



**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ МЕДИЦИНСКИХ НАУКА**

докторска дисертација

др Звонко Живаљевић

**АУДИТИВНИ ЕФЕКТИ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА ИЗ АУТОМАТСКЕ
ПУШКЕ КОД ПРОФЕСИОНАЛНИХ ВОЈНИХ ЛИЦА**

Ментор: проф. др Љубица Живић

-2017-

САДРЖАЈ:

1. УВОД	7
1.1. ИСТОРИЈСКИ ПОДАЦИ	8
1.2. НАОРУЖАЊЕ И БУКА.....	9
1.3. ГРАЂА И ФУНКЦИЈА ОРГАНА ЧУЛА СЛУХА	13
1.3.1. СПОЉАШЊЕ УВО.....	14
1.3.1.1. Ушна шкољка (auricula).....	14
1.3.1.2. Спољашњи ушни ходник (meatus acusticus externus)	14
1.3.1.3. Бубна опна (membrana tympani).....	14
1.3.2. СРЕДЊЕ УВО.....	15
1.3.2.1. Слушне кошчице.....	15
1.3.2.2. Мишићи средњег ува	16
1.3.2.3. Еустахијева туба (Tuba auditiva Eustachii)	16
1.3.3. УНУТРАШЊЕ УВО	16
1.3.3.1. Пужница (Cochlea).....	16
1.3.3.2. Кортијев орган (Organon spirale de Corti)	17
1.3.4. СЛУШНИ ПУТЕВИ И ЦЕНТАР ЗА СЛУХ	18
1.3.4.1. Аферентни слушни путеви.....	18
1.3.4.2. Кортикални аудитивни центри	18
1.3.4.3. Еферентни слушни путеви	18
1.4. ФИЗИЧКЕ ОСНОВЕ ЗВУКА И БУКЕ	19
1.5. ИМПУЛСНА БУКА	25
1.6. ДЕЈСТВО БУКЕ НА ОРГАНИЗАМ	30
1.6.1. ДЕЈСТВО ИМПУЛСНЕ БУКЕ НА ЧУЛО СЛУХА.....	32
1.7. НОРМАЛАН И ИЗМЕЊЕН АУДИОГРАМ	36
2. ЦИЉЕВИ СТУДИЈЕ.....	40
3. ХИПОТЕЗЕ СТУДИЈЕ	41
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДА СТУДИЈЕ.....	42
4.1. ВРСТА СТУДИЈЕ.....	45
4.2. ПОПУЛАЦИЈА КОЈА СЕ ИСТРАЖУЈЕ	46
4.3. УЗОРКОВАЊЕ	46

4.4.	ВАРИЈАБЛЕ КОЈЕ СЕ МЕРЕ У СТУДИЈИ	46
4.5.	СНАГА СТУДИЈЕ И ВЕЛИЧИНА УЗОРКА.....	47
4.6.	СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА.....	47
5.	РЕЗУЛТАТИ.....	48
5.1.	АУДИТИВНИ ЕФЕКТИ - после бојевог гађања из АП М 70 7,62mm.....	48
5.2.	ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА	51
	А) ЖИВОТНА ДОБ ИСПИТАНИКА.....	51
	Б) ЕФЕКТИВНИ РАДНИ СТАЖ ИСПИТАНИКА.....	52
	В) ПУШАЧКА НАВИКА ИСПИТАНИКА	53
	Г) МЕСТО СТАНОВАЊА ИСПИТАНИКА.....	54
5.3.	КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА У ВЕЗИ СА ГАЂАЊИМА	55
	А) УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИСПИТАНИКА ИЗ АУТОМАТСКЕ ПУШКЕ ТОКОМ ГОДИНЕ (АП/год)	55
	Б) УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИСПИТАНИКА ИЗ ОРУЖЈА МАЊЕГ КАЛИБРА ОД КАЛИБРА АП ТОКОМ ГОДИНЕ	56
	В) УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИСПИТАНИКА ИЗ ОРУЖЈА ВЕЋЕГ КАЛИБРА ОД КАЛИБРА АП ТОКОМ ГОДИНЕ	57
	Г) РАМЕ НА КОЈЕ ИСПИТАНИЦИ ОСЛАЊАЈУ ПУШКУ	58
	Д) УПОТРЕБА ЗАШТИТНИХ СРЕДСТАВА У ПРЕТХОДНИМ ГАЂАЊИМА	59
	Ђ) ПОЈАВА ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА	60
	Е) СПОНТАНИ ПРЕСТАНАК ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА	61
	Ж) ПОСЕТА ЛЕКАРУ ЗБОГ ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ.....	62
	ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА	62
	З) СПРОВЕДЕНО ЛЕЧЕЊЕ ЗБОГ ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА	63
5.4.	КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА У ВЕЗИ СА КОНКРЕТНИМ ГАЂАЊЕМ.....	64
	А) РЕДНО СТРЕЉАЧКО МЕСТО	64
	Б) УПОТРЕБА ЛИЧНИХ ЗАШТИНИХ СРЕДСТАВА ЗА ЗАШТИТУ ОД БУКЕ НА ГАЂАЊУ.....	65
	В) БРОЈ ИСПАЉЕНИХ МЕТАКА	66
	Г) СИМПТОМИ - зујање и/или наглувост непосредно након гађања	67
	Д) ЗУЈАЊЕ (TINITUS) ЛЕВО УВО	69
	Ђ) ЗУЈАЊЕ(TINITUS) ДЕСНО УВО	70

