

EFEKTIVITA KOREKCIE DĹŽKOVÝCH A UHLOVÝCH DEFORMÍT DOLNÝCH KONČATÍN – POROVNANIE TROCH TYPOV EXTERNÝCH FIXÁTOROV

The effectiveness of the correction of leg length and angle deformities - comparison of three types of external fixators

Martina FRIŠŤÁKOVÁ, Milan KOKAVEC

(Z Detskej ortopedickej kliniky LFUK a DFNSP v Bratislave, prednosta prof. MUDr. M. Kokavec, PhD.)

Súhrn

Východisko: Externé fixátory majú niekoľko predností v porovnaní s ostatnými operačnými postupmi v liečbe deformít a dĺžkových rozdielov dolných končatín. Na Slovensku v súčasnosti pretrvávajú dominantné postavenie Ilizarovovho externého systému, avšak zavedené do praxe boli aj nové, presnejšie, ľahšie a na obsluhu jednoduchšie aparáty. Cieľom tejto práce je porovnať efektivitu korekcie deformít dolných končatín tromi rozdielnymi externými fixátormi.

Súbor: Hodnotený súbor tvorí 53 prípadov korekcie končatín ($n = 53$) u 50 pacientov liečených na Detskej ortopedickej klinike LFUK a DFNSP v Bratislave v období od roku 2000 do roku 2010. Do súboru boli zaradení všetci pacienti s dĺžkovými a uhlovými deformitami dolných končatín (femoru a tibiie), ktoré boli riešené korekciou za použitia troch typov externých fixátorov; aparátu Orthofix, Ilizarovovho externého fixátora a Taylorovho priestorového rámu. V súbore bolo 26 chlapcov a 24 dievčat, s priemerným vekom v období operácie 11,22 roka (5 – 21). Diferencia skrátenia bola v priemere 5,33 cm (3 – 10 cm). Pri uhlových deformitách bol priemerný uhol potrebnej korekcie $14,35^\circ$ ($3^\circ - 20^\circ$).

Metódy: Efektivita korekcie deformít externými fixátormi sa hodnotila na základe porovnania pooperačných rtg. snímok a vopred stanoveného cieľa korekcie. Parametre ako healing index, dĺžka konsolidácie kalusu a komplikácie počas liečby externými fixátormi sa analyzovali a štatisticky vyhodnocovali s ohľadom na zistenie rozdielov medzi jednotlivými fixátormi.

Výsledky: Efektivita korekcie deformít podľa typu externého fixátora bola vyššia pri Taylorovom priestorovom ráme, zvyšné 2 externé fixátory boli bez vzájomného signifikantného rozdielu. Z pohľadu typu deformity bola pri jednorovinných deformitách úspešnosť liečby 93,5 %, a pri dvoj- a trojrovinových deformitách 81 a 61 %. V podskupinách definujúcich konkrétne externé fixátory bola úspešnosť liečby pri Orthofixe 74 %, Ilizarovovom fixátore 68 % a pri Taylorovom ráme 92 %. Hodnoty healing indexu potvrdili závislosť od veku pacienta a dĺžky elongovaného úseku, naopak, nepotvrdila sa súvislosť medzi hodnotou healing indexu a typom externého fixátora alebo typom kosti. Dĺžka konsolidácie bola signifikantne nižšia pre Taylorov priestorový rám ako pre ostatné dva externé fixátory. Výskyt komplikácií pri jednotlivých externých fixátoroch bol porovnateľný.

Záver: Taylorov priestorový rám umožňuje precíznejšiu úpravu deformít ako Ilizarovov externý fixátor a Orthofix. Pri viacrovinových deformitách sú jasne viditeľné konštrukčné prednosti hexapodárneho fixačného systému – Taylorovho rámu, ktorý umožňuje súčasnú úpravu všetkých rovin.

Summary

Background: External fixators have several advantages compared to the other surgical methods treating deformation and length discrepancies of lower limbs. Innovative Taylor Spatial Frame merges a rigid hexapodal fixation system with computer software, allowing simultaneous correction of multidimensional deformations. Although currently in Slovakia Ilizarov frame (IRF) is used predominantly, purpose of our work was the comparison of IRF, TSF and Orthofix (as a representative of unilateral external fixation) based on our personal experiences.

Patients: 50 patients (53 cases) retrospective comparison treated at Children orthopedic clinic LFUK a DFNSP in Bratislava between years 2000 and 2010. Deformations were composed of length and angle lower limbs deviations, treated using above mentioned 3 types of external fixators (Orthofix, Ilizarov ring fixator and Taylor spatial frame). The analyzed group consists of 26 boys and 24 girls, and the average patient age at the time of treatment was 11.22 year (5-21 year scale). Mean value of elongated segment (distraction length) was 5.33 cm (3-10 cm) and mean value of the corrected angle was 14.35° ($3^\circ - 20^\circ$).

