

# Avaskulární nekróza hlavice femuru a progresse koxartrózy po zlomeninách acetabula

## Avascular Necrosis of Femoral Head and Coxarthrosis Progression after Acetabular Fractures

T. PAVELKA<sup>1,2</sup>, M. SALÁŠEK<sup>1</sup>, P. BÁRTA<sup>2</sup>, F. FRIDRICH<sup>2,3</sup>, V. DŽUPA<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice, Plzeň

<sup>2</sup> Centrum pro integrované studium pánve 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

<sup>3</sup> Ortopedické oddělení, Nemocnice Jablonec nad Nisou, p.o., Jablonec nad Nisou

<sup>4</sup> Ortopedicko-traumatologická klinika 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

Non-operative and operative treatment of acetabular fractures is associated with a risk of development of posttraumatic avascular necrosis of femoral head or with the development of posttraumatic coxarthrosis. The purpose of the study was to identify the occurrence of these two complications in patients in our group and to determine the risk factors for the development of these complications.

#### MATERIAL AND METHODS

The retrospective study was conducted in two Level I trauma centres in the period from 2009 to 2014. The group included patients with an acetabular fracture. The inclusion criteria were the following: outpatient follow-up for the period of 3 years after the injury, full radiology and CT documentation. The exclusion criteria were the following: pathological fractures, missing documentation after the union, insufficient follow-up period or dissent of the patient. The inclusion criteria were met by 192 patients, 48 women and 144 men, with the mean age of 48.9 years.

The following basic epidemiological data were monitored: age, sex, cause of injury, type of fracture according to the Letournel classification, occurrence of associated injuries and type of therapy.

The patients undergoing non-operative treatment as well as patients undergoing operative treatment underwent clinical and radiological examinations at 3 and 6 weeks after the injury, then at 3, 6 and 12 months after the injury, subsequent follow-up checks were done at a year-interval up to 3 years after the injury.

#### RESULTS

The posttraumatic avascular necrosis of femoral head developed in 22 patients (11.7%, 17 men, 5 women,  $p = 0.1159$ ), with the mean age of 55.3 years (STDEVP 15.5, range from 22 to 82). The average time to the development of femoral head necrosis was 13.1 months (STDEVP 17.0, range from 1 to 80), median 6 months, 95% percentile 34 months. In a total of 16 patients necrosis developed within 18 months after injury, while in 6 patients after a longer period of time.

Progression of coxarthrosis was observed in 63 patients (33.5%, 44 men and 19 women,  $p = 0.0447$ ). Within 24 months progression was seen in 55 patients, beyond 2 years in 8 patients.

Confirmed as risk factors for the development of posttraumatic avascular necrosis of femoral head and progression of posttraumatic coxarthrosis were the age 60 years and above ( $p = 0.0023$ ), posttraumatic medialisation of the femoral head greater than 2 mm ( $p < 0.0001$ ), displacement in the weight bearing area within the acetabulum greater than 2 mm ( $p < 0.0001$ ), operative treatment ( $p = 0.0014$ ), combined surgical approach ( $p = 0.0044$ ), and higher caput-collum-diaphyseal (CCD) angle of proximal femur ( $p = 0.0142$ ).

At risk for the development of avascular necrosis were the A5 type fractures ( $p = 0.0214$ ) and B2 type fractures ( $p = 0.0218$ ), at risk for the development of coxarthrosis were the C1 type fractures ( $p = 0.0122$ ). The isolated fractures of the anterior column were by contrast associated with a significantly lower risk for development of both the AVN ( $p = 0.0052$ ) and posttraumatic coxarthrosis ( $p = 0.0006$ ), the isolated fractures of the posterior wall were associated only with a higher risk for AVN and coxarthrosis summation ( $p = 0.0399$ ), and the same applies to the T fractures (B3,  $p = 0.0200$ ).

#### DISCUSSION

Majority of current studies regarding acetabular fractures focuses on operative treatment, short-term complications and comparison of outcomes of operative and non-operative treatment. Only a few studies are dedicated to epidemiological data, or risk factors for the development of medium-term and long-term complications. In the presented study attention was paid to two main complications arising from these fractures and requiring subsequent operative treatment: posttraumatic avascular necrosis of femoral head and posttraumatic coxarthrosis. The limitations of the study are its retrospective nature, summation of groups from two trauma centres (potential bias in patient enrolment or in assessing radiographs), lower frequency of clinical surveillance in non-operatively treated patients after healing, a fairly low number of non-operatively treated patients – especially those with osteoporosis-related insufficiency fractures. Ranking among the relative limitations is also the Letournel classification which, though most commonly used at present, shows a low level of correlation in comparisons by more evaluators.

#### CONCLUSIONS

Confirmed as significant risk factors for the development of posttraumatic avascular necrosis of the femoral head and posttraumatic coxarthrosis progression were the age of 60 and above, posttraumatic medialisation of the femoral head

greater than 2 mm, displacement involving the weight bearing area of the acetabulum greater than 2 mm, operative treatment, combined operative approach. At risk are also the transverse fractures (A5 according to the Letournel classification), transverse posterior wall fractures (B2 according to the Letournel classification) and at risk for the development of coxarthrosis are both-column fractures with the high fracture line of the anterior column (C1 according to the Letournel classification). Femoral neck valgosity was a risk factor for the development of femoral head necrosis. Conversely, sex and instability of osteosynthesis detected on the radiograph within 3 months postoperatively were not confirmed as the risk factors for the development of aforementioned complications. To verify the results of this retrospective study other multicentric and prospective studies should be conducted.

**Key words:** complications of treatment of acetabular fractures, risk factors for avascular necrosis of femoral head, risk factors for coxarthrosis.

