




# Učinkovitost prednizona u liječenju ratnih blast ozljeda unutarnjeg uha

## Efficacy of Prednisone in Therapy of War-related Blast Injury of Inner Ear

Srećko Branica<sup>1,2</sup> , Krsto Dawidowsky<sup>1,2</sup>, Lana Kovač Bilić<sup>1,2</sup>, Gorazd Poje<sup>1,2</sup>, Ika Gugić Radojković<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinika za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata, Klinički bolnički centar Zagreb

<sup>2</sup> Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### Deskriptori

UNUTARNJE UHO – ozljede;  
BLAST OZLJEDE – komplikacije;  
ZAMJEDBENA NAGLUHOST – etiologija,  
farmakoterapija; PREDNIZON – terapijska uporaba;  
GLUKOKORTIKOIDI – terapijska uporaba;  
ISHOD LIJEČENJA; HRVATSKA; RAT;  
RETROSPEKTIVNA ISTRAŽIVANJA

### Descriptors

EAR, INNER – injuries;  
BLAST INJURIES – complications;  
HEARING LOSS, SENSORINEURAL – drug therapy,  
etiology; PREDNISONE – therapeutic use;  
GLUCOCORTICOIDS – therapeutic use;  
TREATMENT OUTCOME; CROATIA; WAR;  
RETROSPECTIVE STUDIES

**SAŽETAK.** *Cilj istraživanja:* Ustanoviti postiže li se terapijom prednizonom bolji oporavak zamjedbene naglušosti nakon ratnih blast ozljeda unutarnjeg uha u odnosu na spontani oporavak. *Ispitanici i metode:* Retrospektivna studija na 115 ispitanika, odnosno 183 ozljede unutarnjeg uha sa zamjedbenu nagluhošću nakon ratnih ozljeda. Skupina od 67 ispitanika (107 uha) primala je prednizon 7 dana u dozi 20 mg i nakon toga još 7 dana u dozi 10 mg. Preostalih 48 ispitanika (76 uha) u kontrolnoj skupini nije primalo nikakvu terapiju i kod njih je došlo do određenog stupnja spontanog oporavka. *Rezultati:* Iako je u obje skupine ispitanika nakon 4 mjeseca praćenja došlo do značajnog oporavka sluha u odnosu na početno oštećenje ( $p < 0,001$ ), ispitanici koji su primali kortikosteroide (prednizon) imali su značajno bolji oporavak zamjedbene naglušosti u odnosu na bolesnike u kontrolnoj skupini koji nisu primali nikakvu terapiju ( $p = 0,002$ ). Između početnih i završnih vrijednosti zamjedbene naglušosti nije postojala korelacija niti u ispitivanoj niti u kontrolnoj skupini. *Zaključci:* Terapija glukokortikoidima značajno poboljšava oporavak zamjedbene naglušosti nakon ratnih blast ozljeda u odnosu na spontani oporavak. Na osnovi početnog nalaza sluha ne može se procijeniti očekivani oporavak sluha niti nakon liječenja glukokortikoidima niti nakon spontanog oporavka bez liječenja.

**SUMMARY.** *Aim:* To establish whether a better recovery of sensorineural hearing loss can be achieved by a prednisone therapy immediately after a blast injury. *Patients and Methods:* Retrospective study included 115 patients with 183 inner ear damages with sensorineural hearing losses subsequent to a blast injury. A group of 67 patients (107 ears) received 20 mg prednisone during first seven days and 10 mg prednisone during next seven days. Forty-eight patients (76 ears) in the control group did not receive any therapy. *Results:* Although both groups achieved a significant improvement in hearing threshold when compared to the initial hearing loss ( $p < 0,001$ ), the patients who received prednisone demonstrated a significantly better hearing recovery when compared to those who did not receive any therapy ( $p = 0,002$ ). The initial and final sensorineural hearing loss value did not correlate neither to the steroid group nor to the control group. *Conclusions:* A steroid therapy significantly improves the recovery of sensorineural hearing loss caused by an inner ear blast injury. The initial value of sensorineural hearing loss cannot be used as a prediction for the final value of sensorineural hearing loss neither in a steroid treatment nor in a spontaneous recovery.