Methods: Correction effectiveness was evaluated by comparing X rays of achieved results to the correction goals set at pre-operational scrutiny. Parameters such as healing index, length of callus consolidation and complications during treatment with external fixators were analyzed and statistically evaluated with respect to detect differences between each fixation devices.

Results: Correction effectiveness values by the type of External Fixator were in favor of TSF, remaining 2 external fixators had no significant differences among each other. Based on the deformity type the success ratio was 93.5% for single directional (uniplanar) deformities and 81% or 61% for bidirectional or threedirectional deformities, respectively. Subgroups defined by the EF type the treatment success rate was Orthofix 74%, IRF 68% and TSF 92%. The Healing index values confirmed a relationship between the age of a patient and length of the elongated segment. On contrary, the relationship between Healing index value and EF type used or type of bone treated wasn't confirmed. Consolidation time was significantly shorter for TSF compared to other 2 EF types. X-ray exposition during therapy had raising tendency starting with Orthofix, thru IRF with TSF having the highest. With regards to overall treatment complications, this was comparable between all three devices types.

Conclusion: Taylor Space frame allows more precise correction of length and angle deformities compared to Ilizarov fixator or

Kľúčové slová: Taylorov priestorový rám, Taylorov externý fixátor, Ilizarov externý/kruhový fixátor, Orthofix, korekcia deformity, predĺženie, efektívnosť terapie.
Lek Obzor, 62, 2013, č. 12, s. 457 – 462.

Orthofix. The Hexapodal fixation system of Taylor frame is of significant advantage when used for multidimensional deformities correction allowing for simultaneous correction in all directions.

Key words: Taylor spatial frame, Taylor external fixator, Ilizarov external/ring fixator, Orthofix, deformity correction, elongation, effectiveness of therapy.
Lek Obzor, 62, 2013, 12, p. 457-462.

Úvod

Dĺžkové a uhlové deformity končatín sú častým nálezhom v detskej ortopedickej praxi. Odhaľovanie etiologickej deformity u pacienta je v mnohých prípadoch neúspešné a pozornosť sa preto sústreďuje na úplné odstránenie alebo aspoň prijateľné skorigovanie patológie. Jedným z používaných spôsobov liečby deformovaných končatín je korekcia dĺžkových a uhlových úchyliet externými fixátormi (EF). Princípy externej fixácie kosti možno rozdeliť na mechanické a biologické. Základom mechanického princípu je stabilná kompresívna osteosyntéza, ktorá umožňuje včasnú záťaž pri dokonale znehybnení kosti osteosyntézou počas celého priebehu kostnej konsolidácie. Stabilná fixácia fragmentov sa dosiahne osovou a rotačnou kompresiou externého fixátora. Biologické princípy rešpektujú biologické pochody pri hojení ostetómie, zachovávajú cievne zásobenie fragmentov a neporušujú hematóm v okolí osteotómie (10, 11).

Rozdelenie externých fixátorov môžeme vykonať z dvoch aspektov. Prvým je typ naloženia fixátora (jednorovinnový alebo rámový) a druhým je typ využívanej fixácie kosti (Kirschnerove drôty, Steinmannove klince, Schanzove skrutky alebo kliešťové svorky). Dlhodobé sledovania pacientov s rôznymi typmi deformít poukazujú na výbornú efektívnosť starších operačných techník a externých fixátorov aplikovaných rukami našich predchodcov a učiteľov. V súčasnosti pokrok ponúka mnohé vyspelé techniky, ktoré v kombinácii s kvalitnými materiálmi a počítačovou technikou prinášajú inovatívne prístupy a alternatívy korekcie deformít. Externá fixácia je ideálnym príkladom rozvoja terapeutických možností.

Porovnanie dlhodobo používaných fixátorov na princípe rámového Ilizarovovho aparátu a unilaterálneho aparátu Orthofix s najnovším počítačovo riadeným Taylorovým priestorovým rámom manifestuje prínosy, ale aj úskalía nového prístupu ku korekcii dĺžkových, no hlavne komplikovaných uhlových a rotačných deformít končatín. V našej práci sa zameriavame predovšetkým na analýzu parametrov definujúcich efektívnosť korekcie deformít dlhých kostí dolných končatín a na podmienky dosahovania dobrých výsledkov liečby. Ďalej hodnotíme komplikácie pri liečbe EF s ohľadom na použitý typ externého fixátora a na lokalitu jeho použitia.