## ÚVOD

Zlomeniny acetabula patří mezi závažná poranění skeletu. V jejich etiologii se uplatňují jak vysokoenergetická poranění (autonehody, motonehody, pády z velké výše, zavalení břemenem), tak nízkonoenergetická poranění (prudké dosednutí, pád ze stoje) (1-11). Vysokoenergetická poranění jsou častější u mladších pacientů, mužů a jsou často spojena s dalšími komplikujícími poranění v oblasti pánevního kruhu, hrudníku, břicha, hlavy a zlomeninami v oblasti dolních končetin (1). Naopak nízkonoenergetická poranění jsou častější u starších pacientů zejména u žen s porušením normální struktury acetabula (osteoporóza – insuficientní zlomeniny, kostní dysplazie, primární nebo sekundární kostní tumory, metabolická kostní onemocnění) (9, 10, 15, 18, 20).

Acetabulární zlomeniny, stejně jako jiné intraartikulární zlomeniny, vyžadují pro správné zhojení anatomickou repozici. Konzervativní léčba je tak určena pro nedislokované, popř. mírně dislokované zlomeniny a dále pro pacienty, kteří vzhledem ke komorbiditám nejsou schopni operačního výkonu (2, 6, 12, 21). Všechny dislokované zlomeniny, zlomeniny s nestabilitou v kyčelním kloubu, s významnou medializací, se současným neurovaskulárním poraněním, resp. otevřené zlomeniny, by měly být léčeny operativně (6, 17, 20, 21).

Konzervativní i operační léčba zlomenin acetabula jsou spojeny s rizikem rozvoje potraumatické avaskulární nekrózy (AVN) hlavice femuru nebo potraumatické koxartrózy. Cílem naší studie bylo zjistit výskyt těchto dvou komplikací u pacientů vlastního souboru a určit jejich rizikové faktory.

## MATERIÁL A METODIKA

### Soubor pacientů

Studie probíhala ve dvou regionálních traumacentrech, jednalo se o retrospektivní studii z let 2009 až 2014. Do souboru byli zařazeni pacienti léčeni pro zlomeninu acetabula v daném období. Inkluzivní kritéria byla následující: ambulantní sledování alespoň 3 roky od primární zlomeniny, kompletní rtg a CT dokumentace. Exkluzivní kritéria byla: patologické zlomeniny při neoplazích, chybějící dokumentace po zhojení, nedostatečná doba dispenzarizace, nesouhlas pacienta se zpracováním dat pro studii. Původní soubor tvořilo celkem 356 pacientů, pro chybějící dispenzární kontroly, resp. nedostupnou rtg dokumentaci po zhojení zlomeniny bylo nakonec zhodnoceno jen 192 pacientů (53,9 %

z původního souboru). Hodnocený soubor pacientů byl tvořen 48 ženami a 144 muži. Průměrný věk celého souboru činil 48,9 let. V souboru žen byl průměrný věk vyšší 54,2 roku (17,5 až 82,3). U mužů byl průměrný věk 47,1 let (15,7 až 84,0).

### Metoda

Sledována byla základní epidemiologická data (věk, pohlaví), dále etiologie poranění, typ zlomeniny podle Letournelovy klasifikace, výskyt přidružených poranění a způsob terapie.

Konzervativně i operativně léčení pacienti byli kontrolováni klinicky a rentgenologicky podle následujícího časového schématu: před dimisí, za 3 týdny a za 6 týdnů od poranění, za 3, 6 a 12 měsíců, následné kontroly probíhaly v ročních intervalech do 3 let od poranění, další kontroly byly prováděny podle nálezu na rtg snímcích a klinického nálezu, resp. byly zařazeny individuálně ještě kontroly podle obtíží pacientů.

Z hodnocení rizikových faktorů potraumatické koxartrózy, resp. potraumatické avaskulární nekrózy byli dále vyřazeni čtyři pacienti (tři muži a jedna žena), u kterých byla provedena primární implantace totální endoprotézy kyčelního kloubu (jednou se jednalo ipsilaterální zlomeninu hlavice femuru, zlomeninu krčku femuru a zlomeninu zadní stěny acetabula (Pipkin IV) a třikrát o těžkou kominuci kloubní plochy u pacientů nad 60 let). Sekundární TEP kyčelního kloubu byla provedena u 31 pacientů (16,1 %).

Jako rizikové faktory pro avaskulární nekrózu a potraumatickou koxartrózu byly hypoteticky stanoveny následující faktory: pohlaví pacientů, věk pacientů (do 60 let, nad 60 let), typ zlomeniny (jednoduchá vs. složená), výskyt medializace hlavice femuru, typ léčby, dislokace v nosné zóně acetabula (do 2 mm, nad 2 mm), průběh linie lomu u příčných zlomenin (zde ve třech kategoriích podle AO/OTA klasifikace – infratektální, juxatektální a transtektální podle pozice hlavní linie lomu vůči stříšce). U operativně léčených byl ještě posuzován typ stability osteosyntézy, jako stabilní a nestabilní (jako nestabilní osteosyntézu jsme hodnotili časnou redislokaci zlomeniny o více než 2 mm do 3 měsíců od operace, zlomení použitého implantátu, nebo časně uvolnění použitých implantátů, dále v případě dlahy zvětšení odstupu od povrchu kosti nad 2 mm oproti peroperačnímu rtg snímku, u šroubů posun hlavičky nad 5 mm oproti pozici při operaci).

U všech hypotetických rizikových faktorů pro rozvoj aseptické nekrózy hlavičky femuru, resp. progresu posttraumatické koxartrózy byly ve čtyřpolních tabulkách stanoveny odds ratio (OR), jejich 95% interval spolehlivosti (95% CI) a významnosti rozdílů byly posuzovány pomocí Fisherova exaktního testu. OR bylo adjustováno vždy podle tří kategorií: 1. podle výskytu avaskulární nekrózy hlavičky, 2. podle progresu koxartrózy, 3. podle sumace avaskulární nekrózy a koxartrózy, jako kontrolní skupina byli pacienti bez těchto komplikací.