Е) ЗУЈАЊЕ (TINITUS) ОБОСТРАНО.....	71
Ж) НАГЛУВОСТ ЛЕВО УВО.....	72
З) НАГЛУВОСТ ДЕСНО УВО	73
И) НАГЛУВОСТ ОБОСТРАНО	74
5.5. КЛИНИЧКИ ОРЛ НАЛАЗ.....	75
А) ОТОСКОПСКИ НАЛАЗ.....	75
Б) ОСТАЛИ ОРЛ НАЛАЗ.....	76
5.6. АУДИОГРАМ.....	77
6. ДИСКУСИЈА.....	80
7. ЗАКЉУЧАК.....	91
8. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПРАКТИЧНУ ПРИМЕНУ СТУДИЈЕ	93
9. ЛИТЕРАТУРА.....	94
10. ПРИЛОЗИ	101
10.1. УПИТНИК ПРЕ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА	101
10.2. УПИТНИК ПОСЛЕ ИЗВРШЕНОГ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА.....	101
10.3. ИНФОРМАЦИЈА ЗА ИСПИТАНИКА	101
10.4. ПИСАНИ ПРИСТАНАК ИСПИТАНИКА	101
11. СКРАЋЕНИЦЕ:.....	106

ПОСВЕТА

Ову дисертацију посвећујем свом верном животном сапутнику и по божјим и по људским законима, својој супрузи Весни, која ми је давала снагу да истрајем у овом раду и спроведем га до краја. Она, са вером у живот и истрајношћу коју показује у својој неравноправној борби против тешке болести, у којој се показује као див-јунак, давала ми је снагу и обавезивала ме да и ја истрајем у свом неупоредиво лакшем задатку, желећи тако да са њом поделим радост заједничких успеха и победа.

ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Захваљујем свом ментору проф. др Љубици Живић на свесрдној помоћи током израде докторске дисертације.

Захваљујем особљу Кабинета за уво, грло и нос ВМЦ Карабурма за помоћ у практичном делу ове студије.

Захваљујем свим припадницима Гарде Војске Србије који су као испитаници учествовали у овој студији и њиховом комаданту ген. Миломиру Тодоровићу, који је то одобрио.

Захваљујем др мед. сци. Зорану Букумирићу за помоћ у статистичкој обради резултата студије.

Захваљујем др стоматолозије Немањи Мирковићу, који ме је упутио у прве кораке у научно истраживачком раду.

Захваљујем лектору РТС-а. Зорици Мићић за лекторисање дисертације.

Захваљујем својој породици, супрузи Весни, сину Стефану и ћеркама Ивани и Јелени, на разумевању што сам им ускратио део времена који сам утрошио на рад на дисертацији, а требало је да га проведем са њима.

Захваљујем свима онима који су ми својом речју или делом давали подршку. Таквих није мало и не могу их све набројати. Они ће се у овој изјави захвалности сами препознати.

Хвала и оним другима, који су својим чињењем или нечињењем чинили супротно. И таквих је доста, што су у мени покренули оне резерве снаге које се покрећу у таквим тренуцима. И они ће се сами препознати.

1. УВОД

Људски организам има развијене заштитне механизме против ендогених и егзогених утицаја разних штетних фактора. Степен развијености тих одбрамбених механизма је различит и зависи од разних фактора. Поготово су одбрамбени механизми слабије развијени на изненадно и снажно дејство егзогених фактора. Тада долази до лакших или тежих оштећења ткива, органа или система органа. Један од таквих егзогених фактора је и бука, која заузима значајно место међу професионалним штетностима. Изненадно и снажно дејство буке, такозване импулсне буке, која настаје приликом испалења из различитих врста пешадијског наоружања доводи до оштећења слуха (1).

Проблем штетног дејства буке на слух и комплетно на цео организам је један од најстаријих проблема са којима се човек суочио у борби за очување и заштиту свог здравља (2-8).

