın şiddetini belirlemede yardımcı olabilir (18,19).

EPİDEMİYOLOJİ

FBEK, ergenleri etkileyen en yaygın kalça bozukluğudur. Toplumlardaki ırksal, mevsimsel, coğrafi ve cinsiyet farklılıklarına bağlı olarak yaklaşık 100.000 çocukta 1 ila 10 çocuğu etkiler (5). Beyazlara kıyasla siyahlarda, yerli Amerikalılarda ve İspanyollarda daha yüksek yaygınlık oranlarını içerir (20). Kadınlara kıyasla erkeklerde 2 kat daha fazla gözlenir ancak unstabil FBEK insidanslarına bakıldığında cinsiyet açısından bir fark yoktur (5,20). Erkeklerde genellikle 13 yaş civarında gözlenirken, kadınlarda genellikle ortalama 11 yaşında gözlenir (20,21). Obezite, fizik üzerindeki mekanik stresi artırması nedeniyle FBEK'nın gelişiminde en önemli faktördür. FBEK insidansı son yıllarda artmaktadır ve bu muhtemelen toplumları etkileyen artan obezite oranlarından kaynaklanmaktadır (22).

KLİNİK BAŞVURU

Hastalar genellikle kasık ağrısı ve topallama ile başvursalar da, hastalarda FBEK'nın ilk bulgusu diz ağrısı olabilir (4). Diğer hasta grubu ise genellikle akut unstabil FBEK vakası olan travmatik bir durumdan sonra bacağın üzerine yük verememe durumudur (23). İlk semptomlardan tanıya kadar geçen süre, hafif FBEK için ortalama 10 hafta ile ciddi FBEK için 20 hafta arasında değişmiştir (24). Durumla ilgili farkındalığı arttırmaya olan ilgiye rağmen bu süre zaman içinde önemli ölçüde değişmemiştir (25). Fizik muayenede ayırt edici bulgu, iç rotasyonun olmaması veya kalça fleksiyonu ile zorunlu dış rotasyondur (4).

FBEK TEDAVİLERİNİN TARİHÇESİ VE CERRAHİ TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

FBEK'nın tarihsel tedavisinde ilk sırada alçı immobilizasyonu yer alıyordu. Bu, fizisi birden çok pinle veya yakın zaman içinde popüler olan 1 veya 2 kanüle vidadıyla stabilize ederek in situ pinleme adı verilen bir yöntemle değiştirildi. In situ pinleme, kasıtsız kapalı redüksiyonu takiben in situ pinleme, kasıtlı kapalı redüksiyonu takiben in situ pinleme ve subkapital düzeltme osteotomisi yoluyla açık redüksiyon, modifiye Dunn yöntemi ve açık Parsch dahil olmak üzere çeşitli yöntemler bildirilmiştir (26-30).

Tek vida ile perkütan olarak in situ pinlemenin stabil kaymada en düşük osteonekroz riskine sahip olduğu kanıtlanmıştır (31,32). Bununla birlikte, stabil olmayan kaymada, en düşük AVN riskini elde etmek için en iyi tedavi hala belirlenmemiştir (33,34). In situ pinlemede hastalar kısa dönemde iyi sonuçlar elde ederken, 10-20 yıllık uzun takiplerde hastaların yirmili ve otuzlu yaşlarında in situ pinlemenin yüksek osteoartrit oranlarına neden olduğu gösterilmiştir (35). Ayrıca, kapalı redüksiyon manevrasının femur başı osteonekrozu riskini artırdığı iddia edildiğinden, unstabil kaymalarda kapalı redüksiyonu takiben perkütan vida ile sabitleme önerilmemektedir (36,37).

