

Samostatné kanylované šrouby při stabilizaci zlomenin pánevního kruhu a acetabula

Single Cannulated Screws for Stabilisation of Pelvic Ring and Acetabular Fractures

S. TALLER, R. LUKÁŠ, J. ŠRÁM

Traumatologicko-ortopedické centrum se spinální jednotkou Krajské nemocnice Liberec, a.s.

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

Current trends in minimally invasive surgery together with advances in computed tomography and fluoroscopic guidance allow us to perform close reduction and percutaneous fixation also in non-displaced or minimally displaced fractures of the pelvic ring and acetabulum. Authors report the method of percutaneous screw fixation.

MATERIAL AND METHODS

During the period from 1998 to 2010, a total of 568 patients were surgically treated for fractures of the pelvic ring and acetabulum. The patient series included 132 men and 46 women with an average age of 41.6 years (from 15 to 88 years). In this cohort, 225 single screws were placed at various sites of the pelvis. Of the screws, 197 were applied percutaneously and 28 in open procedures. A definition of six screw categories is proposed as well as the list of indications for their use. A detailed description of the techniques for screw placement, including the associated risks, is also presented. A novel method of minimally invasive stabilisation of the ruptured symphysis by means of two pubic screws and a two-hole plate is reported. A total of 157 patients were followed for the average period of 11.9 months (from 3 to 144 months). The navigation methods used in pelvic fracture stabilisation are described.

RESULTS

It is difficult to provide an overall evaluation of the results in such a heterogeneous group of patients and therefore the outcome was assessed according to the placement of single screws. The types of injury with the use of appropriate screws are described in detail. Complications and the final graphical and clinical outcomes are reported. As the pelvic ring and acetabular injuries vary too much, it was not easy to assess the clinical outcome for each screw category.

DISCUSSION

Percutaneous screw fixation is indicated in non-displaced fractures having a potential for displacement as well as in minimally displaced fractures that can be fixed with precisely placed screws. Dislocated fractures have to be reduced before surgery. Percutaneous screw placement can be performed as a single surgical procedure and this technique can also be part of a limited open approach. Percutaneous or open placement of cannulated screws facilitates stabilisation of individual fragments and allows for low surgical invasivity.

This type of screw fixation in pelvic surgery provides all benefits of minimally invasive procedures. In this respect, some authors' view that the advantages outweigh a less successful result of fracture reduction can be accepted.

A relatively high risk of iatrogenic complications is a disadvantage of this technique. The correct placement of screws has the highest priority because all percutaneous pelvic screws described here are inserted into the sites known as "narrow safe zones".

CONCLUSIONS

In specific localisations, the percutaneous fixation of pelvic ring and acetabular fractures using single screws presents a new surgical technique for which the indications have not been exactly defined yet. The procedure should be performed by an experienced surgeon ready to convert surgery from a minimally invasive procedure to an open one, if the navigation technique used does not provide a reliable guidance or when the fracture reduction or stabilisation fails.

Key words: pelvic fractures, acetabular fractures, percutaneous screw fixation.

ÚVOD

Pro vysoké nároky na přesnost repozice zlomenin pánevního kruhu a především zlomenin acetabula zůstává otevřená repozice a vnitřní fixace standardem péče při sta-

bilizaci těchto zlomenin. Moderní trendy málo invazivních výkonů spolu s pokroky v CT a fluoroskopické navigaci však umožňují provádět zavřenou repozici a perkutánní

fixaci také u nedislokovaných nebo ne příliš dislokovaných zlomenin pánevního kruhu a acetabula.

Sdělení, které vychází z našich zkušeností a z literárních údajů, uvádí přehled indikací a podrobný popis technik užívaných při perkutánním či otevřeném zavádění samostatných obvykle kanylovaných šroubů při stabilizaci pánevních a acetabulárních zlomenin.

MATERIÁL A METODIKA

Od roku 1998 do konce roku 2010 (13 let) bylo operováno 568 pacientů pro zlomeninu pánevního kruhu a acetabula. Ve stejném období bylo při těchto operacích použito celkem 225 samostatných šroubů v různých lokalizacích (tab. 1). S použitím kanylovaných šroubů

Tab. 1. Název a počty samostatných šroubů zavedených perkutánně nebo otevřeným přístupem v období 1998-2010

Název šroubu	Počet šroubů		
	perkutánně	otevřeně	celkem
antegrádní nebo retrográdní pubický šroub	16	19	35
supraacetabulární šroub kraniální	4	2	6
supraacetabulární šroub kaudální	2	1	3
příčný supraacetabulární šroub	13	5	18
šroub zavedený do zadního pilíře pánve	1	1	2
iliosakrální šroub	154		154
šroub do zadní stěny acetabula	7		7
celkem	197	28	225

bylo operováno celkem 132 mužů a 46 žen v průměrném věku 41,6 let, v rozmezí 15–88 let. Příčinou úrazu byly nejčastěji úrazy při dopravě (50 %), pády s výše (39 %), mezi ostatní patří např. pády stromů, sportovní úrazy, stíštění a jiné (11 %). Výsledky odpovídají celostátní multicentrické studii (5).

U 46 pacientů bylo použito více samostatných šroubů, nejčastěji 2 iliosakrální šrouby (22krát) a dále kombinace pubického a iliosakrálního šroubu (11krát), kombinace jiných šroubů byla aplikována 5krát, 3krát byly použity 3 samostatné šrouby, vždy v kombinaci 2 iliosakrální a jeden pubický a jednou byly použity 2 pubické šrouby a 2 iliosakrální. Indikační kritéria jsou podrobně uvedena v následujícím textu.

Vedle standardního rtg vyšetření pánve byli všichni pacienti před operací vyšetřeni počítačovým tomografem, od roku 2006 s multiplanární rekonstrukcí. U všech pacientů s poraněním pánve a acetabula proběhlo podrobné předoperační plánování. Při hodnocení zlomenin byla použita AO klasifikace (11).

Pooperační sledování. Většina pacientů byla sledována v pravidelných časových intervalech v úrazové ambulanci. Průměrná doba sledování u 157 pacientů byla 11,9 měsíců (rozmezí 3–144 měsíců). Podrobněji je doba sledování u hlavních lokalizací samostatných šroubů uvedena v tabulce (tab. 2). Při kontrolách byly posouzeny subjektivní údaje a bylo provedeno klinické vyšetření se zhodnocením rozsahu hybnosti v kyčelním kloubu a schopnosti chůze.

Tab. 2. Doba sledování u jednotlivých hlavních lokalizací zaváděných samostatných šroubů

Název šroubu	A	B	C	D	E
antegrádní nebo retrográdní pubický šroub	30	20 / 16,8 / 3-60	4	3	3
supraacetabulární šroub kraniální a kaudální	9	8 / 6,2 / 3-9	0	1	0
příčný supraacetabulární šroub	16	11 / 16 / 3-70	3	1	1
iliosakrální šroub	132	104 / 13,4 / 3-144	24	0	4
šroub do zadní stěny acetabula	7	4 / 12 / 7-17	2	0	1

