

## **Vývojová dysplázia bedra – článok upravený pre potreby atestačnej skúšky z ortopédie**

Rendek Pavol

Obrázky v článku sú chránené copyrightom autorov pôvodných článkov. Šírenie je zakázané. Text slúži len na študijné účely, obrázky boli vložené bez súhlasu autorov pôvodných článkov.

### **Atestačné otázky týkajúce sa DDH (7,3% otázok):**

**1A. Vrodená ( vývojová ) dysplázia bedrového kĺbu :** etiológia, epidemiológia, morfológia, cievne zásobenie bedrového kĺbu, zobrazovacie metódy, klasifikácia, organizácia liečby (trojité sito).

**2A. Vrodená ( vývojová ) dysplázia bedrového kĺbu :** diagnostika / klinická, rtg, prípadne sonografická /, konzervatívna liečba vrátane indikácie a praktického použitia jednotlivých.....

**3A. Vrodená ( vývojová ) dysplázia bedrového kĺbu :** konzervatívna a operačná liečba do jedného roku veku, indikácie a princípy operačných výkonov.

**4A. Vrodená ( vývojová ) dysplázia bedrového kĺbu :** konzervatívna a operačná liečba medzi prvým a šiestym rokom veku.

**5A. Vrodená ( vývojová ) dysplázia bedrového kĺbu :** základné operačné výkony, reziduálne dysplázie, riešenie neskorých následkov, prečo je dôležitá včasná liečba a prevencia.

**6A. Vrodená ( vývojová ) dysplázia bedrového kĺbu :** riziká a komplikácie liečenia, kedy dochádza ku komplikáciám, aká je ich prevencia.

**21B. Artróza bedrového kĺbu :** definícia a etiológia, klasifikácia, klinický obraz, diagnostika / klinická, rtg /, konzervatívna terapia, osteotómia, artrodéza.

**33A. Vrodené dysplázie bedrového kĺbu :** definícia, etiológia, cievne zásobenie bedrového kĺbu, rozdelenie, diagnostika / klinické vyšetrenie, rtg, sono /, trojité sito.

**34A. Vrodené dysplázie bedrového kĺbu :** klasifikácia, indikácie a princípy základných operačných výkonov, chirurgické riešenie neskorých následkov.

## Úvod

Vývojová dysplázia bedra (DDH, developmental dysplasia of the hip) je definovaná ako plytkosť jamky bedrového kĺbu – acetabula, ktorá vznikla a vyvíjala sa počas formácie kĺbu v pre-, peri- a skorom post-natálnom období.

## Etiológia

Jednoznačná etiologická príčina je neznáma. V súčasnosti je prijímaný koncept multifaktorálnej príčiny ochorenia. V zásade ide o kombináciu vnútorných rizikových faktorov a nesprávneho mechanického pôsobenia na bedrový kĺb počas jeho vývoja, ktoré vedie k jeho malformácii.

Pre DDH bolo identifikovaných niekoľko rizikových faktorov: poloha koncom panvovým, pozitívna rodinná anamnéza, oligohydramnion, ženské pohlavie dieťaťa, prvorozené dieťa (de Hundt, 2012). Bolo dokázané, že geneticky podmienený môže byť tvar acetabula a tiež generalizovaná laxicita väziva (hypermobilita), ktorá sa môže podieľať na zvýšenej tendencii k postupnej luxácii kĺbu (Bjerkreim, 1974).

U inak zdravých detí hovoríme o „primárnej“ DDH, u detí s rôznym druhom postihnutia pohybového aparátu (Larsenov syndróm, artrogrypóza, neuromuskulárne ochorenie, poruchy svalového tonusu) hovoríme o teratologickej DDH.

## Epidemiológia

Incidenca luxácie pri DDH je 1,6-28,5 prípadov na 1000 narodených detí (Bialik, 1999). Dyspláziu rôzneho stupňa závažnosti má však 5-20% populácie podľa použitých kritérií. Niektoré štúdie uvádzajú, že až 15 % implantácii TEP je kvôli sekundárnej dysplastickej coxartroze (Narayanan 2015).

V strednej Európe a Ázii sa nachádzajú oblasti so zvýšenou incidenciou DDH.

## Morfológia

Pri DDH môžeme popisovať zmeny na všetkých štruktúrach bedrového kĺbu. Pri najľahších formách sú zmeny mierne, pri ťažkých sú to závažné tvarové odchýlky.

Acetabulum: strmá strieška acetabula, zvýšený acetabulárny index (uhol striešky), acetabulum je eliptické, ploché, nie sférické.

Môžu byť prítomné repozičné prekážky (najlepšie viditeľné na AG, ev. MRI): hypertrofický pulvinar acetabuli, hypertrofické ligamentum capitis femoris, hypertrofické lig. transversum acetabuli, labrum invertované dovnútra acetabula, striktúra kĺbneho puzdra – púzdro tvaru presýpacích hodín, šľacha m. iliopsoas.

Proximálny femur má väčšinou zväčšenú anteverziu krčku. Môžu byť prítomné rôzne deformity hlavičky – hlavne oploštenie hlavičky pri dlho trvajúcich vysokých luxáciách. Na RTG je hlava femuru v rôznej miere lateralizovaná.