Bununla birlikte, modifiye Dunn yönteminde olduğu gibi, cerrahi olarak kalçanın yerinden çıkarılmasıyla gerçekleştirilen açık subkapital yeniden dizilim cerrahisi, ciddi kaymaların tedavisinde hızla popülerlik kazanmıştır (29, 38). Dunn osteotomisi ilk olarak 1970'lerde tanımlanmış ve o zamandan beri bugünkü mevcut şekline göre değiştirilmiştir (39,40). Modifiye Dunn yöntemi teknik olarak zordur ve yaygın olarak uygulandığında yüksek komplikasyon oranları nedeniyle FBEK'nı tedavi etmek için yalnızca belirli merkezlerde seçilmiş kişiler tarafından kullanılır (41). FBEK'nın kısmi redüksiyonunu ve yerinde sabitlenmesini savunan merkezler, başlangıç çalışmalarında modifiye Dunn cerrahisinin AVN oranlarını 30%'a yakın bulmuştur (42). Bir merkez, orta ila şiddetli FBEK için modifiye Dunn cerrahisinden sonra AVN'nin cerrah bağımlı olduğunu ve bu nedenle yalnızca yeterli tecrübe varsa denenmesi gerektiğini belirtmiştir (41). Bununla birlikte, akut orta ya da şiddetli kayma içeren FBEK'larında kapalı redüksiyon ve in situ pinleme tedavisi sonrasında AVN gelişim oranları 20% ila 50% arasında bulunmuştur (15, 43). In situ pinlemeyi modifiye Dunn ile karşılaştıran yakın tarihli bir çalışma, benzer AVN oranları gösterdi, ancak modifiye Dunn uygulanan hastalarda daha az femur taraflı deformite ve kısa sürede daha iyi kalça fonksiyonu gözlemlendi (44). Parsh ayrıca yakın zamanda, düşük oranda AVN ve uygun femur anatomisi restorasyonu ile mükemmel kısa vadeli klinik sonuçları olan orta ila şiddetli kayma içeren FBEK için bir anterior açık redüksiyon tekniğini tanımladı.

ladı (45). Schrader, nispeten küçük bir hasta popülasyonunda, femur başına kan akışının izlenmesiyle ve kapsüler dekompresyonla desteklenen, düşük avasküler nekroz oranı vaat eden bir kapalı redüksiyon tekniği tanımladı (46). AVN'yi öngörmek için modifiye Dunn prosedürü ile instabil FBEK tedavisi sırasında femur başının kan akışının izlenmesi de tarif edilmiştir (47). Her ne kadar kısa dönemli çalışmalar in situ pinlemeye kıyasla daha iyi sonuçlar bildirmiş olsa da (44, 48) ve İsviçre de mükemmel uzun dönem sonuçlar bildirmiş olsa da (39), çok sayıda çalışma FBEK tedavisinde modifiye Dunn cerrahisinin önemli komplikasyonlarını bildirmiştir (41, 49, 50).

2022'de yapılan bir meta analizde, Parsch yöntemiyle tedavi edilen vakalarda AVN prevalansının, subkapital osteotomi ve modifiye Dunn yöntemlerine göre en düşük olduğu bulundu (51). Ancak aynı çalışmada Parsch yöntemiyle cerrahi tedavi edilen hastaların epifiz kayma dereceleri hafif ve orta derecede iken, subkapital osteotomi ve modifiye Dunn yöntemleri kullanılan hastaların kayma dereceleri ağırlıklı olarak ciddi idi. Dolayısıyla AVN, prosedürün direk kendisiyle ilişkilendirilemez; patolojinin ortaya çıkış derecesi risk faktörü olarak değerlendirilmelidir.