Blast ozljede javljaju se prilikom eksplozija tijekom ratnih zbivanja, terorističkih napada i nesretnih slučajeva.<sup>1,2</sup> Prilikom eksplozije stvara se udarni val koji uzrokuje blast. Ovisno o tome gdje se eksplozija dogodi, može nastati vodeni blast, zračni blast, ali i kruti blast. Prilikom ratnih zbivanja vrlo je čest zračni blast. Prilikom detonacije eksploziva dolazi do naglog prelaska eksplozivnog materijala u plin pod vrlo visokim tlakom, što oslobađa energiju nadzvučnom brzinom. Dolazi do gotovo trenutnog povišenja tlaka značajno iznad atmosferskog, nakon čega dolazi do brzog snižavanja tlaka do ispod atmosferskog tlaka. Na kraju dolazi do postupne normalizacije tlaka. Ako do eksplozije dođe u zatvorenom prostoru, zračni blast se odbija od okolnih struktura, što dovodi do pojačanja blasta, produžuje vrijeme povišenog tlaka i stvara značajno veće ozljede.<sup>3</sup>

Uho je organ koji je iznimno osjetljiv na ozljedu zračnim blastom. Pritom su bitni udaljenost, jačina i smjer zračnog blasta u odnosu na uho te je li se eksplozija dogodila u otvorenom ili zatvorenom prostoru.<sup>4,5</sup> Najčešće ozljede uha koje nastaju kao posljedice zračnog blasta jesu oštećenja bubnjića i slušnih košćica<sup>6–8</sup> te ozljede unutarnjeg uha.<sup>9–11</sup> Poznato je da blast ozljede s rupturom bubnjića nastaju pri naglom povišenju tlaka od najmanje oko 40 kilopaskala pri zvučnom udaru od najmanje 160 dB. Takve zvučne energije zna-

### Adresa za dopisivanje:

Izv. prof. dr. sc. Srećko Branica, <https://orcid.org/0000-0003-3067-5140>,  
Klinika za bolesti uha, nosa i grla i kirurgiju glave i vrata,  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Klinički bolnički centar Zagreb,  
Kišpatičeva 12, Zagreb, e-pošta: [srecko.branica@mef.hr](mailto:srecko.branica@mef.hr)

Primljeno 4. ožujka 2021., prihvaćeno 2. srpnja 2021.

čajno oštećuju i mnoge strukture unutarnjeg uha. Blast ozljede pluća nastaju pri najmanje 2–3 puta većim promjenama tlaka od onih kod blast ozljeda uha, zbog čega su ozljede bubnjića, ali i unutarnjeg uha višestruko češće u odnosu na pluća.<sup>3</sup>

Kao posljedica oštećenja bubnjića, slušnih košćica i drugih struktura srednjeg uha nastaje provodna naglušost. Prilikom blast ozljede unutarnjeg uha dolazi do stvaranja zamjedbene naglušosti. Vrlo velika zvučna energija koja se prilikom zračnog blasta oslobodi može uzrokovati mehanička oštećenja bazilarne membrane i drugih nježnih struktura unutarnjeg uha, ali može dovesti i do poremećaja u krvnoj opskrbi unutarnjeg uha, edema struktura unutarnjeg uha i slušnog živca, što uzrokuje privremeno ili trajno oštećenje slušnog puta i uzrokuje zamjebenu naglušost. Takva se naglušost, prema različitim autorima, uz terapiju ili spontano, djelomično ili potpuno oporavi kod oko 60–90% ozlijeđenih.<sup>1,2,5</sup> S ciljem postizanja što boljeg oporavka zamjedbene naglušosti predlagane su različite terapije, poput glukokortikoida, vazodilatatora, vitamina i hiperbarične oksigenacije.<sup>12–17</sup> Tijekom ratnih zbivanja i kod velikog broja blast ozljeda korištenje hiperbarične oksigenacije najčešće nije moguće te se u takvim situacijama uglavnom koriste glukokortikoidi, vazodilatatori i vitamini. Sve češće se predlaže i korištenje epidermalnog faktora rasta za oporavak stanica unutarnjeg uha u liječenju zamjedbene naglušosti različite etiologije.<sup>18</sup> Većina provedenih studija o ovoj temi u kojima su ozlijeđeni temeljito dijagnostički obrađeni dobivena je na vrlo malom broju bolesnika prilikom blast ozljeda drugog uzroka. S druge strane, prilikom ratnih zbivanja, kod kojih je broj ozlijeđenih značajno veći, ozlijeđeni se neposredno nakon ranjavanja najčešće obrađuju i liječe u mobilnim vojnim bolnicama gdje ne postoji mogućnost kvalitetne audiološke obrade, posebno ne u tihim komorama. Dodatno, zbog određenog stupnja spontanog oporavka zamjedbene naglušosti nakon blast ozljeda teško je procijeniti uspješnost pojedine terapije, posebno kod većeg broja ozlijeđenih i u terenskim uvjetima. Kako je naša Klinika tijekom Domovinskog rata bila blizu ratnih zbivanja, ozlijeđeni su često već unutar nekoliko sati dolazili na obradu i liječenje i bilo je moguće vrlo brzo, prije procesa spontanog oporavka, provesti svu potrebnu dijagnostiku i započeti liječenje.

