

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Doktorské studijní programy v biomedicíně

Studijní obor: Experimentální chirurgie



**Nové operační řešení u morbus Perthes pomocí anteromediální
redukční osteotomie hlavice**

MUDr. Michal Burian

Ortopedická klinika Nemocnice Na Bulovce

Disertační práce

Školitel: Prof. MUDr. Pavel Dungl, DrSc.

Školitel konzultant: doc. MUDr. Ondřej Naňka, PhD.

Praha 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracoval samostatně, a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti dizertačních prací.

V Praze dne 1.6. 2017

Identifikační záznam:

BURIAN Michal: Nové operační řešení u morbus Perthes pomocí anteromediální redukční osteotomie hlavice. (Anteromedial wedge reduction osteotomy as a new surgical procedure in treatment of Morbus Perthes).

Disertační práce (PhD). Praha, 2017, 105 stran. Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta. Ortopedická klinika 1. LF UK. Školitel Prof. MUDr. Pavel Dungal, DrSc., školitel konzultant Doc. MUDr. Ondřej Naňka, PhD.

Klíčová slova:

Perthes, veřejová kyčel, anteromedialní redukční osteotomie hlavice, a. circumflexa femoris medialis, r. piriformis a. glutea inferior

Key words:

Perthes, hinge abduction, anteromedial wedge reduction osteotomy, medial femoral circumflex artery, piriformis branch of inferior gluteal artery

Poděkování:

Rád bych poděkoval především svému školiteli a zároveň svému učiteli ortopedie prof. MUDr. Pavlu Dunglovi DrSc., přednostovi ortopedické kliniky nemocnice Na Bulovce, za odborné vedení, neutuchající podporu a mnoho cenných rad v průběhu mé profesionální kariéry a při sepisování této disertační práce. Další poděkování věnuji svému konzultantovi doc. MUDr. Ondřeji Naňkovi, PhD., za vzácný čas, který mi věnoval během našich setkání.

Jsem zavázán svým kolegům a kolegyním na ortopedické klinice, kteří převzali část mé práce během mého doktorandského studia.

Naposlední dík patří mé rodině v čele s mou manželkou Lilijou, která mě motivovala ke studiu PhD., po celou dobu mé pracovní kariéry mě podporuje a vytváří dokonalé zázemí, abych se mohl věnovat studiu.

Tuto disertační práci věnuji svým dětem Šimonovi a Toníčkoví.

Obsah

SOUHRN	7
SUMMARY	10
1 Úvod do problematiky	13
1.1 Morbus Perthes	15
1.1.1 Definice.....	15
1.1.2 Historie	15
1.1.3 Etiologie.....	16
1.1.4 Patogeneze	18
1.1.5 Patologicko-anatomický nále z u LCP	19
1.1.6 Klasifikace	20
1.1.7 Klinický obraz.....	23
1.1.8 Léčba.....	24
1.1.9 Hodnocení výsledků.....	26
1.2 Cévní zásobení kyčelního kloubu.....	33
1.2.1 Historie	33
1.2.2 Cévní zásobení acetabula.....	36
1.2.3 Cévní zásobení proximálního femuru.....	38
1.2.4 Cévní zásobení hlavice v dospělosti	42
1.3 Redukční osteotomie hlavice	47
2 Cíle práce a pracovní hypotézy.....	57
3 Klinická část - Hodnocení radiologických a klinických výsledků po operaci AWRO u veřejných kyčlí následkem LCP ve střednědobém sledování.	58
3.1 Úvod	58
3.2 Materiál a metoda	59
3.3 Výsledky	62
3.4 Diskuze.....	68
3.5 Závěr	72
4 Experimentální část - Kadaverózní preparace a topografie r. profundus ACFM a r. piriformis AGI s využitím k AWRO.	73
4.1 Úvod	73
4.2 Metoda.....	74
4.3 Výsledky	78
4.4 Diskuze.....	83
4.5 Závěr	90

5	Závěr	91
5.1	Klinická část - Hodnocení střednědobých výsledků po operaci sedlovité deformity hlavice u Morbus Perthes	91
5.2	Experimentální část - Kadaverózní preparace a topografie r. profundus ACFM a r. piriformis AGI s využitím k AWRO.	92
6	Literatura.....	94
7	Seznam zkratk	105

SOUHRN

Morbus Legg-Calvé-Perthes (LCP) lze definovat jako idiopatické onemocnění kyčelního kloubu, způsobené poruchou prokrvení proximální epifýzy femuru. Následkem onemocnění dochází k mnoha morfologickým a funkčním patologiím, jejichž tíže se různí od téměř normálního nálezu po nejtěžší deformity. Mezi nepříznivé prognostické faktory řadíme kompletní nebo téměř kompletní postižení hlavice femuru s kolapsem laterálního segmentu epifýzy a nástup choroby v pozdním věku dítěte. Podle našich zkušeností klesá s věkem remodelační schopnost hlavice a po 8. roce věku jí rychle ubývá. Salter mluví o tzv. zlatém období remodelace (“golden period of remodellation”) a pokud se v této době dosáhne správné centrace i těžce deformované hlavice, lze většinu i tzv. ztracených případů přinejmenším podstatně zlepšit. Po tomto období klesá containment efekt a hlavice podléhá svému osudu.

Jako špatný výsledek po LCP hodnotíme asférický a inkongruentní kyčelní kloub, který se často projevuje obrazem veřejové kyčle. Prognóza sedlovité hlavice v pozdním věku není příznivá a velmi rychle dochází k sekundárním změnám. Anteromediální klínovitá redukční osteotomie (AWRO) je nové operační řešení v léčbě asféricko inkongruentních kyčlí v pozdním věku, s cílem prodloužit životnost již výrazně alterovaného kyčelního kloubu.

Hlavním cílem v klinické části této studie je zjistit a prokázat, že u pacientů, kteří byli operováni technikou AWRO, dochází k úpravě sféricity a zmenšení hlavice. Dosažením lepší kongruence v kyčelním kloubu očekáváme, že u pacientů dojde ke zlepšení subjektivního a objektivního nálezu ve střednědobém pooperačním období.

Hypotéza č. 1 *“AWRO vede k úpravě tvaru hlavice.”* jsme prokázali. U všech pacientů došlo k úpravě tvaru hlavice a zlepšení sféricity hodnocením Stulbergovy klasifikace (SC).

Hypotézu č. 2 *„AWRO vede ke zmenšení mediolaterálního průměru hlavice.”* jsme též po operaci potvrdili ve všech případech snížením kapitolodiazfyzárního indexu (CD). Redukce hlavice byla statisticky signifikantní ($p < 0,001$).

Hypotézu č. 3 „Po operaci dochází ke zlepšení Harris Hip skóre ve střednědobém horizontu.“ jsme verifikovali u všech pacientů. Bodové hodnocení bylo signifikantní ($p < 0,001$).

Cílem experimentální části je anatomická studie a. circumflexa femoris medialis (ACFM) pomocí nástřiku obarveným polychloroprenem. Znázorníme topografii hluboké větve ACFM a anastomózy s r. piriformis a. glutea inferior (AGI), změříme vzdálenosti těchto struktur od jednotlivých anatomických bodů, při kterých se orientujeme u operace AWRO. Pozorujeme intrakapsulární anatomické změny mediálního Weitbrachtova retinakula.

Experimentální studií tak chceme prokázat, že technika AWRO je bezpečná a šetrná ve vztahu k hlavním zdrojům cévního zásobení hlavice.

Hypotézu č. 1 „Vzdálenost r. profundus ACFM od malého trochanteru bude vypovídat o míře rizika osteotomie mediální části krčku femuru.“ jsme potvrdili. Z kadaverózní studie je zřejmé, že r. profundus ACFM prochází v mediocervikální oblasti dále od malého trochanteru směrem k úponu šlachy m. triceps coxae. Hypotézu o možném poranění svazku r. profundus ACFM při osteotomii mediální kortiky krčku potvrzujeme a zároveň doporučujeme provádět osteotomii co nejbližší k bazi malého trochanteru, kde jsme od cévního svazku co nejdále.

Hypotézu č. 2 „Existuje vztah mezi r. piriformis AGI a m. piriformis.“ jsme prokázali. R. piriformis AGI běží podél dolního okraje m. piriformis a ve vztahu k jeho úponu se nachází v minimální vzdálenosti v průměru 23mm (v rozmezí 17 – 29mm).

Hypotézu č. 3 „Mediální Weitbrachtovo retinakulum se u AWRO prodlužuje.“ jsme potvrdili. Průměrné prodloužení o 1,9 mm jsme zaznamenali ve všech měřeních. Ani v jednom případě nedošlo k přerušení nebo přepjetí mediálního Weitbrachtova retinakula. Prodloužení byla statisticky signifikantní ($p < 0,001$).

Na základě experimentální studie kyčelního kloubu jsme dospěli k závěru, že při výborných znalostech anatomie a dostatečných zkušenostech s operativou kyčelního kloubu je AWRO bezpečná metoda se šetrným přístupem k cévním

strukturám. Při zákrocích na kyčelním kloubu lze z této disertační práce využít anatomických znalostí a topografie r. profundus ACFM od okolních struktur a tím minimalizovat iatrogenní poškození.

AWRO řadíme mezi zachovné operace kyčelního kloubu, kterými intraartikulárně a intrafokálně odstraňujeme vzniklou deformitu. U asféricko-inkongruentních deformit kyčelního kloubu bereme na vědomí, že cílem léčby je hlavně prodloužit životnost kyčelního kloubu co nejdéle a tím oddálit konečné nevratné řešení formou totální endoprotézy kyčle.

SUMMARY

Morbus Legg-Calvé-Perthes (LCP) can be defined as an idiopathic hip disease caused by a disturbed blood supply of the proximal femoral epiphysis. There are many morphological and functional pathologies, due to the consequences of the LCP. The severity of the LCP varies from normal to the most severe deformities. Complete or less incomplete head disorders with a lateral segment collapse and the late onset of the disease belong to negative prognostic factors. According to our experience, the remodeling capability of the head decreases with age, and after age of 8 years is rapidly declining. Salter speaks of the so-called "golden period of remodeling", and if the heavily deformed heads are correctly aligned at that time, most "lost" cases can be substantially improved. The containment therapy is minimally effective after this "golden period".

We evaluate incongruent and aspherical hip joint as a bad result. This condition is often manifested by the image of hinge abduction or saddle shaped deformity of the femoral head. The prognosis of the saddle shaped head is not favorable and secondary changes occur very quickly. Anteromedial wedge reduction osteotomy (AWRO) is a new treatment to reshape the sphericity of the femoral head and thus extend the life of a significantly altered hip joint.

The main goal of the clinical study is to confirm that the sphericity of the femoral head and its reduction is improved at all patients who underwent AWRO procedure. Due to better congruence in the hip joint, we want to confirm the better movement and pain reduction after AWRO. Patients are evaluated according to Harris Hip Score (HHS) in the midterm follow up.

The first hypothesis "*AWRO leads to an adjustment of the shape of the head.*" is confirmed. The shape and sphericity of the femoral head were improved in all patients according to the Stulberg classification (SC).

The second hypothesis "*AWRO leads to a reduction in the mediolateral diameter of the head.*" was confirmed. CD index was reduced in all cases after surgery.

The third hypothesis "*Harris Hip score improves over the medium-term follow up after AWRO,*" was verified in all patients.

The aim of the experimental part is the anatomical study of a. circumflexa femoris medialis (ACFM) and r. piriformis a. glutea inferior (AGI) by injected colored polychloroprene. We illustrate the detailed topography of the deep branch of ACFM and its anastomosis with piriformis branch of a. glutea inferior (AGI). We measure the distances of these vessels from the certain anatomical structures which may help you navigate through hip surgeries. We observe intracapsular anatomical changes associated with the vascular supply of the femoral head. We want to demonstrate that AWRO procedure is safe method with low risk of iatrogenic injury to the main vascular sources of the femoral head.

The first hypothesis "*The distance between r. profundus ACFM and lesser trochanter will tell about the risk of medial neck osteotomy.*" was confirmed. Our experimental study shows that the deep branch of ACFM runs near the mediocervical region, further from lesser trochanter, towards the insertion of the m. triceps coxae. The hypothesis of possible injury to the deep branch of ACFM by osteotomy of the medial neck cortex is confirmed and thus we recommend to perform the cut as close as possible to the base of lesser trochanter.

The second hypothesis "*There is a relationship between piriformis branch of AGI and the m. piriformis.*" was confirmed. In our study, the piriformis branch of AGI runs along inferior border of m. piriformis and is in average distance of 23 mm (range 17 to 29mm) from the insertion of the m. piriformis.

The third hypothesis "*The medial retinaculum of Weitbracht is prolonging after AWRO.*" was also confirmed. An average extension of 1.9 mm was recorded in all measurements. Medial retinaculum of Weitbracht was not interrupted in either case. The prolongation was statistically significant ($p < 0.001$)

Based on an experimental hip joint study, we have concluded that with excellent knowledge of anatomy and high experience with hip joint surgery, the AWRO is a safe

method. This work can help in better anatomical knowledge of deep branch of ACFM and its anastomosis with piriformis branch of AGI while performing hip procedures to minimize iatrogenic damage. AWRO belongs to hip salvage surgeries with intrafocal aim to the deformity. We note that the goal of the AWRO is to prolong the life of the aspherical and incongruent hip joint as long as possible and thus delay the ultimate irreversible solution in the form of total hip endoprosthesis.

1 Úvod do problematiky

Dětský kyčel stojí v popředí zájmu ortopedů od samých počátků oboru. O žádném ortopedickém problému nebylo tolik řečeno a napsáno, jako o vývojové kyčelní dysplazii a Perthesově chorobě a jejich následcích. Obě témata jsou stále živá, stále diskutovaná a hlavně u obou stále není přijato jednotné terapeutické řešení.

Kyčelní kloub od narození tvoří hemisférická jamka a proximální femur, které během svého vývoje mění svou morfologii. Acetabulum formuje Y chrupavka, která spojuje kosti kyčelní, stydké a sedací a má vlastnosti epifyzární chrupavky. Kolem 8. roku věku se objevují 3 samostatná osifikační jádra v jednotlivých kostech acetabula, která jsou odpovědná za finální tvar jamky. Po celém okraji kloubní jamky přiléhá labrum, které má na průřezu trojúhelníkový tvar. Funkcí této fibroartilaginózní struktury je zvětšení objemové kapacity acetabula a její správný vývoj je rovněž zásadní pro normální funkci kyčelního kloubu. U novorozenců tvoří proximální femur jednotnou trochanterickoepifyzární chrupavčitou strukturu, která se vlivem apozičního a epifyzárního růstu postupně rozděluje na dvě samostatné struktury, velký trochanter a hlavici s krčkem femuru. Do půl roku věku dítěte se objevuje sekundární epifyzární osifikační jádro, které se postupně zvětšuje až do zániku epifyzární růstové chrupavky (Salter a kol., 1969). Tloušťka hyalinní chrupavky se během vývoje postupně ztenčuje a v dospělosti ji tvoří vrstva s průměrnou výškou 5mm. Maximální tloušťka chrupavky v acetabulu se nachází ventrokraniálně a na hlavici femuru ventrolaterálně.

Charakteristickým rysem pohybu kyčelního kloubu je kulovitý tvar kloubních ploch, který spolu s typickým uspořádáním proximálního femuru a účinnou muskulaturou tvoří funkční statický a dynamický komplex. Normální fyziologický pohyb v kyčelním kloubu předpokládá kongruenci kloubních ploch, zobrazenou na rentgenologickém snímku koncentrickými povrchy jamky a hlavice.

Při nežádoucím zásahu do vývoje proximálního femuru nebo acetabula dochází k morfologickým změnám, které alterují biomechaniku kyčelního kloubu. Ztráta cévní perfúze proximálního femuru má za následek nekrózu různých částí hlavice s následnou růstovou poruchou, která dává vznik různým menším či větším deformitám. Podle našich zkušeností lze pouze časnou a správnou centrací v kyčelním kloubu využít remodelační schopnosti hlavice, která však výrazně klesá po 8. roce věku. Po tzv. zlatém období remodelace ("golden period of remodelling"), sledujeme

prognosticky špatné výsledky, u kterých ve většině případů deformita přetrvává a dochází k postupnému zhoršení stavu (Salter, 1999, Dungal a kol., 2014). Preartrotické změny vedou k dysfunkci kyčelního kloubu, který se projevují vektorovými změnami tlaku v nosné části femorální hlavice s následkem nerovnoměrného přetížení. U preartrózy je zachovalá šíře kloubní štěrbiny a chybí osteroproduktivní změny. Tento stav je reverzibilní. Doba, za kterou přejde preartrotický stav v artrózu, je nepředvídatelná. Hlavní úlohu v opotřebení kloubu hraje nejen věk pacienta, nýbrž i čas a biomechanická dysfunkce. Při kontrolních vyšetření je zřejmé, že i těžké preartrotické stavy jsou dlouhou dobu asymptomatické. Ovšem nebolestivé období dříve nebo později končí s pokročilým zúžením kloubní štěrbiny a vývojem kostních a chrupavčitých změn. V tomto stadiu je strukturální přestavba ireverzibilní a u progresivních bolestivých forem je jedinou účinnou léčbou výměna kyčelního kloubu totální náhradou. Zdokonalováním technologie výroby a materiálu umělých náhrad se životnost implantátů prodlužuje a zlatým standardem se považuje 15tileté přežití. Mladí pacienti s artrózou kyčelního kloubu tak mohou očekávat více jak dvě revizní operaci kyčelního kloubu, která vede mimo jiné k dalšímu úbytku kostní hmoty. I když lze považovat totální náhradu za “elegantní” řešení ve 21. století, právě jeho životnost a komplikace s tím spojené nás nutí nadále zdokonalovat a provádět zachovné operace kyčle.

1.1 Morbus Perthes

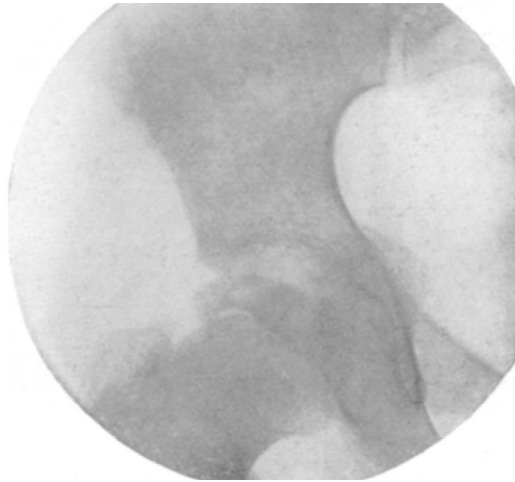
1.1.1 Definice

Legg-Calvé-Perthesova choroba (LCP) je idiopatické onemocnění kyčelního kloubu, které je způsobeno poruchou cévního zásobení hlavice. Dochází tak k nekróze kostní struktury, subchondrální zlomenině s postupnou fragmentací nekrotické epifýzy a její následné remodelaci. Postižená může být celá epifýza nebo pouze její část a výsledkem anatomicky a funkčně normální kyčelní kloub až těžká deformita s výrazným omezením funkce. Věkový výskyt je nejčastěji mezi 3. až 8. rokem věku s variační šíří 2 až 15 let. Onemocnění postihuje v 80% převážně chlapce a v 10-15% je oboustranné.

1.1.2 Historie

LCP byla současně a nezávisle popsána třemi autory v roce 1910. Arthur T. Legg, pracoval jako profesor na Harvardské univerzitě, popsal celkem 5 případů (Legg, 2006). Jacques Calvé byl francouzský chirurg, který působil nejdříve v Paříži a poté v Berck-Sur-Mer nemocnici, v té době největší tuberkulózní léčebně ve Francii. Pomocí nově instalovaného rentgenového zařízení identifikoval a stanovil novou diagnózu onemocnění kyčle. Během 1. světové války se Berck-Sur-Mer nemocnice stala největším ortopedickým zařízením ve Francii a Calvé zde působil jako vedoucí lékař do konce své profesionální kariéry v roce 1945 (Calvé, 2006). Německý chirurg Georg C. Perthes, který mimo jiné spolupracoval s Friedrichem Trendelenburgem v Lipsku, zaznamenal tento syndrom už v roce 1898 na rentgenovém snímku, avšak publikoval prvních 38 případů až v roce 1910 (Obr. 1) (Perthes, 1910). Všichni tři autoři odlišili tento stav od tuberkulózního zánětu kyčelního kloubu (Obr. 2).

V našem písemnictví je někdy uveden jako první pražský chirurg Karl Maydl, který popsal tuto klinickou jednotku v 10.-12. čísle časopisu Wiener klinische Rundschau v roce 1897. Při podrobném studiu jeho sdělení je zřejmé, že se jednalo o coxa vara adolescentium (Maydl, 1897).

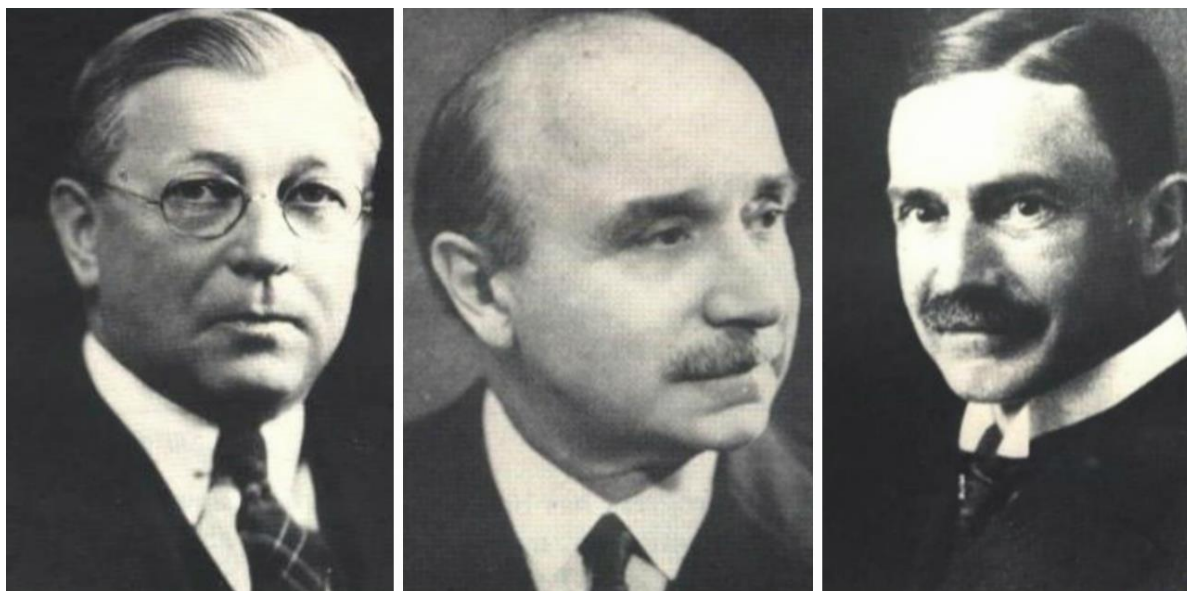


Obr. 1. Rtg snímek ze 17. března 1909, kde Georg L. Perthes zachytil svůj první případ idiopatické nekrózy hlavice. (The Classic: On Juvenile Arthritis Deformans. Georg Perthes. Clin Orthop Relat Res. 2012. Sep; 470: 2349-2368).

Podobné onemocnění popsal Hening Waldenström, domnívaje se, že etiopatogenetickým činitelem je tuberkulóza a v roce 1922 rozdělil průběh avaskulární nekrózy epifýzy do čtyř stále platných stádií. V české literatuře se touto problematikou dále zabývali především profesori Rudolf Pavlanský a Miroslav Slavík a manželé Svobodovy z tehdejší Gottwaldovy léčebny v Luži-Košumberku. V novém tisíciletí zpracoval rozsáhlou studii o Perthesově onemocnění Poul a jeho kolektiv (Poul a kol., 1998).

1.1.3 Etiologie

Jedná se o postnatální postižení, nikoli o vrozenou nebo dědičnou chorobu. Etiologie choroby je stále neznámá, ale multifaktoriální koncepce LCP nebyla doposud vyvrácena. Mezi možné etiologické faktory LCP patří redukce arteriálního zásobení



Obr. 2. Vlevo Arthur T. Legg (1874 - 1939), uprostřed Jacques Calvé (1875 - 1954), vpravo Georg Perthes (1869 - 1927).

epifýzy. Trueta potvrdil vymizení cévního zásobení přes ligamentum teres femoris v období mezi 4. až 7. rokem věku, tedy v období nejčastějšího výskytu LCP v dětské populaci. Některými autory byla prokázána i zpomalená venózní drenáž krčku hlavice u symptomatických kyčlí. Goff zaznamenal průměrně vyšší aktivitu, a zároveň snížený práh bolestivosti u dětí s LCP (Goff, 1962). Mezi další možné faktory patří abnormální růst, hormonální vlivy - somatomedin C a genetické vlivy. Častější výskyt LCP se nachází v rodinách kuřáků a u socio-ekonomicky slabších jedinců, kde určitou roli hrají vlivy prostředí nebo nutriční faktory. Eckerwall našel u všech pacientů s LCP vyšší koncentraci proteoglykanových fragmentů a stromeolysinu, což by odpovídalo probíhající synovitidě (Eckerwall a kol., 1997).

V poslední době bývá přikládán větší význam změnám v krevní srážlivosti. Někteří autoři zaznamenali vyšší výskyt LCP u pacientů s deficiencí nebo rezistencí k proteinu C, proteinu S a u hypofibrinolytických stavů. Glueck a kol. diagnostikovali Perthesovu chorobu u 75% pacientů s hemokoagulační abnormitou (Glueck a kol., 1997). U dědičné transmise faktoru V Leiden byly popsány 3 případy LCP ve 3 generacích jedné rodiny (Gruppo a kol., 1998). Jiné studie zase odmítají souvislost

trombofilie s Perthesovou chorobou. Gallistl ve svém souboru 44 pacientů zaznamenal APC rezistenci u 3 pacientů (6,6%) a deficienci proteinu C pouze u jednoho dítěte (2,2%) a neprokázal tak souvislost mezi LCP a trombofilií (Gallistl a kol., 1999). Brenig sledoval Perthesovu chorobu u 18ti psů a u všech našel normální plazmatické hodnoty. (Brenig a kol., 1999). Více takových studií nepotvrdily etiologickou roli trombofilie v etiopatogenezi LCP.

Jiní autoři se přiklání k teorii celkového onemocnění, při kterém je nekróza pouze lokálním projevem choroby a dochází k tzv. stand-still fenoménu, kdy se během vývoje zastavuje růst všech epifýz (Harrison et Bakemore, 1980). Tento fenomén jsme potvrdili i v naší studii z roku 1996. (Dunzl, 1996).

Joseph a Pydisetty sledovali závislost hladiny cirkulujících imunokomplexů u pacientů s chondrolýzou a "stiff hip". Sice našli zvýšenou infiltraci plasmatických buněk v synoviální tkáni, ale souvislost s věkem a rozsahem postižení nikoli. (Joseph et Pydisetty, 1996).

Často se uvádí vliv pohlaví na prognóze onemocnění. Dívky stejného věku jako chlapci mají horší prognózu onemocnění. Důvodem je rychlejší doba kostního zrání a tím menší potenciál k remodelaci hlavičky. Guille a kolektiv sledovali pacienty obou pohlaví stejného věku a stejného rozsahu postižení, u kterých předpokládali stejné výsledky. Dívky ovšem měly uzávěr proximální růstové chrupavky ve 12,9 letech a chlapci v 15,8 letech (Guille a kol., 1998).

1.1.4 Patogeneze

V roce 1913 popsal Perthesův kolega, patolog Schwarz, nekrotickou hlavičku u náhodně zemřelého dítěte a změny označil za následky poruchy cévního zásobení hlavičky. Jonsäter poprvé odebral biopsii v jednotlivých stádiích onemocnění o 40 let později. V nekrotické fázi popsal okrsky mrtvé kosti vyplňující kostní trámce (Trümmermehl) bez známek regenerace. Intracelulárně je patrná pyknóza jader nebo úplné vymizení jádra. Kostěnná tkáň vykazuje tzv. biologickou plasticitu, což znamená, že tato kost není měkká, ale může být dlouhodobě působícími mechanickými vlivy modelována do různých tvarů. Ve stadiu resorpce dochází k plíživé přestavbě revitalizovanou tkání (creeping substitution). Mrtvá kost je

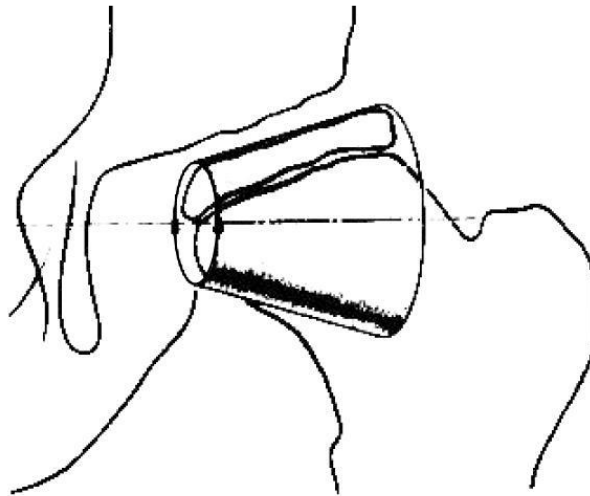
resorbována a nahrazována novotvořenou tkání bohatou na cévní pleteně. Deformita hlavice pokračuje vlivem kolapsu kostních trámců a progresivní resorpce fragmentované nekrotické kosti. Ve třetím reparačním stadiu dochází k obnově trámců novotvořenou kostí, hlavice přestává kolabovat. Ve fázi remodelace získává epifyza svůj konečný tvar a její přestavba závisí na stupni kostní zralosti.

