

Pregledni prispevek/Review article

POŠKODBA OČESA

OSKRBA BOLNIKA Z ODPRTO POŠKODBO OČESA

EYE TRAUMA

OPEN GLOBE INJURY MANAGEMENT

Mojca Globočnik-Petrovič

Očesna klinika, Klinični center, Zaloška 29 a, 1525 Ljubljana

Prispelo 2003-12-03, sprejeto 2004-02-11; ZDRAV VESTN 2004; 73: 393-7

Ključne besede: register očesne poškodbe; primarna oskrba poškodbe; pars plana vitrektomija; antibiotiki; cirklaža

Izvleček – Izhodišča. Poškodba očesa je pomemben vzrok slepote. Uporaba Birminghamske klasifikacije nam je omogočila enoten jezik pri obravnavanju očesnih poškodb. Registracija očesnih poškodb nam omogoča pregled uspehov zdravljenja, analizo epidemioloških in socioloških podatkov.

Najpogostejše poškodbe očesa so zaprte poškodbe očesa – kontuzijske poškodbe, katerih prognoza je glede na druge poškodbe očesa sorazmerno dobra. Pri odprti poškodbi očesa je pomembna ustrezna primarna oskrba poškodbe in če je potrebno sekundarna vitrektomija pars plana. Še vedno so deljena mnenja glede izbire pravega časa za vitrektomijo, uporabe sistemskih in intravitrealnih antibiotikov in cirklažnega paščka.

Zaključki. S pravočasno in ustrezno primarno oskrbo poškodovanega očesa, uporabo ustreznih sistemskih in intravitrealnih antibiotikov, s pravilno izbiro časa za vitrektomijo pars plana in z namestitvijo cirklaže lahko izboljšamo tako anatomske kot funkcionalne uspehe pri poškodbi očesa.

Uvod

Očesna poškodba je glavni vzrok slepote pri otrocih (1, 2) in pomemben vzrok slepote pri odraslih (2-4). Pogostost hospitaliziranih očesnih poškodb je večja v razvitem kot nerazvitem svetu, razlike so prisotne tudi med posameznimi državami razvitega sveta. Na Švedskem je pogostnost hospitaliziranih očesnih poškodb v enem letu 15,2/100000 populacije (5), v Avstraliji je odstotek enak (6), v ZDA 13,2/10000 populacije (7), na Škotskem 8,14/100000 (4). Po poškodbi oslepi 0,41/100000 populacije na leto (4).

Poškodba oči je pogostejša pri mlajših moških (2-4). V razvitem svetu pogostnost poškodb na delovnem mestu upada (8-10), povečuje se pogostost poškodb zunaj delovnega časa in doseže do 52% vseh poškodb (4). Prometna nesreča je pogost vzrok očesne poškodbe (do 12% očesnih poškodb je povzročeni v prometni nezgodi) (11), približno enak odstotek poškodb je pridobljen pri športni aktivnosti (12, 13). Večina so očesne poškodbe nenamerne, do 15% očesnih poškodb pa je posledica nasilnih dejanj (4, 10). Prav te poškodbe so zelo resne, v Desajevi študiji je bila prisotna amauroza pri 34% obeh po nasilni poškodbi (4).

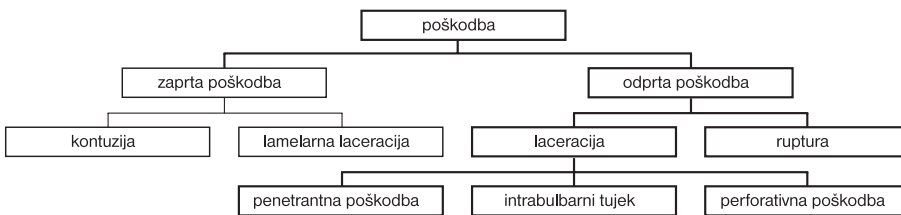
Key words: eye injury registry; primary ocular repair; pars plana vitrectomy; antibiotics; scleral buckling

Abstract – Background. Ocular trauma is important cause of blindness. Birmingham Eye Trauma Terminology allows us to use a standardized eye injury terminology which permits an unambiguous interpretation. The Eye Injury Registry enables the analysis of medical, epidemiologic and social data.

The most frequent ocular injury ocular contusion has a relatively good prognosis. An adequate primary ocular repair and correct timing of pars plana vitrectomy are very important in open globe injury management. There still exist some controversial issues concerning the role of posterior segment surgery in open globe injuries. These include timing of surgery, prophylactic scleral buckle placement and a proper use of systemic and intravitreal antibiotics.

Conclusions. With adequate primary ocular repair, the use of systemic, intravitreal antibiotics, scleral buckling and proper timing for pars plana vitrectomy the prognosis for ocular trauma cases can be better.