Tijekom Domovinskog rata zamjedbene naglušosti u početku smo liječili infuzijama pentoksifilina i vitamina<sup>19</sup>, a samo dio bolesnika kod kojih nismo mogli provesti hospitalizaciju liječili smo ambulantno kortikosteroidima (prednizon). Kako su rezultati pokazali da bolje rezultate postizemo terapijom glukokortikoidima, s vremenom smo sve zamjedbene blast ozljede počeli liječiti glukokortikoidima.

Cilj je ovoga istraživanja ustanoviti postiže li se terapijom prednizonom bolji oporavak zamjedbene na-

gluhosti nakon blast ozljeda u odnosu na spontano cijeljenje.

### Ispitanici i metode

Tijekom rata u Hrvatskoj zbog ratnih blast ozljeda unutarnjeg uha liječili smo ukupno 619 bolesnika. Kod 301 bolesnika oštećenje je bilo jednostrano, a kod 318 obostrano, tako da smo ukupno liječili 937 oštećenja unutarnjeg uha sa zamjedbenu naglušost. Bilo je 612 muškaraca i 7 žena. Iako je većina bolesnika obrađena tijekom prva dva dana nakon blast ozljede, vrijeme od blasta do prvog pregleda i audiometrije variralo je od nekoliko sati do gotovo tri godine (medijan dva dana). Tristo šezdeset jedan bolesnik s 574 ozljede obrađen je tijekom prva tri dana nakon ozljede, a preostalih 258 bolesnika (363 ozljede) obrađeno je četvrtog dana nakon blasta ili kasnije.

U studiju su uključeni samo bolesnici koji nisu imali prethodnu bolest unutarnjeg uha, kojima su prvi pregled i tonska audiometrija učinjeni najmanje 16 sati i najkasnije 72 sata od blast ozljede te koji su redovito audiološki kontrolirani najmanje 4 mjeseca nakon ozljede. Tonska audiometrija je rađena na uređaju *Beomat*, tvrtke *Beoton*. Mjerene su frekvencije od 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz i 8000 Hz. Prilikom računanja srednje vrijednosti korištene su vrijednosti 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz i 4000 Hz. Zadnja kontrola tonske audiometrije rađena je najmanje 4, a najviše 5 mjeseci nakon ozljede. Ta vrijednost tonske audiometrije uzimana je kao definitivna. Od 574 ozljede unutarnjeg uha obrađene tijekom prva 3 dana, 217 ozljeda (137 bolesnika) dobilo je terapiju glukokortikoidima, 204 ozljede (129 bolesnika) druge oblike terapije, najčešće infuzije s pentoksifilinom i vitaminima, a 153 ozljede (95 bolesnika) nisu dobile nikakvu terapiju. Terapiju nisu dobili bolesnici koji su zbog drugih ozljeda ili ratnih zbivanja bili premješteni u druge bolnice ili odjele, bolesnici koji su imali neku kontraindikaciju za terapiju ili su odbili terapiju. Tijekom praćenja gotovo polovica bolesnika nije dolazila na redovite audiološke kontrole, tako da je studiju završilo 67 bolesnika sa 107 ozljeda u skupini koja je primala glukokortikoide (ispitivana skupina) i 48 bolesnika sa 76 ozljeda unutarnjeg uha bez terapije (kontrolna skupina).

Bolesnici koji su liječeni glukokortikoidima dobivali su prednizon tablete tijekom 14 dana i to prvih 7 dana u dozi od 20 mg jednom dnevno te drugih 7 dana u dozi od 10 mg jednom dnevno.

Dio bolesnika koji nije primio nikakvu terapiju pušten je spontanom oporavku i oni su bili kontrolna skupina.

Kako bismo pratili oporavak oštećenja sluha kod različitih težina oštećenja sluha, bolesnike iz obiju skupina dodatno smo podijelili u tri približno podjednako velike podskupine prema razini oštećenja sluha:

blaža oštećenja sluha (do 23,0 dB), umjerena oštećenja sluha (23,1–30,0 dB) i teža oštećenja sluha (30,1 dB i više).