Podle Ponsetiho teorie hraje zvláštní roli v patogenezi LCP epifyzární chrupavka. Jeho histologické nálezy byly publikovány v roce 1956 a 1983 (Ponseti, 1956, Ponseti a kol., 1983). Epifyzární chrupavka je za normálních podmínek tvořena 3 vrstvami, Střední vrstva je formována silnou vrstvou hyalinní chrupavky obsahující chondrocyty a četné cévní kanály. Nová kostní tkáň se tvoří kolem těchto kapilár. Ponseti pomocí peroperačních vzorků při cheilotomii našel změny ve střední vaskularizované vrstvě. Autor se tak domnívá, že k poruše cévního zásobení může dojít kompresí cév v abnormálně měkké chrupavce. Potom by LCP byla projevem generalizované transientní poruchy epifyzární chrupavky s místním projevem na kyčelním kloubu.

1.1.5 Patologicko-anatomický nález u LCP

V důsledku fraktury kostních trámců dochází ke snížení výšky kostěnné epifyzy a kloubní chrupavka přerůstá převážně na nekryté anterolaterální části hlavice. Ve stádiu hojení, kdy dochází k reosifikaci nově vytvořené vazivově chrupavčité tkáně, se tvoří konečný tvar hlavice. Další prognóza závisí z dlouhodobého hlediska na celé řadě vnitřních a vnějších faktorů. Při containment efektu s udržení plného rozsahu pohybu v kyčelním kloubu se vyvíjí kulovitý tvar hlavice (tzv. ball and socket type). Při omezeném rozsahu pohybu pouze jedním směrem se v kulovém prostředí tvaruje hlavice spíše do válcovitého tvaru a vzniká válcovitý typ deformity (tzv. roller-bearing type) (Obr. 3). Tvarově změněná hlavice se opírá o kostěnný okraj acetabula a dochází k fixovanému addukčnímu postavení při extenzi v kyčelním kloubu. Abdukce se tak uvolňuje pouze při flexi a hovoří se tak o příznaku "flexion with abduction". S pokračováním deformity se původně centrovaná rotace přenáší excentricky a hypomochlionem otáčení se stává laterální okraj acetabula. Vzniká tak situace

popisovaná doslova jako abdukce na závěsu. V českém písemnictví se více setkáváme se spojením veřejová kyčel, v anglické literatuře jako hinge abduction.



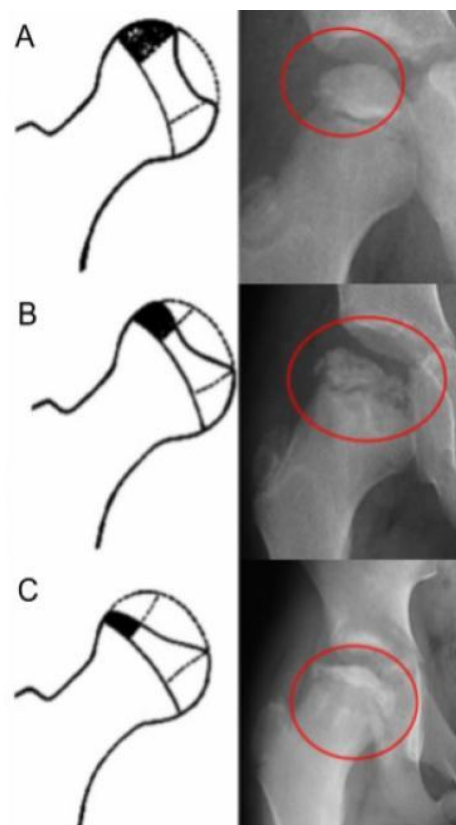
Obr. 3. Při válcovité deformitě se laterální pilíř hlavice opírá o kostěnný okraj acetabula, který brání abdukci v kyčelním kloubu. K “odemknutí” hlavice do abdukce dochází při flexi v kyčli.

1.1.6 Klasifikace

V roce 1971 rozdělil Catterall hlavice do čtyř skupin podle rozsahu nekrózy. Toto členění se stalo v minulém století nejrozšířenější klasifikací, ovšem řada autorů poukazovala na jeho nízkou reprodukovatelnost a nízkou shodu mezi jednotlivými pozorovateli. Tyto skutečnosti vedly k novému hodnocení navrženém Anthonyem Herringem (Herring, 1992). Klasifikace se rychle ujala pro jednoduchou aplikovatelnost. Je založena na pozorování, že fragmentace se rozlišuje v určitých sektorech hlavice. Hlavice je na předozadním rentgenovém snímku rozdělena do tří sektorů. U klasifikace se hodnotí kolaps laterálního pilíře a tak se klade důraz na eliminaci rotace v kyčelním kloubu a možný zákryt jednotlivých pilířů. Podle velikosti kolapsu laterálního pilíře dělí Herring kyčle do skupin A, B a C. Ve skupině A je

laterální pilíř intaktní, ve skupině B je kolaps menší než 50% a u skupiny C ztrácí pilíř více jak 50% své výšky (Obr. 4).

Nevýhodou této klasifikace je hodnocení ve stadiu fragmentace, kdežto Catterallova stupnice nabízí hodnocení i v pozdějším stadiu postižení. U Catterallový skupiny I je postižení pouze v přední části hlavice. U II. skupiny je nekróza větší a často se tvoří centrální sekvestr. Ve III. skupině zasahuje sekvestr téměř celou epifýzu a v časně fázi lze v AP projekci pozorovat obraz "hlavice v hlavici". Ve skupině IV je hlavice postižená celá (obr. 5). Catterall zavedl též pojem rizikové hlavice, která je dána přítomností pěti znaků na rentgenovém snímku. Přítomnost znaků potvrzuje diagnózu a predikuje prognózu onemocnění (tab. 1).

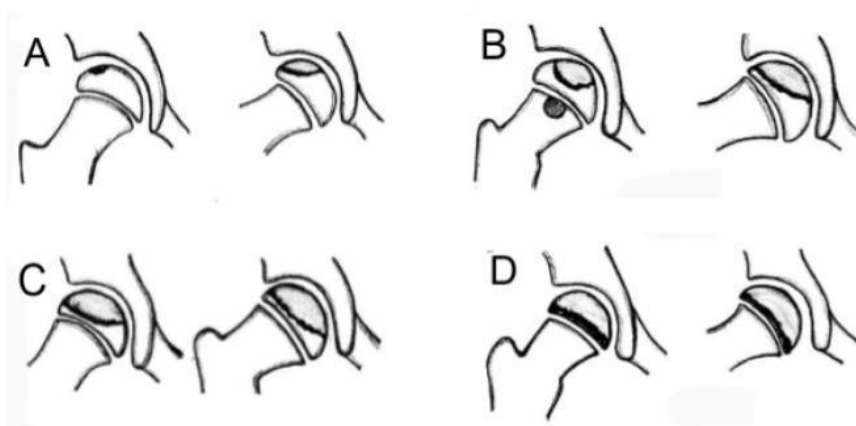


Obr. 4. Herringova klasifikace CLP. Hlavice je rozdělena do 3 pilířů. A - Normální výška laterálního pilíře - skupina A, B - z výšky laterálního pilíře zbývá více než 50% - skupina B, C - kolaps zevního pilíře je větší než 50% původní výšky - skupina C.

Riziková hlavice dle Catteralla	
Rentgenologický nález	Klinický nález
Difúzní metafyzární změny	Obezita (BMI nad 25)
Horizontální průběh růstové chrupavky	Addukční kontraktura
Eroze epifýzy a metafýzy v laterální části hlavice (Gageho znamení)	Omezení rozsahu pohybů
Kalcifikace laterálně od epifýzy	Věk nad 9 let
Laterální subluxe hlavy	

Tab. 1. Rentgenologické i klinické známky rizikové hlavy. Nález alespoň 3 znaků potvrzuje diagnózu.

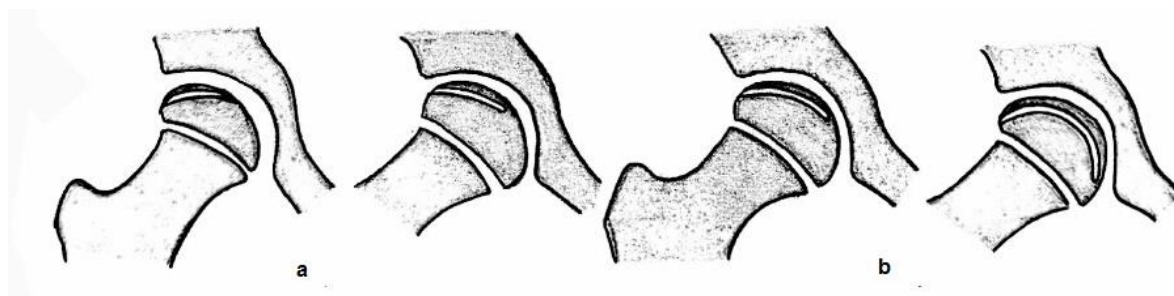
Již v časném stadiu onemocnění lze predikovat rozsah postižení podle rozsahu subchondrální fraktury. Radiolucenční subchondrální linie iniciuje stadium resorpce a dle velikosti určuje rozsah postižení hlavy. Salter a Thompson zhodnotili více jak 300 postižených hlavice podle velikosti subchondrální zlomeniny na rentgenovém snímku. Zaznamenali lepší prognostické výsledky u subchondrálních zlomenin menšího rozsahu a stanovili tak klasifikaci u raných stadií LCP. V klasifikační skupině A jsou zařazeny zlomeniny, které nepřesahují více jak 50% epifýzy v předozadní a axiální projekci a jsou prognosticky příznivější. Ve skupině B přesahuje subchondrální fraktura více jak polovina hlavy a výsledky lze očekávat horší (obr. 6).



Obr. 5. Klasifikace CLP podle Catteralla, u kterých se jednotlivé skupiny liší podle rozsahu postižení hlavičky (Dungl a kol., 2014).

1.1.7 Klinický obraz

Symptomatologie LCP závisí na několika faktorech, zejména na míře postižení hlavičky a věku pacienta. Při nekróze celé hlavičky jsou příznaky výraznější, u starších pacientů jsou následky po proběhlé nemoci horší. V některých případech dochází



Obr. 6. Rozsah subchondrální zlomeniny podle Saltera a Thompsona. Zlomenina nepřesahuje polovinu epifýzy v žádné z projekcí (a), v AP i axiálním pohledu postihuje subchondrální zlomenina více než polovinu hlavičky (Dungl a kol., 2014).

k opakovaným synovialitidám kyčelního kloubu. Často prvním symptomem je napadání při chůzi, které bývá kombinací Trendenburova a antalgického kulhání. Ve stojné fázi kroku se dítě naklání přes trup, aby tak zamezilo aktivaci gluteálních svalů

a tím bolestivé kontrakci v kyčelním kloubu. U déle trvajících nemocí můžeme sledovat atrofii gluteálních a stehenních svalů. Bolest se může projevit až později, velmi často se projikuje do kolena a vnitřní a přední strany stehna vlivem iritace nervus obturatorius. Zpočátku jsou bolesti intenzivnější po zátěži, u pokročilého nálezu jsou bolesti i noční. Častým nálezem je omezení rozsahu pohybů v postiženém kloubu. Pozitivním nálezem je log roll-test, kdy u ležícího pacienta s extenzí v kyčelním kloubu je opakovanou jemnou rotací patrné omezení vnitřní rotace. Abdukce je zpočátku omezena méně výrazně, flekční kontraktura je vzácná. U těžších postižení se končetina přetáčí ve flexi do abdukce a u nejtěžších případů se vyvine addukční kontraktura.

Klinické příznaky korelují s jednotlivými fázemi onemocnění. Před objevením subchondrální fraktury v nekrotické fázi se příznaky kulhání a bolestí střídají s asymptomatickým obdobím. S proběhlou subchondrální frakturou se obtíže zhoršují a jsou většinou stálé. Při fragmentaci se hlavice decentruje a v důsledku těchto anatomických změn zůstává omezení pohybu trvalé. V reparační fázi symptomy onemocnění ustupují, ale stupeň omezení závisí na rozsahu anatomických změn. Dítě se zvolna vrací k normální aktivitě při kompletní reosifikaci na rentgenologickém snímku. V některých případech se vyvine obraz disekující osteochondrózy, což může způsobit subjektivní obtíže typu blokad a přeskakujících fenoménů.

1.1.8 Léčba

Názory na léčbu LCP jsou značně kontroverzní a mohou se často diametrálně lišit. Od prostého terapeutického nihilismu, přes dlouhodobou konzervativní léčbu, až po chirurgické intervence. Každý způsob léčby má své příznivce i odpůrce, kteří argumentují svými zkušenostmi a dosaženými výsledky. Vše se odráží v rozmanitosti klinického obrazu, v průběhu onemocnění i skutečnosti, že se jedná o samoléčitelný proces, který může probíhat zcela asymptomaticky. Do 80.ých let minulého století převažovala konzervativní terapie bez chirurgického zásahu. Tento typ léčby vyžadoval dlouhodobý klid na lůžku, který měl na dítě neblahý psychický vliv, protože bylo vytrženo z běžného života na více než 2 roky. V širším kontextu měnících se sociálně-ekonomických podmínek ve vyspělých státech i u nás dlouhá doba léčení u

tohoto onemocnění začala být neúnosná a na základě nových poznatků z patogeneze LCP se objevila doslova záplava prací pojednávajících o nových možnostech chirurgické a i konzervativní léčby. Tento zvýšený zájem o problematiku měl dva cíle: zkrátit dobu léčby u mladých pacientů z několika let na několik měsíců, a tím i nepřímo pozitivně ovlivnit psychickou i fyzickou stránku dítěte. Druhým cílem bylo zvýšit efekt léčby k potlačení nežádoucích sekundárních změn v kyčelním kloubu. U probíhajících onemocnění převládla v evropských zemích containment terapie popsaná Salterem v roce 1969 a 1986 (Salter a kol., 1969, Salter, 1986). Vychází z pozorování, že hlavice se během postižení lateralizuje ven z jamky a její nekroticky změněná tkáň podléhá působením vnějších nepravidelných tvarů deformacím. Principem této metody je zanoření postižené hlavice do kulového prostoru acetabula tak, aby po celou dobu hojení nemohlo docházet k její deformaci. Chirurgického containmentu hlavice během hojení lze dosáhnout pomocí osteotomie proximálního femuru nebo redirekční pánevní osteotomií. Při varizační osteotomii proximálního femuru dojde k zanoření hlavice do acetabula. U pánevní osteotomie, zpravidla Salterově inominátní osteotomii, dosáhneme containment terapie změnou orientace acetabula. Příznivým efektem osteotomie kolem kyčelního kloubu je také zvýšené prokrvení a spolu s drenážním efektem tak nepřímo urychluje průběh jednotlivých fází LCP. Kombinací containment efektu a funkční stimulace pohybové aktivity tak pozitivně motivuje psychosomatický vývoj dítěte (obr. 7).

Na základě dlouholetých zkušeností s chirurgickou léčbou LCP od roku 1979 jsme na naší klinice stanovili indikační kritéria k operační terapii. Tyto kritéria nejsou uniformní a záleží na jednotlivých zkušenostech pracoviště a filosofie operátorů. V našem souboru operujeme všechny pacienty, kteří splňují Catterallové příznaky rizikové hlavice dle rentgenologického nebo klinického vyhodnocení. Dále operujeme všechny pacienty s postižením hlavice dle Catteralla III a IV, dle Herringa B a C a Salter Thompsona B u pacientů starších 5ti let. Podmínkou provedení operace je dosažení rozsahu pohybu v kyčelních kloubech alespoň na 60% intenzivní cílenou předoperační rehabilitací. Děti redirekční pánevní osteotomii s varizací proximálního femuru. Na začátku operace vyšetřujeme kyčelní kloub artrograficky a hodnotíme sféricitu hlavice v AP i Lauensteinově projekci. V pořadí operačních zákroků



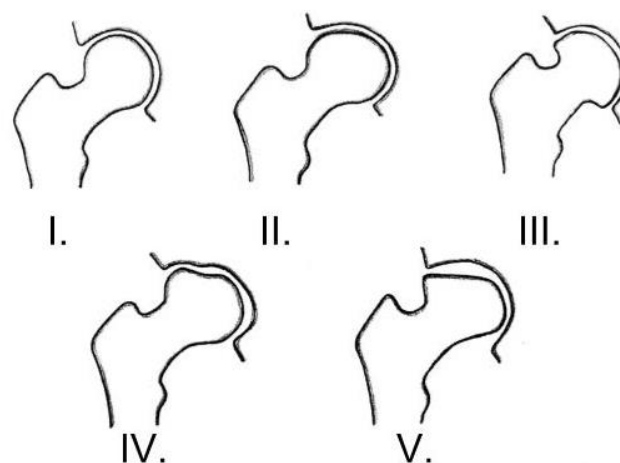
Obr. 7. Rentgenový snímek 7 letého chlapce po Salterově osteotomii pánve v kombinaci s varizací proximálního femuru. Tzv. “supercontainment” terapie minimalizuje nevýhody obou výše uvedených operačních metod.

nejprve provádíme Salterovu osteotomii. V druhém kroku varizujeme proximální femur o 15°, maximálně však o 20°. U mladších pacientů nakládáme jednostrannou sádrovou spiku, u dětí nad 7 let indikujeme klid na lůžku. Za 6 týdnů po operaci indikujeme krátkodobou rehabilitaci za hospitalizace s pokračováním v domácím prostředí a chůzí o 2 francouzských berlích. Po třech měsících od operace dovolujeme plnou volnost v kloubu a plnou zátěž včetně školního tělocviku s vyloučením skokové aktivity.

1.1.9 Hodnocení výsledků

Hodnocením výsledků po proběhlém LCP se zabývala řada autorů. Stulbergova klasifikace a Moseho systém pomocí soustředných kružnic jsou nejčastěji

užívanými schémata. Mose hodnotí sféricitu hlavice pomocí průhledného měřítka, kde je zobrazen systém několika soustředných kružnic o poloměru vždy o 1mm větším. Pokud okraj hlavice nepřesahuje v předozadní a laterální projekci o 1mm, je výsledek považován za dobrý. Uspokojivý nálezn je považován při poruše sféricity do 2mm. Ztráta sféricity o více jak 2mm je považována za špatný výsledek s horší prognózou. Stulbergova klasifikace rozděluje deformity hlavice do pěti skupin. V prvních dvou skupinách není kongruence kyčelního kloubu porušena. Normální kongruentní kloub je hodnocen v 1. skupině, coxa magna ve skupině 2. Asférický kongruentní kloub je hodnocen u 3. a 4. skupiny, kdy deformita hlavice přechází do oválného (3. skupina) nebo plochého (4. skupina) tvaru. Tvar acetabula odpovídá změnám na hlavici. Nejhorší prognózu vykazuje V. skupina, kde je kloub asférický a inkongruentní. Výrazně deformovaná hlavice neodpovídá změnám na acetabulu. Do této skupiny zařazujeme i kyčelní klouby s abdukcí v závěsu nebo dvouhrbé hlavice často s poruchou funkce kloubu (obr. 8). Z vlastní zkušenosti používáme druhou ze zmiňovaných klasifikací, která hodnotí kyčelní kloub jako celek. Sleduje změny zároveň na proximálním femuru a acetabulu.



Obr. 8. Stulbergovo hodnocení výsledků léčby CLP: I. a II. typ - sférická kongruence kyčelního kloubu (I. normální kyčelní kloub, II. coxa magna), III a IV. - asférická kongruence (III. sférické acetabulum, IV. reciproční změny na acetabulu), V. asférická inkongruence (Dunjl a kol., 2014).

1.1.9.1 Veřejová kyčel

V roce 1981 Grossbard popsal veřejovou kyčel u 4 adolescentů, u kterých proběhla LCP (Grossbard, 1981). Koncept abdukce v závěsu byl později objasněn několika autory v čele s Catterallem, který upozornil na přínos arthrografie k demonstraci tohoto nálezu (Catterall, 1981). Na podkladě perioperačního arthrogramu charakterizují zmiňovaní autoři veřejovou kyčel jako femoroacetabulární impingement (obr. 9). Při abdukci se zevní segment hlavice opře o laterální okraj acetabula a pákovým jevem dojde k rozšíření mediálního kloubního prostoru. Arthrograficky se tento jev projeví zvětšením mediálního kontrastního poolu. Nakamura později upřesnil definici veřejové kyčle měřením rostoucího sublukačního indexu (poměr šíře mediálního poolu k celkové šíři acetabula) při abdukci v kyčli (Nakamura a kol., 2008).



Obr. 9. Arthrografie 12ti letého chlapce s veřejovou kyčlí po LCP. Laterální segment hlavice je extrudovaný mimo acetabulum a hypomochlion otáčení se posouvá mediálně do středu hlavice.

Kruse popsal nález i bez přítomnosti arthrogramu. Na rentgenovém snímku pozoroval rozšíření mediální kloubní štěrbinu o více jak 2mm a zároveň zúžení v superolaterální části kloubu při abdukčním postavení kyčle.

Patogeneze veřejové kyčle

Kolaps a subluxace hlavice jsou ovlivněny místem nekrózy, mechanickými vlastnostmi nekrotického segmentu a vektorovou silou zátěže kyčelního kloubu u výrazně postižených hlavic. Rab ve své experimentální studii na 3-dimenzionálním pružinovém modelu zjistil, že směr subluxace závisí na silové výslednici tlaku na kyčelní kloub, který se může měnit v závislosti na bolesti a svalových kontrakturách (Rab, 1985). Veřejová kyčel se může na základě rozdílné 3-dimenzionální patologické anatomie lišit u každého pacienta. Liší se tak i vlastnosti závěsného pohybu kyčelního kloubu v závislosti na velikosti, místě a deformaci veřejového segmentu. Pécasse konstatuje, že deformace je multidirekcionální, většinou je hlavice plochá nebo rozšířená ve frontální rovině a oválná v axiálním směru. Deformita se může vyskytovat kdekoli od předního po laterální segment femorální hlavice, a v této souvislosti se veřejová kyčel manifestuje pokaždé jinak dle rozdílného anterolaterálního impingementu (Yoo a kol., 2004, Yoo a kol., 2008). Proto je důležité před operačním výkonem provést dynamické arthrografické vyšetření s kontrastem. Laterální impingement je detekován na předozadním snímku v addukci a abdukci v kyčelním kloubu v kombinaci s vnitřní a vnější rotací. Přední impingement se zobrazuje v rotacích a ve flexi v kyčelním kloubu.

Častým klinickým znamením veřejové kyčle je omezení pohybu do abdukce a flexe. Tento jev již většinou vyvolává prvotní podezření na tuto diagnózu. Je však důležité odlišit, zdali je omezení způsobeno svalovou kontrakturou nebo právě impingementem deformované hlavice.

Patogenezi podrobně popsal v několika krocích Reinker u svých 14 pacientů s vyvinutou veřejovou kyčlí (Reinker, 1996).

1. K centrálnímu kolapsu hlavice dochází během fáze fragmentace. Ke kolapsu v periferní části hlavice nedochází, neboť je chrupavka vyživována synoviální tekutinou.

2. Během pozdní fáze fragmentace se periferní segment opírá o kostěnný okraj acetabula a vytváří veřejovou kyčel. Chrupavčitá epifýza není ještě dostatečně osifikována a na rentgenovém snímku tak není patrná coxa plana nebo dvouhrbá hlavice.
3. Opakované nefyziologické cykly vedou k ireverzibilním deformitám v kyčelním kloubu.
 - a. Dochází k laterální subluxaci v kyčli, která se projevuje zvýšenou distancí mezi hlavicí a Kohlerou slzou. Hypomochlionem otáčení v kyčelním kloubu se stává laterální okraj hlavice, která se při abdukci opírá o kostěnný okraj acetabula a páčí hlavici ven z acetabula.
 - b. Pokračuje kolaps centrální části hlavice, která se nadále deformuje.
4. Kombinace subluxace a kolapsu laterálního pilíře hlavice znemožňuje containment efekt kyčelního kloubu
5. V remodelační fázi dochází k osifikaci extrudované chrupavčité části hlavice a vyvine se reziduální deformita v obraze dvouhrbé nebo hříbovité hlavice.

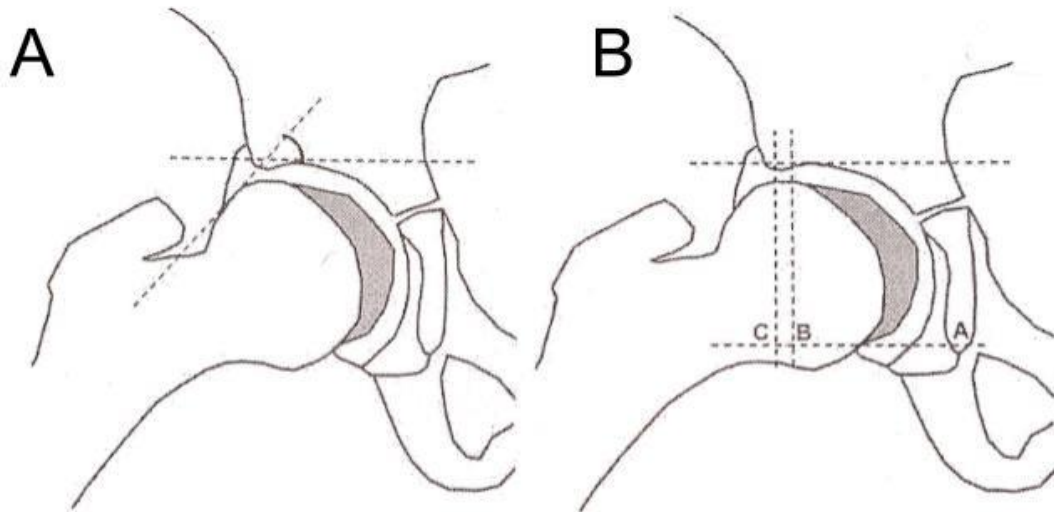
Typy veřejové kyčle

Při abdukčním pohybu veřejové kyčle se centrum otáčení v kyčelním kloubu přesouvá na laterální okraj acetabula a labrum se tak deformuje kraniálně se zvětšující se abdukci. Podle everze labra a centrace deformované hlavice se v literatuře setkáváme se 2 typy veřejové kyčle.

1. “nepravá” reponibilní veřejová kyčel - při abdukci se deformovaná hlavice centruje do acetabula a nedochází tak k výraznému tlaku na labrum a kostěnný okraj acetabula.
2. “pravá” nereponibilní veřejová kyčel - laterální segment hlavice se při abdukci opírá o okraj acetabula a dochází k poškození měkkotkáňových a kostních struktur.

K definici veřejové kyčle napomáhá měření Hilgenreiner-labrum úhlu a epifyzárního slip-in indexu. Hodnocením těchto parametrů lze posoudit typ veřejové kyčle a stanovit

další léčebný postup (obr. 10) (Yoo a kol., 2004, Yoo a kol., 2008, Kamegaya a kol., 2008).



Obr. 10. A - Hilgenreiner-labrum úhel je stanoven úhlem mezi liniemi paralelní s Hilgenreinerovou linií a čarou procházející laterálním okrajem acetabula a hrotem labra v abdukci 30° až 45°. B - Epifyzární slip-in index (ESI) je vypočítán pomocí rovnice $ESI = BC/AC \times 100$ v abdukci 40°. A - Kohlerova slza, B - tangenciální vrchol epifyzy hlavice, C - laterální kostěný okraj acetabula (Kamegaya a kol., 2008).

U “nepravé” veřejové kyčle, kdy je anterolaterální extrudovaná část relativně malá nebo dostatečně měkká, je hlavice při abdukčním manévru zanořena v acetabulu. U tohoto typu veřejové kyčle se terapie opírá o konzervativní nebo operační containment léčbu pomocí abdukčních dlah, respektive osteotomii proximálního femuru, redirekční pánevní osteotomii a acetabuloplastiky. U pacientů s Herring B nebo Catterall 3 s věkem nad 8 let nebo u mladších pacientů s Herring C nebo Catterall 4 je při epifyzárním slip-in indexu nad 20% vysoká úspěšnost containment terapie (Kamegaya a kol., 2008).

U dětí s pozdním nástupem LCP je potenciál remodelace nízký. Hlavice často podléhá výrazné ireverzibilní deformitě s nálezem “pravé” veřejové kyčle. Nereponibilní kyčelní kloub alteruje labrum, které se evertuje kraniálně a podléhá degenerativním změnám. Z uvedených důvodů se nelze spoléhat na spontánní

remodelaci containment terapií a filosofie léčby se tak orientuje ke zlepšení kongruence v kyčelním kloubu (Joseph a kol., 2001). Mnoho autorů u nereponibilní veřejové kyčle doporučuje valgózní osteotomii proximálního femuru (Bankes a kol., 2000, Myers a kol., 2008), operaci stříšky (Freeman a kol., 2008), Chiariho osteotomii pánve (Bennett a kol., 1991), distrakci kyčle (Cañadell a kol., 1993, Kocaoglu a kol., 1999), nebo cheilotomii. Každá z uvedených metod má své příznivce i odpůrce, nicméně společným rysem zůstává ponechání deformity hlavice.

. S rostoucím zájmem o problematiku femoroacetabulárního impingementu se zdokonalily přístupy ke kyčelnímu kloubu, které otevřely nové operační možnosti. Mezi relativně nové metody léčby veřejové kyčle patří intrafokální řešení deformity v podobě intraartikulární redukční osteotomie hlavice kosti stehenní.

1.2 Cévní zásobení kyčelního kloubu

Cévní zásobení kyčelního kloubu můžeme teoreticky rozdělit na cévní zásobení acetabula a zásobení proximálního femuru. Cévní okruh kolem acetabula je zásobován převážně větvemi z a. iliaca interna - a. glutea inferior, a. glutea superior, a. pudenda interna a a. obturatoria. K zásobení spodní části přispívají a. circumflexa femoris medialis (ACFM) a lateralis (ACFL) a drobné větve z a. iliaca externa. Proximální femur je pak převážně zásoben z a. iliaca externa, větvemi ACFM a ACFL. Dále sem přispívají svalové větve z a. glutea superior a a. glutea inferior a a. perforans prima, která prochází skrze šlachy m. adductor magnus na zadní stranu stehna. Oba cévní systémy jsou však navzájem propojené tak, že je nelze od sebe rozdělovat kategoricky a pomocí drobných a četných anastomóz spolu tvoří periartikulární síť.