## Cievne zásobenie bedrového kĺbu

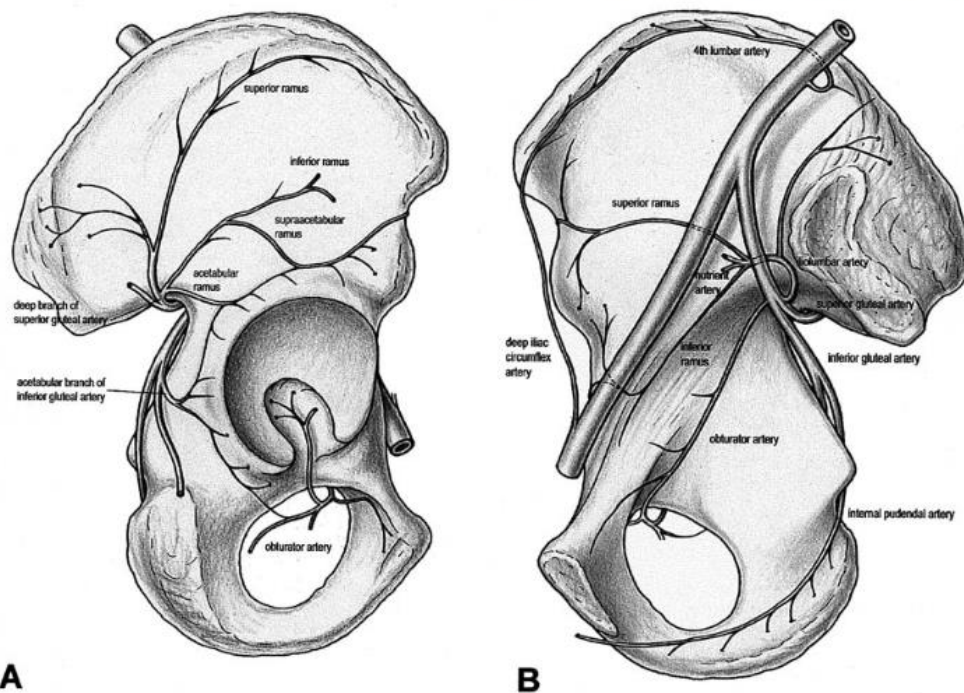
Cievne zásobenie bedrového kĺbu môžeme rozdeliť na cievne zásobenie acetabula a cievne zásobenie proximálneho femuru.

Labrum je zásobené z periacetabulárneho vaskulárneho prstenca, ktorý pozostáva z vetiev a. glutea superior a inferior (Kalhor, 2010).

Cievne zásobenie acetabula je zaistené z dvoch systémov. Prvý je acetabulárna artéria, ktorá je vetvou a. obturatoria. Vyživuje intraartikulárne štruktúry a triradiálnu chrupavku, svojimi anastomózami sa podieľa na vytvorení periacetabulárneho cievneho prstenca. Druhý je už spomínaný periacetabulárny cievny prstenec. Na jeho vytvorení sa podieľajú a. glutea superior, inferior, anastomózy z acetabulárnej artérie a vetvy a. pudenda interna (Seeley 2016, Beck 2003).

**Fig. 6** **A** Diagram of the blood supply to the external side of acetabulum of a right hip. The contribution of the MFCA and its branches to the anteroinferior acetabulum are omitted. **B** Intra-pelvic blood supply. The visceral arteries are omitted

stage, where the acetabular fragments had a gap anteriorly about 1.5 cm, the acetabular rami of the SGA and IGA were slightly stretched. The supra-acetabular ramus, which runs within the muscle substance of the



Obr.1.: cievne zásobenie panvy (prevzaté z publikácie Beck 2003)

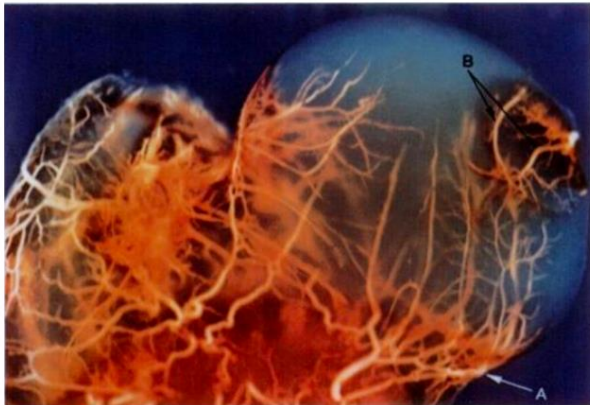
### Cievne zásobenie proximálneho femuru a jeho vývoj

Vývoj cievneho zásobenia proximálneho femuru bola v minulosti kontroverzná téma. Stáli proti sebe dve teórie – Trueta a Chungova.

Trueta vo svojom článku (Trueta 1957) popísal artérie perforujúce rastovú štrbinu, ktoré vekom zanikli (dnes vieme že to bola projekčná chyba) a popísal 5 fáz vývoja cievneho zásobenia proximálneho femuru:

1. 0-4 mesiacov (novorodenecká): priame cievy prestupujú z meta- do epifýzy, na koncoch sa vetvia
2. 5 mes-4roky (infantilná): podľa Trueta v 4 rokoch zaniká výživa z lig. teres
3. 5-7rok (intermediárna): prevaha výživy z laterálnych epifyz. ciev, v 7 rokoch vraj znovu penetrujú cievy z lig. teres do hlavičky
4. 7-10 rok (preadolescentná): výživu zaisťujú hlavne mediálne a laterálne retinakulá
5. Viac ako 11 (adolescentná): zväčšuje sa podiel výživy z lig. teres