Súbor a metódy

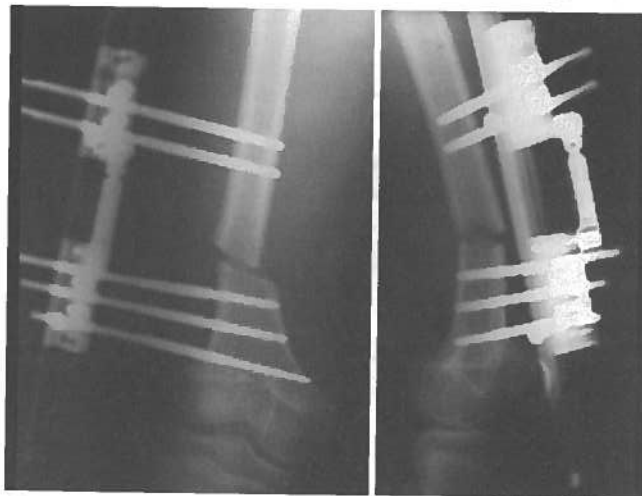
Hodnotený súbor tvorí 53 prípadov korekcie končatín ($n = 53$) u 50 pacientov liečených na Detskej ortopedickej klinike LFUK a DFNSP v Bratislave v období od roku 2000 do roku 2010. Do súboru boli zaradení pa-

cienti s dĺžkovými a uhlovými deformitami dolných končatín (femoru a tibiie), ktorí spĺňali vopred stanovené pravidlá (kompletná pred aj pooperačná dokumentácia, spolupráca pacienta, pacient bez výskytu inej závažnej choroby s možným vplyvom na priebeh terapie externým fixátorom). U všetkých pacientov boli deformity riešené korekciou za použitia troch typov externých fixátorov:

- Orthofix dynamic axial fixator (DAF, Orthofix S.R.L., Bussolengo, Verona, Italy) (**obr. 1**),
- Ilizarov Ring Fixator (IRF Smith and Nephew, Memphis, TN, USA) (**obr. 2**),
- Taylor Spatial Frame (TSF, Smith and Nephew, Memphis, TN, USA) (**obr. 3**).

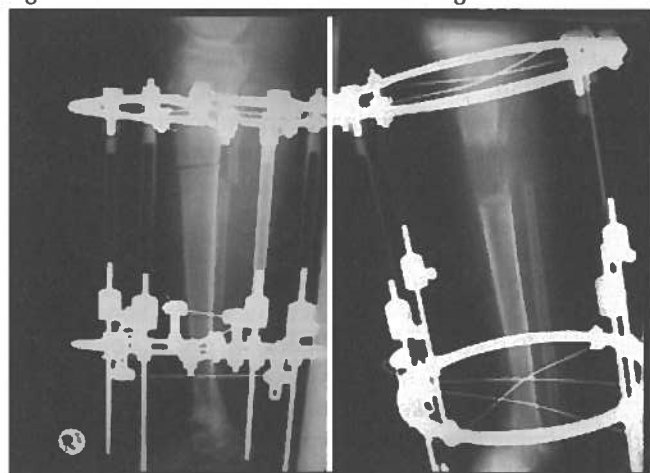
Obrázok 1. Aparát Orthofix pri korekcii dvojrovinovej deformity femuru

Figure 1. Orthofix apparatus for correction of two-dimensional femoral deformity

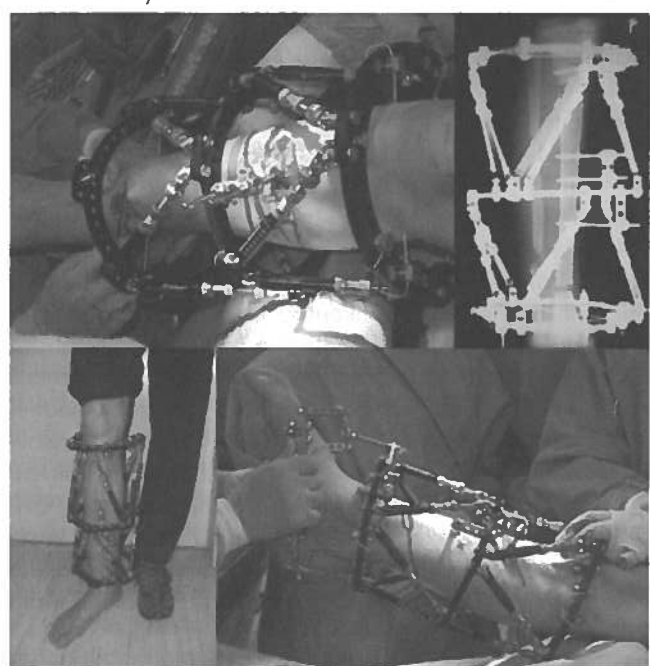


V našom súbore bolo 26 chlapcov a 24 dievčat s priemerným vekom v období operácie 11,22 roka (5 – 21 r.) bez výraznejšieho rozdielu vekovej distribúcie medzi jednotlivými fixátormi (Orthofix – 10,85 r., IRF – 11,8 r., TSF – 11 r.). Dĺžka korigovaného skrátenia bola v priemere 5,33 cm (3 – 10 cm). Pri uhlových deformitách bol priemerný korigovaný uhol 14,35° (3° – 20°). Prehľad korigovaných veličín pre jednotlivé EF zobrazuje **tabuľka 1**. Operácie robili 3 rôzni operatéri a pri všetkých operáciách boli prítomní minimálne dvaja operatéri zo spomínaného tímu. Doba sledovania po ukončení liečby bola minimálne 9 mesiacov (priemer 2,5 roka).