SONUÇ

Sonuç olarak, FBEK'nin teşhisinin gecikmesi ve hatta gözden kaçması muhtemelen FBEK'nin uzun vadeli sonuçlarını etkileyen en önemli faktördür (52). Ne yazık ki vakaların neredeyse yarısında geç teşhisin nedeni travmatik olmayan, topallayan, obez ergeni ilk muayene eden hekimdir. Bu durumda gecikmiş tanı atlanmış bir tanıdır (1). Travmatik olmayan topallayan bir ergeni incelerken pelvisin kurbaga yan grafisi her zaman istenmelidir. AVN'nin genel prevalansı, in-situ pinlemede kapalı redüksiyona göre daha düşük olduğundan, in-situ pinleme hafif ve orta derecedeki kaymalar için tercih edilen cerrahi tedavi seçeneğidir. Kasıtlı olarak kapalı redüksiyon ve epifizin kayma miktarının AVN'de asıl önemli etkenler olduğu bilinmektedir. Instabil bir kayma için kapalı redüksiyon yapma niyeti iyi ölçülüp tartılmalıdır çünkü avasküler nekroz riski çok yüksektir. Literatürde, açık redüksiyon ile ilgili olarak, Parsch yöntemi için AVN prevalansı, subkapital osteotomi ve modifiye Dunn yöntemine göre en düşük olarak saptanmıştır ancak yine AVN gelişiminde en önemli etkenin uygulanan cerrahiden bağımsız bir şekilde kaymanın derecesi olduğu vurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Samelis PV, Papagrigorakis E: Slipped capital femoral epiphysis: surgical techniques, complications, special topics. *Acta Orthop Traumatol Hellen.* 2018, 69:29-51.
2. Peck K, Herrera-Soto J. Slipped capital femoral epiphysis: what's new?. *Orthop Clin North Am.* 2014;45(1):77-86. doi:10.1016/j.ocl.2013.09.002
3. Jingushi S, Suenaga E. Slipped capital femoral epiphysis: etiology and treatment. *J Orthop Sci.* 2004;9(2):214-219. doi:10.1007/s00776-003-0755-2
4. Millis MB. SCFE: clinical aspects, diagnosis, and classification. *J Child Orthop.* 2017;11(2):93-98. doi:10.1302/1863-2548-11-170025
5. Novais EN, Millis MB. Slipped capital femoral epiphysis: prevalence, pathogenesis, and natural history. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(12):3432-3438. doi:10.1007/s11999-012-2452-y
6. Meier MC, Meyer LC, Ferguson RL. Treatment of slipped capital femoral epiphysis with a spica cast. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(10):1522-1529.
7. Millis MB, Novais EN. In situ fixation for slipped capital femoral epiphysis: perspectives in 2011. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93 Suppl 2:46-51. doi:10.2106/JBJS.K.00040
8. Gordon JE, Abrahams MS, Dobbs MB, Luhmann SJ, Schoenecker PL. Early reduction, arthroscopy, and cannulated screw fixation in unstable slipped capital femoral epiphysis treatment. *J Pediatr Orthop.* 2002;22(3):352-358.
9. Carney BT, Weinstein SL, Noble J. Long-term follow-up of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73(5):667-674.
10. Gage JR, Sundberg AB, Nolan DR, Sletten RG, Winter RB. Complications after cuneiform osteotomy for moderately or severely slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60(2):157-165.
11. Oduwole KO, de Sa D, Kay J, et al. Surgical treatment of femoroacetabular impingement following slipped capital femoral epiphysis: A systematic review. *Bone Joint Res.* 2017;6(8):472-480. doi:10.1302/2046-3758.68.BJR-2017-0018.R1
12. Rab GT. The geometry of slipped capital femoral epiphysis: implications for movement, impingement, and corrective osteotomy. *J Pediatr Orthop.* 1999;19(4):419-424. doi:10.1097/00004694-199907000-00001
13. Schai PA, Exner GU. Corrective Imhäuser intertrochanteric osteotomy. *Oper Orthop Traumatol.* 2007;19(4):368-388. doi:10.1007/s00064-007-1212-8
14. Leunig M, Slongo T, Kleinschmidt M, Ganz R. Subcapital correction osteotomy in slipped capital femoral epiphysis by means of surgical hip dislocation. *Oper Orthop Traumatol.* 2007;19(4):389-410. doi:10.1007/s00064-007-1213-7
15. Loder RT, Richards BS, Shapiro PS, Reznick LR, Aronson DD. Acute slipped capital femoral epiphysis: the importance of physeal stability. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(8):1134-1140. doi:10.2106/00004623-199308000-00002
16. Alter AH. Slipped capital femoral epiphysis: long-term follow-up study of one hundred and twenty-one patients: D. W. Boyer, M. R. Mickelson and B. Ponsetti. *J Bone Joint Surg* 63A: 85-95 (January), 1981. *J Pediatr Surg* 1981; 16(5): 773-774.
17. Southwick WO. Osteotomy through the lesser trochanter for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1967;49(5):807-835.
18. Terjesen T. Ultrasonography for diagnosis of slipped capital femoral epiphysis. Comparison with radiography in 9 cases. *Acta Orthop Scand.* 1992;63(6):653-657. doi:10.1080/17453679209169729
19. Kallio PE, Lequesne GW, Paterson DC, Foster BK, Jones JR. Ultrasonography in slipped capital femoral epiphysis. Diagnosis and assessment of severity. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(6):884-889. doi:10.1302/0301-620X.73B6.1955429
20. Lehmann CL, Arons RR, Loder RT, Vitale MG. The epidemiology of slipped capital femoral epiphysis: an update. *J Pediatr Orthop.* 2006;26(3):286-290. doi:10.1097/01.bpo.0000217718.10728.70
21. Loder RT. The demographics of slipped capital femoral epiphysis. An international multicenter study. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(322):8-27.