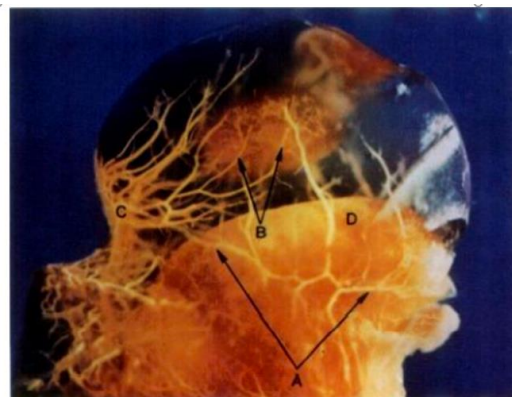
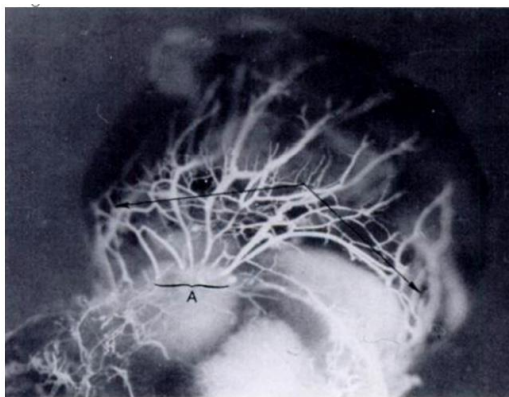
Dnes už vieme, že Truetova teória je chybná a cievne zásobenie proximálneho femuru sa nemení od prenatálneho obdobia až do dospelosti, tak ako to popísal prof. Chung (Chung, 1973). Zistil, že fýza (rastová platnička) proximálneho femuru predstavuje absolútnu bariéru pre cievy a neprestupujú ňou žiadne cievy. Vzorec cievneho zásobenia proximálneho femuru sa počas vývoja nemení. Najdôležitejšie pre výživu prox. femuru sú terminálne vetvy z a. circumflexa femoris medialis (Rendek, 2021). U cca 20% ľudí je vyvinutá artéria v lig. capitis femoris, jej podiel na celkovej výžive hlavičky je však otázný.



A – mediálny subsynoviálny prstenec

B – dve artérie z lig. teres

3 dňový novorodenec

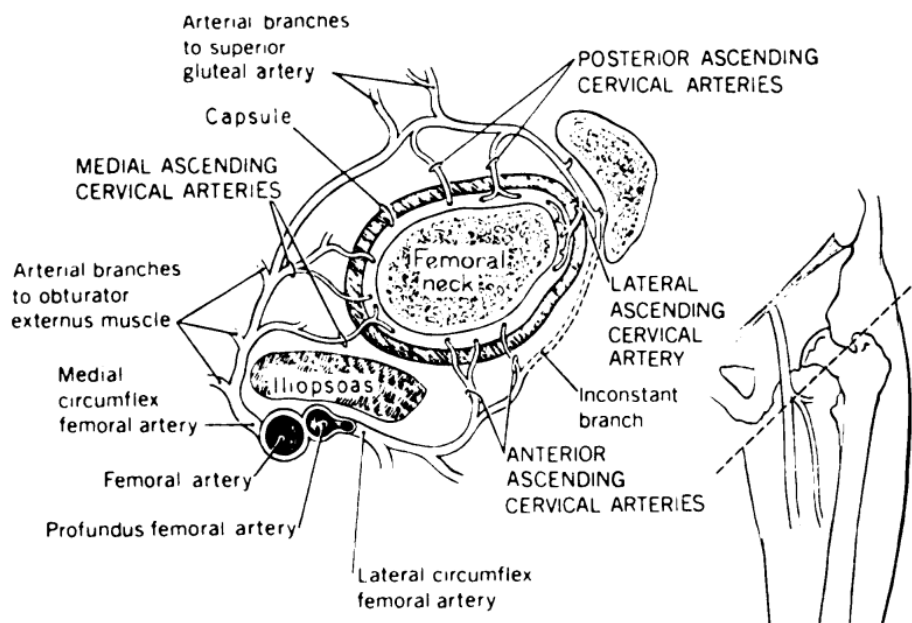


A, C – vetvy laterálnej ascendentnej artérie

9 mesačné dieťa

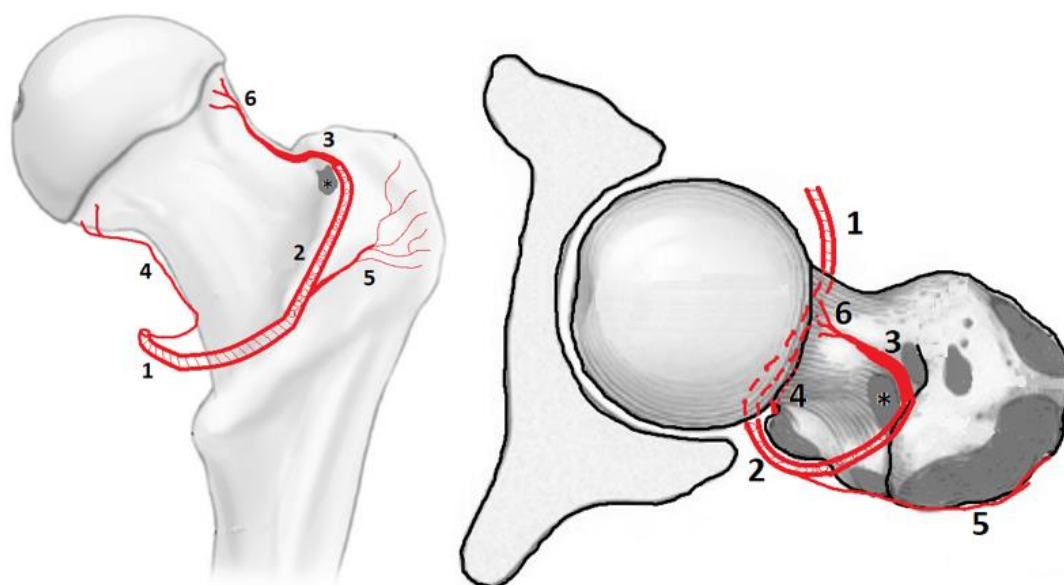
# Chung 1973

6,5 roka



Obrázky z publikácie prof. Chunga (Chung, 1973).





