

ekstraforaminal lomber interbody füzyon (ELİF)

9



ekstraforaminal lomber
interbody füzyon (ELİF)

Assoc. Prof. Dr. Moon Jun SOHN
Neurosurgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Kore

Ekstraforaminal Lomber Interbody Füzyon (ELİF) Bir Alternatif Cerrahi Strateji

Lomber interbody füzyon, sağladığı yapı sertliği (stiffness) sayesinde ventral kolonun yük taşıma kabiliyetini arttırarak ön kolonun desteklediği için en popüler ve standart cerrahi füzyon yöntemi olmuştur.

Bu etkin yük iletimi yapısı, kemik füzyonu şansını arttırmaktadır. Klinik durumun gereklerine göre, başarılı füzyon elde etmek için çeşitli interbody füzyon yöntemleri kullanılmaktadır. Posterior ya da transforaminal lomber interbody füzyon (PLIF ya da TLIF) laminektomi ve/veya fasetektomi gibi dekompresyonlarla birlikte sıklıkla kullanılmaktadır. Posterior yaklaşımın istenmeyen sonuçları ise, postoperatif epidural fibrosis ile cerrahi esnasında nöral distraksiyon ve müskulo-skeletal diseksiyona bağlı nöromüsküler hasar ile ilişkilidir.

Spinal füzyon amacıyla geleneksel cerrahi açıktan kaynaklanan hasarı azaltmak için spinal hastalığın klinik durumuna göre pek çok cerrahi yaklaşım geliştirilmiştir. Anterior lomber interbody füzyon (ALİF) L3-4, L4-5 ve L5-S1 seviyelerinde anterior kolon desteği sağlamak için dekompresyon ve/veya enstrümantasyon için ek posterior yaklaşımla ya da tek başına bir başka etkin füzyon yöntemidir. Ancak ALIF uygulamasında anterior longitudinal ligamanın ve ventral anulusun diseksiyonu, ekstansiyonda gerginliğin kaybı nedeni ile ek posterior fiksasyon ya da anterior plaklama veya anterior vida fiksasyonu gibi ek yöntemlerin kullanımını arttırmaktadır.

Minimal invaziv spinal cerrahinin gelişmesi ile minimal invazif TLIF, bize unilateral veya bilateral yaklaşımla veya bilateral perkütanöz vida fiksasyonu ile dekompresyon ve eşzamanlı interbody füzyon ve bilateral fiksasyon yapma imkanı veren ve popülaritesi gittikçe artan bir füzyon prosedürüdür. Direkt lomber interbody füzyon (DLIF) L4-5 üzerindeki mesafelere, çoğunlukla L2-

3, L3-4 disk mesafelerine, bazen de kafes yerleştirilmesi için daha fazla açı gerektiren L1-2 mesafesine, etkin şekilde uygulanabilen bir başka minimal invaziv cerrahi prosedürüdür. Ek olarak posterior fiksasyon DLIF prosedürü için gereklidir. Anterior yaklaşım, posterior dekompresyon veya deformite düzeltilmesi ile çoklu interbody füzyon gerektirmeyen segmental instabilitesi olan hastalarda kullanılabilir. Tüm anterior yaklaşımlar tek başına anterior kafesle fiksasyon mümkün olmasına rağmen, sıklıkla tamamlayıcı posterior fiksasyon gerektirir.

