

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Lékařská fakulta v Hradci Králové**

# **DISERTAČNÍ PRÁCE**

Doktorský studijní program

**Stomatologie**

**Zlomeniny spodiny očnice**

**Orbital floor fractures**

**MUDr. et MUDr. Radovan Mottl**

Školitel: prof. MUDr. Antonín Šimůnek, CSc.

Hradec Králové, 2021

## **Prohlášení autora**

---

### **Prohlášení:**

Prohlašuji tímto, že jsem doktorskou disertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje. Zároveň dávám souhlas k tomu, aby tato práce byla uložena v Lékařské knihovně Lékařské fakulty v Hradci Králové a zde užívána ke studijním účelům za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou publikační nebo přednáškovou činnost, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

Souhlasím se zpřístupněním elektronické verze mé práce v informačním systému Univerzity Karlovy, Praha.

Hradec Králové, 2021

Radovan Mottl

## **Poděkování autora**

---

### **Poděkování:**

Je mou milou povinností touto cestou poděkovat všem, kdo se podíleli na vzniku této disertační práce.

V první řadě děkuji svému školiteli prof. MUDr. Antonínu Šimůnkovi, CSc. za cenné rady, metodické vedení a za trpělivost.

Dále pak chci vyjádřit vděk přednostovi Stomatologické kliniky LF UK a FN v Hradci Králové doc. MUDr. Radovanu Slezákovi, CSc., doc. MUDr. Romaně Koberové Ivančakové, CSc. za cenné připomínky a rady při tvorbě celé disertační práce a dále MUDr. Janu Schmidtovi za pomoc při konečné úpravě textu. Děkuji i své manželce MUDr. Aleně Mottlové za neskutečnou trpělivost a vytvoření dokonalého zázemí.

Nakonec můj upřímný vděk patří RNDr. Evě Čermákové, z Ústavu lékařské biofyziky, oddělení výpočetní techniky, Lékařské fakulty v Hradci Králové, za pomoc při statistickém zpracování dat.

## Obsah

1	Úvod do problematiky .....	1
1.1	Anatomie očnice .....	2
	Spodina očnice .....	4
	Strop očnice .....	5
	Laterální stěna očnice.....	5
	Mediální stěna očnice .....	5
	Obsah periorbity.....	6
1.2	Etiologie a patogeneze zlomenin spodiny očnice.....	8
1.3	Klasifikace zlomenin očnice.....	10
1.4	Klinické příznaky zlomenin spodiny očnice .....	17
1.5	Diagnostika zlomenin spodiny očnice .....	19
1.6	Terapie zlomenin spodiny očnice .....	21
	Typy operačních přístupů .....	22
	Typy implantačních materiálů .....	26
1.7	Možné pooperační komplikace zlomenin spodiny očnice.....	32
2	Cíl práce .....	36
3	Materiál a metodika .....	37
3.1	Materiál.....	37
3.2	Metodika .....	37
3.3	Statistická analýza .....	43
4	Výsledky .....	44
5	Diskuze .....	58
6	Závěr .....	67
7	Seznam použité literatury.....	68

## **Seznam použitých zkratk**

<b>Cm.</b>	Centimetr
<b>CT</b>	Počítačová tomografie
<b>Lat.</b>	Laterální
<b>M.</b>	Musculus
<b>Med.</b>	Mediální
<b>Mm.</b>	Milimetr
<b>MRI</b>	Magnetická rezonance
<b>N.</b>	Nervus
<b>Obr.</b>	Obrázek
<b>PDS</b>	Poly-p-dioxanon
<b>Tab.</b>	Tabulka

## Souhrn

Autor sledoval závislost výskytu pooperačních komplikací (enoftalmus, diplopie a porucha inervace *n. infraorbitalis*) chirurgicky léčených zlomenin spodiny očnice na použitém implantačním materiálu, velikosti defektu a typu fraktury. Do studie bylo zahrnuto celkem 67 pacientů se zlomeninou spodiny očnice typu "pure" a "impure", kteří byli přijati na Stomatologickou kliniku FN HK, oddělení ústní, čelistní a obličejové chirurgie, v letech 2009 až 2020, byli indikováni k operačnímu výkonu a následně operováni. Jednalo se o 41 mužů a 26 žen.

Ve studii byl použit implantační materiál poly-p-dioxanon ve formě PDS fólie tloušťky 0,5 mm (Ethicon, Johnson & Johnson, Deutschland), titanová síťka tloušťky 0,4 mm (Synthes GmbH, Oberdorf, Schweiz), materiál Medpor tloušťky 1,5 mm (Porex Surgical Products Group, Newnan, USA), individuálně zhotovený „Tomanův sloupek“ a fyziologickým roztokem naplněný balónek Foleyova katétru.

Výsledky práce ukazují, že při použití titanové síťky k rekonstrukci spodiny očnice došlo k vyššímu výskytu poruchy inervace *n. infraorbitalis* ( $p=0,0245$ ) než při použití ostatních implantačních materiálů. Dále byl zaznamenán rozdíl ve výskytu enoftalmu 2 mm a více, závislém na relativní velikosti defektu spodiny očnice. Výskyt enoftalmu 2 mm a více byl statisticky významně častější u pacientů s defektem tvořícím  $53,1\pm 8,9\%$  plochy spodiny očnice v porovnání s pacienty s menší plochou defektu, a to 6 měsíců po výkonu ( $p<0,001$ ) a 1 rok po výkonu ( $p<0,001$ ). Zároveň byla zaznamenána závislost velikosti defektu spodiny očnice na výskytu poruchy inervace *n. infraorbitalis*. Porucha inervace *n. infraorbitalis* za 6 měsíců po výkonu byla statisticky významně častější u pacientů s defektem tvořícím  $43,5\pm 9,8\%$  plochy spodiny očnice v porovnání s pacienty s menší plochou defektu ( $p=0,0117$ ). Výskyt této komplikace za 1 rok po výkonu byl přítomen statisticky významně častěji u pacientů s defektem tvořícím  $44,8\pm 10,8\%$  plochy spodiny očnice v porovnání s pacienty s menší plochou defektu ( $p=0,0078$ ).

Závěrem lze konstatovat, že v případě defektů spodiny očnice větších než 40 % její plochy se riziko vzniku pooperačních komplikací ve smyslu enoftalmu a poruchy inervace *n. infraorbitalis* zvyšuje.

## Summary

This work aimed to assess the impact of the implant material, the size of the defect, and the type of fracture on postoperative complications of surgically treated base orbit fractures. The monitored complications were enophthalmos, diplopia, innervation disorders of the infraorbital nerve. A total of 67 patients with "pure" and "impure" orbital fractures were enrolled in this study. The patients were examined, indicated for surgery, and operated at the Dental Clinic of the University Hospital in Hradec Kralove at the Department of Oral, Maxillofacial and Facial Surgery between 2009 and 2020. The group of patients included 46 men and 26 women.

In the study, we compared several types of implant materials, i.e., 0.5 mm thick poly-p-dioxanone PDS foil (Ethicon, Johnson & Johnson, Germany), 0.4 mm thick titanium mesh (Synthes GmbH, Oberdorf, Switzerland), 1.5 mm thick Medpor (Porex Surgical Products Group, Newnan, USA), an individually made Toman column, and a Foley catheter balloon filled with saline.

This study showed that the use of titanium mesh for the reconstruction of the orbit base led to a higher incidence of innervation disorders in the infraorbital nerve area ( $p=0.0245$ ), compared to the use of other implant materials. Furthermore, a difference in the incidence of enophthalmos 2 mm and more depending on the relative size of the orbital defect was detected. The occurrence of enophthalmos 2 mm and more was statistically significantly more frequent in patients with a defect of  $53.1\pm 8.9\%$  of the orbital area than in patients with a smaller defect area. The difference was compared 6 months after the operation ( $p<0,001$ ) and 1 year after the operation ( $p<0,001$ ). The incidence of innervation disorder in the infraorbital nerve region was also dependent on the relative size of the orbital defect. Six months after the operation, the innervation disorder in the infraorbital nerve area was statistically significantly more frequent in patients with a defect of  $43.5\pm 9.8\%$  of the orbital area than in patients with a smaller defect area ( $p=0.0117$ ). One year after the operation, this complication was present statistically significantly more often in patients with a defect of  $44.8\pm 10.8\%$  of the orbital area than in patients with a smaller defect area ( $p=0.0078$ ).



# 1 Úvod do problematiky

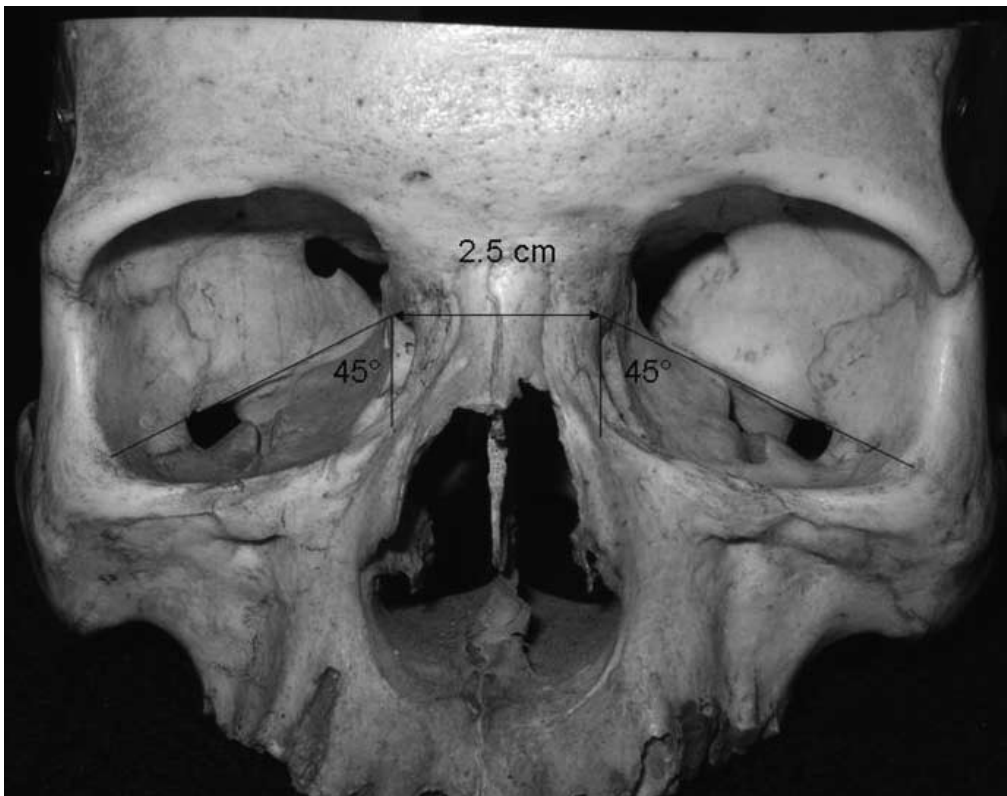
Úrazy očníce patří k nejčastějším obličejovým traumatům. Je to dáno exponovanou polohou v obličeji a anatomii orbity, jejíž stěny jsou tenké. Fraktury očníce se vyskytují samostatně, nebo v kombinaci s ostatními zlomeninami obličejového skeletu. Nejčastěji se jedná o zlomeninu zygomaticomaxilárního komplexu, frakturu typu Le Fort II a Le Fort III a zlomeninu naso-orbito-ethmoidálního komplexu. Přibližně polovinu všech fraktur orbity tvoří izolovaná zlomenina, a to buď fraktura oční spodiny, nebo zlomenina mediální stěny očníce [1]. Ačkoli svým rozsahem orbita zaujímá poměrně malou část celkového skeletu, tak vzhledem k přítomnosti důležitých anatomických struktur v očníci může dojít při jejím poranění k závažným komplikacím vedoucím až ke slepotě postiženého oka. Z tohoto důvodu je správné ošetření těchto zlomenin podstatou co nejlepšího terapeutického výsledku. Při nesprávném operačním postupu jsou pak případné komplikace jako enoftalmus, dvojitě vidění nebo porucha funkce okohybných svalů pro pacienta obtížně slučitelné s návratem do aktivního života. Izolovaná zlomenina spodiny očníce byla poprvé popsána MacKenziem v roce 1844. Pro fraktury očníce je často používán termín "blow-out fracture" neboli hydraulická zlomenina. Toto označení dobře vystihuje mechanismus úrazu. Tupé násilí působící ve velké ploše je vedeno na bulbus, který jako koule naplněná vodou způsobí podle fyzikálních zákonů o stejnoměrném šíření tlaku v kapalinách zlomeninu v nejslabším místě kostěné stěny očníce.

Při poranění orbity může dojít ke zlomeninám všech jejích stěn, izolovaná zlomenina spodiny očníce je však vzhledem k její anatomické struktuře nejčastější. Průměrná tloušťka kostní stěny spodiny očníce činí podle Jonese 0,35 - 0,5 mm [2]. Podle Hoffmanna tvoří úrazy orbity asi 40 % všech kraniofaciálních zlomenin, izolovaná zlomenina spodiny očníce pak z tohoto počtu představuje asi 67-84 % [3]. Tyto úrazy bývají přítomny nejčastěji u mladých dospělých mužů a nejméně postiženou věkovou skupinou jsou děti mladší 8 let [4-6]. Incidence těchto úrazů se poslední dobou zvyšuje zejména díky dopravním nehodám při vysokých rychlostech.

V práci je popsána a diskutována současná problematika úrazů očníce, způsoby jejich terapie a možné komplikace léčby a jejich případné řešení.

## 1.1 Anatomie očníce

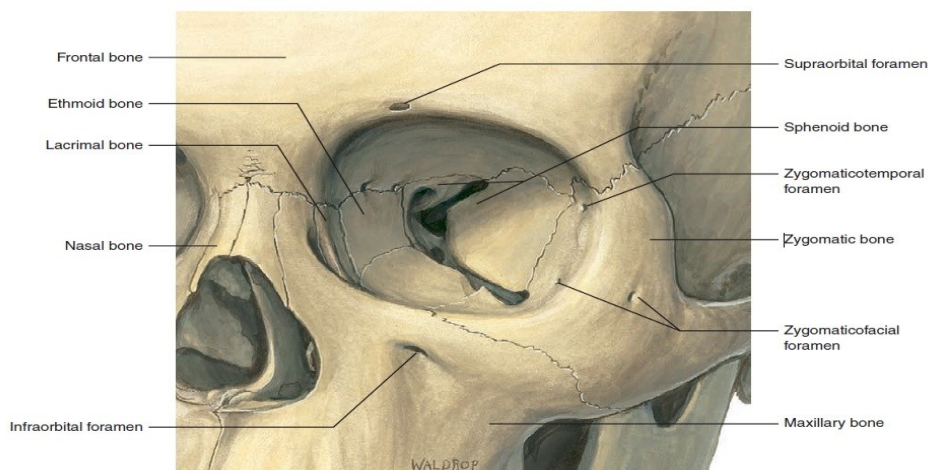
Předpokladem co nejlepšího výsledku léčby zlomenin orbity je dokonalá znalost anatomie. Whitnall přirovnává tvar orbity k ležící čtyřboké pyramidě, jejíž osa je orientována dorsomediálně. Osy obou orbit se imaginárně střetávají v průsečíku, který leží distálně za *dorsum sellae* [7]. Obě mediální stěny probíhají prakticky paralelně, u dospělého jsou od sebe vzdáleny cca 2,5cm (obr. 1) a s laterální stěnou tvoří úhel 45° [8].



**Obr. 1** Přední pohled na lebku.

*Převzato z: Rene, C. (2006). Update on orbital anatomy. Eye, 20(10), str. 1120 [9].*

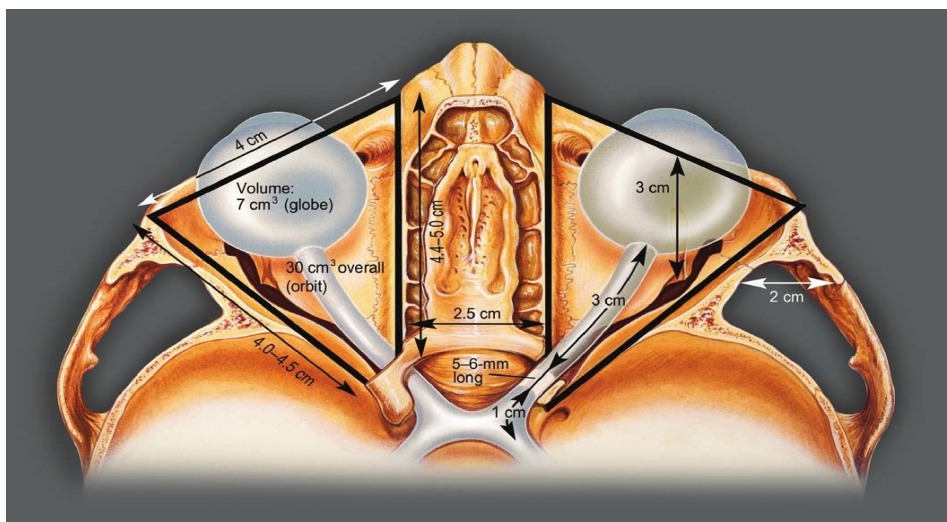
Pro orbitu platí tzv. pravidlo sedmi “The rule of seven“. V praxi to znamená, že očníci tvoří celkem 7 kostí (obr. 2) a obsahuje celkem 7 nitročních svalů a 7 nervů [10].



**Obr. 2** Přední pohled na levou očnici.

*Převzato z: Dutton, J. J. (2011). Atlas of Clinical and Surgical Orbital Anatomy E-Book str. 22, Elsevier Health Sciences [11].*

Podle Jonese je průměrná vzdálenost dolního a horního okraje očnice 35 mm a vzdálenost mediálního a laterálního okraje orbity 40 mm. Nejširší místo orbity pak leží asi 1 cm za jejím předním okrajem [2]. Apex orbity je situován ve vzdálenosti 44-50 mm od předního očníkového okraje (obr. 3).

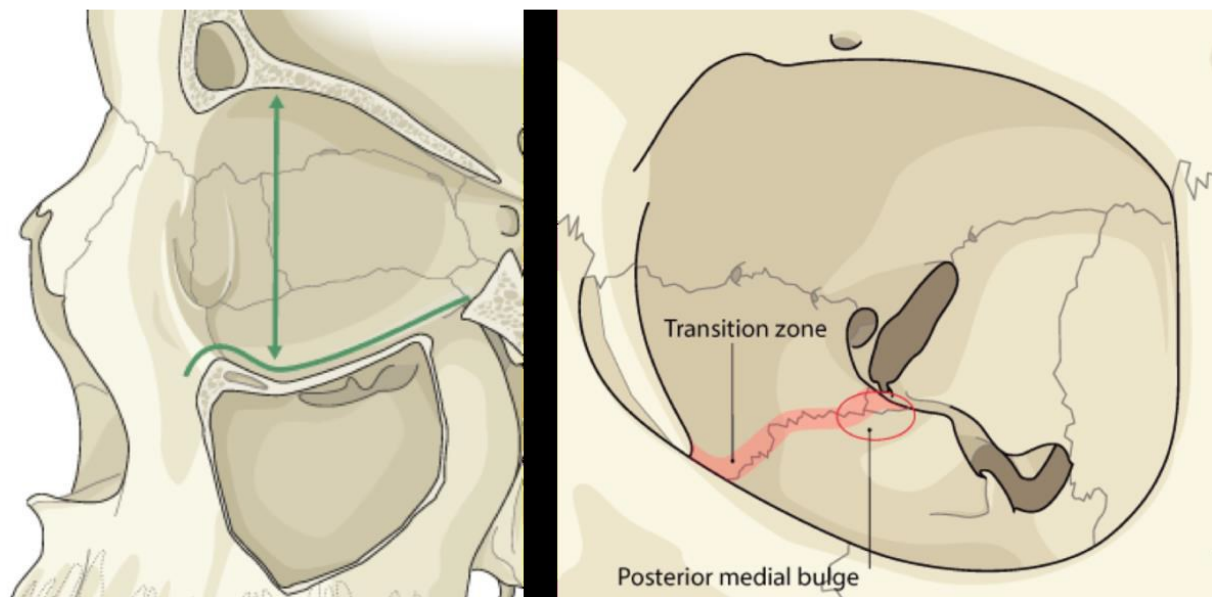


**Obr. 3** Rozměry orbity u dospělého.

*Převzato z Rootman, J., Stewart, B., & Goldberg, R. A. (1995). Orbital surgery: a conceptual approach, str. 53. Lippincott Williams & Wilkins [12].*

## Spodina očnice

Spodinu orbity, která je zároveň i stropem čelistní dutiny, tvoří *os zygomaticum*, *facies orbitalis maxillae* a *processus orbitalis ossis palatini* (obr. 4). Dno orbity má tvar trojúhelníku. Základnou je dolní okraj očnice a vrcholem je výstup optického nervu. S průměrnou délkou 40 mm je spodina ze všech stěn očnice nejkratší. Tloušťku kosti spodiny očnice měřili ve svých studiích mnozí autoři. Jones uvádí tloušťku kosti v rozmezí 0,37 mm až 0,59 mm [2]. Converse zkoumáním 50 anatomických preparátů zaznamenal tloušťku stěny v intervalu 0,35 - 0,5 mm [13]. *Locus minoris resistentiae* dna orbity je silné 0,2 - 0,7 mm a je uloženo mediálně od *sulcus* a *canalis nervi infraorbitalis* [14]. Nejdolnější část dna orbity je v místě výběžku patrové kosti a v případě rozsáhlejších rekonstrukcí slouží toto místo jako vzpěra pro implantovaný materiál, a to nejčastěji pro titanovou síťku. Při rekonstrukci spodiny očnice je důležité si uvědomit, že spodina orbity není plochá, ale má tvar ležícího S [8]. V anglosaské literatuře je tato morfologická charakteristika označována jako **“lazy S configuration”**. Podle Kolka existuje tzv. **“key area”**, (obr. 4) jíž je dorzální posteromediální část orbity, přičemž v případě dislokace úlomků v této oblasti může dojít ke vzniku diplopie [15]. K podobným závěrům došel ve své publikaci i Jaquier, který uvádí, že pokud není poškozena mediální část ohraničení *fissura orbitalis inferior*, je rekonstrukce snadnější a riziko vzniku pooperační diplopie menší [16].



**Obr. 4** Pohled z boku spodinu levé očnice, oblast “key area“ označena kroužkem.

Převzato z: [www.surgeryreference.aofoundation.org](http://www.surgeryreference.aofoundation.org): *Bony anatomy of the orbit*.

## **Strop očnice**

Strop očnice tvoří *ala minor ossis sphenoidalis* a *pars orbitalis ossis frontalis*. Má rovněž tvar trojúhelníku. Zlomeniny v této oblasti nejsou příliš časté a většinou jsou součástí těžkých kraniofaciálních traumat. Jako izolované zlomeniny se vyskytují častěji u dětí. Obecně zaujímají cca 1-5 % všech obličejových zlomenin [17, 18].

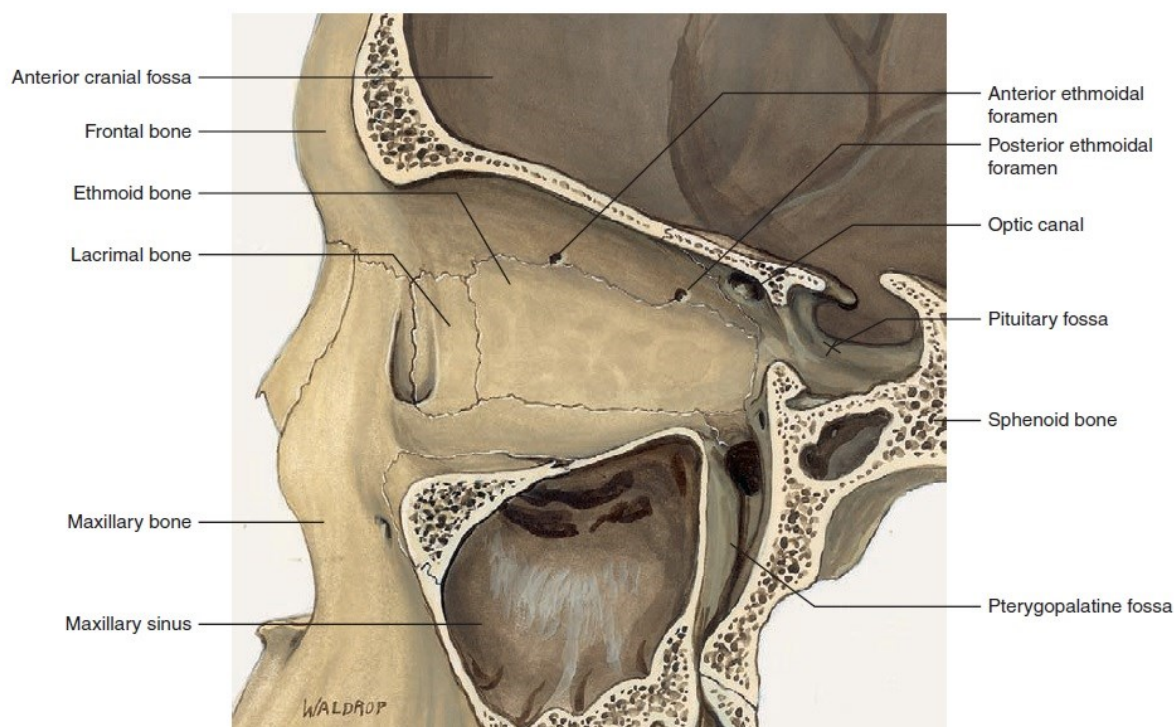
## **Laterální stěna očnice**

Laterální stěnu očnice tvoří *ala major ossis sphenoidalis*, *os zygomaticum* a *os frontale*. Je popisována jako nejsilnější kost tvořící orbitu, její zlomeniny jsou nejčastěji spojeny s frakturami zygomaticomaxilárního komplexu.

## **Mediální stěna očnice**

Jak již napovídá svým synonymem „*lamina papyracea*“, je se svojí tloušťkou pouhých 0,2 - 0,4 mm nejtenčí částí orbity. Tvoří ji *os lacrimale*, *ala minor ossis sphenoidalis*, *processus frontalis maxillae*, *processus orbitalis ossis palatini* a *lamina orbitalis ossis ethmoidalis*. I přesto, že je částečně stabilizována přilehlými sklípky kosti čichové, je při úrazech společně se spodinou očnice zraňována nejčastěji.

V blízkosti mediální stěny je uložen slzný vak a slzné cesty, proto poranění v této oblasti mohou vést k poruše odtoku slz a následné epifoře (obr. 5). Na tomto místě je vhodné se zmínit o anatomické poloze otvorů výstupu *arteria ethmoidalis anterior*, *arteria ethmoidalis posterior* a *foramen opticus* a jejich vzdálenosti od *crista lacrimalis anterior*. Existuje tzv. pravidlo 24 - 12 - 6 mm, v praxi to znamená, že *foramen ethmoidalis anterior* je od *crista lacrimalis anterior* vzdálen 24 mm, *foramen ethmoidalis posterior* je od *foramen ethmoidalis anterior* vzdálen 12 mm a optický kanál je od *foramen ethmoidalis posterior* vzdálen pouze 6 mm [19]. Během operačního výkonu není toto pravidlo příliš aplikovatelné, protože k přístupu na mediální stěnu očnice je využíván retrokarunkulární řez a v tomto případě lze palpatovat pouze *crista lacrimalis posterior* za slzným vakem, a proto je některými autory doporučováno přesné předoperační měření na CT snímcích, než se spoléhat na toto pravidlo [20].



**Obr. 5** Pohled z boku na mediální stěnu levé očnice.

Převzato z Dutton, J. J. (2011). *Atlas of Clinical and Surgical Orbital Anatomy E-Book str. 24, Elsevier Health Sciences [11]*.

### **Optický kanál**

Optický kanál je tvořen velkým křídlem kosti klínové v horní části a v dolní části jejím tělem. Průměrně je 8 mm dlouhý a 6 mm široký. V tomto malém prostoru pak stačí drobné poúrazové krvácení nebo otok, v jehož důsledku pak může dojít k částečnému až úplnému oslepnutí [21]. Vzdálenost optického kanálu od zadní stěny čelistní dutiny činí u dospělých jedinců průměrně 7 mm.

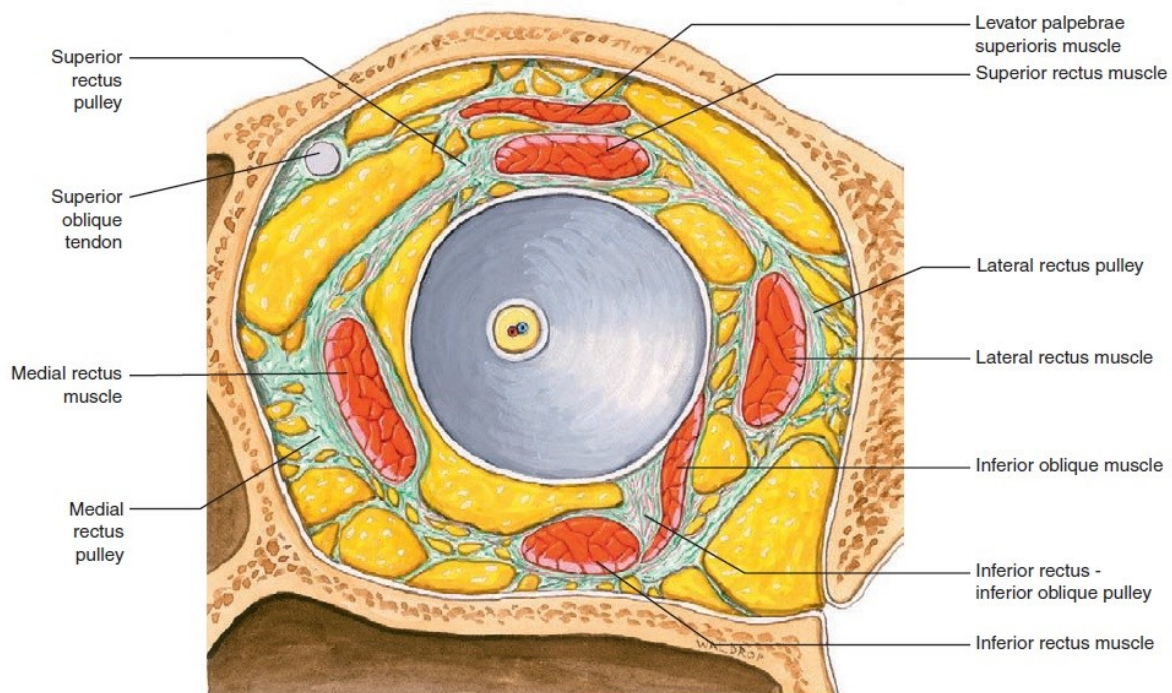
### **Obsah periorbity**

Uvnitř periorbity je celkem 7 svalů, z toho 4 přímé (*m. rectus inferior*, *m. rectus superior*, *m. rectus medialis* a *m. rectus lateralis*) a dva svaly šikmé (*m. obliquus inferior* a *superior*) a posledním svalem je *m. levator palpebrae superioris*. Všechny svaly jsou mezi sebou spojeny vazivovými septy a kryty periorbitálním tukem. Z výše uvedených svalů vzhledem k poranění spodiny očnice mají největší klinický význam *m. rectus inferior* a *m. obliquus inferior*. Při jejich uskřínutí dochází k omezené hybnosti bulbu projevující se klinicky dvojitým viděním.

