
LCP.

Den nya osteosyntestekniken

JAN-MAGNUS BJÖRKENHEIM OCH JARKKO PAJARINEN

Den kirurgiska behandlingen av frakturer har radikalt utvecklats under de senaste decennierna. Anatomisk reduktion och absolut stabilitet som tillåter tidig mobilisering är ännu i dag osteosyntesens hörnstenar. På grund av sekundära komplikationer, såsom osteosyntesens kollaps, skruvar som backar ut, blodcirkulationsstörningar i benet samt utebliven läkning av frakturen, ledde till att man utvecklade implantaten och sökte mer biologiska lösningar. Samtidigt som antalet patienter med benskörhet och frakturer blev allt större, växte även samhällets krav på bättre fungerande implantat och allt skonsammare operationstekniker. LCP-systemet fungerar som extern intern fixation. Det betyder att systemet bevarat de tidigare grundprinciperna men är skonsammare mot benets egen blodtillförsel. Principen med indirekt reduktion och relativ stabilitet skapar nya möjligheter för en mer biologisk läkning av frakturen. Skruvarna som låses till plattan bildar ett eget vinkelstabil system, vilket garanterar tillräcklig stabilitet som tål en betydande axial kompression och belastning. Flera av de komplikationer man ser efter konventionell osteosyntes kan undvikas med att använda LCP-systemet på rätt sätt. Därför har LCP-tekniken funnit sin plats vid kirurgisk behandling av osteoporosrelaterade frakturer hos äldre patienter. Man bör dock komma ihåg att LCP-systemet enbart är olika implantat som bör användas tekniskt rätt. Fel använd kan tekniken ge upphov till mycket krävande komplikationer.

Artikeln ger en översikt av hur man i dag kan utnyttja denna nya lovande teknik.

Den operativa frakturbehandlingen har under de senaste åren utvecklats för att ännu bättre motsvara samhällets stora förväntningar. Tidigare ansåg man att anatomisk reduktion och absolut stabilitet av alla fraktursegment var ett måste för att kunna börja en tidig mobilisering och rehabilitering (1). Frakturen läktes med direkt benläkning, dvs., utan yttre kallus. Även om osteosyntesen biomekaniskt var stabil och stark, stötte man på många komplikationer. De berodde till stor del på den omfattande friläggning av mjukdelarna som krävdes för att reponera frakturen. Blodcirkulationen kunde skadas, och de avaskulära benfragmenten förhindrade eller försvårade benläkningen. Slutresultatet kunde vara pseudoartros, kroniska infektioner samt osteosyntesens kollaps. Det funktionella slutresultatet var i dessa fall katastrofalt (2).

Den interna fixationens utveckling stod dock inte på stället. Jeffrey Mast utvecklade på 1980-talet (3) tekniken med indirekt reduktion och relativ stabilitet. Det här gör att

frakturen läks indirekt, dvs. med hjälp av en kallus. Masts teknik utvecklades ytterligare av Reinhold Ganz (4) och av Christian Krettek (5) som på 1990-talet introducerade tekniken med MIPO- ("Minimal Internal Plate Osteosynthesis") och LISS ("Limited Internal Sabilization System"). Den bygger på indirekt reduktion, vilket kräver röntgengenomlysning. Därtill arbetar kirurgen via små hudsnitt och frilägger mjukdelarna minimalt. Studier med kadaver demonstrerade hur den periosteala

FÖRFATTARNA

Jan-Magnus Björkenheim är docent i ortopedi och traumatologi vid Helsingfors universitet och avdelningsöverläkare vid Tölö sjukhus.

Jarkko Pajarinen är docent i ortopedi och traumatologi vid Helsingfors universitet och avdelningsöverläkare vid Tölö sjukhus.

blodcirkulationen bevarades bättre än vid användning av den traditionella osteosyntesmetoden. MIPO-tekniken kräver specialgjorda plattor och skruvar men åstadkommer en mer biologisk läkning med färre biologiska komplikationer (blodcirkulationsstörning, bennekros och infektion). Den platta som användes hade även en mindre kontaktyta till benet (interface) än den konventionella dynamiska kompressionsplattan (6). Denna teknik belyser bra de nya AO-principerna, dvs. tillräcklig stabilisering av frakturen, biologisk handläggning av plattan, som inte kräver anatomisk formgivning, indirekt reduktion och tidig mobilisering (7).