Öte yandan ekstraforaminal yaklaşımlar cerrahi instabiliteyi asgari düzeye indirmek için ileri sürülmüşlerdir. Daha az invaziv bir cerrahi prosedür olan ekstraforaminal lomber interbody füzyon (ELIF), posterior dekompresyon gerektirmeyen vakalarda sağlıklı yapıların cerrahi hasara maruziyetini en aza indiren başarılı bir füzyon tekniği olarak ileri sürülmüştür (1). Wang ve ark (2), ekstraforaminal yaklaşımın faydalarından biri olan, anterior longitudinal ligamanın yanı sıra dorsal spinal bileşenlerin de korunmasından söz etmiştir. Recoules-Arche (3,4), lomber dejeneratif omurga hastalığı, disk hernisi ve spondilolistezis nedenleriyle opere edilmiş, spinal füzyon gerektiren ancak posterior dekompresyon gerektirmeyen hastalarda iliak otolog spongiyöz kemik ile doldurulmuş metalik olmayan kafesler ile ekstraforaminal lomber interbody yöntemiyle çok tatmin edici klinik sonuçlar bildirmiştir. Diğer cerrahi yaklaşım sırasında sıklıkla bozulan ya da çıkartılan; özellikle anterior longitudinal ligaman, ventral anulus fibrosus ve posterior longitudinal ligamanı da içeren dorsal spinal ögeler gibi yapıların bu yaklaşımda korunabildiğini belirtmiştir. Bu yaklaşım ayrıca, ekstraforaminal ve ekstrakanaliküler yaklaşımlarda gözlenen postoperatif fibrozisi önlemeye de yardımcı olmaktadır. Bu yaklaşımın anatomik uygulanabilirliği intertransvers interbody füzyon (İLİF)

ismi ile yayınlanmıştır (5). Sonrasında dört kadavra çalışmasını takiben, otolog iliak kemik greft ve ek translaminer transfacet fiksasyonu (Magerl yöntemi) kullanılarak iki klinik vakaya uygulanmıştır. Anatomik açıdan bu yaklaşımın L5-S1 seviyesine uygulanmasında belirgin bir zorluk mevcuttur. Bu yaklaşımın L3-4 ve L4-5 seviyelerine uygulanmasının mümkün olduğu belirtilmiştir. Bu yaklaşımın avantajı ventral ve dorsal öğelerin korunmasıdır; ancak dezavantajları ise iki ayrı kesi gerekmesi ve derin çalışma alanının görüş alanını kısıtlamasıdır. Lomber spinal füzyon cerrahisinde cerrahi tedavilerdeki güncel ilerlemeler gibi, bu yaklaşım da füzyon için bazı özel klinik durumlarda retroperitoneal ya da posterior spinal kanal bölgelerine müdahil olmamak için alternatif bir cerrahi teknik olarak kullanılabilir. Burada ELIF prosedürüne ait tüm cerrahi yöntem açıklanacak ve yöntemin biyomekanik ve klinik yönleri tartışılacaktır.

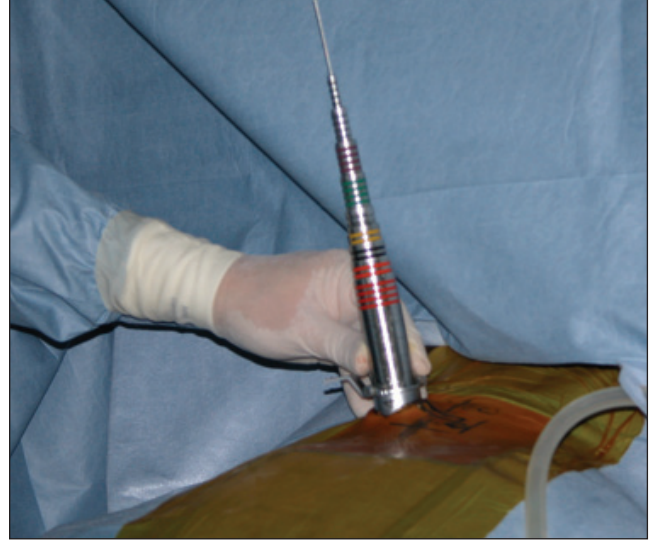
CERRAHİ TEKNİK

1. Pozisyon: Hasta, Wilson çerçevesi ya da Jackson masasına yüzüstü yatırılır. İntervertebral disk aralığını genişletmek için diz-göğüs pozisyonu kullanılabilir.
2. Deri insizyonları orta hattın 3 cm ya da daha uzakta, iki yanlı olarak yapılır. Ardından torakolomber ya da lomber aponevroz delinir. Fasya insizyonu genellikle multifidus ve longissimus kas grupları arasındaki oluktan yapılır. Bu kas içi plan cerrahın, ekstraforaminal normal yapıları ortaya çıkarmak için iki kas grubunu ayırırken damarsız bir yol bulmasını sağlar.