Istraživanje je provedeno sukladno s etičkim načelima Deklaracije iz Helsinkija iz 2000. godine i njenim dopunama iz 2002. i 2004. godine. Etičko povjerenstvo KBC-a Zagreb na svojoj 126. redovnoj sjednici održanoj 25. studenog 2019. dalo je suglasnost za provođenje istraživanja, s obzirom da se isto ne kosi s etičkim načelima.

### Statistička obrada podataka

Svi podatci prikupljeni su u računalnom programu *Microsoft Office Excel 2007* (Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD). Prosječne vrijednosti praga slušne osjetljivosti na početku praćenja i nakon 4 mjeseca praćenja te prosječne vrijednosti oporavka sluha nakon perioda praćenja testirane su na normalnost distribucije Kolmogorov-Smirnovljevim testom i vidjeli smo da naši podatci nemaju normalnu distribuciju. Sva statistička analiza (deskriptivna statistika, Kolmogorov-Smirnovljevi test, Mann-Whitneyev test, Wilcoxonov test, Kruskal-Wallisov test, Spearmanova korelacija) rađena je koristeći statistički program SPSS 18.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, SAD). Razina vjerojatnosti od  $p < 0,05$  smatrana je statistički značajnom.

### Rezultati

Prosječna vrijednost zamjedbene naglušosti prije terapije u skupini ispitanika koji su primali glukokortikoide iznosila je  $27,4 \pm 9,0$  dB (u rasponu 13–47 dB), a u kontrolnoj skupini  $27,3 \pm 7,4$  dB (u rasponu 12–42 dB). Početne vrijednosti zamjedbene naglušosti u tim dvjema skupinama nisu se značajno razlikovale ( $z = -0,354$ ,  $p = 0,726$ , Mann-Whitneyev test). Na kraju studije u objema skupinama vrijednost zamjedbene naglušosti statistički se značajno smanjila te se u skupini ispitanika koji su primali glukokortikoide nakon terapije promijenila na  $16,3 \pm 10,1$  dB ( $z = -8,89$ ,  $p < 0,001$ , Wilcoxonov test), a u kontrolnoj skupini na  $19,2 \pm 8,2$  dB ( $z = -7,57$ ,  $p < 0,001$ , Wilcoxonov test).

Nakon terapije glukokortikoidima sluh se u ispitivanoj skupini oporavio za  $11,1 \pm 5,9$  dB (u rasponu 0–23 dB), a u kontrolnoj skupini nakon spontanog oporavka zamjedbena naglušost bila je manja za  $8,0 \pm 4,4$  dB (u rasponu 2–16 dB). Razlika između skupina u vrijednostima oporavka sluha bila je statistički značajna ( $z = 3,126$ ,  $p = 0,002$ , Mann-Whitneyev test) (tablica 1).

Uspoređujući povezanost između početne vrijednosti zamjedbene naglušosti i vrijednosti oporavka sluha u decibelima nismo dobili značajnu korelaciju niti u skupini liječenoj glukokortikoidima (Spearmanov koeficijent korelacije  $r_s = -0,059$ ,  $p = 0,548$ ), niti u kontrolnoj skupini (Spearmanov koeficijent korelacije  $r_s = 0,128$ ,  $p = 0,270$ ).

TABLE 1. PROSJEČNA VRIJEDNOST ZAMJEDBENE NAGLUHOSI PRIJE TERAPIJE I PROSJEČNA VRIJEDNOST OPORAVKA SLUHA NAKON TERAPIJE U SKUPINI ISPITANIKA KOJI SU PRIMALI GLUKOKORTIKOIDE I U KONTROLNOJ SKUPINI

TABLE 1. AVERAGE VALUES OF SENSORINEURAL HEARING LOSS BEFORE THERAPY AND AVERAGE VALUES OF HEARING LOSS RECOVERY IN THE GROUP OF PATIENTS WITH GLUCOCORTICOID THERAPY AND CONTROL GROUP

	Prije terapije (dB) / Before therapy (dB) <sup>a</sup>	Oporavak sluha (dB) / Hearing loss recovery (dB) <sup>b</sup>
Skupina koja je primala glukokortikoide / Glucocorticoid group	27,4±9,0	11,1±5,9
Kontrolna skupina / Control group	27,3±7,4	8,0±4,4

<sup>a</sup> Mann-Whitneyev test,  $z = -0,354$ ,  $p = 0,726$ ;