Obrázok 2. Ilizarov externý fixátor pri korekcii predkolenia
Figure 2. Ilizarov external fixator for tibial elongation



Obrázok 3. Taylorov priestorový rám pri korekcii trojrovinovej deformity predkolenia
Figure 3. Taylor spatial frame for correction of multidimensional tibial deformity



V predoperačnom období sa u všetkých pacientov na základe anamnestických údajov, klinického vyšetrenia a zobrazovacích vyšetrení analyzovala etiológia deformity (tab. 2) a jej prípadná ďalšia progresia. Pacientom sa urobili panoramatické snímky oboch dolných končatín v AP a laterálnej rtg. projekcii, na základe ktorých sa určil skrátený, resp. angulovaný segment a vypočítalo sa miesto plánovanej osteotómie. Vyšetrenie MRI kolena bolo robené v ostatných 5 rokoch sledovacieho obdobia v prípadoch, keď bol predpoklad neúplnosti ligamentového aparátu kolena (chýbanie predného skríženého väzu napr. pri fibulovej hemimélii), čo by mohlo ovplyvniť stabilitu kolena počas distrakcie.

Tabuľka 1. Veková distribúcia pacientov v období operácie a priemerné hodnoty korigovaných veličín pre jednotlivé externé fixátory
Table 1. The age distribution of patients during surgery, and the average values of corrected parameters for each type of external fixator

EF		vek (roky)	korekcia dĺžky (cm)	korekcia uhla (st.)
Orthofix N = 20	min	5	3	0
	max	17	6	5
	mean	10,85	4,2	1,85
Ilizarov externý fixátor N = 20	min	7	4,5	0
	max	17	10	15
	mean	11,8	5,8	6,4
Taylorov priestorový rám N = 13	min	6	3	3
	max	21	10	20
	mean	11	6,25	9,38
Spolu	mean	11,22	5,33	14,35

Tabuľka 2. Etiológia diagnóz zahrnutých v štúdiu
Table 2. The etiology of diagnoses included in the study

Diagnózy zahrnuté v štúdiu	n = 50
Fibulová hemimélia	11
Tibiová aplázia	7
Kongenitálna femorálna deficiencia	4
Postrauematické deformity	6
Postinfekčné deformity	5
Idiopatická deformita	8
Exostózová choroba	5
Achondroplázia	1
Morbus Blount	2
Enchondromatóza	1

Operačný výkon pri nakladaní jednotlivých externých fixátorov sa robil podľa štandardných postupov a modifikácií, v závislosti od zvoleného fixátora a miesta osteotómie (1, 8, 19). Všetci pacienti boli peroperačne a v pooperačnom období krytí po dobu 7 dní intravenóznymi antibiotikami a následne terapia pokračovala perorálnou formou do 2. – 3. týždňa po operácii. Ak to celkový zdravotný stav dovoľoval, prvý pooperačný deň boli pacienti vertikalizovaní a začala sa rehabilitácia.

Distrakcia/predĺženie kosti sa začala na 7. – 10. pooperačný deň a realizovala sa individuálnou zmenou nastavenia externého fixátora. Priemerná rýchlosť distrakcie bola 1 mm/24 h. Distrakcia a posuny každého EF prebiehali podľa dopredu určeného plánu. V prípade aparátu Orthofix a Ilizarovovho EF bol plán počas distrakcie konfrontovaný s aktuálnym rtg. nálezom a v niektorých prípadoch sa urobili malé zmeny v dĺžke alebo smere distrakcie. Schéma distrakcie TSF bola fixne stanovená a postupovalo sa podľa vygenerované-

ho plánu, ktorý programoval počítačový softvér firmy Smith and Nephew. Po ukončení distrakcie/úpravy bol aparát ponechávaný na pacientovi až po dosiahnutie úplného zhojenia kalusu, spravidla dvoj- až trojnásobok doby, počas ktorej prebiehala korekcia a predlžovanie kosti.

Vyhodnocované parametre

Výsledky úpravy. Po zložení fixátorov boli pacienti vyšetrení a boli zhotovené rtg. snímky elongovanej končatiny (AP a laterálna projekcia), na základe ktorých sa hodnotila úspešnosť dosiahnutého výsledku. Porovnanie efektivity korekcie jednotlivými fixátormi sa vyhodnotilo s ohľadom na vopred stanovený cieľ korekcie a na jeho výsledné dosiahnutie.

Healing-index (Hi) je obdobie potrebné na konsolidáciu 1 cm kalusu. Je to hodnota určujúca rýchlosť konsolidácie kalusu po predĺžení a dosiahnutí plánovanej dĺžky kalusu. Je to taktiež doba, za ktorú dosiahne kosť regenerátu dostatočnú pevnosť na zloženie fixátora. Jednotkou Hi je deň/cm. Hodnoty Hi sa porovnávali kvôli hľadaniu závislosti medzi typom použitého externého fixátora, vekom pacienta, typom kosti (femor alebo tibia) a náročnosťou elongácie. **Čas konsolidácie (K)** je parameter slúžiaci na hodnotenie prehojovania kosti. Je to obdobie/čas od osteotómie do prehojenia distrakovanej lokality (kalusu). Hodnoty K sa porovnávali v závislosti od použitého EF a typu deformity.