Enotna terminologija očesnih poškodb, kot jo je uvedel Kuhn (14), je pripomogla k uveljavitvi enotnega jezika pri obravnavi očesnih poškodb (Sl. 1). Poškodba očesa s topim predmetom lahko povzroči zaprto ali odprto poškodbo očesa, kontuzijo ali rupturo očesa. Kontuzija očesa je zaprta poškodba očesa. O odprti poškodbi očesa govorimo, če je očesna stena (roženica ali beločnica) prekinjena v vseh plasteh. Odprta poškodba očesa, povzročena s topim predmetom je ruptura očesa. Sila udarca s topim predmetom se lahko prenese preko očesa in povzroči rupturo očesne stene v oddaljenosti od mesta poškodbe. Ruptura očesa nastane najpogosteje ob limbusu, pogosteje pri očeh, ki so že bila operirana, pri ženskah pogosteje kot pri moških (15). Vidna ostrina enaka ali boljša od 0,5 je prisotna le pri 16% obeh po rupturi očesa (16). Odprta poškodba očesa, povzročena z ostrim predmetom, je penetrantna poškodba. Sila deluje lokalizirano na vstopnem mestu od zunaj navznoter in povzroči laceracijo očesne stene. Vidna ostrina, enaka ali boljša od 0,5, je prisotna pri 50% do 61% obeh po penetrantni poškodbi (17, 18). Perforativna poškodba ima vstopno in izstopno rano. Perforativna poškodba ima slabšo prognozo, le 32% poškodovanih vidi več kot 0,2 (19).



Sl. 1. Birminghamska klasifikacija očesnih poškodb.

Figure 1. Birmingham eye trauma terminology.

Poškodba z intrabulbarnim tujkom je najpogostejša odprta poškodba zadnjega segmenta, prognoza je sorazmerno dobra, 49% do 71% tako poškodovanih očeš ima vidno ostrino vsaj 0,5 (20–23).

Dostop do internetne starni Svetovnega registra očesnih poškodb (www.weironline.org) vsem omogoča sprotno vnašanje podatkov o poškodbi in stanju poškodovanega očesa po 6 mesecih. V Svetovni register očesnih poškodb vnašamo vse hude mehanične poškodbe, to so mehanične poškodbe, ki trajno spremenijo vidno funkcijo ali anatomsko stanje očesa. Sam program omogoča enostavno statistiko in analizo očesnih poškodb, ne samo z medicinskega stališča, temveč tudi iz epidemiološkega in sociološkega. Glede na analizo podatkov lahko priporočimo preventivne ukrepe. Na Očesni kliniki v Ljubljani registriramo bolnike z očesno poškodbo od septembra 2003. Naš cilj je nacionalni register poškodb, kar je prav gotovo v interesu vseh, ki se z očesno poškodbo ukvarjajo.

Zaradi poznavanja patofiziologije poškodbe zadnjega segmenta in z možnostjo uporabe pars plana vitrektomije se je oskrba in prognoza poškodovanih oči v zadnjih dveh desetletjih močno izboljšala. S pars plana vitrektomijo očistimo steklovinski prostor, rekonstruiramo zadnji in če je potrebno tudi sprednji segment očesa. Vplivamo na naravni proces celjenja rane in rekonstruiramo oko. Od prvih začetkov, ko sta Cleary in Ryan (24, 25) na živalskem modelu dokazala izboljšanje prognoze očesnih poškodb z vitrektomijo, so bile objavljene številne študije, v katerih poročajo o ohranitvi uporabnega vida pri očeh, ki bi pred obdobjem vitrektomije prav gotovo oslepele, število enukleacij po očesni poškodbi se je zmanjšalo (Razpr. 1, Razpr. 2).

Razpr. 1. Funkcionalni uspeh po rupturi očesa v različnih obdobjih.

Table 1. Functional success after rupture of the globe in different time intervals.

Vidna ostrina Visual acuity	Cherry 1952–1970 (26)	De Juan 1970–1980 (27)	Pieramici 1985–1993 (16)
> 0,5	3%		16%
0,025–0,5	3%	34%	15%
< 0,025	12%	66%	28%
Enukleacija Enucleation	82%		41%

Razpr. 2. Funkcionalni uspeh po laceraciji očesa v različnih obdobjih.

Table 2. Functional success after laceration of the globe in different time intervals.