1.2.1 Historie

Historie zkoumání cévního zásobení proximálního femuru sahá až do 18. století. Badatelé, kteří se věnovali této problematice, můžeme rozdělit do 2 skupin. V první skupině to byli chirurgové a anatomové, kteří se zaměřili na extraoseální průběh cév a osud cévního zásobení v kosti proximálního femuru již nebyl tak zkoumán. O intraoseální průběh se zajímala druhá skupina lékařů, která patřila do řad patologů a hematologů. Hlavním cílem jejich zkoumání byly drobné nutriční cévy v kosti. Palletta (1920), Cooper (1823), Sappey (1869) a Langer (1876) patřili mezi významné autory, kteří zkoumali topografii cév proximálního femuru v 19. století. V minulém století se studií extraoseálního zásobení hlavice a krčku kosti stehenní zabývali Lexer a kol. (1904), Nussbaum (1924), Kolodny (1925), Logroscino (1934), Vereby (1942), Wolcott (1943), Tucker (1949) a Howe a kol. (1950), Crock (1967, 1969), Ogden (1974) a Kasai (1985). Významné práce, které přispěly k porozumění intraoseálního zásobení, patřily Neumannovi (1869), Langerovi (1876), Rindfleischovi (1880) a Van der Strichtovi (1892). Ve 20. století to byly práce Doana (1922 a 1925) a Drinkera (1922). Jiné práce se věnovali průběhu cév u kostně nezralých hlavic s přítomnou růstovou ploténkou. Řešily význam nutriční arterie přicházející z ligamentum teres capitis a

zdali růstová chrupavka tvoří absolutní bariéru mezi metafýzou a epifýzou. Další studie se intenzivně zabývaly anatomii kapilárních cév ve spongióze hlavice ve smyslu otevřeného nebo uzavřeného systému.

Přes desítky vypracovaných studií mezi autory stále existuje názorová diskrepance. Každá práce většinou využívala jiné metodiky práce, jiného zpracování dat v jiném věkovém období. Pro studium cévního zásobení se využívá nástřikové metody s následným zpracováním preparátu. Důležitou roli hraje stáří kadaveru, přítomnost aterosklerotických plátů, průchodnost cév, technika kanylace a typ nástřikové hmoty aplikované do cévního systému preparátu. V minulosti se používalo různých druhů pryskyřic a fermeží ve směsi s minerálním barvivem a spolu s vosky dovovalo nástřiky za tepla i za studena. Nástřiková hmota pak ztuhla a preparát mohl být po řadu let uchovávan v alkoholu, nebo po prosycení arsenikem vysušen, ať po předchozí alkoholové lázni nebo bez ní. Volba složení nástřikové hmoty dovovala regulovat průnik nástřiku buď do velkých i malých arterií, nebo až do kapilárního řečiště. Postupně byly zdokonalovány nástřikové hmoty. Nyní mezi nejčastější druhy hmot patří polychloropren, tuš a síran barnatý. Nástřiknuté preparáty byly dále zpracovány různou technikou od klasické anatomické preparace až po zobrazovací metody (RTG, magnetická resonance), které se používají hlavně v topografii extraoseálního zásobení. U zobrazení drobných cév a intraoseální kapilární sítě se využívá projasnění nebo koroze s následným makroskopickým či mikroskopickým vyšetřením.

Druhy nástřikových hmot a techniky

Polychloropren

Polychloropren, chemický název poly (2-chlóro - 1,3 butadién), je vyráběný syntetický polymer ze skupiny kaučuků (elastomerů). Výsledkem polymerázové reakce je polymer o vysoké elasticitě. Používá se prakticky ve všech oborech, nejvíce pak ve stavebnickém a strojírenském průmyslu. Tato syntetická suspenze má výborné plnicí a mechanické vlastnosti a vykazuje výbornou odolnost vůči opakované deformaci ohybem. Látka je vysoce viskózní a prochází spolehlivě cévami s větším lumen. Je ideální pro extrakapsulární zobrazení cév. Ke znázornění intrakapsulárních

a intraoseálních cév je však nevhodný, protože díky své hustotě nepravidelně vyplňuje drobné cévy, které se pak špatně preparují.

Síran barnatý

Barnatá sůl kyseliny sírové je bílý krystalický prášek nerozpustný ve vodě ani v jiných rozpouštědlech. Je však rozpustný v kyselině sírové. V klinické praxi bývá nejčastěji používán k rentgenovému zobrazení trávicího traktu. Suspenze jemných částic je ředěna z 30% až 50% formaldehydem a hlavní výhodou této nástřikové hmoty je nízká viskozita, takže snáze pronikne i do jemného cévního řečiště. Suspenze je obarvena berlínskou (pruskou) modří k monitoraci cévního řečiště. Poté následuje technika projasnění nejčastěji podle Spalteholz nebo Crocka (Spalteholz a Werner, 1914, Crock, 1965).

Spalteholzova technika

Werner Spalteholz (1861-1940) v Lipsku zdokonalil projasnění preparátů, při níž preparáty s barevným nástřikem cév po odvodnění a prosycení speciální tekutinou získají transparentci, takže je možné zvenčí sledovat prostorovou orientaci a vzájemné vztahy útvaru uvnitř preparátu. Vzniklo mnoho modifikací Spalteholzovy techniky, jeho originální technika z roku 1907 však spočívala v naložení nastříknutého orgánu do formaldehydu. Následovala dehydratace v alkoholu a poté ponoření do syntetického oleje libavky (wintergreen).

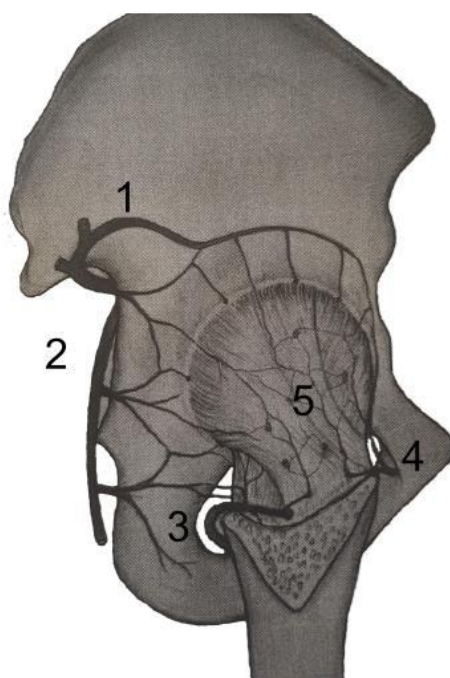
Batsonová substance a technika

Je nízkopolymerovaná suspenze, která se nejdříve vstříkuje do cévního systému. Preparát se po aplikaci látkou uchovává v chladném prostředí 24 hod. Za nízkých teplot se tekutý plast polymerizuje pomocí katalyzátoru a promotoru na tuhou látku. Poté preparát působí v rozpouštědle nebo bělidle (např. Savo, Clorox) a po

krátké době se macerovaná měkká tkáň odstraňuje pomocí jehly nebo peánu. Nevýhodou této techniky je agresivní účinek macerující látky. Louh nebo bělidlo totiž rozpustí nenastříklé cévy a chrupavku (u dětí pod 6 měsíců celou chondroepifyzu) a preparát je tak znehodnocen. Tuto metodu lze uplatnit u starších preparátů se sekundárním osifikačním jádrem.

1.2.2 Cévní zásobení acetabula

Hlavním zdrojem cévního zásobení je periacetabulární síť tvořená a. obturatoria, a. glutea superior a inferior a a. iliolumbalis. Hluboké větve a. glutea superior sestupují skrze gluteální svalstvo a zásobují horní okraj acetabula. Dorzální koncové větve anastomozují s AGI, která sestupuje při dolním okraji incisura ischiadica major a při výstupu z pánve vysílá transversální větve, které spolu s větvemi a. pudenda interna vyživují zadní pilíř a dolní acetabulum (obr. 11). A. iliolumbalis podbíhá m. psoas major a dělí se na r. lumbalis, který vysílá větve r. spinalis do oblasti L5-S1 a r. iliacus vyživující přední pilíř acetabula. Infraacetabulární, retroacetabulární a preacetabulární oblast tvoří větve a. obturatoria. Po odstupu z a. iliaca interna céva sestupuje dopředu po vnitřní straně os ilium a vysílá větve do retroacetabulární oblasti pánve. Průchodem skrze foramen obturatum vysílá zadní větev, která při ramus ossis ischii anastomozuje s AGI. Zadní větev a. obturatoria vysílá r. acetabularis, který prochází pod ligamentum transversum acetabuli, kde se větví na koncové arterie vyživující kostní dno kloubní jamky a pulvinar acetabuli. Jedna silnější větvička vstupuje do lig. capitis femoris a jeho prostřednictvím probíhá až do hlavice femuru. Intraartikulární labrum je pak zásobeno periostálními cévami periacetabulárního cévního řečiště acetabula, a také subsynoviálními cévami, které často při bazi labra anastomozují (Itokazu a kol., 1997). Cévní zásobení acetabula hraje nepatrnou úlohu při etiopatogenezi proximálního femuru, ale jeho znalost je podstatná při redirekčních osteotomiích pánve (Steel, 1973). Jsou studie, které prokazují vývoj nekrózy distálního fragmentu po pánevní osteotomii (Ninomiya, 1989, Hijikata a kol., 1991). Při periacetabulární osteotomii

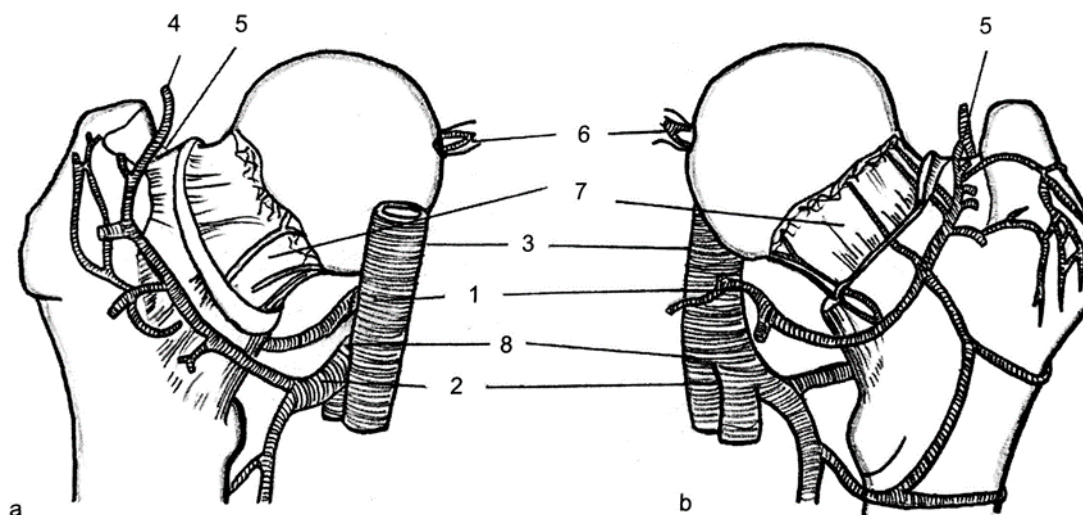


Obr. 11. Kyčel z bočního pohledu demonstrující periacetabulární síť a anastomózy mezi ilickou a femorální cévou. 1 - a. glutea superior, 2 - a. glutea inferior, 3 - a. circumflexa femoris medialis, 4 - a. circumflexa femoris lateralis, 5 - perforující arterie (Ninomiya a kol., 1989).

dojde k přerušení větví a. iliolumbalis, a. glutea superior a inferior a jedinou intaktní cévou tak zůstává r. acetabularis a. obturatoria. Cévní perfúze distálního segmentu se snižuje na polovinu nebo až třetinu oproti původnímu stavu, a proto zachování této cévy je z pohledu nekrózy u periacetabulárních osteotomií pánve kruciální (Matsumoto a kol., 1991). Z tohoto pohledu je bezpečnější osteotomie pánve dle Saltera, kde řez vede distálně od spina iliaca anterior superior dorzálně k incizura ischiadica major (Dunzl, 2002, Salter a Dubos, 1974).

1.2.3 Cévní zásobení proximálního femuru

Cévy vycházející z ACFM a ACFL jsou hlavním zdrojem zásobení proximálního femuru (obr. 12). Koncové větve těchto tepen probíhají ve svazcích, které se převážně nacházejí v přední, horní a dolní části krčku kosti stehenní. Tyto svazky kolem krčku



Obr. 12. a - Pohled na cévní zásobení proximálního femuru z ventrálního a b - dorzálního pohledu. 1. magistralní céva vyživující převážnou část hlavice a krčku femuru ACFM odstupují z a. femoralis nebo a. profunda femoris, 2. ACFL vystupuje častěji z a. profunda, 3. a. femoralis, 4. r. capsularis, 5. r. anastomicus, 6. a. lig. capitis femoris, 7. periostální synovialitis, 8. a. profunda femoris (Dungl a kol., 2014).

a spolu s drobnými spojkami tvoří při okraji kloubní plochy hlavice tzv. “circulus articuli vasculosus”, popsany Williamem Hunterem v roce 1783. Z něj odstupují terminální cévy vyživující hlavici. Jsou autoři, kteří zpochybňují tento cévní prstenec a tvrdí, že k anastomóze mezi ACFM a ACFL nedochází. Otázkou zůstává použití techniky a hmoty, které k zobrazení cév použili (Chung, 1976).

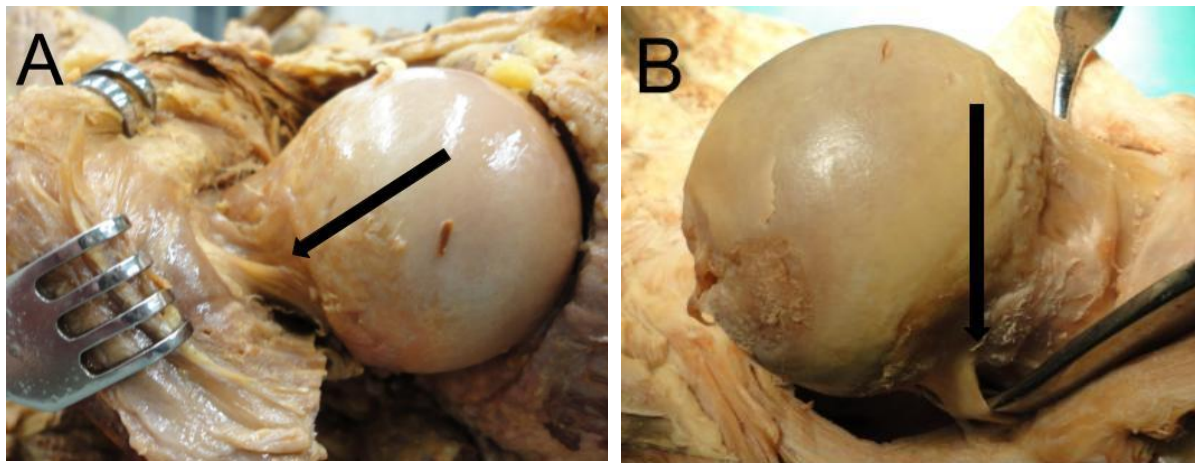
Nomenklatura

Názvosloví koncových cév zásobující femorální hlavici je nejednotné. V roce 1943 je Wolcott popsal jako kapsulární cévy (Wolcott, 1943). O šest let později je Tucker nazval retinakulárními cévami, neboť zaznamenal jejich intrakapsulární průběh ve Weitbrachtových retinakulech (Tucker, 1949). Howe je ve stejném roce popsal jako kapitátní cévy (Howe a kol., 1950). Podrobná práce Truety a Harrisona z roku 1953 nabídla jinou terminologii na základě průběhu intraoseálního zásobení hlavice během růstu proximálního femuru. Cévy vyživující hlavici nazval epifyzární. Laterální větev běží po horním krčku femuru a je hlavním zdrojem zásobení epifyzy. V prvních měsících věku, kdy není ještě z pravidla vytvořeno epifyzární jádro, je céva nahrazena horní metafyzární cévou. Mediální epifyzární céva odpovídá a. ligamentum teres femoris a dolní metafyzární céva běží kolem krčku a vstupuje do epifyzy při chrupavčité hranici. Horní epifyzární céva a dolní metafyzární céva korelují s Tuckerovou nomenklaturou superiorní a inferiorní retinakulární cévy. Na základě nejčastější lokalizace cévních kanálků, které se nacházely více vzadu, se mnoha autory vžilo názvosloví posterosuperiorní a posteroinferiorní retinakulární cévy. V recentní literatuře se nyní objevují další názvy pro terminální větve proximální hlavice. Boraiah užívá termín vinkulární arterie, Zlotorowicz nutritivní arterie (Boraiah a kol., 2009, Zlotorowicz, 2011).

Vzhledem k tomu, že většina těchto cév probíhá po krčku ve Weitbrachtových retinakulech, používáme názvosloví podle lokalizace těchto synoviálních řas (obr. 13). Rozlišujeme tak tři skupiny cév. Posterosuperiorní retinakulární, nejvýznamnější pro výživu hlavice, i posteroinferiorní retinakulární cévy probíhají v laterálním, resp. v mediálním retinakulu. Přední probíhají ve stejnojmenné synoviální řase.

1.2.3.1 Cévní zásobení během vývoje

Tvorba cévního zásobení se během vývoje proximálního femuru mění. Největší změny se dějí v prvních třech letech života, kdy se mění podíl zásobení vyživujících cév. Proto je důležité pamatovat na charakteristiku zásobení v určitém věkovém období.

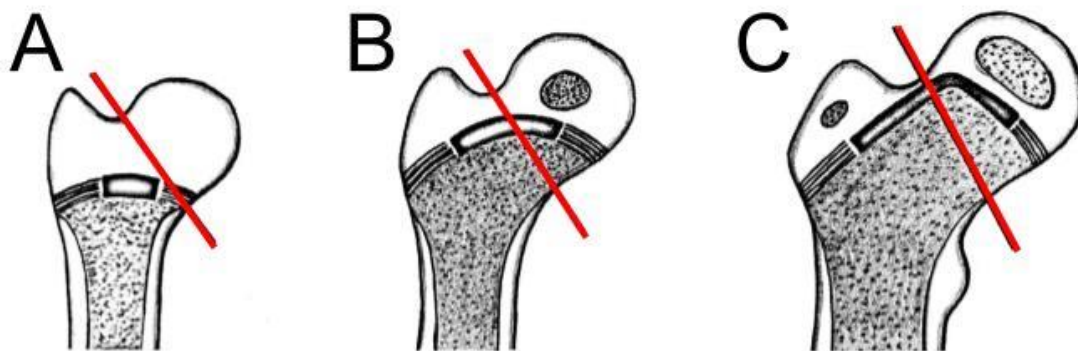


Obr. 13. A - pohled shora. Laterální Weitbrachtovo retinakulum probíhá od baze velkého trochanteru po horní ploše krčku k okraji kloubní chrupavky. Je nejsilnější a má tvar čtyřboké ploténky. B - pohled zředu. Mediální Weitbrachtovo retinakulum jde od baze malého trochanteru směrem k fovea capitis a na okraji chrupavčité části se zanořuje intraoseálně.

Při narození je proximální femur tvořen chondroepifýzou s budoucí růstovou chrupavkou lokalizovanou extrakapsulárně. Krček femuru je u novorozence tvořen vkleslinou mezi hlavicí a velkým trochanterem. Cévní zásobení chondroepifýzy je zajištěno oběma cévami a. circumflexae femoris ve stejném poměru. Hned po narození se tvoří anastomóza těchto dvou cév na anterolaterální ploše krčku a vzniká tak bazální perikapsulární okruh. Arterie odstupují nespořádaně kolem krčku femuru a procházejí kloubním pouzdem při bazi úponu laterálního pouzdra. Velmi krátce běží synoviálně a zanořují se do chondroepifýzy. Zde cévy probíhají jednotlivě ve velkém počtu s malým průměrem a na konci se stáčí do cévní kličky.

Před půl rokem věku života se začíná tvořit osifikační jádro v epifýze hlavice. Společná růstová chrupavka pro hlavicí a velký trochanter se začíná diferencovat a epifyzární růstová zóna postupuje superomediálně (obr. 14). Krček se prodlužuje a s ním i retinakulární cévy. Ty se začínají formovat do jednotlivých svazků, které běží po mediálním a laterálním povrchu krčku a jsou zásobeny z ACFM. V subsynoviálním průběhu vysílají retinakulární cévy větve, které perforují krček femuru a zásobují metafyzární oblast. Hlavním zdrojem této oblasti je inferiorní retinakulární svazek. V epifýze vzniká několik osifikačních jader, které se shlukují u konců cévních kliček. V tomto období už lze identifikovat tvořící se subsynoviální Hunterův cévní okruh tvořený

převážně z ACFM. Kolem třetího roku věku získává proximální femur definitivní tvar podobný tomu v dospělosti. Epifýza je od metafýzy oddělena růstovou chrupavkou a obě oblasti jsou zásobeny stejnými retinakulárními cévami. Během vývoje získává dominantní postavení již dobře rozpoznatelný posterosuperiorní svazek, zásobující až 80% horní epifýzy femuru. Redukuje se počet cév ve svazku a zvětšuje se jejich průsvit. Posterosuperiorní svazek obsahuje 2 až 6 intraartikulárních cév, posteroinferiorní céva pouze polovinu. ACFL zásobuje pouze přední plochu krčku



Obr. 14. Diferenciace cervikotrochanterické epifýzy femuru. Červená linie značí úpon pouzdra. Během vývoje dochází k intrakapsulárnímu prodlužování krčku a hlavičky femuru. A - Po narození pouze chrupavčitá část, B - v 6ti měsících obsahuje osifikační jádro epifýzy a společnou cervikotrochanterickou růstovou chrupavku, C - ve 3 letech je růstová chrupavka oddělena od trochanterické části (Dungl a kol., 2014).

a její podíl se zde bude s přibývajícím věkem zmenšovat. Důvodem může být stlačení cévy mezi šlachou m. iliopsoas a předním pouzdrem a také zvyšujícím se napětím ligamentum iliofemorale v souvislosti s chůzí (Tucker, 1949). Metafyzární větve, které odstupují z retinakulárních cév během intraartikulárního průběhu, míří téměř vertikálně distálně do krčku femuru, kde spolu anastomozují. Dominanci v cévním zásobení krčku postupně přebírá posterosuperiorní svazek. Cévní pleteně v epifyzární a metafyzární oblasti zůstávají prakticky odděleny po celou dobu vývoje, dokud nezanikne růstová štěrbinu, která tvoří nepropustnou bariéru. Po vymizení bariéry se

mezi metafýzou a epifýzou intraoseální zásobením nijak nemění a hlavním zdrojem zůstávají retinakulární cévy (Bartoniček a Heřt, 2004).

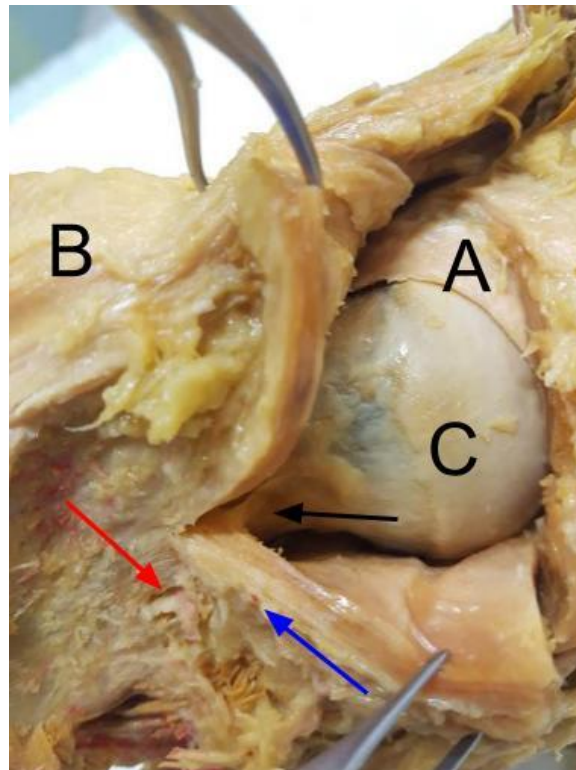
1.2.4 Cévní zásobení hlavice v dospělosti

Hlavice kosti stehenní je primárně zásobována z ACFM a její r. profundus ACFM zaujímá největší význam v zásobení proximálního femuru. Koncové větve r. profundus ACFM perforují hlavici femuru skrze cévní kanálky, které se nacházejí v horní oblasti epifýzy hlavice. Okolo 80% terminálních cévních kanálků na hlavici je lokalizováno v posterosuperiorním kvadrantu. Některými autory je r. profundus ACFM přisuzován význam o takové míře, že je schopen zásobovat téměř celou hlavici femuru (Sevitt a Thompson, 1965). Jeho koncová posterosuperiorní retinakulární céva je nejsilnější nutriční arterií o kalibru v průměru 0,84mm (Tucker, 1949). Další významný zdroj cévního zásobení hlavice také vychází z r. profundus ACFM a končí jako nutriční cévy v posteroinferiorní části hlavice. Významnou rolí v cévním zásobení přispívají anastomózy. Za nejvýznamnější spojku je mnoha autory považována r. piriformis AGI (Gautier a kol., 2000, Kalhor a kol., 2009, Boraiah a kol., 2009, Grose a kol., 2008), která může nahradit hlavní zdroj zásobení femorální hlavice (Kalhor a kol., 2009, Jedral a kol., 1996). Přední retinakulární céva a. ligamentum teres femoris, která vychází z a. obturatoria, představuje pouze minimální význam v zásobení hlavice femuru (Tucker, 1949, Howe a kol., 1950, Judet, 1955).

Arteria circumflexa femoris lateralis

ACFL častěji odstupuje z a. profunda femoris (Kalhor a kol., 2012). Běží pod m. rectus femoris a zde se dále větví na r. transversus a r. descendens ACFL. Transversální větev postupuje laterálně, kde vysílá koncové cévy k m. tensor fasciae latae a dále pokračuje vzestupně kolem anterolaterální části kloubního pouzdra jako r. ascendens. Některé klasické anatomie popisují transversální a ascendentní větev jako oddělené cévy vycházející původně z ACFL (Gray, 1918, Hollinshead, 1982). V místě, kde r. transversus ACFL kříží šlachu m. iliopsoas, vysílá kapsulární větve, které zásobují přední část kloubního pouzdra a přiléhající část m. iliopsoas a m. rectus

femoris. Nekonstantním nálezem bývá koncová větev, běžící v předním Weitbrachtově retinakulu a vyživující přední část hlavice (obr. 15). R. ascendens pokračuje podél kloubního pouzdra a anastomozuje se supraacetabulární větví a. glutea superior. V průběhu vysílá větve a zásobuje anterolaterální část pouzdra s přiléhající oblastí m. gluteus minimus a medius.



Obr. 15. Snímek po přední kapsulotomii tvaru T. Při bazi předního úponu pouzdra se zanořuje přední retinakulární céva z r. transversus ACFL (červená šipka). Proráží kloubní pouzdro a dále probíhá v předním Weitbrachtově retinakulu (černá šipka). R. transversus ACFL vysílá větve po přední ploše pouzdra (modrá šipka). A - labrum, B - velký trochanter, C - osteokartilaginózní junkce.

Arteria circumflexa femoris medialis

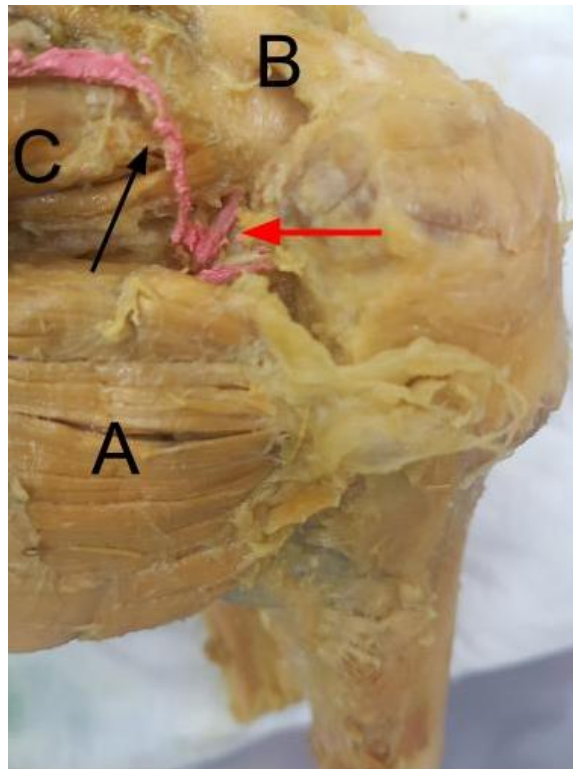
Podle literatury častěji vychází z a. femoris profunda anebo méně často proximálně od větvení a. femoris communis (Kalhor a kol., 2012). Hned na začátku se stáčí mediálně k adduktorové skupině svalů, kde svými větvemi zásobuje adduktory

stehna. V dalším průběhu běží dorzálně mezi šlachami m. iliopsoas a m. pectineus, a jako hluboká větev prostupuje mediálně podél dolní hranice m. obturatorius externus na zadní plochu krčku. Zde vysílá větev, která proráží pouzdro a běží jako posteromediální retinakulární céva. Je zavzatá do synoviální plíky v tzv. mediálním Weitbrachtově retinakulu. V této oblasti vysílá ACFM drobné povrchové větve, které běží po kapsule mediálně superficiálně. R. profundus ACFM pokračuje laterálně a proximálně po zadní ploše m. obturatorius externus, a zároveň po přední proximální části m. quadratus femoris. Vysílá trochanterickou větev, která prochází mezi šlachami a vyživuje laterální oblast velkého trochanteru (tab. 2).