Komplikácie. Všetkým pacientom bola vedená dokumentácia, v ktorej boli podrobne zaznamenané vzniknuté komplikácie počas celej doby naloženia externého fixátora. Za komplikácie sa považovali všetky neurologické a vaskulárne poškodenia, svalové kontraktúry, oneskorená alebo predčasná konsolidácia kalusu, pseudoartróza, fraktúra kosti s naloženým EF, subluxácia kolena a infekcie vzniknuté v súvislosti s naložením a distrakciou externého fixátora.

Infekcie sa delili na povrchové – v okolí skrutky alebo Kirschneroveho drôtu (KD), kedy bolo indikované antibiotické preliečenie, a hĺbkové – osteomyelitída. Ďalším typom sledovaných komplikácií je **zlyhanie EF** – nedostatočná fixácia skrutiek alebo KD a poškodenie niektorej z častí EF vyžadujúce akútnu výmenu. Komplikácie po zložení EF ako strata predĺženia, ohnutie a refraktúra a tie spôsobené pacientom (nedodržiavanie predpísaného režimu, nespolupráca pri rehabilitácii) neboli zahrnuté do celkového hodnotenia metodiky elongácie a efektivity externého fixátora.

Štatistická analýza sa realizovala pomocou softvéru SPSS. Na opis skúmaného súboru pacientov sa vypočítali frekvenčné tabuľky a za numerické znaky aj základné štatistické charakteristiky – priemer, smerodajná odchýlka, minimum, maximum a rozsah. Na porovnanie výsledkov podľa znakov *externý fixátor* a *vek* s kvalitatívnymi znakmi sme použili kontingenčné tabuľky a Fisherov exaktný test a za numerické znaky exaktné neparametrické testy Kruskalov-Wallisov

a Mannov-Whitneyho. Na párové komparácie sme použili exaktný Wilcoxonov test. Vzťahy medzi skúmanými veličinami sú signifikantné, keď pre príslušnú hodnotu p platí: $p < 0,05$ (12). Grafická prezentácia komparácií sa realizovala pomocou programu Microsoft Office Excel 2007 s využitím priemerov jednotlivých znakov za všetky súbory.

Výsledky

V sledovanom súbore sa analyzovali tieto parametre: efektivita korekcie (%), healing index, konsolidácia kalusu, vek pacienta, komplikácie a počet kontrol pacienta počas liečby externým fixátorom.

Efektivita korekcie. Hodnoty efektivity korekcie (dĺžkovej aj uhlovej) podľa typu EF vyšli na hranici signifikantnosti v prospech Taylorovho priestorového rámu – TSF (dĺžková korekcia $p = 0,09$, korekcia uhla $p = 0,087$), pri zvyšných dvoch EF nebol vzájomný signifikantný rozdiel. V podskupinách definujúcich konkrétne externé fixátory bola úspešnosť liečby pri aparáte Orthofix 74 %, Ilizarovom externom fixátore 68 % a Taylorovom priestorovom ráme 92 %.

Healing index (Hi). Pri porovnaní hodnôt Hi pre jednotlivé typy EF hlavný rozdiel v hodnote Hi určovala dĺžka elongovaného kalusu a nie náročnosť uhlovej deformity. Hodnota Hi soli podľa dosiahnutých výsledkov nezávisí od typu použitého externého fixátora ($p = 0,733$). Analýza taktiež nepotvrdila rozdiely v hodnotách Hi pre femor alebo tibiú ($p = 0,678$). Porovnanie vekových skupín 5 – 11 rokov a 12 – 21 rokov exaktným Mannovým-Whitneyho testom na základe hodnôt Hi vyšla na hranici signifikantnosti ($p = 0,09$).

Čas konsolidácie (K) bol signifikantne kratší pre TSF oproti Ilizarovovmu externému fixátoru pri korekcii deformít, kde bola korigovaná dĺžka aj uhol v jednej alebo v dvoch rovinách ($p = 0,045$). Hodnoty konsolidácie pre všetky tri EF sa však výraznejšie nelíšili pri elongáciách krátkych dĺžkových rozdielov (do 5 cm) a pri deformitách, kde sa realizovala iba elongácia kosti. Pri všetkých externých fixátoroch bolo možné sledovať závislosť dĺžky konsolidácie (počet dní) od dĺžky elongácie deformovanej kosti.