A – počet pacientů celkem

B – sledováno celkem / průměr v měsících / rozmezí v měsících

C – léčeni v jiném zdravotnickém zařízení

D – krátce po operaci

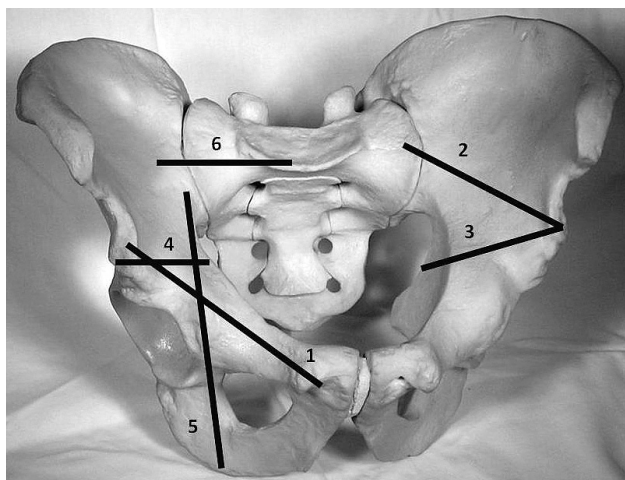
E – ztraceni z evidence

Vedle standardního rtg vyšetření pánve předozadním snímkem, byly u vybraných zlomenin provedeny další projekce pánve (vchodová, východová, iliacká a obturatorní), obvykle 3 měsíce po operaci. Pooperační CT vyšetření pánve bylo indikováno individuálně, u zlomenin acetabula od roku 2010 obligatorně. Rentgenologické výsledky repozice zlomenin acetabula byly hodnoceny podle Matty (14): dislokace do 1 mm byla považována za anatomickou repozici, do 3 mm za vyhovující repozici, nad 3 mm za neuspokojivou repozici. Zlomeniny pánevního kruhu byly hodnoceny dle Pohlemanna a spol. (19), kdy dislokace do 1 cm byla považována za uspokojivý výsledek.

Název jednotlivých šroubů, indikační kritéria, technický postup při jejich zavádění a rizika výkonu. (tab. 3, obr. 1)

Antegrádní nebo retrográdní intramedulární šroub v horním raménku kosti stydké – dále: „**pubický šroub**“

V literatuře je uváděn názvem: „retrograde medullary superior pubic ramus screw“ (21, 22); „antegrade and retrograde medullary screw“ (9); „anterior column screw“ pro antegrádní i retrográdní šroub (23); „anterior



Obr. 1. Model pánve s nákresem polohy jednotlivých šroubů. 1 – pubický šroub, 2 – kraniální supraacetabulární šroub, 3 – kaudální supraacetabulární šroub, 4 – příčný supraacetabulární šroub, 5 – šroub do zadního pilíře pánve, 6 – iliosakrální šroub.

column screw“ – pouze pro ante-
grádní pubický šroub (20),

Indikace: retrográdní pubický
šroub je vhodný při málo disloko-
vaných zlomeninách horního
raménka stydké kosti (61-C1),
antegrádnímu šroubu je dáвана
přednost při osteosyntézách zlo-
menin laterálního raménka, které
zasahují do předního pilíře pánve
(např. 62-B1.1 resp. 63-C1.2).

Technika: pubický šroub je zavá-
děný pod kontrolou C- ramena, kdy
rameno je střídavě nakloněno 30°
k nohám a 30° k postižené straně
a naopak (obturator-outlet vs. iliac-
inlet projekce). Vhodnější je umís-
tění celého rtg přístroje vedle tru-
pu pacienta kolmo na průběh
horního raménka stydké kosti
a střídání kolmé a obou šikmých
projekcí C-ramena.

Vstupní bod při retrográdním
zavádění leží mediálně a distálně
od *tuberculum pubicum*.

Vstupní bod při antegrádním
zavádění leží v polovině spojnice
mezi vrcholem velkého trochanteru
a začátkem rozšířené části *cris-
ta iliaca*, cca 5 cm od *spina iliaca
anterior superior* (9), resp. vstupní
bod leží na šířku 2 prstů nad ace-
tabulem (20).

Použití cíliče (např. kolineární svorky) významně
usnadňuje operační výkon. Vhodná je metoda retro-
grádního zavedení vodícího drátu a antegrádního zave-
zení kanylovaného šroubu (5). Šroub je v současnosti
zaváděn i pomocí 2D fluoroskopické navigace.

Riziko: možnost poranění *a. et v. iliaca externa*,
n. femoralis, *n. obturatorius*, močového měchýře a se-
menného provazce.

2 retrográdní pubické šrouby a dvouotvorová dla- ha (obr. 2) – (v literatuře dosud nepublikováno)

Indikace: miniinvazivní stabilizace roztržené symfý-
zy (61-B3)

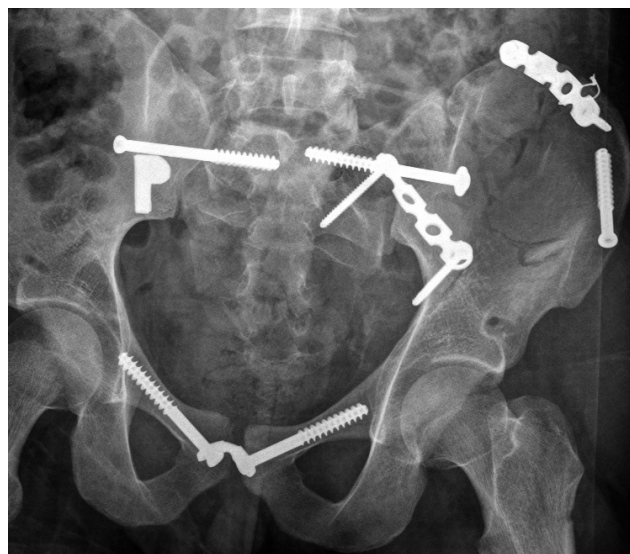
Technika: z krátké incize nad kořenem penisu resp.
na *mons pubis* jsou retrográdně zavedeny 2 pubické šrou-
by pod kontrolou C-ramene, případně s použitím 2D flu-
oroskopické navigace. Šrouby jsou v oblasti symfýzy
spojeny ohnutou dvouotvorovou („kobra“) dlahou. Pro
optimální pevnost stabilizace je vhodné, aby dlouhý
závit spongiózního kanylovaného šroubu byl umístěn
v nejužší části horního raménka stydké kosti. Při závaž-
nějším poškození zadního segmentu pánve je vhodné
zavést 2 iliosakrální šrouby, aby se zabránilo rotačním
pohybům poraněné poloviny pánve.

Horizontální šroub umístěný nad acetabulem v pře-
dozadní ose acetabula – dále: „**kraniální supraaceta-
bulární šroub**“ (obr. 3). Literární název: „anterior

Tab. 3. Indikační kriteria, vhodný typ šroubů a technický postup při zavádění samo-
statných šroubů

Typ zlomeniny	Název šroubu	Technika
Pánevní zlomeniny:		
Zlomeniny horního raménka stydké kosti	antegrádní nebo retrográdní pubický šroub	standardní fluoroskopie navigační techniky *)
Symfýzeolýza	2 pubické šrouby a dvouotvorová dlahu	standardní fluoroskopie navigační techniky
Zlomeniny lopaty kosti kyčelní zasahující do supracetabulární oblasti	kraniální supraacetabulární šroub	standardní fluoroskopie klasická CT navigace **)
Zlomeniny sakra a lýza SI skloubení	iliosakrální šroub	klasická CT navigace navigační techniky
Zlomeniny acetabula:		
Laterální zlomeniny horního raménka stydké kosti zasahující do předního pilíře pánve	antegrádní nebo retrográdní pubický šroub	standardní fluoroskopie navigační techniky
Vertikálně probíhající nedislokované nebo málo dislokované zlomeniny předního nebo zadního pilíře pánve	supraacetabulární šroub kraniální i kaudální	standardní fluoroskopie klasická CT navigace navigační techniky
Transtektální příčné zlomeniny acetabula	příčný supraacetabulární šroub	standardní fluoroskopie klasická CT navigace navigační techniky
Transtektální příčné zlomeniny acetabula	kaudální supraacetabulární šroub	standardní fluoroskopie 3D CT
Příčné zlomeniny zadního pilíře pánve	antegrádní či retrográdní šroub zadního pilíře pánve	standardní fluoroskopie navigační techniky
Zlomeniny zadní stěny acetabula Příčné zlomeniny acetabula	šroub do zadní stěny acetabula kombinace pubického šroubu a šroubu zavedeného retrográdně do zadního pilíře pánve	klasická CT navigace kombinace metod

*) navigační techniky – 2D či 3D fluoroskopie, 3D CT – viz text; **) klasická CT navigace –
viz text



Obr. 2. Rtg snímek pacienta se zlomeninou pánevního kruhu,
v předním segmentu symfýzeolýza, v zadním segmentu vlevo
zlomenina dorzální části lopaty kosti kyčelní s roztržením SI
skloubení, vpravo lýza SI skloubení. Stabilizace 2 pubickými
šrouby spojenými „kobra“ dlahou z miniinvazivního přístupu,
vzadu z otevřeného přístupu stabilizace 2 dlahami a 2 CT navi-
govanými iliosakrálními šrouby.