1. ELİF yaklaşımında cilt insizyonu

3. Yeni tübüler retraktörle minimal invazif yaklaşımın ortaya çıkışıyla, anlatılan kas içi plan daha az hasarla geçilerek hedefe ulaşılabilir.



2. Tübüler retraktör kullanarak paramedyan yaklaşım



3. Ekartörün yerleştirilişi

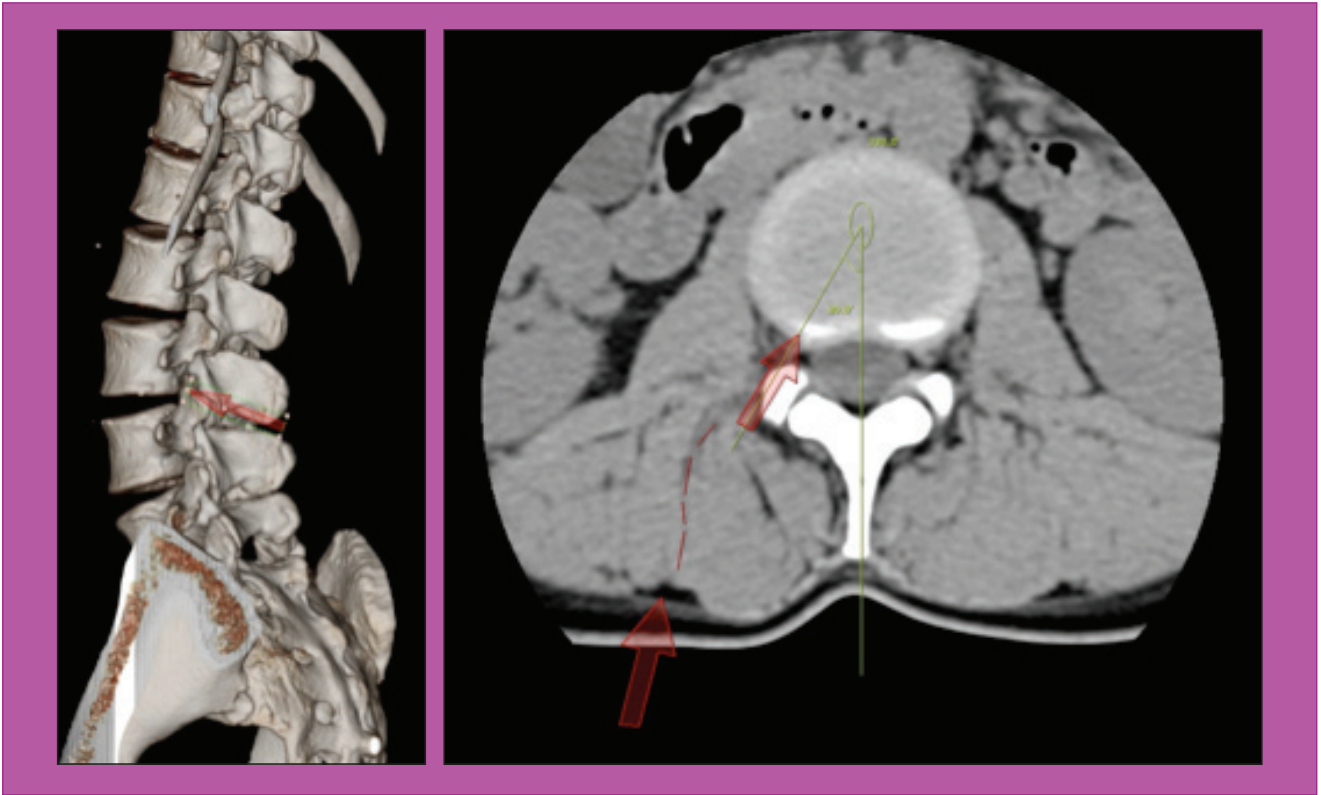
- Hedef segmentteki kemik yapı, transvers çıkıntılar ve faset dış kısmını ortaya konurken posterior gerilim bandını oluşturan paraspinal kas sistemi ve ligamanlar korunur.
- Uzak laterali ve ekstrakanaliküler disk aralığını ortaya koymak için diseksiyon kaudal vertebranın transvers çıkıntısının üst kısmından ve artiküler

çıkıntının lateralinden başlatılır ve intertransvers kas ve ligaman diseke edilir.