Dále byla na rtg sledována velikost CCD úhlu.

Kvantitativní parametrická data byla vyhodnocena pomocí Mannova-Whitneyova-Wilcoxonova testu, resp. pomocí Studentova t-testu pro nepárová data, velikost CCD úhlu byla hodnocena Kruskalovým-Wallisovým testem s post hoc komparací pomocí Dunnova testu. Jako statisticky významné byla hodnocena hodnota  $p < 0,05$ .

Zařazení pacientů do studie, provedení studie a zpracování dat byla prováděna v souladu s Helsinskou deklarací v aktuálním znění a dále ve shodě se směrnicí GDPR.

## VÝSLEDKY

V hodnoceném souboru 192 pacientů bylo zaznamenáno celkem 193 zlomenin.

Rozdíly ve věku žen a mužů nedosáhly statistické významnosti ( $p = 0,0795$ ), i když průměrný věk žen byl o 7 let vyšší.

Poměr jednotlivých typů zlomenin podle Letournelovy klasifikace je uveden v tabulce 1. Z jednoduchých zlomenin byly nejčastěji zastoupeny zlomeniny zadní stěny (Letournel A1, AO/OTA 62-A1) a izolované zlomeniny předního pilíře (Letournel A4, AO/OTA 62-A3.2 + A3.3). Ze sdružených zlomenin typu B byly nejčastější příčné zlomeniny se zlomeninou zadní stěny (Letournel B3, AO/OTA 62-B2), přičemž podle linie lomu mírně

převažovaly transektální zlomeniny. U zlomenin typu C bylo více vysokých zlomenin předního pilíře (Letournel C1, AO/OTA 62-C1), naopak velmi vzácné byly zlomeniny obou pilířů s linií zasahující do SI kloubu (AO/OTA 62-C3). Zastoupení jednoduchých a sdružených zlomenin Letournelovy klasifikace se mezi ženami a muži statisticky nelišilo ( $p = 0,1830$ ).

Potraumatická avaskulární nekróza hlavičky femuru se rozvinula celkem u 22 pacientů (11,7 % souboru bez pacientů po primární implantaci TEP, 17 mužů, 5 žen,  $p = 0,1159$ ), průměrného věku 55,3 let (směrodatná odchylka (SD) 15,5, rozpětí 22 až 82). Průměrná doba do rozvoje nekrózy hlavičky byla 13,1 měsíců (SD 17,0, rozpětí 1 až 80), medián 6 měsíců, 95% percentil 34 měsíců. U celkem 16 pacientů se nekróza rozvinula do 18 měsíců po poranění, u 6 naopak až po delší době. Podrobná epidemiologická data pacientů s AVN hlavičky femuru ukazuje tabulka 2.

Progrese koxartrózy byla nalezena u 63 pacientů (33,5 %, 44 mužů a 19 žen,  $p = 0,0447$ ). Do 24 měsíců byla progresu u 55 pacientů, nad 2 roky následně u 8 pacientů. Kategoriální data progresu koxartrózy podle doby rtg kontroly ukazuje přehledně tabulka 3. Mezi progresí koxartrózy v čase u jednoduchých a složených zlomenin nebyly významné rozdíly (Fisherův test  $5 \times 2$ ,  $p = 0,3868$ ).

Při vzájemném srovnání výskytu AVN a progresu koxartrózy mezi ženami a muži nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly – detaily jsou uvedeny v tabulce 4. Pohlaví tak nebylo rizikovým faktorem ani pro rozvoj AVN, ani pro progresi koxartrózy.

Při testování věku pod 60 let a nad 60 let byly naopak prokázány významné rozdíly – detaily jsou uvedeny v tabulce 5. Věk nad 60 let tak byl prokázán jako rizikový faktor nejen pro rozvoj AVN hlavičky femuru, ale i pro progresi koxartrózy.

Při komparaci jednoduchých a sdružených zlomenin (podle Letournelovy klasifikace za jednoduché považovány zlomeniny typu A1 až A5, za sdružené pak zlome-

Tab. 1. Zastoupení jednotlivých typů zlomenin acetabula podle Letournelovy klasifikace u mužů a žen hodnoceného souboru

Typ podle Letournelovy klasifikace		Ženy	%	Muži	%	Celkem	%
Jednoduché		27	56,3	64,0	44,4	91	47,4
<b>A1</b>	<b>zadní stěna</b>	<b>7</b>	<b>14,6</b>	<b>29,0</b>	<b>20,1</b>	<b>36</b>	<b>18,8</b>
A2	zadní pilíř	1	2,1	4,0	2,8	5	2,6
A3	přední stěna	1	2,1	4,0	2,8	5	2,6
<b>A4</b>	<b>přední pilíř</b>	<b>12</b>	<b>25,0</b>	<b>21,0</b>	<b>14,6</b>	<b>33</b>	<b>17,2</b>
A5	příčná	6	12,5	6,0	4,2	12	6,3
Sdružené		21	43,8	80,0	55,6	101	52,6
B1	T-zlomenina	0	0,0	2,0	1,4	2	1,0
B2	zadní pilíř + zadní stěna	3	6,3	14,0	9,7	17	8,9
<b>B3</b>	<b>příčná + zadní stěna</b>	<b>8</b>	<b>16,7</b>	<b>21,0</b>	<b>14,6</b>	<b>29</b>	<b>15,1</b>
B4	přední pilíř + zadní polopříčná	4	8,3	16,0	11,1	20	10,4
<b>C1</b>	<b>oba pilíře – vysoká linie</b>	<b>5</b>	<b>10,4</b>	<b>21,0</b>	<b>14,6</b>	<b>26</b>	<b>13,5</b>
C2	oba pilíře – nízká linie	1	2,1	6,0	4,2	7	3,6