<sup>b</sup> Mann-Whitneyev test,  $z = 3,126$ ,  $p = 0,002$

Kada smo bolesnike koji su primali glukokortikoide podijeliti u podskupine, oporavak naglušosti kod najblažih oštećenja bio je  $10,3 \pm 4,6$  dB, kod umjerenih oštećenja iznosio je  $12,6 \pm 6,4$  dB, kod težih oštećenja  $10,3 \pm 6,3$  dB i razlika među podskupinama nije bila značajna ( $H = 3,068$ ,  $p = 0,216$ , Kruskal-Wallisov test). Kod bolesnika kod kojih je oporavak bio spontan (kontrolna skupina) oporavak naglušosti u podskupini najblažih oštećenja bio je  $8,2 \pm 4,1$  dB, u podskupini umjerenih oštećenja iznosio je  $7,2 \pm 3,8$  dB, a kod težih oštećenja  $8,7 \pm 5,0$  dB. Niti među podskupinama kontrolne skupine razlika nije bila značajna ( $H = 1,933$ ,  $p = 0,380$ , Kruskal-Wallisov test).

Predominantni oblik audiometrijskog zapisa među našim ispitanicima bilo je oštećenje sluha koje je najteže zahvatilo frekvencije 4000 Hz, 6000 Hz i 8000 Hz s približno podjednakom težinom oštećenja u navedenim trima frekvencijama. Dublje frekvencije do 1000 Hz najmanje su bile zahvaćene oštećenjem.

### Rasprava

Prosječna vrijednost zamjedbene naglušosti kod naših bolesnika neposredno nakon ozljede iznosila je oko 27 dB i nije se značajno razlikovala između skupine koja je primala glukokortikoide i kontrolne skupine koja nije primala nikakvu terapiju. Tijekom četiri mjeseca, koliko je iznosio period praćenja nakon blast ozljede, zamjedbena naglušost se značajno oporavila u ispitivanoj skupini koja je primala glukokortikoide, ali značajan spontani oporavak postignut je i u kontrolnoj skupini bolesnika koja nije primala nikakvu terapiju. Zbog toga je u procjeni uspjeha terapije teško odrediti koji je dio oporavka sluha posljedica spontanog oporavka, a koji dio je posljedica terapije. Uspješnost pojedine terapije pratili smo vrijednošću oporavka zamjedbene naglušosti na kraju perioda praćenja od

četiri mjeseca. Veći oporavak sluha od 11,1 dB dobili smo u skupini bolesnika liječenih glukokortikoidima, dok je nešto manji (8,0 dB) bio u kontrolnoj skupini. Uspoređujući oporavak sluha nakon terapije dobili smo značajno bolji oporavak nakon terapije glukokortikoidima (prednizon) u odnosu na kontrolnu skupinu sa spontanom oporavkom ( $p = 0,002$ ). U prethodnim istraživanjima<sup>19</sup> pokazali smo da pentoksifilin i vitamini ne povećavaju značajno oporavak sluha nakon blast ozljeda u odnosu na spontani oporavak. Zbog toga smatramo da su glukokortikoidi terapija izbora prilikom većeg broja blast ozljeda, jer ne samo da su bolji od spontanog oporavka, već se bolji oporavak postiže i u odnosu na terapiju pentoksifilinom i vitaminima.

U istraživanju smo željeli procijeniti možemo li veći oporavak sluha očekivati kod blažih oštećenja, tj. nižih vrijednosti zamjedbene naglušosti neposredno nakon blasta ili kod težih oštećenja, tj. viših početnih vrijednosti zamjedbene naglušosti. Korelacija između početnih vrijednosti sluha i oporavka sluha nije postojala ni u ispitivanoj niti u kontrolnoj skupini, što je pokazalo da se na osnovi početnog nalaza sluha ne može pretpostaviti koliko će se približno oporaviti sluh niti nakon terapije kortikosteroidima niti nakon spontanog oporavka. Također, između podskupina koje su imale različitu početnu težinu oštećenja sluha nije došlo do različitog oporavka sluha, kako među ispitanicima koji su primali terapiju ( $p=0,216$ ) tako niti među bolesnicima kontrolne skupine ( $p=0,380$ ), što pokazuje da približno sličnu vjerojatnost oporavka sluha možemo očekivati kod različitih težina oštećenja sluha.

Naša studija ima sva ograničenja retrospektivne studije. Značajniji rezultati postigli bi se prospektivnom randomiziranom i placebo-kontroliranom studijom. Međutim, to nije bilo moguće zbog ratnih zbivanja i hitnosti liječenja.