- Süperior eklem çıkıntısının laterali rezeke edilir, kaudal lumbar vertebra (L5-S1'de sakral ala) ortaya konur.
- Sınırları anterolateralde çıkan sinir kökü, medialde geçen sinir kökü ve dura, kaudalde ise kaudal lum-

bar vertebranın vertebral uç plağı tarafından çizilen Kambin üçgeni (6) ortaya konur. Bu üçgen ekstra-kanaliküler yaklaşımda diske ulaşılan güvenli bölgedir.

- Bu koridor, çıkan kökü tanımayı ve nöral retraksiyon yapmaksızın interbody füzyon için gerekli diskektomi ve uç plağı hazırlığını yapmayı sağlar. Aşağıdaki resimlerde çalışma açısı görülmektedir.



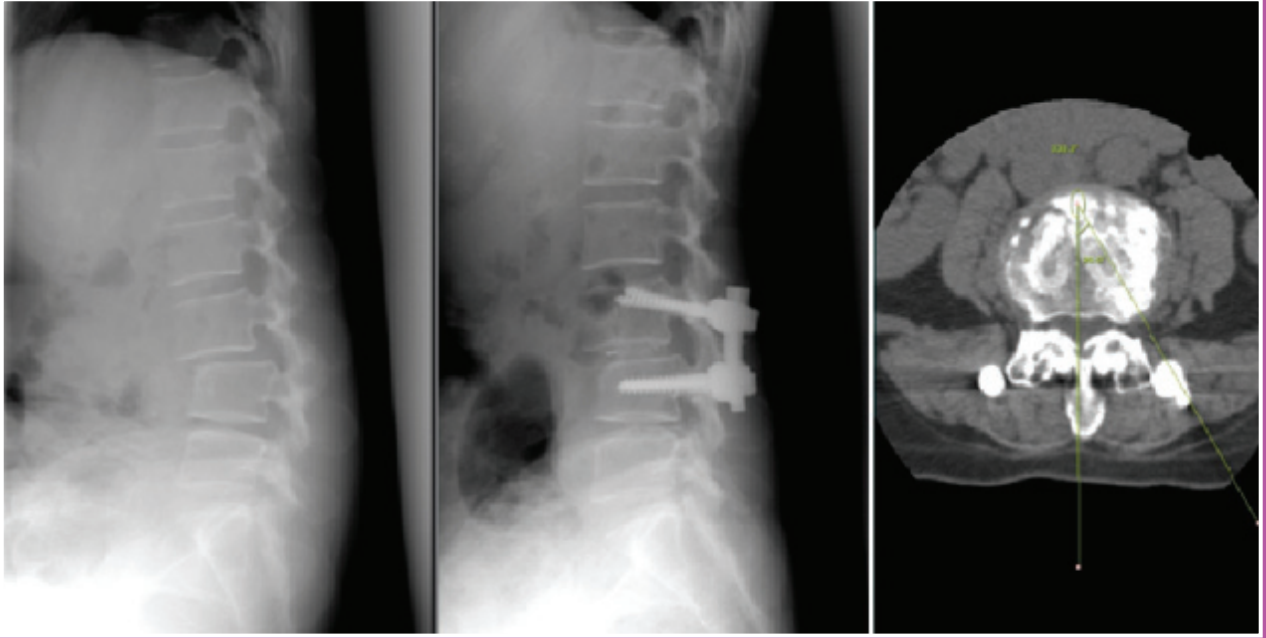
- Interbody füzyon kafesi füzyon artırıcı material (progenitor hücreler, vb) ve allograftla ya da otogreft kemikle doldurulur. Ardından kafes disk boşluğuna 30 derecelik açıyla yerleştirilir.
- Vertebral distraksiyon için geçici vidalar (transvers çıkıntıyla süperior fasetin kesişme noktasından) konabilir ve kafes yerleştirildikten sonra çıkartılabilir. Korunan tüm bağlar; anterior annulus, tüm

anterior ve posterior ligamanlar, ligamentum flavum ve fasetler 360 derecelik gerim bandını koruyarak tek başına konan kafeslere yeterli stabilizasyon sağlar.