Obsahem periorbity jsou kromě svalů a periorbitálního tuku také cévy a nervy. Kromě optického nervu jsou pak při zlomeninách očníce nejvíce ohroženy *n. oculomotorius* motoricky inervující všechny okohybné svaly s výjimkou *m. rectus lateralis* a *m. obliquus superior* a dále je ohrožen senzitivní *n. infraorbitalis* probíhající kostěným kanálem na spodině očníce. Retrobulbární tuk má jinou strukturu, než adipózní tkáň omenta a tuk v podkoží. Očnicový tuk je organizován do menších lobulů a většího množství interlobulární vazivové tkáně [22]. Je spojen s extraokulárními svaly a vytváří tak jednotlivé kompartmenty, které dohromady tvoří podpůrnou konstrukci (obr. 6).

Objem orbity bývá v rozmezí 23-26 cm<sup>3</sup>, přičemž objem bulbu z celkového objemu tvoří pouze 6,5-7 cm<sup>3</sup>. U jedinců ženského pohlaví je celkový objem očníce cca o 10 % menší [23].

Existuje i rozdíl v objemu očníce mezi jednotlivými rasami. Udává se, že u Asiátů bývá objem očníce menší než u ostatních ras [23]. Objem očníce u žen se zvyšuje s věkem [24].



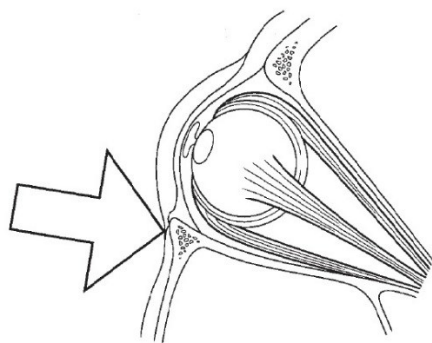
**Obr. 6** Koronární řez levou očníci-septální systém.

*Převzato z: Dutton, J. J. (2011). Atlas of Clinical and Surgical Orbital Anatomy E-Book str. 47, Elsevier Health Sciences [11].*

## 1.2 Etiologie a patogeneze zlomenin spodiny očnice

Ze všech kraniofaciálních traumat zahrnují úrazy oblasti orbity cca 40 % a z toho tvoří izolované zlomeniny spodiny očnice cca 4,4 % - 8,3 % [25-28]. Izolovaná fraktura spodiny očnice, kdy dochází nejčastěji k prolomení kosti mediálně od průběhu *canalis nervi infraorbitalis*, bez poškození okraje orbity je v literatuře označována termínem “pure blow-out“ zlomenina [23, 29, 30]. K traumatům očnice dochází z různých důvodů. Jako nejčastější příčiny jsou některými autory označovány na prvním místě kriminální delikty [23, 25, 31]. Joos ve své práci řadí na první místo dopravní nehody [32]. Rozdílná tvrzení lze vysvětlit různými demografickými a sociálními vlivy. Zlomeniny očnice bývají obecně častější u mužů než u žen. Věk postižených mužů se obvykle pohybuje mezi 20-29 lety a u žen bývají nejčastěji postiženy ženy mezi 40-44 lety [23, 33, 34]. V závislosti na velikosti a na typu použité síly se zlomeniny očnice vyskytují buď izolovaně nebo v případě vysokoenergetických úrazů většinou v kombinaci se zlomeninami dalších kostí střední obličejové etáže a kalvy [4, 16, 35]. Izolovaná zlomenina spodiny očnice s intaktním okrajem, je označována termínem “**pure**“ blow-out zatímco zlomeniny zasahující okraj orbity se označují termínem “**impure**“ blow-out [35].

Vysvětlení mechanismu vzniku blow-out fraktury prošlo svým historickým vývojem. V r. 1901 popsal mechanismus vzniku blow-out zlomeniny René Le Fort a svůj koncept nazval “**buckling theory**“ (obr. 7). Svými pokusy na kadaverech zjistil, že přenos síly působící na okraj očnice způsobí zlomeninu orbitální spodiny. Tento mechanismus vzniku byl později potvrzen i experimentální prací Fujina [36, 37].

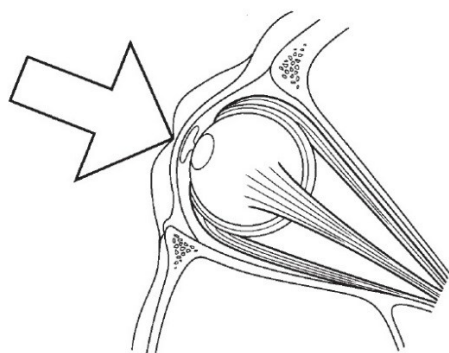


**Obr. 7** Buckling theory.



*Převzato z Waterhouse, N., Lyne, J., Urdang, M., & Garey, L. (1999). An investigation into the mechanism of orbital blowout fractures. British journal of plastic surgery, 52(8), s. 607 [38].*

V roce 1943 publikoval Pfeiffer teorii, kterou nazval **hydraulická**. Její podstatou je fakt, že bulbus funguje jako koule naplněná vodou a při přímém nárazu na bulbus dojde k jeho posunu dorzálním směrem. Tímto mechanismem dojde ke zvýšení tlaku v orbitě, který působí na okolní kost, a to vede k její zlomenině v nejtenčím místě a tou je oblast dna očnice mediálně od průběhu *canalis infraorbitalis* (obr. 8). Waterhouse ve své publikaci dokládá, že v případě úderu vedeném přímo na dolní okraj očnice dojde k prolomení spodiny orbity v její přední a anteromediální části, přičemž mediální stěna nebývá poškozena. Prolaps tkání periorbity pak bývá vzácný. V případech úderů vedených přímo na bulbus dojde k prolomení spodiny i mediální stěny očnice a prolapsu periorbity až v jejích zadních částech [38].



**Obr. 8** Hydraulic theory.

*Převzato z Waterhouse, N., Lyne, J., Urdang, M., & Garey, L. (1999). An investigation into the mechanism of orbital blowout fractures. British journal of plastic surgery, 52(8), s. 607 [38].*

Zajímavá je studie z roku 2002, ve které autor popsal, že pokud působíme na bulbus silou 2940 mJ a více, tak způsobíme zlomeninu spodinu očnice bez herniace [39]. Pokud síla přesáhne hodnotu 4900 mJ, tak dojde k herniaci obsahu očnice do čelistní dutiny, a pokud síla přesáhne hodnotu 6860 mJ, tak se lomná linie rozšíří ještě na mediální stěnu očnice. Fraktura spodiny očnice bez herniace obsahu bývá označována jako zlomenina typu padacích dvířek,

v anglosaské literatuře je označována termínem “trapdoor“ fracture. V případě vysokoenergetických úrazů mohou působit oba mechanismy současně a pak dochází ke kombinovaným zlomeninám s rozsáhlejším poškozením skeletu obličeje [39-41].

### 1.3 Klasifikace zlomenin očnice

První klasifikaci zlomenin očnice uvedl Hammer [42]. Do této doby se většinou pro fraktury orbity používal pouze termín “blow-out fracture“.

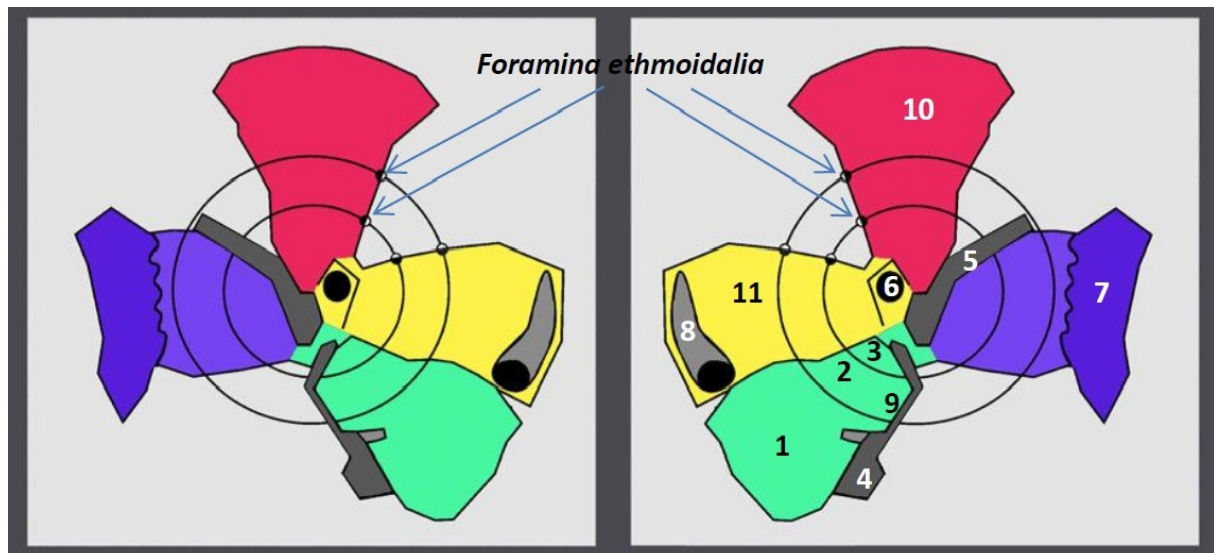
Hammer úrazy očnice rozdělil následujícím způsobem:

- **Lineární zlomeniny**, které se sestávají z malých úlomků, které jsou navzájem spojeny. (Hammer tento typ fraktury přirovnával k rozbité vaječné skořápce)
- **Blow-out zlomeniny**, kde defekt v kosti je menší než  $2 \text{ cm}^2$  a je limitován na jednu stěnu a je zde patrná dislokace úlomků z očnice navenek, nebo naopak dovnitř (blow-in) [25, 43]. Většinou jsou lokalizovány v předních 2/3 kostěné části očnice.
- **Komplexní zlomeniny** očnice, které vznikají jako důsledek vysokoenergetických úrazů, kde bývají poškozeny všechny orbitální stěny. Zlomeniny často zasahují až do oblasti optického kanálu

Další klasifikací uvedenou do praxe byla klasifikace Jaquierého [16]. Jedná se o takzvané orbitální schéma „trojlístku“ (obr. 9.), ve kterém jsou orbitální stěny rozděleny do tří podjednotek (tzv. “treefoil-like“ orbitální schéma), přičemž spodina očnice společně s mediální stěnou tvoří jednu z podjednotek. Autor rozdělil traumatické defekty stěn očnice do celkem 5 kategorií:

- **Kategorie I.** Izolované defekty spodiny, nebo mediální stěny očnice do  $2 \text{ cm}^2$  v zóně 1 a 2 tzn. v její přední třetině.
- **Kategorie II.** Defekt spodiny očnice a/nebo mediální stěny očnice  $>2 \text{ cm}^2$  v zóně 1 a 2 se zachováním kosti mediálně od *fissura orbitalis inferior*.
- **Kategorie III.** Defekt spodiny a/nebo mediální stěny očnice  $>2 \text{ cm}^2$  v zóně 1 a 2, kde je chybějící kost mediálně od *fissura orbitalis inferior*.

- **Kategorie IV.** Defekt celé spodiny očnice a mediální stěny, který pokračuje do zóny 3 a je zde chybějící kost mediálně od *fissura orbitalis inferior*.
- **Kategorie V.** Zahrnuje kategorii IV. s defektem ve stropu očnice.



**Obr. 9** Grafické “Trifoil“- schéma rozdělení zlomenin orbity vpravo a vlevo. 1. spodina levé očnice, přední třetina, 2. spodina levé očnice, střední třetina, 3. spodina levé očnice, zadní třetina, 4. *fissura orbitalis inferior*, 5. *fissura orbitalis superior*, 6. optický kanál, 7. laterální stěna levé očnice, 8. *ductus naso-lacimalis*, 9. mediální část *fissura orbitalis inferior*. 10. strop levé očnice, 11. mediální stěna levé očnice.

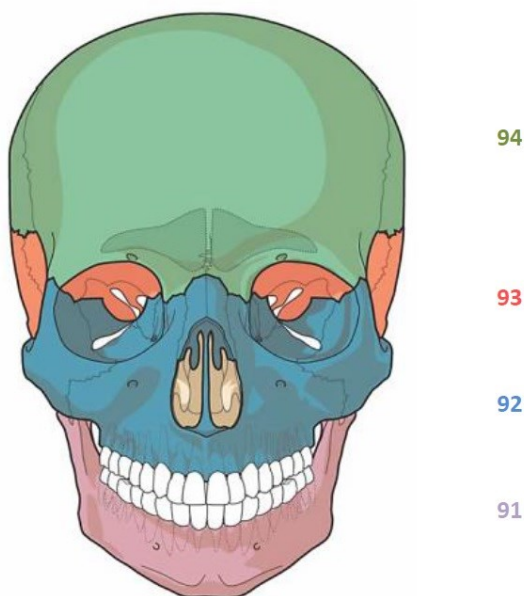
Převzato z Jaquiéry, C., Aeppli, C., Cornelius, P., Palmowsky, A., Kunz, C., & Hammer, B. (2007). *Reconstruction of orbital wall defects: critical review of 72 patients. International journal of oral and maxillofacial surgery*, 36(3), str. 193 [16].

Autoři této klasifikace ve své práci uvádějí, že malé, až středně velké defekty kategorie I. až III. lze ošetřovat pouze jedním typem implantačního materiálu a následná rekonstrukce je jednodušší, než v případech defektů kategorie IV. a V. [16]. Tuto klasifikaci následně využil ve své studii Dubois kde doporučil jednotlivé typy materiálů pro jednotlivé kategorie defektů [44]. V případě defektu kategorie I. doporučuje použít jakýkoliv resorbovatelný materiál s dobrou biologickou snášenlivostí, například PDS fólii. V případě defektů II. a III. kategorie doporučuje využití spíše neresorbovatelných materiálů (titanová síťka, nebo Medpor). V kategorii IV. a V. je zastáncem preformované, nebo na modelu individuálně natvarované titanové síťky [44].

V roce 2012 byla vytvořena organizací AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) nová klasifikace kraniomaxilofaciálních zlomenin. Cílem nové klasifikace bylo přesně topograficky určit lokalizaci fraktury. Toto rozdělení je založeno na datech získaných z CT skenů. Současná „AO-CMF klasifikace traumat dospělých“ je rozdělena do 3 úrovní:

- **Level 1. Elementary systém.**
- **Level 2. Basic regional systém.**
- **Level 3. Focused subregional systém.**

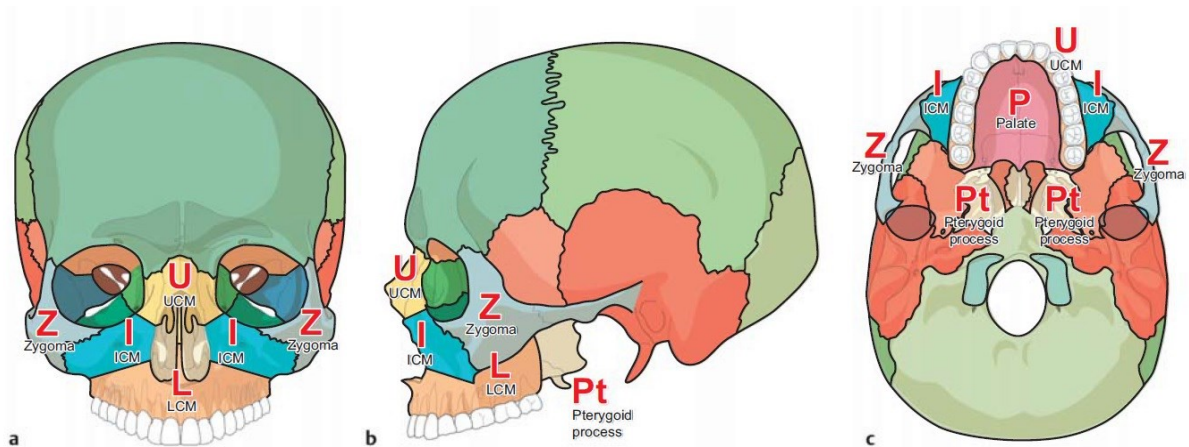
První je základní úroveň (elementary system), jejíž součástí jsou 4 elementární moduly, které jsou tvořeny čtyřmi lebečními kostmi podle původní AO klasifikace dle Müllera [45]. Tyto kosti jsou označeny čísly (obr. 10), dolní čelist má číslo 91, střední obličejová etáž má číslo 92, lebeční spodina má číslo 93 a lebeční klenba má číslo 94.



**Obr. 10** Hlavní lebeční kosti dle původní AO klasifikace dle Müllera (Müller 2012).

*Převzato z Cornelius, C. P., Audigé, L., Kunz, C., Buitrago-Téllez, C., Neff, A., Rasse, M., & Prein, J. (2013). Die neue AO-CMF-Traumaklassifikation für Erwachsene-Überblick, Präzisions-Level und anatomische Module für Unterkiefer, Kiefergelenkfortsätze, Mittelgesicht und Orbita. OP-JOURNAL, 29(02), str. 113 [46].*

V rámci těchto 4 elementárních modulů lze lépe topograficky specifikovat druhou úroveň (Level 2. Basic regional system). Například střední obličejová etáž je rozdělena na centrální a laterální kompartment, centrální kompartment má celkem 3 úrovně a to UCM (upper central midface), ICM (intermediate central midface) a LCM (lower central midface) (obr. 11). Dále bylo nutné na této úrovni označit stranovou lokalizaci a ta je označována písmenem **m**. Pokud se tedy jedná o pravostrannou lokalizaci tak je tečka před písmenem “**m**“ a pokud se jedná o stranu levou, tak je tečka za písmenem “**m**“.



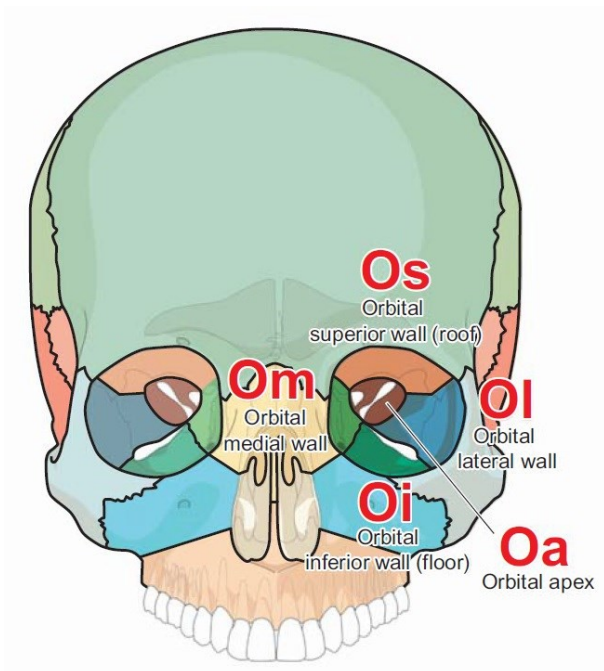
**Obr. 11** Rozdělení střední obličejové etáže a. přední pohled-centrální a laterální část, b. pohled z boku – centrální a laterální část, c. kranální pohled – centrální a laterální část.

*Převzato z Cornelius, C. P., Audigé, L., Kunz, C., Buitrago-Téllez, C., Neff, A., Rasse, M., & Prein, J. (2013). Die neue AO-CMF-Traumaklassifikation für Erwachsene-Überblick, Präzisions-Level und anatomische Module für Unterkiefer, Kiefergelenkfortsätze, Mittelgesicht und Orbita. OP-JOURNAL, 29(02), str. 117 [46].*

Horní centrální skelet anatomicky odpovídá skeletu nosu a frontálním výběžkům maxily. Pomocí těchto podjednotek lze také jasně popsat linie lomu dle původní Le Fortovy klasifikace [47]

- Le Fort I = linie LCM
- Le Fort II = Linie UCM + ICM
- Le Fort III = Linie UCM + ICM +Zygoma

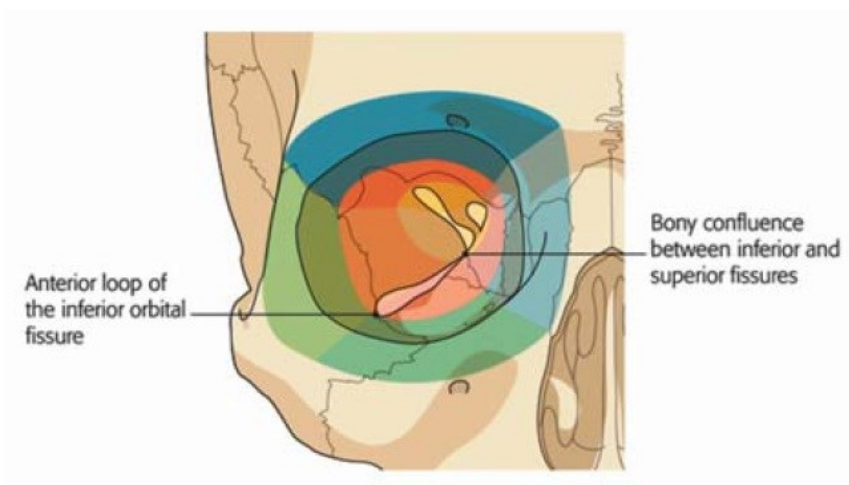
Oblast očnice byla v této klasifikaci rozdělena do pěti podjednotek, a to do čtyřech stěn a poslední podjednotku tvoří apex orbity (obr. 12).



**Obr. 12** Oblast orbity, úroveň 2, rozdělení do 5 podjednotek, Om-mediální stěna očnice, Oi-spodina očnice, Oa-apex orbity, Ol-laterální stěna, Os-strop očnice.

*Převzato z Cornelius, C. P., Audigé, L., Kunz, C., Buitrago-Téllez, C., Neff, A., Rasse, M., & Prein, J. (2013). Die neue AO-CMF-Traumaklassifikation für Erwachsene-Überblick, Präzisions-Level und anatomische Module für Unterkiefer, Kiefergelenkfortsätze, Mittelgesicht und Orbita. OP-JOURNAL, 29(02), str. 117 [46].*

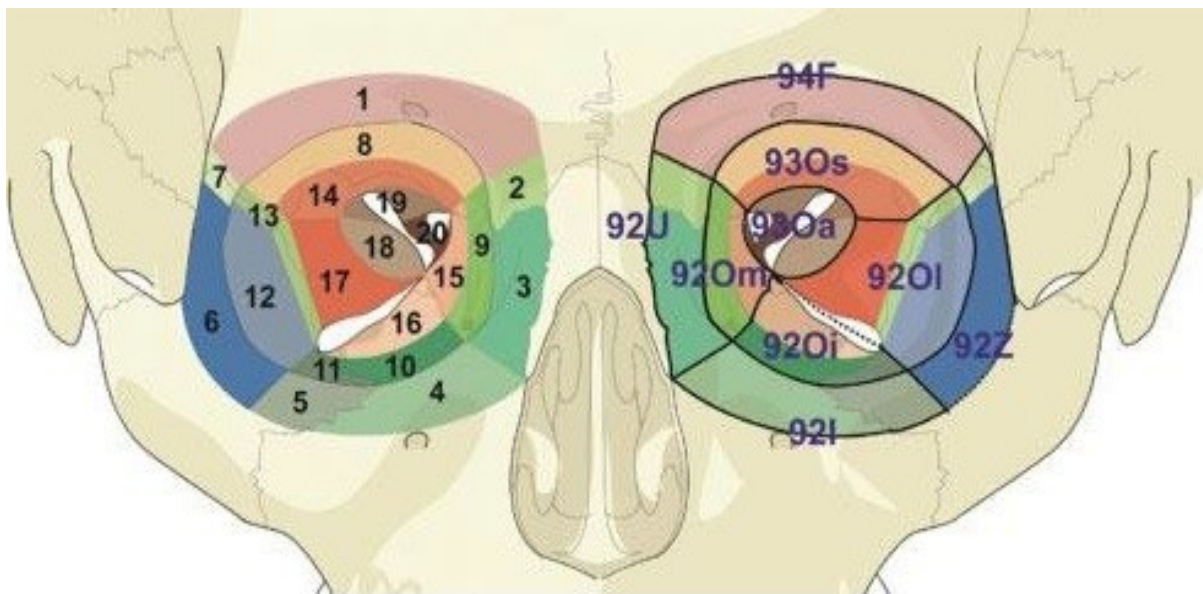
Stěny očnice byly ještě dále rozděleny na tři části, a to oblast přední, střední a zadní orbity (obr. 13).



**Obr. 13** Rozdělení orbity na 3 úrovně, přední, střední a zadní úroveň.

Převzato z Cornelius, C. P., Audigé, L., Kunz, C., Buitrago-Téllez, C., Neff, A., Rasse, M., & Prein, J. (2013). Die neue AO-CMF-Traumaklassifikation für Erwachsene-Überblick, Präzisions-Level und anatomische Module für Unterkiefer, Kiefergelenkfortsätze, Mittelgesicht und Orbita. *OP-JOURNAL*, 29(02), str. 125 [46].

Na úrovni Level 3 (Focused subregional system) je orbita rozdělena do dalších tzv. subregionů (obr. 14, 15). Označení těchto subregionů je označeno velkým písmenem a číslicí. V praxi to znamená, že okraj očnice je označen písmenem **R**, stěna je označena písmenem **W** a apex písmenem **A** [48]. Číslice **1** označuje přední třetinu orbity, číslice **2** označuje střední třetinu orbity a malé písmeno **i** znamená dolní, **s** znamená horní, **m** je mediální a **l** je laterální. Označení **Rs** tedy v praxi znamená horní okraj očnice. Důležité je také označení **W1**, to znamená přední třetina orbity a **W2** je střední třetina očnice.



**Obr. 14** AO-CMF klasifikace-rozdělení očnice do jednotlivým subregionů (popisky v obrázku č. 15).  
Převzato z Kunz, C., Audigé, L., Cornelius, C. P., Buitrago-Téllez, C. H., Rudderman, R., & Prein, J. (2014). The comprehensive AOCMF classification system: orbital fractures-level 3 tutorial. *Craniomaxillofacial trauma & reconstruction*, 7(1\_suppl), str. 94 [48].

Specific level 3 orbital system			Related level 1 and 2 systems				
Subdivisions	ID	Additional description	Code	Region	Subregions	Code	
Orbital rims							
Superior	1		Rs	Cranial vault	Frontal bone	94F	
Medial	2		Rm	Cranial vault	Frontal bone	94F	
Medial	3	Frontonasal maxillary processes	Rm	Midface	UCM	92U	
Inferior	4	Part of ICM	Ri	Midface	ICM	92I	
Inferior	5	Part of zygomatic body	Ri	Midface	Zygoma	92Z	
Lateral	6	Part of zygoma but not zygomatic body	RI	Midface	Zygoma	92Z	
Lateral	7	Area of zygomaticofrontal suture	RI	Midface	Zygoma	92Z	
Orbital walls							
Superior	8	Anterior section of orbit <sup>a</sup>	W1s	Skull base	Anterior	93Os	93A
Medial	9	Anterior section of orbit <sup>a</sup> (including the lacrimal bone)	W1m	Midface		92Om	
Inferior	10	Anterior section of orbit <sup>a</sup>	W1i	Midface		92Oi	
Inferior	11	Anterior section of orbit <sup>a</sup> (including part of zygoma)	W1i	Midface	Zygoma	92Oi	92Z
Lateral	12	Anterior section of orbit <sup>a</sup>	W1l	Midface	Zygoma	92Ol	92Z
Lateral	13	Area of zygomaticosphenoidal suture (greater wing of sphenoid)	W1l	Midface	Zygoma	92Ol	92Z
Superior	14	Midorbit <sup>b</sup>	W2s	Skull base	Anterior	93Os	93A
Medial	15	Midorbit <sup>b</sup>	W2m	Midface		92Om	
Inferior	16	Midorbit <sup>b</sup> (including the palatine bone)	W2i	Midface		92Oi	
Lateral	17	Midorbit <sup>b</sup> (greater wing of sphenoid)	W2l	Midface		92Ol	93M
Orbital apex <sup>c</sup>							
	18	Lateral wall (greater wing of sphenoid)	Al	Skull base	Middle	93Oa	93M
	19	Superior wall (lesser wing of sphenoid)	As	Skull base	Anterior	93Oa	93A
	20	Medial wall	Am	Skull base	Sphenoid bone	93Oa	93S

Abbreviations: ICM, intermediate central midface; UCM, upper central midface.

Note: ID (orbital structure ID as presented in ► Fig. 2).

<sup>a</sup>Corresponding to "anterior third."

<sup>b</sup>Corresponding to "middle third."

<sup>c</sup>Corresponding to "posterior third."

**Obr. 15** Popis subregionů očnice (první 3 sloupce) na úrovni Level 3, každý topograficky vymezený subregion má svoje ID označené číslicí od 1 do 20 a v dalším sloupci je ještě topograficky vymezen. *Převzato z Kunz, C., Audigé, L., Cornelius, C. P., Buitrago-Téllez, C. H., Rudderman, R., & Prein, J. (2014). The comprehensive AOCMF classification system: orbital fractures-level 3 tutorial. Craniomaxillofacial trauma & reconstruction, 7(1\_suppl), str. 95 [48].*

Pokud bychom chtěli podle nové klasifikace označit izolovanou zlomeninu spodinu očnice vpravo, tak by kódové označení mělo následující podobu: **Midface92 Oi.m O (vpravo)W2(i).**



## 1.4 Klinické příznaky zlomenin spodiny očnice

Z klinických projevů dominuje především bolest na postižené straně, dále otok víček a může dojít i ke vzniku periorbitálního hematomu postiženého oka (obr. 16). Pokud dojde v důsledku úrazu k otevřené komunikaci s čelistní dutinou, tak často dochází k epistaxi na postižené straně. Pokud se pacienti snaží krev z nosu vysmrkat, tak se může rozvinout až vzduchový emfyzém tváře na straně poranění [49].