Obr. 1.: schematické znázornenie priebehu MFCA, vpravo: pohľad na pravý proximálny femur zozadu, vľavo: pohľad na pravý proximálny femur zhora. 1 – tranzverzálny segment, 2 – ascendentný segment, 3 – hlboký segment, 4 – mediálna retinakulárna artéria, 5 – trochanterická vetva, 6 – laterálna retinakulárna artéria, \* - úpon m. obturator externus

Obrázok z publikácie: *Priebeh nutritívnych ciev hlavy stehennej kosti a jej implikácie v chirurgii bedra* (Rendek, 2021)

Pre viac informácií o cievnom zásobení proximálneho femuru u dospelých pozri článok: [Priebeh nutritívnych ciev hlavy stehennej kosti a jej implikácie v chirurgii bedra \(Rendek, 2021\)](#).

### Zobrazovacie metódy

**USG:** pri skrínigovom vyšetrení DDH býva použité sonografické vyšetrenie, ktoré má nezastupiteľnú úlohu. zobrazuje aj časti rontgen non-kontrastné. Bol vyvinutý klasifikačný systém podľa prof. Graafa, ktorý je presný a spoľahlivý, len s malou interindividuálnou chybou (viď Klasifikácia). Pre detailnejší náhľad do problematiky odporúčame navštívenie USG kurzu. Nápomocný môže byť aj [pracovný zošit na Sonokurz](#), či [stránka holandskej radiologickej spoločnosti](#).

**RTG:** zobrazuje polohu hlavičky vzhľadom k jamke, pred vznikom osifikačného jadra v hlave stehennej kosti môže byť odhad polohy hlavy problematický – vtedy je lepšie USG, alebo artrografia bedra.

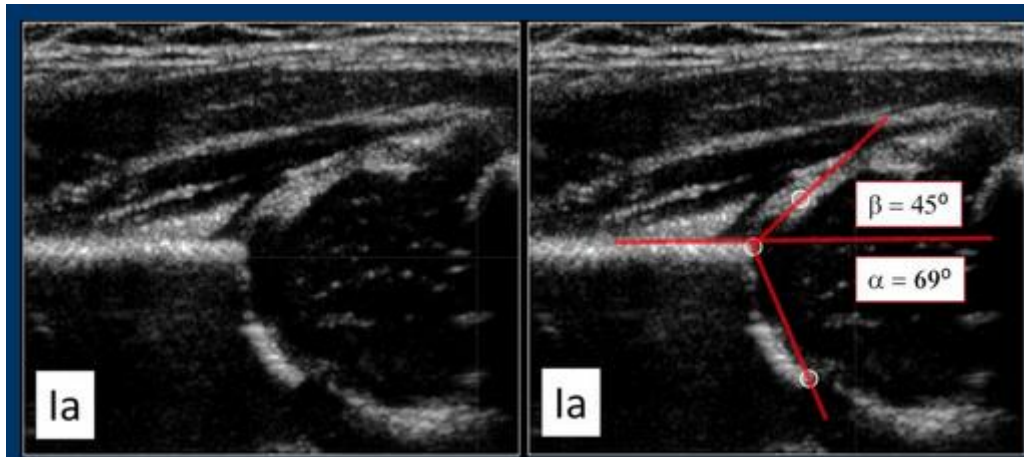
**Artrografia:** Artrografia bedra je miniinvazívne rádiologické vyšetrenie, pri ktorom sa po instilácii kontrastnej látky do intraartikulárneho priestoru zobrazujú pomocou röntgenu jednotlivé štruktúry kĺbu. Jej výhodou je poskytnutie inak nezískateľných morfológických informácií, dynamické zobrazenie, nízka radiačná záťaž a miniinvazivita. Pre viac informácií viď článok pre rodičov na stránke [detskeklby.sk](#), alebo odbornú publikáciu [Rendek, Kokavec, Chladek: Artrografia bedrového kĺbu u detí a adolescentov, Bedeker zdravia 3/2020](#).

**MRI:** V našich podmienkach sa používa zriedka, skôr pri symptomatickej dysplazii u adolescentov. V zahraničí je používaná ako alternatíva artrografie, prípadne na overenie správnej pozície hlavičky po zatvorenej repozícii.

**CT:** môže byť použité na overenie správnej pozície hlavičky po zatvorenej repozícii, alebo u starších detí na určenie miesta s najväčším defektom acetabulárnej striešky.

**Klasifikácia:**

Najpoužívanejšia je USG klasifikácia podľa Graafa, ktorá vychádza zo správneho merania uhla alfa a beta. Využíva sa pri sonografickom skríningu.