Obr. 3. rtg snímek pacienta se zlomeninou levé lopaty kosti kyčelní s lomnou linií zasahující do předního pilíře acetabula. Stabilizace dlahou a kraniálním supraacetabulárním šroubem.

medullary screw in the pelvic brim“ (9), „LC-2 screw“ – zkratka: lateral compression – type II (25), „LC II screw“ (12), „supraacetabular screw II“ (17)

Indikace: perkutánně zaváděný supraacetabulární šroub lze použít u zlomenin lopaty kosti kyčelní, které zasahují do supracetabulární oblasti (61-A2.1). Spolu s osteosyntézou v oblasti hřebenu kosti kyčelní tento šroub usnadňuje stabilizaci těchto zlomenin a zmenšuje rozsah operačního výkonu. Další indikací jsou vertikálně probíhající nedislokované nebo málo dislokované zlomeniny předního (62-A3.2) nebo zadního pilíře pánve (62-B3.2).

Technika: šroub je zaváděn pod kontrolou C-ramene resp. pomocí klasické CT navigace. Vzhledem k individuálním rozdílům ve stavbě pánví je nutno před výkonem zvolit vhodný náklon C-ramene (obvykle 20°–30° k operované straně). Po přiložení vrtáku na vrchol *spina iliaca anterior inferior* při správném náklonu C-ramena je supraacetabulární oblast acetabula symetricky rozmístěna na obě strany a vytváří „obraz tee-pee“

(9, 17, 24). Vodicí drát pak směřuje do středu „tee-pee“ a neměl by uhnout mediálně nebo laterálně z kyčelní kosti. Zároveň míří poněkud kranálně tak, aby směřoval ke *spina iliaca posterior superior*. Šroub lze stejným postupem zavést i v zadopředním směru, vstupním místem je *spina iliaca posterior superior*.

Riziko: možnost poranění viscerálních orgánů, *n. ischiadicus*, *a. et v. glutealis superior*.

Horizontální šroub umístěný těsně nad acetabulem v předozadní ose acetabula – dále: „**kaudální supraacetabulární šroub**“ (obr. 4a, b, c). Literární název: Giannoudise a spol. (9) používají označení „magic screw“, Ochs a spol. (17) tento šroub nazývají „supraacetabular screw I“.

Indikace: příčné zlomeniny acetabula (62-B1.3).

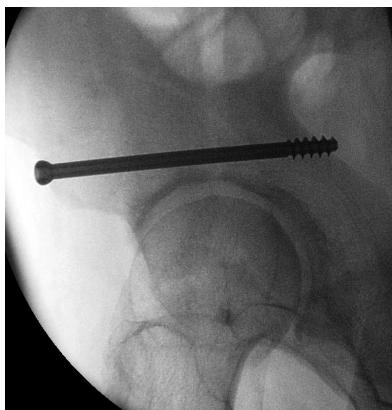
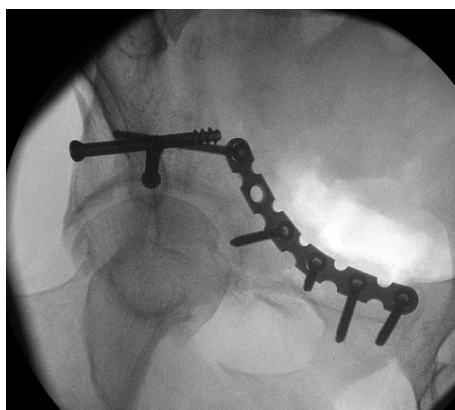
Technika: dle Giannoudise a spol. a Ochse a spol. po zavedení asymetrických pánevních kleští z iliackého přístupu a repozici zlomeniny lze šroub zavést z oblasti těsně nad *spina iliaca anterior inferior* směrem nad *spina ischiadica*. Šroub perforuje kortikalis mezi kvadrilaterální plochou a touto spinou (9, 17). Technika zavádění je obdobná jako při použití horního supraacetabulárního šroubu („obraz tee-pee“).

Při otevření zadního přístupu dle Kochera a Langenbecka lze vodicí drát spolehlivě zavést tak, že prstem zavedeným přes *foramen infrapiriforme* na vnitřní stranu kvadrilaterální plochy je možné kontrolovat případné mediální vychýlení drátu. Případné laterální odchýlení je vizuálně kontrolováno. Při otevřené technice je výhodné použít cílič.

Riziko: možnost poranění viscerálních orgánů, *n. ischiadicus*, *a. et v. glutealis superior*.

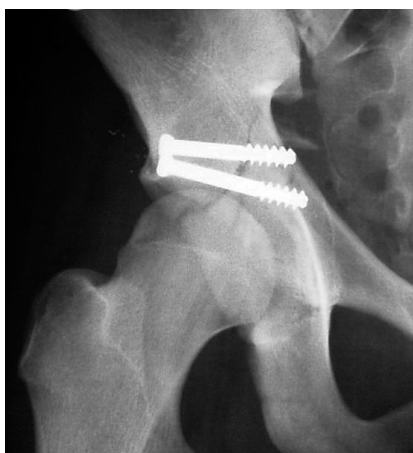
Šroub umístěný nad acetabulem (přibližně) ve frontální rovině – dále: „**příčný (transverzální) supraacetabulární šroub**“ (obr. 5). V literatuře je uveden název: „lag screw placed perpendicular to the fracture line“ (9); „posterior column screw“ (20) „supraacetabular transverse screw“ (15).

Indikace: indikací jsou také jednoduché příčné zlomeniny acetabula bez dislokace (62-B1.3), případně snadno reponovatelné z iliackého přístupu („ilické okno“). V těchto případech jsou šrouby zaváděny per-

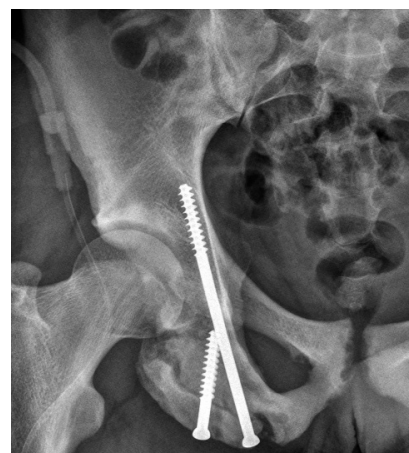


a | b | c

Obr. 4. Obrazová dokumentace pacienta se zlomeninou acetabula: a - osteosyntéza kaudálním a příčným supraacetabulárním šroubem zavedenými perkutánně a dlahou ze Stoppova přístupu, b - poloha kaudálního supraacetabulárního šroubu, c - vertikální CT sken v rovině hlavičky femuru.



Obr. 5. Rtg snímek pacienta s příčnou zlomeninou obou pilířů acetabula, osteosyntéza 2 příčnými supraacetabulárním šrouby zavedenými perkutánně.