**Obr. 16** Periorbitální hematom v okolí pravé očnice.

Dalším příznakem může být edémem nebo traumatem způsobený exoftalmus, který se s odezněním otoku za 7-10 dní může změnit v enoftalmus. Enoftalmus je definován jako posun očního bulbu v orbitě dorzálním směrem o 2 mm a více [50, 51]. Tento posun činí ve většině případů asi 3-4 mm, může však dosahovat hodnoty až 9 mm [52]. Jako možná příčina bývá označován prolaps tkání periorbity směrem do čelistní dutiny a zvětšení objemu očnice v důsledku posunu jejích stěn [53]. Někteří autoři označují enoftalmus také za důsledek atrofie retrobulbárního tuku [54]. Klinicky se enoftalmus projevuje dystopií bulbu kaudálně, pseudoptózou, retropozicí bulbu a prohloubením supratarzální řasy postiženého oka [55]. Změna polohy bulbu ve vertikálním směru se označuje jako dystopie a je měřena jako rozdíl horizontální polohy zornic [56]. V případě zlomeniny spodiny očnice většinou dochází k posunu bulbu kaudálně.

Významným a varujícím příznakem je diplopie neboli dvojité vidění [57]. Bezprostředně po úrazu si ji postižený jedinec obvykle v důsledku edému víček neuvědomuje. Je však podstatné ji diagnostikovat a zejména pak rozlišit monokulární diplopii při postižení očního bulbu, kdy je příčinou nejčastěji dislokace oční čočky od binokulární diplopie, ke které dochází v důsledku posunu optické osy postiženého oka. Fixovaný objekt se pak zobrazuje na různých místech sítnice obou očí a mozek pak vnímá jeden obraz jako dva. Perzistující diplopie je jednou z indikací operačního řešení zlomeniny [11]. Příčinou diplopie v první fázi po poranění je nejčastěji edém nebo hematoma. Méně časté je uskřinutí okohybných svalů (nejčastěji *m. rectus inferior*) v lomné linii a z toho rezultující omezená hybnost bulbu [22, 35]. Tato příčina je ale důležitá pro načasování operačního výkonu, protože v případě uskřinutí svalu by měl být zákrok proveden nejpozději do 5-7 dní po úrazu, jinak může dojít k zajizvení svalu a vzniku permanentní diplopie [58]. Nejméně častou příčinou dvojitého vidění je paréza okohybných svalů [49].

Častým příznakem provázejícím zlomeniny spodiny očnice ve 25-75 % případů jsou poruchy cití v inervační oblasti 2. větve *n. trigeminus* [59]. Porucha funkce senzitivních nervů po úrazu se obecně vyskytuje ve 4 formách, a to jako **hypestézie** neboli snížená citlivost, pokud se objevují pocity nepříjemného mravenčení, nebo pálení, tak je porucha označována jako **parestézie**, pokud se objevují bolesti, tak hovoříme o **dysestézii** a když postižení jedinci v inervované oblasti necítí žádné vjemy je porucha označována jako **anestézie** [60, 61]. V důsledku kontuze nebo uskřinutí *n. infraorbitalis* v lomné linii si pacienti zpočátku stěžují na hypestézie až anestézie v oblasti tváře, nosního křídla, horního rtu a zubů v horní čelisti na postižené straně. V pozdější fázi může dojít ke vzniku parestézie, nebo dysestézie [23, 33]. Hodnotit poruchu funkce infraorbitálního nervu lze několika způsoby. Nejjednodušším způsobem je hodnocení pomocí nástroje, který má ostrou a tupou část tzv. **sharp/blunt test**, kdy opatrně testujeme dotykem tupým a ostrým koncem zubní sondy poruchy citlivosti a případně si můžeme oblast porušené citlivosti na kůži zakreslit a vytvořit si fotodokumentaci, kdy snímky později porovnáváme a hodnotíme případné změny [62]. Další možností zhodnocení funkce *n. infraorbitalis* je tzv. **TSA test**. Při tomto měření jsou v inervační oblasti 2. větve *n. trigeminus* na kůži umístěny termoelektrody, a to jak na zdravé, tak i na postižené straně [62]. Tímto způsobem je kontrolována funkce vláken A delta a nepostižená strana slouží jako strana referenční. Při vlastním testování se teplota z počátečních 40 °C zvýší o 0,7 °C za sekundu. Jakmile pacient pocítí bolest, může test ukončit stisknutím tlačítka a teplota se

stisknutím tlačítka zaregistruje. Tato metoda je objektivní a získané výsledky v průběhu kontrol je možné objektivně porovnat navzájem a posoudit případné zlepšení.

Další možnou poúrazovou komplikací je vznik retrobulbárního hematomu. Ačkoli jsou retrobulbární hematomy vzácné, jsou jistě potenciální poúrazovou a pooperační komplikací [31]. Incidence retrobulbárních hematomů se zvyšuje u pacientů s antikoagulační terapií [31].

Dalším možným příznakem a zároveň komplikací zlomeniny spodiny očnice je přímé poranění oka ve smyslu ruptury bulbu, odtržení sítnice, nebo dislokace oční čočky, jež se u zlomenin střední obličejové etáže a poranění typu “blow-out“ vyskytuje dle různých autorů asi ve 2,7–90 % [23, 37, 63, 64]. U některých pacientů může také dojít po fraktuře typu “blow-out“ k nenávratnému snížení zrakové ostrosti [65]. K dalším příznakům provázející fraktury spodiny očnice patří hyposphagma neboli subkonjunktivální hematom a v neposlední řadě i poškození optického nervu [59, 66]. Každý pacient s poraněním očnice by měl před chirurgickou intervencí absolvovat oční vyšetření se zaměřením na diplopii a případný posun bulbu.

## 1.5 Diagnostika zlomenin spodiny očnice

Klinické vyšetření při podezření na zlomeninu očnice bývá v důsledku edému měkkých tkání dosti často velmi obtížné.

Příznaky, jako subkonjunktivální hematom, porucha cití oblasti *n. infraorbitalis*, podkožní emfyzém a dvojité vidění by nás vždy měly vést k podezření na zlomeninu očnice. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, každý pacient by měl být po úrazu očnice vyšetřen oftalmologem, v praxi však většinou prvním lékařem, který pacienta vyšetřuje, obvykle není oftalmolog, ale spíše všeobecný chirurg [67].

K základnímu vyšetření patří palpce orbitálních okrajů k případnému vyloučení schodovité deformity, přičemž negativní nález nevylučuje zlomeninu očnice [68]. Dalším nutným vyšetřením je zkouška pohyblivosti bulbů, kdy pacient sleduje prst vyšetřujícího ze vzdálenosti cca 1 m a případná patologie nás může upozornit na možné poškození kostěné stěny orbity s následným uskřínutím okohybného svalu, nebo na traumatickou parézu některého z okohybných nervů. Někdy je však toto vyšetření vzhledem k edému zcela uzavírajícímu oční štěrbinu nemožné a je nutné vyčkat a vyšetřit hybnost bulbu a případnou diplopii až po odeznění

otoku [68]. Vždy bychom měli provést zkoušku reakce očních zornic na osvit, kdy porucha aferentní pupilární reakce může znamenat poškození optického nervu. Při tomto vyšetření (tzv. **swinging flashlight test**) vykazuje zornice na postižené straně zpomalenou reakci na přímou stimulaci světlem, zatímco při přímém osvitu zdravého oka reaguje postižená zornice normálně [69]. Důležitým indikátorem možného poškození očního nervu je porucha barevného vnímání, přičemž jako první je narušeno vnímání červené barvy [70].

Dříve byl při podezření na zlomeninu očnice indikován rentgenový snímek, nejčastěji semiaxiální snímek lbi (tzv. Watersova projekce).

Za přesvědčivé rentgenologické známky zlomeniny byly označovány [14]:

- Syndrom visící kapky (zastínění v čelistní dutině způsobené prolapsem periorbity)
- Hemosinus
- Dislokace kostěných úlomků
- Emfyzém
- Deprese spodiny orbity

Tyto rentgenové projekce vykazují senzitivitu maximálně 78 % a v době kvalitnějších zobrazovacích metod jsou již klasická rentgenová vyšetření považována za obsoletní [71].

V současné době je většinou zlatým standardem v zobrazení orbity CT vyšetření v axiálních i koronárních řezech zhotovených po 2-3 mm řezech [72]. Někteří autoři doporučují řezy po 0,625 mm [73].

Na základě CT snímků je úkolem radiologa identifikovat potenciální akutní indikace pro chirurgický zákrok, jako jsou retrobulbární hematomy, ruptura očního bulbu nebo komprese optického nervu [68]. Zejména u mladých pacientů se zlomeninami typu “trapdoor“ mohou být indikace k operačnímu výkonu podle CT vyšetření malé a často se projeví pouze jako fissurální zlomenina s herniací měkkých tkání [74]. Radiologické známky uskrínutí okohybných svalů jsou zvláště důležité v případech těžkých polytraumat, kdy je klinická diagnostika obtížná. Další možnou zobrazovací metodu se zřetelem na zobrazení měkkých tkání a možnou přítomnost, nebo nepřítomnost cizích těles představuje vyšetření magnetickou rezonancí (MRI) [75].

Pokud máme podezření na cizí těleso kovového charakteru v očnici, tak je vyšetření magnetickou rezonancí kontraindikováno, protože kovové části mohou při MRI vyšetření vést

k oslepnutí [72, 76]. V tomto případě je nutné provést CT vyšetření, kde na rozdíl od třísek ze dřeva nebo úlomků skla je CT zobrazení na kov extrémně citlivé [76-78]. Výhodou vyšetření pomocí MRI je přesnější diferenciací měkkých tkání a nízké ozáření čočky, což je zvláště důležité u dospívajících [76]. Určitou nevýhodou vyšetření magnetickou rezonancí představuje dlouhá délka jeho trvání a v případě akutního traumatu většinou nejsme schopni zaručit, aby se pacient při vyšetření MRI vůbec nehýbal [72, 76, 79, 80].

## 1.6 Terapie zlomenin spodiny očníce

Léčba zlomenin spodiny očníce může být konzervativní nebo chirurgická. Zda operovat, nebo neoperovat zůstává kontroverzní otázkou již po řadu desetiletí a názory na možný postup léčby se v průběhu času mění.

V roce 1957 Smith a Regan definovali zlomeniny typu blow-out nejen jako nezávislou entitu zlomeniny a vytvořili předpoklady o mechanismu vzniku, ale také poskytli terapeutické doporučení. Chirurgický zákrok u všech zlomenin spodiny očníce nejdéle do 3 týdnů po traumatu byl prosazován k dosažení co nejlepších výsledků [30]. Pod vlivem této studie a mnoha dalších publikací byla rychlá chirurgická terapie považována za jediný prostředek k obnovení funkce a estetiky [81, 82]. Pravděpodobně kvůli zprávám o komplikacích nebo přetrvávajících symptomech po operaci zaujali někteří autoři protichůdný postoj [35, 64, 83-85].

V roce 1972 Crikelair vytvořil koncept, ve kterém navrhoval operovat pouze ty zlomeniny, u kterých přetrvává diplopie a enoftalmus i po dvou týdnech od úrazu a u nichž je tento typ zlomeniny patrný na CT [86]. V roce 1974 Puttermann publikoval klinickou studii se souborem 57 pacientů se zlomeninou spodiny očníce léčených pouze konzervativně bez ohledu na rentgenový obraz a funkční potíže. U všech pacientů došlo k vymizení diplopie do 4 měsíců od úrazu [87]. V roce 1991 však svůj postoj přehodnotil. Doporučoval týdenní léčbu kortikosteroidy a čekat 3 týdny, zda dojde k ústupu diplopie. Podle toho se pak rozhodoval, zda operovat nebo postupovat konzervativně [54].

Se zavedením CT diagnostiky a relativizací všech výše zmíněných extrémních pohledů byly indikace k operačnímu řešení rozděleny na případy, které vyžadují **okamžitou** (během několika hodin), **časnou** (do dvou týdnů) nebo **pozdní** terapii. Dnes akceptovanými indikacemi pro okamžitý operační zásah jsou vyvíjející se retrobulbární hematom s kompresí bulbu a

zrakového nervu a dále zlomenina typu “trapdoor“ se stávajícím okulokardiálním reflexem vedoucím k bradykardii, nevolnosti, zvracení a až ke ztrátě vědomí [88-91]. Včasný chirurgický zákrok je indikován, pokud je primární enoftalmus větší než 2 milimetry, přetrvávající diplopie bez uskřínutí okohybných svalů, stejně jako diplopie s prokázanými uskřínutými okohybnými svaly na CT. Izolované zlomeniny baze orbity způsobují enoftalmus pouze tehdy, pokud je defekt ve spodině větší než 50 % plochy spodiny očnice [66].

V 70. letech 20. století nebyla u některých autorů porucha inervace *n. infraorbitalis* indikací k operačnímu výkonu [92]. V 90. letech se tento přístup postupně měnil a porucha inervace *n. infraorbitalis* bez regrese klinických příznaků se stala indikací k operačnímu výkonu [93]. Některými autory je tato indikace stále rozporována z důvodu možného dalšího poškození samotného nervu při vlastní dekompresi [94]. Na našem pracovišti v těch případech, kdy je jedinou indikací k operačnímu výkonu porušená funkce *n. infraorbitalis*, čekáme po dobu 14 dní od úrazu a pokud během tohoto časového intervalu nedojde k žádnému zlepšení indikujeme operační výkon.

V současné době se za absolutní indikaci operačního řešení považují tyto stavy [63]:

- Výrazná dislokace kostěných úlomků
- Defekt spodiny očnice větší než 1 cm<sup>2</sup>
- Poruchy pohyblivosti bulbu spojené s diplopií
- Rentgenologicky potvrzený prolaps tkání do okolních struktur
- Enoftalmus více než 2 mm
- Poruchy citlivosti tváře
- Zhoršení visu

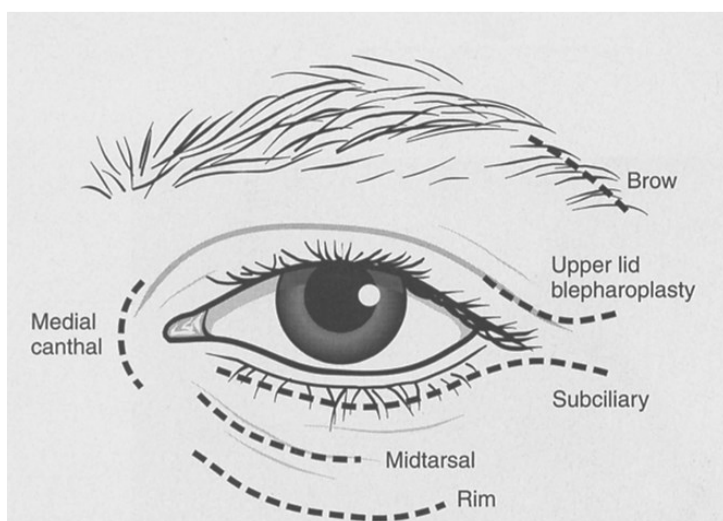
### **Typy operačních přístupů**

Obecně se operační přístupy k rekonstrukci fraktury orbit dělí na extraorální a intraorální.

K extraorálním přístupům patří řezy:

- Infraorbitální
- Subciliární
- Mediopalpebrální

- Transkonjunktivální



**Obr. 17** Schématický nákres operačních přístupů při zlomenině orbity.

Převzato z *Maxillofacial Surgery*. Booth et al., Churchill Livingstone; 2nd Ed., 2007 [95].

- Infraorbitální řez

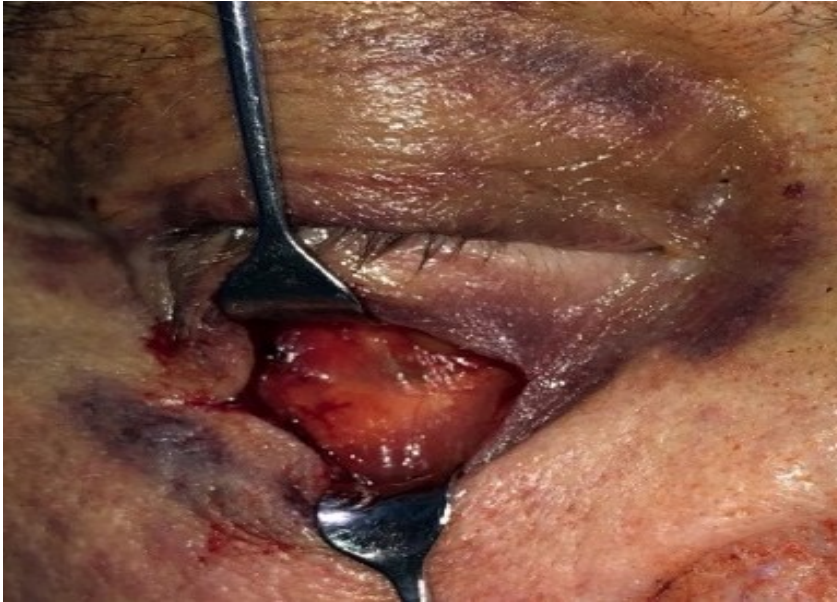
Incize kůže se provádí v kožní vrásce na úrovni *margo infraorbitalis*. Poté se postupnou tupou preparací mezi *m. orbicularis oculi* a orbitálním septem pronikne k dolnímu okraji očníce. Ostře se protne periost přibližně 2 mm kaudálně od okraje. Tento přístup je nejrychlejší, ale jeho nevýhodou jsou poměrně časté pooperační otoky dolního očního víčka (obr. 17) [96]. Z tohoto důvodu Appling doporučuje vést řez dolním víčkem pouze na úroveň laterálního okraje duhovky, aby nedošlo ke vzniku pooperačního lymfedému [97].

- Subciliární řez

Subciliární řez byl poprvé popsán Conversem v roce 1944 a nabízí přístup ke spodině a kaudální části mediální stěny očníce [96, 98]. Řez kůže je lokalizován asi 2 mm od okraje dolního víčka a pak buď podle metody “Skin flap“ se postupuje po povrchu *m. orbicularis oculi* až k dolnímu okraji očníce, kde protne sval i periost. Nevýhodou této metody je možná kožní nekróza a vznik pooperačního ektropia až v 8 % a pooperační retrakce dolního víčka až ve 28 % případů [97, 99]. Jinou metodou je tzv. “skin muscle flap“, kdy po incizi kůže se ve stejné úrovni pronikne tupě svalem až k tarzální ploténce a po ní se pokračuje kaudálním směrem k dolnímu okraji očníce. Po průniku do očníce je možné bezpečně preparovat do vzdálenosti maximálně 30 mm od předního dolního okraje očníce, jinak hrozí riziko poškození očního nervu [42].

- Mediopalpebrální řez

Incize kůže se provádí mezi úrovní řezu subciliárního a řezu infraorbitálního (obr. 17, 18a, b) a stejně jako v případě infraorbitálního řezu se vzhledem ke vzniku možného pooperačního lymfedému nedoporučuje vést tento řez příliš laterálně [97].



**Obr. 18a** Kožní řez středem dolního očního víčka vpravo.

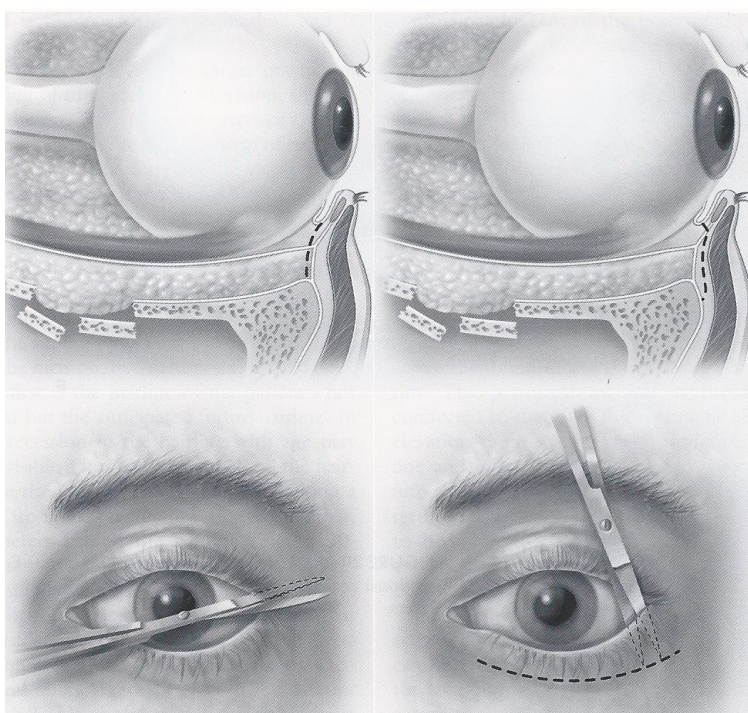


**Obr. 18b** Řez periostem na dolním okraji očnice a obnažení *margo infraorbitalis*.

- Transkonjunktivální řez



Řez je veden spojivkou mezi bulbem a dolním víčkem a dále se pokračuje retroseptálně až k dolnímu okraji očnice, kde se protne periost. Nevýhodou je herniace orbitálního tuku do operační rány. Druhou možností je po prvotním řezu postup preseptální, kdy je asi 5 mm pod tarsem protnuto septum a pokračuje se kaudálně. Je podstatné dodržet tuto vzdálenost od tarsu, jinak hrozí riziko vzniku pooperačního entropia (obr. 19) [63]. Riziko vzniku pooperačního ektropia nebo entropia činí asi 1,2 % [100]. Preseptální řez v kombinaci s laterální kantotomií nabízí výborný přehled operačního pole. Někteří autoři navíc doporučují při operaci každých 5 minut uvolnit dolní oční víčko jako prevenci vzniku pooperačního lymfedému [101, 102].



**Obr. 19** Schématický nákres transkonjunktiválního přístupu.

*Převzato z Fonseca: Oral and maxillofacial Trauma, Volume 1, Third Edition, Elsevier Saunders, 2017, s. 599 [103].*

- Intraorální řez

Intraorální přístup představuje cca 5-7 cm dlouhý řez vedoucí sliznicí fornixu horního vestibula, kde se po obnažení přední plochy maxily a následné antrotomii provádí revize a případná repozice zlomeniny spodiny očnice. Tento přístup by měl být užíván v případech izolovaných

zlomenin očníce pouze ve výjimečných případech, a to například při přítomnosti cizího tělesa v čelistní dutině, maxilární sinusitidě nebo v případech problematické repozice z extraorálního přístupu [104].

### Typy implantačních materiálů

V minulosti se v případech zlomeniny baze orbity používaly různé vzpěry, jimiž byly například Tomanův sloupek (obr. 20) nebo balónek močového katétru naplněný fyziologickým roztokem. Tyto „vzpěry“ jsou dnes již nahrazovány modernějšími materiály.



**Obr. 20** Individuálně zhotovený Tomanův sloupek.

Implantáty používané v současnosti k rekonstrukci spodiny očníce jsou nyní různé. Všechny však musí splňovat několik kritérií jimiž jsou (tabulka 1) [105-107]:

Ideální vlastnosti implantátů	Faktory potřebné pro orbitální rekonstrukci
biokompatibilní	velikost defektu
nekancerogenní	adaptabilita
nealergenní	náhrada objemu
sterilizovatelné	prevence dislokace
radioopákní	možnost další rekonstrukce
chemicky inertní	minimální riziko při dalším traumatu
cenově výhodné	nevrůstat do okolní tkáně

**Tabulka 1** Ideální vlastnosti implantátů.

Podle původu jsou materiály rozděleny na:

- **Autologní** (tkáň pocházející od stejného individua)
- **Allogenní** (tkáň od jedince stejného druhu)
- **Xenogenní** (tkáň od jedince jiného druhu)
- **Alloplastické** (umělé) materiály

**Autologní kost** pro rekonstrukci defektů byla dlouho považována za zlatý standard terapie. Je to dosud používaný materiál [107-109]. Výhodou autologní kosti je její stabilita, tvárnost, vaskularizační potenciál, zabudování do lokální kosti, nízké riziko infekce, nízké riziko expozice a nízké riziko odmítnutí tělem [110]. Kalva se osvědčila jako vhodné dárcovské místo, protože se nachází v blízké operační oblasti a nabízí velké množství kosti [111]. Jako další možná odběrová místa kromě kalvy jsou dále mandibula, maxilla, ilium a žebro [107, 112, 113]. Autologní kost má nevýhodu v možnosti výskytu nekontrolované resorpce štěpu a dalším negativem je nutnost druhé operační rány v místě odběru dárcovské kosti [108, 114].

Z tohoto důvodu se dnes k dosažení lepších výsledků používá celá řada ostatních materiálů různého původu [107, 108, 115].

Přehled používaných materiálů je uveden v následující tabulce (tabulka 2):

Autologní	Alloplastické	Allogenní	Xenogenní
<b>Kost:</b> kalva žebro mandibula maxila ilium <b>Chrupavka:</b> nos ucho	<b>Resorbovatelné:</b> polydioxanon polylaktid polyglykolové kyseliny	dura mater demineralizovaná lidská chrupavka	kost chrupavka jiného živočišného druhu
	<b>Neresorbovatelné:</b> titanová síťka porézní polyetylen silikon teflon nylon bioaktivní sklo		

**Tabulka 2** Rozdělení rekonstrukčních materiálů.

Nejčastěji používanými **allogenními transplantáty** jsou rovněž kost, chrupavka a fascie. Jejich výhodou je, že není nutné provádět další operační výkon k odběru autologního štěpu a neprodlužuje se tak zbytečně celková doba operace.

**Xenogenní transplantáty**, například hovězí chrupavka byly hojně využívány v 50. letech 20. století. Dnes je jejich využití minimální.

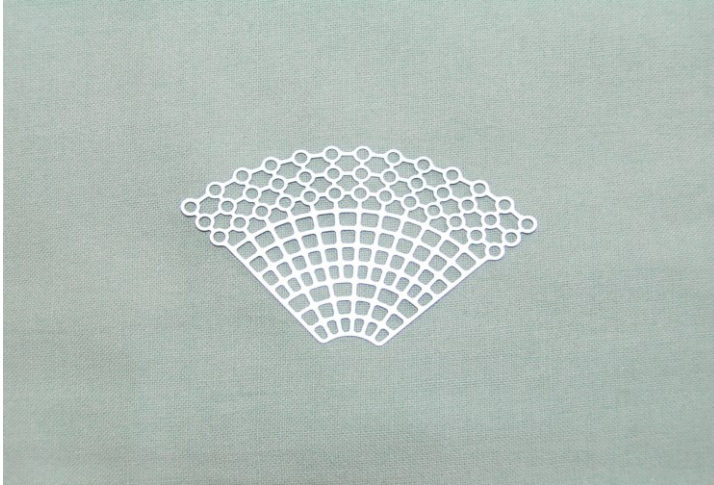
**Alloplastické materiály** se vyznačují především neomezenou dostupností v nejrůznějších tvarech a velikostech a svou individuální tvárností během operace [106, 116]. Kromě toho použití alloplastických materiálů k rekonstrukci orbity obecně eliminuje nutnost vytvoření dalšího operačního pole a tím významně zkracuje dobu operačního výkonu a snižuje riziko infekce. Tyto vlastnosti vedly ke skutečnosti, že syntetické materiály jsou stále více upřednostňovány. Tyto materiály je přesto třeba klasifikovat jako cizí tělesa a mohou tak vyvolat reakci tkáně na cizí těleso [117].

Na trhu jich existuje celá řada. Ideální alloplastický materiál by měl splňovat několik podmínek. Měl by být dostatečně pevný, sterilizovatelný, inertní bez alergogenního potenciálu, snadno manipulovatelný a tvarovatelný a konečně biokompatibilní.

Syntetické materiály rozlišujeme na typy resorbovatelné a neresorbovatelné. K **resorbovatelným** výrobkům patří zejména polydioxanon a polylaktid. Z **neresorbovatelných** materiálů se nejčastěji používají titan, polyetylen, silikon a teflon.

Vzhledem k faktu, že alloplastické materiály jsou v současnosti využívány nejvíce, je vhodné se o některých materiálech zmínit podrobněji. Zástupcem skupiny neresorbovatelných materiálů dostupných v České republice je hojně využívaná **titanová síťka** (Synthes GmbH, Oberdorf, Schweiz), (obr. 21). Vyznačuje se zejména snadnou manipulací během operace, dobrou konturovatelností a sterilizovatelností [106, 116]. Další pozitivní vlastností titanových sítěk je fakt, že jsou rentgenkontrastní a nevykazují tolik artefaktů, jako například nerezová ocel, nebo Vitallium [106, 116, 118]. Po výkonu lze zkontrolovat jejich správnou pozici. Jsou stabilní a lze je v očnici zafixovat a tím výrazně snížit případné riziko jejich pohybu [106, 116]. Další pozitivní vlastností je, že se díky síťovité struktuře implantátu snižuje riziko vzniku a rozvoj retrobulbárního hematomu. Srovnání autologních štěpů a titanové síťky pro rekonstrukci zlomenin spodiny očnice ukázalo podobné výsledky, ale výsledky rekonstrukcí s titanovou síťkou byly architektonicky přesnější [119]. V této studii autoři zkoumali anatomickou pozici rekonstruované spodiny orbity vzhledem k pozici spodiny očnice nepostížené strany na pooperačních CT skenech pomocí výpočtu pixelů v CT [119]. V Kirbyho retrospektivní studii, ve které bylo porovnáno 317 dospělých pacientů léčených autologními štěpy, titanovou síťkou a porézním polyethylenem, bylo zjištěno, že enoftalmus, který se vyskytoval déle, než čtyři týdny po výkonu byl pouze u 14 % pacientů léčených alloplastickým materiálem, zatímco skupina pacientů, kde byla spodina orbity rekonstruována autologní kostí, byl výskyt enoftalmu až ve 23 % [120]. Další velkou výhodou titanové síťky je možnost jejího využití v případě virtuálního plánování, kdy pomocí CAD/CAM technologie zrcadlením (mirroring) traumatem nepoškozené očnice lze defekt při CT vyšetření pacienta virtuálně rekonstruovat a vytvořit tak předtvar titanové síťky, který lze následně použít při operačním výkonu [121, 122]. Touto metodou dosáhneme vynikající anatomické přesnosti a výrazně zkrátíme dobu operačního výkonu. Tento způsob přípravy dlahy však nelze použít při oboustranných zlomeninách orbity. Titanové síťky mají však i své nevýhody. Negativa spočívají v tom, že možná infekce v okolí implantátu může omezit pohyb očních svalů [106, 116]. S teoretickým rizikem dalšího úrazu již dříve operované očnice a nutnosti další operace je dosti obtížné původní titanovou síťku odstranit z důvodu možné fibrózní a osseální integrace [106, 116]. V klinické studii Schuberta bylo zkoumáno působení titanové síťky v orbitě na okolní měkkou tkáň [123]. Autoři studie odebírali biopsie z rekonstruovaných míst 3., 15. a 31. měsíc po operačním výkonu a prokázali, že 31 měsíců po výkonu byl v bioptických vzorcích evidentní mírný chronický zánět a že lze nalézt integraci a vláknitou adhezi měkké tkáně k titanové síťce [123].