Komplikácie. Výskyt komplikácií pripadajúcich na jednu osteotómiu bol v priemere 1,47. V sledovanom súbore sa nevyskytol žiaden prípad osteomyelitídy alebo pseudoartrózy. Vzhľadom na relatívne nízku početnosť komplikácií a veľkosť sledovaného súboru neboli priemerné hodnoty incidencií signifikantne rozdielne pre žiaden z externých fixátorov ($p = 0,924$) (tab. 3). Pri detailnom rozbere dát bol viditeľne vyšší výskyt neurologických komplikácií a svalových kontraktúr v prípadoch použitia rámových fixátorov (Ilizarovovho externého fixátora a Taylorovho priestorového rámu) ($p = 0,016$). Predpokladaný vyšší výskyt infekcie pri externých fixátoroch používajúcich na fixáciu kosti Schanzove skrutky v porovnaní s KD pri Ilizarovovom ráme, sa štatistickou analýzou nepotvrdil ($p = 0,097$). Taktiež sa nezaznamenali rozdiely medzi výskytom infekcie tibie a femoru.

Tabuľka 3. Zastúpenie komplikácií spojených s elongáciou externými fixátormi v sledovanom súbore
Table 3. Presentation of complications associated with elongation by external fixators in the study group

Komplikácie	
Neurologické	10
Vaskulárne	5
Svalové kontraktúry	9
Kalusové*	1
Pseudoartróza	0
Fraktúra	2
Subluxácia kĺbu	3
Povrchová infekcia	39
Osteomyelitída	0
Uhlové deformity	4
Zlyhanie EF	5

*Kalusové komplikácie – predčasná alebo oneskorená konsolidácia kalusu

Diskusia

Na Slovensku ani v Českej republike sa doteraz nezverejnili výsledky štúdií, ktoré by porovnávali korekciu deformít dolných končatín s použitím aparátov Orthofix, Ilizarovov externý fixátor a Taylorov priestorový rám. Aj keď v zahraničí nájdeme publikácie porovnávajúce tieto tri externé fixátory, väčšina z nich používa na klasifikáciu deformít systém podľa Paleyho (16, 17) a na zhodnotenie úspešnosti terapie porovnanie dosiahnutého výsledku s fyziologickou normou. Táto klasifikácia a systém pooperačného hodnotenia výsledkov bol však málo výpovedný pri kauzách, kedy bola cieľom terapie hyperkorekcia alebo len parciálna korekcia deformity s ohľadom na maximálny možný komfort pacienta. Staršie, no aj aktuálne publikácie o použití TSF sa realizovali na rozsiahlych skupinách pacientov a všetky zdôrazňovali výhody použitia stabilného kruhového fixátora, jednoduchú obsluhu rámu a možnosť súčasnej korekcie ťažkých uhlových a dĺžkových deformít, čo pri predošlých fixátoroch nebolo také jednoduché (5, 9, 13). Rodl experimentálne skúmal šírku pracovného priestoru – rozsah použitia rámu s ohľadom na jeho konštrukčné možnosti (18). Analyzoval IRF a TSF (kruhy 155 mm, štandardné vzpery). Jednoznačne opísal výhody TSF pri rotačných a translačných deformitách, no taktiež zdôraznil obmedzenia vyplývajúce z veľkosti kruhu a vzpier. Použitie širokého spektra kruhov ($\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ kruhov) s rôznymi diametrami a kombinácie štyroch veľkostí vzpier umožňujú výrazne zväčšiť šírku uplatnenia TSF pri liečbe.

Ďalším podrobne analyzovaným parametrom bol **healing index**. Hodnoty Hi podľa rôznych autorov a štúdií varujú a závisia od viacerých faktorov. Preukázateľne vyšší Hi bol pri predĺženiach, kde sa súbežne riešila aj uhlová deviácia (17). Hodnoty Hi sa menili v závislosti od typu kosti (1, 6, 14), miesta a typu osteotómie (6) a taktiež od druhu použitého externého fixátora (7). Vplyv na Hi bol aj v súvislosti s niektorými súbežnými diagnózami (14) a s vekom pacienta (2, 6, 15, 17).

V našom súbore pacientov hlavný rozdiel v hodnotení healing indexu určovala dĺžka elongovaného kalusu

a nie náročnosť uhlovej deformity. Nepotvrdila sa ani významná závislosť hodnoty Hi od použitého EF a typu kosti, tak ako uvádza vo svojej práci Fischgrund (6). náš sledovaný súbor zahŕňal len kauzy korekcie úchyľiek dolných končatín (femor, tibia). Možno predpokladať, že rozdiely Hi dlhých kostí dolných končatín nie sú odlišné a rozdiely by sa mohli ukázať pri súbore analyzujúcom aj deformity horných končatín. Závislosť veku pacienta a Hi bola zjavná. Vo väčšine štúdií sa sledoval rozdiel Hi medzi deťmi a dospelými pacientmi, výsledky hodnôt Hi boli v prospech detských pacientov (2, 17). Veková distribúcia nášho súboru dovoľovala rozdelenie pacientov do 2 skupín, tak aby v maximálnej možnej miere vynikla hranica rozdielnosti healing indexu. Porovnanie vekových skupín 5 – 11 rokov a 12 – 21 rokov exaktným Mannovým-Whitneyho testom na základe hodnôt Hi vyšlo na hranici významnosti.