Obr. 6. Pakloub hrbolu sedací kosti stabilizovaný retrográdním šroubem do zadního pilíře a dalším šroubem z miniinvazivního přístupu.

kutánně. Příčný supraacetabulární šroub usnadňuje také stabilizaci předního pilíře obvykle při současném otevřeném výkonu v oblasti zadního pilíře (např. 62-B2.3). Bývá zaváděn perkutánně či z operačního přístupu k zadnímu pilíři pánve. Méně často je indikace opačná, kdy šroub stabilizuje oblast zadního pilíře při současně operaci v oblasti předního segmentu pánve.

Technika: šroub lze zavést pod kontrolou C-ramena, výhodné je použití klasické CT navigace. Je také možné použít limitovaný operační přístup ilickým oknem k repozici zlomeniny a vizuálně resp. palpačně kontrolovat zavedení šroubu.

Riziko: poranění viscerálních orgánů.

Antegrádní či retrográdní šroub zavedený do zadního pilíře pánve (obr. 6). V literatuře uveden pod názvem: „antegrade and retrograde posterior column screw“ (9, 24)

Indikace: příčné či krátce šikmé zlomeniny zadního pilíře pánve (např. 62-B3.1)

Technika: antegrádní šroub se zavádí z operačního přístupu v oblasti hřebene kosti kyčelní, vstupní bod pro hrot šroubu je situován cca 1 cm laterálně od *linea iliopectinea* a směřuje do oblasti sedacího hrbolu.

Perkutánní retrográdní šroub zaváděný zavřenou metodou předpokládá střídání iliacké šikmé projekce na acetabulum se standardní AP projekcí, tak aby se vodící drát vyhnul perforaci kloubní dutiny i průniku do oblasti *foramen ischiadicus maius* a zároveň zůstal v prostoru mezi mediální a laterální kortikalis sedací kosti (24). Retrográdní šroub lze také zavést při otevřeném přístupu dle Kochera a Langenbecka tak, že z oblasti sedacího hrbolu směřuje do vizuálně přístupné oblasti zadního pilíře. Při perkutánním zavádění z oblasti sedacího hrbolu musí být koleno i kyčel ve flexi, aby nedošlo k poranění *n. ischiadicus*. Lze použít i cílič.

Nové navigační metody umožňují použít kombinaci standardní a 2D fluoroskopie. Na zvířecím modelu pánve bylo vyzkoušeno spolehlivé zavedení retrográdního šroubu na bázi předoperačního CT („3D CT-based navigation“), metody, která patří do skupiny „virtual image guided surgery“.

Riziko: poranění *n. ischiadicus*, poranění nitrobršních orgánů.

Iliosakrální šroub (obr. 7). V literatuře jsou používány názvy: „sacroiliac screw“ (9), „iliosacral screw“ (22), „transiliosacral screw“ (17, 19, 29)

Indikace: perkutánní iliosakrální šrouby jsou používány pro stabilizaci jednostranných (61-C1. 3) či oboustranných (61-C3.3) zlomenin křížové kosti a lyzí sakroilického skloubení (61-C1. 2) s rozstupem poraněných struktur do 15 mm. Jinou indikací pro tyto šrouby je zpevnění již provedené osteosyntézy zadního segmentu, kdy byla použita metoda ventrální stabilizace sakroilického skloubení dlahou, spinopelvické fixace či v případech stabilizace sakrální tyčí.

Další indikací jsou paklouby křížové kosti či chronické instability SI skloubení. V těchto případech se používají vždy 2 ipsilaterální kanalizované iliosakrální šrouby.

Technika: při pronační poloze pacienta lze použít C-rameno ve vchodové – zadopřední – východové a boční projekci na křížovou kost (29).



Obr. 7. Rtg snímek pacientky s poraněním pánevního kruhu. Symfyzeolýza fixována dlahou a šrouby, vertikální posun levé lopaty reponován pomocí spinopelvické fixace a oboustranná zlomenina kosti křížové stabilizována 2 iliosakrálními šrouby zavedenými pod CT navigací.

Dle našich zkušeností dáváme přednost klasické CT navigaci (28), 2D fluoroskopická navigace je také vhodná.

Riziko: možnost poranění nervů v sakrálním kanálu či ve *foramina sacralia*, K drátem či hrotem šroubu lze proniknout i ventrálně před sakrum a poranit velké cévy.

Méně často používané samostatné šrouby:

Šroub do zadní stěny acetabula

Indikace: Perkutánní stabilizace odtrženého kloubního pouzdra s velkým málo dislokovaným fragmentem zadní stěny acetabula (62-A1.1).

Technika: použití CT navigace s poněkud obtížnou rentgenologickou identifikací *n. ischiadicus*.

Riziko: možnost poranění *n. ischiadicus*.

Infraacetabulární šroub

V literatuře uveden pod názvem „infra-acetabular screw“ (2).

Indikace: zlepšení stabilizace zlomenin předního pilíře, zlomenin předního pilíře s příčnou linií v zadním pilíři, zlomenin typu „T“ a zlomenin obou pilířů (62-A3.2, 62-B.3, 62-B2, 62-C2.1).

Technika: vstupní bod je na středu horního raménka stydké kosti asi 1 cm mediálně od eminentia ilipectinea, šroub směřuje po vnitřní straně kvadrilaterální plochy směrem k sedacímu hrbole, těsně vedle laterálního okraje *foramen obturatorium*. Průběh zavádění šroubu lze fluoroskopicky kontrolovat při náklonech „inlet view“ (vstupní bod), „obturator-oblique and outlet view“ (průnik mezi acetabulem a *foramen obturatorium*) a „one-third iliac oblique and outlet view“ (kontrola, zda šroub neprokloube oblast kyčelního kloubu) (2).

Riziko: možnost poranění nitrobršních orgánů, *a. et v. iliaca externa*, *n. femoralis*, *n. obturatorius*, *n. pudendalis*.

Magický šroub

V literatuře pod názvem „magic screw“ (25). Dle autora názvu jde o hodně šikmý supraacetabulární šroub.

Indikace: příčné zlomeniny acetabula (62-B1.3)

Technika: dle Starra je vstupní bod umístěn proximálně a lehce dorzálně nad acetabulem, šroub perforuje vnitřní kortikalis kvadrilaterální plochy poblíž *spina ischiadica* (23).

Vertikálně zavedený šroub do lopaty kosti kyčelní

Indikace: stabilizace vhodných zlomenin lopaty kosti kyčelní (61-A1.2).

Technika: šroub je zaveden z hřebene lopaty kosti kyčelní kolmo směrem dolů do oblasti předního pilíře pánve, obdobně jako Schanzovy šrouby při zevní fixaci pánve.

Navigační metody při operacích pánve

Použití C-ramena spolu s rtg transparentním stolem je standardní, běžně užívanou skiaskopickou metodou – **standardní fluoroskopii** „standard C-arm fluorosco-

py“, která umožňuje poměrně spolehlivě zavést např. pubické, supraacetabulární šrouby, iliosakrální šrouby a retrográdní šrouby do zadního pilíře pánve. Zavádění dostatečně dlouhých iliosakrálních šroubů a šroubů do zadního pilíře pánve touto metodou je u obézních a muskulárních pacientů méně spolehlivé. Použití standardního C-ramene je spojeno s poměrně značnou radiační zátěží operátora i pacienta.