O dva roky později Ellis a Messo ve své studii zjistili, že anatomická rekonstrukce orbity pomocí titanové síťky, nebo porézního polyetyleny vykazuje přesnější výsledky než rekonstrukce pomocí teflonu, polydioxanonu, nebo silikonu [116]. Podle Ellise se k rekonstrukci defektů hodí nejlépe síťky průměrné tloušťky 0,4 mm [124].



**Obr. 21** Titanová síťka tloušťky 0,3 mm (Synthes GmbH, Oberdorf, Schweiz).

Zástupcem ze skupiny neresorbovatelných materiálů je porézní polyetylen. K dispozici je v ČR implantát **Medpor** (Porex Surgical Products Group, Newnan, USA) v různých tloušťkách od 0,25 mm do 3,0 mm. Tento materiál vykazuje vysokou míru biokompatibility, pevnosti a stability [125]. V praxi se používá nejen pro rekonstrukci orbitálních defektů, ale i v případech větších kraniofaciálních rekonstrukcí [126, 127]. Jeho porézní struktura umožňuje vrůstání fibrovaskulární tkáně, což má dvě výhody [128]. První výhoda spočívá v poziční stabilitě, a tedy v nízkém riziku extruze, v praxi to znamená, že během výkonu není nutné tento materiál v očnici fixovat a druhou výhodou je rezistence vůči infekci, pokud je implantát plně vaskularizován, k čemuž dochází asi 3 měsíce po rekonstrukci [129-132]. Vaskularizace implantátu s sebou přináší ještě další výhodu v případech, kdy si potřebujeme ověřit polohu implantátu. S použitím intravenózní kontrastní látky je na CT/MRI skenech provedených nejdříve 3 měsíce po výkonu implantát dobře viditelný a operátor je schopen zhodnotit jeho anatomickou pozici [133, 134]. Kontraindikací použití porézního polyetyleny je stav, kdy je při preparaci orbity během operačního výkonu viditelný některý z okohybných svalů, protože následné srůsty mohou vést k omezení pohybu bulbu [134]. Možným řešením této situace při operačním výkonu je inserce interpozičního graftu - autologní chrupavky, který se vkládá mezi obnažený sval a vlastní implantát [56].

Dalším v praxi často používaným materiálem je poly-p-dioxanon ve formě tzv. **PDS – fólie** (obr. 22, 23) o tloušťkách 0,15 mm, 0,25 mm a 0,5 mm (Ethicon, Johnson & Johnson, Deutschland). PDS patří do skupiny alloplastických vstřebatelných materiálů. K hydrolytickým absorpčním procesům dochází po deseti až dvanácti týdnech, ale experimenty na zvířatech ukázaly, že PDS v očníci přetrvává i po dvanácti měsících [106, 116]. Výrobce udává, že PDS fólie by se neměla používat v případě defektů širších než 2 cm a maximální plošná velikost defektu by neměla přesáhnout 2,5 cm<sup>2</sup>. Dle Baumanna, který ve své studii používal PDS o šířce 0,25 mm a 0,5 mm, určitou nevýhodu představuje skutečnost, že první měsíc po operaci ztratí tento materiál 50 % své pevnosti, a proto by neměl být používán v případech defektů větších než 2,5 cm<sup>2</sup>, což v příbalovém letáku doporučuje i výrobce [4]. Z hlediska vzniku případného pooperačního enoftalmu neshledal rozdíl mezi použitím PDS fólie tloušťky 0,5 mm, nebo 0,25 mm [4].

Díky sterilní zánětlivé tkáňové reakci podél resorbovaných polymerních fragmentů je možná i nekompletní nebo granulomatózní resorpce [135]. Kontio vyšetřoval zlomeniny spodiny orbity, kde byla rekonstrukce provedena PDS fólií o tloušťce 0,25 mm a 1 mm. Před a po operačním výkonu bylo provedeno CT a MRI vyšetření a na snímcích po operačním výkonu pozoroval neuspokojivé výsledky rekonstrukce z hlediska anatomické přesnosti [136]. Do této studie bylo však zařazeno 16 pacientů a nebyla zohledněna velikost defektu.

Dietz zjistil, že použití PDS fólie v případě menších defektů je srovnatelné s použitím titanové sítě a vykazuje snadnější manipulaci [137].



**Obr. 22** PDS fólie o rozměrech 0,5x30x40 mm (Ethicon, Johnson & Johnson, Deutschland).



**Obr. 23** Pohled na implantovanou PDS fólii při zlomenině spodiny očnice vlevo.

## 1.7 Možné pooperační komplikace zlomenin spodiny očnice

Nejčastější komplikace objevující se po operacích orbity jsou:

- Diplopie
- Poruchy hybnosti bulbu
- Enoftalmus
- Poruchy čítí v inervační oblasti *n. infraorbitalis*
- Ektropium
- Infekce
- Hematom
- Oslabení nebo ztráta visu
- Poranění slzného vývodu

Diplopie a poruchy hybnosti bulbu se většinou vyskytují současně, není to však pravidlem [4]. Hammer rozděluje diplopii na mírnou, střední a těžkou. Dvojité vidění je dle něj považováno za vážné, pokud je ve všech směrech pohledu, střední je-li pouze ve vertikálním směru a mírné, pokud existuje pouze v extrémních úhlech pohledu [42]. Někteří autoři považují diplopii za klinicky významnou, pokud se vyskytuje již od 30° úhlu pohledu [138]. Poruchy hybnosti jsou nejčastěji pozorovány ve vertikálním směru, a to především při pohybu bulbu směrem nahoru [139]. Mechanismů vzniku této komplikace může být několik. Nejčastější je souvislost



s otokem a hematodem měkkých tkání periorbity vedoucích k prodloužení optické osy oka [54]. Další příčinou může být poškození III. (dáno jeho průběhem po spodině očníce) nebo IV. a VI. hlavového nervu. Většina neurogenních lézí se spontánně upraví za 6-9 měsíců od úrazu [140]. Nelze opomenout i možnost uskrínutí okoohybných svalů (nejčastěji *m. rectus inferior* a *m. obliquus inferior*) v lomné linii. Svou roli nepochybně hraje i dislokace kostních úlomků a z toho rezultující změna polohy bulbu. Výskyt pooperační diplopie je dle literárních zdrojů pozorován přibližně ve 12-37 % [4, 5, 57, 104, 138]. Biesmann ve své práci udává, že jsou-li zlomeniny spodiny a mediální stěny očníce lokalizovány více než 2 cm od předního okraje orbity, riziko permanentní pooperační diplopie se výrazně zvyšuje [5]. Dalším významným faktorem je věk pacientů a načasování operačního výkonu. Riziko vzniku dvojitého vidění se zvyšuje u mladých jedinců, nebo naopak u starých lidí [4]. Roli hraje i užití různých antrálních podpor, například naplněného balónku močového katétru [141]. Diplopii lze léčit jak konzervativně, tak chirurgicky. Mezi konzervativní způsoby léčby patří zejména pohybová cvičení. Pacientům je doporučováno bezprostředně po operaci pohybovat bulby do všech směrů, aby se zabránilo vzniku pooperačních srůstů. V případě neurogenního původu diplopie je doporučována aplikace botulotoxinu do antagonisty paretického svalu, což urychluje návrat k binokulárnímu vidění [42]. Tato léčba však patří do rukou oftalmologů a přesahuje rámec tohoto sdělení. Chirurgická korekce diplopie by měla následovat minimálně 6 měsíců od úrazu. Jejím předpokladem je co nejdokonalejší rekonstrukce stěn orbity. Další možností dlouhotrvající diplopie je korekce prismatickými skly.

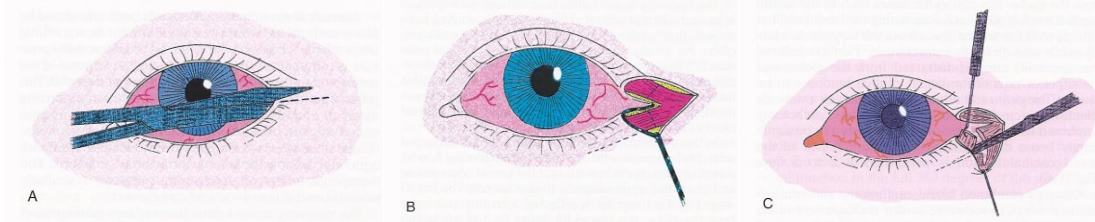
Další nepříjemnou komplikací je vznik enoftalmu. Vyskytuje se v rozmezí 1,5-43,5 % [104, 142]. Příčinou vzniku enoftalmu po úrazu je zvětšení objemu očníce, herniace periorbity do čelistní nebo ethmoidální dutiny, ztráta nebo porušení intrakonálního ligamentózního kompartmentu, atrofie nitročního tuku a případně vznik jizevnatých kontraktur [143-147]. Některými autory není atrofie retrobulbárního tuku považována za možnou příčinu enoftalmu [146]. Whitehouse udává, že zvětšení objemu očníce o 1 cm<sup>3</sup> vede k posunu bulbu o 0,8 mm. Toto platí, pokud je pozice bulbu měřena 3 týdny po traumatu [148]. Klinicky bývá enoftalmus patrný až při posunu bulbu o více než 2 mm. Podle Hammera je pro vznik důležitá také lokalizace fraktury. V případě, že je postižena posteromediální oblast orbity, místo označované jako "key area", pravděpodobnost vzniku enoftalmu se významně zvyšuje [42]. Ruptura periostu a následná herniace měkkých tkání kaudálně může vést i ke změně polohy a tvaru extraokulárních svalů, tyto změny mohou být poté viditelné na koronárních řezech, kde je zřejmé, že původně oválný tvar *m. rectus inferior* se mění na kulatý [70, 149]. Chiasson ve své

práci zjistil, že pokud je defekt spodiny očnice menší než 2 cm<sup>2</sup>, tak se tvar dolního okohybného svalu nemění a dále, že prediktorem enoftalmu je stav, pokud je poměr výšky a šířky dolního okohybného svalu měřené na koronárních CT řezech větší než 1 [55].

Chirurgická korekce enoftalmu je poměrně náročným výkonem s nejistým výsledkem. Výkon spočívá ve zmenšení objemu očnice, nebo v doplnění chybějícího objemu orbity, například kostním štěpem, popřípadě některým ze syntetických materiálů. Při doplnění objemu očnice 5 ml štěpem se posune bulbus směrem vpřed o 3,5 mm [150]. Během 4 až 6 měsíců po operaci pak dochází k posunu bulbu směrem dorzálním, proto by mělo při úpravě enoftalmu dojít k hyperkorekci o zhruba 2-3 mm [118]. Důležité je také správné uložení štěpu. Pokud je štěp uložen příliš ventrálně, nedojde k posunu bulbu frontálně, ale naopak k jeho posunu kraniálním směrem [145]. V posledních letech se stalo velkým pomocníkem v korekčních operacích CT vyšetření, pomocí něhož získá operatér virtuální model lbi pacienta a podle vzoru se vytvoří pryskyřičný model. Pomocí tohoto modelu se přímo vytvaruje nejčastěji titanová síťka použitá později při operačním výkonu [122].

Asi nejobávanější pooperační komplikací je ztráta visu. K této komplikaci dochází podle Girotta v 0,24 % a podle Lentrodta asi v 0,04 % případů [151, 152]. Nejčastější příčinou slepoty po operacích orbity je postupné zvyšování intraorbitálního tlaku v důsledku pooperačního otoku nebo krvácení [151]. V krátké době po traumatu je tato příčina vzácná, protože hematom je drénován defektem do čelistní dutiny. Po operačním výkonu však možnost drenáže většinou odpadá [153]. Při vlastním operačním výkonu se nedoporučuje používat vasokonstrikční přísady, které mohou vést ke snížení průtoku krve *arteria centralis retinae* a následným poruchám visu [152]. V průběhu repozice spodiny očnice může také dojít k poranění *arteria infraorbitalis*. Vzniklé krvácení, které je poměrně obtížně stavitelné, může postupně vést k narůstání tlaku v orbitě a k riziku oslepnutí [154]. Tlakem a hypoxií jsou škody sítnice a *n. opticus* po 2 hodinách již ireverzibilní [155]. Bezprostředně po operaci se proto doporučuje v rámci možností provést oční vyšetření a případně swinging flashlight test [156]. Cole doporučuje provést test barevného vnímání, neboť je známo, že při poškození *n. opticus* je nejdříve narušeno vnímání červené barvy [63]. Narůstající bolest a tlak za očním bulbem, protruze a omezená hybnost bulbu, nauzea, zvracení a bolesti hlavy jsou příznaky upozorňující na postupný rozvoj retrobulbárního hematomu. Tato komplikace by měla být urgentně řešena laterální kantotomií a evakuací hematomu (obr. 24, 25) [156]. Zároveň se doporučuje podávat 1–2 g mannitolu/kg ve formě 20% roztoku po dobu 30-60 min a také 500 mg acetazolamidu jako bolus 4 x denně a 1 g metylprednizolonu intravenózně v jedné dávce [153]. Flood

doporučuje podávat 250 mg metylprednisolonu intravenózně během operace a pak aplikovat další 3 dávky po 6 hodinách [157].



**Obr. 24** Schématický nákres laterální kantotomie.

*Převzato z: Evaluation and treatment of the orbital fractures. Holck et al., Saunders Elsevier; 1st. edition (2006), str. 386 [158].*



**Obr. 25** Pacient po provedené laterální kantotomii pro rozvoj retrobulbárního hematomu.

*Převzato z: Evaluation and treatment of the orbital fractures. Holck et al., Saunders Elsevier; 1st. ed, 2006, str. 382 [158].*

Další pooperační komplikací může být infekce, nejčastěji ve formě maxilární sinusitidy. Literární zdroje uvádějí, že vzniká v méně než 5 % případů a je dobře ovlivnitelná antibiotiky [42].

Nepříjemným komplikujícím stavem je vznik pooperačního ektropia. Vyskytuje se v rozmezí od 0,7-15,6 % [101, 104]. U subciliárního řezu se může ektropium vyskytnout až ve 12 % případů [97]. Při užití řezu infraorbitálního se ektropium téměř nevyskytuje, ale pooperačně může docházet ke vzniku edému víčka [97].

## 2 Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit možnou závislost typu použitého implantátu a velikosti traumatického defektu při rekonstrukcích zlomeniny spodiny očnice na vznik pooperačních komplikací jako jsou diplopie, enoftalmus a poruchy čítí v inervační oblasti *n. infraorbitalis*.

V souboru pacientů bylo hodnoceno zda:

- Existuje závislost mezi velikostí defektu a možnými komplikacemi (enoftalmus, diplopie a porucha inervace *n. infraorbitalis*).
- Existuje závislost mezi typem použitého materiálu a možnými komplikacemi (enoftalmus, diplopie a porucha inervace *n. infraorbitalis*).
- Existuje závislost mezi velikostí defektu a příčinou úrazu.
- Existuje závislost mezi příčinou úrazu a typem zlomeniny (“pure“, nebo “impure“).
- Existuje závislost mezi typem zlomeniny a možnými komplikacemi (enoftalmus, diplopie a porucha inervace *n. infraorbitalis*).

## 3 Materiál a metodika

### 3.1 Materiál

Zkoumaný soubor tvořilo celkem 67 pacientů všech věkových kategorií s izolovanou zlomeninou spodiny očnice typu “pure“ nebo “impure“ způsobenou úrazem. Pacienti v souboru byli vyšetřeni a následně přijati s diagnózou izolované zlomeniny spodiny očnice na Stomatologickou kliniku FN HK, oddělení ústní, čelistní a obličejové chirurgie v letech 2009 až 2020 a byli indikováni k operačnímu výkonu a následně operováni. Ze souboru byli vyřazeni všichni pacienti, u kterých byla přítomna kombinovaná fraktura očnice.

U všech pacientů zařazených do souboru bylo po úrazu provedeno CT vyšetření (přístroj Siemens Somatom Definition AS+) ve 2 mm řezech v axiální, koronární a sagitální rovině. Na CT snímku byla zřetelně vidět fraktura spodiny očnice s herniací, nebo bez herniace obsahu orbity. Klinické údaje byly získány z databáze na základě dat získaných z nemocničního informačního systému AMIS a ze stomatologického informačního systému PCdent (CompuGroup Medical Česká republika s.r.o). Získaná data zahrnovala anamnestické údaje, radiologické nálezy na CT snímcích, operační protokoly a zprávy z ambulantních vyšetření v rámci pooperační péče. Studie byla schválena byla Etickou komisí FN Hradec Králové pod číslem jednacím 202106 P17.

Soubor tvořilo 41 (61,2 %) mužů a 26 (38,8 %) žen. Ve 40 (59,7 %) případech se jednalo o stranu pravou a ve 27 (40,3 %) případech se jednalo o stranu levou. Oboustranné postižení nebylo zjištěno.

### 3.2 Metodika

Před operačním výkonem byla zaznamenána příčina úrazu, věk a pohlaví pacientů. Míra diplopie, enoftalmu a poruchy inervace *n. infraorbitalis* byly hodnoceny v čase T0 (před výkonem), T1 (1 měsíc po výkonu), T2 (3 měsíce po výkonu), T3 (6 měsíců po výkonu) a v čase T4 (1 rok po výkonu). Ve stejných časových intervalech byli pacienti vyšetřeni oftalmologem. Na CT snímcích byla měřena poúrazová velikost plochy defektu spodiny očnice. Tato hodnota byla následně vyjádřena v procentech vztažených k celkové velikosti plochy oční spodiny. Získaná data byla retrospektivně analyzována.

Při pozorování byl hodnocen typ použitého implantačního materiálu. Během operačního výkonu byly použity následující implantační materiály (tabulka 3).

	<b>Implantát</b>	<b>Muži</b>	<b>Ženy</b>	<b>[%]</b>
<b>1.</b>	PDS fólie tloušťky 0,5 mm (Ethicon, Johnson & Johnson, Deutschland)	26	17	<b>64,2</b>
<b>2.</b>	Titanová síťka tloušťky 0,4 mm (Synthes GmbH, Oberdorf, Schweiz)	7	5	<b>17,9</b>
<b>3.</b>	Medpor tloušťky 1,5 mm (Porex Surgical Products Group, Newnan, USA)	6	2	<b>11,9</b>
<b>4.</b>	Foleyův katétr (Tiemann, CH 12 ,5-10 ml, Dahlhausen cz)	1	1	<b>3,0</b>
<b>5.</b>	Tomanův sloupek	1	0	<b>1,5</b>
<b>6.</b>	Nic	0	1	<b>1,5</b>

**Tabulka 3** Použité implantační materiály.

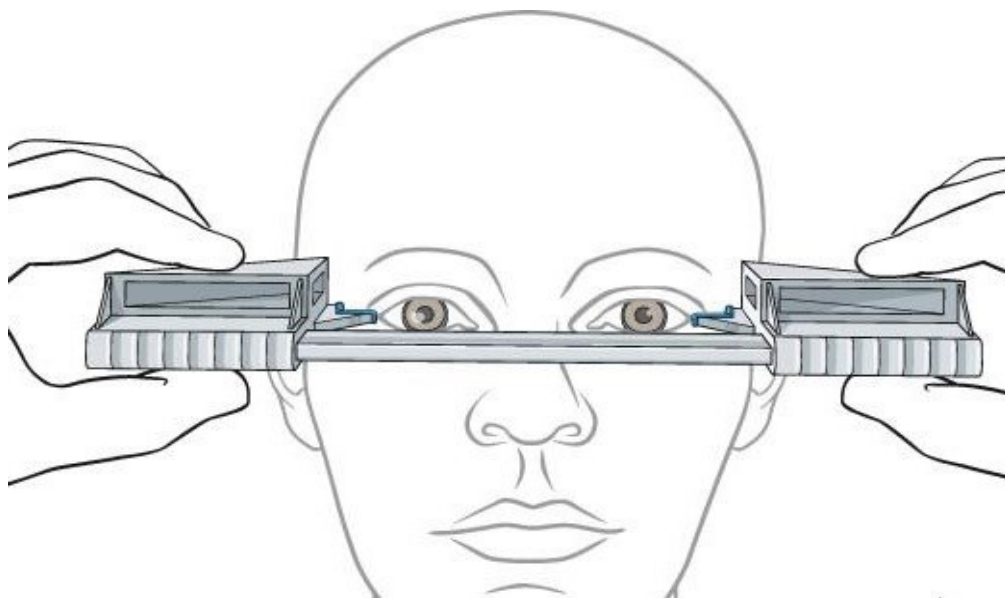
Tomanův sloupek byl po operaci z čelistní dutiny odstraněn za 3 měsíce a Foleyův katétr byl odstraněn za 10 dní.

Při vyšetření očním lékařem byl kladen důraz na přítomnost diplopie, omezenou pohyblivost bulbu a enoftalmus/exoftalmus. Diplopie byla hodnocena pomocí Lancasterova testu. Princip tohoto testu je shodný s principem Hessova štitu. Tento test se liší v technickém pojetí, vyšetření probíhá na vzdálenost dvou metrů. I zde se nachází plátno se sítí s číslováním. Plátno je bílé a síť je na něm tvořena vodorovnými a svislými liniemi s úhlovou vzdáleností 2°. Tato síť je vyznačena do 18° ve směru svislém a 20° ve směru vodorovném. V místech křížení, která jsou v 10°, se nachází kontrolní značky. Tato síť slouží pouze vyšetřujícímu, značky jsou světle šedé a pacient je při vyšetření přes červeno-zelené brýle není schopen vidět. Součástí testování jsou i dvě světelná ukazovátká, jedno svítí v červené barvě a druhé v zelené. Pacient má při vyšetření hlavu fixovanou v opěrce umístěné dva metry před plátnem tak, že jeho pohled směřuje přímo do středu plátna. Pro diferenciaci obrazů se vyšetřovanému nasazují červeno-zelené brýle nebo

se vkládá červený a zelený filtr do zkušební obruby. Vyšetření se zahajuje usazením červeného filtru před levé oko a zeleného filtru před oko pravé. Vyšetřovanému dáme ukazovátko se zeleným světlem. Vyšetřující posvítí červeným ukazovátkem na plátno, během testování vyšetřující zobrazí značku do všech křížení linií a vyšetřovaný má za úkol, aby postupně promítnul svou zelenou značku na všechny červené značky. Polohy promítnutých značek se zaznamenávají do archů. V případě poruchy dochází k rozdílné pozici červené a zelené značky, stejně tak, jako je to na Hessově štítu. Po tomto testování se vyšetřujícímu vymění barevné filtry nebo se zamění světelná ukazovátka a test se provádí ještě jednou [159].

Přítomnost případného enoftalmu/exoftalmu byla měřena Hertelovým exoftalmometrem (obr. 26). Jedná se o nástroj měřící v mm rozdíl mezi přední plochou rohovky a laterálním okrajem očnice. Podmínkou pro jeho použití je intaktní laterální okraj očnice [56]. Signifikantní hodnota pro enoftalmus jsou 2 mm a více.

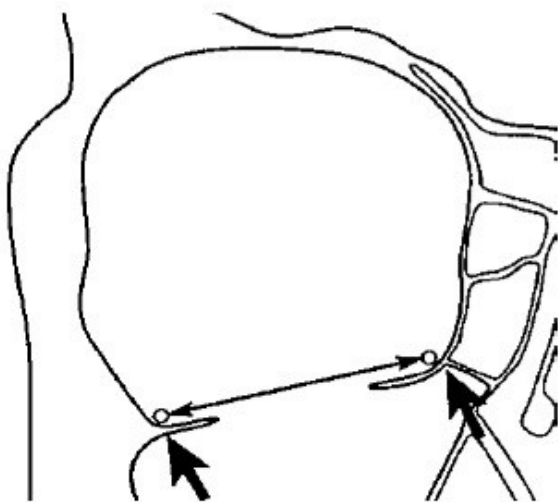
Známky poruchy inervace infraorbitálního nervu byly kontrolovány vzájemným porovnáváním pomocí ostré a tupé palpance zubní sondou tzv. sharp/blunt test a do dokumentace byly údaje zaznamenány ve formě + nebo - [62]. Během vyšetření jsme nerozlišovali, zda se jedná o hypestezii, parestezii, nebo anestezii.



**Obr. 26** Hertelův exoftalmometr.

Převzato z [www.aocmf.org](http://www.aocmf.org).

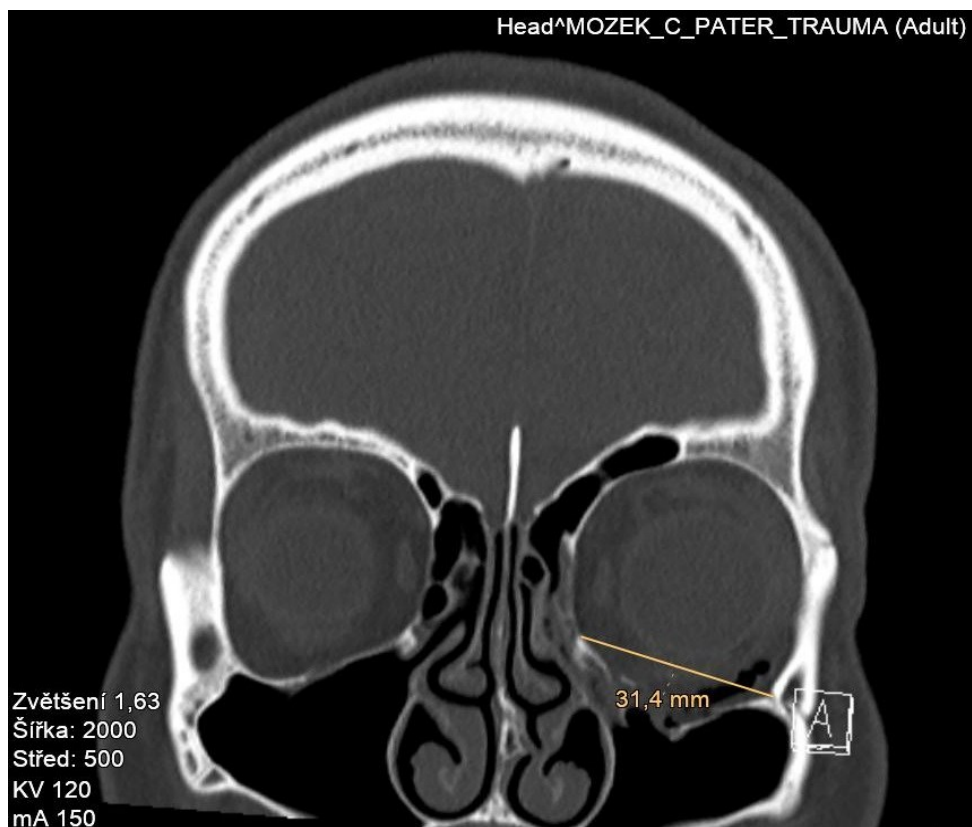
Velikost plochy defektu byla stanovena délkovými měřeními zlomeniny, a to v koronárních a sagitálních řezech v programu JiveX Web VISUS Health IT GmbH, Germany. Přední hranice spodiny očnice byla v předozadním směru stanovena v místě předního okraje orbity a dorzální hranici představoval vstup do optického kanálu. V mediolaterálním směru představovala mediální ohraničení *sutura ethmoidomaxillaris* (obr. 27). Ve všech případech byl v prohlížeči vybrán režim „kostní okno“. Měření délky bylo prováděno jedním lékařem za použití nástroje „měření délky“ poskytnutým pro tento účel. Program vypočítá počet označených pixelů a poté je automaticky převádí na milimetry v závislosti na rozlišení obrazu. Pro měření délky byla vybrána ta vrstva, ve které byla délka zlomeniny největší. Pro výpočet velikosti plochy defektu byl pak použit vzorec pro výpočet obsahu elipsy v podobě  $S = \pi \times a \times b$  [160, 161]. Hodnota **a** ve vzorci znamená ½ nejdelšího rozměru defektu v sagitálním směru a hodnota **b** ve vzorci znamená ½ nejdelšího rozměru v koronárním směru. Stejným způsobem byla vypočítána i velikost plochy celé spodiny očnice, kde hodnota **a** byl nejdelší rozměr orbity v sagitálním směru a hodnota **b** byl nejdelší rozměr očnice v koronárním směru a následně byla velikost plochy defektu k velikosti celkové plochy spodiny očnice vyjádřena v procentech. (obr. 28 a–d).



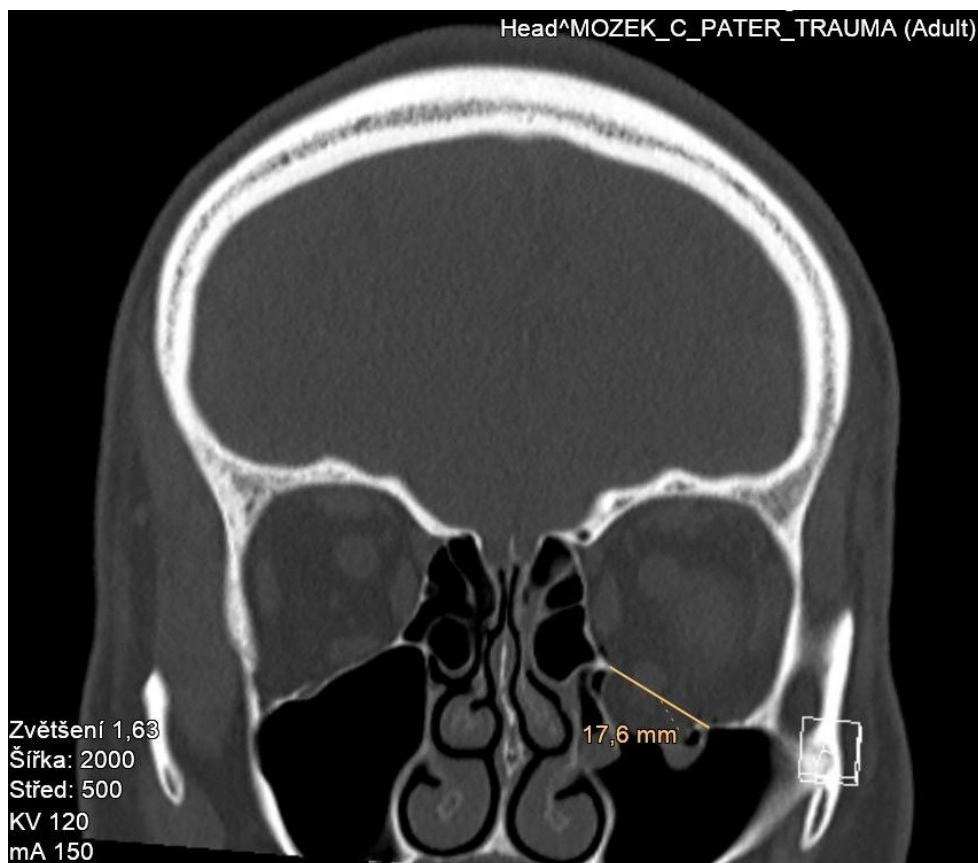
**Obr. 27** Schématický nákres mediolaterálního ohraničení spodiny očnice.