Den stora nyheten inom frakturimplantat är LCP-plattan (Locking Compression Plate). Systemet produceras för olika delar av kroppen med specialkonstruerade plattor. Principen baserar sig på indirekt reduktion, absolut stabilitet i de lednära frakturfragmenten, relativ stabilitet i benets diafys- och metafysområden, vilket möjliggör en indirekt läkning av frakturen med kallus. Metoden kräver inte att plattan precis formas efter benets anatomi. Plattan tillverkas med kombinationshål (Figurerna 1a–c), vilket ger kirurgen en möjlighet att använda vanliga kortikala skruvar, dragskruvar för interfragmentär kompression eller skruvar som låses till plattan (8,9). Den största fördelen här är att skruvarna i plattan kan göras vinkelstabila, vilket innebär att enstaka skruvar inte lossnar och att hela plattan-skruvkomplexet beter sig som en enhet. En annan fördel är att plattan inte av skruvkraft komprimeras mot skelettet och därför innebär minskad risk för strangulering av blodkärl under plattan. I praktiken innebär detta att man kan åstadkomma absolut stabilitet i lednära eller intraartikulära frakturer

genom att skruvarna låses till plattan. Varje skruv bildar då en vinkelstabil enhet med plattan, vilket garanterar den nödvändiga absoluta stabiliteten. Ett gott exempel är distala femurfrakturer (Figur 2). Frakturen kan stabiliseras med ett antal vinkelstabila skruvar i femurkondylen efter att plattan har lagts an mot femurskaftet. Detta ökar kirurgens frihet att anpassa sig till patientens anatomi. En konventionell DCS-konstruktion har den nackdelen att placeringen av kondylskruven styr plattan och därför blir en kritisk del av operationen. En felaktig placering av kondylskruven medför dålig anpassning av plattan mot femur.

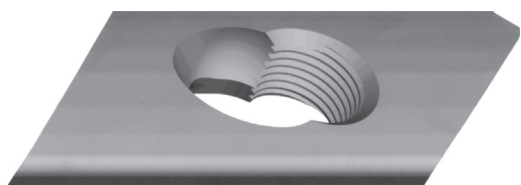
LCP-tekniken

LCP-plattor

Systemet med LCP-plattor gör det möjligt att med samma platta antingen låsa skruvarna eller använda den vanliga osteosyntestekniken. För att detta skall lyckas, behövs det ett kombinationshål med skruvgångor; LCP-plattan gör det möjligt att med samma platta antingen låsa skruvarna eller använda den vanliga osteosyntestekniken. Samma skruvhål kan användas för en vanlig kortikalskruv eller dragskruv. Därtill kan skruvhålet användas för en interfragmentär stabilisering med dragskruv. (Figur 1a)

Skruvar

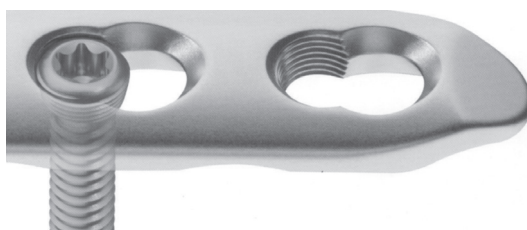
De låsbara skruvarna skiljer sig från tidigare kortika- respektive spongiosaskruvar i och med att skruvens huvud är koniskt med skruvgångor för att kunna låsas till plattans motsvarande gängor. Skruven är självgängande. Dessutom är skruvens gängor tätare för att ge ett bättre fäste i osteoporotiskt ben.



Figur 1 a

Kombinationshålet som gör det möjligt att använda

1. vanlig kortikalskruv
2. kompressionsskruv för den interfragmentära kompressionen
3. låsbar skruv



Figur 1b.