Metoda **klasické CT navigované operace** „CT guidance“ (3, 4, 8), je první navigační metodou. Patří do skupiny „real time image guided surgery“ s okamžitou kontrolou každého postupného kroku operace a se zárukou vysoké přesnosti a bezpečnosti výkonu. Pacient je umístěn na desce počítačového tomografu přímo na CT pracovišti. Metoda umožňuje před vlastním operačním výkonem posoudit tvar i průběh lomných linií či rozestup poraněných struktur a umožňuje zvolit optimální směr implantátů vzhledem k těmto liniím či strukturám s přihlédnutím k důležitým anatomickým útvarům v okolí. Zároveň lze určit i přesnou délku implantátů. Během operace lze opakovaným CT vyšetřením bezpečně kontrolovat směr i polohu zaváděných nástrojů i implantátů. V závěru operačního výkonu je možné posoudit definitivní polohu implantátů, sevření operovaných struktur, jejich spolehlivé dotažení, případně i zkontrolovat průnik šroubu protilehlou kortikalis. Nevýhodou metody je fakt, že implantáty mohou být zaváděny pouze v rovině řezu. Radiační dávka pro pacienta je závislá na počtu kontrolních skenů, operátor radiaci není vystaven (28).

Dvojdímenzionální fluoroskopická navigace „2D fluoroscopy-based navigation“ zpracovává počítačovým systémem data získaná C-ramenem. Podle uložených dat systém navádí speciální nástroje tak, aby operátora informoval o poloze nástrojů a implantátů ve vztahu k anatomickým strukturám pacienta. Výhody této metody spočívají ve snížení rizika malpozice implantátu, snížení rtg zátěže pacienta i personálu. K nevýhodám metody patří fakt, že kvalita získaných rtg obrázků je snižována obezitou pacienta, osteoporózou skeletu, střevní náplní i tím, že rtg obraz obvykle nezabírá celou pánv. Operátor musí mít jistotu, že získaný obraz je vhodný pro bezpečné zavádění nástrojů a implantátů, jinak nesmí metodu použít (12). Radiační expozice je výrazně nižší než u klasické fluoroskopie.

Třídímenzionální fluoroskopická navigace v reálném čase „3D fluoroscopy-based navigation“ resp. „izocentrická 3D fluoroskopie“. Izocentrické C-rameno automaticky rotuje kolem pacienta a vytvoří sérii fluoroskopických obrazů, čímž umožňuje během operačního výkonu přímou kontrolu zavádění implantátů. Přístroj pro izofluoroskopii („O-arm“) není tak velký jako mobilní CT skenery a umožňuje značnou flexibilitu s ohledem na pozici pacienta. Čas nutný k aktualizaci dat je v porovnání s CT a MRI výrazně nižší. Metoda „step-by-step“ umožňuje obdobně jako u klasické CT navigace průběžně monitorovat úhel a hloubku zavádění nástrojů a poté kontrolovat i konečnou polohu implantátu. Nevýhody metody je fakt, že kvalita skenů je zcela závislá na kvalitě získaných fluoroskopických snímků

podobně jako při 2D fluoroskopii a také, že rozsah zobrazeného pole je malý, cca 12 cm³ (10). Negativním faktorem je zvýšená expozice radiací (27).

Vhodnou metodou je kombinace zavádění šroubů 2D fluoroskopickou metodou s následnou 3D fluoroskopickou kontrolou tímtož přístrojem (26).

Virtuální navigace na bázi předoperačního CT „virtual image guided surgery“ (VIGS), resp. „3D CT-based navigation“. Je to přesná metoda pro navigaci kostěných struktur, zejména v anatomicky komplexních oblastech. Pokud je registrace provedena dostatečně přesně (s přesností do 1,5 mm), lze navigaci použít pravděpodobně u všech známých výkonů při zavádění šroubů v oblasti pánve a acetabula. Nevýhodou je, že CT vyšetření musí být provedeno již se zabudovaným referenčním rámem, standardní CT vyšetření nelze pro navigaci použít. Výkon lze provádět pouze na málo dislokovaných zlomeninách, jinak je nutná přesná repozice zlomeniny před výkonem. Případná dodatečná repozice vyžaduje provedení nového CT vyšetření. Precizní registrace vyžaduje hodně času, metoda je provázena poměrně dlouhou učební křivkou. Výkon není spojen s radiací (26, 27).

Virtuální navigace na bázi intraoperativního CT. Jde o nejpřesnější metodu virtuální navigace. Přístroj pro CT vyšetření je umístěn na operačním sále a proces registrace je automatizován; variantou je umístění navigační jednotky přímo na CT pracovišti. Data pro navigaci jsou získána ve finální operační poloze pacienta a tak jsou nepřesnosti minimalizovány. Vyšetření lze kdykoliv aktualizovat i po zavedení části instrumentace a je možno okamžitě verifikovat přesnost zavedení šroubů. Hlavní nevýhody: cena sálového CT přístroje, ve druhé variantě práce v místnosti spirálního CT (27).

Z hlediska hodnocení přesnosti jednotlivých navigačních metod jsou CT navigace nejpřesnějšími metodami, následovány s malým odstupem 3D fluoroskopií. 2D fluoroskopie přináší výsledky o 25 % horší než předchozí metody (13).

VÝSLEDKY

Posouzení společných výsledků u velmi nesourodého souboru pacientů je obtížné, proto bylo hodnocení rozděleno podle hlavních lokalizací samostatných šroubů. V jednotlivých oddílech jsou podrobně uvedeny vzniklé komplikace i konečný grafický a klinický výsledek. Pro zjednodušení a zlepšení přehledu byly do jednotlivých oddílů zahrnuty i údaje o operačním výkonu. Hodnocení celkových klinických výsledků po aplikaci jednotlivých samostatných šroubů je velmi problematické vzhledem k naprosto rozdílnému rozsahu poranění pánevního kruhu či acetabula u jednotlivých případů.

Pubický šroub

Operační výkon. V 5 případech byly pubické šrouby zaváděny jako izolovaný výkon, ve 3 případech byla provedena další operace předního segmentu pánve (osteosyntéza druhostranného raménka dlahou, stabilizace

symfýzy). V 5 případech byla aplikace pubického šroubu spojena s operací acetabula, ve 12 případech byla provedena osteosyntéza zadního segmentu pánve (z toho 3krát metodou spinopelvické fixace) a v 5 případech byl současně stabilizován pánevní kruh i acetabulum. 5krát byly zavedeny 2 šrouby do obou horních ramének stydkých kostí, z toho jednou jako miniinvazivní výkon, kdy spolu s dvouotvorovou dlahou stabilizovaly roztrženou symfýzu. (obr. 2)

Komplikace. 2krát jsme zaznamenali perforaci kortikalis, jednou pouze částí závitů spongiózního šroubu, druhá perforace si vyžádala reoperaci. Jednou došlo k vytržení krátkého šroubu, který dostatečně nepřemostoval zlomeninu, a jednou došlo u delirantního pacienta k uvolnění šroubu při současném uvolnění celé montáže předního segmentu pánve. Tento poslední pacient se ztratil z evidence.

Grafický výsledek. Zlomenina ramének se u 19 pacientů dobře zhojila s výborným nebo uspokojivým výsledkem, pacient, který měl vytržený šroub, se zhojil v dislokaci fragmentů.

Klinický výsledek. Z 20 sledovaných pacientů je 14 zcela bez obtíží, 3 si stěžují na bolesti dolní bederní páteře, jeden pacient má bolesti a omezení hybnosti kyčle v souvislosti se současnou operací acetabula, jeden má obtíže při močení a sexuální problémy, jedna pacientka udává bolesti v podbřišku nejasné etiologie. U 5 pacientů byly pubické šrouby odstraněny, dvakrát společně s odstraněním dlahy z předního segmentu pánve, jednou pro uvolnění šroubu (3 měsíce po operaci) a 2krát na přání pacienta. Plánované odstranění kovů bylo provedeno v průměru za 9 měsíců od operace, v rozmezí 4 měsíce až 1 rok.