Větev	Průběh
Povrchová	mezi m. pectineus a m. adduktor longus
Vzestupná	k m. adduktor brevis, m. adduktor longus a obturator externus
Acetabulární	tvoří a. foveolaris (mediální epifyzární arterie)
Sestupná	mezi quadratus femoris a adduktor magnus vyživující zadní skupiny
Hluboká	k hlavici femuru, kde vysílá větve k laterálnímu a mediálnímu Weitbrachtovu retinakulu

Tab. 2. Větve arteria circumflexa femoris medialis

Dále céva postupuje proximálně po zadní ploše kloubního pouzdra podél crista intertrochanterica, kde vysílá svalové větve pro zevní rotátory kyčelního kloubu uložené před cévou. Zde velmi často anastomozuje s AGI přes piriformní větev (obr. 16). Pod úponem m. triceps coxae proniká ke kapsule a v úrovni m. gemellus superior proráží kloubní pouzdro a běží v laterálním Weitbrachtově retinakulu. Intrakapsulárně se ACFM dělí na 3 až 5 větví a vstupuje do hlavice přibližně 3 až 4mm od chrupavčitého okraje.



Obr. 16. R. profundus ACFM běží po přední ploše m. quadratus femoris. Vysílá anastomózu s a. glutea inferior, která dále běží při dolní hranici m. piriformis (černá šipka). Konečné větve r. profundus (posterosuperiorní svazek) se zanořují pod šlachami krátkých zevních rotátorů kyčle (červená šipka). A - m. quadratus femoris, B - m. piriformis, C - m. triceps coxae.

Arteria obturatoria

Běží rovnoběžně s linea terminalis po boční stěně malé pánve. Probíhá skrze canalis obturatorius do adduktorové skupiny svalů. Vysílá r. acetabularis, který prochází pod ligamentum transversum acetabuli skrze incisura acetabularis do ligamentum capitis femoris a jím do hlavice femuru. Ojediněle dochází k anastomóze s ACFM na posteromediální ploše kloubního pouzdra. Význam v cévním zásobení hlavice je zanedbatelný. Z vlastních zkušeností jsme při chirurgické luxaci kyčelního kloubu nezaznamenali parciální nekrózu kolem fovea capitis femoris. Nebezpečná je spojka z a. obturatoria do a. epigastrica inferior po zadní straně ramus ossis pubis, označována jako "corona mortis".

Arteria glutea superior

Vychází skrze foramen suprapiriforme do regio glutea. Je nejsilnější cévou a. iliaca interna a povrchovou a hlubokou větví zásobuje mm. glutei a kyčelní kloub. Zevnitř pánve zásobuje m. piriformis, m. obturatorius internus a os coxae. Přesto zásobení hlavice kosti stehenní není přímo spojováno s a. glutea superior. Je součástí periacetabulárního cévního prstence, který je proximálně tvořen gluteálními cévami a distálně ACFM a ACFL (Kalhor, 2009). Supraacetabulární část prstence většinou anastomozuje s r. ascendens ACFL a pravidelně vytváří spojky s AGI při zadním pilíři acetabula.

Arteria glutea inferior

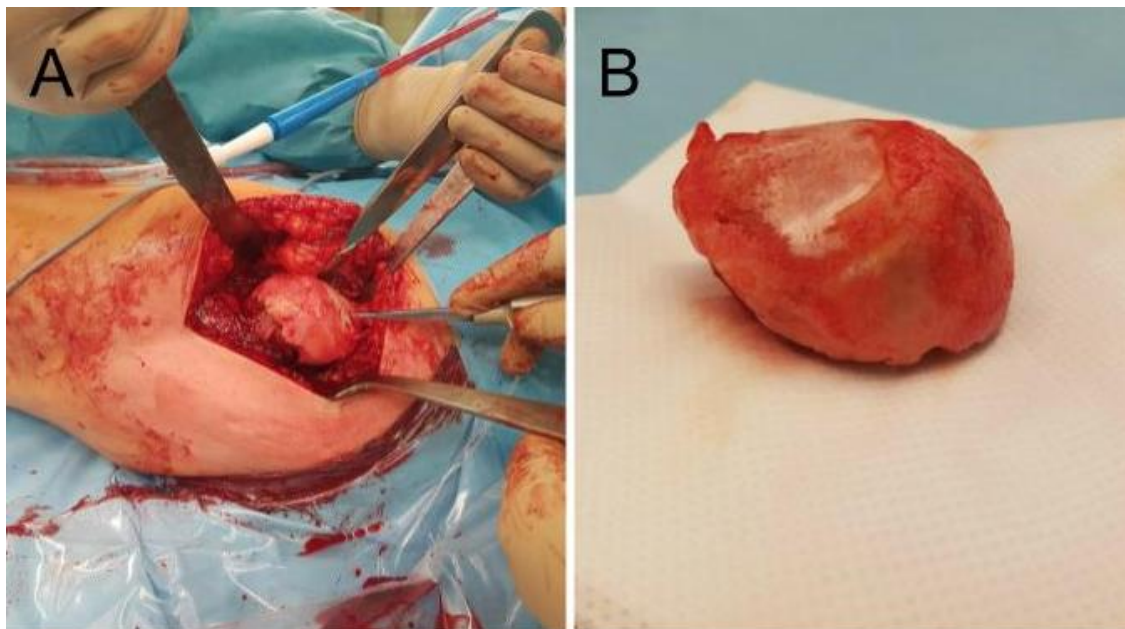
Tato céva, která se během embryogeneze vyvíjí z a. ischiadica, vychází z foramen infrapiriforme spolu s n. ischiadicus, který v pánvi doprovází. U nižších obratlovců to byla hlavní tepna dolní končetiny a lze ji identifikovat v některých případech u vrozeného zkratu femuru (Chomiak a kol., 2009). V oblasti kyčelního kloubu vysílá několik větví, které se podílí na zásobení acetabula a kloubního pouzdra. Povrchová větev kříží nervus ischiadicus a běží anterolaterálně ke krátkým zevním rotátorům, které spolu s m. piriformis zásobuje. Piriformní větev odstupuje v úrovni incisura ischiadica inferior a běží příčně k zadní ploše kloubního pouzdra. Anastomozuje s hlubokou větví ACFM a může tak nahradit hlavní zdroj cévního zásobení hlavice.

1.3 Redukční osteotomie hlavice

Funkční a klinický výsledek kyčelního kloubu po LCP závisí převážně na finálním tvaru hlavice. Stulbergova klasifikace je jedna ze spolehlivých ukazatelů prognózy po proběhlém onemocnění. Časné degenerativní změny s bolestivou symptomatologií jsou nejvíce spojovány s asférickým a inkongruentním kyčelním kloubem. Nejčastější příčinou výskytu u dětí a adolescentů je těžký nebo pozdní průběh LCP, neadekvátně léčené formy DDH a různá systémová onemocnění. U pozdního LCP je častější výskyt reziduální deformity a u 20 až 40% pacientů s postižením B/C a C dle Herringovy klasifikace končí hlavice sedlovitou deformitou (Farsetti a kol., 2012). Deformovaná a rozšířená hlavice stehenní kosti není dostatečně zavzata do kloubní jamky, což vede k narážení laterální části hlavice do okraje acetabula. Tento fenomén byl již popsán v předchozí kapitole jako veřejová kyčel. Výrazně deformovaná hlavice rapidně alteruje biomechanické poměry, zhoršuje funkci a způsobuje bolesti v kyčelním kloubu. Jednou z možností tak zůstává totální náhrada kyčelního kloubu (obr. 17) (Neyt a kol., 1991, Dungal, 1984).

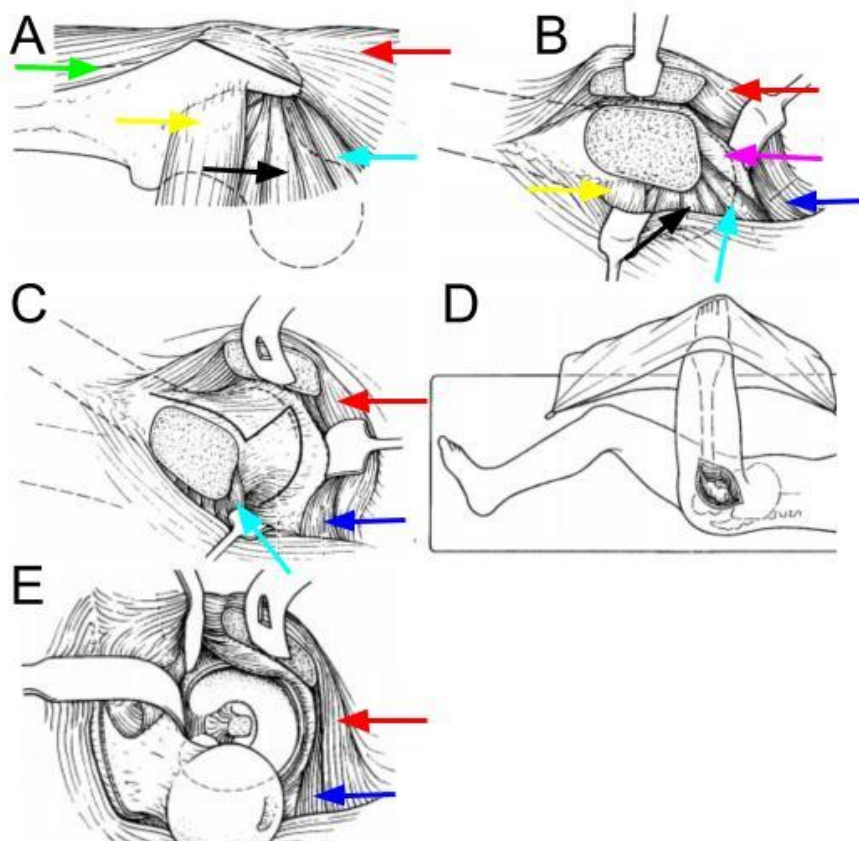
Snahou zabránit této nepříznivé situaci se zvýšil zájem o tuto problematiku a pozornost ortopedů se zaměřila na zachovné operace kyčle. Při prosté resekcii deformity je ohroženo cévní zásobení a hlavice podlehne nekróze. Se zvětšujícím se zájmem o problematiku femoroacetabulárního impingementu se za posledních 10 let zdokonalily přístupy ke kyčelnímu kloubu. Chirurgická dislokace kyčelního kloubu umožňuje extenzivnější výkony se zachováním cévního zásobení, a tím byly intraartikulární výkony popularizovány.

Operační postup byl poprvé představen Ganzem v roce 2001 (Ganz a kol., 2001). Kocher-Langenbeck přístupem v poloze na boku se po protnutí fascie rotuje končetina dovnitř a identifikuje se zadní okraj úponu m. gluteus medius. Incize se vede z posterosuperiorní hrany velkého trochanteru distálně k zadnímu okraji úponu laterálního vastu. V této linii se oscilační pilou odetne velký trochanter. Hranice



Obr. 17. Perioperační snímek "coxa plana" u 35ti leté pacientky po proběhlé pozdní formě LCP, která je indikována k totální náhradě kyčelního kloubu. A - Dislokovaná hlavice, B - resekovaná hlavice s patrnou centrální artrózou v místě největšího kontaktu s laterálním okrajem acetabula.

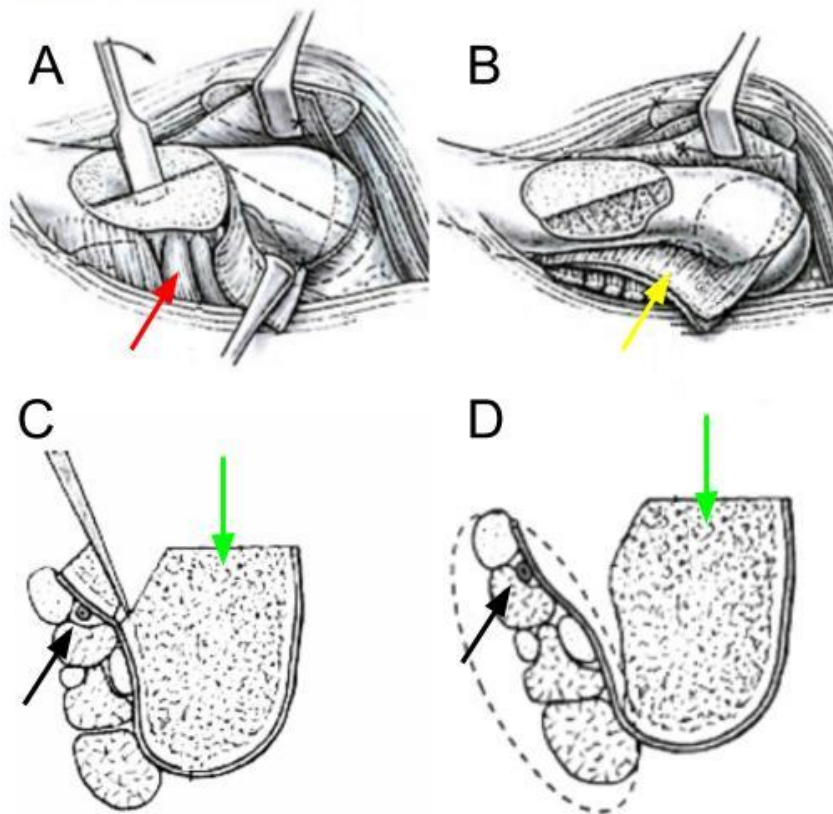
osteotomie je vedena okrajem úponu obou zmíněných svalů. Radikální resekce by vedla k poškození r. profundus ACFM. Tloušťka fragmentu je maximálně 1,5 cm. Společný úpon m. gluteus medius a m. vastus lateralis, který zůstává na trochanterickém fragmentu, se mobilizuje dopředu. Uvolněním zadní porce m. gluteus maximus a retrakcí m. gluteus minimus a medius se ozřejmí horní, přední a dolní plocha pouzdra proximálního femuru. Při dobře provedené osteotomii zůstává m. piriformis na zbytku trochanteru a lze ho oddělit od m. gluteus minimus ve flexi a zevní rotaci končetiny. Anastomóza mezi a. glutea inferior a ACFM zůstává zachována. Kloubní pouzdro se otevírá pomocí Z incize. Horní příčné rameno prochází kolem kostěnné hrany acetabula, střední část řezu vede podélně po přední straně krčku a dolní rameno příčně protíná femorální bazi pouzdra. Při flexi a zevní rotaci dochází k dislokaci v kyčelním kloubu (obr. 18).



Obr. 18. Chirurgická dislokace podle Ganze. A - úroveň osteotomie, která je vedena spojnici proximálního úponu *m. gluteus medius* a distálně *m. vastus lateralis*. B - mobilizace trochanterického fragmentu. Při správně provedené osteotomii zůstává úpon *m. piriformis* na zbytku velkého trochanteru. C - flexí a zevní rotací v kyčli se oddělí *m. piriformis* od *m. gluteus minimus*. Kapsulotomie ve tvaru "Z". Krátké zevní rotátory zůstávají zachovány. D - poloha končetiny na boku pacienta při dislokaci v kyčelním kloubu. E - dislokace hlavice z acetabula. Založení elevatorií kolem acetabula. Červená šipka - *m. gluteus medius*, zelená šipka - *m. vastus lateralis*, žlutá šipka - *m. quadratus femoris*, bleděmodrá šipka - *m. piriformis*, modrá šipka - *m. gluteus inferior*, černá šipka - *m. triceps coxae*, fialová šipka - kloubní pouzdro (Hip Symposium Bern, 2016).

Zavedení této techniky vedlo opět k lepšímu pochopení cévního zásobení proximálního femuru a chirurgická dislokace se stala rutinním zákrokem, která dále posunula vnímání patofyziologie kyčelního kloubu (Sevitt a Thompson, 1965, Gautier a kol., 2000). Na základě těchto zkušeností Ganz dále propracoval techniku k

bezpečnému provedení chirurgického zákroku na krčku femuru, které vedly k prvním zkušenostem s intraartikulární osteotomií hlavice a krčku femuru u deformovaných hlavic (obr. 19).

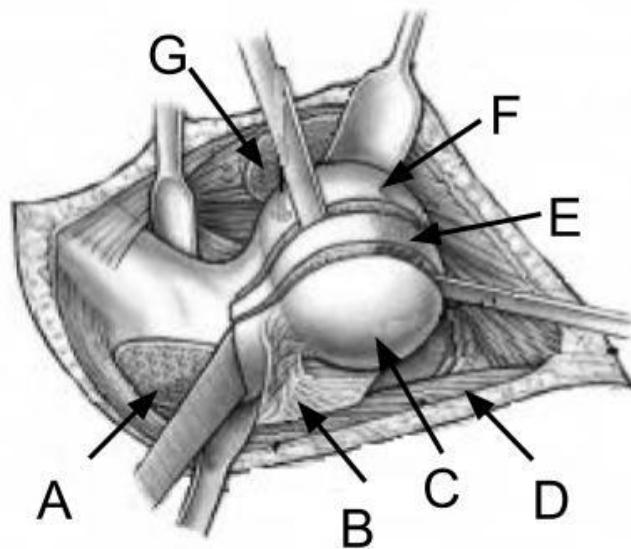


Obr. 19. Rozšířený retinakulární měkkotkáňový lalok chrání r. profundus ACFM. Uvolnění periostálního rukávu spolu s úpony krátkých zevních rotátorů umožňuje provádět kostní výkony na krčku femuru. A - zadní kortika velkého trochanteru je pomocí dláta a "piece by piece" techniky nalomena, B - subperiostální uvolnění je rozšířeno po celé šíři krčku. Oblast intraoseálního vstupu posterosuperiorních cév nesmí být poraněna, C - vytvoření trochanterického subperiostálního fragmentu na transverzálním řezu, D - rozšířený retinakulární měkkotkáňový lalok na transverzálním řezu. Červená šipka - m. triceps coxae, žlutá šipka - retinakulární měkkotkáňový lalok, černá šipka - r. profundus ACFM (Hip Symposium Bern, 2016).

Asférické hlavice v sagitální rovině lze řešit pouhou resekci in situ pomocí luxace v kyčelním kloubu. To však neřeší asféricitu ve frontální rovině. Retinakulární

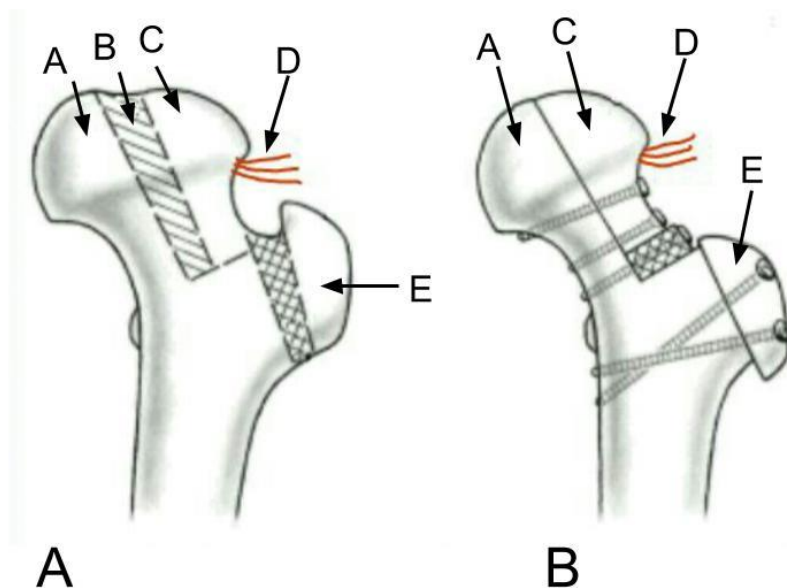
svazky z r. profundus ACFM jsou umístěny v místě deformity a mohou být při resekci poraněny. Pochopením cévního zásobení hlavice bylo navrženo nové řešení pomocí redukční osteotomie hlavice. Resekcí fragmentu ze středního pilíře lze dosáhnout zmenšení hlavice a zlepšení kongruence v kyčelním kloubu.

Leunig, jako první autor, publikoval výsledky v roce 2011. Využívá při tom chirurgickou luxaci v kyčelním kloubu rozšířenou o retinakulární měkkotkáňový lalok. Principem operace je mobilizovat laterální segment hlavice, který je zavěšen na posterosuperiorní retinakulární cévní stopce. Tato jediná cévní výživa laterálního pilíře nesmí být přerušena, aby nedošlo k nekróze mobilizovaného fragmentu. Mediální segment hlavice zůstává intaktní. Resekci centrální části lze provést pomocí paralelních, trojúhelníkových nebo lichoběžníkových řezů v sagitální rovině podle typu deformity (obr. 20). Po odstranění centrální nekrotické části se adaptuje volný laterální segment ke stabilnímu mediálnímu pilíři hlavice. Snahou je dosáhnout co nejlepší kongruence s plynulým chrupavčitým přechodem mezi oběma segmenty (obr. 21).



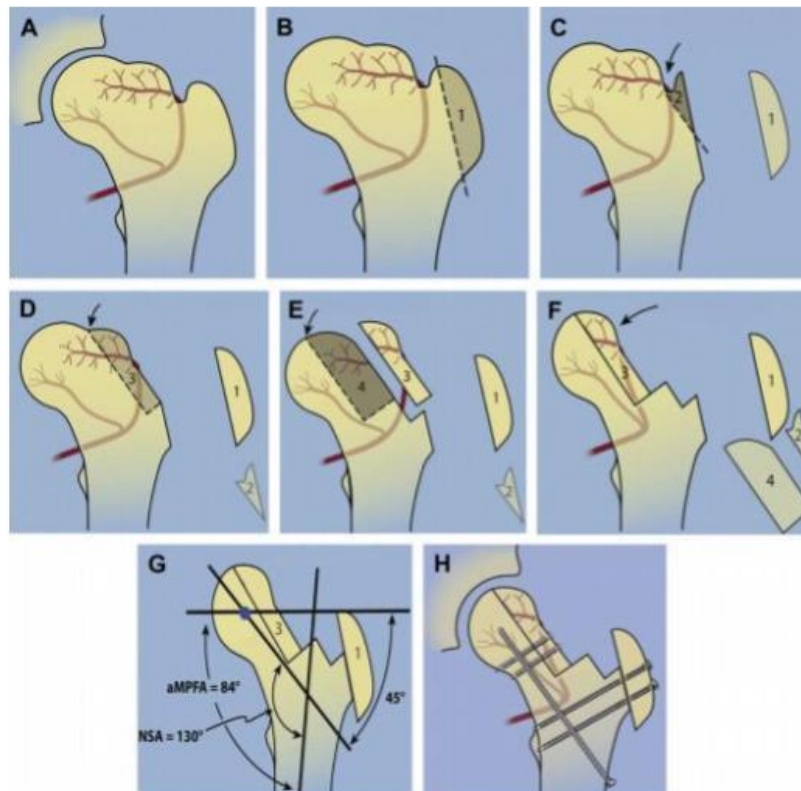
Obr. 20. Redukční osteotomie hlavice z chirurgické luxace kyčelního kloubu rozšířený o retinakulární měkkotkáňový lalok. A - osteotomie trochanteru, B - rozšířený retinakulární měkkotkáňový lalok s posterosuperiorním svazkem, C - mobilizovaný laterální pilíř hlavice, D - m. gluteus maximus, E - centrální resekovaný fragment, F - stabilní mediální pilíř hlavice, G - ventrální dislokovaný fragment velkého trochanteru (Siebenrock a kol., 2015).

Ve stejném roce jako Leunig publikoval modifikovanou metodu Paley. Využívá též chirurgické luxace kyčelního kloubu s rozšířením o retinakulární měkkotkáňový lalok. Ve své studii se zaměřuje na perioperační zhodnocení tvaru hlavice. Rozdílnými rovinami řezu dokazuje, že lze deformitu řešit ve tří dimenzionální podobě. Pokud je totiž hlavice zvětšena v mediolaterálním směru, doporučuje paralelní řezy resekce. Je-li hlavice deformována v předozadní i v mediolaterální projekci, navrhuje klínovitou osteotomii s bazí klínu anterolaterálně a s vrcholem posteromediálně. Ve vzácných případech, kdy je hlavice zvětšena v předozadní a zároveň v proximodistální projekci, je baza klínu směřována anterosuperiorně. Osteotomií hlavice a krčku femuru dochází ke ztenčení jejich průměru a Paley tak varuje před možným zlomením



Obr. 21. A - Výrazná asférická deformita s centrální nekrózou hlavice a veřejovou kyčlí typická pro řešení redukční osteotomie hlavice podle Leuniga a Ganze. Prvním krokem je osteotomie trochanteru, následuje resekce centrální nekrotické části s mobilizací laterálního segmentu. Ten je vyživován posterosuperiorním cévním svazkem a je chráněn retinakulárním měkkotkáňovým lalokem. B - výsledný stav po osteotomii s adaptací kongruence hlavice a vytětím laterální baze krčku a velkého trochanteru. A - stabilní mediální segment hlavice, B - resekovaný centrální segment, C - mobilizovaný laterální segment hlavice, D - posterosuperiorní cévní svazek, E - velký trochanter (Hip Symposium Bern, 2016).

o přední hranu acetabula při repozici kyčelního kloubu. Retrográdní technikou zavádí drát laterálně z fovea capitis femoris. Po drátu pak zavádí 4,5 mm kanylovaný kortikální šroub, který podporuje stabilitu mediálního segmentu (obr. 22) (Paley, 2011).



Obr. 22. Redukční osteotomie hlavice podle Paleyho. A - Coxa magna se sedlovitou deformitou femorální hlavice. Zobrazeny jsou posteromediální a posterolaterální retinakulární cévy z r. profundus ACFM. B - chirurgická luxace kyčle po osteotomii velkého trochanteru. C - mediální část zbytku velkého trochanteru je odstraněna k přehlednějšímu přístupu do fossa piriformis a mobilizaci retinakulárního měkkotkáňového laloku. D - vyznačení laterální osteotomie hlavice s chráněným cévním svazkem, E - mobilizace laterálního svazku na retinakulárním měkkotkáňovém laloku s vyznačením centrální nekrotické resekcce, F - adaptace a refixace laterálního segmentu ke stabilní mediální části hlavice, G - relativní prodloužení krčku femuru je dosaženo distalizací trochanterického fragmentu s cílem dosáhnout proximálního konce velkého trochanteru do úrovně centra hlavice. H - fixace osteotomie krčku a hlavice femuru, fixace velkého trochanteru, augmentace krčku pomocí kortikálního šroubu (Paley, 2011).

Na základě 35ti-letých poznatků s operační léčbou pozdní formy LCP jsme zaznamenali nepříznivé výsledky. Konečný výsledek je nejvíce ovlivněn stupněm deformity postižené hlavice a věkem pacienta. Podle našich zkušeností klesá s věkem remodelační schopnost hlavice a po 8. roce věku jí rychle ubývá. Salter mluví o tzv. zlatém období remodelace “golden period of remodellation” a pokud se v této době dosáhne správné centrace i těžce deformované hlavice, lze většinu i tzv. ztracených případů přinejmenším podstatně zlepšit (Salter, 1999, Dungl a kol., 2014).

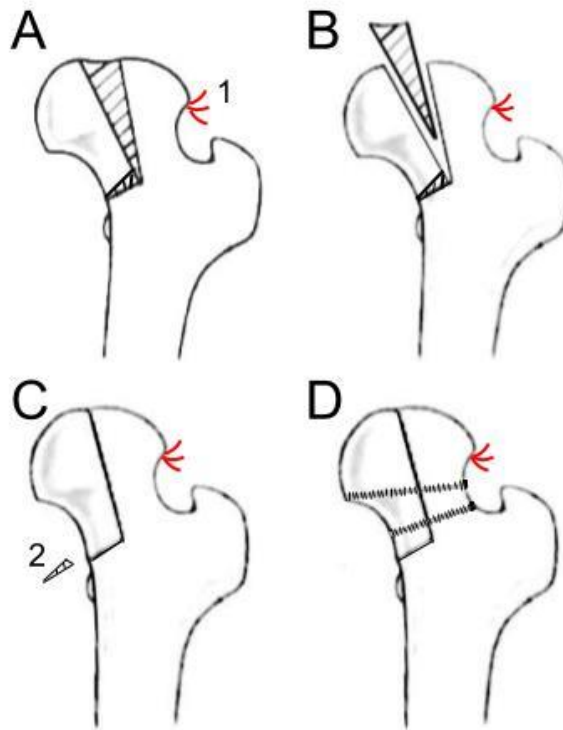
Od roku 1995 do roku 2009 jsme léčili 76 pacientů (58 chlapců a 18 dívek) a operovali 78 kyčlí s pozdní formou LCP. Z celkového počtu všech pacientů s LCP byl podíl pozdní formy 25%. U 60 kyčlí jsme volili kombinaci pánevní osteotomie a varizace proximálního femuru, u 8 kyčlí pánevní osteotomii, u 7 kyčlí varizaci proximálního femuru, v 1 případě jsme volili výplň štěpy a 2 kyčle jsme léčili konzervativně. Revizní operaci jsme indikovali u 20 kyčlí (26,3%). 20 kyčlí (25,6%) jsme hodnotili ve SC II, 24 kyčlí (30,8%) ve SC III, 16 kyčlí (20,5%) ve SC IV a 18 kyčlí (23,1%) ve SC V. Catterallové skupiny mají vedle věku též výrazný vliv na konečný výsledek. V této studii můžeme sledovat, že remodelace hlavice u pozdní formy LCP je výrazně nízká a containment terapie částečně ztrácí efekt. Podobný trend sledujeme i u valgizačních osteotomií. Částečnou nebo úplnou remodelaci jsme zaznamenali pouze u pacientů do 11ti let, kde sledujeme i výraznější a rychlejší remodelaci. V adolescentním věku zůstává deformita hlavice konečná a lze ji upravit pouze přímým zásahem do hlavice.