LCP-platta med den skruv som låser sig till plattan.



Figur 2. Suprakondylär femurfraktur. Det distala fragmentet stabiliseras med flera låsta skruvar. Dessa bildar alla varsitt vinkelstabila system som garanterar stabiliteten. Plattan behöver inte formas anatomiskt, och diafysfrakturen läks med indirekt förbening med kallus över frakturområdet.

De låsbara skruvarna har dessutom en större diameter hos kärnan för att förstärka skruven och för att överföra belastningen på ett större område av benet. Skruven skruvas fast i plattan med hjälp av en speciellt utvecklad skruvmejsel som garanterar ett jämnt och tillräckligt vridmoment. De låsbara skruvarna kan inte fästas med fri hand utan kräver alltid en speciell "guide" som garanterar att skruvens gängor exakt passar in i plattans motsvarande gängor. Så här åstadkommer man ett vinkelstabil system med varje låsbar skruv. Vinkelstabiliteten säkerställer en tillräcklig stabilitet, och skruven backar inte ut ur även ett osteoporotiskt ben. Skruven kan vara mono- eller bikortikal och framställs i rostfritt stål eller titan.

Indikationer

Få artiklar, än färre textböcker, har skrivits med fokus enbart på behandling av bensköra frakturer. Avsaknaden av adekvat litteratur kan förefalla märklig, eftersom de flesta ortopedkolleger, inte bara i Finland utan i hela västvärlden, behandlar patienter med benskörhetsfrakturer. En gemensam näm-

nare för alla osteoporosfrakturer är att det lednära fragmentet blir allt kortare. Vanliga kortikal- eller spongiosaskruvar fäster dåligt i osteoporotiskt ben med den påföljden att osteosyntesen lätt kollapsar. LCP-plattans låsbara skruv är tjockare än motsvarande kortikal- eller spongiosaskruv. Dessutom är skruvgångorna tätare. Detta bidrar till att skruven fäster betydligt starkare speciellt i ett skört ben (1). Den främsta kliniska fördelen är att de kortare lednära fragmenten kan stabiliseras med hjälp av absolut stabilitet. Och då skruvarna dessutom inte alls lika lätt backar ut, kan man inleda den eftersträvade tidiga mobiliseringen och göra rehabiliteringen både säkrare och effektivare.

Andra indikationer förutom osteoporosrelaterade frakturer är splitterfrakturer i de långa rörbenens skaft, intraartikulära frakturer samt pseudoartroser och periprotetiska frakturer. Mindre förekommande indikationer är stabilisering vid osteotomier (10).

Proximala humerusfrakturer

De proximala humerusfrakturerna ökar kraftigt beroende på en åldrande population och samtidigt ökad osteoporos. Tidigare ansåg man att de flesta av dessa frakturer skulle behandlas konservativt, främst på grund av anspråkslösa resultat med konventionella T-plattor. På grund av osteoporosen gick det inte att stabilisera frakturen tillräckligt, och i kombination med den otillräckliga blodcirkulationen höll inte skruvarna; det uppstod avaskulär nekros i caput humeri, vilket ledde till osteosynteskollaps. Med hjälp av LCP-tekniken (Philos platta), där skruvarna låses till plattan och bildar en stark vinkelstabil enhet utan att belasta benets kortikala blodcirkulation, har man kunnat uppnå lovande resultat (11). Philos platta gör det möjligt att fixera rotator cuff-manschetten i plattan för att ytterligare stärka osteosyntesens hållbarhet. Även äldre och patienter med benskörhet har en större chans att förbli självständiga då de klarar av olika dagliga funktioner som kräver en rörlig, stabil och smärtfri skulderled (Figur 3) (11).