Vidna ostrina Visual acuity	Snell 1935–1942 (28)	De Juan 1970–1980 (27)	Pieramici 1985–1993 (16)
> 0,5	30%		44%
0,025–0,5	34%	65%	22%
< 0,025	10%	35%	18%
Enukleacija Enucleation	24%		16%

Primarna obravnava bolnika z očesno poškodbo

Ustrezna obravnava bolnika s hujšo očesno poškodbo ne zahteva samo ustrezne diagnostike, kirurškega znanja in opreme, izredno pomembna je primarna obravnava bolnika. Vedno je potrebno določiti vidno ostrino obeh oči in aferentni zenični refleks poškodovanega očesa, ki ga lahko ocenimo posredno na nepoškodovanem očesu. Vidna ostrina in aferentni zenični defekt sta pomembna napovedna dejavnika (29). Izogibati se moramo jatrogenim poškodbam pri pregledu poškodovanih oči, ne poskušajmo nasilno odpirati oči pri otrocih, ki oči nočejo odpreti, ali pri starejših, ki jih ne morejo odpreti. Ko se odločimo, da je potreben operativni poseg, lahko vse podrobnosti poškodovanega očesa ugotovimo, ko je bolnik v splošni anesteziji. Uporabimo le tiste diagnostične preiskave, ki so pomembne pri načrtovanju zdravljenja oziroma operativnega posega. Preventivno predpišemo sistemske in lokalne antibiotike in izvedemo profilakso za tetanus. Bolnika seznanimo z napovedjo izida glede očesa. Za napoved vidne funkcije lahko uporabimo točkovnik očesne poškodbe (Ocular Trauma Score) (30) (Razpr. 3, Razpr. 4). Pri tej napovedi izida upoštevamo začetno vidno ostrino, tip poškodbe, endoftalmitis, odstop mrežnice in aferentni zenični refleks. Vidna ostrina po poškodbi dobro korelira s končno vidno ostrino, ruptura očesa, endoftalmitis in odstop mrežnice po poškodbi so slabi napovedni dejavniki (16, 27–29). Napoved izida je zaenkrat le najboljši približek, ki ne upošteva morda še nekaterih pomembnih napovednih dejavnikov, kot sta npr. velikost in lokalizacija rane (16, 27, 31, 32).

Ustrezna obravnava bolnika s hujšo očesno poškodbo ne zahteva samo ustrezne diagnostike, kirurškega znanja in opreme, izredno pomembna je primarna obravnava bolnika. Vedno je potrebno določiti vidno ostrino obeh oči in aferentni zenični refleks poškodovanega očesa, ki ga lahko ocenimo posredno na nepoškodovanem očesu. Vidna ostrina in aferentni zenični defekt sta pomembna napovedna dejavnika (29). Izogibati se moramo jatrogenim poškodbam pri pregledu poškodovanih oči, ne poskušajmo nasilno odpirati oči pri otrocih, ki oči nočejo odpreti, ali pri starejših, ki jih ne morejo odpreti. Ko se odločimo, da je potreben operativni poseg, lahko vse podrobnosti poškodovanega očesa ugotovimo, ko je bolnik v splošni anesteziji. Uporabimo le tiste diagnostične preiskave, ki so pomembne pri načrtovanju zdravljenja oziroma operativnega posega. Preventivno predpišemo sistemske in lokalne antibiotike in izvedemo profilakso za tetanus. Bolnika seznanimo z napovedjo izida glede očesa. Za napoved vidne funkcije lahko uporabimo točkovnik očesne poškodbe (Ocular Trauma Score) (30) (Razpr. 3, Razpr. 4). Pri tej napovedi izida upoštevamo začetno vidno ostrino, tip poškodbe, endoftalmitis, odstop mrežnice in aferentni zenični refleks. Vidna ostrina po poškodbi dobro korelira s končno vidno ostrino, ruptura očesa, endoftalmitis in odstop mrežnice po poškodbi so slabi napovedni dejavniki (16, 27–29). Napoved izida je zaenkrat le najboljši približek, ki ne upošteva morda še nekaterih pomembnih napovednih dejavnikov, kot sta npr. velikost in lokalizacija rane (16, 27, 31, 32).

Razpr. 3. Točkovnik dejavnikov, ki vplivajo na napoved izida očesne poškodbe. Točke prognostičnih dejavnikov seštejemo.

Table 3. Ocular trauma score. Numerical value of each variable is added.

Dejavniki, ki vplivajo na prognozo Factors affecting prognosis (Initial visual factors)	Točke Raw points
V = amauroza amaurosis	60
V = dojem svetlobe - gib roke pred očesom light perception - hand movement in front of an eye	70
V = 1/200–19/200	80
V = 20/200–20/50	90
V = ≥ 20/40	100
Ruptura / Globe rupture	-23
Endoftalmitis / Endophthalmitis	-17
Perforativna poškodba / Perforating injury	-14
Odstop mrežnice / Retinal detachment	-11
Aferentni zenični defekt / Afferent pupillary defect	-10

Potrebno je dokumentirati poškodbo: risba, fotografska slika, medoperativni video.

Primarno oskrbo poškodovanega očesa je potrebno narediti čimprej, najkasneje v okviru 24 ur, saj se incidenca endoftalmitisa ne poveča v prvih 24 urah (33).