Tab. 2. Detailní přehled sledovaných údajů u pacientů souboru s avaskulární nekrózou hlavičky femuru (OS – osteosyntéza, K-L – Kocherův-Langenbeckův přístup)

Pohlaví	Věk	Terapie	Typ	Přístup	Medializace	Dislokace	OS	Doba do AVN (M)
M	75	OS	A1	K-L	ne	0	stab.	6
M	22	OS	A1	K-L	ne	0	stab.	80
M	61	konz.	A5		ano	21 mm		4
Ž	48	OS	A5	dvoudobý kombinovaný	ne	0	stab.	5
Ž	57	OS	B3	K-L	ne	0	stab.	21
M	67	OS	B3	K-L	ne	0	stab.	2
M	70	OS	B3	Stoppův + iliacké okno	ano	10 mm	stab.	3
M	71	OS	C1	kombinovaný	ano	15 mm	stab.	5
M	41	OS	B3	K-L	ano	8 mm	stab.	30
M	66	OS	B2	K-L	ne	0	stab.	8
M	51	OS	A5	kombinovaný	ne	0	stab.	4
M	37	OS	C3	kombinovaný	ne	0	nestab.	34
M	57	OS	C1	kombinovaný	ano	6 mm	stab.	15
Ž	72	konz.	B3		ano	7 mm		1
M	40	OS	A1	K-L	ne	0	stab.	3
M	35	OS	B2	K-L	ne	0	stab.	5
M	82	OS	B4	ilioinguinální	ano	0	nestab.	12
M	61	OS	C1	ilioinguinální	ano	7 mm	nestab.	9
M	66	konz.	B4		ano	3 mm		6
M	40	OS	C1	ilioinguinální	ne	0	stab.	18
Ž	36	OS	C1	kombinovaný	ne	8 mm	stab.	8
Ž	56	OS	C1	ilioinguinální	ano	4 mm	nestab.	12

Tab. 3. Přehled počtu avaskulárních nekróz a kategoriální data progresu koxartrózy u jednoduchých a sdružených zlomenin podle Letournela v závislosti na době rtg kontroly

		Jednoduché		Sdružené	%	Celkem	% z celého souboru	
Nekróza do18 M		6	3,2	10	5,3	16	8,5	11,7
Nekróza nad 18 M		3	1,6	3	1,6	6	3,2	
Progrese artrózy	do 12M	16	8,5	33	17,6	49	26,1	33,5
	13–24 M	3	1,6	3	1,6	6	3,2	
	25–36 M	2	1,1	2	1,1	4	2,1	
	37–48 M	2	1,1	1	0,5	3	1,6	
	49–60 M	1	0,5	0	0,0	1	0,5	
Bez progrese		54	28,7	49	26,1	103	54,8	

Tab. 4. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavičky femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu k pohlaví pacientů hodnoceného souboru

	Ženy	Muži	Adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	Fisher 3x2
Nekróza do 18 M	5	17	AVN	1,02 (0,12-3,07)	1,0000	0,5273
Progrese artrózy do 36 M	19	44	progrese	1,50 (0,37-3,06)	0,2748	
Bez progresu artrózy	23	80	AVN + progresu	1,37 (0,37-2,65)	0,3991	

Tab. 5. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavice femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu k věku

	Do 60 let	Nad 60 let	Adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	
Nekróza do 18 M	11	11	AVN	0,23 (0,03-0,60)	0,0043	0,0023
Progrese artrózy do 36 M	40	23	progrese	0,39 (0,10-0,80)	0,0161	
Bez progresu artrózy	84	19	AVN + progresu	0,34 (0,09-0,66)	0,0018	

Tab. 6. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavice femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu k jednoduchým a sdruženým zlomeninám podle Letournelovy klasifikace

	Jednoduché	Sdružené	adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	
Nekróza do 18 M	8	14	AVN	0,511 (0,08-1,32)	0,2418	0,0857
Progrese artrózy do 36 M	23	40	progrese	0,514 (0,15-0,97)	0,0562	
Bez progresu artrózy	57	51	AVN + progresu	0,514 (0,16-0,92)	0,0291	

Tab. 7. Subanalýza rizika rozvoje avaskulární nekrózy hlavice femuru (AVN) a progresu koxartrózy u jednotlivých typů zlomenin acetabula podle Letournelovy klasifikace

p (Fisherův test 2x2)			
	AVN	Progrese	AVN + progresu
A1	0,4856	0,3998	<b>0,0399</b>
A3	1,0000	0,5712	1,0000
A4	<b>0,0052</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,0359</b>
A5	<b>0,0214</b>	0,2566	<b>0,0006</b>
B1	1,0000	1,0000	0,2280
B2	<b>0,0218</b>	1,0000	<b>0,0002</b>
B3	1,0000	0,0600	<b>0,0200</b>
B4	0,3519	0,7346	0,0948
C1	0,1994	<b>0,0122</b>	<b>0,0000</b>
C2	1,0000	0,6372	0,2098

Tab. 8. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavice femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu k průběhu transversální linie zlomeniny (Fischer 2x2)

Příčné zlomeniny (včetně kombinace se zadní stěnou)	Infratektální	Juxtatektální	Transtektální
AVN	1	2	5
Progrese	1	11	6
Bez progresu	3	2	9
Porovnání (Fisher 2x2)			
	transtektální	transtektální	juxtatektální
	juxtatektální	infratektální	infratektální
AVN	1,0000	1,0000	1,0000
Progrese	<b>0,0238</b>	1,0000	0,0525
AVN + progresu	0,0693	0,6447	0,0726

Tab. 9. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavice femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu k medializaci hlavice

	Bez medializace	S medializací	Adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	
Nekróza do 18 M	14	8	AVN	0,28 (0,04-0,79)	<b>0,0268</b>	<b>0,0000</b>
Progrese artrózy do 36 M	31	32	progrese	0,16 (0,04-0,33)	<b>0,0000</b>	
Bez progresu artrózy	93	15	AVN + progresu	0,18 (0,05-0,36)	<b>0,0000</b>	

niny typu B1-B4, C1, C2) nebyly zaznamenány významné rozdíly v případě rozvoje AVN a progresu koxartrózy, ale jako významný se jevil souhrnný výskyt obou těchto komplikací – detaily jsou uvedeny v tabulce 6. Sdružené zlomeniny tak byly rizikovým faktorem jen pro souhrnný výskyt AVN a koxartrózy.