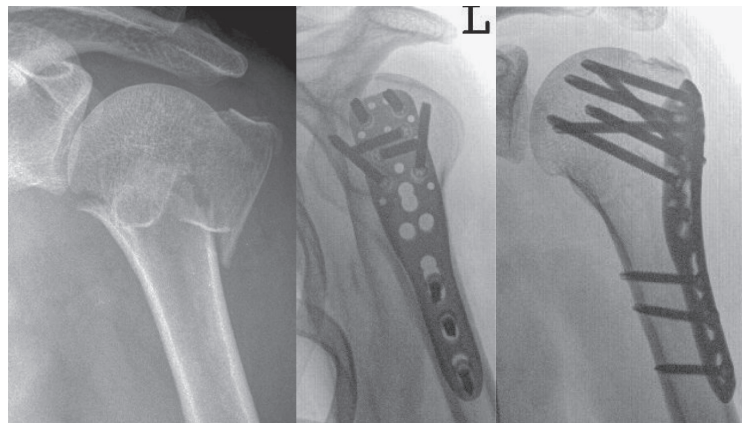
Distala humerusfrakturer

Ett gemensamt drag för de flesta osteoporotiska intraartikulära eller lednära frakturer är att det distala fragmentet är allt kortare vilket innebär att absolut stabilitet med hjälp

av dragskruvar inte är möjlig. Genom att använda anatomiskt färdigt formade låsbara plattor är det möjligt att uppnå den behövliga absoluta stabilitet som krävs för lyckad läkning av frakturen och rehabilitering av leden. Den största indikationsgruppen utgör patienter med långt framskriden osteoporos och med även metafysärt splittrad supracondylär humerusfraktur (12).

Distala suprakondylära femurfrakturer

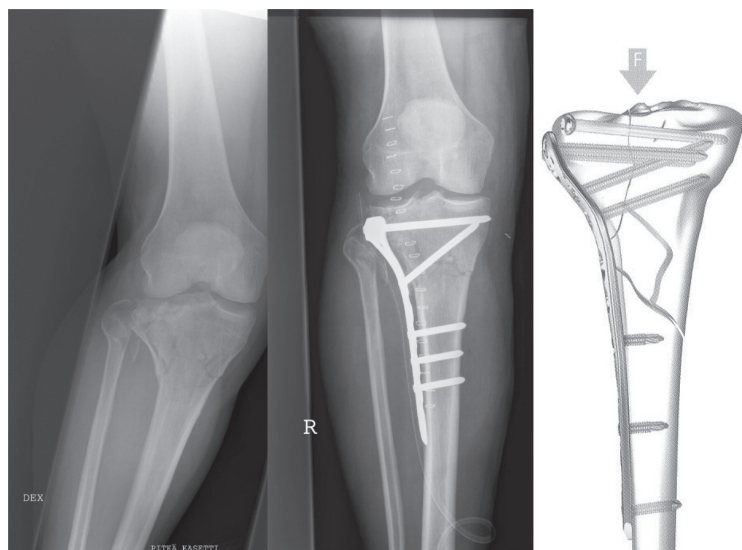
Systemet med LCP-plattor öppnar för förenklade fixationer. Distala femurfrakturer fixeras med ett antal vinkelstabla skruvar i femurkondylen. På så sätt kan man säkerställa lårbenets rätta rotation och normala anatomiska axel. MIPO- och LISS-tekniken underlättar en atraumatisk behandling av mjukdelarna, vilket återspeglas i en pålitlig förbening och adekvat mobilisering (Figur 2).



Figur 3. 4-fragments fraktur av proximala humerus hos en 75-årig kvinna. Observera att de låsta skruvarna divergerar och alla bildar varsitt vinkelstabla system. När plattan inte komprimeras mot benet, komprimeras blodcirkulationen minimalt.

Proximala tibia

I proximala tibia skapar vinkelstabla skruvar en välkommen armering av tibiaplatån. Därmed blir rekonstruktionen starkare och tål till och med axial belastning. Man bör dock se upp med placeringen av de låsbara vinkelstabla skruvarna, som bara kan sättas in i en riktning och därför kan hota den intilliggande leden. Genomlysning är ett måste i dylika fall. I bikondylära tibiafrakturer opererar man på den laterala sidan, och det är möjligt att helt och hållet lämna den mediala sidan orörd. De flesta mjukdelskomplikationerna uppstår just på den mediala sidan och kan nu till stor utsträckning kringgå. I vissa fall kan man t.o.m. undvika extern fixation av den mediala sidan (Figur 4).