Supraacetabulární šroub kraniální

Operační výkon. Při 3 operacích zlomenin lopaty kosti kyčelní byl šroub zaveden vždy perkutánně. Při 3 operacích zlomenin acetabula šroub vždy fixoval oblast předního pilíře pánve, 2krát byl zaveden z operační rány, jednou perkutánně.

Komplikace. Jedna pacientka udávala bolesti v místě prominující dlahy v oblasti hřebenu lopaty kosti kyčelní. Dlahy a také samostatný šroub jí byly 6 měsíců po původní operaci odstraněny s rychlým vymizením obtíží.

Grafický výsledek. U 4 operovaných pacientů (3krát stabilizace lopaty kosti kyčelní a jednou operace acetabula) se podařilo dosáhnout anatomického výsledku repozice, u dalších 2 operací acetabula bylo dosaženo v jednom případě vyhovujícího výsledku a jednou neuspokojivého výsledku s dislokací 7 mm.

Klinický výsledek. Tři pacienti po operaci lopaty kosti kyčelní jsou zcela spokojeni, nemají bolesti. Jeden pacient po operaci acetabula je zcela bez obtíží s plnou hybností v kyčelním kloubu. Jedna pacientka po závažném poranění pánevního kruhu a acetabula má půl roku po provedené operaci občasné bolesti a mírně omezenou hybnost v kyčelním kloubu. Poslední pacient je 3 měsíce po operaci acetabula, hodnotit definitivní výsledek je předčasně.

Supraacetabulární šroub kaudální

Operační výkon. Jednou byl šroub zaveden perkutánně při současně operaci zadního pilíře pánve dlahou a šrouby, kdy proniknutí hrotu šroubu do oblasti *incisura ischiadica* bylo kontrolováno zrakem. Při další operaci acetabula přístupem podle Stoppy byla aplikována dlahu, šroub z otevřeného přístupu doplnil stabilizaci předního pilíře. Při třetí operaci perkutánně zavedený šroub spolu s perkutánním příčným supraacetabulárním šroubem fixovaly příčnou zlomeninu acetabula, laterální zlomenina raménka zasahující do předního pilíře byla stabilizována dlahou ze Stoppova přístupu. (obr. 4 a, b, c).

Komplikace. Pacient po komplikované zlomenině zadního pilíře pánve má známky časně poúrazové artrózy, byl předán do péče ortopedické ambulance s výhledem na aplikaci TEP.

Grafický výsledek. Jeden pacient po operaci má anatomické postavení, pooperační výsledek druhé operace je nutné označit za neuspokojivý s dislokací fragmentů 5 mm, v současné době jsou známky probíhající artrózy kyčelního kloubu.

Klinický výsledek. Jeden pacient je zcela bez obtíží s plnou hybností v kyčelním kloubu, druhý má intermitentní bolesti s omezeným rozsahem pohybu v kyčelním kloubu.

Příčný supraacetabulární šroub

Operační výkon. Ve čtyřech případech při málo dislokované příčné zlomenině acetabula byly šrouby zavedeny perkutánně, dvakrát pod skiaskopickou kontrolou a dvakrát pomocí CT navigace. Dvakrát byla z iliackého přístupu provedena repozice příčné zlomeniny acetabula a perkutánně pod kontrolou zraku byla zavedeny vždy 2 šrouby. Šestkrát bylo operováno ze zadního přístupu, kde byla aplikována 1krát dlahu pro zlomeninu zadního pilíře pánve a 5krát byla jednotlivými šrouby stabilizována zadní či horní stěna acetabula. Příčný supraacetabulární šroub byl aplikován z operačního přístupu 5krát a perkutánně 1krát. V dalších 3 případech byla dvakrát provedena operace z ilioinguinálního přístupu a přední segment byl stabilizován vždy dlahou, jednou byl použit pouze zevní fixátor pánve. Ve všech případech byl šroub aplikován vždy perkutánně, dvakrát pod skiaskopickou kontrolou, jednou byla využita CT navigace.

Komplikace. V jednom případě došlo k úplnému selhání stabilizace acetabula šrouby u pacienta, který několik dnů po operaci v delirantním stavu chodil. Pro celkové zhoršení zdravotního stavu nemohl být znovu operován, byl přeložen na jiné pracoviště a posléze se ztratil z evidence.

Grafický výsledek. Výborný nebo vyhovující výsledek operace má 8 pacientů. Jeden pacient operovaný ze zadního přístupu s vyhovujícím výsledkem repozice (dislokace 3 mm) dosud není plně zhojen a současně se vytváří kolemkloubní osifikace. Další 2 pacienti po operacích ze zadního přístupu jsou zhojeni, ale mají též kolemkloubní osifikace.

Klinický výsledek. Šest pacientů má výborný výsledek s plným rozsahem pohybů v kyčelním kloubu, čty-

ři mají mírné omezení hybnosti, převážně ve smyslu rotací. Jeden pacient, rok po operaci, není dosud plně zhojen a má poměrně významné omezení pohybů v kyčelním kloubu.

Iliosakrální šroub

Operační výkon. CT navigovanými šrouby byly zlomeniny zadního segmentu či lýzy sakroilického skloubení pánve, při současně zlomenině pánevního kruhu v oblasti předního segmentu, stabilizovány 117krát, zlomeniny pánevního kruhu a acetabula 7krát a paklouby zadního segmentu pánve 8krát. Ve 22 případech byly zlomeniny či paklouby pánevního kruhu fixovány 2 šrouby. V posledním období bylo zavedeno 7 iliosakrálních šroubů pod 2D fluoroskopickou navigací.

Komplikace. Zaznamenali jsme jednu závažnou peroperační komplikaci. Při operaci roztrženého SI skloubení byl částečně zavedený K-drát při kontrolním skenu nalezen v poloze těsně před vstupem do sakra, směr zavádění byl správný. Byla pečlivě změřena délka, která chyběla k zavrtání do zvoleného místa ve středu kosti křížové. Při dalším vrtání však drát náhle pronikl do volného prostoru. Kontrolní sken provedený v jiné vrstvě našel hrot drátu poměrně hluboko v dutině břišní, těsně u v. *iliaca* a současně prokázal vytvoření nevelkého hematomu v okolí cévy. Příčinou této komplikace bylo uhnutí drátu při vrtání v místě roztrženého SI skloubení a zanoření hrotu již poměrně hluboko do sakra, avšak v jiné vrstvě. Rentgenolog i operátor však předpokládali, že hrot drátu je teprve v oblasti SI skloubení a proto operátor pokračoval ve vrtání, a tak došlo k poranění velké cévy. Drát byl vytažen a zavrtán znovu ve správné rovině řezu. Krvácení se spontánně zastavilo.

V jednom případě došlo k pozdní infekci 2 měsíce po zavedení iliosakrálního šroubu. Po odstranění šroubu se hnisání neopakovalo.

Grafický výsledek. U sledovaných pacientů ve všech případech došlo k pevnému kostnímu zhojení operovaných zlomenin či zhojení lýzy SI skloubení. Při stabilizaci SI skloubení jedním šroubem bylo poměrně často zjištěno kostní projasnění v okolí hlavičky iliosakrálního šroubu jako projev neklidu v této oblasti. Implantáty, které dočasně znehybňovaly sakroilické skloubení, byly u většiny pacientů odstraněny v časovém odstupu 6-9 měsíců po operaci. Po vyjmutí implantátu nikdy nedošlo k druhotnému rozestupu SI skloubení. Dva z 8 operovaných paklobů křížové kosti se nezhojily. Jeden z nezhojených paklobů byl znovu operován, byla mu pod CT navigací aplikována spongiosa, transsakrální tyč a jeden iliosakrální šroub.