Subanalýzu jednotlivých typů podle Letournelovy klasifikace ukazuje tabulka 7. Jako rizikové pro rozvoj AVN se ukázaly typy A5 (příčné zlomeniny,  $p = 0,0214$ ) a B2 (příčné zlomeniny se zlomeninou zadní stěny,  $p = 0,0218$ ), rizikem pro rozvoj koxartrózy byly zlomeniny C1 (zlomeniny obou pilířů s vysokou linií lomu v předním pilíři,  $p = 0,0122$ ). Izolované zlomeniny předního pilíře byly naopak spojeny s významně nižším rizi-

kem rozvoje jak AVN ( $p = 0,0052$ ), tak potraumatické koxartrózy ( $p = 0,0006$ ), izolované zlomeniny zadní stěny byly spojeny jen s vyšším rizikem sumace AVN a koxartrózy ( $p = 0,0399$ ), stejně tomu bylo u T zlomenin (B3,  $p = 0,0200$ ).

Dále byl studován výskyt avaskulární nekrózy hlavice femuru a progresu koxartrózy podle kraniokaudálního průběhu linie lomu (ve vztahu ke stříšce acetabula) u příčných zlomenin a příčných zlomenin se zlomeninou zadní stěny. Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány jen při progresi koxartrózy při vzájemném srovnání juxtatektálních a transtektálních zlomenin – detaily jsou uvedeny v tabulce 8. Juxtatektální zlomeniny tak byly rizikovým faktorem jen pro rozvoj koxartrózy.



Tab. 10. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavičky femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu ke konzervativní a operační léčbě

	Konzervativně	Operačně	Adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	
Nekróza do 18 M	4	18	AVN	0,22 (0,02-0,69)	<b>0,0085</b>	<b>0,0014</b>
Progrese artrózy do 36 M	18	46	progrese	0,38 (0,10-0,75)	<b>0,0063</b>	
Bez progresu artrózy	54	53	AVN + progresu	0,34 (0,10-0,62)	<b>0,0006</b>	

Tab. 11. Porovnání sumačního rizika rozvoje avaskulární nekrózy hlavičky femuru (AVN) a progresu koxartrózy u jednotlivých operačních přístupů

Přístup	K-L	Kombinovaný	Ilioinguinální + Stoppův	jiný
p (Fisher 3x2)	0,9525	0,0044	0,0406	0,4251

přístup, naopak nižší riziko komplikací (sumace AVN + koxartrózy) měl ilioinguinální přístup – detaily jsou uvedeny v tabulce 11.

Obdobné výsledky přinesla i analýza reziduální dislokace v nosné zóně acetabula – detaily jsou uvedeny v tabulce 12. Dislokace v nosné zóně nad 2 mm představuje vysoce významný rizikový faktor jak pro rozvoj AVN, tak pro progresi potraumatické koxartrózy.

Tab. 12. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavičky femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu k reziduální dislokaci kloubní plochy

	Do 2 mm	Nad 2 mm	Adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	
Nekróza do 18 M	12	10	AVN	0,03 (0,00–0,14)	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
Progrese artrózy do 36 M	46	17	progrese	0,08 (0,01–0,28)	<b>0,0000</b>	
Bez progresu artrózy	105	3	AVN + progresu	0,06 (0,01–0,21)	<b>0,0000</b>	

Tab. 13. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavičky femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu ke stabilitě provedené osteosyntézy

	Stabilní	Nestabilní	Adjustace	Odds ratio (95% CI)	p (Fisher 2x2)	
Nekróza do 18 M	14	4	AVN	0,72 (0,05–2,69)	0,7262	0,7573
Progrese artrózy do 36 M	39	7	progrese	1,14 (0,14–3,35)	1,0000	
Bez progresu artrózy	44	9	AVN + progresu	0,99 (0,15–2,59)	1,0000	

Tab. 14. Porovnání výskytu avaskulární nekrózy hlavičky femuru (AVN) a progresu koxartrózy ve vztahu ke kapitokolodiazárnímu úhlu (CCD)

	průměr	SD	min	max	Dunnův test	z	p
AVN	136,5	8,9	111,5	149,6	AVN vs. progresu	1,75	0,2409
Progrese	133,4	8,0	116,3	150,4	AVN vs. bez	<b>2,82</b>	<b>0,0142</b>
Bez progresu	131,6	6,1	113,1	147,7	progrese vs. bez	1,12	0,7915

Při komparaci pacientů bez medializace hlavičky femuru (na předozadním rtg snímku do 2 mm) a s medializací hlavičky byly prokázány významné rozdíly jak pro rozvoj AVN hlavičky femuru, tak potraumatické koxartrózy – detaily jsou uvedeny v tabulce 9. Medializace hlavičky byla proto významným rizikovým faktorem.

Rozdíly v zastoupení avaskulární nekrózy hlavičky femuru a progresu koxartrózy mezi konzervativně a operačně léčenými pacienty dosáhly vysoké statistické významnosti – detaily jsou uvedeny v tabulce 10. Operační léčba tak byla spojena s vyšším rizikem rozvoje AVN a progresu koxartrózy.