Figur 4. Bikondylär C2-fraktur av proximala tibia. Absolut stabilitet i det lednära fragmentet säkras med vinkelstabla låsta skruvar. Plattan behöver inte anatomiskt formas till diafysen. Den axiella belastningen överförs till plattan. Den mediala sidan behöver ingen ytterligare fixation.

Distala tibia

Den bensköra och splittrade frakturen av distala tibia, som sträcker sig över metafysen till diafysen, kräver absolut stabilitet i det lednära frakturfragmentet. Detta kan vara omöjligt att uppnå med vanliga dragskruvar eftersom en interfragmentär kompression inte är möjlig på grund av dåligt fäste för skruvarna i det sköra benet. Däremot ger LCP-tekniken en god förutsättning för absolut stabilitet. Ledytan stabiliseras med hjälp av de låsbara skruvarna genom plattan. Varje skruv bildar ett vinkelstabla system. Det splittrade metafysära området överbyggs med LCP-plattan

som fästs i det friska diafysära benet. Sålunda behärskar man både tibians rotation och garanterar att benet har riktig längd. Blodcirkulationen i det splittrade fraktursegmentet förblir intakt. Frakturen läks indirekt med en liten kallusbildning.



Figur 5. Pilon tibiale där mjukdelarna tillåter en direkt osteosyntes med LCP-platta. Absolut stabilitet säkerställs i det distala lednära splitterfragmentet med hjälp av divergerande skruvar som är låsta till plattan.

Pilon tibiale

Pilon tibiale-frakturer är de mest krävande av alla frakturer i vristen. De uppstår efter axiellt våld i benets riktning, och mjukdelarna samt ledytorna är alltid svårt skadade varför läkningsbetingelserna är försämrade. I de flesta fall eftersträvar man att säkra benets normala längd med hjälp av en temporär extern fixation. Samtidigt avlastas leden, vilket anses ha en positiv effekt på mjukdelarna och deras blodcirkulation. Själva ledbrusket mår också bättre om trycket inne i leden minskar. När mjukdelarnas svullnad tillåter, tar man bort den externa fixationen och gör en definitiv rekonstruktion med hjälp av specialgjorda LCP-plattor som säkerställer absolut stabilitet och påverkar benets och mjukdelarnas blodcirkulation så lite som möjligt (Figur 5).

Distala radiusfrakturer

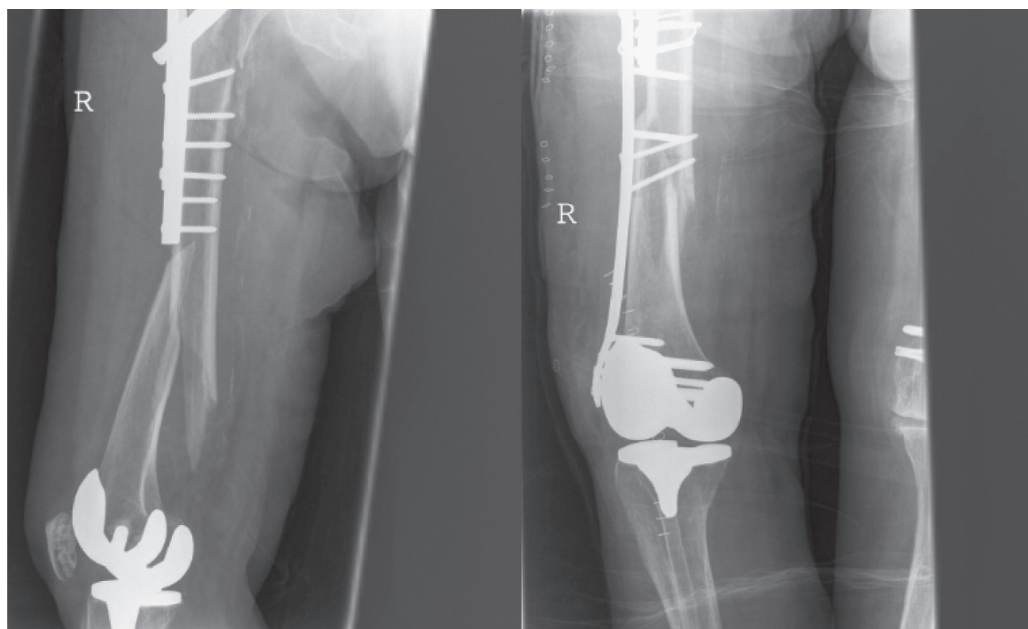
Handledens frakturer är den vanligaste frakturen i synnerhet hos äldre personer. Traditionellt har de behandlats med gipsförband efter reponering. Tyvärr har det visat sig att resultaten inte motsvarar förväntningarna. LCP-systemet tillåter en anatomisk reduktion, stabiliserar frakturen och tillåter en tidigare aktiv rörlighet hos handleden. Resultatet blir en bättre rörlighet. De distala radiusfrakturerna behandlas i en särskild artikel i detta nummer.