Namen primarne oskrbe rane je dejanska ugotovitev obsežnosti poškodbe, odzvem brisa iz mesta laceracije očesa, repozicija intraokularnega tkiva, če je to mogoče, ekscizija nekrotičnega tkiva, zašitje rane, pri čemer moramo preprečiti inkarceracijo tkiva. Po primarni oskrbi rane, ko vzpostavimo integriteto očesa, poskušamo določiti intraokularni anatomski status, kar je pomembno za načrtovanje vitrektomije pars plana. Primarna enukleacija amaurotičnega očesa ni doktrina. Vedno je potrebno primarno oskrbeti, revidirati in zašiti oko ali ostanke očesa.

Razpr. 4. *Napoved izida očesne poškodbe. Glede na seštevek točk uvrstimo poškodbo v kategorijo, ki nam napove pričakovano vidno ostrino.*

Table 4. *The sum of the numbers relates to the OTS category, based on which the expected visual acuity can be identified.*

Seštevek točk	Kategorija točkovnika očesne poškodbe	V = Amauroza	V = Dojem svetlobe, gib pred očesom	V = 0,05–0,09	V = 0,1–0,4	V = ≥ 0,5
Raw score sum	OTS score	V = Amaurosis	V = LP/HM	V = 1/200–19/200	V = 20/200–20/50	≥ 20/40
0–44	1	74%	15%	7%	3%	1%
45–65	2	27%	26%	18%	15%	15%
66–80	3	2%	11%	15%	31%	41%
81–91	4	15%	2%	3%	22%	73%
92–100	5	0,5%	1%	1%	5%	94%

Potravmatski endoftalmitis

Pogostnost endoftalmitisa po odprti poškodbi očesa je 3,3–16,5% (34–36). Dejavniki tveganja za endoftalmitis so pozna (več kot 24 ur od poškodbe) primarna oskrba rane (36, 37), intraokularni tujek (16, 38), možen vnos infekta z zemljo ali organskim materialom (39), poškodba leče (16, 33). Najpogostejši povzročitelj okužbe pri odraslih je *Staphylococcus epidermidis*, sledi *Bacillus species* (16, 36, 37, 40), medtem ko je pri otrocih najpogostejši povzročitelj okužbe *Streptococcus species* (41). Vsi trije mikroorganizmi so zelo virulentni.

Ni enotnega mnenja glede sistemske antibiotične zaščite. Cefazolin dobro pokrije po Gramu pozitivne mikroorganizme, (42) vendar slabo prehaja v oko, vankomicin pokrije poleg po Gramu pozitivne mikroorganizme tudi *Bacillus species* in dobro prehaja v oko (43, 44), vendar ga za preventivo ne uporabljamo. Cefotaxim in oralni fluorokinoloni dobro prehajajo v oko in pokrijejo po Gramu negativne mikroorganizme (45–47).

Glede dajanja intravitrealnih antibiotikov ni enotnega stališča. V primeru večje verjetnosti endoftalmitisa, ko so prisotni dejavniki tveganja za endoftalmitis, je intravitrealna aplikacija antibiotikov smiselna (48).

Do sedaj ni bilo narejene raziskave, ki bi potrdila učinkovitost preventivnih sistemskih in intravitrealnih antibiotikov pri endoftalmitisu. Ker pa so najpogostejši povzročitelji travmatskega endoftalmitisa zelo virulentni in ker sam endoftalmitis poslabša napoved izida (49, 50), uporabljamo za preprečevanje endoftalmitisa poleg topičnih tudi sistemske in intravitrealne antibiotike.

Sekundarna rehabilitacija

Če so poškodovane znotrajočesne strukture, je potreben sekundarni poseg vitrektomija pars plana. Amauroza po poškodbi ni več absolutna kontraindikacija za vitreoretinalni poseg. Amaurotične oči, pri katerih glede na mehanizem in obseg poškodbe smatramo, da imajo vidni potencial, operiramo, naredimo eksplorativno vitrektomijo pars plana in se glede na stanje v očesu med operacijo odločimo, ali nadaljujemo rekonstrukcijo očesa. Od 49 amaurotičnih oči, pri katerih so se odločili za rekonstrukcijo, jih je imelo po vitrektomiji 57% vidno funkcijo dojem svetlobe ali bolje in 15% 0,025 ali bolje (51). Če oko postane atrofično, kronično vneto in boleče, je sekundarna enukleacija potrebna, včasih tudi iz kozmetičnih razlogov. Preprečevanje simpatične oftalmije ni indikacija za enukleacijo. Tudi ko se simpatična oftalmija pojavi, glede enukleacije ni enotnega stališča (52). S primernim zdravljenjem zgodaj odkrite simpatične oftalmije več kot 50% oči obdrži boljšo vidno ostrino od 0,50 (53).