Pri všetkých externých fixátoroch bolo možné sledovať závislosť **dĺžky konsolidácie** (počet dní) od dĺžky elongácie deformovanej kosti, preto možno na základe priemerných hodnôt konsolidácie nepriamo sledovať aj preferencie použitia jednotlivých typov externých fixátorov. Aparát Orthofix sa používal pri korekciách kratších dĺžkových rozdielov a pre typy jednoduchších deformít. Dvojrovinové a trojrovinové úchyľky sa riešili Ilizarovovým externým fixátorom a Taylorovým priestorovým rámom.

Pri hodnotení **komplikácií** sa stretávame s viacerými úskaliami. Jedným z nich je nejednotnosť pohľadov a hodnotiacich systémov pri terapii externými fixátormi. Trojstupňovú klasifikáciu komplikácií používal Dahl, delil komplikácie na malé, stredné a závažné (2). Donnan a spoluprac. volili na hodnotenie závažnosti komplikácií 4-stupňovú stupnicu (4). Podľa Paleyho sa miera náročnosti komplikácií hodnotila slovne ako problém, prekážka, ľahká komplikácia, závažná komplikácia a neskorá komplikácia (17). Preto následné porovnávanie výsledkov a efektivity terapie jednotlivých externých fixátorov je náročné a v mnohých prípadoch až nekompatibilné. Zdanlivo nízke hodnoty komplikácií (36 %) opisuje Tetsworth a Paley, no tí do komplikácií nepočítali **infekcie** okolia skrutiek a drôtov, ktoré mali takmer všetci ich pacienti (20). Podľa niektorých autorov deklarovaný vyšší výskyt infekcií pri EF používajúcich na fixáciu kosti Schanzove skrutky a Stenmannove klince v porovnaní s KD pri Ilizarovovom ráme (1, 14) sa v našom súbore štatistickou analýzou nepotvrdil ($p = 0,097$). Taktiež sa nezaznamenali rozdiely medzi výskytom infekcie v oblasti tibia a femoru.

Názory a výsledky sledovania incidencie **neurologických a svalových komplikácií** v závislosti od typu použitého EF sú taktiež rôzne. Dammerer opisuje vyšší výskyt kĺbových kontraktúr pri rámových fixátoroch (3). Príčinu predpokladal vo väčšom počte drôtov a skrutiek prechádzajúcich svalmi s následkom bolestivejšej rehabilitácie. Rozbruch zaznamenal naopak viac prípadov obmedzenia kĺbovej hybnosti práve u pacientov s Orthofixom (19). Pripúšťa však, že elongované vzdialenosti boli neštandardne dlhšie ako pri Ilizarovovom

ráme. Podľa našich výsledkov bol vyšší výskyt neurologických komplikácií (dočasná strata povrchovej citlivosti) a svalových kontraktúr v prípadoch použitia rámových EF (Ilizarovovho externého fixátora a Taylorovho priestorového rámu) ($p = 0,016$). Treba však pripomenúť aj to, že tieto typy EF sa prednostne využívali pri predlžovaniach väčších skrátení a pri korekcii náročnejších uhlových deformít. Komplikácie spojené s uhlovou nestabilitou zariadenia boli najčastejšie zaznamenané pri aparáte Orthofix (3), s čím sa stotožňujú aj naše výsledky.

Záver

Na Detskej ortopedickej klinike LFUK v Bratislave sa stretávame s rôznymi typmi deformít končatín a s rozmanitými etiologickými agensami. Korekcia deformít horných a dolných končatín má na klinike dlhodobú tradíciu a dobré výsledky u liečených pacientov. Od roku 2006 sa stala Detská ortopedická klinika prvým a do dnešnej doby jediným pracoviskom na Slovensku využívajúcim na korekciu dĺžkových a uhlových deformít končatín počítačom riadený Taylorov priestorový rám. Na základe našich skúseností s jednotlivými typmi externých fixátorov a po ich vzájomnom porovnaní z viacerých uhlov pohľadu môžeme odporúčať:

Použitie unilaterálneho externého fixátora Orthofix pre jednoduchšie deformity končatín, ktoré nevyžadujú korekciu veľkého skrátenia, resp. uhlovej deformity.

Prednosťou aparátu Orthofix je nízka hmotnosť a jednoduchá konštrukcia, nevýhodou je uhlová nestabilita, ktorá je limitujúca pri použití fixátora v niektorých lokalitách.

Ilizarovov externý fixátor je vhodný na korekciu všetkých typov deformít, no pri ťažkých uhlových odchýlkach je vhodná primárna korekcia uhlovej deformity korekčnou osteotómiou. Použitie Ilizarovovho externého fixátora je lacnou, uhlovo stabilnou a efektívnou metódou liečby jedno- a dvojrovinových deformít. Trojdimenzionálne deformity vyžadujú predošlú korekciu rotačnej zložky osteotómiou.