22. Krebs NF, Jacobson MS; American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics*. 2003;112(2):424-430. doi:10.1542/peds.112.2.424
23. Aronsson DD, Loder RT. Treatment of the unstable (acute) slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(322):99-110.
24. Kocher MS, Bishop JA, Weed B, et al. Delay in diagnosis of slipped capital femoral epiphysis. *Pediatrics*. 2004;113(4):e322-e325. doi:10.1542/peds.113.4.e322
25. Schur MD, Andras LM, Broom AM, et al. Continuing Delay in the Diagnosis of Slipped Capital Femoral Epiphysis. *J Pediatr*. 2016;177:250-254. doi:10.1016/j.jpeds.2016.06.029
26. Leunig M, Slongo T, Ganz R. Subcapital realignment in slipped capital femoral epiphysis: surgical hip dislocation and trimming of the stable trochanter to protect the perfusion of the epiphysis. *Instr Course Lect*. 2008;57:499-507.
27. Fairbank TJ. Manipulative reduction in slipped upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1969;51(2):252-262.
28. Chen RC, Schoenecker PL, Dobbs MB, Luhmann SJ, Szymanski DA, Gordon JE. Urgent reduction, fixation, and arthrotomy for unstable slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2009;29(7):687-694. doi:10.1097/BPO.0b013e3181b7687a
29. Ziebarth K, Zilkens C, Spencer S, Leunig M, Ganz R, Kim YJ. Capital realignment for moderate and severe SCFE using a modified Dunn procedure. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(3):704-716. doi:10.1007/s11999-008-0687-4
30. Walton RD, Martin E, Wright D, et al. The treatment of an unstable slipped capital femoral epiphysis by either intracapsular cuneiform osteotomy or pinning in situ: a comparative study. *Bone Joint J*. 2015;97-B(3):412-419. doi:10.1302/0301-620X.97B3.34430
31. Carney BT, Weinstein SL, Noble J. Long-term follow-up of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73(5):667-674.
32. Boyer DW, Mickelson MR, Ponseti IV. Slipped capital femoral epiphysis. Long-term follow-up study of one hundred and twenty-one patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(1):85-95.
33. Daley E, Zaltz I. Strategies to Avoid Osteonecrosis in Unstable Slipped Capital Femoral Epiphysis: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev*. 2019;7(4):e7. doi:10.2106/JBJS.RVW.18.00129
34. Loder RT, Dietz FR. What is the best evidence for the treatment of slipped capital femoral epiphysis?. *J Pediatr Orthop*. 2012;32 Suppl 2:S158-S165. doi:10.1097/BPO.0b013e318259f2d1
35. Castañeda P, Ponce C, Villareal G, Vidal C. The natural history of osteoarthritis after a slipped capital femoral epiphysis/the pistol grip deformity. *J Pediatr Orthop*. 2013;33 Suppl 1:S76-S82. doi:10.1097/BPO.0b013e318277174c
36. Tokmakova KP, Stanton RP, Mason DE. Factors influencing the development of osteonecrosis in patients treated for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(5):798-801. doi:10.2106/00004623-200305000-00004
37. Nisar A, Salama A, Freeman JV, Davies AG. Avascular necrosis in acute and acute-on-chronic slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop B*. 2007;16(6):393-398. doi:10.1097/BPB.0b013e3282f055ca
38. Leunig M, Slongo T, Kleinschmidt M, Ganz R. Subcapital correction osteotomy in slipped capital femoral epiphysis by means of surgical hip dislocation. *Oper Orthop Traumatol*. 2007;19(4):389-410. doi:10.1007/s00064-007-1213-7
39. Ziebarth K, Milosevic M, Lerch TD, Steppacher SD, Slongo T, Siebenrock KA. High Survivorship and Little Osteoarthritis at 10-year Followup in SCFE Patients Treated With a Modified Dunn Procedure. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(4):1212-1228. doi:10.1007/s11999-017-5252-6
40. Dunn DM, Angel JC. Replacement of the femoral head by open operation in severe adolescent slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1978;60-B(3):394-403. doi:10.1302/0301-620X.60B3.681417