Pro zhodnocení vlivu operačního přístupu byly v tabulce 3x2 hodnoceny p hodnoty pro jednotlivé operační přístupy, jako rizikový se ukázal kombinovaný

V souboru operačně léčených pacientů byl ještě sledován vliv stability osteosyntézy, nicméně nebyl prokázán významný vliv případné nestability osteosyntézy podle rtg kontroly za 3 měsíce po poranění – detaily jsou uvedeny v tabulce 13. Samotná nestabilita osteosyntézy tak nebyla prokázána jako rizikový faktor pro rozvoj AVN, resp. progresu koxartrózy.

Velikosti kapitokolodiazárního úhlu (CCD) proximálního femuru u pacientů sledovaného souboru ve vztahu k rozvoji AVN a progresu koxartrózy jsou uvedeny v tabulce 14. Post hoc komparace pomocí Dunnova testu odhalila, že významné rozdíly byly mezi pacienty s AVN a pacienty bez komplikací ( $p = 0,0142$ ). Valgózní krček femuru tak představoval další rizikový faktor pro rozvoj potraumatické AVN hlavičky femuru.

## DISKUSE

Zlomeniny acetabula patří mezi závažná traumata bez ohledu na věk (11–21). Celková incidence zlomenin acetabula (bez ohledu na jejich etiologii) se pohybuje okolo 7 na 100 000 obyvatel a rok (19). Etiologie acetabulárních zlomenin má bimodální charakter, zatímco u vysokoenergetických poranění (např. dopravní nehody, pády z výše, zavalení břemenem) se jedná spíše o mladší pacienty s převahou mužů, při nízkoenergetickém mechanismu (např. pád ze stejné výše) je naopak větší zastoupení žen a jedná se častěji o pacienty starší 60 let, což odpovídá většímu zastoupení osteoporózy, sarkopenie a poruchy stability při chůzi, resp. zvýšeného výskytu křehkých pacientů (frailty syndrome) (14, 18, 19, 21).

Většina současných studií zaměřených na zlomeniny acetabula se věnuje operační léčbě a krátkodobým komplikacím operační léčby, případně srovnání výsledků operační a konzervativní léčby, ale jen málo studií se věnuje epidemiologickým datům, resp. rizikovým faktorům pro rozvoj střednědobých a dlouhodobých komplikací. V naší studii jsme vybrali dvě hlavní komplikace těchto zlomenin vyžadující následnou operační léčbu: potraumatickou avaskulární nekrózu hlavice femuru a potraumatickou koxartrózu (resp. progresi této artrózy ve sledovaném poúrazovém či pooperačním období). Na základě pilotní analýzy dat výskytu AVN, resp. progresu koxartrózy jsme jako minimální dobu klinické a rtg dispenzarizace zvolili 3 roky, což vychází z 95. percentilu doby do výskytu AVN (33,6 měsíců).

Limitacemi naší studie jsou její retrospektivní charakter, sumace souboru ze dvou traumacenter (potenciální bias v zařazení pacientů, resp. při hodnocení rtg výsledků), nižší četnost klinické dispenzarizace u konzervativně léčených pacientů po zhojení zlomeniny, relativně nízký počet konzervativně léčených pacientů – zejména těch, u kterých se jednalo o insuficientní zlomeniny při osteoporóze. Mezi relativní limitace patří také Letournelova klasifikace, která, přestože je v současnosti nejvíce používanou, má nízký stupeň korelace při komparaci mezi více hodnotiteli (inter-observer reliability) (1, 2, 6, 10–12, 21).

Celková velikost souboru (192 pacientů) je srovnatelná s epidemiologickými studiemi dalších autorů (1, 7, 8, 10–12, 19, 21). Z primárního souboru byli pro další analýzu rizikových faktorů vyjmuti čtyři pacienti, u kterých byla provedena primární implantace totální endoprotézy kyčelního kloubu. Indikace primární implantace TEP mimo uvedené ipsilaterální zlomeniny krčku femuru, nebo ipsilaterální zlomeniny hlavice femuru (Pipkin IV) jsou významné předúrazové artrotické změny kyčelního kloubu, rozsáhlá kominutivní zóna bez možnosti rekonstruovat kloubní plochu acetabula bez reziduálních defektů, těžká marginální impakce kloubní plochy acetabula (11). Nicméně primární implantace TEP kyčle u zlomenin acetabula je spojena s vyšším rizikem komplikací (luxace, paraartikulární osifikace, časné uvolnění jamky zejména necementovaných) (11). Proto by měla být u pacientů do 60 let i s vědomím rizika rozvoje AVN preferována osteosyntéza před primární implantací TEP

kyčelního kloubu. Při marginální impakci kloubní plochy je nezbytná pečlivě provedená elevace kloubní plochy a spongioplastika defektu subchondrální kosti, recentně se touto problematikou zabývali např. Khira et al. (12).