Taylorov priestorový rám je veľmi efektívne riešenie pre všetky typy deformít. Využitie jeho predností, ako veľká konštrukčná variabilita, uhlová stabilita, nízka hmotnosť a softvérová podpora plánovania korekcie, je ideálne pri náročných trojdimenzionálnych deformitách.

Hodnotenia výsledkov a efektivity korekcie končatín tromi uvedenými typmi externých fixátorov, by mohli byť teoretickou pomôckou pri plánovaní operačnej liečby deformít končatín a zároveň by mohli poskytnúť argumenty dôležité pri rozhodovaní pre typ operačného riešenia a druh externého fixátora.

Literatúra

1. BASTIANI, G., ALDEGHERI, R., RENZI, B.L., TRIVELLA, G.: Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J Pediatr Orthop*, 7, 1987, č. 2, s. 129-134.
2. DAHL, M.T., GULLI, B., BERG, T.: Complication of limb lengthening. A learning curve. *Clin Orthop Relat Res*, 310, 1994, č. 4, s. 10-18.
3. DAMMERER, D., KIRSCHBICHLER, K., DONNAN, L., KAUFMANN, G., KRISMER, M., BIEDERMANN, R.: Clinical value of the Taylor

Spatial Frame: a comparison with the Ilizarov and Orthofix fixators. *J Child Orthop*, 5, 2011, č. 5, s. 343-349.

4. DONNAN, L.T., SALEH, M., RIGBY, A.S.: Acute correction of lower limb deformity and simultaneous lengthening with a monolateral fixator. *J Bone Joint Surg Br*, 85, 2003, č. 2, s. 254-260.
5. FADEL, M., HOSNY, G.: The Taylor spatial frame for deformity correction in the lower limbs. *Int Orthop*, 29, 2005, č. 2, s. 125-129.
6. FISCHGRUND, J., PALEY, D., SUTER, C.: Variables affecting time to bone healing during limb lengthening. *Clin Orthop*, 301, 1994, č. 4, s. 31-37.
7. GANGER, R., RADLER, C., SPEIGNER, B., GRILL, F.: Correction of post-traumatic lower limb deformities using the Taylor spatial frame. *Int Orthop*, 34, 2010, č. 5, s. 723-730.
8. ILIZAROV, G.A.: The principles of the Ilizarov method. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst*, 48, 1988, č. 1, s. 1-11.
9. IOBST, C.: Limb lengthening combined with deformity correction in children with the Taylor Spatial Frame. *J Pediatr Orthop B*, 19, 2010, č. 6, s. 529-534.
10. JOCHZMEK, J., GALA, P.: Evaluation of bone healing in femurs lengthening via the gradual distraction method. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky, Olomouc*, 151, 2007, č. 1, s. 137-141.
11. LIEBERMANN, J.R., FRIEDLAENDER, G.E.: *Bone regeneration and repair - biology and clinical applications*. 1. vyd. Totowa-New Jersey: Humana Press Inc, 2005, 523 s.
12. LUHA, J.: Záznam medicínskych dát. *FORUM STATISTICUM SLOVACUM*, 2011, č. 1, ŠŠDS Bratislava 2011.
13. MANNER H.M., HUEBL, M., RADLER, C., GANGER, R., PETJRE, G., GRILL, F.: Accuracy of complex lower limb deformity correction with external fixation: a comparison of the TSF with the Ilizarov ring-fixator. *J Child Orthop*, 1, 2007, č. 1, s. 55-66.
14. NOONAN, K.J., LEYES, M., FORRIOL, F., CANADELL, J.: Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation. A study of two hundred and sixty-one femora and tibiae. *J Bone Joint Surg Am*, 80, 1998, č. 6, s. 793-806.
15. PALEY, D., HERZENBERG, J.E., TETSWORTH, K., MCKIE, J., BHAVE, A.: Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Ortop Clin North Am*, 25, 1994, č. 3, s. 425-465.
16. PALEY, D.: Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop*, 8, 1988, č. 1, s. 73-92.
17. PALEY, D.: Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res*, 250, 1990, č. 1, s. 81-104.
18. RÖDL, R., LEIDINGER, B., BOHM, A., WINKELMANN, W.: Correction of deformities with conventional and hexapod frame-comparison of method. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 141, 2003, č. 1, s. 92-98.
19. ROZBRUCH, S.R., FRAGOMEN, A.T., ILIZAROV, S.: Correction of tibial deformity with use of Ilizarov-Taylor spatial frame. *J Bone Surg Am*, 88, 2006, č. 4, s. 156-174.
20. TETSWORTH, K.D., PALEY, D.: Accuracy of correction of complex lower extremity deformities by the Ilizarov method. *Clin Orthop*, 301, 1994, č. 4, s. 102-110.

Do redakcie došlo: 10. 6. 2013

Adresa autorky:

MUDr. Martina Frištáková
Limbová 1
833 40 Bratislava
tel.: 0911122559
e-mail: m.fristakova@gmail.com