Pravilna izbira časa za sekundarni poseg je odvisna od narave in obsežnosti poškodbe očesa. Vitrektomijo po odprti poškod-

bi očesa naredimo, če je prisoten gost hematovitreus ali hemoftalmus, subretinalna ali suprahorioidalna krvavitev, endoftalmitis, odstop mrežnice, če je mrežnica inkarcerirana v rani ali ob prisotnosti intrabulbarne tujka. Vitrektomijo po poškodbi moramo opraviti v roku 14 dni po poškodbi. Poznamo t.i. zgodnjo in pozno vitrektomijo. Zgodnjo vitrektomijo opravimo v prvih 4 dneh po poškodbi takrat, ko je vstopna rana manjša in roženica pregledna, takoj, če je prisoten endoftalmitis, prvi dan po nastanku obsežne subretinske krvavitve (54), čimprej, če je prisoten odstop mrežnice. Zelo redko nastopi

odstop mrežnice zaradi raztrganine mrežnice na mestu vstopne ali izstopne rane takoj po poškodbi (55). Pri odprti poškodbi zadnjega segmenta je odstop mrežnice najpogostejše posledica celjenja rane in fibrovaskularne reakcije, ki nastopi običajno po nekaj tednih (25). Subretinska krvavitev lahko okvari fotoreceptorje (56), zato je potrebno subretinsko krvavitev v predelu foveje drenirati čimprej po poškodbi, saj so nepopravljive spremembe fotoreceptorjev prisotne že po enem dnevu (57). Odstranitev intrabulbarne tujka je urgentni poseg v primeru endoftalmitisa ali če je tveganje za endoftalmitis večje (organski tujek, vnos tujka kontaminiranega z zemljo) in če je tujek bakren. Sicer lahko odstranitev odložimo za nekaj dni (21, 22).

Pri izredno hudih poškodbah je potrebna zgodnja vitrektomija. Z zgodnjo vitrektomijo odstranimo vnetje, rastne dejavnike in kri iz vitrealne votline ter tako zmanjšamo verjetnost proliferativne vitreoretinopatije (PVR) in odstopa mrežnice, ki sta pri hudih poškodbah očesa pogosta (27, 58). Ko se PVR po poškodbi pojavi, se napoved izida poslabša, zato je potrebno delovati v smislu preprečevanja PVR, kar lahko dosežemo s pravočasno, zgodnjo vitrektomijo (27, 58). Če je roženica poškodovana in so zato globlji deli očesa nepregledni, naredimo vitrektomijo pars plana v kombinaciji s keratoplastiko in z intraoperativno uporabo keratoproteze.

Seveda se moramo zavedati slabosti zgodnje vitrektomije, kot je večja verjetnost krvavitve, tudi ekspanzivne krvavitve, slabša preglednost, če je poškodovana roženica, in puščanje skozi šive, ko rana še ni zarasla.

Obstajata dve strogi indikaciji za pozno vitrektomijo; suprahorioidalna krvavitev in perforativna poškodba z večjo izstopno rano. Če je prisotna suprahorioidalna krvavitev, je potrebno vitrektomijo opraviti 8. do 10. dan po poškodbi, ko nastopi hemoliza suprahorioidalne krvavitve. Le takrat namreč lahko kri dreniramo skozi sklerotomije. Poškodbe s suprahorioidalno krvavitvijo so običajno težje in imajo slabšo vidno prognozo (59, 60). Večja izstopna rana pri perforativni poškodbi se počasneje zaceli, zato je vitrektomija indicirana kasneje (19).

Cirklaža

Večna dilema pri oskrbi poškodovanega zadnjega segmenta je uporaba cirklažnega paščka, tako pri primarni kot pri sekundarni oskrbi poškodovanega očesa. Znano je, da uporaba cirklažnega paščka zmanjša trakcijo steklovine in tako zmanjša pogostnost odstopa mrežnice (61, 62).

Na živalskem modelu je dokazano, da cirklažni pašček zmanjša stopnjo fibrovaskularne proliferacije (63). Cirklažni pašček, ki ga namestimo profilaktično pri primarni oskrbi rane (64, 65), ali pri vitrektomiji pars plana (61, 62) izboljša pri poškodbi zadnjega segmenta napoved izida kot anatomsko tako vidno.

Očesna poškodba pri otrocih

Očesna poškodba je najpogostejši vzrok unilateralne nekonjenitalne slepote pri otrocih (1, 2). Očesna poškodba pri otrocih je pogosta, po literaturi doseže do 47% vseh očesnih poškodb (66). Pri otrocih so najpogostejše kontuzijske poškodbe (1, 67–70), med odprtimi poškodbami očesa pa penetrantne poškodbe (66, 69). Vidna funkcija po penetrantnih poškodbah očesa pri otrocih je slabša kot pri odraslih; vidna ostrina, boljša od 0,5, je prisotna pri 36–51% otrok (41, 69–71). Oskrba očesnih poškodb pri otrocih je zelo zahtevna. Predoperativna ocena poškodbe je običajno otežena zaradi slabe sodelovanja pri pregledu in pomanjkljive anamneze. Popolna vitrektomija je težja zaradi močno adherentne hialoidne membrane. Večja nagnjenost k brazgotinjenju in potencialni nastanek ambliopije lahko poslabša napoved izida kljub uspešni kirurški oskrbi poškodovanega očesa.