41. Upasani VV, Matheney TH, Spencer SA, Kim YJ, Millis MB, Kasser JR. Complications after modified Dunn osteotomy for the treatment of adolescent slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2014;34(7):661-667. doi:10.1097/BPO.0000000000000161
42. Sankar WN, Vanderhave KL, Matheney T, Herrera-Soto JA, Karlen JW. The modified Dunn procedure for unstable slipped capital femoral epiphysis: a multicenter perspective. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(7):585-591. doi:10.2106/JBJS.L.00203
43. Loder RT. Unstable slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(5):694-699.
44. Novais EN, Maranhão DA, Heare T, Sink E, Carry PM, O'Donnell C. The modified Dunn procedure provides superior short-term outcomes in the treatment of the unstable slipped capital femoral epiphysis as compared to the inadvertent closed reduction and percutaneous pinning: a comparative clinical study. *Int Orthop*. 2019;43(3):669-675. doi:10.1007/s00264-018-3993-9
45. Parsch K, Weller S, Parsch D. Open reduction and smooth Kirschner wire fixation for unstable slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2009;29(1):1-8. doi:10.1097/BPO.0b013e-31818f0ea3
46. Schrader T, Jones CR, Kaufman AM, Herzog MM. Intraoperative Monitoring of Epiphyseal Perfusion in Slipped Capital Femoral Epiphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(12):1030-1040. doi:10.2106/JBJS.15.01002
47. Novais EN, Sink EL, Kestel LA, Carry PM, Abdo JC, Heare TC. Is Assessment of Femoral Head Perfusion During Modified Dunn for Unstable Slipped Capital Femoral Epiphysis an Accurate Indicator of Osteonecrosis?. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(8):1837-1844. doi:10.1007/s11999-016-4819-y
48. Novais EN, Hill MK, Carry PM, Heare TC, Sink EL. Modified Dunn Procedure is Superior to In Situ Pinning for Short-term Clinical and Radiographic Improvement in Severe Stable SCFE. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2108-2117. doi:10.1007/s11999-014-4100-1
49. Upasani VV, Birke O, Klingele KE, Millis MB; International SCFE Study Group. Iatrogenic Hip Instability Is a Devastating Complication After the Modified Dunn Procedure for Severe Slipped Capital Femoral Epiphysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(4):1229-1235. doi:10.1007/s11999-016-5094-7
50. Masquijo JJ, Allende V, D'Elia M, Miranda G, Fernández CA. Treatment of Slipped Capital Femoral Epiphysis With the Modified Dunn Procedure: A Multicenter Study. *J Pediatr Orthop*. 2019;39(2):71-75. doi:10.1097/BPO.0000000000000936
51. Veramuthu V, Munajat I, Islam MA, Mohd EF, Sulaiman AR. Prevalence of Avascular Necrosis Following Surgical Treatments in Unstable Slipped Capital Femoral Epiphysis (SCFE): A Systematic Review and Meta-Analysis. *Children (Basel)*. 2022;9(9):1374. Published 2022 Sep 11. doi:10.3390/children9091374
52. Lehmann TG, Engesæter IØ, Laborie LB, Lie SA, Rosendahl K, Engesæter LB. Radiological findings that may indicate a prior silent slipped capital femoral epiphysis in a cohort of 2072 young adults. *Bone Joint J*. 2013;95-B(4):452-458. doi:10.1302/0301-620X.95B4.29910