Obr: meranie uhlu alfa a beta (prevzaté z webu:

<https://radiologyassistant.nl/pediatrics/hip/developmental-dysplasia-of-the-hip-ultrasound>)

I				
Typ	$\alpha$	$\beta$		Komentár
I	$> 60^\circ$	$< 55^\circ$		kostný okraj ostrý, chrupavčité krytie - úzky trojuholník
IIa	50-59	$>55^\circ$	do 3.m	oneskorenie osifik., kostný okraj zaoblený
IIb	50-59	$>55^\circ$	po 3.m	oneskorenie osifik., kostný okraj zaoblený
IIc	43-49	70-77		kostný okraj zaoblený
D	43-49	$>77^\circ$		decentrácia, kostný okraj plochý, chrupavčité krytie - evertované
III	$< 43^\circ$	$>77^\circ$		subluxácia, kostný okraj plochý, chrupavčité krytie posunuté a <u>nepoškodené</u>
IV	$< 43^\circ$	$>77^\circ$		úplná luxácia, kostný okraj plochý, chrupavčité krytie posunuté a poškodené, evertované a vsunuté medzi hlavu a acetabulum

Obr: Graafova USG klasifikácia

Pre detailnejší náhľad do problematiky odporúčame navštívenie USG kurzu. Nápomocný môže byť aj [pracovný zošit na Sonokurz](#), či [stránka holandskej radiologickej spoločnosti](#).

Ďalšou možnou klasifikačnou schémou je na RTG obraze založená klasifikácia podľa Dunna, ktorá rozlišuje 3 stupne DDH:

1. Polohová instabilita s dysplaziou– hlava je centrovaná v acetabule, kt. je dysplastické.
2. Subluxácia – hlavička je lateralizovaná, na hrane acetabula.
3. Luxácia – acetabulum výrazne dysplastické, luxácia vysoká, femur s výraznou anteverziou krčku.

### **Organizácia liečby – skrining, trojité sito**

Skrining DDH je na Slovensku organizovaný, podobne ako v ČR, formou tzv. trojitého sita. Tento systém bol zavedený ešte prof. Frejkom, na Slovensku bol zavedený do vestníku MZ SR prof. Kokavcom.

Trojité sito znamená sériu troch vyšetrení.

Po narodení vyšetruje dieťa klinicky neonatológ, alebo ortopéd. Testuje luxačný a reпозиčný manéver (Ortholani a Barlow), sleduje dĺžku dolných kočatín, mieru abdukcie a symetriu kožných rýh. Môže byť použitá aj sonografia bedra.

Druhé vyšetrenie robí vždy ortopéd, dieťa vyšetří klinicky aj sonograficky. Toto vyšetrenie by dieťa malo absolvovať v 4-6 týždňoch veku.

Posledné – tretie - vyšetrenie sa robí v 12-12 týždňoch veku dieťaťa. Opäť je to klinické aj sonografické vyšetrenie, ktoré robí ortopéd.

### **Konzervatívna liečba**

Konzervatívna liečba je indikovaná v menej závažných prípadoch DDH. Princípom je abdukcia bedra, ktorá zaisť lepšiu centráciu hlavičky bedra. Jamka pri správnej centrácii hlavičky remodeluje do sférického tvaru.

Na udržanie abdukcie sa používajú rôzne pomôcky: široké balenie, frejkova perinka, Pavlíkove remence, tubingenská a lorrach ortéza. V závažnejších prípadoch pri nestabilite môže byť použitá sádrová spika. Pre viac informácií k abdukčným pomôckam pozri [detskeklby.sk](https://detskeklby.sk)

Ak je bedro výrazne nestabilné, môžeme v krátkej anestéze bedro zaklíbiť – hovoríme potom o zatvorenej repozícii bedra. Dieťa potom v abdukcii udržiavame sádrovou spikou. Väčšinou sa pri zatvorenej repozícii robí artrografické vyšetrenie na vylúčenie závažnej reпозиčnej prekážky a kontrolu správnej reпозиcie a centrácie hlavičky.

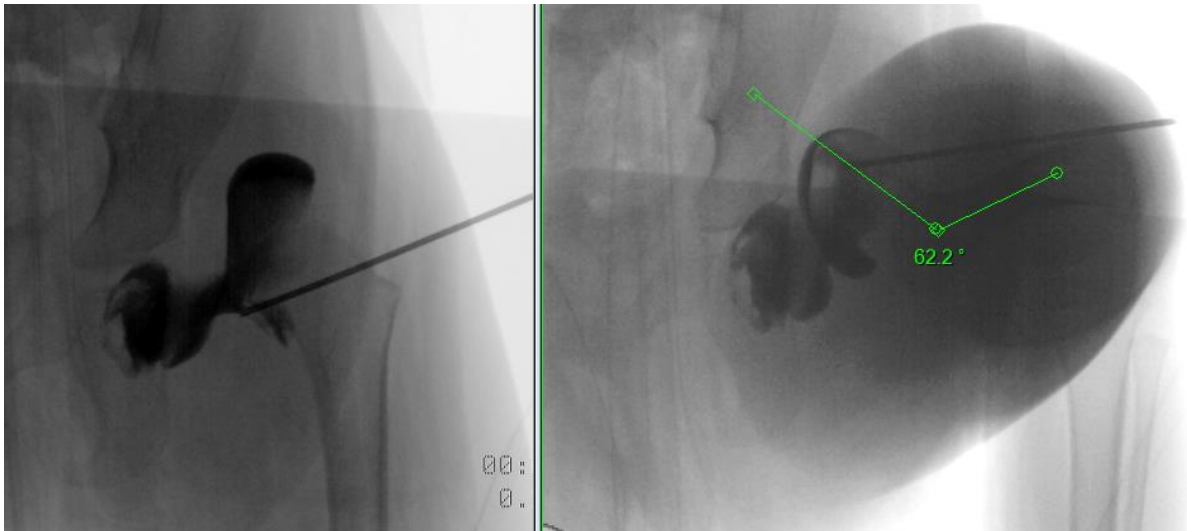
Pri ireponibilnom bedrovom kĺbe je možné pripraviť mäkké tkanivá v okolí bedra pomocou tzv. over head trakcie, pri ktorej sú dolné končatiny dieťaťa pomocou náplastovej trakcie postupne abdukované. Postupná abdukcia trvá 3-6 týždňov, podľa zvyklostí pracoviska. V poslednej dobe sa od over head trakcie upúšťa.