*Převzato z Ploder: A Computer-Based Method for Calculation of Orbital Floor Fractures From Coronal Computed Tomography Scans, J Oral Maxillofac Surg 59:1437-1442, 2001, p. 1440 [162].*

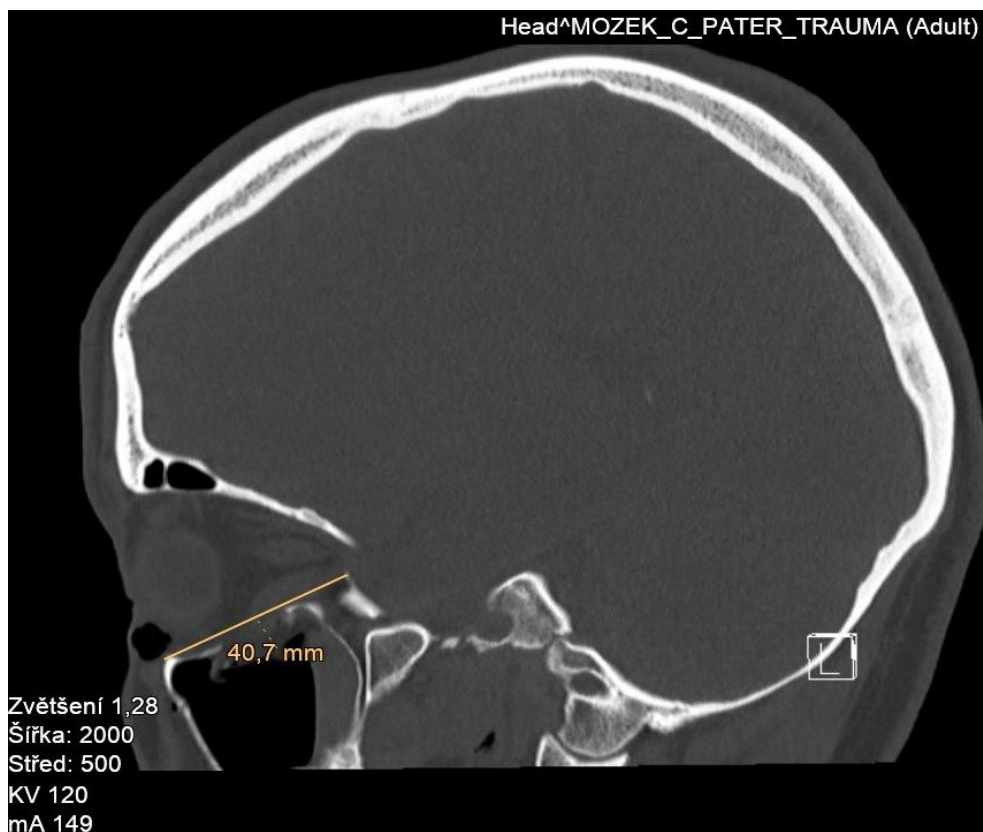




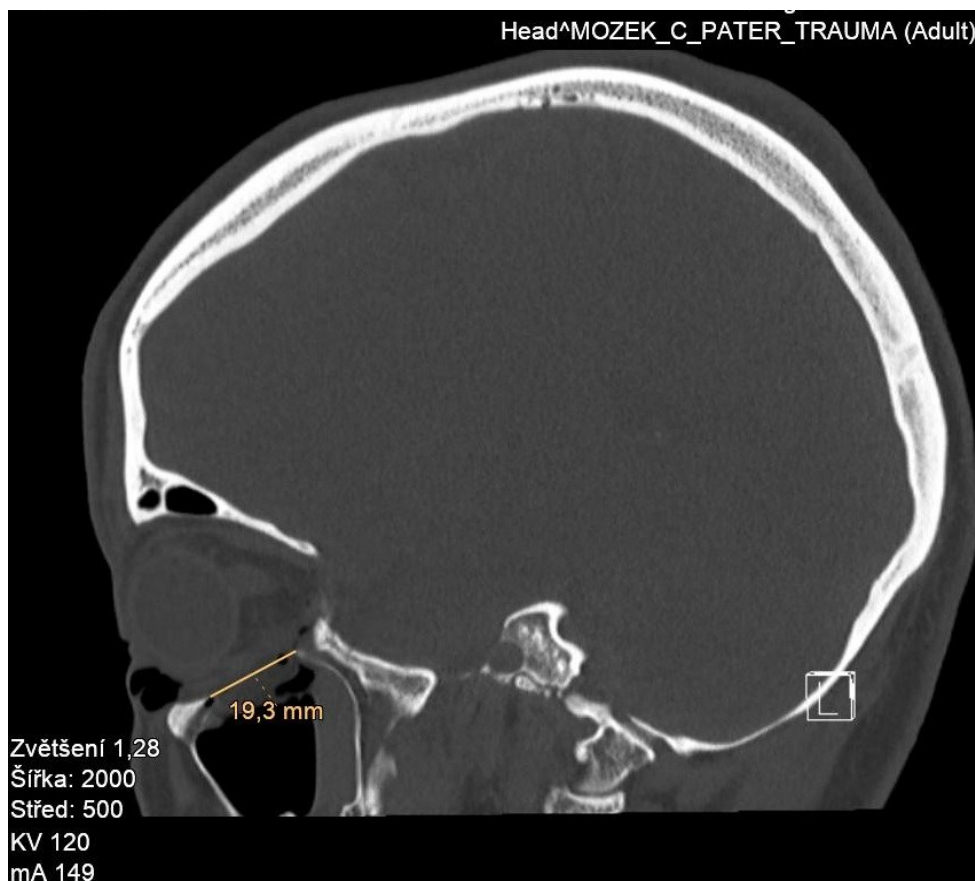
**Obr. 28a** Měření nejširšího rozměru spodiny očnice na koronárním řezu.



**Obr. 28b** Měření nejširšího rozměru defektu spodiny očnice na koronárním řezu.



**Obr. 28c** Měření nejdelšího rozměru spodiny očnice na sagitálním řezu.



**Obr. 28d** Měření nejdelšího rozměru defektu spodiny očnice na sagitálním řezu.

### 3.3 Statistická analýza

Základní získaná statistická data jako je průměr, medián, nejnižší a nejvyšší hodnota byla statisticky zpracována pomocí počítačového programu Excel (Excel 2010, 14.0, Microsoft corporation, Redmond, USA) a statistického softwaru NCSS 2019 Statistical Software (2019). NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA, [ncss.com/software/ncss](http://ncss.com/software/ncss).

Kvantitativní data byla prezentována průměrem a směrodatnou odchylkou. K porovnání dvou skupin byl použit dvouvýběrový t-test, pro porovnání více skupin byla použita neparametrická Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu.

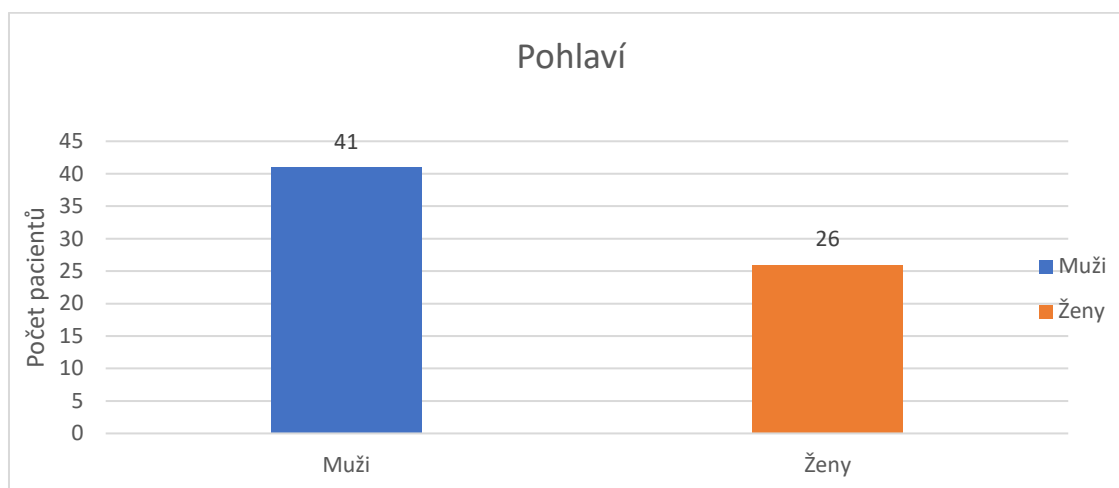
Kvalitativní data byla prezentována absolutními a relativními četnostmi. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí chí-kvadrát testu nezávislosti, případně Fisherova exaktního testu.

Data byla graficky prezentována sloupcovými grafy a sloupcovými grafy s chybovými úsečkami v délce  $\pm$  směrodatná odchylka.

Zvolená hladina významnosti byla  $\alpha=0,05$ .

## 4 Výsledky

Do této studie byl zařazen soubor, který obsahoval celkem 67 pacientů, kteří byli ošetřováni na Stomatologické klinice FN HK, oddělení ústní, čelistní a obličejové chirurgie od 1. 1. 2009 do 31.10. 2020. Jednalo se celkem o 41 (61,2 %) mužů a 26 (38,8 %) žen (graf 1).



**Graf 1** Rozložení pacientů dle pohlaví.

### Věk pacientů

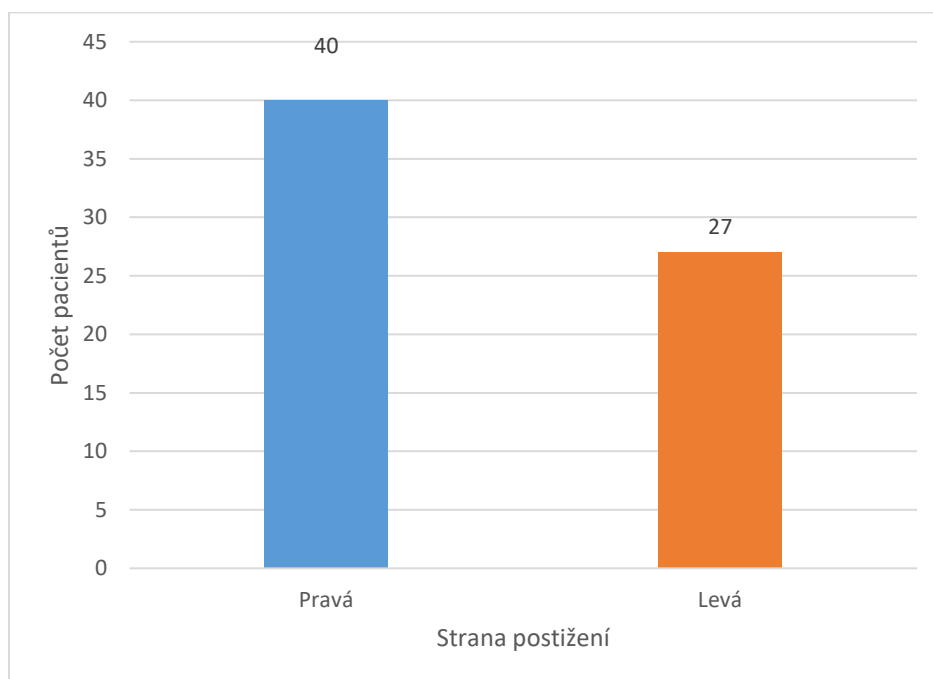
Nejmladšímu pacientovi bylo v době operace 12 r., nejstaršímu 81 r. Průměrný věk pacientů činil 42,7 r., medián 40,0 r. V podskupině mužů byl průměrný věk 39,1 r. (medián 38 r.), nejmladšímu pacientovi bylo 12 r., nejstarší pacient měl 81 r. V podskupině žen byl průměrný věk 48,1 r. (medián 44,5 r.), nejmladší ženě bylo 17 r., nejstarší 73 r. Rozdělení pacientů do jednotlivých věkových kategorií ukazuje následující tabulka (tabulka 4). Z ní je patrné, že nejčastěji zastoupenou věkovou skupinou byli jedinci mezi 30.-40. rokem věku.

	Věk	Muži	Ženy	[%]
1.	0-20 r.	4	2	9,0
2.	21-30 r.	10	2	17,9
3.	31-40 r.	12	5	25,4
4.	41-50 r.	5	6	16,4
5.	51-60 r.	6	2	11,9
6.	61-70 r.	2	7	13,4
7.	71-80 r.	1	2	4,5
8.	81 r. a více	1	0	1,5

**Tabulka 4** Věkové rozložení pacientů dle kategorií ve sledovaném souboru.

### Stranové postižení

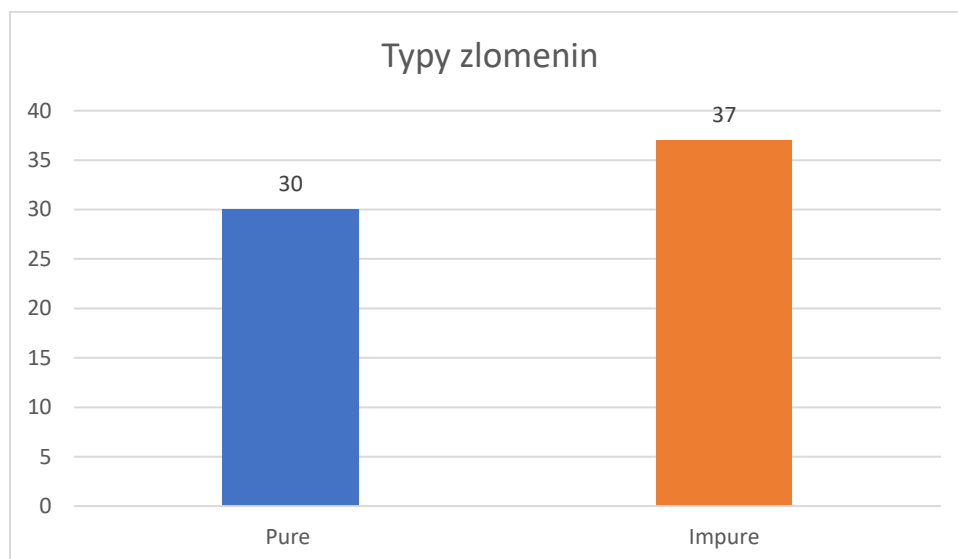
Co se týká stranového postižení, tak ve 40 (59,7 %) případech se jednalo o stranu pravou a ve 27 (40,3 %) případech se jednalo o stranu levou (graf 2).



**Graf 2** Rozložení pacientů dle stranového postižení

## Typ zlomeniny

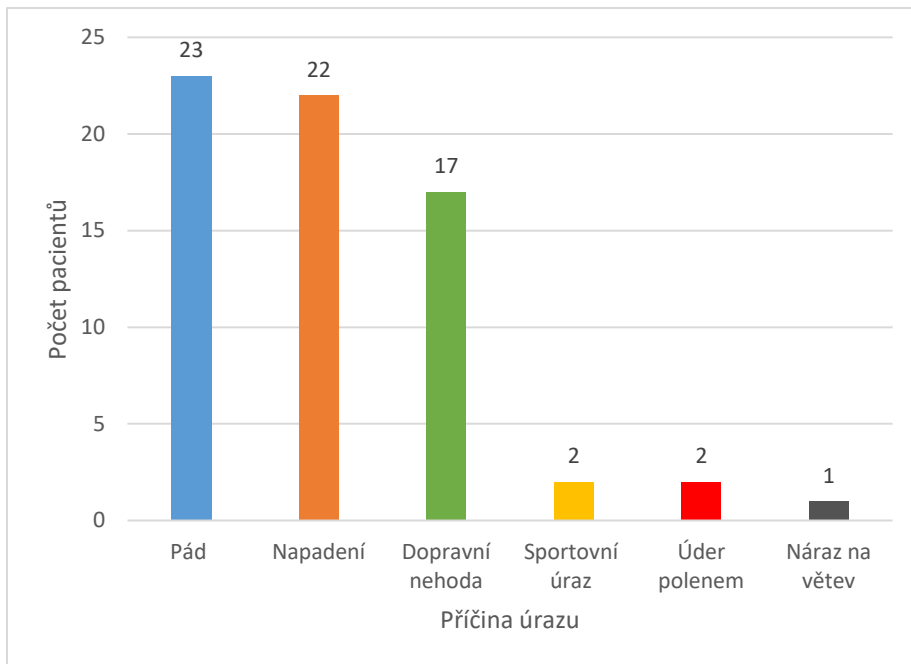
Zlomenina bez poškození okraje očnice (typ “pure“) byla přítomna celkem ve 30 (44,8 %) případech, ve 37 (55,2 %) případech byl dolní okraj očnice poškozen traumatem (typ “impure“) (graf 3). Průměrný věk pacientů se zlomeninou typu “impure“ byl 42,1 r. (medián 40 r.). Průměrný věk pacientů se zlomeninou typu “pure“ byl 43 r. s mediánem 38 r.



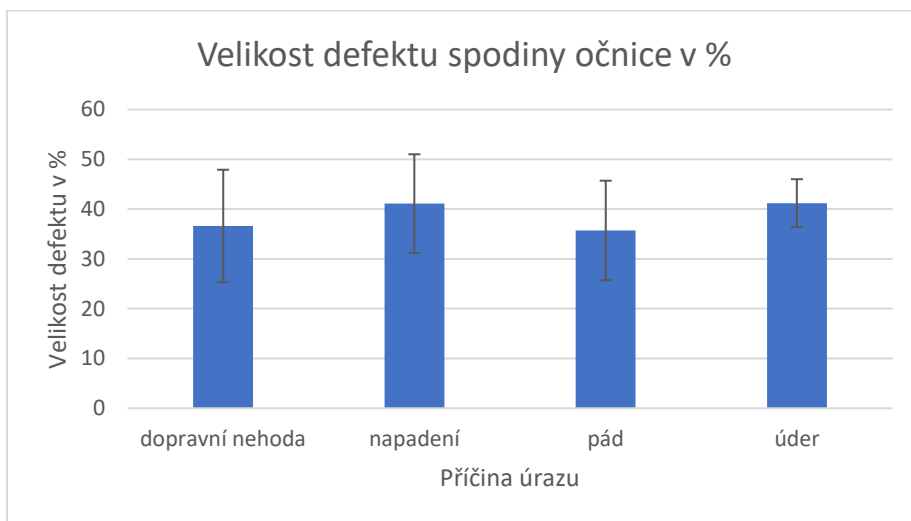
**Graf 3** Rozložení pacientů dle typu zlomeniny.

## Etiologie

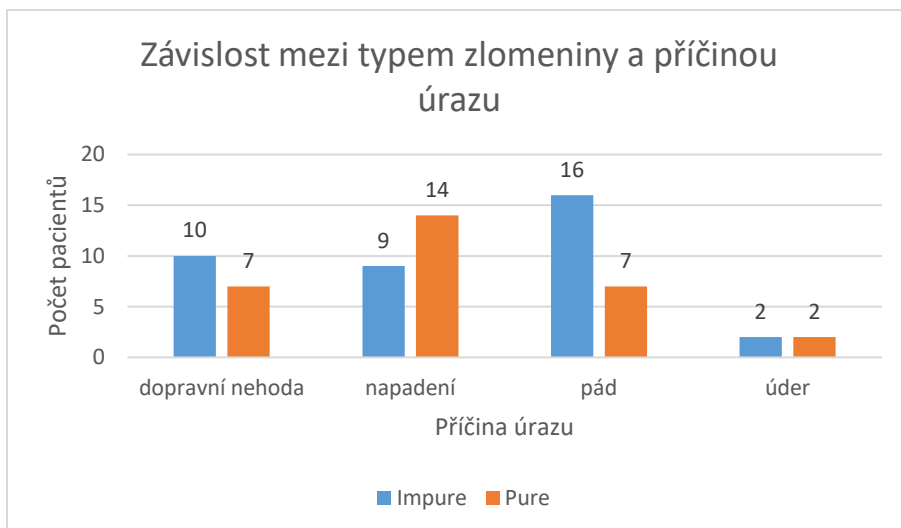
Nejčastější příčinou tohoto poranění byl pád, a to celkem ve 23 (34,3 %) případech. Jednalo se o pády z kola v 12 (17,9 %) případech (9 žen a 3 muži), dále o pády z výše v 10 (14,9 %) případech (6 žen a 4 muži) a u 1 muže se jednalo o pád z koně (1,5 %). Další častou příčinu představovalo napadení cizí osobou, a to celkem v 22 (32,8 %) případech (21 mužů a 1 žena) následováno v 17 (25,4 %) případech (10 mužů a 7 žen) dopravními nehodami. U 2 (3,0 %) pacientů byl jako příčina zjištěn úder polenem při řezání dřeva a u 1 (1,5 %) pacienta došlo k poranění orbity nárazem do větve stromu při jízdě na motocyklu bez přilby. Poslední místo zaujímaly sportovní úrazy, v 1 (1,5 %) případě (1 muž) úder baseballovou pálkou a poslední příčinou byl u 1 pacientky (1,5 %) úder loktem při fotbalovém zápase (graf 4). Nebyla nalezena závislost mezi velikostí defektu a příčinou úrazu ( $p=0,123$ ). Byla použita neparametrická Kruskal-Wallisova analýza rozptylu (graf 5). Závislost mezi typem zlomeniny (“pure“, nebo “impure“) a příčinou úrazu nebyla nalezena ( $p=0,216$ ). Byl použit Fisherův exaktní test (graf 6).



**Graf 4** Rozložení pacientů dle příčiny úrazu.



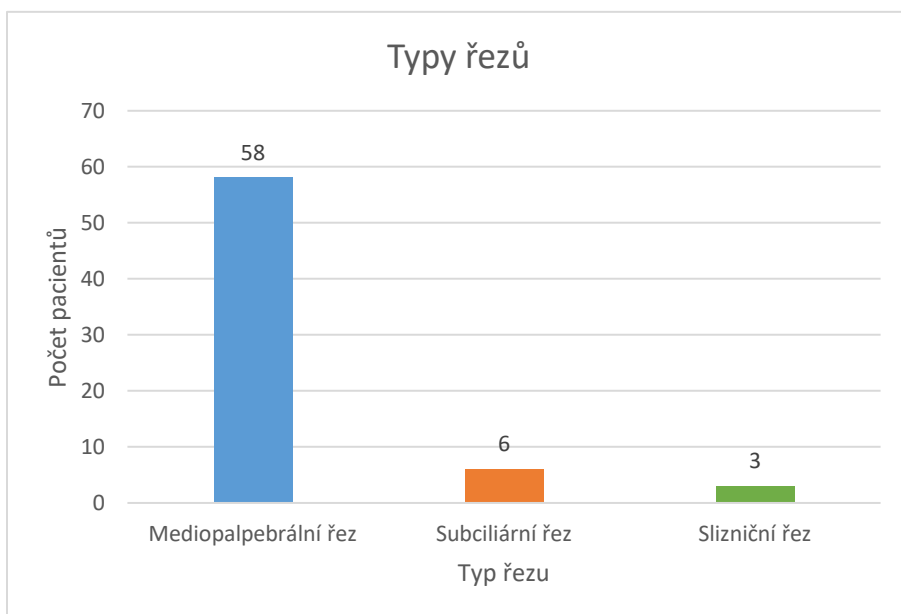
**Graf 5** Vztah velikosti defektu v % (osa y) a příčiny úrazu (osa x), vertikální osa ve sloupcích zobrazuje velikost směrodatné odchylky.



**Graf 6** Závislost mezi typem zlomeniny a příčinou úrazu.

### Typy řezů

U 58 (86,6 %) pacientů byl operační přístup pro následnou rekonstrukci spodiny očnice získán prostřednictvím mediopalpebrálního řezu, u 6 (9,0 %) pacientů byl použit subciliární řez a u 3 (4,5 %) pacientů byl operační přístup získán pomocí slizničního řezu (graf 7).

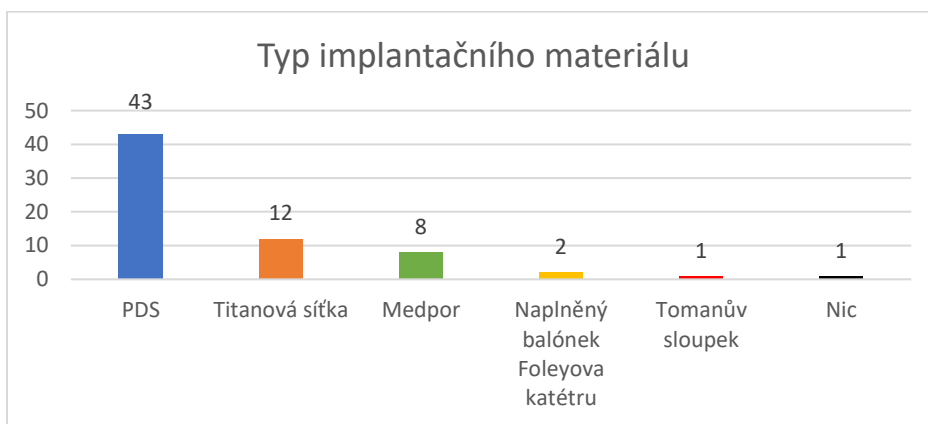


**Graf 7** Rozložení pacientů dle typu řezů.

### Typy implantačních materiálů



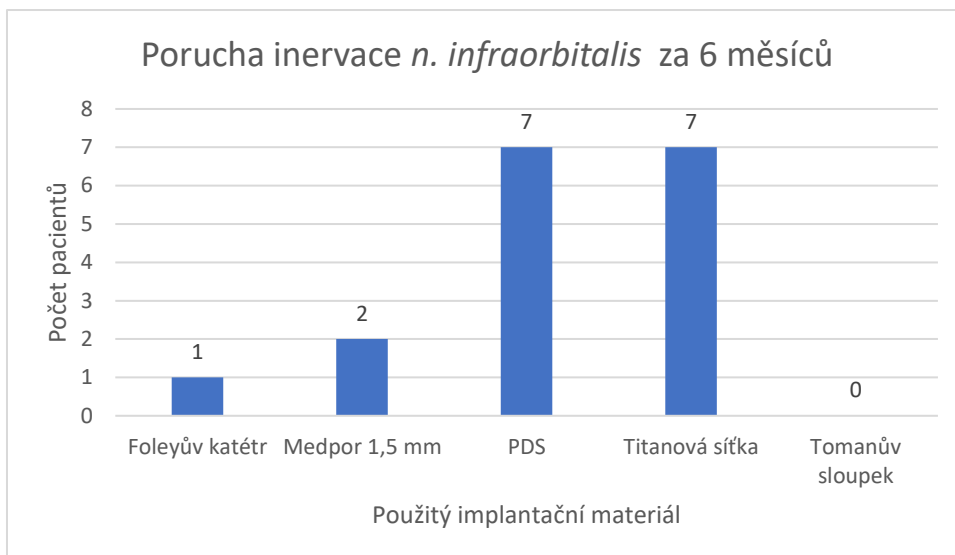
Nejčastěji byla k rekonstrukci spodiny očníce použita PDS deska o tloušťce 0,5 mm (Ethicon, Deutschland) a to v celkem 43 (64,2 %) případech. Ve 12 (17,9 %) případech byla použita titanová síťka o tloušťce 0,4 mm (Synthes, Schweiz), v 8 (11,9 %) případech byl implantován materiál Medpor tloušťky 1,5 mm (Porex Surgical Products Group, Newnan, USA), v 2 (3,0 %) případech byl použit fyziologickým roztokem naplněný balónek močového katétru, v 1(1,5 %) případě byl použit Tomanův sloupek a u 1(1,5 %) pacienta kde se jednalo o frakturu typu “trapdoor“ byly úlomky ze slizničního přístupu zaklíněny do původní pozice bez použití implantátu (graf 8).



**Graf 8** Rozložení pacientů dle typu použitého implantačního materiálu.

### **Závislost mezi typem použitého implantačního materiálu a výskytem pooperačních komplikací**

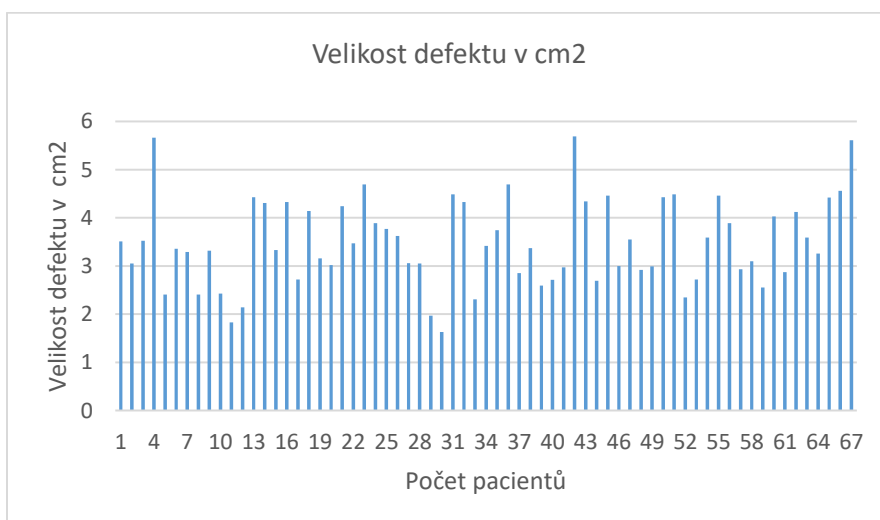
Při zjišťování, zda případně existuje závislost mezi typem použitého materiálu a možnými komplikacemi (enoftalmus, diplopie a porucha inervace), jsme použili Fisherův exaktní test. Závislost mezi typem použitého materiálu a možnými komplikacemi byla nalezena pro poruchu inervace *n. infraorbitalis* trvající 6 měsíců po výkonu ( $p=0,0245$ ). Tato závislost byla způsobena vyšším výskytem poruchy inervace *n. infraorbitalis* při použití titanové síťky (celkem 7krát–58,3 %), (graf 9). Výsledek na hranici statistické významnosti byl pozorován i pro poruchu inervace *n. infraorbitalis* trvající 3 měsíce po výkonu ( $p=0,099$ ).