Zaključki

S pravilno in pravočasno obravnavo bolnika z odprto poškodbo očesa sta funkcionalna kot tudi anatomska, napoved izida boljši. Potrebno je slediti najnovejšim raziskavam, na osnovi katerih so sestavili smernice za obravnavo bolnika z odprto poškodbo očesa:

1. Oskrba odprte poškodbe očesa v 12 urah, najkasneje v 24 urah.
2. Bris vstopne rane, če je laceracija povzročena z ostrim predmetom.
3. Topično širokospektrska antibiotična zaščita.
4. Sistemska antibiotična zaščita s ceftazidimom ali ciprofloksacinom, klindamicin v primeru poškodbe z organskim materialom.
5. Pri poškodbi, kjer je velika verjetnost endoftalmitisa, je ob primarni oskrbi potrebna intravitrealna ali intrakameralna injekcija vankomicina in ceftazidima, če narava poškodbe to dopušča.
6. Ob poškodbi zadnjega segmenta je priporočljiva namestitvev cirklažnega paščka na ekvator za preprečevanje odstopa mrežnice.
7. Če je potrebna vitreoretinalna operacija, je potrebno bolnika še isti ali naslednji dan predstaviti vitreoretinalnemu kirurgu.
8. Uporabljamo birmingamsko klasifikacijo očesne poškodbe (BETT).

Literatura

1. MacEwen CJ, Baines PS, Desai P. Eye injuries in children: the current picture. *Br J Ophthalmol* 1999; 83: 933–6.
2. Kuhn F, Mester V, Mann L et al. Eye injury epidemiology and prevention of ophthalmic injuries. In: Kuhn F, Pieramici DJ eds. *Ocular trauma principles and practice*. New York: Thieme, 2002: 14–21.
3. Liggett PE, Pince KJ, Barlow W et al. Ocular trauma in an urban population. Review of 1132 cases. *Ophthalmology* 1990; 97: 581–4.
4. Desai P, MacEwen CJ, Baines P, Minassian DC. Incidence of cases of ocular trauma admitted to hospital and incidence of blinding outcome. *Br J Ophthalmol* 1996; 80: 592–6.
5. Blomdahl S, Norell S. Perforating eye injury in the Stockholm population: an epidemiological study. *Acta Ophthalmol* 1984; 62: 378–90.
6. Fong IJ. Eye injuries in Victoria, Australia. *Med J Aust* 1995; 162: 64–8.
7. Klopfer J, Tielsch J, Vitale S et al. Ocular trauma in the United States, eye injuries resulting in hospitalization, 1984 through 1987. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 838–42.
8. Schein OD, Hibberd PL, Shingleton BJ et al. The spectrum and burden of ocular injury. *Ophthalmology* 1988; 95: 300–5.
9. Dannenberg A, Parver L, Fowler CJ. Penetrating eye injuries related to assault: the National Eye Trauma Registry. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 849–9.
10. Kuhn F, Mester V, Berta A, Morris R. Epidemiology of severe eye injuries. United States Eye Injury Registry (USEIR) and Hungarian Eye Injury Registry (HEIR). *Ophthalmology*. 1998; 95: 332–43.