## Princípy základných operačných výkonov

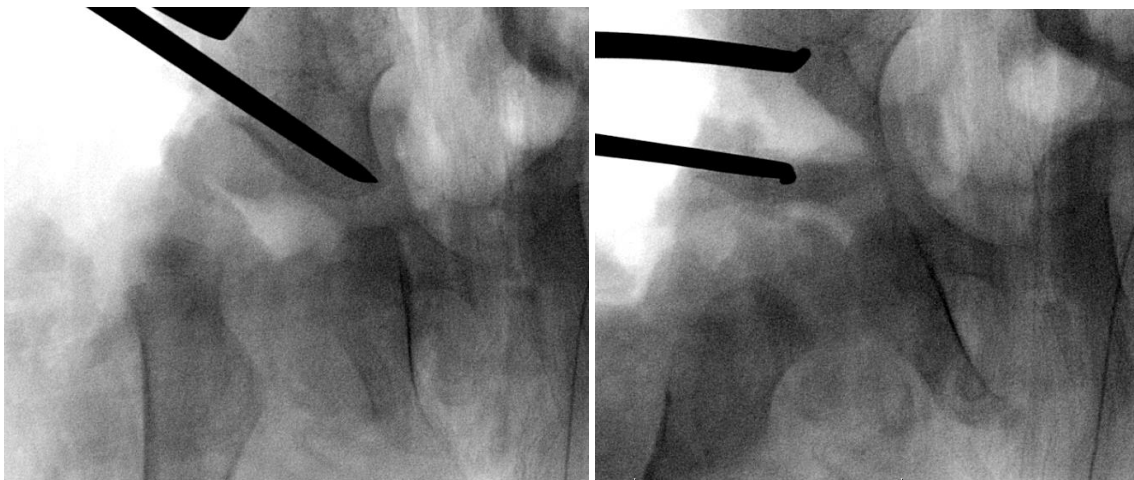
Pri obmedzenej abdukcii je indikovaná perkutánna, alebo otvorená tenotómia adduktorov. Peroperačne väčšinou predlžujeme m. iliopsoas a m. rectus femoris. Uvoľnenie týchto svalov znižuje tlak na hlavu stehennej kosti a tým znižuje riziko vzniku avaskulárnej nekrózy.

Predoperačne robíme artrografické vyšetrenie na ozrejenie intraartikulárnych pomerov. V acetabule môžu byť repozičné prekážky – tie odstraňujeme, alebo zmeňujeme = evakuácia acetabula. Ide hlavne o excíziu hypertrofického lig. capitis femoris, excíziu hypertrofického pulvinaru, preťatie hypertrofického ligamentum transversum acetabuli, excíziu mediálneho púzdra. Evertujeme invertované labrum, niekedy je potrebné urobiť radiálne nárezy labra, aby sa dalo evertovať.



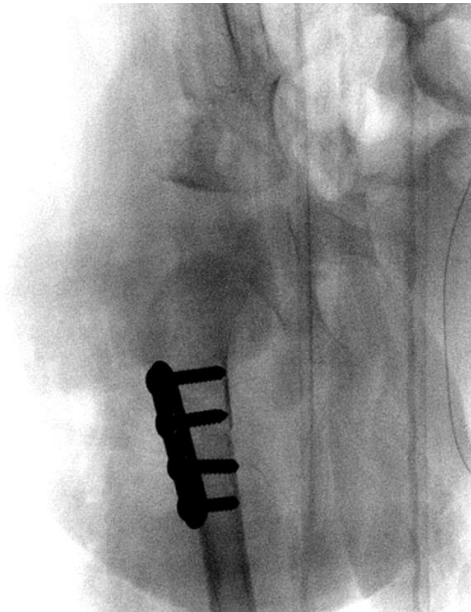
*Obr: Artrografia ukazuje vysokú luxáciu, striktúru kľbneho púzdra (púzdro tvaru presýpacích hodín) a invertované labrum. Dno acetabula je vyplnené hypertrofickým pulvinar acetabuli. Na obrázku vpravo je meranie anteverzcie, v tomto prípade 62st.*

Pri DDH je acetabulum plytké a eliptické, čo ovplyvňujeme acetabuloplastikou (väčšinou podľa Degu). Acetabuloplastika obnovuje sféricitu acetabula.



*Obr: Acetabuloplastika upravuje sféricitu acetabula*

Femur má často zvýšenú anteverziju krčku. V prípade, že je anteverzia väčšia ako 50st, je to absolútna indikácia k derotačnej osteotomii. Osteotomiu fixujeme na rovnej 4 dierovej dlahou.