Na základě těchto skutečností byla navržena nová operační technika podle Dunglova provedení – intraartikulární anteromediální redukční osteotomie hlavice (AWRO) z anterolaterálního přístupu ke kyčli (osobní sdělení Dungl, 2010). Operační postup AWRO je podrobně popsán v metodice klinické části (obr. 23).

Doposud indikované revizní operační výkony na našem pracovišti po pozdním LCP s SC V vedly ke změně zátěže nosné části hlavice (valgizační osteotomie) nebo nebo vedly k povrchové úpravě tvaru hlavice pomocí resekce osteofytů. Odstranění laterální deformity hlavice je limitované posterosuperiorním svazkem, který může být snadno přerušeno při resekci a proto je indikován pouze u předního femoroacetabulárního impingementu.

Zároveň jsme prováděli pitevní studii kyčelních preparátů na Anatomickém ústavu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, kde jsme u AWRO dokázali šetrný přístup k cévním strukturám.

Zásadní modifikací intraartikulární resekce je osteotomie a mobilizace mediálního segmentu. Touto technikou nezasahujeme do principiálního cévního



Obr. 23. Anteromediální klínovitá osteotomie hlavice dle Dunglova provedení. Laterální segment hlavice s posterosuperiorním svazkem zůstává intaktní. A - vyznačená osteotomie na asférické hlavici, B - resekce centrálního nekrotického klínu, C - mobilizace a adaptace mediálního segmentu hlavice. Ke správné repozici je potřeba vyseknutí klínu při bazi mediálního segmentu D - fixace 2 kanylovanými kortikálními šrouby o průměru 4mm. 1 - posterosuperiorní cévní svazek, 2. resekce baze mediálního segmentu hlavice.

zásobení femorální hlavice, která běží po laterálním krčku proximálního femuru. Domníváme se, že manipulací s cévní stopkou v horní části krčku hrozí

i při maximální opatrnosti riziko poranění. Toto riziko samozřejmě stoupá s mírou nezkušeností s operační technikou.

Další významnou modifikací naší techniky je přístup ke kyčelnímu kloubu. Pacienta operujeme v supinační poloze z anterolaterálního přístupu. S chirurgickou luxací z tohoto přístupu máme velké a pozitivní zkušenosti. Doposud jsme řešili přes 40 operací coxa vara adolescentium pomocí intraartikulární Dunnovy subkapitální osteotomie hlavice femuru s výskytem avaskulární nekrózy u 3 pacientů. Stinnou stránkou Ganzovy chirurgické dislokace kyčle je osteotomie trochanteru. Podle některých autorů trpí více jak polovina pacientů trochanterickými bolestmi déle než rok po operaci. Reziduální abduktorová insuficience je též častým nálezem (Tibor a Sink, 2013). Ganz ve své studii zaznamenal heterotopické osifikace kolem velkého trochanteru a u 3 pacientů refixoval trochanterický fragment pro nezhojení. Vzácně se vyvinula i neuropraxie sedacího nervu, která ale do půl roku pacientům vymizela. Rizika, která mohou nastat při provedení AWRO, se týkají převážně mediální oblasti krčku femuru. Osteotomie při bazi malého trochanteru může ohrozit r. profundus ACFM, a způsobit tak přerušování cévního zásobení přes posterosuperiorní svazek, což by mělo výrazný vliv na avaskulární nekrózu celé hlavice. Při manipulaci a repozici mediálního segmentu je ohrožen posteroinferiorní svazek, který zásobuje dolní část hlavice. Obávaným rizikem též zůstává zlomenina krčku femuru při osteotomii calcar femorale.

2 Cíle práce a pracovní hypotézy

Hlavním cílem v klinické části je zjistit a prokázat, že u pacientů, kteří byli operováni technikou AWRO po LCP, dochází k úpravě sféricity a zmenšení hlavice. Dosažením lepší kongruence v kyčelním kloubu očekáváme subjektivní a klinické zlepšení ve střednědobém pooperačním období.

Cílem experimentální části je anatomická studie ACFM pomocí nástřiku obarveným polychloroprenem. Podrobně znázorníme topografii hluboké větve ACFM a r. piriformis AGI, změříme vzdálenosti těchto struktur od jednotlivých anatomických bodů, při kterých se orientujeme u operace AWRO. Pozorujeme intrakapsulární anatomické změny mediálního Weitbrachtova retinakula.

Experimentální studií tak chceme prokázat, že technika AWRO je bezpečná a šetrná metoda ve vztahu k hlavním zdrojům cévního zásobení hlavice.

Hypotéza

Klinická část:

Hypotéza č. 1 *“AWRO vede k úpravě tvaru hlavice.”*

Hypotéza č. 2 *“AWRO vede ke zmenšení mediolaterálního průměru hlavice.”*

Hypotéza č. 3 *„Po operaci dochází ke zlepšení Harris Hip Score ve střednědobém horizontu.”*

Experimentální část:

Hypotéza č. 1 *“Vzdálenost r. profundus ACFM od malého trochanteru bude vypovídat o míře rizika osteotomie mediální části krčku femuru.”*

Hypotéza č. 2 *“Existuje vztah mezi r. piriformis AGI a m. piriformis.”*

Hypotéza č. 3 *“Mediální Weitbrachtovo retinakulum se u AWRO prodlužuje.”*

3 Klinická část - Hodnocení radiologických a klinických výsledků po operaci AWRO u veřejných kyčlí následkem LCP ve střednědobém sledování.

3.1 Úvod

Těžké deformity hlavice kosti stehenní se většinou vyvíjejí během růstu. Nejčastější příčinou výskytu u dětí je těžký nebo pozdní průběh LCP. U pozdního LCP je častější výskyt reziduální deformity a až 40% pacientů s C postižením laterálního pilíře dle Herringovy klasifikace asférickou deformitou hlavice (Farsetti a kol., 2012). Klinicky se tento stav projevuje bolestí a omezením flexe a abdukce – veřejová kyčel. Hypomochlion otáčení v kyčelním kloubu se přesouvá do laterální části acetabula a centrální defekt v horním pólu hlavice se opakovaním pohybu prohlubuje. Léčba takto vytvořené asférické inkongruence je kontroverzní a nemá dobré dlouhodobé výsledky (Freeman a kol., 2008). Při prosté resekci deformity je ohroženo cévní zásobení a hlavice podlehe nekróze. S rostoucím zájmem o problematiku femoroacetabulárního impingementu se zdokonalily přístupy ke kyčelnímu kloubu. Chirurgická dislokace kyčle umožňuje extenzivnější výkony se zachováním cévního zásobení. V roce 2011 byly Leunigem a Ganzem publikovány první výsledky intraartikulární redukční osteotomie hlavice (FHRO - femoral head reduction osteotomy). Chirurgickou dislokací docílil odstranění centrální nekrotické části se zmenšením průměru hlavice a dosažením “containment” efektu (Leunig a Ganz, 2011). Na dětském oddělení ortopedické kliniky nemocnice Na Bulovce byla vytvořena modifikovaná operační technika z anterolaterálního přístupu s mediální osteotomií krčku dle Dunglova provedení. Po prvních úspěšných operacích jsme ve spolupráci s anatomickým ústavem 1. LF UK dokázali, že metoda je bezpečná a účinná a lze ji aplikovat při splnění indikačních kritérií. V této souvislosti jsme stanovili několik hypotéz.

Hypotéza č. 1 *“AWRO vede k úpravě tvaru hlavice.”*

Hypotéza č. 2 *“AWRO vede ke zmenšení mediolaterálního průměru hlavice.”*

Hypotéza č. 3 *“Po operaci dochází ke zlepšení Harris Hip Score ve střednědobém horizontu.”*

3.2 Materiál a metoda

V našem souboru jsou zařazení pacienti, kteří byli operováni technikou AWRO na Ortopedické klinice Nemocnice Na Bulovce v Praze od října 2010 do srpna 2013. Indikačním kritériem k operaci technikou AWRO byl rentgenový a klinický nález veřejové kyčle u pacientů starších devíti let po LCP. V klinickém nálezu dominovala bolest, kulhání a omezení hybnosti do flexe a abdukce. Na předozadním rentgenovém snímku byl patrný centrální defekt hlavice. Pacienty jsme hodnotili v průběhu poslední kontroly rentgenologicky, klinicky a vyplněním sebehodnotícího skóre. Změny tvaru hlavice jsme hodnotili klasifikací dle Stulbergovy stupnice (SC). Redukci hlavice jsme měřili na anteroposteriorním snímku pomocí kapitodiafyzárního indexu. Klinické vyšetření jsme spolu se subjektivním hodnocením zaznamenali pomocí Harris Hip Score (HHS).

K testování rozdílů mezi dvěma měřeními (např. před operací a po operaci) jsme použili párový t test. Při testování jsme uvažovali jednostrannou alternativu následovně: U všech parametrů jsme očekávali zlepšení po operaci, tedy: U SC a CD jsme očekávali po operaci snížení hodnot, u HHS zvýšení. Výsledky považujeme za statisticky významné v případě dosažené hladiny významnosti (p hodnoty) menší než 0,05. P hodnoty přitom korigujeme na mnohonásobná porovnání pomocí Bonferroniho korekce (při testování hodnotíme současně 3 parametry): ve výsledcích uvádíme p hodnoty korigované.

Operační technika

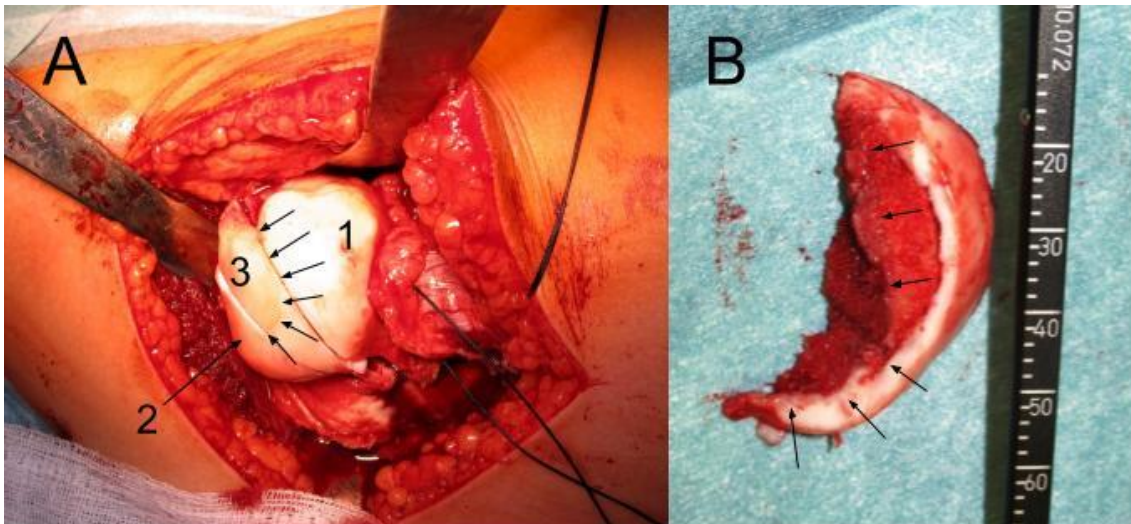
Všechny operace byly vedeny jedním operátorem za asistence 2 lékařů. Operujeme v poloze na zádech s volnou operovanou končetinou. Ke kyčelnímu kloubu přistupujeme anterolaterálně s uvolněním přední porce m. gluteus medius. Kloubní pouzdro protínáme T řezem. Podélnou incizi vedeme na přední ploše krčku a příčnou incizi podél labra, tak abychom jeho strukturu nepoškodili. Uvolňujeme ligamentum

capitis femoris a šetrně dislokujeme femorální hlavici převedením do addukce a potřebné zevní rotace (obr. 24). Hohmanova elevatoria zakládáme kolem krčku a bez přepětí tak, abychom neporanili retinakulární cévy vstupující do hlavice.

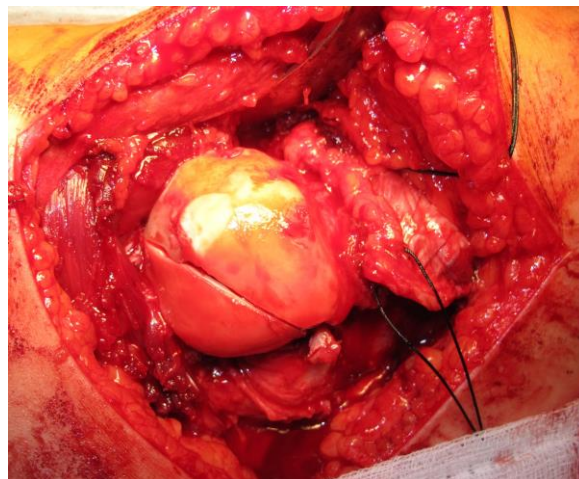


Obr. 24. Dislokace levého kyčelního kloubu z anterolaterálního přístupu s addukcí a zevní rotací dolní končetiny.

Sledujeme tvar hlavice, identifikujeme centrální depresi v zátěžové zóně a zakreslíme rozsah osteotomie. Plánovanou osteotomii provádíme v sagitální rovině, abychom nezasáhli posterosuperiorní ani posteroinferiorní retinakulární svazek. Řez začínáme oscilační pilou na hlavici femuru v předozadním směru na hranici nekrotické a zdravé kosti. Konvergentní linie osteotomie se sbíhají bazicervikálně (obr. 25). Proximálně při bazi malého trochanteru přerušujeme subperiostálně mediální kortikalis krčku femuru. Dorzální část osteotomie dokončujeme dlátem “piece by piece” technikou. Vytínáme klínovitý fragment a mobilizujeme mediální segment hlavice a krčku k laterálnímu pilíři hlavice (obr. 26).

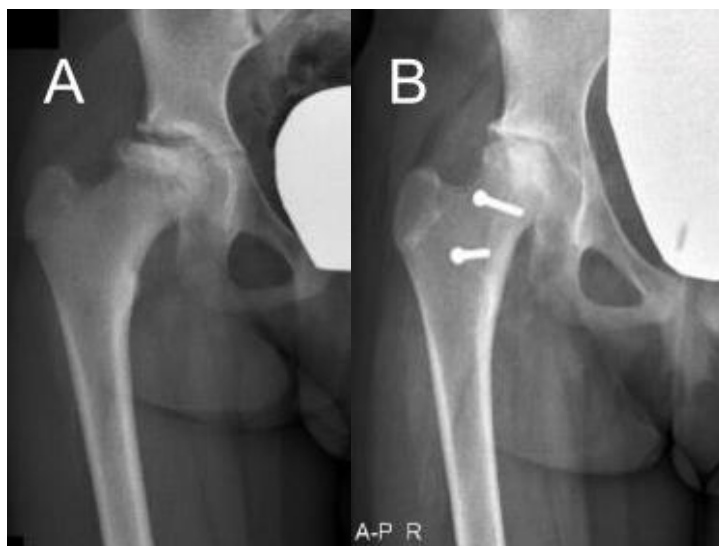


Obr. 25. A - Femorální hlavice s označenou nekrózou v centrální části hlavice (černé šipky) a s vyznačenou osteotomií. Rovina osteotomie je vedena v sagitální rovině. 1 - mediální segment, 2 - laterální segment, 3 - centrální segment hlavice. B - resekovaný centrální segment s nekrózou zasahující subchondrálně (černé šipky).



Obr. 26. Anteromediální redukční osteotomie hlavice s repozicí mediálního segmentu hlavice a s adaptací okrajových částí chrupavky.

Nesmí se použít hrubého násilí, aby nedošlo ke zlomení laterální porce krčku. Po adaptaci obou segmentů je k sobě fixujeme dvěma až čtyřmi 4mm kortikálními nebo kanylovanými titanovými šrouby přes hlavici a krček femuru (obr. 27).



Obr. 27. A - 13ti letá pacientka s pozdní formou LCP. Laterální pilíř je snižen o více jak 50% své výšky dle Herringovy klasifikace. Asférická hlavice s extruzí anterolaterální části brání abdukci a flexi. B – 4,5 roku po AWRO. V residuálním stadiu je sféricita hlavice obnovena s dostatečným krytím. Kapitodiafyzární poměr je snižen. Osteotomie mediálního krčku je prohojena.

Pro zlepšení kongruence obou segmentů upravujeme okraje osteotomie a eventuálně je vyplňujeme spongiózními štěpy. Poté hlavici reponujeme zpět do acetabula a zkoušíme její usazení a stabilitu v acetabulu. Kloubní pouzdro šijeme adaptačně střechovitě a v kloubu ponecháváme jeden odsavný drén po dobu 2 dnů. Po operaci nasadíme jednostrannou sádrovou spiku nebo indikujeme klid na lůžku v Zahradníčkových závěsech na 6 týdnů. Po sejmutí spiky následuje cílená rehabilitace s rozcvičením v kyčelním kloubu a s chůzí o dvou podpažních berlích s odlehčením končetiny o více než 50% váhy. 3 měsíce po operaci mohou pacienti končetinu plně zatěžovat. Kontroly byly nastaveny na 6 týdnů, 3 měsíce, půl roku a rok po operaci. Dále pak individuálně, většinou s půlročními intervaly.

3.3 Výsledky

Hodnotili jsme celkem 10 kyčlí u 10 pacientů (7 chlapců a 3 dívky) s průměrným věkem 14 let (SD 1,67, rozmezí 12 - 18). Deformita hlavice byla následkem LCP u všech deseti pacientů. Průměrná doba sledování pro hodnocení střednědobých

výsledků byla 65,1 měsíců (SD 12,45, rozmezí 49 - 82 měsíců). Klinické vyhodnocení pomocí HHS před operací bylo průměrně 55,98 (SD 7,40, rozmezí 45,5 - 67,7) ve srovnání s pooperačním skóre 77,96 (SD 10,13, rozmezí 57,2 - 92,0), střednědobé zlepšení bylo v průměru o 21,98 (SD 11,37) a bylo statisticky významné (korigovaná dosažená hladina významnosti $p=0.001$).

Radiologicky byli všichni pacienti před operací zařazení do V. skupiny dle SC. Do této skupiny byli zařazení i skeletálně nezralí pacienti, kteří odpovídali rentgenovému a klinickému obrazu veřejové kyčle. V těchto případech lze totiž předpokládat minimální remodelační změny. Ve střednědobém horizontu po operaci jsme hodnotili 1 kyčel ve skupině II, 7 kyčlí ve skupině III a 2 kyčle ve skupině IV dle SC (obr. 28).



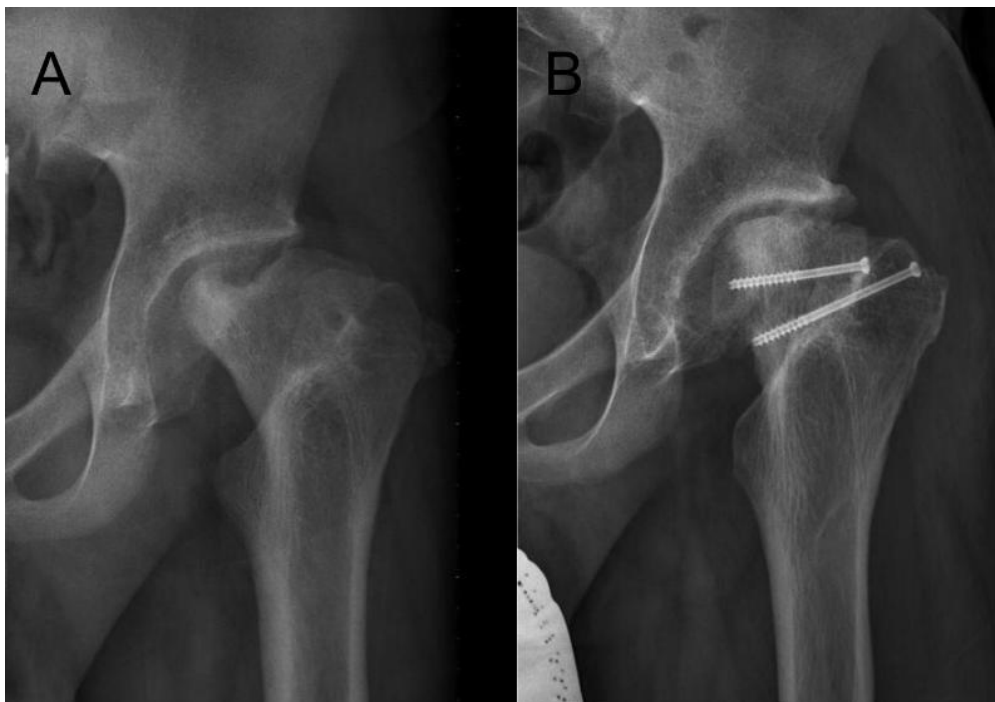
Obr. 28. A - 3D CT znázorňující lateralizaci hlavice a veřejovou kyčlí. Kostěnný okraj acetabula se opírá o centrální část segmentu hlavice. B - snímek zezadu, C - po anteromediální klínovité osteotomii je hlavice femuru plně kongruentní. Laterální pilíř se opírá o kostěnný okraj acetabula. D - snímek zezadu.

U všech kyčlí jsme zaznamenali zlepšení. Zlepšení v SC bylo statisticky významné ($p < 0,001$). CD jsme předoperačně měřili v průměru 1,57 (SD 0,25, rozmezí 1,19 - 1,92), který klesl o 0,27 (SD 0,06) na průměrnou hodnotu 1,30 (SD 0,22, rozmezí 0,95 - 1,67), zlepšení bylo statisticky signifikantní ($p < 0,001$) (obr. 29).



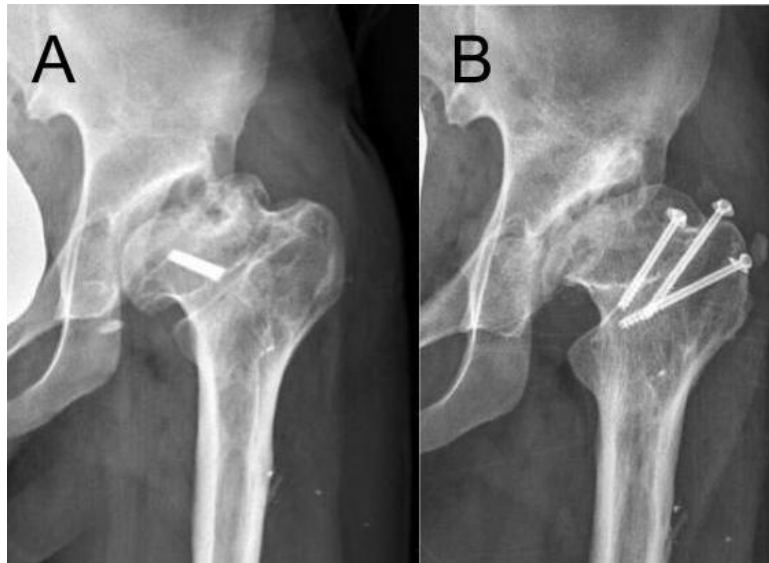
Obr. 29. A - 18ti-letý pacient s coxa plana po proběhlém pozdním LCP. B - snímek po AWRO s déle jak 6ti-letým sledováním. Patrná je redukce hlavice v mediolaterálním směru s poklesem CD indexu. $CD\ index = C/D$

V souboru se ve střednědobém sledování vyvinula 1 parciální avaskulární nekróza (obr. 30).

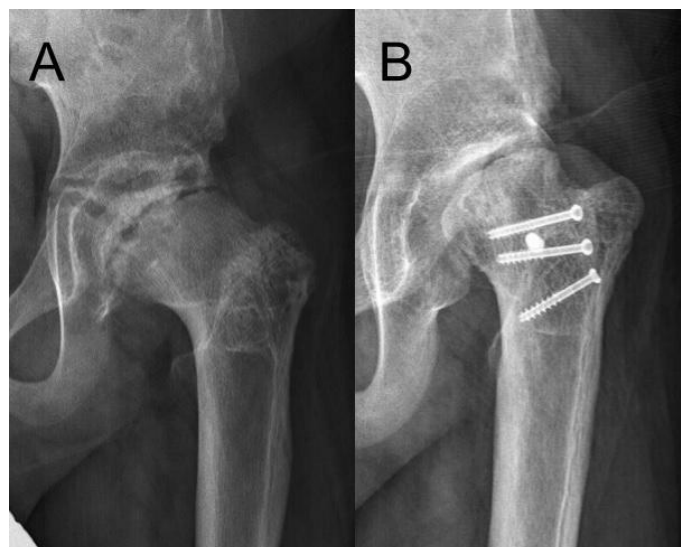


Obr. 30. A - 15ti letý pacient s defektem hlavice po neléčeném pozdním LCP. B – 5,5 roku po AWRO s odstraněním centrálního defektu. Centrální a laterální část hlavice podlehla parciální nekróze.

Rentgenologické výsledky dalších operací AWRO jsou zobrazeny v následujících obrázcích (obr. 31, 32, 33, 34, 35, 36).



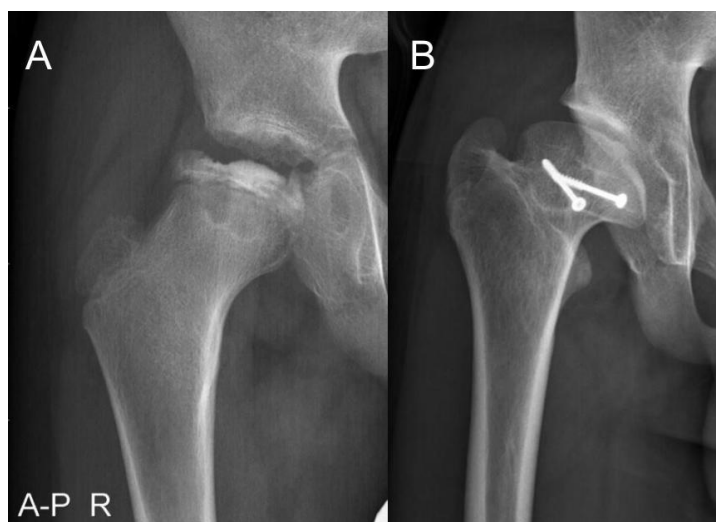
Obr. 31. A - 14ti letá pacientka po léčbě pozdní formy LCP na jiném pracovišti (v hlavici zalomená dlahá po varizaci). V centrální části je patrná rozsáhlá nekróza. B – 4,5 roku po intraartikulární resekci centrálního segmentu bez progresu nekrózy.



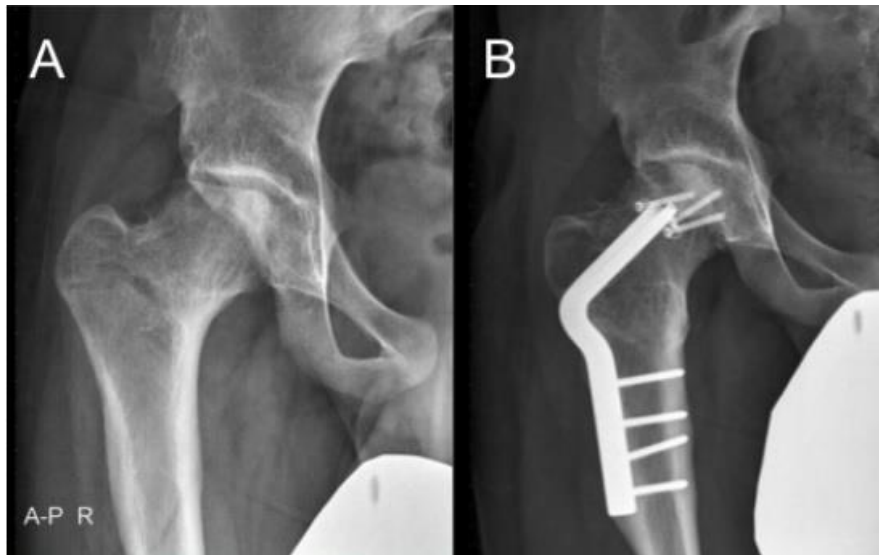
Obr. 32. A - 14ti letý pacient s pozdní formou LCP. S kompletním postižením hlavice a kolapsem laterálního pilíře. B – 6 let po AWRO s nálezem asféricko kongruentním kyčelním kloubem.



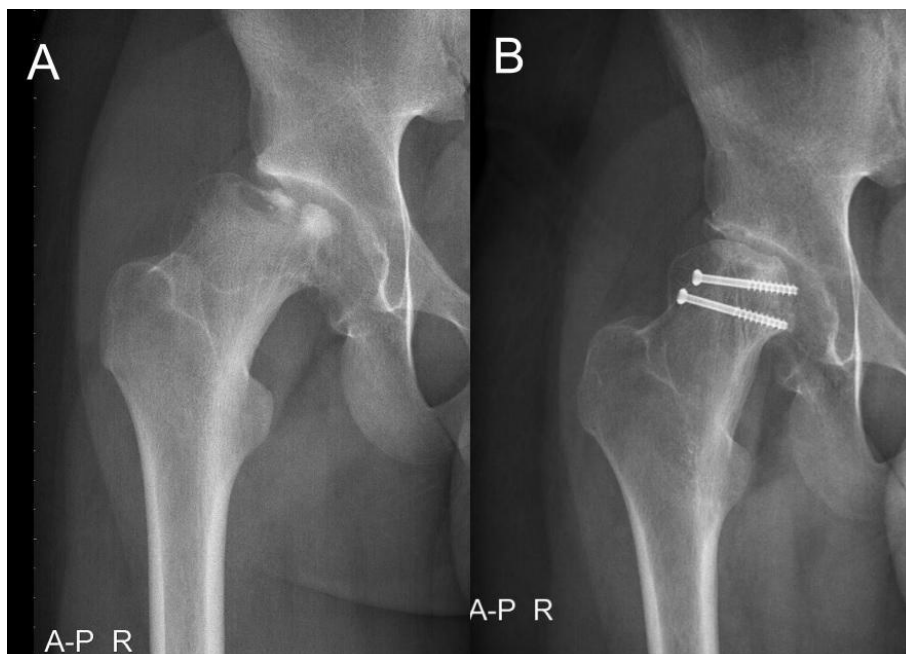
Obr. 33. A - 13ti letý pacient s neléčenou pozdní formou LCP. Kompletní nekróza a destrukce epifýzy proximálního femuru. B – 2 roky po AWRO je stále patrná ale zhojená osteotomie mediální krčku femuru. C – 82 měsíců po AWRO s prohojenou osteotomií a obnovenou sféřicitou hlavice.