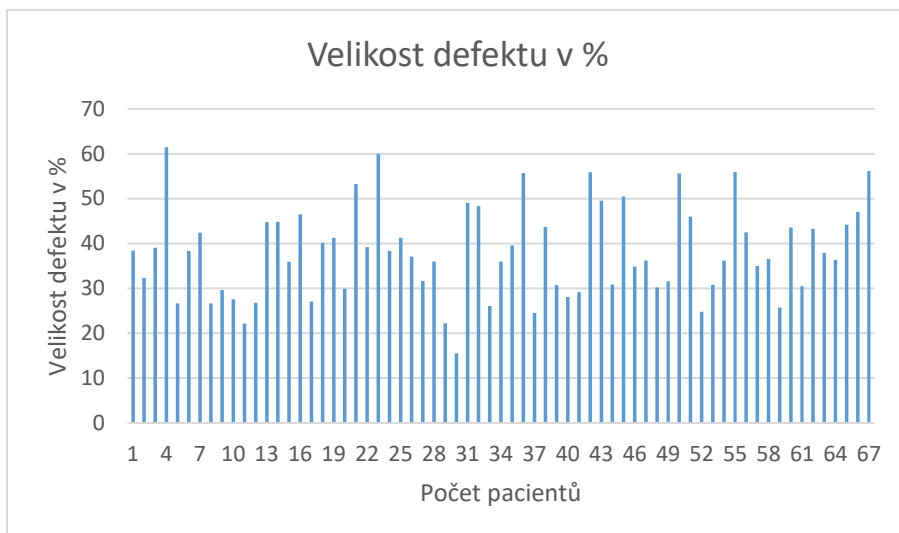
**Graf 9** Sloupcový graf vyjadřující závislost poruchy inervace *n. infraorbitalis* na použitém implantačním materiálu.

### Velikost defektu spodiny očnice

Průměrná velikost plochy defektu spodiny očnice v našem souboru měla hodnotu 3,49 cm<sup>2</sup> (medián 3,37 cm<sup>2</sup>), přičemž nejmenší defekt měl velikost plochy 1,63 cm<sup>2</sup> a největší defekt měl velikost plochy 5,69 cm<sup>2</sup> (graf 10). Pokud by byla vyjádřena velikost plochy defektu v % vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očnice, tak průměrná hodnota plochy defektu v souboru činila 38,1 %, přičemž nejvyšší zaznamenaná hodnota byla 61,5 % a nejnižší hodnota 15,5 % (graf 11).

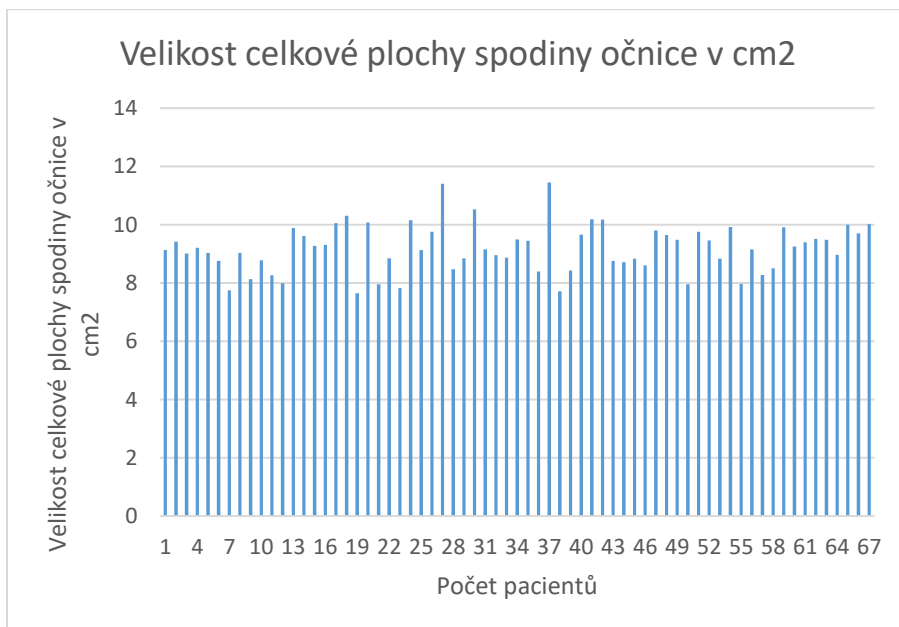


**Graf 10** Zobrazení velikosti defektů spodiny očnice.



**Graf 11** Zobrazení velikosti defektů v % vztahené k velikosti celkové plochy spodiny očnice.

Průměrná velikost celkové plochy orbity byla celkem 9,19 cm<sup>2</sup> (medián 9,15 cm<sup>2</sup>), přičemž nejmenší celková plocha měřila celkem 7,65 cm<sup>2</sup> a největší plocha měřila celkem 11,45 cm<sup>2</sup>. (graf 12).

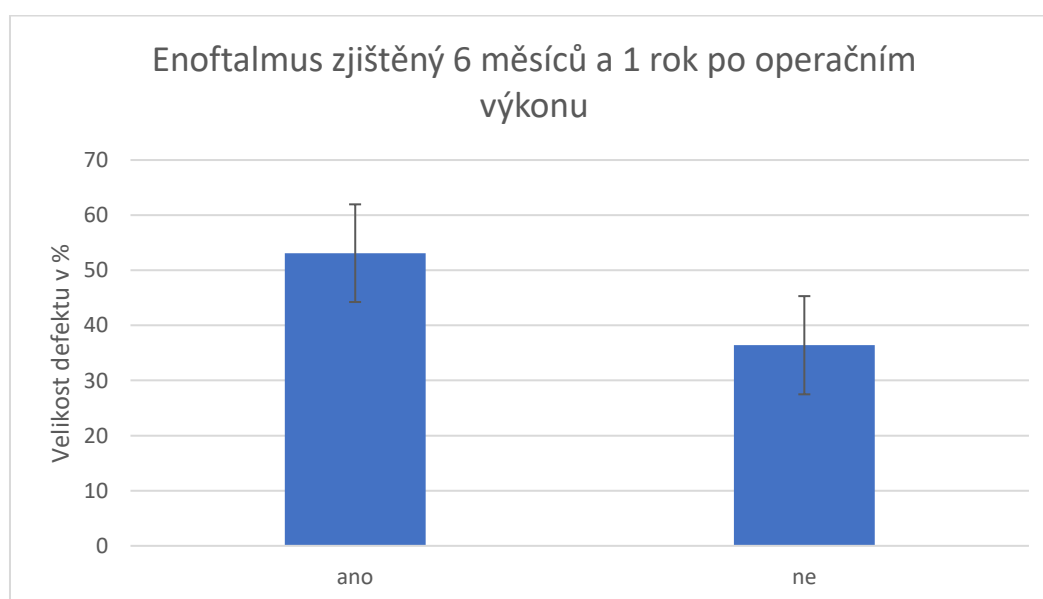


**Graf 12** Zobrazení velikosti celkové plochy spodiny očnice.

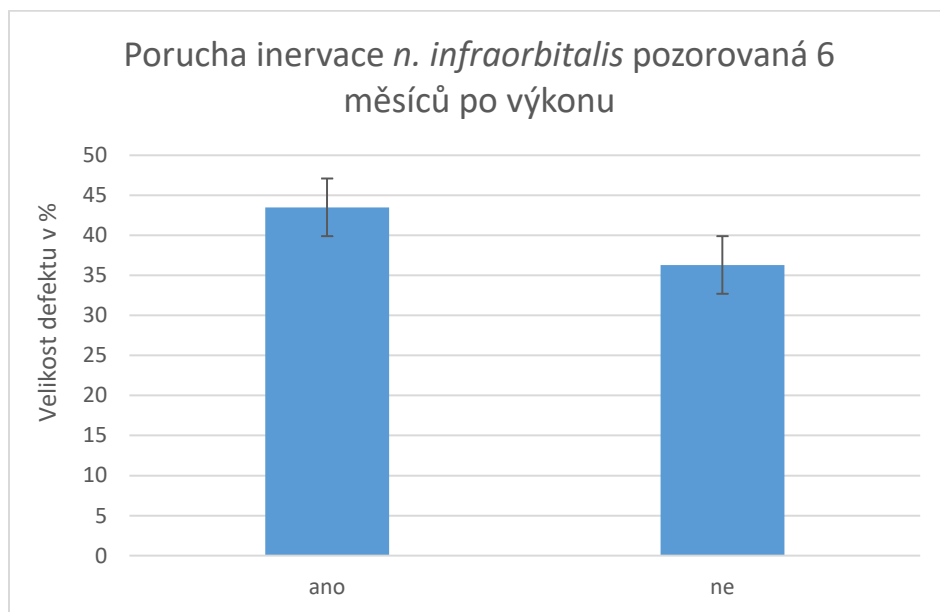
U zlomenin typu “pure“ byla zjištěna průměrná velikost defektu 3,94 cm<sup>2</sup> s mediánem 4,14 cm<sup>2</sup>, plocha defektu pak v průměru zaujímala celkem 43,6 % celkové plochy očníce a u zlomenin typu “impure“ byla naměřena průměrná velikost defektu 3,12 cm<sup>2</sup> s mediánem 3,05 cm<sup>2</sup> a průměrnou plochou defektu o velikosti 33,7 %.

### Závislost mezi velikostí defektu spodiny očníce a možnými komplikacemi

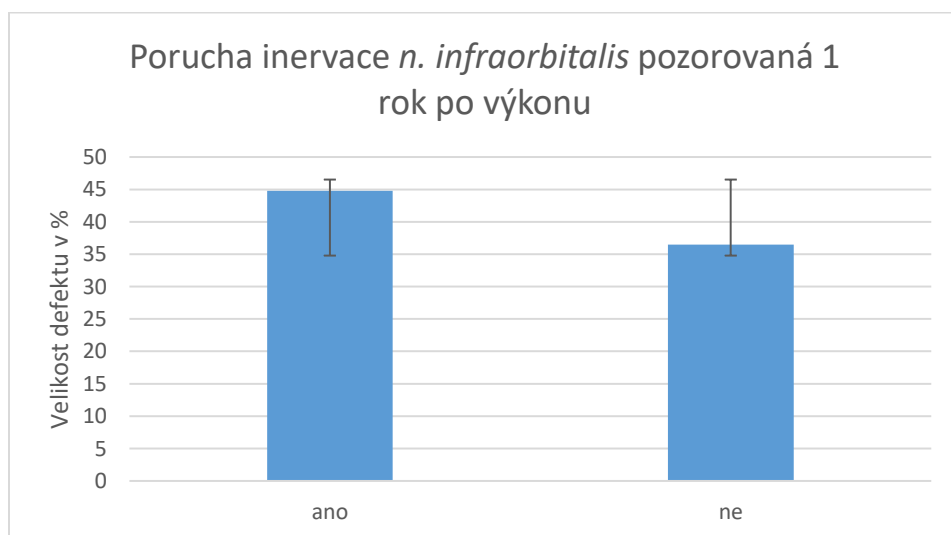
Při zjišťování, zda existuje závislost mezi velikostí defektu a možnými komplikacemi (enoftalmus, diplopie a porucha inervace) bylo pro sledování závislosti použito procentuální vyjádření velikosti defektu. Byla testována hypotéza shody velikosti defektu mezi skupinami dle jednotlivých komplikací při použití dvouvýběrového t-testu. Statisticky významný rozdíl byl nalezen pro enoftalmus 2 mm a více pozorovaný 6 měsíců po výkonu ( $p < 0,001$ ). V tomto případě byla zjištěna průměrná velikost defektu vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očníce  $53,1 \pm 8,9$  %. Další statisticky významný rozdíl byl zjištěn pro poruchu inervace *n. infraorbitalis* trvající 6 měsíců po výkonu ( $p = 0,0117$ ). V tomto případě byla zjištěna průměrná velikost defektu vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očníce  $43,5 \pm 9,8$  %. Pro poruchu inervace *n. infraorbitalis* trvající 1 rok po výkonu ( $p = 0,0078$ ) byla pozorována průměrná velikost defektu vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očníce  $44,8 \pm 10,8$  %. Analýza byla provedena jen pro komplikace s častějším výskytem (alespoň 5). V grafech 13, 14, 15 jsou znázorněny jen ty komplikace se statisticky významným rozdílem.



**Graf 13** Pacienti, u kterých byla zjištěna velikost defektu spodiny očnice větší než 53,1 % se směrodatnou odchylkou  $\pm 8,9$  % byl pozorován 6 měsíců a 1 rok po výkonu enoftalmus 2 mm a více (levý sloupec). Vertikální úsečka na grafu vyjadřuje směrodatnou odchylku.



**Graf 14** Pacienti, u kterých byla pozorována 6 měsíců po výkonu porucha funkce inervace *n. infraorbitalis* (levý sloupec) měli větší defekt spodiny očnice (43,5 %  $\pm$  9,8 %) než pacienti bez poruchy (36,3 %  $\pm$  9,8 %). Vertikální úsečka na grafu vyjadřuje směrodatnou odchylku.



**Graf 15** Pacienti, u kterých byla pozorována velikost defektu spodiny očnice větší než 44,8 % se směrodatnou odchylkou  $\pm 10,8$  % (levý sloupec) byla zaznamenána 1 rok po výkonu porucha inervace *n. infraorbitalis*. Vertikální úsečka na grafu vyjadřuje směrodatnou odchylku.

## Enoftalmus

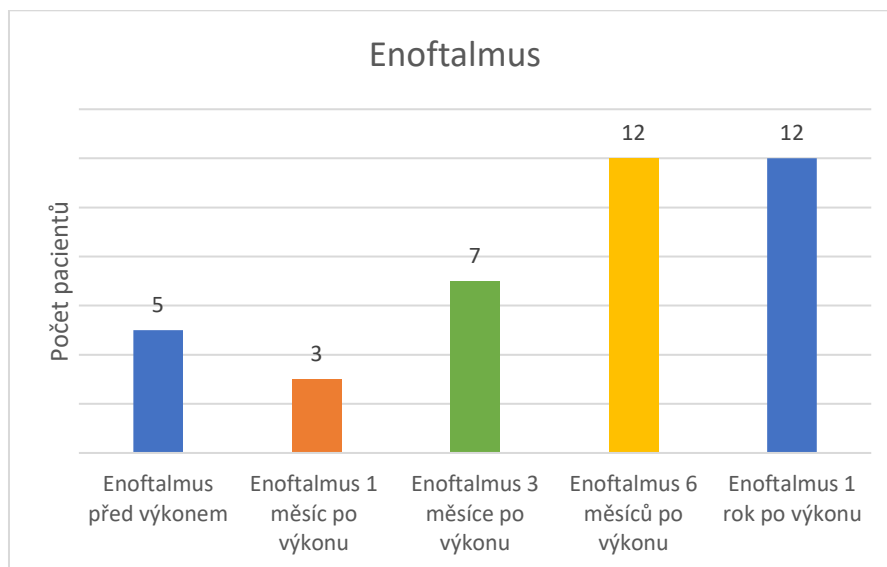
Posun oka dorzálním směrem neboli enoftalmus 2 mm a více byl zjištěn před operačním výkonem u celkem 5 (7,5 %) pacientů (3 ženy a 2 muži). U těchto případů zaujímal defekt ve spodině orbity průměrně 56,5 % celkové plochy očnice. Jeden měsíc po operačním výkonu byl enoftalmus 2 mm a více přítomen u 3 (4,5 %) pacientů, z toho u 2 mužů a 1 ženy.

Tři měsíce po operačním výkonu byl enoftalmus o velikosti 2 mm a více přítomen u 7 pacientů, z toho u 4 mužů a 3 žen, 6 měsíců po úrazu byl pozorován enoftalmus 2 mm a více u celkem 12 (17,9 %) pacientů, jednalo se o 6 mužů a 6 žen a po 1 roce se stav již nezměnil.

Z tohoto počtu byl zjištěn enoftalmus o velikosti 3 mm u 4 mužů a 2 žen a enoftalmus o velikosti 4 mm u 1 ženy. U 6 (50 %) z těchto 12 pacientů byla jako rekonstrukční materiál použita PDS deska, ve 2 (16,7 %) případech byla použita titanová síťka, ve 2 (16,7 %) případech byl použit fyziologickým roztokem naplněný balonek močového katétru a v 1 (8,3 %) případě byl použit implantát Medpor tloušťky 1,5 mm a Tomanův sloupek.

U 5 (41,7 %) z 12 pacientů byl enoftalmus přítomen již před operačním výkonem a u 7 (58,3 %) se enoftalmus objevil až po operačním výkonu. (Graf č. 16).

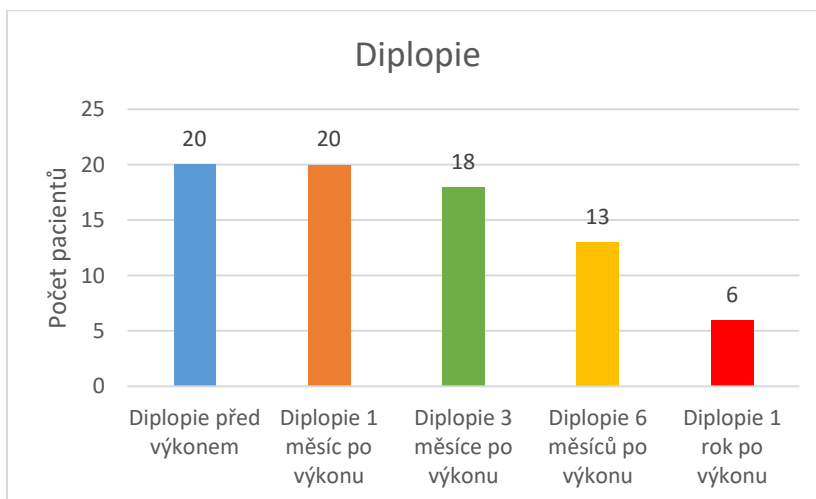
Průměrná velikost defektu u pacientů s enoftalmem činila 4,27 cm<sup>2</sup> a zaujímal celkem 48,2 % celkové plochy spodiny očnice.



**Graf 16** Počet pacientů s enoftalmem před výkonem (T0), 1 měsíc (T1), 3 měsíce (T2), 6 měsíců (T3) a 1 rok (T4) po operačním výkonu.

## Diplopie

Diplopie před výkonem (T0) byla zjištěna u celkem 20 (29,9 %) pacientů, u 12 mužů a 8 žen. Dvojité vidění v krajní poloze bulbů 1 měsíc po operačním výkonu (T1) pozorovalo celkem 20 (29,9 %) pacientů a z toho 4 (5,0 %) pacienti pozorovali diplopii i při přímém pohledu. V 10 (50,0 %) případech byla použita PDS deska, ve 4 (20,0 %) případech byla použita titanová síťka, ve 3 (15,0 %) případech byl použit Medpor a v 1 (5,0 %) případě byl použit Tomanův sloupek, v 1 (5,0 %) případě fyziologickým roztokem naplněný balonek močového katétru a u poslední 1 (5,0 %) pacientky nebyl použit žádný rekonstrukční materiál, zde byla provedena repozice úlomků palpačně zaklíněním operačním přístupem z čelistní dutiny. Tři měsíce po operačním výkonu (T2) si stěžovalo na dvojité vidění celkem 18 (26,9 %) pacientů, diplopii při přímém pohledu pozorovala 1 pacientka a u ní byla neurologem zjištěna paréza *m. rectus medialis* v důsledku poškození *n. abducens*. Šest měsíců po výkonu (T3) byla zjištěna diplopie u celkem 13 pacientů (19,4 %), u 1 pacientky trvala diplopie při přímém pohledu v důsledku poškození *n. abducens*. Rok po operačním výkonu (T4) trvalo dvojité vidění 6 (9,0 %) pacientů, z tohoto počtu se v 5 případech diplopie vyskytovala v krajní poloze bulbů, 1 případě trvala diplopie i v přímém pohledu v důsledku poškození *n. abducens*. Tento stav byl mezitím korigován brýlemi s prizmatickými skly (graf 17). U pacientů s diplopií v přímém pohledu byla jako implantační materiál použita PDS deska ve 3 případech a u jedné pacientky byla implantována titanová síťka.



**Graf 17** Počet pacientů s diplopií před výkonem (T0), 1 měsíc (T1), 3 měsíce (T2), 6 měsíců (T3) a 1 rok po operačním výkonu (T4).

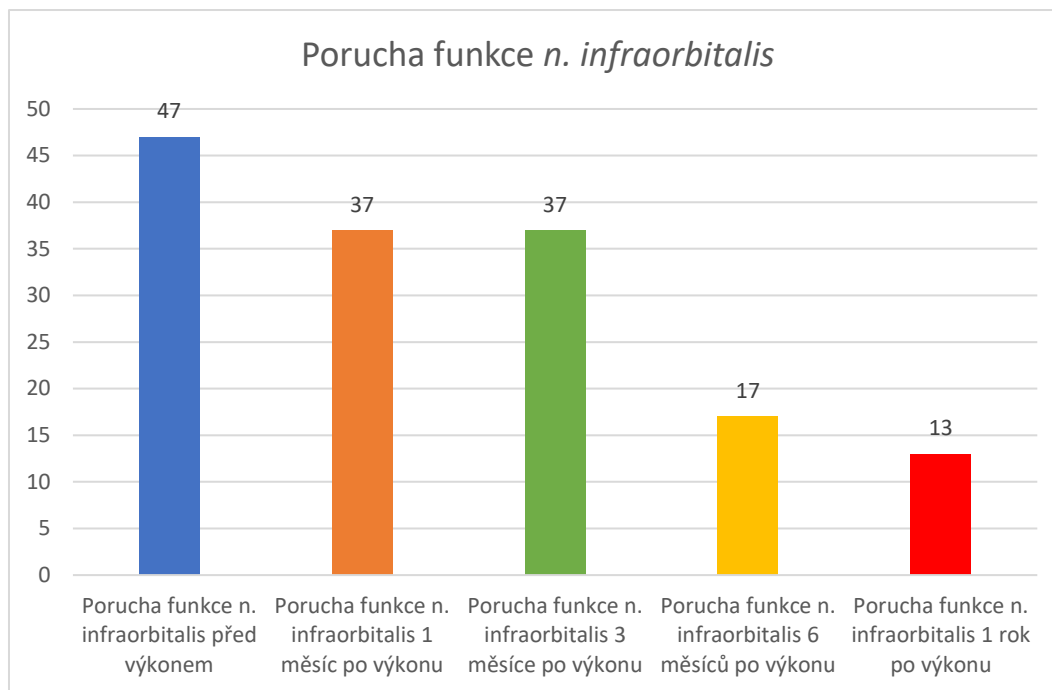
### **Porucha inervace *n. infraorbitalis***

Porucha čítí v oblasti senzitivně inervované *n. infraorbitalis* byla předoperačně (T0) zjištěna u 47 (70,2 %) pacientů (27 mužů a 20 žen). Měsíc po výkonu (T1) si stěžovalo na poruchu inervace *n. infraorbitalis* celkem 37 (55,2 %) pacientů (22 mužů a 15 žen). Pacientů, kteří pozorovali poruchu inervace *n. infraorbitalis* před operačním výkonem a i 1 měsíc po operačním výkonu bylo celkem 33 (49,3 %), z toho 19 mužů a 14 žen. Tři měsíce po výkonu (T2) mělo porušenou funkci *n. infraorbitalis* stále 37 pacientů. Za 6 měsíců po výkonu (T3) pozorovalo porušenou funkci *n. infraorbitalis* 17 (25,4 %) pacientů, z toho 10 mužů a 7 žen. Za rok od výkonu (T4) byla zjištěna porušená funkce *n. infraorbitalis* u 13 (19,4 %) pacientů, a to 8 mužů a 5 žen (graf 18).

Pacientů, kde byla porucha inervace *n. infraorbitalis* zjištěna před operačním výkonem a zároveň 1 rok po operačním výkonu bylo 12 (17,9 % z celkového počtu pacientů), 7 mužů a 5 žen. Z pacientů, kteří ještě rok po operačním výkonu pozorovali poruchu funkce *n. infraorbitalis* to tvoří 92,3 %. Tento výsledek je však na hranici statistické významnosti ( $p=0,0885$ ). Byl použit Fisherův exaktní test. Další zjištěnou skutečností byl fakt, že u 10 ze 13 pacientů (76,9 %), kde porucha funkce *n. infraorbitalis* trvala déle než 1 rok od operačního výkonu, se jednalo o zlomeniny bez poškození okraje orbity (typ “pure“) a průměrná velikost defektu ve spodině orbity zde byla 4,19 cm<sup>2</sup>.

Co se týká implantačního materiálu u pacientů s přetrvávající poruchou čítí i po 1 roce, byla v 6 případech použita PDS deska, ve 4 titanová síťka, ve 2 případech Medpor 1,5 mm a v 1 případě fyziologickým roztokem naplněný balóněk Foleyova katétru.





**Graf 18** Počet pacientů s poruchou funkce *n. infraorbitalis* před výkonem (T0), 1 měsíc (T1), 3 měsíce (T2), 6 měsíců (T3) a 1 rok po operačním výkonu (T4).

## 5 Diskuze

V současné době existuje v dostupné literatuře nespočet sdělení týkajících se rekonstrukcí spodiny očnice. Mnohdy se v nich vyskytují zásadní neshody týkajících se výběru rekonstrukčních materiálů vzhledem k velikosti defektu. Většina autorů se při volbě typu implantačního materiálu řídí především rozsahem defektu, topografií zlomeniny nebo objemem herniace měkkých tkání do maxilární dutiny. Cílem chirurgické léčby je v indikovaných případech co nejdokonalější rekonstrukce anatomického tvaru očnice bez následných funkčních a kosmetických deficitů [5, 11, 163].

V odborných kruzích stále probíhají diskuze, kdy je nejvhodnější doba k načasování operačního výkonu. Absolutní indikací k akutnímu výkonu je vznik retrobulbárního hematomu s možnou kompresí bulbu a případně také kompresí optického nervu se známkami zhoršení visu [88, 151]. Další možnou indikací je uskřinutí některého z okohybných svalů v lomné linii [63, 66, 164]. V tomto případě je doporučováno provést operaci také co nejdříve [165]. Většina autorů preferuje provést výkon nejpozději do 5-7 dnů od úrazu, protože poté již dochází ve svalu k nevratným ischemickým změnám vedoucím k permanentní diplopii [58, 90]. Speciální indikací časného (do 48 hodin) operačního výkonu jsou situace, kdy hlavně v dětské populaci dochází k “white-eyed blowout“ zlomeninám. V těchto případech jsou sice minimální nebo žádné známky poranění (white-eye), na CT snímcích není většinou zlomenina patrná, ale je omezen kraniální pohyb bulbu [166]. Tento stav je také často provázen vznikem okulokardiálního reflexu, kdy si postižení stěžují na kolapsové stavy, nauzeu nebo zvracení a případně na bradykardii [73].

Hosal ve své studii z roku 2002 zjistil, že u pacientů, kteří byli operováni do 2 týdnů po traumatu, se pooperační diplopie vyskytovala méně a pokud se již vyskytla, došlo k její úpravě rychleji než u pacientů, kteří byli operováni až po 4 týdnech [138]. Podle Emeryho nebyl zjištěn rozdíl ve frekvenci výskytu pooperační diplopie v případě, že pacienti byli operováni v prvním, nebo v druhém týdnu po úrazu [64]. Harris doporučuje v případech, kdy na CT snímku vidíme rozsáhlý defekt a výraznou dislokaci úlomků operovat co nejdříve po ústupu pouřazového otoku [167].

Zajímavá je studie, jejíž autoři zkoumali zrakovou ostrost u pacientů se zlomeninou očnice [168]. Autoři této studie zjistili, že zraková ostrost u pacientů po chirurgickém zákroku nevykázala žádné významné zlepšení ve srovnání s pacienty, kteří byli léčeni konzervativně, a u kterých došlo ke zlepšení zrakové ostrosti již 7 dní po úrazu [168].

Co se týká možného vztahu mezi načasováním operačního výkonu a případnou poruchou čítí v inervační oblasti *n. infraorbitalis*, tak v současné literatuře nejsou zatím dostupné žádné práce. Je histologicky prokázáno, že většina reparačních procesů v poškozených senzitivních nervech probíhá první tři měsíce po traumatu a pokud nedojde k úplné regeneraci do jednoho roku, tak je poškození hodnoceno jako nevratné [169, 170]. Na tomto místě je nutné se zmínit o skutečnosti, že v případě minimální posttraumatické diplopie bez poruchy motility a změny polohy bulbu se doporučuje s možným operačním zákrokem alespoň 14 dní vyčkat, protože často díky ústupu otoku a hematomu vzniklém po úrazu dojde k ústupu těchto patologických příznaků [66, 171].

V našem souboru byli všichni pacienti operováni v rozmezí 10-21 dnů po úrazu (průměr 11 dní) a nebyl zjištěn signifikantní rozdíl ve výskytu pooperačních komplikací se zřetelem na načasování operačního výkonu. Co se týká vlastního načasování operačního výkonu, tak s výjimkou výše uvedených indikací k akutnímu zákroku, provádíme na našem pracovišti operaci po odeznění pourazového otoku, což je většinou 7–10 den po úrazu.

Nejčastější věkovou skupinu při zlomeninách spodiny orbity dle literárních údajů tvoří mladí muži mezi 20. a 30. rokem života [4, 5]. Toto zranění je vzácné u dětí mladších 8 r. [172]. Průměrný věk pacientů zastoupených v našem souboru byl 42,7 r. s mediánem 40,0 r. Ve skupině mužů byl průměrný věk 39,1 r. (medián 38 r.), nejmladšímu pacientovi bylo 12 r. a nejstaršímu pacientovi 81 r. Ve skupině žen byl průměrný věk 48,1 r. (medián 44,5 r.), nejmladší ženě bylo 17 r., nejstarší 73 r. O něco vyšší věkový průměr pacientů v naší studii si vysvětlujeme malým souborem pacientů.

Ve 40 případech (59,7 %) se jednalo o stranu pravou a ve 27 případech (40,3 %) o stranu levou. Zde se náš soubor shoduje i se zjištěním autorů jiných studií, v nichž bylo stranové postižení obdobné [31, 59].

Celkem 61,2 % pacientů tvořili jedinci mužského pohlaví. To se shoduje s velkým počtem dalších publikovaných studií, v nichž je uváděno vyšší zastoupení mužů. Například Chi uvádí podíl mužské části populace 74,9 %, Gosau 78,3 % a Brady 63,4 % [23, 31, 33]. V našem souboru lze tuto skutečnost velmi pravděpodobně vysvětlit příčinami, které nejčastěji způsobily traumata. U mužů se nejčastěji jednalo o brachiální násilí (31,1 %), další příčinou byly dopravní nehody (16,4 %), následovaly pády (11,9 %), pracovní úrazy (3,0 %) a sportovní úrazy (1,5 %). V souboru Jaquierého bylo 28 % traumat způsobeno dopravními nehodami, 24 % sportovními nehodami, 18 % pády, 15 % úrazy při práci a pouze 15 % úrazů bylo způsobeno brachiálním

násilím [16]. Dopravní nehody jako nejčastější příčinu úrazu očnice označují ve svých studiích Tong a Shin, jako další příčinu označují pády, pracovní a sportovní úrazy [59, 173]. Piombino uvádí jako příčinu fraktury orbity ještě střelné poranění [174]. Ostatní studie se však shodují s našimi výsledky. Dle Bradyho bylo téměř v 50 % případů příčinou traumatu násilí a pouze ve 12,8 % dopravní nehody [33]. S tímto faktem korelují i nálezy dalších autorů [141, 175].