11. Anderson SK, Desai UR, Raman SV. Incidence of ocular injuries in motor vehicle crash victims with concomitant air bag deployment. *Ophthalmology* 2002; 109: 2356–8.
12. Barr A, Baines PS, Desai P, MacEwen CJ. Ocular sports injuries: the current picture. *Br J Sports Med* 2000; 34: 456–8.
13. Fong LP. Sports-related eye injuries. *Med J Aust* 1994; 160: 743–50.
14. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, Heimann K, Jeffers JB, Treister G. A standardized classification of ocular trauma. *Ophthalmology* 1996; 103: 240–3.
15. Viestenz A, Kuchle M. Retrospective analysis of 417 cases of contusion and rupture of the globe with frequent avoidable causes of trauma: the Erlangen Ocular Contusion-Registry (EOCR) 1985–1995. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2001; 218: 662–9.
16. Pieramici DJ, MacCumber MW, Humayun MU et al. Open globe injury: Update on types of injuries and visual results. *Ophthalmology* 1996; 103: 1798–803.
17. Thompson CG, Griffiths RKS, Nardi W et al. Penetrating eye injuries in rural New South Wales. *Aust N Z J Ophthalmol* 1997; 25: 37–41.
18. Patel BCK, Morgan LH. Work related penetrating eye injuries. *Acta Ophthalmol* 1991; 69: 377–81.
19. Martin DF, Meredith TA, Topping TM, Sternberg P Jr, Kaplan HJ. Perforating (through-and-through) injuries of the globe. Surgical results with vitrectomy. *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 951–6.
20. Williams DF, Mieler WF, Abrams GW. Intraocular foreign bodies in young people. *Retina* 1990; 10: Suppl 1: S45–9.
21. Chiquet C, Zech J, Gain P, Adeleine P, Trepsat C. Visual outcome and prognostic factors after magnetic extraction of posterior segment foreign bodies in 40 cases. *Br J Ophthalmol* 1998; 82: 801–6.
22. Mester V, Kuhn F. Ferrous intraocular foreign bodies retained in the posterior segment: management options and results. *Int Ophthalmol* 2000; 22: 355–62.
23. Greven C, Engelbrecht N, Slusher M, Nagy S. Intraocular foreign bodies. Management, prognostic factors, and visual outcomes. *Ophthalmology* 2000; 107: 608–12.
24. Cleary PE, Ryan SJ. Posterior perforating eye injury. Experimental animal model. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1978; 98: 34–7.
25. Cleary PE, Ryan SJ. Vitrectomy in penetrating eye injury: results of a controlled trial of vitrectomy in an experimental posterior penetrating eye injury in the rhesus monkey. *Arch Ophthalmol* 1981; 99: 287–92.
26. Cherry PMH. Rupture of the globe. *Arch Ophthalmol* 1972; 88: 498–507.
27. de Juan E, Sternberg P, Michels RG. Penetrating ocular injuries: types of injuries and visual results. *Ophthalmology* 1983; 90: 1318–22.
28. Snell Jr. AC. Perforating ocular injuries. *Am J Ophthalmol* 1945; 28: 263–81.
29. Kuhn F, Maisiak R, Mann L, Morris R, Witherspoon C. OTS: Prognosticating the final vision of the seriously injured eye. In: Kuhn F, Pieramici D eds. *Ocular trauma: principles and practice*. New York: Thieme, 2002: 9–13.
30. Kuhn F. The Ocular Trauma Score (OTS). *Ophthalmol Clin North Am* 2002; 15: 163–5.
31. Barr CC. Prognostic factors in corneoscleral lacerations. *Arch Ophthalmol* 1983; 101: 919–24.
32. Fuller DG, Hutton WL. Prediction of postoperative vision in eyes with severe trauma. *Retina* 1990; 10: Suppl: 20–34.
33. Thompson W, Rubsamen P, Flynn H, Schiffman J, Cousins C. Endophthalmitis after penetrating trauma. *Ophthalmology* 1995; 102: 1696–701.
34. Affeldt JC, Flynn Jr. HW, Forster RK et al. Microbial endophthalmitis resulting from ocular trauma. *Ophthalmology* 1987; 94: 407–13.
35. Brinton GS, Topping TM, Hyndiuk RA et al. Posttraumatic endophthalmitis. *Arch Ophthalmol* 1984; 102: 547–50.
36. Parrish CM, Oday DM. Traumatic endophthalmitis. *Int Ophthalmol Clin* 1987; 27: 112–9.
37. Alfaro DV, Roth D, Liggett PE. Posttraumatic endophthalmitis. Causative organisms, treatment, and prevention. *Retina* 1994; 14: 206–11.
38. Thompson JT, Parver LM, Enger CL et al. Infectious endophthalmitis after penetrating injuries with retained intraocular foreign bodies. National Eye Trauma System. *Ophthalmology* 1993; 100: 1468–74.
39. Boldt HC, Pulido JS, Blodi CF et al. Rural endophthalmitis. *Surv Ophthalmol* 1989; 96: 1722–6.
40. Shraider SK, Band JD, Lauter CB et al. The clinical spectrum of endophthalmitis: incidence, predisposing factors and features influencing outcome. *J Infect Dis* 1990; 162: 115–20.
41. Alfaro DV, Roth DB, Laughlin RM et al. Paediatric post-traumatic endophthalmitis. *Br J Ophthalmol* 1995; 79: 888–91.
42. Nossov PC, Alfaro DV, Michaud ME et al. Intravenous cefazolin in penetrating eye injuries. A swine model. *Retina* 1996; 16: 246–9.
43. Flynn Jr. HW, Pulido JS, Pflugfelder SC et al. Endophthalmitis therapy: changing antibiotic sensitivity patterns and current therapeutic recommendations. *Arch Ophthalmol*. 1991; 109: 175–6.
44. Meredith TA, Aguilar HE, Shaarawy A et al. Vancomycin levels in the vitreous cavity after intravenous administration. *Am J Ophthalmol* 1995; 119: 774–8.
45. Aguilar HE, Meredith TA, Shaarawy A et al. Vitreous cavity penetration of ceftazidime after intravenous administration. *Retina* 1995; 15: 154–9.
46. Campochiaro PA, Green WR. Toxicity of intravitreal ceftazidime in primate retina. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 1625–9.