- Spondilolitik veya istmik spondilolistesis gibi bariz instabilite vakalarında pedikül vida fiksasyonu eklenebilir.
- Aynı işlemler karşı taraftan da uygulanır.

ÖRNEK OLGU

Mekanik bel ağrılı ve radikülopatili bir L3-L4 spondilolistezis olgusu. Takibin 5. yılında yapılmış postoperatif görüntülemeler anterior ve posterior kas ve bağ yapılar zarar görmeden gerçekleştirilmiş başarılı kemik füzyonunun göstermektedir.



ELİF UYGULAMASININ BİYOMEKANİK VE KLİNİK YÖNLERİ

Cerrahi travmayı en aza indirmek adına, füzyonda minimal invazif cerrahi teknikler kullanılmaktadır. Bu uygulamaların her birinin kendi olumlu ve olumsuz yanları vardır. Geleneksel olarak, PLIF etkin posterior dekompresyon ve füzyon sağlar ancak kaçınılmaz olarak posterior kemik-ligaman yapılarına ve paraspinal kaslara önemli ölçüde zarar verir. Nöral hasar da önemlibir endişedir.

ALIF ekstansiyondaki sabitleyiciler olan kalın ventral annulus ve anterior longitudinal ligamanı ortadan kaldırır, ve ayrıca damar hasarı ve retrograd ejakulasyon riski yaratır.

ELIF fasetler ve paraspinal kas sistemi gibi tüm posterior unsurları korur ancak posterior dekompresyonu sınırlandırır. Bu nedenle, ELİF normal yapıların cerrahi destabilizasyonundan kaçınılırken, posterior dekompresyon da gerekli olmayan olgularda bir interbody füzyon yöntemi olarak kullanılır.

Biyomekanik olarak, ALIF ya da PLIF'le kıyaslandığında ELIF uygulamasının üç avantajı vardır: 1) Bölgesel uç plak yapısı, 2) Kafes yerleşimindeki farklılık, 3) Bölgesel disk yükseklikleri (7).

Birincisi; ELIF tekniğinde kafeslerin, uç plakların daha sağlam ve yük taşımaya daha uygun olan yan taraflarına yerleştirilmesidir ("boundary effect"). İkincisi; kafeslerin aksiyel ya da koronal planda 30 derecelik bir açıyla çapraz olarak yerleştirilmesidir. Bu da ELİF tekniğinde diğer tekniklere kıyasla uç plaklarda daha homojen bir yük dağılımı sağlar. Bu iki özellik, füzyon uygulanan osteoporozlu ya da yaşlı hastalarda çökme riskini azaltır.

ELIF uygulaması, tüm kemik ve ligaman yapılarının korunması sebebiyle daha fizyolojik bir yük transferi sağlar. Ventral annulus ve anterior longitudinal ligaman ekstansiyonda ön gerilim bandını sağlar ve interbody kafeslerin lateral yerleştirilmesi dorsolateral vertebral duvara yakınlığı sayesinde etkili bir yük nakli oluşturur. Sonuç olarak ELİF uygulaması fizyolojik olarak daha olumlu yük dağıtım şeklidir.

Son olarak, dış intervertebral diskin yüksekliği iç kısımlarına göre daha dardır ve bu sebeple ELIF tekniğinde 9-11mm yüksekliğindeki kafesler yeterlidir. Posterior yaklaşımda ise sıklıkla 11-13mm yüksekliğinde, nispeten daha büyük kafesler kullanılır.