Obr. 34. A – 12ti letý pacient s pozdní formou LCP s nekrózou epifýzy femuru v místě kostěné stříšky acetabula s minimální nadějí na dobrý výsledek. B – 6,5 roku po AWRO s obnovenou kongruencí kyčelního kloubu.



Obr. 35. A - 14ti letý pacient po neléčené pozdní formě LCP s oploštěním nosné části hlavičky s centrální depresí. B – AWRO doplněné po 7 měsících valgizací. Doba sledování je 49 měsíců.



Obr. 36. A - 15ti letý pacient s plochou hlavičkou a věřejovou kyčlí. B – 6 let po AWRO se zmenšením a obnovením sféricity hlavičky.

3.4 Diskuze

Při poruše cévního zásobení hlavice femuru v průběhu růstu dochází k deformitám, které mohou vést až k asférické inkongruenci kyčelního kloubu. Při nedostatečném “containment” efektu je odkrytá anterolaterální část hlavice, která přerůstá a dochází tak k impingementu s laterálním kostním okrajem acetabula. Vedle strukturálních změn se mění centrum otáčení v kyčelním kloubu a dochází převážně k omezení hybnosti, bolestem a kulhání. Léčba veřejové kyčle je velmi složitá a má nepříznivý vývoj (Arkader a kol., 2009, Dungl, 1996, Ippolito a kol., 1985, Saran a kol., 2012). Před dosažením zlatého období remodelace lze hlavici léčit pomocí containment terapie (Salter, 1999). V pozdním věku však remodelace klesá a zbývá tak deformitu ponechat nebo upravit pomocí intraartikulární osteotomie.

Deformovaný kyčelní kloub podléhá velmi rychle sekundárním změnám, které jsou poslední dobou častěji řešeny až náhradou kyčelního kloubu (Froberg a kol., 2011, Pietrzak a kol., 2011). Reinker dočasně eliminoval klinické obtíže u veřejové kyčle u 11 z 19 pacientů klidem na lůžku, kontinuální trakcí a naložením Petrieho sádry (Reinker, 1996). Kruse řeší stejnou deformitu acetabuloplastikou pomocí stříšky. Nejdříve však dosáhne repozice nosné části hlavice několikátýdenní trakcí s postupnou abdukci (Kruse a kol., 1991). Limitujícím faktorem u této metody je její indikace pouze u menších deformit hlavic (Kadhim a kol., 2012). Nevýhodou obou zmiňovaných metod je podstatně delší léčba s nejistou prognózou a neblahým vlivem na psychiku dítěte (Arkader a kol., 2009). Cheilotomie u dětí ve střednědobém horizontu selhává a úleva od bolesti a zlepšení rozsahu pohybu jsou pouze dočasné (Erard a Drvaric, 2004). Prognosticky lepších výsledků lze dosáhnout valgizační osteotomií proximálního femuru. Osteotomie působí mimo deformitu kloubu, a tím mění zátěžové postavení v kyčelním kloubu. Výhodou je prodloužení končetiny a vektoru síly abduktorů, které zlepšují funkci kyčelního kloubu. U zralého skeletu se ale tvar inkongruentní hlavice nemění, a proto jsou dlouhodobé výsledky sporné (Catterall a kol., 2004, Kim a kol., 2012). Bankes ve své studii uvádí velmi dobré výsledky po valgizační osteotomii u mladších pacientů s otevřenou ypsilonovou chrupavkou. Remodelační schopnost hlavice je ještě částečně zachovalá a k přestavbě hlavice nadále dochází (Bankes a kol., 2000). V našem souboru pacientů s valgizační

osteotomií se ztotožňujeme s autory. Příznivou remodelaci jsme zaznamenali pouze u dětí do 11 let věku. Limitujícím faktorem u výše zmiňovaných terapeutických metod je extrafokální řešení problému. Tvarově změněná hlavice je ponechána a hledá se pouze příznivější postavení, které by zlepšilo funkci v kloubu. Deformita hlavice ale nadále přetrvává.

Relativně novým řešením léčby deformovaných hlavic bez sekundárních změn u starších pacientů je intraartikulární zmenšovací osteotomie hlavice stehenní kosti. Cílem této operační techniky, jak bylo uvedeno v úvodu této práce, je zlepšení kongruence a centra rotace v kyčelním kloubu za ochrany cévního zásobení hlavice. Leunig s Ganzem publikují výsledky 14 pacientů, kterým byla provedena FHRO. Etiologií deformity hlavice byla nejčastěji LCP a rozmezí věku v době operace 9 až 15 let. U osmi FHRO byla současně doplněna Ganzova periacetabulární osteotomie a u tří kyčlí se tak stalo ve druhé době. Jednou byla doplněna operace dle Colony. Pouze jedna kyčel s FHRO byla ponechána bez přídavných operací. Autor nezaznamenal AVN ani nezhojenou osteotomii velkého trochanteru po FHRO (Leunig a Ganz, 2011). Siebenrock uvádí 11 pacientů s FHRO po LCP ve věku 7 až 23 let. V pěti případech byla periacetabulární osteotomie realizována v průběhu jedné operace. U všech pacientů pozoroval zlepšení kongruence hlavice z 72% na 84% a zvýšení CE úhlu z 1° na průměrných 20°. U všech registroval snížení bolesti, ovšem funkční zlepšení kyčle nezaznamenal ani v jednom případě. AVN také ne (Siebenrock a kol., 2015). Největší soubor dvaceti pacientů operovaných do roku 2010 prezentuje Paley s průměrnou dobou sledování 5 let. Ve své publikaci popisuje podrobně modifikovanou Leunig-Ganzovu techniku, kde zavádí 1 spongiózní šroub do krčku femuru jako prevenci fraktury. Autor zaznamenal průměrné zmenšení hlavice o 25% v porovnání se zdravou stranou. U 3 pacientů provedl periacetabulární osteotomii v době první operace a u dvou pacientů byla doplněna o několik měsíců později. Pooperačně byl u pěti pacientů na 6 týdnů nasazen zevní fixátor jako prevence lateralizace. V jeho sledování byly dvě kyčle konvertovány na totální náhradu a jedna hlavice, u které byla dříve provedena varizační osteotomie, podlehla AVN (Paley, 2011).

Objevují se postupně další publikace. Georgiev zatím uvádí pouze 4 operace a jejich výsledky s průměrným 19-ti měsíčním sledováním. Krátkodobé výsledky neprokázaly iatrogenní vývoj AVN ani zhoršení HHS (Georgiev a kol., 2015).

V této klinické části studie jsme stanovili několik hypotéz. V radiologické části jsme chtěli dokázat, že po AWRO dochází ke změně tvaru hlavice a k mediolaterální redukci. Ve všech případech došlo ke zlepšení sféricity a zmenšení průměru hlavice. V klinicky-funkčním vyšetření jsme potvrdili hypotézu, že dojde ke zlepšení jak subjektivního tak objektivního obrazu kyčelního kloubu pomocí dotazníku HHS ve střednědobém sledování. Všechny měřené parametry byly statisticky signifikantní. Můžeme tak potvrdit naše vstupní hypotézy.

V předchozí studii AWRO jsou krátkodobé výsledky velmi příznivé. Klinický i radiologický efekt nastává brzy po operaci. První zkušenosti s touto operační technikou se sledováním kratším než 2 roky (a pouze u 7 pacientů) jsme poprvé publikovali v roce 2013 (Burian a kol., 2013). V krátkodobém horizontu jsme zaznamenali zlepšení ve všech sledovaných proměnných a toto zlepšení bylo statisticky signifikantní. Došlo ke zvýšení v HHS v průměru o 29,4 bodů (SD změny 6,76) a snížení v průměru o 2,14 (SD 0,64) v SC, a v průměru o 0,36 (SD 0,14) v CD. S výjimkou jedné epifyzární skeletální dysplazie se jednalo o pacienty s proběhlým LCP. Během tohoto krátkodobého sledování nedošlo u žádného pacienta ke zhoršení kondice nebo rozvinutí AVN.

V porovnání s krátkodobým sledováním jsou výsledky ve střednědobém horizontu stále uspokojivé. Jak jsme v této práci ukázali, i ve střednědobém horizontu dochází po operaci, oproti stavu před operací, ke zlepšení. V průměru sice mezi dvěma měřeními po operaci nalézáme mírné zhoršení ve všech parametrech: v HHS snížení o 6,79 (SD 9,39), v CD zvýšení o 0,09 (SD 0,07) a v SC zvýšení v průměru o 0,29 (SD 0,45), toto zhoršení však není statisticky signifikantní.

Hodnocením HHS jsme vyzozorovali hlavní pooperační efekt ve snížení bolestivého skóre, který jsme zaznamenali u všech pacientů. Rozsah pohybu, který jsme očekávali po obnově kongruence v kyčelním kloubu, byl zlepšen pouze u 7 pacientů, z toho u 2 pacientů pouze nepatrně. U zbývajících 3 pacientů nedošlo ani ke zhoršení pohybu. Jsme si vědomi, že AWRO je pouze překlenovací operace, která oddaluje budoucí osud kyčelního kloubu v podobě totální endoprotézy. Překvapivě se však zdá, že funkce kyčelního kloubu je delší než se původně předpokládalo.

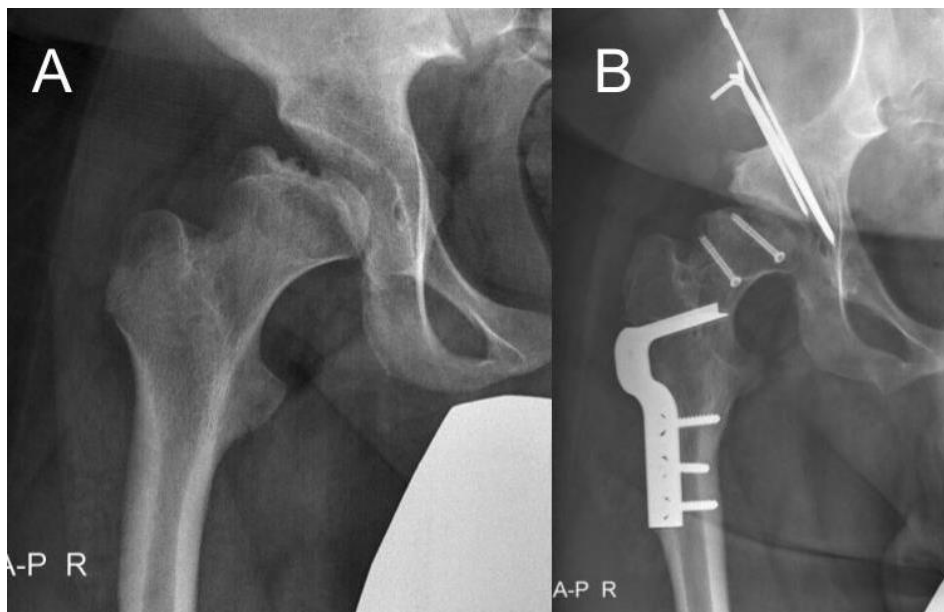
Do naší studie jsme zařadili pouze pacienty s proběhlým LCP s delším sledováním než 4 roky, abychom hodnotili výsledky s dostatečným časovým

odstupem. Diagnózou LCP jsme standardizovali soubor pacientů s vyšší vypovídající hodnotou efektu operace.

V současné době jsme operovali 20 AWRO z nichž polovina nesplňovala kritéria vstupu do této studie. Mezi další diagnózy indikované k AWRO patřily mukopolysacharidóza, mnohočetná epifyzární dysplázie a zlomenina krčku femuru (obr. 37).

V našem souboru LCP se u jednoho pacienta rozvinula parciální avaskulární nekróza. V porovnání s ostatními studiemi jsou naše výsledky podobné, které dokazují bezpečnost a šetrnost operační techniky.

Nežádoucím krokem AWRO může být kritiky považováno přerušení calcar femorale u mediální osteotomie krčku femuru. Jsme si vědomi oslabení metafyzární oblasti proximálního femuru, ale pouze dočasně, a proto striktně dbáme na pooperační režim po dobu 3 měsíců se simulací nášlapu. Po této době jsme u všech osteotomií pozorovali zhojení mediální kortiky a všichni pacienti mohli našlapovat na operovanou končetinu bez opory.



Obr. 37. A - 17ti letý pacient s mukopolysacharidózou IV. Typu (Morquiův syndrom) s postižením centrální části epifyzy proximálního femuru. B – pacient v první době po AWRO a po 5 měsících doplněné o varizaci proximální femuru a pánevní osteotomii dle Steela.

3.5 Závěr

Cílem bylo zhodnotit výsledky AWRO u těžce deformovaných hlavic po LCP. Posuzovali jsme jak funkční tak radiologické parametry u 10 operovaných kyčlí s dobou sledování minimální čtyř let.

Hypotézou č. 1 jsme dokázali, že *“Po AWRO dochází ke změně tvaru hlavice.”* Všichni pacienti byli před operací zařazení do V. skupiny dle SC a u všech 10ti sledovaných pacientů jsme hodnotili změnu tvaru hlavice. Po operaci jsme vyhodnotili 1 kyčel ve skupině II, 7 kyčlí ve skupině III a 2 kyčle ve skupině IV dle SC.

U hypotézy č. 2 jsme též prokázali, že *“AWRO vede ke zmenšení mediolaterálního průměru hlavice.”* Před a po operaci jsme u všech pacientů na rentgenovém snímku v AP projekci změřili CD, který hodnotí zmenšení hlavice v mediolaterálním směru. U všech redukčních osteotomií hlavice došlo k signifikatnímu snížení CD.

Poslední hypotézou *“Po operaci dochází ke zlepšení v Harris Hip Score ve střednědobém horizontu.”* jsme pozorovali, že po AWRO dochází především ke snížení bolestí v kyčelním kloubu, který má velký podíl při bodovém hodnocení v HHS. Pooperační střednědobé zlepšení jsou statisticky významné. U všech pacientů jsme registrovali zvýšení HHS a potvrdili jsme tak hypotézu č. 3.

Jsme si vědomi, že AWRO je výkon, který oddaluje budoucí operaci totální náhrady kyčelního kloubu. K naší spokojenosti se však zdá, že příznivé následky obnovy kongruence kyčelního kloubu jsou delší, než jsme původně předpokládali.

4 Experimentální část - Kadaverózní preparace a topografie r. profundus ACFM a r. piriformis AGI s využitím k AWRO.

4.1 Úvod

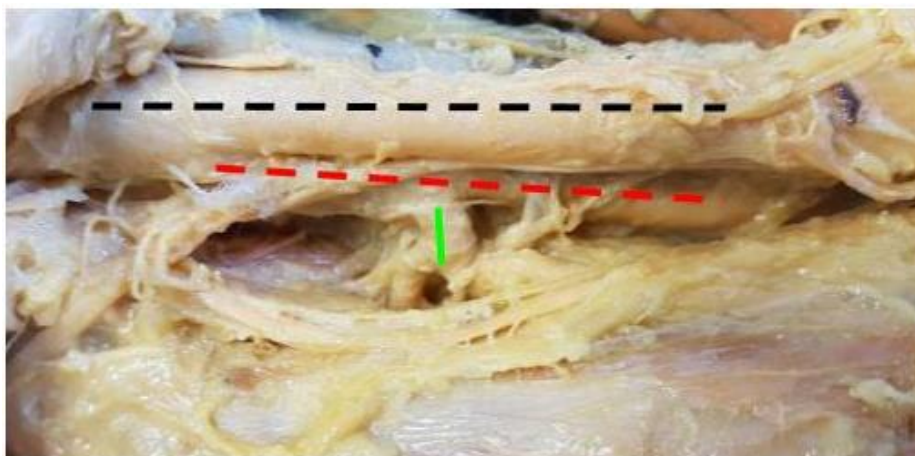
Cévní zásobení hlavice je primárně získáno z ACFM. Terminální větve r. profundus končí v posterosuperiorním retinakulárním svazku, který přes cévní kanálky na horní ploše krčku prostupuje do hlavice a krčku femuru (Tucker, 1955, Judet a kol., 1955, Müssbicher, 1975, Lavigne a kol., 2005). Tyto terminální větve zásobují téměř celou hlavici stehenní kosti (Sevitt a Thompson, 1965). Dalším důležitým zdrojem zásobení je posteroinferiorní retinakulární svazek, vycházející též z r. profundus ACFM. Prochází přes mediální Weitbrachtovo retinakulum k inferiorní části hlavice, kde perforuje kortiku a vysílá intraoseální cévy do této oblasti. Nedílnou součástí cévní výživy proximálního femuru jsou anastomózy. Přes jejich nekonstantní nález je autory nejčastěji popisována cévní spojka mezi ACFM a AGI - r. piriformis AGI. Několik studií potvrzuje, že tato anastomóza může hrát zásadní roli ve výživě femorální hlavice při poranění hluboké větve ACFM (Kalhor a kol., 2009, Jedral a kol., 1996, Grosse a kol., 2008). Přední retinakulární svazek z ACFL a a. capitis femoris z a. obturatoria ztvárňují pouze minoritní podíl v zásobení proximální femorální epifýzy.

Ačkoliv se pozornost ohledně cévního zásobení hlavice traduje už do 18. století (Buhanan, 2003, Davies a Edwards, 1945), pouze málo studií se věnuje detailní topografii extraoseálního průběhu ACFM v souvislosti operačních přístupů a zákroků na kyčelním kloubu (Howe a kol., 1950, Gautier a kol., 2000, Güttler a kol., 2007). Na kadaverózních preparátech pomocí nástřiku polychloroprenem jsme vypreparovali odstup a průběh ACFM, jeho hluboké větve a r. piriformis AGI. Přesná znalost topografie cév zásobujících proximální femorální epifýzu je velmi důležitá u předních i zadních přístupů, při chirurgické luxaci a intraartikulárních výkonů v kyčelním kloubu. V této experimentální studii jsme se zaměřili na uplatnění znalostí cévního zásobení v souvislosti s novou operační metodou intraartikulární AWRO hlavice. Věříme však,

že nové vědomosti o extraartikulárním průběhu ACFM můžeme aplikovat i při jiných chirurgických indikacích ke snížení incidence avaskulární nekrózy hlavice.

4.2 Metoda

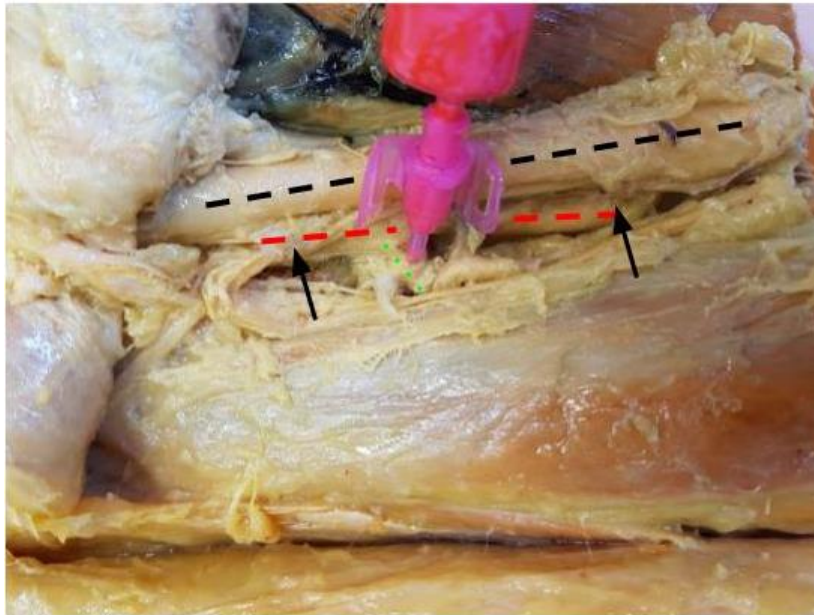
Provedli jsme anatomickou pitvu 15 preparátů na kyčelních kloubech dolní končetiny. 14 kyčelních preparátů nejevilo žádné patologické onemocnění na kyčelních kloubech či stavy po ortopedických operacích. U jednoho preparátu byla implantována cementovaná náhrada kyčelního kloubu a byl vyřazen ze studie. Preparáty byly standardně fixovány v roztoku s 10% formaldehydem. Pitevní rozборы byly prováděny v anatomickém ústavu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy. Nejdříve jsme připravili prostředí pro zavedení tekutého obarveného polychloroprenu 750 (Omya GmbH, Gammern, Rakousko) do anatomických preparátů celých dolních končetin. Poté jsme si vypreparovali odstup ACFM, která vychází z a. femoris nebo z a. femoris profunda (obr. 38).



Obr. 38. Odstup ACFM z a. profunda femoris. A. femoris (černá tečkovaná linie, a. profunda femoris (červená tečkovaná linie, ACFM (zelená tečkovaná linie).

Podvázali jsme a. femoris profunda proximálně a distálně od místa větvení, abychom zabránili úniku polychloroprenu. V případě, že ACFM odstupovala z a. femoris podvázali jsme ji nad odstupem a. femoris profunda, kam by také mohla fixační

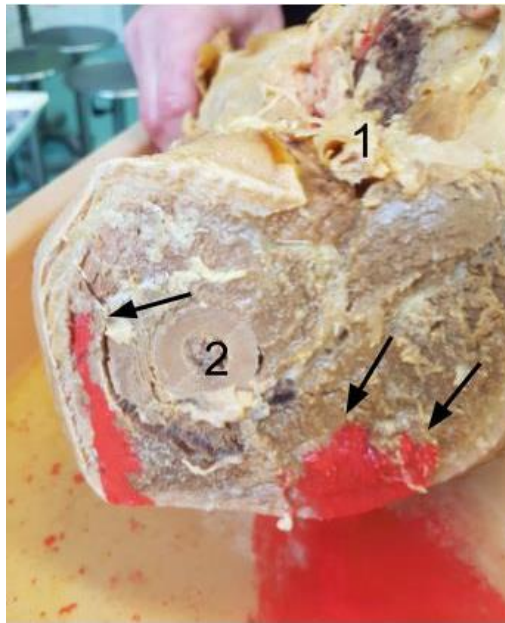
tekutina uniknout. Cévu jsme kanylovali jehlou o velikosti 1,2mm a aplikovali 150 až 200ml obarveným polychloroprenem (obr. 39).



Obr. 39. Aplikace 150 - 200ml růžově zbarveného polychloroprenu do odstupu ACFM (zelená tečkovaná linie), která vychází z a. profunda femoris (červená tečkovaná linie). Céva je podvázána proximálně a distálně od aplikace (černé šipky), aby se zabránilo zbytečnému úniku polychloroprenu. A. femoralis (černá tečkovaná linie) není potřeba v tomto případě podvazovat.

Dostatečné plnění cév polychloroprenem jsme kontrolovali vizuálně. Když docházelo k vytékání zbarveného polychloroprenu z periferních cév v místě transverzálního řezu, byli jsme přesvědčeni o dostatečném aplikovaném množství (obr. 40).

Preparáty saturované fixační látkou byly vloženy zpět do roztoku s 10% formaldehydem. Po 2 až 4 týdnech, kdy tekutý polychloropren ztuhnul, byly anatomické preparáty podrobeny další pitvě. Během zpracování byl kyčelní preparát postupně zbaven jednotlivých anatomických vrstev s respektem na průběh r. profundus ACFM a r. piriformis AGI. Zezadu jsme identifikovali m. quadratus femoris a jeho úpon na proximálním femuru jsme opatrně uvolnili a odklápěli směrem



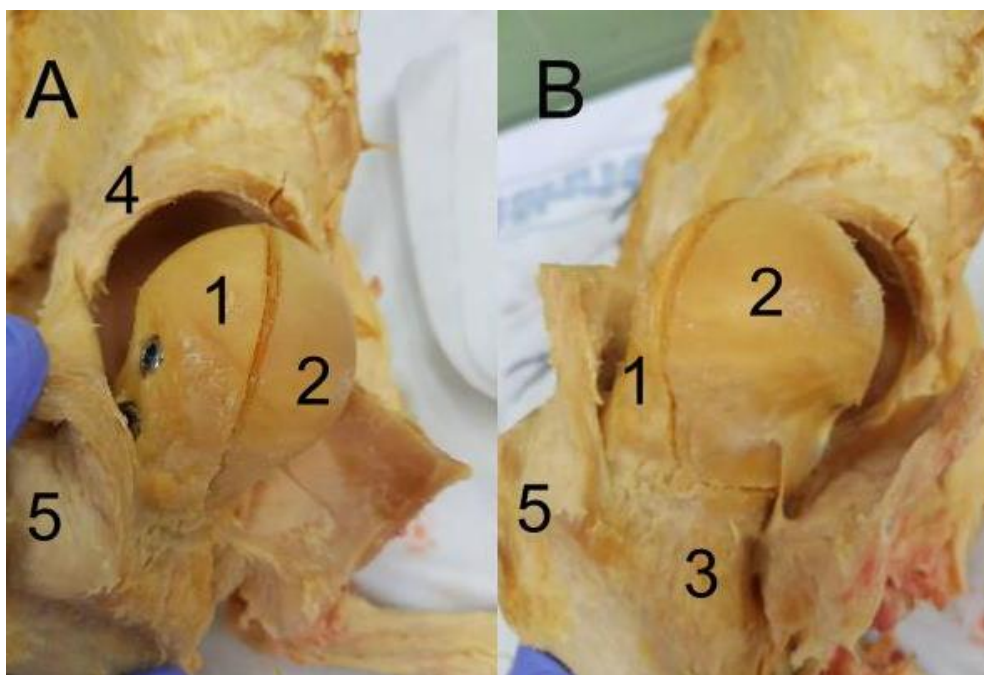
Obr. 40. Pohled zespoda na transversální řez v horní střední části levého stehna ukazuje únik fixační látky ze svalových perforátorů (černé šipky). Černá šipka vlevo ukazuje únik zbarvené tekutiny z r. descendens ACFM, vyživující adduktorovou část stehna. 1 - a. femoralis, 2. femur.

mediálně tak, abychom neporušili probíhající r. profundus ACFM. Ozřejmili jsme celý extrakapsulární průběh cévy až k terminálním větvím posterosuperiorního svazku, perforujícím kloubní pouzdro. Vypreparovali jsme odstup a průběh posteroinferiorního cévního svazku ke spodní části kloubního pouzdra. Vyhledali a identifikovali jsme r. piriformis AGI. Celý průběh r. profundus ACFM, její větve vedoucí k hlavici a r. piriformis AGI byly dodatečně obarveny k maximálnímu zviditelnění. V následujícím kroku jsme pomocí centimetrového měřítka určovali vzdálenosti od anatomických bodů, podle kterých se orientujeme při AWRO.

1. Minimální vzdálenost hluboké větve ACFM od baze malého trochanteru.
2. Minimální vzdálenost r. piriformis AGI od úponu m. piriformis.
3. Minimální vzdálenost posterosuperiorního svazku v místě, kde vstupuje intrakapsulárně od úponu m. triceps coxae.

Poté jsme z předního přístupu provedli incizi ve tvaru T s příčným ramenem podél vazivového okraje labra podle našich chirurgických zvyklostí. Luxace v kyčelním kloubu byla provedena stejným manévrem jako při operaci, tj. v mírném tahu, addukci a zevní rotaci femuru. Ligamentum capitis femoris bylo přerušeno ve všech případech. V momentě luxace a převedení končetiny do polohy jsme sledovali změny napětí ACFM. Poté jsme vyhledali a identifikovali mediální Weitbrachtovo retinakulum a měřili jsme jeho délku k úponu na mediálním krčku femuru.

Pomocí pily a dláta jsme prováděli techniku AWRO s vytětím centrálního fragmentu o velikosti jeden centimetr. Mobilní mediální fragment hlavice jsme mobilizovali, reponovali a dále fixovali 2 kortikálními šrouby o velikosti 3,5 mm k laterálnímu pilíři (obr. 41).



Obr. 41. Anteromediální redukční osteotomie hlavice. Pohled na luxovanou pravou kyčel z bočního pohledu. A - pohled na laterální segment. Mediální segment je fixován 2 kortikálními šrouby přes laterální segment. B - pohled na mediální část s přerušením calcar femorale. 1 - laterální segment, 2 - mediální segment, 3 - calcar femorale, 4 - labrum, 5 - velký trochanter.

Po repozici a fixaci mediálního fragmentu v novém postavení jsme přeměřili délku Weitbrachtova retinakula a porovnali s délkou před osteotomií. V závěru experimentu jsme reponovali kyčelní kloub.

Kyčelní preparáty byly vloženy zpět do 10% formaldehydu k dispozici pro studijní účely.

K testování rozdílu mezi 2 měřeními u mediálního Weitbrachtova retinakula před a po AWRO jsme použili párový t test. Při testování jsme uvažovali jednostrannou alternativu následovně: u měřeného parametru jsme po AWRO očekávali prodloužení. Výsledky považujeme za statisticky významné při dosažení hladiny významnosti p menší než 0,05.