Prednosti studije su relativno velik broj bolesnika koji su audiološki obrađeni tijekom prva 72 sata nakon blast ozljede te praćeni kroz nekoliko mjeseci, što najčešće nije slučaj u studijama o ovoj tematici.

### Zaključci

Terapija glukokortikoidima značajno poboljšava oporavak zamjedbene naglušosti nakon ratnih blast ozljeda u odnosu na spontani oporavak. Na osnovi početnog nalaza sluha ne može se procijeniti očekivani oporavak sluha niti nakon liječenja glukokortikoidima niti nakon spontanog oporavka bez liječenja.

### LITERATURA

1. Van Haesendonck G, Van Rompaey V, Gilles A, Topsakal V, Van de Heyning P. Otolgic Outcomes After Blast Injury: The

- Brussels Bombing Experience. *Otol Neurotol.* 2018; 39(10): 1250–5.
2. Remenschneider AK, Lookabaugh S, Alphas A, Brodsky JR, Devaiah AK, Dagher W i sur. Otolgic outcomes after blast injury: the Boston Marathon experience. *Otol Neurotol.* 2014;35(10):1825–34.
3. Elsayed NM, Atkins JL, ur. *Explosion and Blast-Related Injuries.* Amsterdam: Elsevier; 2008, str. 4–40.
4. Gan RZ, Leckness K, Nakmali D, Ji XD. Biomechanical Measurement and Modeling of Human Eardrum Injury in Relation to Blast Wave Direction. *Mil Med.* 2018;183Suppl 1:245–51.
5. Cohen JT, Ziv G, Bloom J, Zikk D, Rapoport Y, Himmelfarb MZ. Blast injury of the ear in a confined space explosion: auditory and vestibular evaluation. *Isr Med Assoc J.* 2002;4(7):559–62.
6. Gan RZ. Biomechanical Changes of Tympanic Membrane to Blast Waves. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1097:321–34.
7. Pusz MD, Robitschek J. Traumatic Hearing Loss in the Context of Blast-Related Tympanic Membrane Perforation. *Mil Med.* 2017;182(1):1645–8.
8. Šprem N, Branica S, Dawidowsky K. Tympanoplasty after War Blast Lesions of the Eardrum: Retrospective Study. *Croat Med J.* 2001;42(6):642–5.
9. Peacock J, Al Hussaini M, Greene NT, Tollin DJ. Intracochlear pressure in response to high intensity, low frequency sounds in chinchilla. *Hear Res.* 2018;367:213–22.
10. Greene NT, Alhussaini MA, Easter JR, Argo TF 4th, Walilko T, Tollin DJ. Intracochlear pressure measurements during acoustic shock wave exposure. *Hear Res.* 2018;365:149–64.
11. Leckness K, Nakmali D, Gan RZ. Computational Modeling of Blast Wave Transmission Through Human Ear. *Mil Med.* 2018;183Suppl 1:262–8.
12. Müller M, Tisch M, Maier H, Löwenheim H. Reduction of permanent hearing loss by local glucocorticoid application: Guinea pigs with acute acoustic trauma. *HNO* 2017;65Suppl 1:59–67.
13. Kellerhals B. Treatment of acute inner ear deafness (sudden deafness) and acoustic trauma. *Laryngol Rhinol Otol.* 1977; 56:357–63.
14. Mauser W, Dirlich E. Stellate ganglion blocks and vasodilator drugs in the treatment of perceptive deafness. *Laryngol Rhinol Otol.* 1976;55:66–9.
15. Polus K. The problem of vascular deafness. *Laryngoscope.* 1972;82:24–7.
16. Vavrina J, Muller W. Therapeutic effect of hyperbaric oxygenation in acute acoustic trauma. *Rev Laryngol Otol Rhinol.* 1995;116:377–80.
17. Lamm C, Walliser U, Schumann K, Lamm K. Oxygen partial pressure measurements in the perilymph of scala tympani under normal and hyperbaric oxygen conditions. An animal experiment study. *HNO* 1988;36:363–6.
18. Wang J, Jiang H, Liu S, Qiu J. Effect of epidermal growth factor and dexamethasone on explosive deafness. *Chin Med J.* 1998;111(9):851–3.
19. Šprem N, Branica S, Dawidowsky K. Vasodilator and Vitamins in Therapy of Sensorineural Hearing Loss Following War-related Blast Injury: Retrospective Study. *Croat Med J.* 2001;42(6):646–9.