Klinický výsledek. Souhrnné zhodnocení klinických výsledků CT navigovaných operací je velmi obtížné pro široké individuální rozdíly v závažnosti celkového rozsahu poškození pánve.

Šroub do zadní stěny acetabula

Operační výkon. Ve všech 7 případech se jednalo o málo dislokované, jednoduché zlomeniny zadní stěny acetabula. Zavedení CT navigovaného šroubu bylo obdobné jako aplikace iliosakrálního šroubu.

Komplikace. Nedošlo k peroperační ani pooperační komplikaci. Postup vyžaduje přítomnost zkušeného rentgenologa, který musí identifikovat místo, kudy prochází n. ischiadicus.

Grafický výsledek. U všech operovaných pacientů se podařilo spolehlivě fixovat úlomek zadní stěny v anatomickém postavení a u 4 sledovaných pacientů došlo ke kostnímu srůstu. Ve sledovaném období nebyly zaznamenány známky poúrazové artrózy ani vytvoření kolemkloubních osifikací.

Klinický výsledek. Všichni 4 sledovaní pacienti měli výborný funkční výsledek s plným rozsahem hybnosti v kyčelním kloubu.

DISKUSE

Perkutánní fixace zlomenin pánve a acetabula jednotlivými šrouby představuje relativně nový postup a indikace nejsou přesně definovány. Také terminologie dosud není ustálená. Poněkud kontroverzní jsou i názory odborníků. Dle Rommense (20): „*otevřená repozice a vnitřní fixace zůstává standardem péče při stabilizaci pánve a acetabula. Jen zkušený chirurg může posoudit, zda perkutánní postupy mohou být alternativou nebo jen užitečnou součástí konvenčních metod*“. Jiný pohled na tuto problematiku má Giannoudis a spol. (9), který tvrdí: „*i když repozice zlomeniny prováděné perkutánní technikou zřejmě nebude mít lepší výsledky ve srovnání s otevřenou repozicí, jejich výhodou je malá invazivita a snížení počtu komplikací. To opravňuje chirurga akceptovat i o něco horší výsledky kloubní repozice*“. Zastáváme obdobný názor jako Giannoudis a spol., podobně jako další autoři (6, 12, 16, 24). Matta uvádí použití samostatných šroubů při pánevních operacích ve 27 % případů (14), což přibližně odpovídá i našim výsledkům (31 %).

Indikací pro aplikaci perkutánních šroubů jsou nedislokované zlomeniny, které se potenciálně mohou dislokovat, např. transtektální příčné zlomeniny acetabula (1, 12). Další indikací jsou málo dislokované zlomeniny, které lze sevřít vhodně umístěným šroubem, např. zlomeniny *massa lateralis ossis sacri* (28). Zlomeniny, které jsou dislokovány závažněji, musí být pečlivě zreponovány před zahájením operace. Přesnou repozici lze dosáhnout různými metodami: užitím trakce a rotace za postiženou končetinu, zavedením joy-sticku do proximálního femuru či lopaty kosti kyčelní, aplikací dočasněho zevního fixátoru nebo distraktoru zavedeného např. za oba trochantery. Vhodný je i limitovaný otevřený přístup s použitím např. asymetrických pánevních kleští, pánevního bodce apod.

Repozici je vhodnější provádět ve spinální anestezii, která přináší dokonalejší svalovou relaxaci (25). Důležitý je i timing výkonu, dosáhnout kvalitní zavřené repozice je možné jen do 5 dnů od úrazu. (7, 9, 18)

Dle našich zkušeností se samostatné šrouby uplatňují při třech různých operačních postupech. Za prvé: zavedení perkutánních šroubů může být zcela samostatným operačním výkonem, např. při stabilizaci zlomeniny sakra iliosakrálními šrouby. Při druhém způ-

sobu lze perkutánní techniku použít jako součást limitovaného operačního přístupu, např. zavedení příčného supraacetabulárního šroubu po otevřené repozici transverzálních zlomenin pánve. Ve třetí modifikaci pak při otevřeném operačním výkonu usnadňuje perkutánní či otevřené zavedení kanylovaných šroubů stabilizaci některých fragmentů (např. pubický šroub) a omezuje tak rozsah operačních přístupů. V případě použití perkutánních šroubů jako zcela samostatného operačního výkonu byla opakovaně provedena operace ve dvou dobách, kdy perkutánní výkon následoval po předchozí otevřené operaci s časovým odstupem i několika dny.

Užití perkutánních šroubů při pánevních operacích přináší všechny obecné výhody málo invazivních výkonů. Mohou být aplikovány u polytraumat, při rozsáhlých devastacích měkkých tkání, při spáleninách, lze je použít u starých polymorbidních pacientů. Usnadňují i plicní ventilaci např. včasnou stabilizací odlomené lopaty kosti kyčelní; perkutánní aplikace šroubů také zkracuje operační čas, zmenšuje rozsah operačních přístupů, urychluje mobilizaci pacienta i zkracuje dobu hospitalizace. Tato metoda je výhodnější i v případě budoucí endoprotézy kyčelního kloubu.

Na druhé straně mezi zásadní nevýhody této metody patří riziko iatrogenních komplikací. Bezpodmínečný důraz je kladen na zcela přesné umístění šroubů, protože všechny popisované perkutánní pánevní šrouby jsou zaváděny do „úzké bezpečné zóny“ (9, 24). Takže platí varování Starra: „*navzdory použití malých incizí je riziko pro pacienta velmi vysoké a může vést ke katastrofickým důsledkům*“ (24). Domníváme se, že by výkony měly být prováděny v traumatologických centrech se zázemím okamžité dostupnosti především cévních chirurgů (6).

Obecně dáváme přednost kanylovaným spongiózním šroubům pro jejich schopnost komprese fragmentů. Pokud jsou šrouby zaváděny tak, aby procházely protilehlou kortikalis (příčný supraacetabulární šroub, šroub do zadní stěny acetabula), pak jsou vhodnější kanylované samovrtné šrouby, kdy nehrozí průnik vodičného drátu do oblasti malé pánve. Vodič drát je zaveden pouze před protilehlou kortikalis. Méně používané dlouhé kortikální šrouby 3,5 mm, někdy označované jako „plazivé šrouby“, mají výhodu v tom, že při zavádění do horních ramének stydkých kostí obvykle neproniknou mimo intramedulární prostor. Jsou vhodné u mladých pacientů, fragmenty však nekomprimují, mají v podstatě funkci hřebu. V oblasti zadního segmentu pánve lze vedle samostatných šroubů s úspěchem použít i perkutánně zaváděné kanylované sakrální tyče, popř. transsakrální tyče „trans iliac-sacral-iliac bar“ (28).

ZÁVĚR

Perkutánní fixace zlomenin pánve a acetabula samostatnými šrouby představuje v některých lokalizacích relativně nový operační postup a indikace dosud nejsou přesně definovány. Zavedení perkutánních šroubů může být provedeno 1. jako zcela samostatný operační výkon, 2. perkutánně zaváděné šrouby mohou být součástí limi-

tovaného operačního přístupu a 3. jednotlivé samostatné šrouby mohou usnadnit stabilizaci fragmentů také při otevřeném operačním přístupu.

Perkutánní technika je vyhrazena pro nedislokované nebo málo dislokované zlomeniny pánve a acetabula a přináší všechny obecné výhody málo invazivních výkonů. Nevýhodou metody je poměrně vysoké riziko iatrogenních komplikací. Z tohoto pohledu by měl výkon provádět operátor s dobrými znalostmi nejen kostní anatomie, ale i anatomie měkkých tkání pánve, schopný zaměnit perkutánní výkon za standardní otevřený přístup v situaci pochybného či nepřesného výsledku použitých navigačních technik nebo v případě nedostačité repozice a stabilizace dosažené perkutánní metodou. Neméně důležité jsou i zkušenosti celého operačního týmu s použitím navigačních technik. Teprve po splnění všech těchto podmínek lze posoudit, kdy je užití perkutánní stabilizace vhodné a bezpečné.