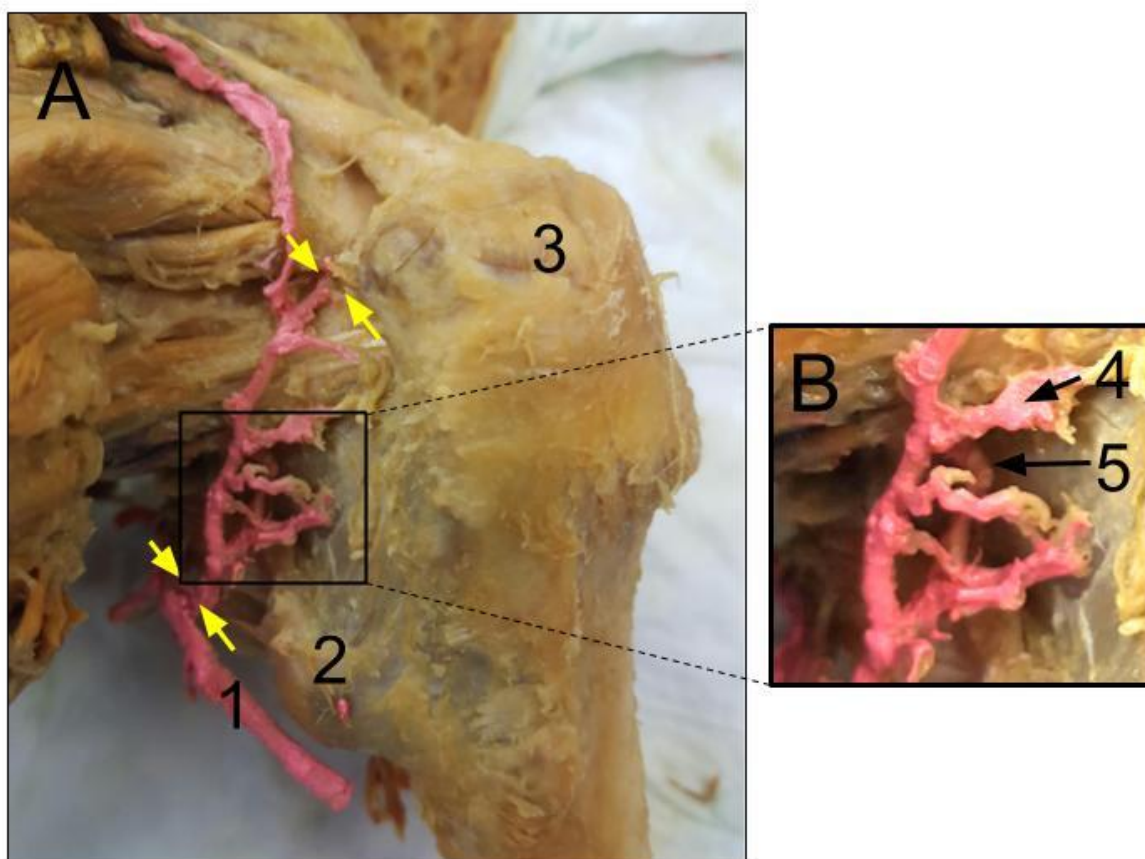
4.3 Výsledky

ACFM odstupovala nejčastěji z a. profunda femoris v 10 (71,43%) případech, u zbylých 4 (28,6%) preparátů jsme našli izolovaný odstup z a. femoris. Ve fossa iliopectinea, kde céva z hlavního svazku odstupuje, se stáčí dorzomediálně mezi šlachy m. iliopsoas a m. pectineus. V dalším průběhu běží horizontálně laterálně podél dolního okraje m. obturatorius externus před m. quadratus. Úpon tohoto svalu obíhá dorzálně a dále běží kraniálně po dorzální mediocervikální části krčku ke krátkým zevním rotátorům kyčle. Zanořuje se mezi šlachovou část m. triceps coxae a kloubní pouzdro. V tomto místě vysílá konstantní trochanterickou větev (obr. 42).

V úrovni mezi úponem m. gemellus superior a m. piriformis perforuje kloubní pouzdro, kde se dále rozděluje na několik větví posterosuperiorních retinakulárních cév, a v laterálním Weitbrachtově retinakulu vstupují do hlavice přibližně 0,5cm od chrupavčité hranice.

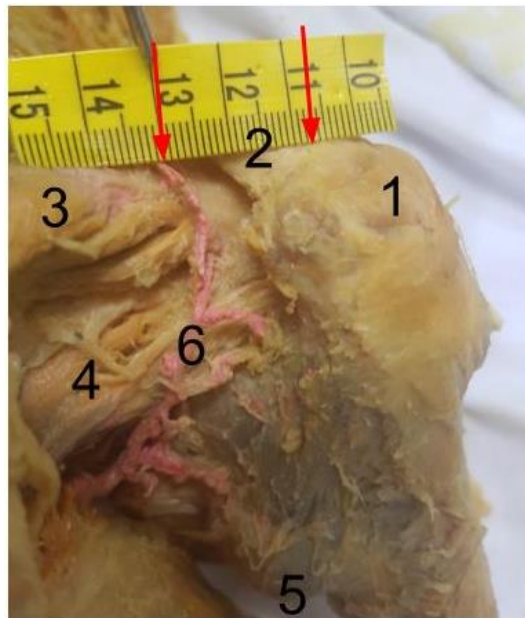
U 12 (85,7%) preparátů se vyskytoval obarvený polychloropren v terminálních částech hluboké větve ACFM. U zbylých 2 (14,3%) preparátů se naplnili pouze ascendentní a descendentní větve ACFM, které vedou k adduktorové skupině svalů.

U všech 14 anatomických preparátů byl identifikován r. profundus ACFM, která byla vypreparována až k místu, kde perforovala kloubní pouzdro.



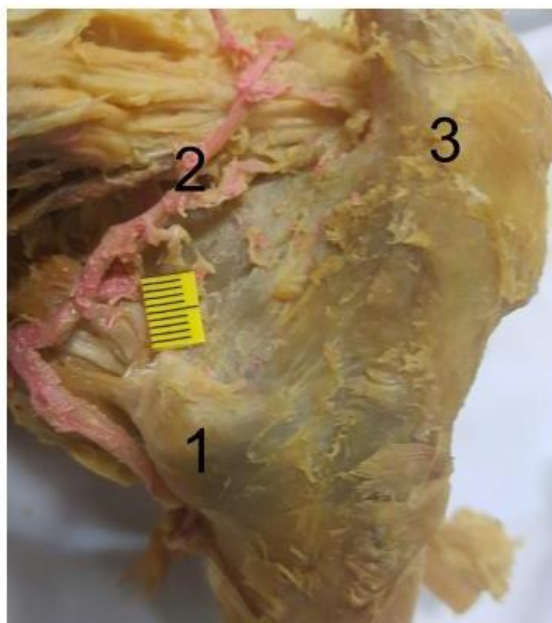
Obr. 42. Znárodnění průběhu *r. profundus ACFM* (A) a výřez, který znázorňuje odstup posteroinferiorního svazku (B). Žluté šipky vyznačují hlubokou větev cévy po odstupu sestupné větve vedoucí k ischiokrurálním svalům. 1 - sestupná větev ACFM, 2 - malý trochanter, 3 - velký trochanter, 4 - trochanterická větev, 5 - odstup posteroinferiorního svazu z hluboké větve.

R. piriformis AGI byl nalezen u 13 (92,8%) kyčelních preparátů, u 1 preparátu anastomóza zcela chyběla. Piriformní větev AGI odstupuje laterálně ve fossa infrapiriforme a dále běží podél dolního okraje *m. piriformis*. Minimální vzdálenost cévní spojky od úponu *m. piriformis* byla v průměru 23,3mm (SD 3,41, rozmezí 17 - 29mm) (obr. 43).



Obr. 43. Vzdálenost *r. piriformis* AGL od přední hrany úponu *m. piriformis* (červené šípky). Pohled na kyčelní kloub zezadu. 1 - velký trochanter, 2 - úpon *m. piriformis*, 3 - *m. triceps coxae*, 4 - *m. obturator externus*, 5 - malý trochanter, 6 - *r. profundus* ACFM.

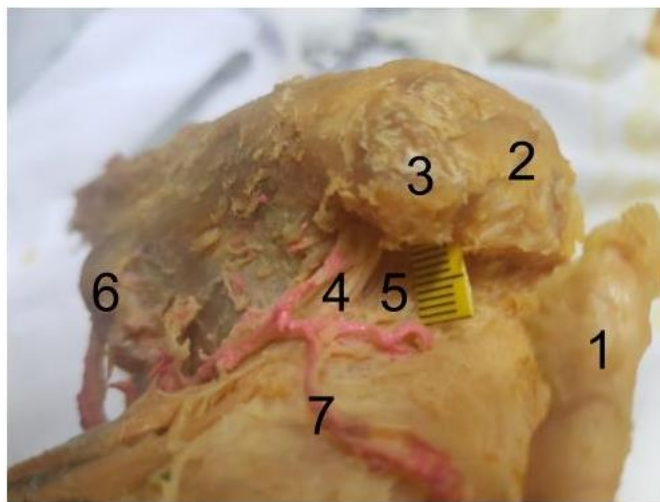
Vzdálenost probíhající hluboké větve od proximální báze malého trochanteru jsme naměřili v průměru 17,5mm (SD 4,07, rozmezí 10 - 24mm) (obr. 44).



Obr. 44. Měření vzdálenosti hluboké větve ACFM od malého trochanteru. Pohled na pravý kyčelní kloub zezadu. 1 - malý trochanter, 2 - *r. profundus* ACFM, 3 - velký trochanter.

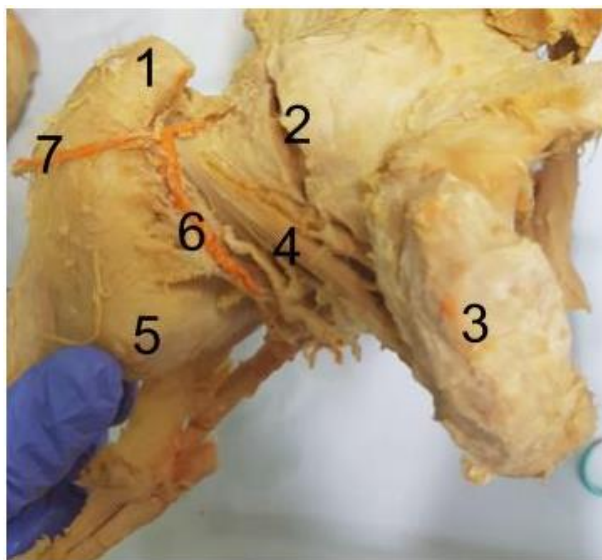
Minimální distance mezi vstupem hluboké větve ACFM skrze pouzdro a úponem *m. triceps coxae* ve fossa trochanterica byla v průměru 11mm (SD 2,15, rozmezí 8 - 16mm) (obr. 45).

Při luxaci a manipulaci kyčelního kloubu jako při operačním zákroku jsme nezaznamenali zvýšené napětí hluboké větve ACFM. Preventivním faktorem poškození cévy jsou dorzální svalové struktury. Po postupném odstranění dorzálních struktur jsme zjistili, že hlavní ochranný vliv proti přepětí hluboké větve ACFM má *m. obturatorius externus*, který převážnou část cévy kryje zepředu (obr. 46).

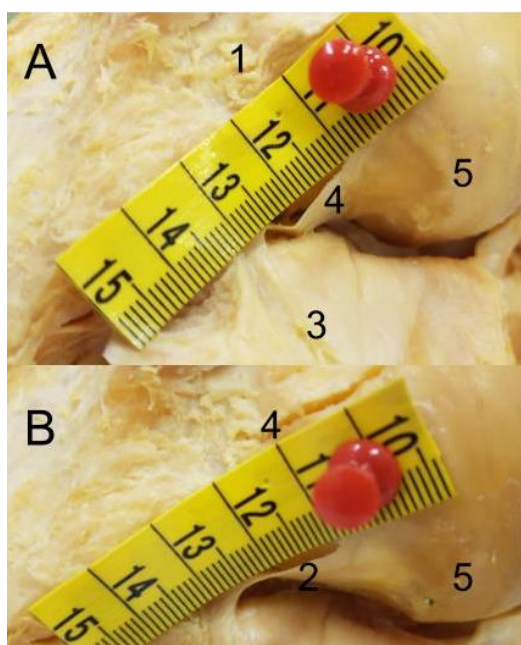


Obr. 45. Vzdálenost hluboké větve ACFM od úponu m. triceps coxae. Pohled na levý kyčelní kloub shora. 1 - šlacha m. piriformis, 2 - velký trochanter, 3 - úpon m. piriformis, 4 - šlacha m. obturatorius externus, 5 - úpon m. triceps coxae, 6 - malý trochanter, 7 - r. piriformis ACFM.

Průměrnou délku mediálního Weitbrachtova retinakula jsme zaznamenali 17,7mm (SD 2,17, rozmezí 14 - 22mm) a po repozici mediálního fragmentu s resekcí centrálního fragmentu o šíři baze 1cm se retinakulum prodloužilo v průměru na 19,8mm (SD 2,41, rozmezí 16 - 25mm), tj. v průměru o 1,9mm (9,5% své původní délky) (SD 0,83, rozmezí 1 - 3mm). Ani v jednom případě nedošlo k přerušení nebo přepjetí mediálního Weitbrachtova retinakula. Prodloužení je statisticky významné ($p < 0,001$) (obr. 47).



Obr. 46. Maximální vnitřní rotace v kyčelním kloubu s napětím *m. obturatorius externus*. Tento sval má protektivní funkci *r. profundus ACFM*, která probíhá za ním. Pohled na levý kyčelní kloub zezadu. 1 - velký trochanter, 2 - zadní kloubní pouzdro, 3 - sedací kost, 4 - *m. obturatorius externus*, 5 - malý trochanter, 6. *r. profundus ACFM*, 7 - trochanterická větev *ACFM*.



Obr. 47. A - Délka mediálního Weitbrachtova retinakula před AWRO, B - po AWRO. 1 - krček femuru, 2 - mediální Weitbrachtovo retinakulum, 3 - kloubní pouzdro, 4 - AWRO, 5 - hlavice femuru.

Měřené parametry jsou přehledně zaznamenány v tabulce (tab. 3).

Preparát	Vzdálenost v milimetrech				
	ACFM - MT	AGI - MP	ACFM - TC	MWR před OT	MWR po OT
1	21	21	11	18	19
2	18	22	8	15	17
3	15	25	10	19	22
4	14	26	12	19	20
5	14	17	14	17	20
6	21	-	9	16	18
7	10	19	10	18	20
8	17	23	12	21	22
9	23	29	16	22	25
10	20	23	11	17	19
11	24	25	11	20	23
12	16	19	9	14	16
13	13	24	8	16	17
14	19	28	12	17	20

Tab. 3. Měřené parametry u jednotlivých kyčelních preparátů. ACFM - r. profundus a. circumflexa femoris medialis, MT - malý trochanter, AGI - r. piriformis a. glutea inferior, MP - m. piriformis, TC - m. triceps coxae, MWR - mediální Weitbrachtovo retinakulum, OT - AWRO.

4.4 Diskuze

V literatuře nacházíme variabilní rozdíly v odstupu MFCA. Rozdíly jsou dány vzhledem k odlišnému embryonálnímu vývoji každého jedince. Pro pochopení variability tepen dolních končetin má velký význam znalost vývoje tepenného řečiště dolní končetiny (Moore a Persaud, 2011). Během časně embryogeneze člověka odstupuje z vnitřní ilické tepny a. ischiadica, která se stává hlavní cévou pro dolní končetinu. Po zadní straně stehna doprovází tuto magistrální cévu n. ischiadicus. Ve stejné době se vyvíjí také a. femoralis, která vychází z a. iliaca externa. Její podíl na distribuci dolní končetiny je minoritní a zásobuje pouze horní a vnitřní stranu stehna. U většiny obratlovců se poměry cévního zásobení nemění a zůstávají zachovány i v

definitivním stavu. U člověka se během embryonálního vývoje vytváří femorální síť (rete femorale), která propojuje magistrální tepnu a. ischiadica na zadní straně stehna s a. femoralis uložené vpředu. Z rete femorale se konečně diferencuje a. femoralis communis a její větve a. femoralis superficialis a profunda. Tyto cévy postupně zesilují a přebírají dominantní úlohu v cévním zásobení dolní končetiny. A. ischiadica postupně regreduje a její proximální úsek zůstává zachován jako AGI. Distální úsek se spojuje s a. femoralis v podkolenní jámě a dále pokračuje jako a. poplitea. U některých ortopedických vad, kde během chybného embryonálního vývoje dochází k různým malformacím dolních končetin, může být zadní a. ischiadica zachována. Chomiak pomocí počítačové tomografie identifikoval dva případy u PFFD (proximal focal femoral deficiency) typu III podle Pappase (Chomiak a kol., 2009).

Na základě uvedené stranové teorie, kdy se femorální arterie vytváří během regrese sedací cévy, se ACFM nezávisle diferencuje na základě krevního průtoku v rete femorale. Rozdílný vývoj během embryogeneze vysvětluje rozsáhlou variabilitu odstupů této cévy. Konstantním nálezem ACFM je odstup z posteromediální stěny femorální cévy. Ojedinele může vycházet z posterolaterálního aspektu cévy, jak například uvádí Ciftcioğlu ve své kazuistice (Ciftcioğlu a kol., 2009). Výše odstupů ACFM z a. femoralis se v literatuře výrazně liší. Lze ji obecně rozdělit na dvě skupiny. V první skupině odstupuje ACFM z a. femoralis a ve druhé skupině vychází ACFM z a. profunda femoris. U první skupiny byl signifikantní nález v distálnějším odstupě a. femoris profunda od tříselného vazů (Perera, 1995). Incidence odstupů ACFM z a. profunda femoris se v literatuře liší od 12% do 85,7% (tab. 4).

V naší studii jsme u 10 preparátů (71,4%) našli odstup ACFM z a. femoris profunda a u zbylých 4 preparátů (28,6%) z a. femoralis. Všechny cévy vycházely z posteromediální stěny cévy.

Hlavním zdrojem zásobení proximální hlavičky je ACFM prostřednictvím retinakulárních cév (Tucker, 1949, Harty, 1953, Harrison a kol., 1953, Lavigne a kol., 2005, Beaulé a kol., 2006, Beaulé a Ganz, 2008). Z anatomických studií jsou tradičně popsány dvě hlavní větve ACFM zásobující celou femorální hlavičku: posterosuperiorní retinakulární svazek, který je považován za primární zdroj zásobení hlavičky (Tucker, 1949, Harrison a kol., 1953, Harty, 1953, Lavigne a kol., 2005, Beaulé a kol., 2006,

Studie	Incidence v %	
	Arteria Femoralis	Arteria femoris profunda
1884, Quain	45,6	54,3
1905 Auburtin	62,5	37,5
1918 Lipschutz	43,2	56,8
1930 Charles a kol.	65	35
1961 Keen	60,8	39,2
1968 Gremigni	22	12
1974 Leborgne a kol.	77,8	22,2
1978 Marcade a kol.	14,3	85,7
1979 Guillot a kol.	70	30
1985 Siddharth a kol.	26	63
1989 Emura a kol.	11,6	61,7
1993 Clarke a kol.	40	53
1995 Colborn a kol.	25	-
1997 Massoud a kol.	18	81
2000 Gautier a kol.	16,7	83,3
2001 Dixit a kol.	20,63	62,5
2002 Başar a kol.	48,9	51,1
2006 Tanyeli a kol.	15	79
2007 Vazquez a kol.	77,8	22,2
2009 Samarawickrama a kol.	31	62
2010 Prakash a kol.	32,8	67,2
2011 Dixita a kol.	38,6	61,4
2013 Lalović a kol	33,3	59,5
2013 Peera a Sugavasi	20	75
2013 Shiny Vinila a kol.	18,4	65

Tab. 4. Incidence odstupu ACFM z a. profunda femoris.

Beulé a Ganz, 2008) a posteroinferiorní retinakulární svazek, kterému není v literatuře přikládán tak velký význam a pozornost. Několik studií sice dokládá ekvivalentní průměr obou cév (Vereby, 1942, Ogden, 1974), nicméně většina autorů uvádí, že cévy posterosuperiorního cévního systému jsou větší a významnější (Howe a kol., 1950, Harrison a kol., 1953, Sevitt a Thompson, 1965, Walmsley, 1916) včetně Tuckera, který naměřil v průměru průsvit posterosuperiorního svazku 0,84mm vs. posteroinferiorního svazku 0,41mm u dospělých a 0,73mm vs. 0,47mm u dětí (Tucker, 1949). Naše pozorování je v souladu s tímto pozorováním. I když jsme numericky neměřili průměr obou koncových cév, posteroinferiorní svazek byl konstantní a také ve všech případech patrně slabší oproti posterosuperiornímu svazku. Gautier sice uvádí přítomnost posteroinferiorního svazku pouze v 17% případů (4 z 24), ale recentnější kadaverické studie a mnoho předchozích anatomických studií dokazují, že posteroinferiorní svazek je konstantní terminální větví ACFM, zásobující femorální hlavici (Kalhor a kol., 2009, Boraiah a kol., 2009, Zlotowicz a kol., 2011, Tucker, 1949, Howe a kol., 1950, Ogden 1950, Sevitt a Thompson, 1965, Trueta, 1957).

Howe ve své publikaci z roku 1950 podrobně popsal lokaci všech tří retinakulárních větví (superiorní, inferiorní a anteriorní), které během svého průběhu penetrují kloubní pouzdro při jeho bazi (Howe a kol., 1950). Další nedávné studie upřesnili topografii koncových větví r. profundus ACFM. Lazaro uvádí, že posteroinferiorní svazek penetruje kloubní kapsulu ve střední části krčku mezi 185° až 219°, tj. 6:10 až 7:18hod, zatímco posterosuperiorní svazek proniká intrakapsulárně laterálně při bazi krčku mezi 301° do 1°, resp. 10:00 do 12:02hod dle hodinových ručiček (Lazaro a kol., 2015). Obě retinakulární cévy probíhají v synoviálních řasách, známých jako Weitbrachtova retinakula. Jejich podrobný popis publikoval Gojda v roce 2012. Podle jeho studie je nejčastější lokalita laterálního Weitbrachtova retinakula mezi 1. až 9. hodinou a mediálního Weitbrachtova retinakula mezi 5. až 8 a půl hodinou (Gojda a Bartoníček, 2012).

Ve všech našich preparátech jsme identifikovali intrakapsulární průběh cév v podobě Weitbrachtových retinakul. Neurčovali jsme jejich přesnou polohu, ale zaměřili jsme se na délku mediálního Weitbrachtova retinakula před a po AWRO. Během zákroku dochází k uvolnění mediálního fragmentu, který je zavěšen na cévní stopce posteroinferiorního svazku. Střední nekrotický fragment je odstraněn a celý

mediální fragment od malého trochanteru až k hlavici femuru je mobilizován kraniálně k laterálnímu segmentu hlavice. Vlivem kraniálního posunu lze očekávat změnu délky mediálního Weitbrachtova retinakula. Na základě těchto znalostí jsme vypracovali hypotézu: *“AWRO prodlužuje mediální Weitbrachtovo retinakulum.”* Přetažením nebo přerušením retinakula může dojít k iatrogennímu poškození cévního zásobení mediálního fragmentu. Měřením po osteotomii se délka mediálního Weitbrachtova retinakula prodloužila ve všech případech a to v průměru o 9,5% své původní délky. Potvrdili jsme tak hypotézu č. 3. Prodloužení retinakula je nevýznamné a ani v jednom případě nedošlo k prodloužení delší než 17%, který by mohl ohrozit cévní svazek.

Naše studie má několik omezení. Polychloropren jsme aplikovali pouze do ACFM. Vycházeli jsme tak ze skutečnosti, že je hlavním primárním zdrojem zásobení hlavice femuru a proto vliv ACFL jsme do naší studie nezahrnuli. Polychloropren byl injikován manuálně bez přítomnosti tlakově řízené infuzní pumpy, která umožní přesné řízení tlaku každé infúze. Výhodou infuzní pumpy je také nastavení stejných parametrů pro všechny preparáty, což může vést k důslednému plnění koncových větví polychloroprenem. To mohlo také být jednou z příčin, proč jsme nedosáhli koncového plnění cév polychloroprenem u všech našich vzorků a museli jsme tak s větší opatrností preparovat koncové cévy. Dále jsme použili relativně malý počet preparátů, ale naše poznatky byly velmi konzistentní a pitevní nálezy byly obdobné jako u předchozích podobných studií.

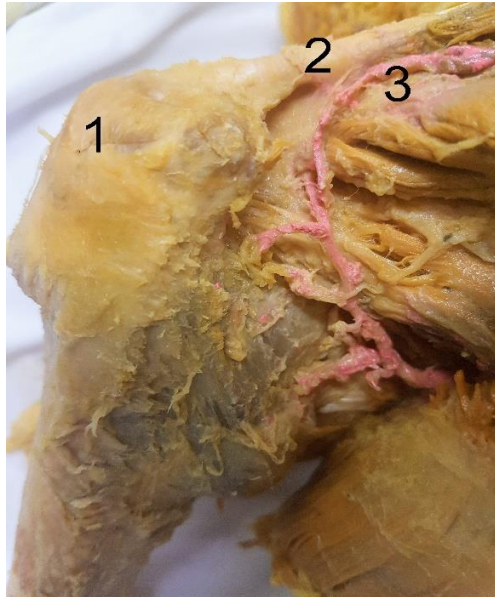
V naší studii jsme potvrdili význam krátkých zevních rotátorů kyčle, které mají protektivní vliv na mechanické poškození ACFM. Především pak m. obturatorius externus, za nímž probíhá r. profundus ACFM. Nápadný rozdíl ve vzniku AVN lze sledovat mezi nekomplikovanou prostou traumatickou dislokací a mezi luxační zlomeninou kyčelního kloubu. U nekomplikované dislokace léčené časnou repozicí je incidence rozvoje AVN 11% (Epstein, 1973). Zatímco u luxační zlomeniny léčené otevřenou repozicí, stoupá riziko AVN k 31% (Letourmel a Judet, 1993, Jungbluth a Sauer, 1984, Epstein, 1974). Z anatomického hlediska jediný významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami může být v iatrogenním traumatu ACFM nebo poranění periferních anastomóz během operace. Naše pozorování umožňuje vysvětlení, proč traumatická dislokace může vést k rozvoji AVN. Předpokládáme, že nekróza hlavice femuru po traumatické dislokaci kyčelního kloubu vzniká po přetržení m. obturatorius externus nebo jeho šlachy, která působí protektivně proti přerušení hluboké větve

ACFM. Proto při kontrolované chirurgické luxaci kyčelního kloubu z anterolaterálního přístupu nedochází k riziku přetažení nebo přetržení extrakapsulární hluboké větve ACFM.

Vzdálenosti r. profundus ACFM a r. piriformis AGI od specifických anatomických orientačních bodů v naší studii mohou sloužit jako vodítko k ortopedickým chirurgickým výkonům na kyčelním kloubu. Recentní studie měří vzdálenosti r. profundus ACFM od úponu m. obturatorius externus a m. obturatorius internus. Gautier naměřil hodnoty v průměru 8,8mm od m. obturatorius externus a 12,4mm od m. obturatorius internus. Jak je ukázáno v rozsahu hodnot mezi jednotlivými preparáty, existují individuální odchylky, které je nutné při operacích respektovat. Stanovili jsme tak hypotézu: *“Vzdálenost r. profundus ACFM od malého trochanteru bude vypovídat o míře rizika osteotomie mediální části krčku femuru.”* Z naší kadaverózní studie s doplněním údajů z jiných studií lze usoudit, že ACFM je nejdále od malého trochanteru a nejbližší k úponu šlachy m. obturatorius externus a m. triceps coxae. Vzdálenost osteotomie od malého trochanteru ovlivňuje riziko poranění r. profundus ACFM a hypotézu tak potvrzujeme. Zároveň doporučujeme provádět osteotomii krčku femuru co nejbližší k bazi malého trochanteru, kde jsme od cévního svazku co nejdále. Znalost anatomie ACFM je rovněž nezbytná zejména při zavedení instrumentária kolem krčku femuru. Nešetrnou manipulací instrumentářiem posteromediálně nad malým trochanterem zcela určitě hrozí izolované poranění ACFM. Podle naší experimentální studie proto doporučujeme zavedení úzkého Hohmanova elevatoria těsně při bazi malého trochanteru a zásadně pod úponem m. iliopsoas, který cévní svazek obíhá. Po kapsulotomii zavádíme tupé Hohmanovo elevatorium subperiostálně a nikdy nepřetahujeme, abychom neporanili posteroinferiorní svazek v mediálním Weitbrachtově retinakulu.

Vliv AGI v době embryogeneze lze prokázat anastomózou s ACFM, která vychází z femorální arterie. Tuto spojku jsme našli u 13 (92,8%) ze 14 kyčelních preparátů. Některými autory je r. piriformis AGI považován za hlavní nebo náhradní zdroj cévního zásobení hlavice. Topografie cévy ve vztahu k m. piriformis nebyla nikdy popsána a proto jsme vypracovali hypotézu: *“Existuje vztah mezi r. piriformis AGI a m. piriformis.”* Céva následuje dolní okraj m. piriformis a nachází se v naší studii v minimální vzdálenosti v průměru 23mm od jeho úponu (obr. 48). Potvrdili jsme tak hypotézu č. 2. Tento poznatek lze aplikovat u operačních přístupů a operací na

kyčelním kloubu. U luxace kyčelního kloubu z anterolaterálního přístupu převádíme končetinu do addukční a zevně rotační polohy a uvolňujeme m. gluteus minimus a medius na vrcholu



Obr. 48. Zadní pohled na kyčelní kloub se znázorněním r. piriformis AGI, který běží podél dolního okraje m. piriformis. 1 – velký trochanter, 2 – m. piriformis, 3 – r. piriformis AGI.

a laterální straně velkého trochanteru. Uvolněním gluteálních svalů většinou dosáhneme požadované polohy k provedení osteotomie. V případě, že musíme povolit i úpon m. piriformis, lze ho bezpečně odetnout v místě úponu bez vysokého rizika poranění r. piriformis AGI. Podle literatury se posterosuperiorní svazek nachází více jak 1cm od úponu šlachy (Gautier a kol., 2000, Güttler a kol., 2007) a hrozí raději vyšší riziko poranění této větve.