*Obr: derotačná osteotomia fixovaná 4 dierovou dlahou.*

Následne dieťa fixujeme sádrovou spikou na 6 týždňov.

### **Operačná liečba do 1 roku veku**

Pri zistení luxácie, či závažnej lateralizácie hlavičky femuru kvôli reпозиčnej prekážke je ideálne operovať dieťa od 6 do 12 mesiacov veku. Vtedy má acetabulum aj femur najlepší remodelačný potenciál.

Operačné výkony sú modifikované podľa artrografického a peroperačného nálezu. Väčšinou ide o evakuáciu acetabula, acetabuloplastiku, prípadne derotačnú osteotomiu stehennej kosti, ak je to nevyhnutné.

### **Operačná liečba 1-6 rokov veku**

Ak je nález DDH závažný a aje na operačnú liečbu, je ideálne zvládnuť to do 1 roku života dieťaťa. V tomto období má acetabulum najlepší remodelačný potenciál, ktorý sa vekom znižuje. Ak sa z rôznych dôvodov nestihne operačná intervencia do 1 roku veku, môže sa urobiť aj neskôr avšak s rizikom horšieho výsledku pre nižšiu remodelačnú schopnosť.

Operačná liečba v 1-6 roku života je rovnaká ako do 1 roku života. Operačné výkony sú modifikované podľa artrografického a peroperačného nálezu. Väčšinou ide o evakuáciu acetabula, acetabuloplastiku, prípadne derotačnú osteotomiu stehennej kosti, ak je to nevyhnutné.

Pri liečbe vysokých luxácií vo veku 1-6 rokov je pravidlom skracovacia osteotomia proximálneho femuru. Zníži sa tým tlak na hlavičku stehennej kosti a tým sa zníži aj riziko avaskulárnej nekrózy.

Acetabuloplastika sa dá urobiť dokým je prítomná triradiálna chrupavka – teda cca do 12 roku života. Ideálny scenár je však vyriešiť dysplaziu v predškolskom veku.

## Komplikácie liečby

Najzávažnejšou komplikáciou liečby dysplazie je avaskulárna nekróza hlavičky stehennej kosti. Môže vzniknúť pri konzervatívnej liečbe ak je abdukcia extrémna. Za bezpečnú sa považuje abdukcia 70-75 stupňov.

Riziko avaskulárnej nekrózy je zvýšené aj pri násilnej repozícii cez výraznú repozičnú prekážku. Pri veľkých repozičných prekážkach sa odporúča vždy šetrná evakuácia acetabula a otvorená repozícia.

Avaskulárna nekróza hrozí aj pri nešetrnom operovaní. V minulosti, pri prístupoch s odstraňovaním úponu gluteálnych svalov (tzv. Zahradníčkov rez), bolo pomerne veľa komplikácií tohto typu.

Avaskulárna nekróza môže vzniknúť aj pri veľkom ťahu svalov v okolí bedra. Pri obmedzenej abdukcii je indikovaná perkutánna, alebo otvorená tenotomia adduktorov. Peroperačne väčšinou predlžujeme m. iliopsoas a m. rectus femoris. Uvoľnenie týchto svalov znižuje tlak na hlavu stehennej kosti a tým znižuje riziko vzniku avaskulárnej nekrózy.

Pri liečbe vysokých luxácií vo veku 1-6 rokov je pravidlom skracovacia osteotómia proximálneho femuru. Zníži sa tým tlak na hlavičku stehennej kosti a tým sa zníži aj riziko avaskulárnej nekrózy.

Ak sú zistené známky avaskulárnej nekrózy dostatočne skoro (do 6 rokov veku) a hlava femuru lateralizuje, môže byť použitá Salterova ostetómia panvy na korekciu reziduálnej dysplázie a pre containment hlavy stehennej kosti, podobne ako je to pri Perthesovej chorobe.



*Obr: Závažná avaskulárna nekróza po liečbe DDH u 9 ročného dieťať (primárna operácia nešetrným prístupom, odstránenie úponov gluteálneho svalstva, derotácia na čepelovej dlahe u malého dieťaťa). Hlava oploštelá a deformovaná, krátky krčok, prerast veľkého trochanteru, výrazná reziduálna dysplázia.*

Ďalšou komplikáciou liečby je reziduálna dysplázia bedra.

### **Reziduálna dysplázia terapia neskorých následkov**

Reziduálna dysplázia je stav pri ktorom aj napriek liečbe pretrvávajú plytkosť jamky určitej závažnosti.