Özet olarak, ELIF prosedürü biyomekanik ve anatomik özellikleriyle diğer interbody füzyon teknikleriyle kıyaslandığında; uç plak üzerinde alışılmamış bir yere, intervertebral aralığın daha dar ve uç plağın daha dayanıklı olduğu lateral bölgeye ve daha ufak ebatlarda yerleştirilebilme gibi farklılıklar gösterir.

SONUÇ

Spinal interbody füzyonda ekstraforaminal yaklaşım, enstrümanlı veya enstrümansız interbody füzyon gerektiren ancak nöral dekompresyona ihtiyaç duymayan hastalarda geçerli bir cerrahi seçenektir. Bu yaklaşım postoperatif müsküler ağrı ve atrofiden kaçınmada etkilidir ve füzyon süreci gerçekleşirken çökme riskini azaltır.

KAYNAKLAR

1. Wiltse LL and Spencer CW: New uses and refinements of the paraspinous approach to the lumbar spine. Spine 13:696-706, 1988
2. Wang QP, Lee NS, Zhang Y, et al: Intertransverse approach for extraforaminal herniations. Spine 22(6):701-5, 1997
3. Recoules-Arche D: Greffe lombaire intersomatique par voie extra-foraminale. Rachis 12:345-348, 2000
4. Recoules-Arche D, Alcaix D. Extra-foraminal lumbar interbody fusion (ELIF) 30 degenerative lumbar dislocations. 1 year follow-up. Rachis. 16:3;197- 204, 2004
5. Philips FM, Cunningham B: Intertransverse lumbar interbody fusion. Spine 27:E37-E41, 2002
6. Hermantin FU, Peters T, Quartararo L, Kambin P: A prospective, randomized study comparing the results of open discectomy with those of video-assisted arthroscopic microdiscectomy. J Bone Joint Surg 81A:7; 958-964, 1999
7. Sohn MJ, Kayaşja MM, Kılınçer C, Ferrara LA, Benzel EC. Biomechanical evaluation of the ventral and lateral surface shear strain distributions in central compared with dorsolateral placement of cages for lumbar interbody fusion. J Neurosurg Spine 4:219-224, 2006

EXTRAFORAMINAL LUMBAR INTERBODY FUSION (ELIF) AN OPTIONAL SURGICAL STRATEGY

Moon-Jun Sohn, MD, PhD. Neurosurgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Korea

INTRODUCTION

Spinal lumbar interbody fusion is the most popular and standard surgical method to achieve successful spinal fusion in terms of the perceived benefits of ventral anterior column support which increasing ventral column load bearing ability through the increased construct stiffness. This effective load transfer construct increases the chance of bony fusion. Various interbody fusion methods have been used to obtain the successful fusion depending on the different clinical situation. Posterior or transforaminal lumbar interbody fusion (PLIF or TLIF) is often performed for decompression such as laminectomy and/or facetectomy and also allows subsequent interbody fusion and fixation. Often, unfavorable outcome of posterior approach relates with postoperative epidural fibrosis and neuro-muscular damage caused by musculoskeletal dissection and neuronal distraction during surgery.

To reduce surgical damage from traditional surgical opening for spinal fusion, many surgical approaches have been developed depending upon different clinical settings of spinal diseases.

Anterior lumbar interbody fusion (ALIF) is another effective fusion method to achieve anterior column support at L3-4, L4-5 and L5-S1 levels with or without supplementary posterior approach for decompression and / or instrumentation. However, the resection of the anterior longitudinal ligament and ventral annulus in ALIF affects loss of tension band during extension which leads to augment supplementary posterior fixation or stand-alone anterior fixation, such as anterior plating or anterior anchoring screw fixation.

With the advent of minimally invasive spinal surgery, minimally invasive TLIF is increasingly popular fusion procedure which enables us to perform decompression and simultaneous interbody fusion and fixation bilaterally via either unilateral or bilateral approaches or bilateral in conjunction with percutaneous screw fixation. Direct lumbar interbody fusion (DLIF) for spinal fusion is another MIS procedure can effectively apply the spinal segment above L4-5 mostly L2-3, L3-4 disc levels and possibly L1-2 but required more of an angle for cage insertion. Additionally posterior fixation is also required in DLIF procedure.