47. Keren G, Alhalel A, Bartov E et al. The intravitreal penetration of orally administered ciprofloxacin in humans. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991; 32: 2388-92.
48. Levin MR, D'Amico DJ. Traumatic endophthalmitis. In: Shingleton BJ, Hersh PS eds. *Eye trauma*. St. Louis: Mosby Year Book, 1991: 242-52.
49. Cardillo JA, Stout JT, LaBree L et al. Post-traumatic proliferative vitreoretinopathy. The epidemiologic profile, onset, risk factors, and visual outcome. *Ophthalmology* 1997; 104: 1166-73.
50. Miller B, Patterson R, Ryan SJ. Retinal wound healing: cellular activity at the vitreoretinal interface. *Arch Ophthalmol* 1986; 104: 281-5.
51. Morris R, Kuhn F, Witherspoon C. Management of the recently injured eye with no light perception vision. In: Alfaro V, Liggett P eds. *Vitrectomy in the management of the injured globe*. Philadelphia: Lippincott Raven; 1998: 113-24.
52. Nussenblatt RB, Whitcup SM, Palestine AG. Sympathetic ophthalmia. In: Nussenblatt RB, Whitcup SM, Palestine AG eds. *Uveitis. Fundamentals and clinical practice*. St. Louis: Mosby, 1996: 299-9.
53. Chan C, Roberge F, Withcup S. 32 cases of sympathetic ophthalmia. *Arch Ophthalmol* 1995; 113: 597-600.
54. Han DP, Mieler WF, Schwartz DM, Abrams GW. Management of traumatic hemorrhagic retinal detachment with pars plana vitrectomy. *Arch Ophthalmol* 1990; 108: 1281-6.
55. Kennedy CJ, Parker CE, McAllister IL. Retinal detachment caused by retinal dialysis. *Aust N Z J Ophthalmol* 1997; 25: 25-30.
56. Toth CA, Morse LS, Hjelmeland LM, Landers MB 3rd. Fibrin directs early retinal damage after experimental subretinal hemorrhage. *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 723-9.
57. Glatt H, Machemer R. Experimental subretinal hemorrhage in rabbits. *Am J Ophthalmol* 1982; 94: 762-2.
58. Coleman DJ. Early vitrectomy in the management of the severely traumatized eye. *Am J Ophthalmol* 1982; 93: 543-51.
59. Scott IU, Flynn HW, Schiffman J et al. Visual acuity outcomes among patients with sensitivity patterns and current therapeutic recommendations. *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 175-6.
60. Wirotko WJ, Han DP, Mieler WF et al. Suprachoroidal hemorrhage: outcome of surgical management according to hemorrhage severity. *Ophthalmol* 1998; 105: 2271-5.
61. Haut J, Allagui M, Lepvrier N, Morel C. Preventive surgical scleral buckling of retinal detachment after severe ocular injuries. *J Fr Ophthalmol* 1993; 16: 668-72.
62. Rosner M, Bartov E, Treister G, Belkin M. Prophylactic scleral buckling in perforating ocular injuries involving the posterior segment. *Ann Ophthalmol* 1988; 20: 146-9.
63. Men G, Peyman GA, Kuo PC, Bezerra Y, Ghahramani F, Naaman G, Livirallatos C, Lee PJ. The role of scleral buckle in experimental posterior penetrating eye injury. *Retina* 2003; 23: 202-8.
64. Arroyo JG, Postel EA, Stone T, McCuen BW, Egan KM. A matched study of primary scleral buckle placement during repair of posterior segment open globe injuries. *Br J Ophthalmol* 2003; 87: 75-8.
65. Stone TW, Siddiqui N, Arroyo JG, McCuen BW 2nd, Postel EA. Primary scleral buckling in open-globe injury involving the posterior segment. *Ophthalmology* 2000; 107: 1923-6.
66. Rapoport I, Romem M, Kinek M et al. Eye injuries in children in Israel. A nationwide collaborative study. *Arch Ophthalmol* 1990; 108: 376-9.
67. Kuhn F, Mester V, Mann L et al. Eye injury epidemiology and prevention of ophthalmic injuries. In: Kuhn F, Pieramici DJ eds. *Ocular trauma principles and practice*. New York: Thieme, 2002.
68. Coody D, Banks JM, Yetman RJ et al. Eye trauma in children: epidemiology, management, and prevention. *J Ped Health Care* 1997; 11: 182-8.
69. Serrano JC, Chalela P, Arias JD. Epidemiology of childhood ocular trauma in a northeastern colombian region. *Arch Ophthalmol* 2003; 121: 1439-45.
70. Thompson CG, Kumar N, Billson FA, Martin F. The aetiology of perforating ocular injuries in children. *Br J Ophthalmol* 2002; 86: 920-2.
71. Moreira CA, Debert-Ribeiro M, Belfort R. Epidemiological study of eye injuries in Brazilian children. *Arch Ophthalmol* 1988; 106: 781-4.
72. Elder M. Penetrating eye injuries in children of the West Bank and Gaza strip. *Eye* 1993; 7: 429-32.