Spolehlivé a bezpečnější zavádění šroubu přináší některé z nových navigačních metod.

Literatura

1. CROWL, A. C., KAHLER, D. M.: Closed reduction and percutaneous fixation of anterior column acetabular fractures. *Comput. Aided Surg.*, 7:169–178, 2002.
2. CULEMANN, U., MARINTSCHEV, I., GRAS, F., POHLEMANN, T.: Infra-Acetabular Corridor—Technical Tip for an Additional Screw Placement to Increase the Fixation Strength of Acetabular Fractures. *J. Trauma*, 70: 244–246, 2011.
3. EBRAHEIM, N. A., RUSIN, J. J., COOMBS, R. J., JACKSON, W. T., HOLIDAY, B.: Percutaneous computed tomography stabilization of pelvis fracture, preliminary report. *J. Orthop. Trauma*, 1: 197–204, 1987.
4. EBRAHEIM, N. A., COOMBS, R. J., RUSIN, J. J., HOEFLINGER, M. J., JACKSON, W. T.: Percutaneous CT-guided stabilization of complex sacroiliac joint disruption with treaded compression bars. *Orthopedics*, 15: 1427–1430, 1992.
5. DŽUPA, V., CHMELOVÁ, J., PAVELKA, T., OBRUBA, P., WENDSCHE, P., ŠIMKO P.: Multicentrická studie pacientů s poraněním pánve: základní analýza souboru. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 76: 404–409, 2009.
6. FRANK, M., DÉDEK, T., TRLICA, J., FOLVARSKÝ J.: Perkutánní osteosyntéza předního pilíře acetabula: první zkušenosti. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 77: 99–104, 2010.
7. GAO HONG, LUO CONG-FENG, HU CHENG-FANG, ZHANG CHANG-QING, ZENG BING-FANG: Percutaneous screw fixation of acetabular fractures with 2D fluoroscopy-based computerized navigation. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 130: 1177–1183, 2010.
8. GAY, S. B., SISTROM, C., WANG, G. J., KAHLER, D. A., BOMAN, X., McHUGH, N., GOITZ, H. X.: Percutaneous screw fixation of acetabular fractures with CT guidance: preliminary results of a new technique. *Amer. J. Roentgenol.*, 158: 819–822, 1992.
9. GIANNODIS, P. V., TZIOUPIS, C. C., PAPE, H.-C., ROBERTS C. S.: Percutaneous fixation of the pelvic ring. *J. Bone Jt Surg.*, 89-B: 145–154, 2007.
10. HUFNER, T., GEBHARD, F., GRUTZNER, P. A., MESSMER, P., STOCKLE, U., KRETTEK, C.: Which navigation when? *Injury* 35: SA30–SA34, 2004.
11. CHMELOVÁ, J., DŽUPA, V., PAVELKA T., BÁČA, V., VAVREČKA, J., OTČENÁŠEK, M., GRILL, R.: Diagnostika zlomenin pánve a acetabula. Praha, Galén, 2009.
12. KAHLER, D. M.: Computer-assisted closed techniques of reduction and fixation. In: TILE, M., HELFET, D. L., KELLAM, J. E.: *Fractures of the pelvis and acetabulum*, 3rd edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 604–615, 2003.
13. KENDOFF, D., GARDNER, M. J., CITAK, M., KFURI, M. Jr., THUMES, B., KRETTEK, C., HÜFNER, T.: Value of 3D fluoroscopic imaging of acetabular fractures comparison to 2D fluoroscopy and CT imaging. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 128: 599–605, 2008.
14. MATTA, J. M.: Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach: a 10-year perspective. *J. Orthop. Trauma*, 20: S20–S29, 2006.
15. MOSHEIFF, R., KHOURY, A., WEIL, Y., LIEBERGALL, M.: First generation computerized fluoroscopic navigation in percutaneous pelvic surgery. *J. Orthop. Trauma*, 18: 106–111, 2004.
16. MOHSINE, E., GAROFALO, R., BORENS, O., WETTSTEIN, M., BLANC, C. H., FISCHER, J. E., MORETTI, B., LEYVRAZ, P. E.: Percutaneous retrograde screwing for stabilisation of acetabular fractures. *Injury*, 36: 1330–1336, 2005.
17. OCHS, B. G., GONSER, Ch., SHIOZAWA, T., BADKE, A., WEISE, K., ROLAUFFS, B., STUBY, F. M.: Computer-assisted periacetabular screw placement: Comparison of different fluoroscopy-based navigation procedures with conventional technique. *Injury* 41: 1297–1305, 2010.
18. PAVELKA, T., DŽUPA, V., RYŠAVÝ, M., GRILL, R., BÁČA, V., SKÁLA-ROSENBAUM, J., CHMELOVÁ, J., OTČENÁŠEK, M.: Poranění pánevního kruhu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.* 73: 405–413, 2006.
19. POHLEMANN, T., GÄNSSLEN, A., SCHELLWALD, O., CULEMANN, U., TSCHERNE, H.: Outcome after pelvic ring injuries. *Injury*, 27, (Suppl. 3): B31–B38, 1996.
20. ROMMENS, P. M.: Is there a role for percutaneous pelvic and acetabular reconstruction? *Injury* 38: 463–477, 2007.
21. ROUTT, M. L., SIMONIAN, P. T., GRUJIC, L.: The Retrograde Medullary Superior Pubic Ramus Screw for the Treatment of Anterior Pelvic Ring Disruption: A New Technique. *J. Orthop. Trauma*, 9: 35–44, 1995.
22. ROUTT, M. L. Jr., NORK, S. E., MILLS, W. J.: Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 375:15–29, 2000.
23. STARR, A. J., BORER, D. S., REINERT, C. M.: Technical aspects of limited open reduction and percutaneous screw fixation of fractures of the acetabulum. *Op. Tech. Orthop.*, 11: 218–226, 2001.
24. STARR, A. J., JONES, A. L., REINERT, C. M., BORER, D. S.: Preliminary results and complications following limited open reduction and percutaneous screw fixation of displaced fractures of the acetabulum. *Injury*, 32: S45–S50, 2001.
25. STARR, A. J., WALTER, J. C., HARRIS, R. W., REINERT, C. M., JONES, A. L.: Percutaneous screw fixation of fractures of the iliac wing and fracture-dislocations of the sacro-iliac joint (OTA Types 61-B2.2 and 61-B2.3, or Young-Burgess „lateral compression type II“ pelvic fractures). *J. Orthop. Trauma*, 16: 116–123, 2002.
26. STOCKLE, U., SCHASER, K., KONIG, B.: Image guidance in pelvic and acetabular surgery – expectations, success and limitation. *Injury*, 38: 450–462, 2007.
27. SUCHOMEL, P., HRADIL, J., FRÖLICH, R., BARSA, P., LUKÁŠ, R.: Navigační techniky v chirurgii kraniocervikálního přechodu a horní krční páteře. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 76: 137–148, 2009.
28. TALLER, S., LUKÁŠ, R., ŠRÁM, J., BERAN, J.: 100 CT navigovaných operací pánve. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.* 70: 279–284, 2003.
29. TILE, M., HELFET, D. L., KELLAM, J. E.: *Fractures of the pelvis and acetabulum*, 3rd edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 306–307, 2003.

Korespondující autor:

MUDr. Stanislav Taller
Traumacentrum
Krajská nemocnice Liberec a.s.
Husova 10, 460 63 Liberec
E-mail: stanislav.taller@nemlib.cz