Anterior approach can be used for the patient with segmental instability without requiring posterior decompression

or multiple interbody fusion with deformity correction. All anterior approaches often require supplementary posterior fixation although stand-alone anterior cage with fixation is available.

In the meantime, extraforaminal approaches were introduced to minimize the surgical destabilization. As a less invasive surgical procedure, extraforaminal lumbar interbody fusion (ELIF) has been introduced to achieve successful fusion with minimizing the surgical damage of normal structures for surgical exposure in the selected cases who don't need posterior decompression¹. Wang et al² reported on one of the benefits of the extraforaminal approach, preservation of the dorsal spinal elements, as well as the anterior longitudinal ligament. Recoules-Arche^{3,4} studied his substantial clinical experiences of extraforaminal lumbar interbody fusion using nonmetallic cages filled with the autologous iliac cancellous bone for patients who had degenerative lumbar spine disease, discopathic degenerative protrusion, degenerative spondylosis and spondylolisthesis which were mostly required spinal stabilization and fusion with no need to posterior decompression. He noted structures that were normally disrupted or removed during the surgical approaches could be preserved, especially the anterior longitudinal ligament, ventral annulus fibrosis and the dorsal spinal elements, including the posterior longitudinal ligament. This approach also helped prevent postoperative epidural fibrosis via extraforaminal and extracanalicular approach. The anatomic feasibility of this approach has been reported which named it the intertransverse lumbar interbody fusion (ILIF)⁵. Then the procedure was subsequently performed to two clinical cases using autologous iliac bone graft and supplementary translaminar transfacet fixation (Magerl's procedure) following four cadaver study. There was a noted difficulty in applying this approach to the L5-S1 level from an anatomical prospective. The possibility of performing this approach for the L3-4 and L4-5 levels has been reported. The advantage of this approach is that the ventral and dorsal elements can be preserved but the disadvantages are that two separate incisions are required and a deep operating field limits exposure. As recent advances in surgical treatments of lumbar spinal fusion surgery, this approach can be used an optional surgical technique for fusion in the treatment of some specific clinical settings not to involve retroperitoneal or posterior spinal canalicular space.

Herein, the entire surgical method of this ELIF procedure will be introduced and its biomechanical and clinical perspectives are also discussed.

Surgical procedures (techniques)

1. Position: A prone knee-chest position or prone position placed over Wilson's frame or Jackson table is utilized to enhance disc space widening for approach.
2. Skin incision is made over 3 cm or more bilaterally off the midline and then thoracolumbar or lumbar aponeurosis is incised. The fascia incision is usually made over the small groove between multifidus and longissimus muscle group. This intermuscular plan enable surgeon to find avascular plan in order to separate two muscle group for exposing the extraforaminal normal structures.
3. In advent of recent minimally invasive approach with tubular retractor, MIS paraspinal muscle splitting approach to target can be effectively performed through this intermuscular plan without significant violation of paraspinal musculature.
4. Exposing the bony structures, transverse process and external part of facet at the target segment is dissected while the paraspinal musculature and osteoligamentous structures which offers posterior tension band are spared.
5. To expose the far lateral, extracanalicular disc space, dissection of the inter-transverse muscle and dorsal of the intertransverse ligament is proceeded from the external articular mass and upper part of transverse process of caudad vertebra
6. Resection of the external part of the superior articular process, caudad vertebra at lumbar vertebrae and sacral ala at L5-S1 level included
7. Exposing Kambin triangle⁶, which is bordered anterolaterally by the exiting nerve root, medially by the transverse nerve root and dura, and caudally by the vertebral endplate of the caudad lumbar vertebral. The target point is the loci where endoscopic approach is assessed, which is Kambin's triangle, safe zone to access disc, extracanalicular approaches.
8. This space allows safe surgical landmark to identify upper exiting nerve root while performing the discectomy and preparing endplate for interbody fusion without neural retraction.
9. Interbody fusion cage is filled with progenitor host cells and allograft or autograft bone chips. Then the cage is placed into the disc space on each side in the angle of 30 degree.
10. Temporary screws for vertebral distraction are applied at the point of intersecting transverse process and superior facet while stand-alone interbody fusion cage is inserted. The spared ligamentous structures provide sufficient stability maintaining strong 360 degree of tension band forces served by anterior annulus and ALL anteriorly and interspinous ligament and ligamentum flavum including facet joints posteriorly.