Pohlédneme-li na sledovaný soubor jako celek, zjistíme, že nejčastější příčinou zlomenin spodiny očnice byly pády ve 23 případech (34,3 %). Z tohoto počtu více než polovinu všech případů tvořily pády z kola (12 pádů), následované pády z výše (10 pádů) a u jednoho muže se jednalo o pád z koně. Druhou nejčastější příčinu představovalo napadení cizí osobou ve 22 případech (32,8 %) u 21 mužů a jedné ženy, následováno v 17 případech (10 mužů a 7 žen) dopravními nehodami. U dvou pacientů byl příčinou úder polenem odmrštěným při řezání dřeva a u jednoho pacienta došlo k poranění orbity nárazem do větve stromu při jízdě na motocyklu bez přilby. Poslední místo zaujímaly sportovní úrazy s pouhými dvěma případy (3,0 %). Skutečnost, že se příčiny úrazů očnice v našem souboru liší od poznatků některých autorů, si vysvětlujeme relativně malým počtem pacientů. Při hodnocení mužské části souboru bylo nejčastější příčinou napadení (31,3 %) následované dopravními nehodami (16,4 %), pády (11,9 %) a pracovními (3,0 %) a sportovními úrazy (1,5 %), což odpovídá zjištěním jiných autorů [141, 175, 176]. U žen pak první místo zaujímaly pády (22,4 %), druhé místo zaujímaly dopravní nehody (10,5 %), následované napadeními (1,5 %) a sportovními úrazy (1,5 %).

Hodnotíme-li příčiny vzniku zlomeniny spodiny očnice vzhledem k typu zlomeniny (“pure“, “impure“), příčiny úrazů se liší. U typu “pure“ jsme pozorovali jako nejčastější příčinou brachiální násilí u 46,7 % případů, zatímco u typu “impure“ bylo napadení příčinou úrazu pouze ve 24,3 % případů. Druhou nejčastější příčinou zlomenin typu “pure“ byly dopravní nehody (26,7 %), následováno pády (23,3 %). K podobným závěrům došel ve své práci také Tong [59]. U zlomenin typu “impure“ byly hlavními příčinami pády ve 43,2 % případů, následované dopravními nehodami ve 27,0 % a napadeními ve 24,3 %. V našem souboru jsme pozorovali zlomeniny typu “pure“ celkem u 30 pacientů (44,8 %), což odpovídá i pozorováním jiných autorů, jež bývá uváděno v rozmezí 27-47 % případů [177, 178].

Stran poúrazových a pooperačních komplikací jsme se zaměřili na 3 hlavní symptomy- enoftalmus, diplopii a poúrazovou poruchu inervace *n. infraorbitalis*. Mezi další příznaky diskutovaných zlomenin patří též periorbitální ekchymóza, která se vyskytuje dle některých autorů až v 86,9 % případů, subkonjunktivální hematoma, podkožní emfyzém a porucha hybnosti bulbu [23].

Za příčinu vzniku enoftalmu po úrazu bývá označováno zvětšení objemu očníce, herniace periorbity do čelistní nebo ethmoidální dutiny, ztráta nebo porušení intrakonálního ligamentózního kompartmentu, atrofie nitročního tuku, případně též vznik jizevnatých kontraktur [143-145]. Někteří autoři však atrofiu nitročního tuku za možnou příčinu enoftalmu nepovažují [146].

Dle Chena vede zvětšení objemu očníce o  $1\text{cm}^3$  k posunu bulbu dorzálním směrem o 0,8 mm [179]. Zhang uvádí, že u fraktur spodiny očníce může s velikostí enoftalmu korelovat pouze objem herniované tkáně dorzálně za bulbem [147]. Zvětšení objemu orbity o 5 % může vést ke vzniku enoftalmu [146, 180]. Dle Alinasaba je přítomna viditelná deformita, je-li objem herniované tkáně větší než 1ml nebo plocha defektu větší než 42 % z celkové plochy, popřípadě měří-li více než  $2,3\text{ cm}^2$  [181].

Pouřazový enoftalmus není většinou patrný bezprostředně po traumatu, protože je zpravidla maskován pouřazovým otokem. Patrný bývá až po ústupu otoku, což je průměrně za 7 dní. Ketterl uvádí, že byl-li traumatický defekt spodiny očníce větší než  $3,5\text{cm}^2$ , tak se u 10,7 % pacientů objevil enoftalmus 2 mm a větší [182]. To potvrzuje i naše zjištění. Pouřazový enoftalmus byl pozorován u 11 pacientů (16,4 %), 3 žen a 8 mužů. Defekt ve spodině orbity zaujímal průměrně 52,4 % celkové plochy očníce a jeho průměrná velikost byla  $4,27\text{ cm}^2$ .

Diplopie vzniklá po úrazu orbity je výsledkem mnoha faktorů. Edém nebo krvácení uvnitř očníce nebo poškození svalů může omezit rotaci bulbu. Další možnou příčinou je poškození okohybných nervů úrazem [183]. Omezit pohyby bulbu může také fibróza nebo inkarcerace jakékoliv části orbitálního obsahu včetně tuku nebo fascie, v důsledku čehož dojde k poškození jemné pojivové tkáně orbitálních sept [22]. Smith uvádí, že po poranění může dojít ke vzniku ischemické kontraktury nitročních svalů. U některých pacientů může dojít k paréze extraokulárních svalů v důsledku poranění lbi. Údaje o incidenci předoperační diplopie se v dostupné literatuře liší. Dle Biesmana se pouřazová diplopie může vyskytovat až v 86 %, ale ve svém souboru měl tento autor zahrnuté i pacienty s kombinovanou frakturou oční spodiny a mediální stěny. Prokázal, že kombinace obou zlomenin riziko diplopie zvyšuje [5]. U dalších autorů byl výskyt pouřazové diplopie v případě zlomenin typu "pure" pozorován v 66,7 %, v 70 % a v 83 % [138, 184, 185]. Bartoli nerozlišoval, zda se jedná o typ zlomeniny "pure" nebo "impure" a pozoroval výskyt pouřazové diplopie celkem ve 20,2 %, což je podobné i našemu zjištění. V námi sledovaném souboru pozorovalo diplopii po úrazu celkem 20 pacientů (29,9 %), 12 mužů, 8 žen. Pokud by byl v našem souboru rozlišen typ zlomeniny a sledována incidence diplopie u zlomenin typu "pure", tak by výskyt pouřazové diplopie činil 65,0 %, což odpovídá

i zjištěním ostatních autorů [59, 184, 185]. Hlavním důvodem pro tento fakt je vyšší riziko uskřínutí okohybného svalu v případě tohoto typu zlomeniny [59]. V námi sledovaném souboru nebylo uskřínutí okohybného svalu zaznamenáno.

Výskyt poruchy čítí v oblasti senzitivně inervované z *n. infraorbitalis* po úrazu se dle literárních údajů vyskytuje v rozmezí 11-35 % [178, 186, 187]. Obecně je výskyt této poruchy vyšší u zlomenin zygomaticomaxilárního komplexu, a to až v 94 % těchto fraktur [60, 187]. V námi hodnoceném souboru nebyly různé poruchy čítí-hypestézie, dysestézie, nebo anestézie rozlišovány. Byly klasifikovány jen jako poruchy funkce *n. infraorbitalis*. Po úrazu byl zjištěn výskyt této poruchy ve 41 případech (74,5 %). Tento údaj je vyšší než obdobné údaje v dostupné literatuře. Tento rozpor si vysvětlujeme nižším počtem pacientů v souboru.

Ve shodě s Tongem bylo pozorováno, že kromě rozdílů v příčině a závažnosti poranění se lišila i specifická přítomnost známek a symptomů u zlomenin typu “pure“ a “impure“ [59]. Periorbitální edém a ekchymóza byly pozorovány méně často u zlomenin typu “pure“. Možné vysvětlení spočívá ve faktu, že v případě zlomenin typu “impure“ je primární energie úrazového děje nejprve absorbována okrajem orbity a až následně dochází k fraktuře orbitálního okraje. Síla působící na vlastní bulbus je pak menší intenzity [38, 150, 188, 189]. Patel studií na kadaverech zjistil, že při přímém úderu na bulbus vzniká zlomenina v dorzální částech očníce, která často vede ke kombinovaným zlomeninám, zatímco při úderech vedených na okraj orbity je více postižena přední část orbity [190].

Ploder uvedl jako průměrnou velikost plochy zlomeniny spodiny očníce 2,6 cm<sup>2</sup> [191]. Průměrná velikost plochy zlomeniny spodiny očníce v našem souboru měřila 3,49 cm<sup>2</sup>. Jedním z možných vysvětlení rozdílu těchto hodnot je použití různých metod pro měření velikosti plochy zlomeniny. Technika měření a výpočtu použitá v této práci odpovídá metodologii užitě ve studiích Jina a Goggina [160, 161]. Nelze ji považovat za zcela přesnou [161]. Odchylka od skutečné velikosti plochy zlomeniny je možná, pokud zlomenina neodpovídá tvaru elipsy. Na rozdíl od Plodera však nabízí výhodu extrémně rychlé analýzy v každodenní klinické praxi a lze ji použít bez výpočetního programu. Metoda publikovaná Ploderem není v současné době široce používána, neboť samotné měření velikosti plochy defektu trvá v průměru 6,5 minuty [192, 193].

Ploder mezi velikostí zlomeniny a diplopií žádnou závislost nenalezl, ale zjistil závislost mezi výskytem enoftalmu a rozsahem zlomeniny. Pro enoftalmus 2 mm a větší zaznamenal velikost zlomeniny 3,30 cm<sup>2</sup> jako významnou [191]. V naší studii byl nalezen statisticky významný

rozdíl pro enoftalmus 2 mm a více pozorovaný 6 měsíců a 1 rok po operačním výkonu ( $p < 0,001$ ). V těchto případech činila průměrná velikost defektu vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očnice  $53,1 \pm 8,9$  %, a průměrná velikost plochy defektu byla  $4,27 \text{ cm}^2$ . Dále byla zjištěna statistická významnost ( $p = 0,0117$ ) pro poruchu inervace *n. infraorbitalis* trvající 6 měsíců po výkonu, kde byla zaznamenána průměrná velikost plochy defektu  $3,84 \text{ cm}^2$  a velikost defektu vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očnice tvořila  $43,5 \pm 9,8$  %. V případě enoftalmu 3 mm a větším činila průměrná velikost plochy defektu  $4,63 \text{ cm}^2$ , pro poruchu inervace *n. infraorbitalis* trvající 1 rok po výkonu ( $p = 0,0078$ ) byla pozorována průměrná velikost defektu vztažená k celkové velikosti plochy spodiny očnice  $44,8 \pm 10,8$  %, průměrná velikost plochy defektu byla  $3,94 \text{ cm}^2$ . Někteří autoři ale považují za významnější parametr velikost objemu herniované tkáně, nikoli velikost plochy defektu [143, 147, 194-196]. V naší studii nebyl objem herniované tkáně měřen.

V současné době neexistují žádná obecně použitelná kritéria pro vhodný typ implantátu, který má být v konkrétním případě použit. V našem souboru byla nejvíce používaným implantátem aloplastická, resorbovatelná poly-p-dioxanonová fólie (PDS fólie), která byla použita u 43 pacientů (64,2 %). V odborné literatuře jsou první zmínky o tomto aloplastickém resorbovatelném materiálu z roku 1983 [105]. Höltje ve své studii popsal dobré estetické a funkční výsledky při použití PDS fólie [105]. V současnosti jsou k dispozici PDS fólie s tloušťkou pouhých 0,15 mm. Ty jsou navíc perforované a umožňující vrůstání pojivové tkáně, mají i možnost pooperační drenáže.

Hidding ve své práci zdůrazňuje výhody PDS fólie a udává, že je dobře tvarovatelná, dostatečně mechanicky stabilní, vykazuje dobrou biologickou kompatibilitu, snadno se používá a je resorbovatelná [197]. Pokusy na zvířecích modelech ukázaly, že PDS fólie o tloušťce 0,25 mm za 4-5 týdnů po implantaci do očnice ztratí 50 % své pevnosti. K její úplné resorpci dochází až po 6 měsících, kdy je kompletně nahrazena jizevnatou tkání [197]. Z tohoto důvodu je PDS fólie doporučována pro rekonstrukci orbity v situacích, při nichž velikost plochy defektu nepřesahuje  $2,5 \text{ cm}^2$  [4, 197-200]. Díky sterilní zánětlivé tkáňové reakci podél resorbovaných polymerních fragmentů je možná i nekompletní nebo granulomatózní resorpce [135]. Kontio vyšetřoval zlomeniny spodiny orbity, u nichž byla rekonstrukce provedena PDS folií o tloušťce 0,25 mm a 1 mm. Před a po operačním výkonu bylo provedeno CT a MRI vyšetření. Autor pozoroval neuspokojivé výsledky rekonstrukce z hlediska anatomické přesnosti [136]. Do studie ovšem bylo zařazeno jen 16 pacientů a zohledněna nebyla velikost defektu.

Dietz zjistil, že použití PDS folie v případě menších defektů bylo srovnatelné s použitím titanové sítě a vykazovalo snadnější manipulaci [137]. Toto konstatování podporují i práce Gierloffa, Geressena a Eren, kteří u pacientů používali PDS fólie tloušťky 0,15 a 0,25 mm při průměrné velikosti plochy defektů spodiny očnice 2,67-8,25 cm<sup>2</sup>, přičemž nebyl pozorován vyšší výskyt pooperačního enoftalmu [171, 201, 202].

V naší studii byly PDS fólie tloušťky 0,5 mm použity i v případech ošetření defektů větších než 2,5 cm<sup>2</sup>. V případě vzniku pooperačních komplikací nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ve srovnání s použitím jiných implantačních materiálů.

Druhým námi nejčastěji používaným materiálem byla titanová síťka tloušťky 0,4 mm. Vyznačuje se zejména snadnou manipulací během operace, dobrou konturovatelností a sterilizovatelností [106, 116]. Pozitivní vlastností titanových sítěk je fakt, že jsou rentgenkontrastní, nemají tolik artefaktů, jako například nerezová ocel, nebo Vitallium [106, 116, 118]. Operatér je schopen po výkonu zkontrolovat správnou pozici implantátu. Síťky jsou stabilní. Lze je v očnici fixovat, čímž se výrazně snižuje riziko pohybu implantátu [106, 116]. Další pozitivní vlastností sítěk je, že díky své síťovité struktuře redukuje riziko vzniku retrobulbárního hematomu. Srovnání autologních štěpů a titanové sítěk pro rekonstrukci zlomenin spodiny očnice ukázalo podobné výsledky, ale celkové výsledky rekonstrukcí s titanovou sítí byly architektonicky přesnější [119]. Ve studii jsme použili titanovou síťku u 12 pacientů (17,9 %). Průměrná velikost plochy defektu, kde byla použita titanová síťka činila 3,99 cm<sup>2</sup>, což je o cca 0,5 cm<sup>2</sup> více, než činila průměrná hodnota velikosti defektu u všech pacientů. V případě použití titanové sítěk byla nalezena statisticky významná závislost mezi typem použitého materiálu a možnou poruchou inervace *n. infraorbitalis* trvající 6 měsíců po výkonu ( $p=0,0245$ ). Toto zjištění je patrné i z prací jiných autorů, ale možným důvodem je i skutečnost, že titanové sítěk se používají k rekonstrukci rozsáhlejších defektů, při nichž existuje i vyšší riziko pooperačních komplikací [203].

Dalším použitým implantátem ze skupiny neresorbovatelných materiálů je porézní polyetylen. K dispozici je v ČR implantát Medpor v tloušťkách od 0,25 mm do 3,0 mm. Ve studii byl použit implantát tloušťky 1,5 mm, který vykazuje vysokou míru biokompatibility, pevnosti a stability [125]. Jeho porézní struktura umožňuje vrůstání fibrovaskulární tkáně, což má své výhody [128]. První výhodou spočívá v poziční stabilitě, a tedy v nízkém riziku extruze, což v praxi znamená, že během výkonu není nutné tento materiál v očnici fixovat [129]. V případě plné vaskularizace, za asi 3 měsíce od operace, je rezistentní vůči infekci [130, 132, 134]. Vaskularizace implantátu s sebou přináší ještě další výhody v případech, kdy si potřebujeme



ověřit polohu implantátu. S použitím intravenózní kontrastní látky je na CT/MRI skenech rekonstrukční materiál dobře viditelný a operatér je schopen zhodnotit pozici implantátu [133, 134].

Kontraindikací použití porézního polyetyleny je stav, při němž je při preparaci orbity během operačního výkonu viditelný některý z oko-hybných svalů. Následné srůsty mohou vést k omezení pohybu bulbu [134]. Možným řešením této situace během operačního výkonu je inserce interpozičního graftu - autologní chrupavky, který se vkládá mezi obnažený sval a vlastní implantát [56]. V našem případě byl Medpor použit u celkem 8 pacientů (11,9 %) a nebyl zaznamenán statisticky signifikantní rozdíl v případě vzniku pooperačních komplikací ve srovnání s použitím jiných implantačních materiálů.

U 2 pacientů (3,0 %) byl použit balónek močového katétru plněný fyziologickým roztokem a u jednoho pacienta (1,5 %) byla z antrálního přístupu podepřena spodina očnice Tomanovým sloupkem. Tyto metody byly použity na začátku studie v roce 2009 u větších defektů (v průměru 3,76 cm<sup>2</sup>). V současné době tyto postupy již nepoužíváme. Užití antrálního balónku v praxi je v dnešní době považováno za obsoletní, protože balónek může v některých případech díky zvýšení tlaku v orbitě po naplnění fyziologickým roztokem vést k zatlačení kostěných fragmentů do okolních oko-hybných svalů i nervů, a to včetně *n. opticus* a poškodit je [92, 204-207]. Folkestad ve své práci uvádí, že 36 % pacientů, u kterých byl použit Foleyův katétr, vykazovalo pooperační diplopii [141]. To můžeme potvrdit i v naší studii, neboť u jednoho z takto léčených pacientů byla 1 rok po výkonu zaznamenána vertikální diplopie v krajní poloze bulbu.

Enoftalmus se dle literárních údajů vyskytuje v 1,5-43,5 % zlomenin kostí orbity [104, 142]. V našem souboru se enoftalmus 2 mm a větší vyskytoval za 1 měsíc po operačním výkonu u 3 pacientů (4,5 %), za 3 měsíce po operačním výkonu byl přítomen u 7 pacientů (10,4 %), za 6 měsíců po úrazu byl pozorován u 12 pacientů (17,9 %). Po jednom roce se tento stav již neměnil. U 6 z těchto 12 pacientů (50 %) byla jako rekonstrukční materiál použita PDS deska, ve 2 případech (16,7 %) byla použita titanová síťka, ve 2 (16,7 %) případech byl použit balónek močového katétru, v jednom případě (8,3 %) byl použit implantát Medpor tloušťky 1,5 mm a v posledním případě (8,3 %) byl použit Tomanův sloupek. Skutečnost, že za 3 měsíce po operačním výkonu se počet pacientů s enoftalmem zvýšil, si vysvětlujeme zejména ústupem pooperačního edému, což potvrzují i práce jiných autorů [208, 209].

Výskyt pooperační diplopie se podle dostupné literatury pohybuje v rozmezí 5-37 % přičemž u 70–80 % nemocných pak většinou do 4 týdnů vymizí [5, 208-210]. V našem případě byla diplopie 3 měsíce po operačním výkonu zaznamenána u 20 pacientů (29,9 %), přičemž při přímém pohledu ji pozorovala jedna pacientka s neurologicky prokázanou parézou *m. rectus medialis* z poškození *n. abducens*. Za 6 měsíců po výkonu pozorovalo diplopii celkem 13 pacientů (19,4 %), u výše zmíněné pacientky pak trvala i diplopie při přímém pohledu. Rok po operačním výkonu trvalo dvojité vidění u 6 pacientů (9,0 %), z tohoto počtu se u 5 pacientů diplopie vyskytovala čistě v krajní poloze bulbů, šestým případem byla opět pacientka s poškozením *n. abducens*.

Za měsíc po operačním výkonu pozorovalo určitou formu poruchy čítí celkem 30 pacientů (54,45 %), za 1 rok po operačním výkonu již jen 13 pacientů (23,63 %). To odpovídá zjištěním jiných autorů-po traumatech v oblasti střední obličejové etáže pozoruje 58-94 % pacientů nějakou formu poruchy čítí v oblasti senzitivně inervované 2. větvi trigeminu. Po operačním výkonu si na poruchu funkce *n. infraorbitalis* stěžovalo dle různých studií 9,3-55 % pacientů [62, 141, 170, 194, 211]. Permanentní neurologický deficit byl pozorován u 7-49 % pacientů [212, 213].

Dle Hwanga je nutné během revize a rekonstrukce fraktur spodiny očnice neoddělovat periorbitu od *n. infraorbitalis* a v implantátu v dorzální části vytvořit jakési „sedlo“, aby nedocházelo k útlaku nervu vlastním implantátem [178].

V našem souboru bylo zjištěno, že u 10 ze 13 pacientů (76,9 %) s poruchou funkce *n. infraorbitalis* trvající déle než 1 rok po operačním výkonu, se jednalo o zlomeniny bez poškození okraje orbity (typ „pure“) a průměrná velikost defektu ve spodině orbity měřila 4,19 cm<sup>2</sup>. 12 pacientů se zjištěnou poruchou funkce senzitivního nervu už v období před operačním výkonem a zároveň 1 rok po operačním výkonu tvořilo 17,9 % ze všech pacientů v souboru. Jedná se ale o 92,3 % pacientů, kteří rok po operačním výkonu pozorovali poruchu funkce *n. infraorbitalis*. Výsledek analýzy je však na hranici statistické významnosti ( $p=0,0885$ ). Toto zjištění si vysvětlujeme tak, že možná reparace nervu závisí na míře poškození nervu během vlastního traumatu. Pokud je primární trauma vyšší intenzity, tak existuje i nižší pravděpodobnost plné reparace nervu [214].

Pooperační porucha pohyblivosti bulbů nebyla v našem souboru zaznamenána, ale podle některých autorů jí může negativně ovlivnit titanová síťka [215].

## 6 Závěr

Do retrospektivní studie týkající se problematiky zlomenin spodiny očnice bylo zařazeno a operační výkon podstoupilo celkem 67 pacientů během 11 roků. Z hlediska výskytu pooperačních komplikací jsme se zaměřili na výskyt enoftalmu, pooperační diplopie a poruchu funkce *n. infraorbitalis*. Po jenom roce jsme pozorovali enoftalmus 2 mm a větší u 17,9 % pacientů, enoftalmus 3 mm a více u 10,4 % pacientů a diplopii u 9,0 % pacientů. Porušená funkce *n. infraorbitalis* se po jednom roce vyskytovala celkem u 19,4 % pacientů. Celková míra všech komplikací po jednom roce činila souhrnně 35,8 %.

Cílem našeho snažení by mělo být omezení výskytu výše zmíněných komplikací, z nichž mnohé souvisí s nedostatečným peroperačním zhodnocením pozice implantátu *in situ*. Měli bychom operovat co nejvíce atraumatically a při vlastním výkonu se snažit o co nejdokonalejší anatomickou rekonstrukci. K tomu nám může pomoci zejména předoperační CT vyšetření k vytvoření individuálních implantátů pro každý jednotlivý defekt. Peroperační navigaci lze poté použít k přesnému umístění implantátu podle předoperačního plánování (na modelu normální orbity). Efektivní výroba takových implantátů bude dalším logickým krokem, rychlý vývoj 3D tisku nám v tomto může výrazně pomoci. Takto zhotovené orbitální implantáty a peroperační CT zobrazení používané s technologií navádění obrazu by měly zlepšit přesnost umístění implantátu a vést ke snížení pooperačních komplikací, což následně nepochybně zlepší změněnou kvalitu života mnohých pacientů po traumatech očnice.

## 7 Seznam použité literatury

- [1] Dubois L, Steenen SA, Gooris PJ, Mourits MP, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction--I. Defect-driven orbital reconstruction: a systematic review. *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.*, 2015; 44:308-15.
- [2] Jones D, Evans J. "Blow-out" fractures of the orbit: an investigation into their anatomical basis. *Laryngol. Otol.*, 1967; 81:1109-1120.
- [3] Hoffmann J, Cornelius CP, Groten M, et al. Orbital reconstruction with individually copy-milled ceramic implants. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1998; 101:604-612.
- [4] Baumann A, Burggasser G, Gauss N, Ewers R. Orbital floor reconstruction with an alloplastic resorbable polydioxanone sheet. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2002; 31:367-373.
- [5] Biesman BS, Hornblass A, Lisman R, Kazlas M. Diplopia after surgical repair of orbital floor fractures. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1996; 12:9-16; discussion 17.
- [6] Hrušák D, Jambura J, Hauer L. Zlomeniny spodiny očnice (Statistika). *Čes. Stomat.*, 2010; 110:104-108.
- [7] Whitnall SE, *Anatomy of the human orbit and accessory organs of vision*, London: Oxford University Press, 1932.
- [8] Cornelius C-P, Mayer P, Ehrenfeld M, Metzger MC. The orbits—Anatomical features in view of innovative surgical methods. *Facial. Plast. Surg.*, 2014; 30:487-508.
- [9] Rene C. Update on orbital anatomy. *Eye*, 2006; 20:1119-1129.
- [10] Martins C, Costa e Silva IE, Campero A, et al. Microsurgical anatomy of the orbit: the rule of seven. *Anat. Res. Int.*, 2011; 2011.
- [11] Dutton J, Iliff N. Management of Blow-out Fractures of the Orbital Floor I. *Surv. Ophthalmol.*, 1991; 35.
- [12] Rootman J, Stewart B, Goldberg RA, *Orbital surgery: a conceptual approach*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1995.
- [13] Converse JM, Smith B. On the treatment of blow-out fractures of the orbit. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1978.
- [14] Galanski M, Friedmann G. Röntgenanatomische Gesichtspunkte zur Diagnostik von Orbitabodenfrakturen. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie*, 1977; 22:26-8.
- [15] Kolk A, Pautke C, Schott V, et al. Secondary post-traumatic enophthalmos: high-resolution magnetic resonance imaging compared with multislice computed

- tomography in postoperative orbital volume measurement. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2007; 65:1926-34.
- [16] Jaquiéry C, Aeppli C, Cornelius P, et al. Reconstruction of orbital wall defects: critical review of 72 patients. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2007; 36:193-199.
- [17] Messinger A, Radkowski MA, Greenwald MJ, Pensler JM. Orbital roof fractures in the pediatric population. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1989; 84:213-6; discussion 217-8.
- [18] Nguyen P, Sullivan P. Advances in the management of orbital fractures. *Clin. Plast. Surg.*, 1992; 19:87-98.
- [19] Rontal E, Rontal M, Guilford F. Surgical anatomy of the orbit. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 1979; 88:382-386.
- [20] Felding UNA. Blowout fractures-clinic, imaging and applied anatomy of the orbit. *Dan. Med. J.*, 2018; 65:1-9.
- [21] Lerman S. Blowout fracture of the orbit. Diagnosis and treatment. *Br. J. Ophthalmol.*, 1970; 54:90.
- [22] Koornneef L. Orbital septa: anatomy and function. *Ophthalmol.*, 1979; 86:876-880.
- [23] Chi MJ, Ku M, Shin KH, Baek S. An analysis of 733 surgically treated blowout fractures. *Ophthalmologica* 2010; 224:167-175.
- [24] Ugradar S, Lambros V. Orbital Volume Increases With Age: A Computed Tomography–Based Volumetric Study. *Ann. Plast. Surg.*, 2019; 83:693-696.
- [25] Ellis E, 3rd, el-Attar A, Moos KF. An analysis of 2,067 cases of zygomatico-orbital fracture. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1985; 43:417-28.
- [26] Otten J, Rose E, Rückauer K, Schilli W. Verletzungsmuster bei Patienten mit Gesichtsschädelfrakturen. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir*, 1995; 19:204-206.
- [27] Meier K, Schmidt T. Diagnostic and therapeutic aspects in medial orbital fractures. *Fortschritte der Kiefer-und Gesichts-Chirurgie*, 1991; 36:220-222.
- [28] Hemprich A, Emmerich K, Prinz M. Neurologische und ophthalmologische Spätfolgen nach Frakturen des zygomaticoorbitalen Komplexes. In: K vS ed. Stuttgart: Thieme, 1991:153-155.
- [29] Fan X, Li J, Zhu J, Li H, Zhang D. Computer-assisted orbital volume measurement in the surgical correction of late enophthalmos caused by blowout fractures. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 2003; 19:207-211.
- [30] Smith B, Regan Jr WF. Blow-out fracture of the orbit: mechanism and correction of internal orbital fracture. *Am. J. Ophthalmol.*, 1957; 44:733-739.

- [31] Gosau M, Schöneich M, Draenert FG, et al. Retrospective analysis of orbital floor fractures—complications, outcome, and review of literature. *Clin. Oral Investig.*, 2011; 15:305-313.
- [32] Joos U. Therapy of orbital fractures. *Fortschritte der Kiefer-und Gesichts-Chirurgie*, 1996; 41:32-38.
- [33] Brady SM, McMann MA, Mazzoli RA, et al. The diagnosis and management of orbital blowout fractures: update 2001. *Am. J. Emerg. Med.*, 2001; 19:147-154.
- [34] Nolasco FP, Mathog RH. Medial orbital wall fractures: classification and clinical profile. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1995; 112:549-556.
- [35] Converse JM, Smith B, Obear MF, Wood-Smith D. Orbital blowout fractures: a ten-year survey. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1967; 39:20-36.
- [36] Le Fort R. Etude experimentale sur les fractures de la machoire superieure. *J. Revue Chirurgio.*, 1901; 23:208.
- [37] Fujino T. Experimental “blowout” fracture of the orbit. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1974; 54:81-82.
- [38] Waterhouse N, Lyne J, Urdang M, Garey L. An investigation into the mechanism of orbital blowout fractures. *Br. J. Plast. Surg.*, 1999; 52:607-612.
- [39] Rhee JS, Kilde J, Yoganadan N, Pintar F. Orbital blowout fractures: experimental evidence for the pure hydraulic theory. *Arch. Facial. Plast. Surg.*, 2002; 4:98-101.
- [40] Nagasao T, Miyamoto J, Jiang H, Tamaki T, Kaneko T. Interaction of hydraulic and buckling mechanisms in blowout fractures. *Ann. Plast. Surg.*, 2010; 64:471-476.
- [41] He D, Blomquist PH, Ellis III E. Association between ocular injuries and internal orbital fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2007; 65:713-720.
- [42] Hammer B, *Orbital fractures: diagnosis, operative treatment, secondary corrections*, Toronto: Hogrefe & Huber Publishers, 1995.
- [43] Antonyshyn O, Gruss J, Kassel E. Blow-in fractures of the orbit. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1989; 84:10-20.
- [44] Dubois L, Steenen SA, Gooris PJ, Bos RR, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction-III. Biomaterials for orbital reconstruction: a review with clinical recommendations. *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.*, 2016; 45:41-50.
- [45] Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J, *The comprehensive classification of fractures of long bones*, Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2012.