Pseudoartroser

I de flesta fall förbenas rörbenens diafysfrakturer med ett gott funktionellt slutresultat. Benläkningen styrs av frakturans stabilitet och tillräcklig lokal blodcirkulation. Om någondera parametern sviker, läks inte frakturen. Det har visat sig att LCP-systemet erbjuder ett bra behandlingsalternativ eftersom systemet garanterar en tillräcklig stabilitet och inte nämnvärt försämrar blodcirkulationen. Plattan fästs i det friska rörbenet och överbygger själva frakturen.

Periprotetiska frakturer

I mängden av osteoporosfrakturer ökar också frekvensen av frakturer runt proteser och frakturimplantat. Som man bäddar får man ligga heter det ju. Dessa frakturer är alltid svåra att hantera rent operationstekniskt. Patienterna kommer in akut. De kräver inte sällan en lång utredning och behandling innan man kan operera själva frakturen. Därtill hamnar patientgruppen ofta i gränssnittet mellan två subspecialiteter inom ortopedi, artroplastik och traumatologi. En återkommande kontrovers är vilka patienter som bör genomgå avancerad protesrevision eller krävande frakturfixation. Vägvalet kan ibland ske först när frakturen är exponerad och protesstabiliteten har testats peroperativt. Om protesen är stabil, erbjuder LCP-tekniken vissa fördelar. Det är viktigt att välja gängse frakturbehandlingsprinciper. Intermediärfragmentet bör fixeras med kompressionsskruv mot själva huvudfragmentet.



Figur 6.
LCP-tekniken gör det möjligt att uppnå tillräcklig stabilitet även i osteoporosfrakturer kring proteser.

LCP-plattan kan fästas distalt i femur med låsbara skruvar. Långa plattor bör användas eftersom man då kan vinkla kortikalskruvarna för att få större fästytta i ett osteoporosben. Alla skruvhål behöver inte fyllas, men man bör alltid säkra med skruvar så långt ifrån frakturen som möjligt. Ett bra kabelsystem kan ersätta de mest proximala skruvarna men aldrig kompressionsskruvarna över frakturen. I desperata fall kan man cementförstärka LCP-plattans fäste (Figur 6).

Komplikationer

Systemet med LCP-plattor erbjuder ett antal fördelar vid behandlingen av osteoporosfrakturer. Det är dock viktigt att känna till systemets begränsningar och att behärska rätt operationsteknik. Man kan använda enbart låsbara skruvar tillsammans med specialgjorda "guider". Om man inte noggrant följer bruksanvisningen blir skruvarna felriktade och förlorar sin mekaniska stabiliserande effekt. Skruvarna blir också lätt för långa och kan ligga inne i leden. Motståndet i osteoporotiskt ben är inte stort och det är svårt att med fri hand känna när skruven inte längre är inne i benet. Även om man låser skruvarna, finns det alltid en risk att de förlorar sitt grepp och

backar ut. Problemet aktualiseras om antalet låsta skruvar är för litet.