Věk pacientů je ve studiích závislý především na inkluzivních kritériích. Řada studií vyloučila pacienty s přítomnou osteoporózou, proto byl věk pacientů nižší ve srovnání s naší studií (1). Naopak řada studií je zaměřena jen na starší pacienty s významnou osteoporózou, resp. přítomností řady komorbidit, které limitují operační léčbu osteoporotických zlomenin (9, 10, 15, 18, 20). Věk našich pacientů je plně srovnatelný s recentní francouzskou studií Boudissa et al., která zpracovávala data od dvojnásobného množství pacientů a byli zahrnuti, stejně jako v naší studii, jak operačně, tak konzervativně léčení pacienti, avšak nebyl sledován časový výskyt rozvoje AVN, ani progresu potraumatické koxartrózy a jejich rizikové faktory (5). Výběr určité věkové skupiny ovlivní nejen výsledky léčby, ale i zastoupení komplikací, navíc začleněním jen pacientů určité věkové skupiny vzniká selekční bias. S věkovou kategorií souvisí i zastoupení pohlaví – u studií s mladšími pacienty výrazně převažují muži, zatímco u osteoporotických zlomenin je vyšší zastoupení žen, což odráží odlišnou distribuci časového výskytu osteoporózy podle pohlaví. V našem neselektovaném souboru nebylo pohlaví prokázáno jako rizikový faktor. Naopak věk nad 60 let byl rizikovým faktorem jak pro rozvoj AVN, tak pro progresi koxartrózy. Podobné konstatování jsme v dostupných studiích nenašli. Vysvětlení tohoto zjištění spatřujeme v tom, že možnosti repozice i fixace jsou vzhledem k horší kvalitě osteoporotické kosti limitované.

Vliv typu zlomenin (při sumaci na jednoduché a sdružené zlomeniny) nebyl prokázán jako jednoznačný rizikový faktor, při subanalýze jednotlivých typů podle Letournelovy klasifikace se jako rizikové pro rozvoj AVN nebo koxartrózy ukázaly některé typy zlomeniny (viz tabulka 13). Literárně se popisuje především významný vliv zlomeniny zadní stěny, resp. kombinace příčné zlomeniny se zlomeninou zadní stěny (21). Ve studiích ale většinou není odlišena progresu koxartrózy od AVN, jako cílová hodnota se bere sekundární implantace TEP kyčle.

Hodnocení vlivu umístění příčné linie je v našem souboru částečně limitováno nízkým počtem příčných zlomenin (A5) a příčných zlomenin se zlomeninou zadní stěny (B2). V recentních epidemiologických studiích jsme nenašli srovnatelné údaje pro porovnání s naším souborem. Za důležité zjištění naší studie považujeme významné rozdíly při progresi artrózy při komparaci mezi juxtatektálními a transtektálními zlomeninami, na hranici významnosti byla také nižší progresu koxartrózy u infratektálních zlomenin. Možným vysvětlením může být vyšší riziko impakce kloubní chrupavky, resp. impakce hlavice u juxtatektálních zlomenin, avšak pro toto tvrzení nemáme v naší studii dostatek dat.

Vliv typu léčby (operační vs. konzervativní) sice ukazuje vyšší riziko komplikací při operační léčbě, nicméně tento fakt je zapříčiněn vyšší vstupní dislokací zlomenin u operačně léčených, resp. sublucací či luxací v kyčelním

kloubu předoperačně. U zadního přístupu (podle Kochera a Langenbecka) je během preparace pelvitrochanterických svalů v riziku poranění *r. profundus a. circumflexae femoris medialis* (probíhá mezi *m. obturatorius externus* a *m. adductor brevis*), což může při nedostatečném kolaterálním oběhu vést k následnému rozvoji AVN, navíc při traumatické luxaci kyčle dochází často k ruptuře *lig. capitis femoris* (s jeho *a. ligamenti capitis femoris*), což dále může zhoršit vaskularizaci hlavičky femuru. Vyšší riziko (sumace AVN a koxartrózy) kombinovaného přístupu může jít i na vrub delší operační doby. V našem souboru nebyl dostatečný počet pacientů s kombinovaným přístupem v jedné době, resp. ve dvou dobách, aby mohl být vyhodnocen i vliv doby a naplánování operace při kombinovaných výkonech. Ovšem ani tomuto problému nebyla zatím v literatuře věnována pozornost.

Medializace hlavičky femuru nad 2 mm a dislokace v nosné zóně acetabula nad 2 mm byly spojeny s významným zvýšením rizika sledovaných komplikací. Při velké medializaci může docházet k trakci subsynoviálních tepen do oblasti hlavičky a následnému zhoršení prokrvení hlavičky, naopak velká dislokace v nosné zóně je spojena s primárním poškozením kloubní chrupavky a rozvojem inkongruence v kyčelním kloubu. Limitací v naší studii bylo hodnocení jak medializace, tak dislokace na prostých rtg snímcích, které je méně přesné než vyhodnocování pomocí kontrolního CT vyšetření s 3D rekonstrukcí.

Jsmo přesvědčení, že nestabilní fixace zlomeniny obecně (nejenom u acetabulárních zlomenin) vede k poruchám hojení v oblasti lomné linie, to může mít za následek zhojení v malpozici, resp. rozvoj pakloubu jednoho nebo obou pilířů acetabula, dále riziko potraumatické nestability kyčelního kloubu a vzniku potraumatického kyčelního impingement syndromu. V našem souboru vzhledem k nízkému počtu nestabilních osteosyntéz se nepodařilo ověřit statistickou významnost těchto tvrzení.

Jako další rizikový faktor pro rozvoj avaskulární nekrózy byla prokázána valgózita krčku femuru. Možné vysvětlení vidíme v relativní převaze zásobení hlavičky *r. profundus a. circumflexae femoris medialis* a snazším poranění této tepny během zadní luxace při valgózním krčku, nicméně pro přesné určení vlivu CCD úhlu jsou třeba další studie, kdy budou pacienti stratifikováni i s ohledem na preexistující reziduální změny kyčelního kloubu po předchozí dysplazii (coxa valga subluxans), respektive stav po dřívější osteosyntéze krčku femuru, per- nebo intertrochanterické zlomeniny, popřípadě přítomnou kostní dysplazií v oblasti kyčle.