11. Pedicle screw fixation can be applied for secure fixation in the cases of overt instability such as spondylolytic or isthmic spondylolisthesis.
12. The same procedure is performed on the opposite side.

A CASE ILLUSTRATION

A case of lumbar spondylolisthesis L3-4 with mechanical back pain and radiculopathy.

Preoperative simple radiography showed overt instability with kyphotic angulation which was corrected by ELIF operation. Postoperative radiography and CT scan shows successful bony fusion without sacrificing anterior and posterior musculo-ligamentous structures on 5 years follow-up.

Biomechanical and clinical perspectives of ELIF procedure.

To minimize surgical trauma, minimally invasive surgical techniques have been used for fusion. Each of minimally invasive procedure has its own advantages and disadvantages. Traditionally, PLIF provides effective posterior decompression and fusion but inevitably sacrifices posterior osteoligamentous structures and paraspinal muscles which produce epidural fibrosis and muscular atrophy as well as a risk of neural injury. ALIF removes the stabilizers on extension which are thick ventral annulus and anterior longitudinal ligament and increases risks of vascular injury or retrograde ejaculation. ELIF preserve all posterior elements, facets & paraspinal musculature but limits posterior decompression. Therefore in the selected indication which is not required posterior decompression, ELIF is effectively used for interbody fusion while avoiding surgical destabilization of normal structures and its related complications caused by surgical damage.

Biomechanically⁷, there are three different anatomical considerations over ALIF or PLIF when performing ELIF procedure which are 1) regional endplate modulus, 2) configuration of cage inserts and 3) regional disc heights.

Firstly, fusion cages are placed onto lateral parts of endplate on both sides where provides stiffer modulus bearing effective buttress, which is so called boundary effect. Next, through the extraforaminal approach cages are inserted oblique pattern with an angle of 30 degree in the axial plan or coronal plan. These two features offers lower risk of subsidence to the patients with elderly or osteoporosis while complete fusion occurs. The interbody fusion alters the strain distribution pattern because the compressible nucleus pulposus is replaced with a stiffer interbody fusion cage. The biomechanical properties of the interbody fusion segments are altered in different ways by the different procedures. Eccentric cage placement is superior to central placement in conserving surface strain distribution and is therefore expected to result in a diminished incidence of subsidence, compared to more traditional implantation techniques. ELIF produce more physiological load transfer during load which preserved by intact bone and ligament structures. Ventral annulus and anterior longitudinal ligament provides ventral tension band during extension and lateral placement of interbody fusion cages offers effective load transfer pathway supported by stiffer

modulus of dorsolateral vertebral wall. The biomechanical differences may result in a lower rate of subsidence and a more physiologically favorable load distribution in ELIF procedure.

Finally, the height of outer intervertebral disc is narrower than that of inner parts of intervertebral disc so that smaller size of cage is determined in the range of 9 to 11 mm in its height. Through the posterior approach we often use bigger cages which size is 11 to 13 mm in its height comparatively. In summary, ELIF procedures differs biomechanical and anatomical features over others for cage inserts which placing eccentric location over central endplate region, smaller size

into the narrower height of intervertebral space and onto stiffer modulus of endplate in lateral portion.

CONCLUSION

Extraforaminal approach for spinal interbody fusion is a viable surgical option in the selected patients who require interbody fusion with or without instrumentation but no need to decompress spinal stenosis. This approach may effectively spare postoperative muscular atrophy and its related pain as well as reduce the risk of subsidence while successful bony fusion occurs.