- [46] Cornelius C-P, Audigé L, Kunz C, et al. Die neue AO-CMF-Traumaklassifikation für Erwachsene–Überblick, Präzisions-Level und anatomische Module für Unterkiefer, Kiefergelenkfortsätze, Mittelgesicht und Orbita. *OP-Journal*, 2013; 29:109-128.
- [47] Audigé L, Cornelius CP, Kunz C, Buitrago-Téllez CH, Prein J. The Comprehensive AOCMF Classification System: Classification and Documentation within AOCOIAC Software. *Craniofac. Trauma Reconstr.*, 2014; 7:S114-22.
- [48] Kunz C, Audigé L, Cornelius C-P, et al. The comprehensive AOCMF classification system: orbital fractures-level 3 tutorial. *CMTRO*, 2014; 7:92-102.
- [49] Hausamen J-E, Machtens E, Reuther JF, et al., *Mund-, Kiefer-und Gesichtschirurgie*, Berlin: Springer-Verlag, 2012.
- [50] Mast G, Ehrenfeld M, Cornelius C. Maxillofaziale Frakturen: Mittelgesicht und interne Orbita. *Der Unfallchirurg*, 2011; 114:1007-1017.
- [51] Clauser L, Galie M, Pagliaro F, Tieghi R. Posttraumatic enophthalmos: etiology, principles of reconstruction, and correction. *J. Craniofac. Surg.*, 2008; 19:351-359.
- [52] Pfeiffer RL. Roentgenography of exophthalmos, with notes on the roentgen ray in ophthalmology. *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.*, 1941; 39:492.
- [53] Safi A-F, Richter M-T, Rothamel D, et al. Influence of the volume of soft tissue herniation on clinical symptoms of patients with orbital floor fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2016; 44:1929-1934.
- [54] Putterman AM. Management of blow-out fractures of the orbital floor: III. The conservative approach. *Surv. Ophthalmol.*, 1991; 35:292-298.
- [55] Chiasson G, Matic DB. Muscle shape as a predictor of traumatic enophthalmos. *CMTRO*, 2010; 3:125-130.
- [56] Villarreal PM, Monje F, Morillo AJ, et al. Porous polyethylene implants in orbital floor reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg.*, 2002; 109:877-85; discussion 886.
- [57] Rinna C, Ungari C, Saltarel A, Cassoni A, Reale G. Orbital floor restoration. *Arch. Craniofac. Surg.*, 2005; 16:968-972.
- [58] Iliff N, Manson PN, Katz J, Rever L, Yaremchuk M. Mechanisms of extraocular muscle injury in orbital fractures. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* , 1999; 103:787-799.
- [59] Tong L, Bauer RJ, Buchman SR. A current 10-year retrospective survey of 199 surgically treated orbital floor fractures in a nonurban tertiary care center. *Plast. Reconstr. Surg.*, 2001; 108:612-621.

- [60] Vriens JP, van der Glas HW, Bosman F, Koole R, Moos KF. Information on infraorbital nerve damage from multitesting of sensory function. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1998; 27:20-26.
- [61] Vriens JP, van der Glas HW, Moos KF, Koole R. Infraorbital nerve function following treatment of orbitozygomatic complex fractures: a multitest approach. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1998; 27:27-32.
- [62] Schultze-Mosgau S, Erbe M, Rudolph D, Ott R, Neukam FW. Prospective study on post-traumatic and postoperative sensory disturbances of the inferior alveolar nerve and infraorbital nerve in mandibular and midfacial fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1999; 27:86-93.
- [63] Cole P, Boyd V, Banerji S, Hollier Jr LH. Comprehensive management of orbital fractures. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2007; 120:57S-63S.
- [64] Emery J. Orbital floor fractures: long-term follow-up of cases with and without surgical repair. *Trans. Amer. Acad. Ophthalmol. Otol.*, 1971; 75:802-812.
- [65] Koryczan P, Zapała J, Wszyńska-Pawełec G. Reduction in visual acuity and intraocular injuries in orbital floor fracture. *Folia Med. Cracov.*, 2015.
- [66] Burnstine MA. Clinical recommendations for repair of isolated orbital floor fractures: an evidence-based analysis. *Ophthalmol.*, 2002; 109:1207-1210.
- [67] Wimmer S. Evaluation einer Klassifikation zur Kategorisierung von isolierten Orbitabodenfrakturen mittels Computertomographie. Thesis and Disertations. Technische Universität München. München, 2019.
- [68] Welkoborsky H-J, Wiechens B, Hinni ML, *Orbita: interdisziplinäres Management der Orbitaerkrankungen*, New York: Georg Thieme Verlag, 2016.
- [69] Kaufman Y, Stal D, Cole P, Hollier Jr L. Orbitozygomatic fracture management. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2008; 121:1370-1374.
- [70] Levin LA, Beck RW, Joseph MP, Seiff S, Kraker R. The treatment of traumatic optic neuropathy: the International Optic Nerve Trauma Study. *Ophthalmol.*, 1999; 106:1268-1277.
- [71] Iinuma T, Hirota Y, Ishio K. Orbital wall fractures. Conventional views and CT. *J. Rhinol.*, 1994; 32:81-83.
- [72] Kubal WS. Imaging of orbital trauma. *Radiographics*, 2008; 28:1729-1739.
- [73] Moe KS, Murr AH, Wester ST. Orbital fractures. *Facial. Plast. Surg. Clin.*, 2018; 26:237-251.



- [74] Neinstein RM, Phillips JH, Forrest CR. Pediatric orbital floor trapdoor fractures: outcomes and CT-based morphologic assessment of the inferior rectus muscle. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2012; 65:869-874.
- [75] Kolk A, Pautke C, Wiener E, Ploder O, Neff A. A novel high-resolution magnetic resonance imaging microscopy coil as an alternative to the multislice computed tomography in postoperative imaging of orbital fractures and computer-based volume measurement. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2005; 63:492-498.
- [76] Lin KY, Ngai P, Echegoyen JC, Tao JP. Imaging in orbital trauma. *Saudi J. Ophthalmol.*, 2012; 26:427-432.
- [77] Adesanya O, Dawkins DM. Intraorbital wooden foreign body (IOFB): mimicking air on CT. *Emerg. Radiol.*, 2007; 14:45-49.
- [78] Gor DM, Kirsch CF, Leen J, Turbin R, Von Hagen S. Radiologic differentiation of intraocular glass: evaluation of imaging techniques, glass types, size, and effect of intraocular hemorrhage. *AJR*, 2001; 177:1199-1203.
- [79] Kolk A, Stimmer H, Klopfer M, et al. High resolution magnetic resonance imaging with an orbital coil as an alternative to computed tomography scan as the primary imaging modality of pediatric orbital fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2009; 67:348-356.
- [80] Zammit-Maempel I, Chadwick C, Willis S. Radiation dose to the lens of eye and thyroid gland in paranasal sinus multislice CT. *Brit. J. Radiol.*, 2003; 76:418-420.
- [81] Cunningham JD, Marden PA. Blow-out fractures of the orbital floor. *Arch. Ophthalmol.*, 1962; 68:492-497.
- [82] Lerman S, Cramer LM. Blowout fractures of the orbit. *Am. J. Ophthalmol.*, 1964; 57:264-267.
- [83] Kohn R, Romano PE, Puklin JE. Lacrimal obstruction after migration of orbital floor implant. *Am. J. Ophthalmol.*, 1976; 82:934-936.
- [84] Nicholson DH, Guzak SV. Visual loss complicating repair of orbital floor fractures. *Arch. Ophthalmol.*, 1971; 86:369-375.
- [85] Bowers J. The management of blow-out fracture of the orbital floor. *Surv. Ophthalmol.*, 1964; 9:237-243.
- [86] Crikelair GF, Rein JM, Potter GD, Cosman B. A critical look at the "blowout" fracture. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1972; 49:374-379.
- [87] Putterman AM, Stevens T, Urist MJ. Nonsurgical management of blow-out fractures of the orbital floor. *Am. J. Ophthalmol.*, 1974; 77:232-239.

- [88] Gerbino G, Ramieri G, Nasi A. Diagnosis and treatment of retrobulbar haematomas following blunt orbital trauma: a description of eight cases. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2005; 34:127-131.
- [89] Bansagi ZC, Meyer DR. Internal orbital fractures in the pediatric age group: characterization and management. *Ophthalmol.*, 2000; 107:829-836.
- [90] Egbert JE, May K, Kersten RC, Kulwin DR. Pediatric orbital floor fracture: direct extraocular muscle involvement. *Ophthalmol.*, 2000; 107:1875-1879.
- [91] Sires BS, Stanley RB, Levine LM. Oculocardiac reflex caused by orbital floor trapdoor fracture: an indication for urgent repair. *Arch. Ophthalmol.*, 1998; 116:955-956.
- [92] Hötte HH. Symposium on orbital fractures, Amsterdam, 19-20 April 1969. *Klin. Monbl. Augenheilkd.*, 1970; 156:448-50.
- [93] Boush GA, Lemke BN. Progressive infraorbital nerve hypesthesia as a primary indication for blow-out fracture repair. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1994; 10:271-5.
- [94] De Man K, Bax W. The influence of the mode of treatment of zygomatic bone fractures on the healing process of the infraorbital nerve. *Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.*, 1988; 26:419-425.
- [95] Ward-Booth P, Hausamen J-E, Schendel SA, *Maxillofacial surgery*, London: Elsevier Churchill Livingstone, 2007.
- [96] Rohrich RJ, Janis JE, Adams WP, Jr. Subciliary versus subtarsal approaches to orbitozygomatic fractures. *Plast. Reconstr. Surg.*, 2003; 111:1708-14.
- [97] Appling WD, Patrinely JR, Salzer TA. Transconjunctival approach vs subciliary skin-muscle flap approach for orbital fracture repair. *AOHNS*, 1993; 119:1000-1007.
- [98] Bähr W, Bagambisa FB, Schlegel G, Schilli W. Comparison of transcutaneous incisions used for exposure of the infraorbital rim and orbital floor: a retrospective study. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1992; 90:585-91.
- [99] Wray Jr RC, Holtmann B, Ribaldo JM, Keiter J, Weeks PM. A comparison of conjunctival and subciliary incisions for orbital fractures. *Br. J. Plast. Surg.*, 1977; 30:142-145.
- [100] Zingg M, Chowdhury K, Lädach K, et al. Treatment of 813 zygoma-lateral orbital complex fractures: New aspects. *AOHNS*, 1991; 117:611-620.
- [101] Büchel P, Rahal A, Seto I, Iizuka T. Reconstruction of orbital floor fracture with polyglactin 910/polydioxanon patch (ethisorb): a retrospective study. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2005; 63:646-650.

- [102] Shaw GY, Khan J. Precise repair of orbital maxillary zygomatic fractures. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1994; 120:613-9.
- [103] Fonseca RJ, *Oral and Maxillofacial Surgery-E-Book: 3-Volume Set*, St. Luis: Elsevier Health Sciences, 2017.
- [104] Friesenecker J, Dammer R, Moritz M, Niederdelmann H. Long-term results after primary restoration of the orbital floor. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 1995; 23:31-33.
- [105] Höltje W. Wiederherstellung von Orbitabodendefekten mit Polyglactin. *Fortschr Kiefer Gesichtschir*, 1983; 28:65.
- [106] Potter JK, Ellis E. Biomaterials for reconstruction of the internal orbit. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2004; 62:1280-1297.
- [107] Potter JK, Malmquist M, Ellis E. Biomaterials for reconstruction of the internal orbit. *Oral. Maxillofac. Surg. Clin.*, 2012; 24:609-627.
- [108] Courtney D, Thomas S, Whitfield PH. Isolated orbital blowout fractures: survey and review. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2000; 38:496-503.
- [109] Schlickewei W, Schlickewei C. The use of bone substitutes in the treatment of bone defects—the clinical view and history. Conference Proceeding. *Clinical View and History. Macromol. Symp.*, Vienna, Wiley Online Library, 2007.
- [110] Chowdhury K, Krause GE. Selection of materials for orbital floor reconstruction. *AOHNS*, 1998; 124:1398-1401.
- [111] Ilankovan V, Jackson I. Experience in the use of calvarial bone grafts in orbital reconstruction. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1992; 30:92-96.
- [112] Bagatin M. Reconstruction of orbital defects with autogenous bone from mandibular symphysis. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 1987; 15:103-105.
- [113] Girdler N, Hosseini M. Orbital floor reconstruction with autogenous bone harvested from the mandibular lingual cortex. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1992; 30:36-38.
- [114] Sugg KB, Rosenthal AH, Ozaki W, Buchman SR. Quantitative comparison of volume maintenance between inlay and onlay bone grafts in the craniofacial skeleton. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2013; 131:1014.
- [115] Avashia YJ, Sastry A, Fan KL, Mir HS, Thaller SR. Materials used for reconstruction after orbital floor fracture. *Arch. Craniofac. Surg.*, 2012; 23:S49-S55.
- [116] Ellis E, Messo E. Use of nonresorbable alloplastic implants for internal orbital reconstruction. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2004; 62:873-881.
- [117] Ellis III E, Perez D. An algorithm for the treatment of isolated zygomatico-orbital fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2014; 72:1975-1983.

- [118] Sullivan PK, Rosenstein DA, Holmes RE, Craig D, Manson PN. Bone-graft reconstruction of the monkey orbital floor with iliac grafts and titanium mesh plates: a histometric study. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1993; 91:769-75; discussion 776.
- [119] Ellis III E, Tan Y. Assessment of internal orbital reconstructions for pure blowout fractures: cranial bone grafts versus titanium mesh. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2003; 61:442-453.
- [120] Kirby EJ, Turner JB, Davenport DL, Vasconez HC. Orbital floor fractures: outcomes of reconstruction. *Ann. Plast. Surg.*, 2011; 66:508-512.
- [121] Metzger MC, Schön R, Schmelzeisen R. Preformed titanium meshes: a new standard? *Skull Base*, 2007; 17:269.
- [122] Kozakiewicz M, Elgalal M, Loba P, et al. Clinical application of 3D pre-bent titanium implants for orbital floor fractures. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 2009; 37:229-34.
- [123] Schubert W, Gear A, Lee C, et al. Incorporation of titanium mesh in orbital and midface reconstruction. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2002; 110:1022-30; discussion 1031.
- [124] Ellis E, 3rd, Tan Y. Assessment of internal orbital reconstructions for pure blowout fractures: cranial bone grafts versus titanium mesh. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2003; 61:442-53.
- [125] Dortzbach RK, Alexander SC, Sutula FC, Hawes MJ. Correction of facial contour deformities with prefabricated sculptured implants. *Ophthalmol.*, 1981; 88:908-916.
- [126] Lacey M, Antonyshyn O. Use of porous high-density polyethylene implants in temporal contour reconstruction. *Craniofac. Surg.*, 1993; 4:74-78.
- [127] Choi J, Sims C, Casanova R, Shore J, Yaremchuk M. Porous polyethylene implant for orbital wall reconstruction. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 1995; 1:42-49.
- [128] Berghaus A. Porous polyethylene in reconstructive head and neck surgery. *Arch. Otolaryngol.*, 1985; 111:154-160.
- [129] David TT. Cyanoacrylate tissue adhesive in securing orbital implants. *Ophthalmic. Surg. Lasers Imaging Retina*, 1986; 17:577-580.
- [130] Rosen HM. The response of porous hydroxyapatite to contiguous tissue infection. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1991; 88:1076-1080.
- [131] Rubin P, Popham JK, Bilyk JR, Shore JW. Comparison of fibrovascular ingrowth into hydroxyapatite and porous polyethylene orbital implants. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1994; 10:96-103.
- [132] Karesh JW, Dresner SC. High-density porous polyethylene (Medpor) as a successful anophthalmic socket implant. *Ophthalmol.*, 1994; 101:1688-1696.

- [133] Bilyk JR, Rubin PA, Shore JW. Correction of enophthalmos with porous polyethylene implants. *Int. Ophthalmol. Clin.*, 1992; 32:151-156.
- [134] Rubin PA, Bilyk JR, Shore JW. Orbital reconstruction using porous polyethylene sheets. *Ophthalmol.*, 1994; 101:1697-1708.
- [135] Holtmann H, Eren H, Sander K, Kübler NR, Handschel J. Orbital floor fractures—short- and intermediate-term complications depending on treatment procedures. *Head. Face. Med.*, 2016; 12:1-6.
- [136] Kontio R, Suuronen R, Salonen O, et al. Effectiveness of operative treatment of internal orbital wall fracture with polydioxanone implant. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2001; 30:278-285.
- [137] Dietz A, Ziegler CM, Dacho A, et al. Effectiveness of a new perforated 0.15 mm poly-p-dioxanon-foil versus titanium-dynamic mesh in reconstruction of the orbital floor. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 2001; 29:82-88.
- [138] Hossal BM, Beatty RL. Diplopia and enophthalmos after surgical repair of blowout fracture. *Orbit.*, 2002; 21:27-33.
- [139] Yip C-C, Jain A, McCann JD, Demer JL. Inferior rectus muscle transection: a cause of diplopia after non-penetrating orbital trauma. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*, 2006; 244:1698-1700.
- [140] Dortzbach RK. Orbital floor fractures. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1985; 1:149-152.
- [141] Folkestad L, Westin T. Long-term sequelae after surgery for orbital floor fractures. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1999; 120:914-921.
- [142] Aitasalo K, Kinnunen I, Palmgren J, Varpula M. Repair of orbital floor fractures with bioactive glass implants. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2001; 59:1390-1395.
- [143] Manson PN, Clifford CM, Su C, Iliff NT, Morgan R. Mechanisms of global support and posttraumatic enophthalmos: I. The anatomy of the ligament sling and its relation to intramuscular cone orbital fat. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1986; 77:193-202.
- [144] Manson PN, Iliff N, Robertson B. Discussion: Evaluation of computer-based area and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2002; 60:1273-1274.
- [145] Pearl RM, Vistnes L, Troxel S. Treatment of exophthalmos. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1991; 87:236-244.

- [146] Bite U, Jackson IT, Forbes GS, Gehring DG. Orbital volume measurements in enophthalmos using three-dimensional CT imaging. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 1985; 75:502-508.
- [147] Zhang Z, Zhang Y, He Y, An J, Zwahlen RA. Correlation between volume of herniated orbital contents and the amount of enophthalmos in orbital floor and wall fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2012; 70:68-73.
- [148] Whitehouse R, Batterbury M, Jackson A, Noble J. Prediction of enophthalmos by computed tomography after 'blow out' orbital fracture. *Br. J. Ophthalmol.*, 1994; 78:618-620.
- [149] Banerjee A, Moore CC, Tse R, Matic D. Rounding of the inferior rectus muscle as an indication of orbital floor fracture with periorbital disruption. *J. Otolaryngol.*, 2007; 36:175-80.
- [150] Lee J-W. Treatment of enophthalmos using corrective osteotomy with concomitant cartilage-graft implantation. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2010; 63:42-53.
- [151] Giroto JA, Gamble WB, Robertson B, et al. Blindness after reduction of facial fractures. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1998; 102:1821-1834.
- [152] Lentrodt J, Unsöld R, Bosche J. Amaurose nach operativer Versorgung von Orbitabodenfrakturen—eine unvorhersehbare Komplikation. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1991; 36:150-151.
- [153] Popat H, Doyle P, Davies S. Blindness following retrobulbar haemorrhage—it can be prevented. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2007; 45:163-164.
- [154] Coulter VL, Holds JB, Anderson RL. Avoiding complications of orbital surgery: the orbital branches of the infraorbital artery. *Ophthalmic. Surg. Lasers Imaging Retina*, 1990; 21:141-143.
- [155] Dörre A, Döring K. Amaurose nach operativer Versorgung einer lateralen Mittelgesichtsfraktur. *MKG-Chirurg*, 2008; 1:133-136.
- [156] Breuer T, Grossenbacher R. Erblindung nach Reposition einer Jochbeinfraktur. *HNO*, 2007; 55:211-216.
- [157] Flood T, McManners J, El Attar A, Moos K. Randomized prospective study of the influence of steroids on postoperative eye-opening after exploration of the orbital floor. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1999; 37:312-315.
- [158] Holck DE, Ng J. Evaluation and treatment of orbital fractures: A multidisciplinary approach Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006: 289-305.
- [159] Miklová V. Diplopie-diagnostika a terapie. Thesis and Disertations. MUNI. Brno, 2017.

- [160] Jin H-R, Shin S-O, Choo M-J, Choi Y-S. Relationship between the extent of fracture and the degree of enophthalmos in isolated blowout fractures of the medial orbital wall. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2000; 58:617-620.
- [161] Goggin J, Jupiter DC, Czerwinski M. Simple Computed Tomography–Based Calculations of Orbital Floor Fracture Defect Size Are Not Sufficiently Accurate for Clinical Use. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2015; 73:112-116.
- [162] Ploder O, Klug C, Voracek M, et al. A computer-based method for calculation of orbital floor fractures from coronal computed tomography scans. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2001; 59:1437-1442.
- [163] Lee S, Maronian N, Most SP, et al. Porous high-density polyethylene for orbital reconstruction. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 2005; 131:446-50.
- [164] Yoon KC, Seo MS, Park YG. Orbital trapdoor fracture in children. *J. Korean Med. Sci.*, 2003; 18:881-5.
- [165] Jordan DR, Allen LH, White J, et al. Intervention within days for some orbital floor fractures: the white-eyed blowout. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1998; 14:379-90.
- [166] Jordan DR, Onge PS, Anderson RL, Patrinely JR, Nerad JA. Complications associated with alloplastic implants used in orbital fracture repair. *Ophthalmol.*, 1992; 99:1600-1608.
- [167] Harris G. Orbital blow-out fractures: surgical timing and technique. *Eye*, 2006; 20:1207-1212.
- [168] Richards NQ, Brown NH, Kidwell Jr ED. Visual acuity in orbital floor fractures: does surgical subspecialty management matter? *Arch. Craniofac. Surg.*, 2015; 26:1668-1672.
- [169] Fogaça WC, Fereirra MC, Dellon AL. Infraorbital nerve injury associated with zygoma fractures: documentation with neurosensory testing. *Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.*, 2004; 113:834-838.
- [170] Zachariades N, Papavassiliou D, Papademetriou I. The alterations in sensitivity of the infraorbital nerve following fractures of the zygomaticomaxillary complex. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 1990; 18:315-318.
- [171] Eren H. *Versorgungen von Orbitabodenfrakturen-Eine retrospektive Analyse*. Thesis and Disertations. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Düsseldorf, 2018.
- [172] Anderson PJ, Poole MD. Orbital floor fractures in young children. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 1995; 23:151-154.
- [173] Shin JW, Lim JS, Yoo G, Byeon JH. An analysis of pure blowout fractures and associated ocular symptoms. *Arch. Craniofac. Surg.*, 2013; 24:703-707.

- [174] Piombino P, Iaconetta G, Ciccarelli R, et al. Repair of orbital floor fractures: our experience and new technical findings. *CMTRO*, 2010; 3:217-221.
- [175] Jones NP. Orbital blowout fractures in sport. *Br. J. Sports. Med.*, 1994; 28:272-5.
- [176] Bartoli D, Fadda MT, Battisti A, et al. Retrospective analysis of 301 patients with orbital floor fracture. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 2015; 43:244-7.
- [177] Antoun JS, Lee KH. Sports-related maxillofacial fractures over an 11-year period. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2008; 66:504-8.
- [178] Hwang K, Hwang JH. Do we have to dissect infraorbital nerve from periorbita in orbital floor fracture? *J. Craniofac. Surg.*, 2009; 20:1260-2.
- [179] Chen H-H, Pan C-H, Leow A-M, Tsay P-K, Chen C-T. Evolving concepts in the management of orbital fractures with enophthalmos: a retrospective comparative analysis. *Formos. J. Surg.*, 2016; 49:1-8.
- [180] Parsons GS, Mathog RH. Orbital wall and volume relationships. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1988; 114:743-7.
- [181] Alinasab B, Ryott M, Stjärne P. Still no reliable consensus in management of blow-out fracture. *Injury*, 2014; 45:197-202.
- [182] Ketterl B. Vergleich der operativen Zugangsmöglichkeiten bei Orbitabodenfrakturen. Thesis and Disertations. Technische Universität München. München, 2015.
- [183] Lyon DB, Newman SA. Evidence of direct damage to extraocular muscles as a cause of diplopia following orbital trauma. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1989; 5:81-91.
- [184] Amrith S, Saw SM, Lim TC, Lee TK. Ophthalmic involvement in cranio-facial trauma. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 2000; 28:140-7.
- [185] Ramphul A, Hoffman G. Does preoperative diplopia determine the incidence of postoperative diplopia after repair of orbital floor fracture? An institutional review. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2017; 75:565-575.
- [186] Takahashi Y, Sabundayo MS, Miyazaki H, Mito H, Kakizaki H. Orbital trapdoor fractures: different clinical profiles between adult and paediatric patients. *Br. J. Ophthalmol.*, 2018; 102:885-891.
- [187] Homer N, Glass LR, Lee NG, et al. Assessment of infraorbital hypesthesia following orbital floor and zygomaticomaxillary complex fractures using a novel sensory grading system. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 2019; 35:53-55.
- [188] Green Jr RP, Peters DR, Shore JW, Fanton JW, Davis H. Force necessary to fracture the orbital floor. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1990; 6:211-217.



- [189] Ahmad F, Kirkpatrick W, Lyne J, et al. Strain gauge biomechanical evaluation of forces in orbital floor fractures. *Br. J. Plast. Surg.*, 2003; 56:3-9.
- [190] Patel S, Andreovich C, Silverman M, Zhang L, Shkoukani M. Biomechanic factors associated with orbital floor fractures. *JAMA Facial Plast.*, 2017; 19:298-302.
- [191] Ploder O, Oeckher M, Klug C, et al. Isolated fractures of the orbital floor. *Mund-, Kiefer-und Gesichtschirurgie*, 2005; 9:95-100.
- [192] Ploder O, Klug C, Voracek M, Burggasser G, Czerny C. Evaluation of computer-based area and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2002; 60:1267-1272.
- [193] Schouman T, Courvoisier DS, Imholz B, Van Issum C, Scolozzi P. Computational area measurement of orbital floor fractures: reliability, accuracy and rapidity. *Eur. J. Radiol.*, 2012; 81:2251-2254.
- [194] Choi SH, Kang DH, Gu JH. The correlation between the orbital volume ratio and enophthalmos in unoperated blowout fractures. *Arch. Plast. Surg.*, 2016; 43:518.
- [195] Raskin EM, Millman AL, Lubkin V, et al. Prediction of late enophthalmos by volumetric analysis of orbital fractures. *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.*, 1998; 14:19-26.
- [196] Rhee SH, Kim TS, Song JM, Shin SH, Lee JY. Effectiveness of Computed Tomography for Blow-out Fracture. *Maxillofac. Plast. Reconstr. Surg.*, 2014; 36:273-9.
- [197] Hidding J, Deitmer T, Hemprich A, Ahrberg W. Primary correction of orbital fractures using PDS-foil. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1991; 36:195-6.
- [198] Hessling KH, Eckardt A, Schmelzeisen R, Mayer H. Indication for, technique and results of reconstruction of traumatic defects of the bony orbital floor. *Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1991; 36:207-9.
- [199] Horch H-H. *Mund-, Kiefer-und Gesichtschirurgie*. In: Brauer RB ed. *Basiswissen Chirurgie*. Heidelberg: Springer, 2007:119-137.
- [200] Jank S, Emshoff R, Schuchter B, et al. Orbital floor reconstruction with flexible Ethisorb patches: a retrospective long-term follow-up study. *Oral. Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2003; 95:16-22.
- [201] Gierloff M, Seeck NGK, Springer I, et al. Orbital floor reconstruction with resorbable polydioxanone implants. *Arch. Craniofac. Surg.*, 2012; 23:161-164.
- [202] Gerressen M, Gillessen S, Riediger D, et al. Radiologic and facial morphologic long-term results in treatment of orbital floor fracture with flexible absorbable alloplastic material. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2012; 70:2375-85.

- [203] Folkestad L, Granström G. A prospective study of orbital fracture sequelae after change of surgical routines. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2003; 61:1038-1044.
- [204] Manson PN. Cranial Orbital Fractures. *Oral. Maxillofac. Surg. Clin. North. Am.*, 1990; 2:121-143.
- [205] Rosbe KW, Meredith SD, Holmes DK. Complication of maxillary sinus Foley balloon placement for orbital floor support. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1997; 117:S148-50.
- [206] Westermarck A, Jensen J, Sindet-Pedersen S. Zygomatic fractures and infraorbital nerve disturbances. Miniplate osteosynthesis vs. other treatment modalities. *Oral. Surg. Oral. Diagn.*, 1992; 3:27-30.
- [207] Strong EB, Kim KK, Diaz RC. Endoscopic approach to orbital blowout fracture repair. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 2004; 131:683-95.
- [208] Folkestad L, Åberg-Bengtsson L, Granström G. Recovery from orbital floor fractures: a prospective study of patients' and doctors' experiences. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2006; 35:499-505.
- [209] Tadj A, Kimble FW. Fractured zygomas. *ANZ J. Surg.*, 2003; 73:49-54.
- [210] Hawes MJ, Dortzbach RK. Surgery on orbital floor fractures. Influence of time of repair and fracture size. *Ophthalmol.*, 1983; 90:1066-70.
- [211] Zingg M, Laedrach K, Chen J, et al. Classification and treatment of zygomatic fractures: a review of 1,025 cases. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1992; 50:778-790.
- [212] Taicher S, Ardekian L, Samet N, Shoshani Y, Kaffe I. Recovery of the infraorbital nerve after zygomatic complex fractures: a preliminary study of different treatment methods. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1993; 22:339-341.
- [213] Bonkowsky V, Mang W-L, Wendl F, Frank C. Neurologische Komplikationen bei Mittelgesichtsfrakturen. *Laryngorhinootologie*, 1989; 68:539-542.
- [214] Haapanen A, Thorén H, Apajalahti S, Suominen A, Snäll J. Neurosensory recovery after trauma to the orbital floor: a prospective trial with dexamethasone. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2018; 56:810-813.
- [215] Kersey TL, Ng SG, Rosser P, Sloan B, Hart R. Orbital adherence with titanium mesh floor implants: a review of 10 cases. *Orbit.*, 2013; 32:8-11.