## ZÁVĚR

Jako významné rizikové faktory pro rozvoj potraumatické avaskulární nekrózy hlavičky femuru a progresu potraumatické koxartrózy byly prokázány věk nad 60 let, potraumatická medializace hlavičky femuru nad 2 mm, dislokace v nosné zóně acetabula nad 2 mm, operační léčba, kombinovaný operační přístup. Rizikové byly dále příčné zlomeniny (A5 podle Letournelovy kla-

sifikace), příčné zlomeniny se zlomeninou zadní stěny (B2 podle Letournelovy klasifikace) a pro rozvoj koxartrózy zlomeniny obou pilířů s vysokou linií v předním pilíři (C1 podle Letournelovy klasifikace). Valgózní krček femuru byl rizikovým faktorem pro rozvoj AVN hlavičky. Naopak pohlaví a nestabilita osteosyntézy detekovaná na rtg snímku do 3 měsíců po operaci nebyly prokázány jako rizikové faktory vzniku uvedených komplikací. Pro ověření těchto výsledků retrospektivní studie jsou vhodné další multicentrické a prospektivní studie.

## Literatura

1. Ahmed M, Abuodeh Y, Alhammoud A, Salameh M, Hasan K, Ahmed G. Epidemiology of acetabular fractures in Qatar. *Int Orthop*. 2018;42:2211–2217.
2. Aigner R, Hellige R, Knippel S, Oberkircher L, Ruchholtz S, Buecking B. Internal fixation of acetabular fractures in an older population using the TIMI approach: midterm results of a prospective study. *Injury*. 2017;48:890–896.
3. Beckmann NM, Chinapuvvula NR, Cai C. Association of femoral head and acetabular fractures on computerized tomography: correlation with the Judet-Letournel classification. *Emerg Radiol*. 2017;24:531–539.
4. Best MJ, Buller LT, Quinlan SM. Analysis of incidence and outcome predictors for patients admitted to US hospitals with acetabular fractures from 1990 to 2010. *Am J Orthop*. 2018;47:378–387.
5. Boudissa M, Francony F, Kerschbaumer G, Ruatti S, Milaire M, Merloz P, Tonetti J. Epidemiology and treatment of acetabular fractures in a level-1 trauma centre: retrospective study of 414 patients over 10 years. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103:335–339.
6. Cai L, Lou Y, Guo X, Wang J. Surgical treatment of unstable pelvic fractures with concomitant acetabular fractures. *Int Orthop*. 2017;41:1803–1811.
7. Cannada LK, Hire JM, Boyer PJ, Israel H, Mir H, Halvorson J, Della Rocca GJ, Ming B, Mullis B, Deshpande C. Treatment and complications of patients with ipsilateral acetabular and femur fractures: a multicenter retrospective analysis. *J Orthop Trauma*. 2017;31:650–656.
8. Clarke-Jensen J, Westberg M, Røise O, Storeggen SAØ, Bere T, Silberg I, Madsen JE. Reduced survival for uncemented compared to cemented total hip arthroplasty after operatively treated acetabular fractures. *Injury*. 2017;48:2534–2539.
9. Deren ME, Babu J, Cohen EM, Machan J, Born CT, Hayda R. Increased mortality in elderly patients with sarcopenia and acetabular fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99:200–206.
10. Firoozabadi R, Cross WW, Krieg JC, Routt MLC. Acetabular fractures in the senior population: epidemiology, mortality and treatments. *Arch Bone Jt Surg*. 2017;5:96–102.
11. Iqbal F, Ullah A, Younus S, Aliuddin A, Zia OB, Khan N. Functional outcome of acute primary total hip replacement after complex acetabular fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28:1609–1616.
12. Khira YM, El-Aidy S. Surgical treatment of marginal osteochondral impaction in acetabular fractures. *Musculoskelet Surg*. 2018;102:139–145.
13. Kusnezov N, Bader J, Blair JA. Predictors of inpatient mortality and systemic complications in acetabular fractures requiring operative treatment. *Orthopedics*. 2017;40:223–228.
14. Ortega-Briones A, Smith S, Rickman M. Acetabular fractures in the elderly: midterm outcomes of column stabilisation and primary arthroplasty. *Biomed Res Int*. 2017;27:465–472.
15. Purcell KF, Bergin PF, Spitler CA, Graves ML, Russell GV. Management of pelvic and acetabular fractures in the obese patient. *Orthop Clin North Am*. 2018;49:317–324.
16. Purcell RL, Donohue MA, Saxena SK, Gordon WT, Lewandowski LL. Combat-related acetabular fractures: outcomes of open versus closed injuries. *Injury*. 2018;49:290–295.



17. Ramirez-Garcialuna JL, Dominguez-Paulin F, Ramirez-Martinez J, Sanmiguel-Delgadillo LF. Comparison and agreement of outcome scores through nine months after acetabular fracture fixation. *J Clin Orthop Trauma*. 2018;9:181–185.
18. Resch H, Krappinger D, Moroder P, Auffarth A, Blauth M, Becker J. Treatment of acetabular fractures in older patients-introduction of a new implant for primary total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137:549–556.
19. Rinne PP, Laitinen MK, Huttunen T, Kannus P, Mattila VM. The incidence and trauma mechanisms of acetabular fractures: a nationwide study in Finland between 1997 and 2014. *Injury*. 2017;48:2157–2161.
20. Rollmann MF, Holstein JH, Pohlemann T, Herath SC, Histing T, Braun BJ, Schmal H, Putzeys G, Marintschev I, Aghayev E. Predictors for secondary hip osteoarthritis after acetabular fractures: a pelvic registry study. *Int Orthop*. 2019;43:2167–2173.
21. Walley KC, Appleton PT, Rodriguez EK. Comparison of outcomes of operative versus non-operative treatment of acetabular fractures in the elderly and severely comorbid patient. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27:689–694.

**Korespondující autor:**

Doc. MUDr. Tomáš Pavelka, Ph.D.

Klinika ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí

LF UK a FN Plzeň

Alej Svobody 80

304 60 Plzeň-Lochotín

E-mail: pavelka@fnplzen.cz