Kombinationshälet erbjuder tre olika alternativ för valet av skruv, men samtidigt kan kirurgen välja fel alternativ, vilket leder till förlorad stabilitet. Man skall inte använda olika typer av skruvar i samma benfragment, för då går skruvarnas mekaniska egenskaper förlorade. Monokortikala skruvar i ett mycket skört ben fäster inte tillräckligt, och osteosyntesen riskerar att bli instabil (13).

Behandlingen av osteoporosfrakturer är vår tids stora utmaning inom ortopedin. Vi har att se fram emot ett ökat antal osteoporosfrakturer och inte minst sekundära frakturer efter tidigare kirurgi. Systemet med LCP-plattor innebär ett antal förbättringar jämfört med konventionella kompressionsplattor. Man bör dock komma ihåg att LCP-plattan enbart är ett implantat, och det är viktigt att känna till systemets begränsningar.

Sammandrag

Få artiklar, än färre textböcker, har skrivits med fokus enbart på behandling av bensköra frakturer. Avsaknaden av adekvat littera-

tur kan förefalla märklig eftersom de flesta ortopedkolleger, inte bara i Finland utan i hela västvärlden, behandlar ett växande antal patienter med benskörhetsfrakturer. Samtidigt ökar samhällets krav på effektiv vård ur både medicinsk och ekonomisk synvinkel. Eftersom ett av problemen med att kirurgiskt behandla äldre personers frakturer är ett osteosynteskollaps med katastrofala kliniska följder, har forskningen ständigt gått framåt. Den stora nyheten inom frakturimplantat är den s.k. LCP- plattan (locking compression plate). Systemet med LCP-plattor innebär ett antal förbättringar jämfört med konventionella plattor och erbjuder ytterligare möjligheter att effektivt behandla osteoporosfrakturer. Artikeln belyser systemets grundprinciper och främsta indikationer.

Docent Jan-Magnus Björkenheim
jan-magnus.bjorkenheim@hus.fi

Docent Jarkko Pajarinen
jaakko.pajarinen@hus.fi

Kliniken för ortopedi och traumatologi
Tölö sjukhus
PB 266
00029 HNS

Referenser

1. Perren, S. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: Choosing a new balance between stability and biology. *JBJS* 2002; Vol 84-B: 1093-110.
2. Perren, S. Backgrounds of the technology of internal fixators. *Injury* 2003; 34: 1-3.
3. Mast, JW, Jakob, R, Ganz, R. Planning and reduction technique in fracture surgery. Berlin etc.; Springer Verlag, 1989.
4. Ganz, R, Mast, J, Weber, B, Perren, S. Clinical aspects of "bio-logical" plating. *Injury* 1991, 22: 4-6.
5. Krettek, C, Müller, M, Miclau, T. Evolution of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the femur. *Injury* 2001;32: 14-23.
6. Leunig, M, Hertel, R, Siebenrock, KA et al. The evolution of indirect reduction techniques for the treatment of fractures. *Clin. Orthop* 2000; 375: 7-14.
7. Rüedi, T, Murphy, W eds. AO-principles of fracture management. Stuttgart-New York, Thieme-Verlag 2000.
8. Haidukewych, G. Innovations in Locking Plate Technology. *J Am Acad Orthop Surg* 2004; 12: 205-212.
9. Frigg, R. Development of the Locking Compression Plate.(LCP). *Injury* 2003; 34: 6-10.
10. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Injury* 2003; 34: 31-42.
11. Björkenheim J-M, Pajarinen, Savolainen V. Interval fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: A retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop. Scand* 2004; Vol 75, Nr 6:741-746
12. Korner, J, Diedrichs, G, Arzdorf, M, Lill, H, Josten, C. A biomechanical evaluation of distal humerus fractures fixation using Locking Compression Plates versus conventional reconstruction plates. *J Orthop Trauma* 2004; 18: 286-293.
13. Sommer, C, Babst, R, Müller, M and Hanson, B. Locking Plate Loosening and Plate Breakage. *J Orthop Trauma* 2004; 18: 571-577.