Společný úpon m. gemellus superior, m. gemellus inferior a m. obturatorius internus, který se upíná pod úponem m. piriformis, lze uvolnit ve fossa trochanterica. Technikou, kdy nejdříve ostřím nože míříme na mediální stěnu trochanterického masivu a poté po kosti postupně míříme do fossa trochanterica. Oblast je z tohoto přístupu nepřehledná a vzdálenost od r. profundus ACFM pouze několik milimetrů. Riziko poranění koncových větví ACFM je zde vysoké a proto při AWRO krátké zevní rotátory nepovolujeme.

4.5 Závěr

Na základě experimentální studie 14 kadaverózních preparátů kyčelního kloubu jsme dospěli k závěru, že při výborných znalostech anatomie a dostatečných zkušenostech s operativou kyčelního kloubu je intra artikulární osteotomie hlavice femuru bezpečná metoda. Při zákrocích na kyčelním kloubu lze z této disertační práce využít anatomických znalostí a odpovídajících vzdáleností ACFM a r. piriformis AGI od okolních struktur a tím předejít iatrogennímu cévnímu poškození. Operace z anterolaterálního přístupu předchází iatrogennímu poranění dorzálních struktur kyčelního kloubu. Pozornost musíme věnovat retinakulárním cévám na vnitřní straně kloubního pouzdra a hranice přechodu chrupavka-kost, kde céva vstupuje intraoseálně do hlavice a krčku femuru.

R. profundus ACFM běží z fossa iliopectinea k dorzomediální oblasti krčku femuru. Výše mediální osteotomie krčku ovlivňuje riziko poranění hluboké větve a proto doporučujeme provádět osteotomii mediální kortiky co nejbližší proximální bazi malého trochanteru. Potvrzujeme hypotézu č. 1.

R. piriformis AGI běží laterálně z foramen infrapiriforme při dolním okraji m. piriformis. Minimální vzdálenost cévy od úponu m. piriformis jsme v naší studii zaznamenali v průměru 23mm. Vztah mezi r. piriformis AGI a m. piriformis tedy existuje a potvrzujeme tím hypotézu č. 2.

Intraartikulární osteotomie s mobilizací a repozicí mediálního segmentu prodlužuje mediální Weitbrachtovo retinakulum. Potvrzujeme hypotézu č. 3. V naší studii jsme změřili maximální prodloužení o 3mm, tj. 17% své původní délky, které považujeme za neopodstatněné z hlediska ohrožení cévního svazku.

5 Závěr

5.1 Klinická část - Hodnocení střednědobých výsledků po operaci sedlovité deformity hlavice u Morbus Perthes

Naším prvním cílem bylo zhodnotit výsledky AWRO u těžce deformovaných hlavic po LCP. Posuzovali jsme jak funkční tak radiologické parametry u 10 operovaných kyčlí s dobou sledování delší než 4 roky.

Hypotézou č. 1 jsme dokázali, že *“Po AWRO dochází ke změně tvaru hlavice.”* Všichni pacienti byli před operací zařazení do V. Skupiny dle SC. U všech 10ti sledovaných pacientů jsme hodnotili změnu tvaru hlavice. Po operaci jsme vyhodnotili 1 kyčel ve skupině II, 7 kyčlí ve skupině III a 2 kyčle ve skupině IV dle SC.

U hypotézy č. 2 jsme potvrdili, že *“AWRO vede ke zmenšení mediolaterálního průměru hlavice.”*

Před a po operaci jsme u všech pacientů na rentgenovém snímku v AP projekci změřili CD, který hodnotí zmenšení hlavice v mediolaterálním směru. U všech redukčních osteotomií hlavice došlo k signifikatnímu snížení CD.

Cílem hypotézy č. 3 bylo dokázat, že *“Po operaci dochází ke zlepšení v Harris Hip Score ve střednědobém horizontu.”* Vypožorovali jsme, že po AWRO dochází především ke snížení bolestí v kyčelním kloubu, který má velký podíl při bodovém hodnocení v HHS. Pooperační střednědobé zlepšení jsou statisticky významné. U všech pacientů jsme registrovali zvýšení HHS a potvrdili jsme tak hypotézu č. 3.

Jsme si vědomi, že AWRO je výkon, který oddaluje budoucí operaci totální náhrady kyčelního kloubu. K naší spokojenosti se však zdá, že příznivé následky obnovy kongruence kyčelního kloubu jsou delší, než jsme původně předpokládali.

5.2 Experimentální část - Kadaverózní preparace a topografie r. profundus ACFM a r. piriformis AGI s využitím k AWRO.

Mezi nejčastější problematiku u operací nebo u traumat v oblasti kyčelního kloubu patří cévní poranění a následný rozvoj osteonekrózy hlavice femuru. Cílem této experimentální studie bylo znázornit extrakapsulární průběh hluboké větve ACFM a r. piriformis AGI pomocí nástřiku obarveným polychloroprenem. Sledovali jsme topografii cévy k anatomickým orientačním bodům a změny po AWRO na kadaverózních preparátech. V experimentální části jsme stanovili 3 hypotézy.

Hypotéza č. 1. *“Vzdálenost r. profundus ACFM od malého trochanteru bude vypovídat o míře rizika osteotomie mediální části krčku femuru.”*

Z kadaverózní studie lze pozorovat, že MFCA probíhá vzhledem k zadní ploše krčku proximolaterálně ve střední části krčku v průměrné vzdálenosti 17,5mm (10 - 24mm) od baze malého trochanteru. S odstupující vzdáleností od malého trochanteru se k cévnímu svazku přibližujeme a výrazně stoupá riziko poranění r. profundus ACFM při osteotomii krčku. Osteotomii mediální části krčku je důležité provádět u baze malého trochanteru.

Hypotézu č.1 jsme potvrdili.

Hypotéza č. 2 *„Existuje vztah mezi r. piriformis AGI a m. piriformis.”*

R. piriformis AGI jsme vypreparovali u 13 ze 14 kyčelních preparátů. Tato cévní spojka s r. profundus ACFM běží podél dolního okraje bříška m. piriformis a nachází se v minimální průměrné vzdálenosti 23mm od úponu na velký trochanter. Nejkratší vzdálenost jsme změřili 17mm a nejdelší 29mm. Znalosti topografie r. piriformis AGI lze uplatnit při operacích kyčelního kloubu.

Hypotéza č. 2 je potvrzena

Hypotéza č. 3 *“Mediální Weitbrachtovo retinakulum se u AWRO prodlužuje.”*

Hypotézu jsme ověřovali měřením délky mediálního Weitbrachtova retinakula před a po provedení AWRO. Ve všech případech jsme zaznamenali prodloužení této

struktury. Ani v jednom případě nedošlo k přerušení Weitbrachtova retinakula z
přepjetí a maximální prodloužení jsme zaznamenali 17% původní délky.
Hypotézu č. 3 jsme ověřili.

6 Literatura

Arkader A, Sankar WN, Amorim RM. Conservative Versus Surgical Treatment of Late-Onset Legg-Calve-Perthes Disease: a Radiographic Comparison at Skeletal Maturity. *J Child Orthop.* 2009; 3: 21-5.

Auburtin G. Die beiden Arteriae Circumflexe femoris des Menschen. *Anat Anz.* 1905; 27: 247-69.

Bankes MJ, Catterall A, Hashemi-Nejad A. Valgus extension osteotomy for 'hinge abduction' in Perthes' disease. Results at maturity and factors influencing the radiological outcome. *J Bone Joint Surg (Br.).* 2000; 82: 548-54.

Bartoniček J, Heřt J. Základy klinické anatomie pohybového aparátu. Maxdorf. 2004.

Başar R, Sargon MF, Cumhuri M, Bayramoğlu A, Demiryürek D. Distinct intergender difference in the femoral artery ramification patterns found in the Turkish population: angiographic study. *Anat Sci Int.* 2002; 77: 250-3.

Beulé PE, Campbell P, Lu Z, Leunig-Ganz K, Beck M, Leunig M, Ganz R. Vascularity of the arthritic femoral head and hip resurfacing. *J Bone Joint Surg (Am.).* 2006; 88: 85-96.

Beulé PE, Ganz R, Leunig M. Blood flow to the femoral head and hip resurfacing arthroplasty. *Orthopade.* 2008; 37: 659-66.

Bennett JT, Mazurek RT, Cash JD. Chiari's osteotomy in the treatment of Perthes' disease. *J Bone Joint Surg (Br.).* 1991; 73: 225-8.

Brenig B, Leeb T, Jansen S, Kopp T. Analysis of blood clotting factor activities in canine Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Vet Intern Med.* 1999;13: 570-3.

Boraiah S, Dyke JP, Hettrich C, Parker RJ, Miller A, Helfet D, Lorich D. Assesment of vascularity of the femoral head using gadolinium (Gd-DTPA)- enhanced magnetic resonance imaging: a cadaver study. *J Bone Joint Surg (Br.).* 2009; 91: 131-37.

Buhanan WW. William Hunter 1718-1783. *Rheumatology (Oxford).* 2003; 42: 1260-1.

Burian M, Dungal P, Naňka O, Chomiak J, Ošťádal M, Frydrychová M, Kubeš R. Anteromedial wedge reduction osteotomy for the treatment of femoral head deformities. *Hip Int.* 2013; 23: 281-6.

Cañadell J, Gonzales F, Barrios RH, Amillo S. Arthrodiastasis for stiff hips in young patients. *Int Orthop.* 1993;17(4):254-8.

Catterall A. Legg-Calvé-Perthes syndrome. *Clin Orthop Rel Res.* 1981;158:41.

Catterall A. The place of valgus extension femoral osteotomy in the late management of children with Perthes' disease. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2004; 6(6): 764-9.

Ciftcioğlu E, Kale A, Kopuz C, Edizer M, Aydin E, Demir MT. Medial circumflex femoral artery with different origin and course: a case report and review of the literature. *Folia Morphol (Warsz).* 2009;68(3):188-91.

Clarke SM, Colborn GL. The medial femoral circumflex artery: its clinical anatomy and nomenclature. *Clin Anat.* 1993; 6: 94–105.

Colborn GL, Mattar SG, Taylor B, Skandalakis JE, Lumsden AB. The surgical anatomy of the deep femoral artery. *Am Surg.* 1995; 61: 336-46.

Crock HV. A revision of the anatomy of the arteries supplying the upper end of the human femur. *J.Anat.* 1965; 99: 77-88.

Davies DV, Edwards DA. The blood supply of the synovial membrane and intra-articular structures. *Ann R Coll Surg Engl.* 1948; 2:142-146.

Dixit DP, Mehata LA, Kothari ML. Variations in the origin and course of profunda femoris. *J Anat Soc India.* 2001;50(1):6–7.

Dixita D, Kubavatb DM, Rathodc SP. A study of variations in the origin of profunda femoris artery and its circumflex branches. *Int J Biol Med Res.* 2011;2:1084–9.

Dungal P. Pre-arthrosis conditions of the hip joint in children. *Cas Lek Cesk.* 1984; 123: 1148-51.

Dungal P. Fifteen years' results of surgery of perthes disease. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 1996;63(5):269-83.

Dungal P. Long-term experience with operative treatment of clp by Salter and varus osteotomy. *Hip Int.* 2002;12(2):99-100.

Dungl a kol. Ortopedie. 2. přepracované vydání. Grada. 2014.

Eckerwall G, Lohmander LS, Wingstrand H. Increased levels of proteoglycan fragments and stromelysin in hip joint fluid in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop.* 1997;17(2):266-9.

Emura S, Shoumura S, Ishizaki N, Yamahira T, Ito M, Chen HY, Isono H. The anatomical study on the branches of the femoral artery (II). Comparison with the findings of Adachi's classification. *Kaibogaku Zasshi.* 1989;64(3):196-205.

Epstein HC. Traumatic anterior and simple posterior dislocations of the hip in adults and children. *AAOS Instructional Course Lecture Vol. 22. Saint Louis: CV Mosby.* 1973:115-45.

Epstein HC. Posterior fracture-dislocations of the hip: long-term follow-up. *J Bone Joint Surg (Am.).* 1974;56:1103-27.

Erard MC, Drvaric DM. Cheilectomy of the hip in children. *J Surg Orthop Adv.* 2004;13(1):20-3.

Farsetti P, Benedetti-Valetintini M, Potenza V, Ippolito E. Valgus Extension Femoral Osteotomy to Treat 'Hinge Abduction' in Perthes' Disease. *J Child Orthop.* 2012 6(6): 463-69.

Freeman RT, Wainwright AM, Theologis TN, Benson MK. The outcome of patients with hinge abduction in severe Perthes disease treated by shelf acetabuloplasty. *J Pediatr Orthop.* 2008;28(6):619-25.

Gallistl S, Reitinger T, Linhart W, Muntean W. The role of inherited thrombotic disorders in the etiology of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop.* 1999;19(1):82-3.

Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg (Br.)* 2001;83(8):1119-24.

Gautier E, Ganz K, Krügel N, Gill T, Ganz R. Anatom of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications. *J Bone Joing Surg (Br.).* 2000; 82-B:679-83.

Georgiev H, Kehayov R, Georgiev GP. Surgical treatment of Stulberg V deformity of the hip joints in adolescents by Ganz femoral head reduction osteotomy. *Compt.rend. Acad. Bulg.Sci.* 2015;68(2): 267-73.

Glueck CJ, Crawford A, Roy D, Freiberg R, Glueck H, Stroop D. Association of antithrombotic factor deficiencies and hypofibrinolysis with Legg-Perthes disease. *J Bone Joint Surg (Am.)*.1996;78(1):3-13.

Gojda J, Bartoníček J. The retinacula of Weitbrecht in the adult hip. *Surg Radiol Anat*. 2012;34:31–8.

Goff CW. Legg-Calve-Perthes syndrome (LCPS). An up-to-date critical review. *Clin Orthop*. 1962;22:93-107.

Gray H. Anatomy of the human body. 20th ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1918.

Gremigni D. Sulla origine di alcuni rami collaterali dell'arteria femorale. *Zeits Anat Entwicklung*. 1968;127 42-54.

Grose AW, Gardner MJ, Sussmann PS, Helfet DL, Lorich DG. The surgical anatomy of the blood supply to the femoral head: description of the anastomosis between the medial femoral circumflex and inferior gluteal arteries at the hip. *J Bone Joint Surg (Br.)*. 2008;90-B:1298–1303.

Grossbard GG. Hip pain during adolescence after Pertes" disease. *J Bone Joint Surg (Br.)*. 1981;63:572

Gruppo R, Glueck CJ, Wall E, Roy D, Wang P. Legg-Perthes disease in three siblings, two heterozygous and one homozygous for the factor V Leiden mutation. *J Pediatr*. 1998;132(5):885-8.

Guille JT, Lipton GE, Szöke G, Bowen JR, Harcke HT, Glutting JJ. Legg-Calvé-Perthes disease in girls. A comparison of the results with those seen in boys. *J Bone Joint Surg (Am.)*. 1998;80(9):1256-63.

Guillot M, Vanneuville G, Escande G, Chazal J, Tanguy A. E'tude anatomique et syste'matisation des veines du pied. *Bull Assoc Anat*. 1979;63:425–33.

Güttler K, Pokorný D, Sosna A. The role of understanding the media femoral circumflex artery course in total hip replacement. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2007;74(6):377-81.

Harrison MH, Schajowicz F, Trueta J. Osteoarthritis of the hip: a study of the nature and evolution of the disease. *J Bone Joint Surg (Br.)*. 1953;35:598-626.

Harrison MH, Blakemore ME. A study of the "normal" hip in children with unilateral Perthes' disease. *J Bone Joint Surg (Br.)* 1980;62(1):31-6.

Harty, M. Blood supply of the femoral head. *Br Med J.* 1953;2:1236-7.

Herring JA, Neustadt JB, Williams JJ, Early JS, Browne RH. The lateral pillar classification of Legg-Calvé-Perthes disease. *J.Pediatr. Orthop.* 1992;12:143-50.

Hijkata H, Oguchi S, Machida M., Takagi K., Miyake T., Umehara S. Treatment and prognosis of complication for the rotational acetabular osteotomy. *Hip Joint.* 1991; 17:217–220.

Hollinshead WH. Anatomy for surgeons. Vol. 3. 3rd ed. London: Harper and Row. 1982; 637-39.

Howe WW Jr., Lacey T, Schwartz RP. A study of the gross anatomy of the arteries supplying the proximal portion of the femur and the acetabulum. *J Bone Joint Surg (Am.).* 1950;32: 856-66.

Charles CM, Finley TL, Baird RD, Cope JS. On the termination of the circumflex veins of the thigh. *Anat Rec.* 1930;46: 125-32.

Chomiak J, Horák M, Masek M, Frydrychová M, Dungal P. Computed tomographic angiography in proximal femoral focal deficiency. *J Bone Joint Surg (Am.).* 2009;9:1954-64.

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

Froberg L, Christensen F, Pedersen NW, Overgaard S. The need for total hip arthroplasty in Perthes disease: a long-term study. *Clin Orthop Relat Res.* 2011; 469: 1134-40.

Ippolito E, Tudisco C, Farsetti P. Long-Term Prognosis Of Legg-Calvé-Perthes Disease Developing During Adolescence. *J Pediatr Orthop.* 1985; 5: 652-56.

Itokazu M, Takahashi K, Matsunaga T, Hayakawa D, Emura S, Isono H, Shoumura S. A study of the arterial supply of the human acetabulum using a corrosion casting method. *Clin Anat.* 1997;10:77-81.

Jedral T, Anyzewski P, Ciszek B, Benke G. Vascularization of the hip joint in the human fetuses. *Folia Morphol (Warsz).* 1996; 55: 293-4.

Joseph B, Pydisetty RK. Chondrolysis and the stiff hip in Perthes' disease: an immunological study. *J Pediatr Orthop.* 1996; 16: 15-9.

Joseph B, Mulpuri K, Varghese G. Perthes' disease in the adolescent. *J Bone Joint Surg (Br.)*. 2001; 83: 715-20.

Judet J, Judet R, Lagrange J, Dunoyer J. A study of the arterial vascularization of the femoral neck in the adult. *J Bone Joint Surg (Am.)*. 1955; 37: 663–680.

Jungbluth KH, Sauer HD. The internal fixation of displaced acetabular fractures: a follow study. In: Weller S, Hierholzer G, Hermichen HG, eds. Late results after osteosynthesis. Collective studies of the German section of AO/ASIF International. *AO Bulletin*. 1984: 63-74.

Kadhim M, Holmes L, Bowen JR. The role of shelf acetabuloplasty in early and late stages of Perthes disease: a meta-analysis of observational studies. *J Child Orthop*. 2012; 6: 379-90.

Kalhor M, Beck M, Huff TW, Ganz R. Capsular and pericapsular contributions to acetabular and femoral head perfusion. *J bone Joint Surg (Am.)*. 2009; 91: 409-18.

Kalhor M, Horowitz K, Beck M, Nazparvar B, Ganz R. Vascular supply to the acetabular labrum. *J Bone Joint Surg (Am.)*. 2010; 92: 2570-2.

Kalhor M, Horowitz K, Gharehdaghi J, Beck M, Ganz R. Anatomic variation in femoral head circulation. *Hip Int*. 2012; 22: 307-12.

Kamegaya M, Saisu T, Takazawa M, Nakamura J. Arthrographic indicators for decision making about femoral varus osteotomy in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Child Orthop*. 2008; 2: 261-7.

Keen JA. A study of the arterial variations in the limbs, with special reference to symmetry of vascular patterns. *Am J Anat*. 1961; 108: 245-61.

Kim HT, Gu JK, Bae SH, Jang JH, Lee JS. Does Valgus Femoral Osteotomy Improve Femoral Head Roundness In Severe Legg-Calvé-Perthes Disease? *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471: 1021-7.

Kocaoglu M, Kilicoglu OI, Goksan SB, Cakmak M. Ilizarov fixator for treatment of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop B*. 1999; 8: 276-81.

Kruse RW, Guille JT, Bowen JR. Shelf arthroplasty in patients who have Legg-Calvé-Perthes disease. A study of long-term results. *J Bone Joint Surg (Am.)*. 1991; 73: 1338-47.

Lalović N, Mališ M, Korica M, Cvijanović R, Simatović M, Ilić M. Origin of the medial circumflex femoral artery – a cadaver study. *Med Glas (Zenica)*. 2013; 10: 198–202.

Lavigne M, Kalhor M, Beck M, Ganz R, Leunig M. Distribution of vascular foramina around the femoral head and neck junction: relevance for conservative intracapsular procedures of the hip. *Orthop Clin North Am*. 2005; 36: 171–6.

Leborgne J, Pannier M, Visset J, Barbin JY. Considerations sur l'e'tude des rapports vasculaires du trou obturateur. *Bull Assoc Anat*. 1974; 58:885–98.

Lazaro LE, Klinger CE, Sculco PK, Helfet DL, Lorich DG. The terminal branches of the medial femoral circumflex artery: the arterial supply of the femoral head. *Bone Joint J*. 2015; 97: 1204-13.

Letournel E, Judet R. Fractures of the acetabulum. Second ed. Berlin, etc: *Springer Verlag*. 1993. 364-73.

Leunig M, Ganz R. Relative neck lengthening and intracapsular osteotomy for severe Perthes and Perthes-like deformities. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2011; 69 : S62-7.

Lipshutz BB. Studies on the blood vascular tree. I. A composite study of the femoral artery. *Anat Rec*. 1918; 10: 361-370.

Marcade E, Leguerrier A, Scarabin JM, Rioux C, Logeais Y, Lanchou G. Deep femoral artery. Anatomoradiological study (L'arte`re fe'morale profonde e'tude anatomo-radiologique) *Bull Assoc Anat (Nancy)*. 1978; 62: 453–9.

Massoud TF, Fletcher EW. Anatomical variants of the profunda femoris artery: an angiographic study. *Surg Radiol Anat*. 1997; 19: 99–103.

Matsumoto T, Kawakita T, Nishimura H, Katsuki Z, Nishino M, Tomita K. Bone graft for the acetabular bone cyst in rotational acetabular osteotomy. *Hip Joint*. 1991; 17: 213–6.

Maydl K. Coxa vara und Arthritis deformans coxae. *Wiener klin. Rundschau*. 1897; Nr.10-12.

Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. The developing human: clinically oriented embryology (9th ed.). Philadelphia: Saunders. 2011.

Müssbichler H. Arteriographic investigations of the normal hip in adults: evaluation of methods and vascular findings. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1971; 11: 195–215.

Myers GJ, Mathur K, O'Hara J. Valgus osteotomy: a solution for late presentation of hinge abduction in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28: 169-72.

Nakamura J, Kamegaya M, Saisu T, Kenmoku T, Takahashi K, Harada Y. Hip arthrography under general anesthesia to refine the definition of hinge abduction in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28: 614-8.

Neyt JG, Weinstein SL, Spratt KF, Dolan L, Morcuende J, Dietz FR, Guyton G, Hart R, Kraut MS, Lervick G, Pardubsky P, Saterbak A. Stulberg classification system for evaluation of Legg-Calve-Perthes disease: intra-rater and inter-rater reliability. *J Bone Joint Surg (Am.).* 1999; 81: 1209-16.

Ninomiya S. Rotational acetabular osteotomy for the severely dysplastic hip in the adolescent and adult. *Clin. Orthop.* 1989, 247:127–37.

Ogden JA. Changing patterns of proximal femoral vascularity. *J Bone Joint Surg (Am.).* 1974; 56: 941-50.

Paley D. Intra-articular osteotomie of the hip, knee and ankle. *Oper Tech Orthop.* 2011; 21: 184-96.

Perera J. Anatomy of the origin of the deep femoral artery. *Ceylon Med J.* 1995; 40: 139-41.

Peera SA, Sugavasi R. Original research article morphological study of branches of femoral artery in the femoral triangle- a human cadaveric study. *UHRS.* 2013; 3: 14–9.

Perthes G. The classic: On juvenile arthritis deformans. 1910. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470: 2349-68.

Pietrzak K, Strzyzewski W, Pucher A, Kaczmarek W. Total hip replacement after Legg-Calvé-Perthes disease. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2011; 76: 129-33.

Ponseti IV. Legg-Perthes disease; observations on pathological changes in two cases. *J Bone Joint Surg (Am.).* 1956; 38: 739-50.

Ponseti IV, Maynard JA, Weinstein SL, Ippolito EG, Pous J. Legg-Calvé-Perthes disease. Histochemical and ultrastructural observations of the epiphyseal cartilage and physis. *J Bone Joint Surg (Am.).* 1983; 65: 797-807.

Poul J a kol. Výsledky chirurgické léčby Leggovy – Calvého - Perthesovy choroby ve srovnání s konzervativními postupy. Grant IGA MZ ČR č. 4502-3. Závěrečná zpráva. 1998 – 2000.

Prakash R, Kumari J, Bhardwaj AK, Jose BA, Yadav SK, Singh G. Variations in the origins of the profunda femoris, medial and lateral femoral circumflex arteries: a cadaver study in the Indian population. *RJME*. 2010; 51:167–70.

Quain R. The Anatomy of the Arteries of the Human Body, with its applications to Pathology and Operative Surgery, in Lithographic Drawings, with Practical Commentaries. *Prov Med Surg J*. 1840; 19: 203.

Reinker KA. Early Diagnosis And Treatment of Hinge Abduction in Legg-Perthes Disease. *J Pediatr Orthop*. 1996; 16: 3-9.

Samarawickrama MB, Nanayakkara BG, Imalagu-narathna KWRW, Ishantha DGN, Walawage UB. Branching pattern of the femoral artery at the femoral triangle: a cadaver study. *Galle Medical Journal*. 2009;14: 31–4.

Salter RB, Kostuik J, Dallas S. Avascular necrosis of the femoral head as a complication of treatment for congenital dislocation of the hip in young children: a clinical and experimental investigation. *Can. J. Surg*. 1969; 12: 44.

Salter RB, Dubos JP. The first fifteen year's personal experience with innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1974; 98: 72-103.

Salter RB. The present status of surgical treatment for Legg-Calvé-Perthes disease. Current concepts review. *J Bone Joint Surg (Am.)*.1984; 66: 961-8.

Salter RB. Textbook of disorders and injured the musculoskeletal system. Baltimore: Williams and Wilkins Co. 1999.

Sevitt S, Thompson RG. The distribution and anastomoses of arterieae supplying the head and neck of the femur. *J Bone Joint Surg (Br.)*. 1965; 47: 560-73.

Saran N, Varghese R, Mulpuri K. Do Femoral Or Salter Innominate Osteotomies Improve Femoral Head Sphericity in Legg-Calvé-Perthes Disease? A Meta-Analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2012; 470: 2383-93.

Sevitt S, Thompson RG. The distribution and anastomosis of the arteries supplying the head and neck of the femur. *J Bone Joint Surg (Br.)*. 1965; 47: 560-73.

Siddharth P, Smith NL, Mason RA, Giron F. Variational anatomy of the deep femoral artery. *Anat Rec.* 1985; 212: 206–9.

Siebenrock KA, Anwander H, Zurmühle CA, Tannast M, Slongo T, Steppacher SD. Head reduction osteotomy with additional containment surgery improves sphericity and containment and reduces pain in Legg-Calvé-Perthes disease. *Clin Orthop Relat Res.* 2015; 473: 1274-83.

Shiny Vinila BH, Suseelamma D, Sridevi NS, Gayatri N, Sangeeta M. A study on the origins of medial circumflex femoral artery. *IOSR.* 2013; 4: 28–31.

Spalteholz W. Über das durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen. Ed 2. Leipzig, Hirzel, 1914.

Steel HH. Triple osteotomy of the innominate bone. *J. Bone Joint Surg.* 1973; 55: 343–50.

Tanyeli E, Uzel M, Yildirim M, Celik HH. An anatomical study of the origins of the medial circumflex femoral artery in the Turkish population. *Folia Morphol (Warsz).* 2006; 65: 209-12.

Tibor LM, Sink EL. Pros and cons of surgical hip dislocation for the treatment of femoroacetabular impingement. *J Pediatr Orthop.* 2013; 33: 131-6.

Tucker FR. Arterial supply to the femoral head and its clinical importance. *J Bone Joint Surg (Br.).* 1949; 31: 82-93.

Vazquez MT, Murillo J, Maranillo E, Parkin I, Sanudo J. Patterns of the circumflex femoral arteries revisited. *Clin Anat.* 2007 ;20: 180-5.

Vereby K. Die blutversorgung des Femurkopfes. *Anatomy.* 1942; 93: 225-40.

Walmsley T. A Note on the Retinacula of Weitbrecht. *J Anat.* 1916; 51: 61-4.

Wolcott WE. The evolution of the circulation in the developing femoral head and neck. *Surg. Gynecol Obstet.* 1943; 77: 185.

Yoo WJ, Choi IH, Chung CY, Cho TJ, Kim HY. Valgus femoral osteotomy for hinge abduction in Perthes' disease. Decision-making and outcomes. *J Bone Joint Surg (Br.).* 2004; 86: 726-30.

Yoo WJ, Choi IH, Cho TJ, Chung CY, Park MS, Lee DY. Out-toeing and in-toeing in patients with Perthes disease: role of the femoral hump. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28: 717-22.

Zlotorowicz M, Szczodry M, Czubak J, Ciszek B. Anatomy of the medial femoral circumflex artery with respect to the vascularity of the femoral head. *J Bone Joint Surg. (Br.)*. 2011; 93: 1471-4.

7 Seznam zkratek

ACFM	a. circumflexa femoris medialis
ACFL	a. circumflexa femoris lateralis
AGI	a. glutea inferior
AP	anteroposteriorní
AVN	avaskulární nekróza
AWRO	anteromediální redukční osteotomie hlavice
BMI	body mass index
CD	capito-diafyzální index
ESI	Epifyzární slip-in index
FHRO	intraartikulární redukční osteotomie hlavice
HHS	Harris Hip Score
LCP	morbus Légg-Calvé-Perthes
SC	Stulbergova klasifikace
SD	směrodatná odchylka