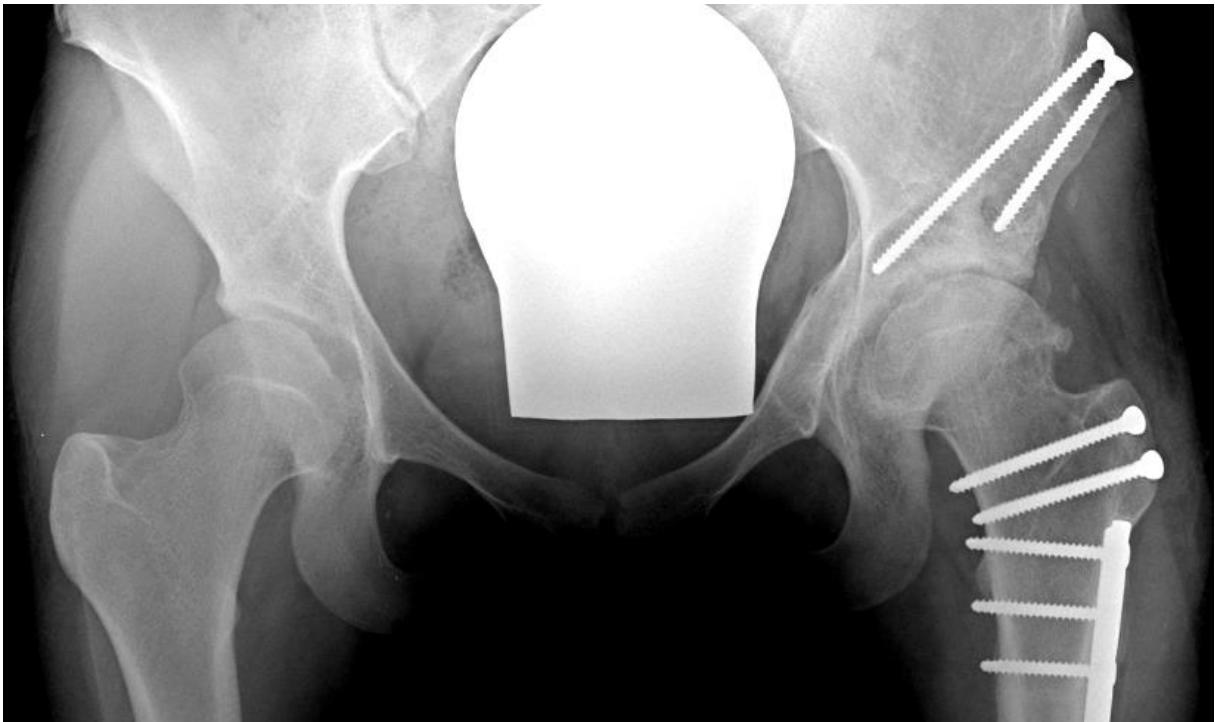
Terapia reziduálnej dysplazie do 6 rokov môže byť acetabuloplastika, alebo re-acetabuloplastika (ak bola acetabuloplastika vykonaná v minulosti).

Ak sa reziduálna dysplazia nevyrieši do 6 rokov života, väčšinou sa čaká na dosiahnutie kostnej zrelosti a reziduálna dysplazia sa koriguje periacetabulárnou osteotómiou od 15 rokov života.

Dysplázia bedra je preartrotický stav, dochádza k rýchlejšiemu opotrebovaniu retrolabrálnej chrupavky a k vzniku sekundárnej osteoartrózy bedra.



*Obr: pacientka so závažnou reziduálnou dyspláziou L acetabula po konzervatívnej liečbe. Avulzia labra, retrolabrálna cysta, bolesti od 14 roku života.*



*Obr: rovnaká pacientka riešená periacetabulárnou osteotómiou a osteotómiou proximálneho femuru.*

Pri pokročilej sekundárnej coxartroze nie je indikovaná záchovná operácia bedra, pacient je indikovaný k totálnej endoprotéze.

**Literatúra použitá v článku, ev. pre ďalšie štúdium:**

Bialik V, Bialik GM, Blazer S, Sujov P, Weiner F, Berant M., Developmental dysplasia of the hip: A new approach to incidence. *Pediatrics* 1999;103(1):93–9.

de Hundt M, Vlemmix F, Bais JM, et al. Risk factors for developmental dysplasia of the hip: a meta-analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2012;165:8-17.

Rendek, Bevilaqua, Janečková, Halas, Kokavec: Priebeh nutritívnych ciev hlavy stehennej kosti a jej implikácie v chirurgii bedra, *Ladzianskeho anatomický zborník 2021*, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 2021, ISBN: 978-80-223-5302-1, EAN: 9788022353021

Kalhor, Morteza, et al. "Vascular supply to the acetabular labrum." *JBJS* 92.15 (2010): 2570-2575.

Seeley, Mark Alan, Andrew G. Georgiadis, and Wudbhav N. Sankar. "Hip vascularity: a review of the anatomy and clinical implications." *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 24.8 (2016): 515-526.

Beck, Martin, et al. "The acetabular blood supply: implications for periacetabular osteotomies." *Surgical and radiologic anatomy* 25 (2003): 361-367.

TRUETA J. The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth. *J Bone Joint Surg Br.* 1957 May;39-B(2):358-94. doi: 10.1302/0301-620X.39B2.358

Chung SM. The arterial supply of the developing proximal end of the human femur. *J Bone Joint Surg Am.* 1976 Oct;58(7):961-70. PMID: 977628.

Narayanan U, Mulpuri K, Sankar WN, Clarke NM, Hosalkar H, Price CT; International Hip Dysplasia Institute. Reliability of a New Radiographic Classification for Developmental Dysplasia of the Hip. *J Pediatr Orthop.* 2015 Jul-Aug;35(5):478-84. doi: 10.1097/BPO.0000000000000318. PMID: 25264556; PMCID: PMC4484663.

Kurtz, Steven PhD1; Ong, Kevin PhD1; Lau, Edmund MS2; Mowat, Fiona PhD2; Halpern, Michael MPH, MD, PhD3. Projections of Primary and Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 89(4):p 780-785, April 2007. | DOI: 10.2106/JBJS.F.00222

Bjerkreim I, van der Hagen CB. Congenital dislocation of the hip joint in Norway. V. Evaluation of genetic and environmental factors. *Clin Genet.* 1974;5(5):433-48. PMID: 4859260.