Физиолошко и патолошко дејство буке већина аутора дели на:

- аудитивно
- екстра аудитивно и
- психогено.

Бука првенствено делује преко органа чула слуха, а остала дејства на организам се одвијају преко повећане стимулације вегетативног нервног система, у првом реду симпатикуса, што доводи до низа физиолошких и патолошких промена.

Екстра аудитивно дејство буке се манифестује општом слабошћу и појавом замора, променом нормалних вредности крвног притиска, отежаним дисањем, главобољом, поремећајем дисања, рада црева, функције централног нервног система, чула вида и целокупног метаболизма. Настају промене у раду ендокриних жлезда, гуштераче и хипофизе, што доводи до хипергликемије. То доводи до појаве умора, повећане раздражљивости, несанице, смањења пажње и концентрације.

Аудитивно дејство буке се манифестује зујањем у ушима, оштећењем слуха различитог степена, вртоглавицом и поремећајем равнотеже, притиском у ушима, осећајем запушености ува, оталгијом.

Код гађања из артиљеријског наоружања долази до повећања притиска у ваздушној средини па поред акустичке енергије доминира и механички натпритисак због чега уз оштећење слуха настају и бласт повреде ува и других органа.

Код гађања из пешадијског наоружања доминира акустичка енергија облика импулса без израженог бласт ефекта (због мање количине експлозивног пуњења) па изостају бласт повреде, али зато могу настати знатна оштећења слуха.

У овом истраживању бавили смо се аудитивним ефектима импулсне буке која настаје при испалењу из аутоматске пушке, са посебним освртом на најзначајнији ефекат, оштећење слуха. Од екстра аудитивних ефеката регистровали смо појаву главобоље, а од аудитивних ефеката зујање у ушима, наглувост и осећај притиска у ушима. При томе смо од 104 испитаника код 17 испитаника (16,3%) аудиометријски потврдили појаву оштећења слуха после бојевог гађања из аутоматске пушке AP M 70 7,62 mm.

1.1. ИСТОРИЈСКИ ПОДАЦИ

Први је о оштећењу слуха буком писао још у 12. веку *Aldobrandini di Sienna*. Много детаљнији у описивању тог проблема био је *Parre* у 16. веку. Касније у 17. веку врло детаљан опис акустичне трауме дао је *Ramazini* у свом познатом делу „*De morbis artificium distribo*“. Детаљна испитивања дејства експлозије на слух у другој половини 19. века обавио је *Morhaus Kern*. Прво саопштење о оштећењу слуха изазвано ваздушним бластом дао је *Green* 1872. године.

Први светски рат дао је велики број акутних акустичних траума о којима су извештавали *Lermoyez*, *Wittmack* и *Stenger*. Други светски рат повећао је број акутних акустичних траума. О томе су извештавали *Negus*, *Ruedi* и *Furrera* (9-10).

Проблемом акутне акустичне трауме у војној средини код нас бавили су се *Haralampiev*, *Paunović* и *Aleksić* (1,10-12).

Запажена је и појава повећања комуналне буке која не дозвољава неопходан одмор органу слуха који је током еволуције адаптиран на услове релативне тишине и перцепцију звукова из природе (13).

Препознат је и значај проблема буке у војној средини, посматрано кроз техничку опремљеност и потребу обуке гађања из различитих типова оружја и оруђа у јединицама и установама у мирнодопским условима (14-16).

1.2. НАОРУЖАЊЕ И БУКА

У односу на сва професионална оштећења здравља код професионалних припадника војске оштећење слуха заузима значајно место. Томе свој допринос даје и импулсна бука из пешадијског наоружања зато што су сви припадници војске, без обзира на вид, род или службу, повремено или стално изложени овом штетном фактору. Поготово су импулсној буци при гађању из пешадијског наоружања изложени руковаоци и послужиоци на стрелиштима и полигонима, руковаоци гађања (командири, руковаоци муницијом, евидентичари) и припадници специјалних јединица, који, због увежбавања, много чешће од припадника других јединица изводе гађања (1).

Према припадности роду или виду војске оружје и оруђе може бити:

1. пешадијско,
2. артиљеријско,
3. морнаричко,
4. ваздухопловно.

Оружје чине ватрена средства калибра до 20 mm. Ватрена средства изнад 20 mm су оруђа.

Према конструктивним особинама пешадијско наоружање се дели на:

1. стрељачко,
2. тромблонско,
3. бестрзајно,
4. ракетно,
5. ручне бомбе,
6. бацаче граната и
7. пламенобацаче.

Стрељачко наоружање са глатком цеви појављује се у другој половини 14. века, оружје са ижљебљеном цеви појављује се почетком 19. века, а аутоматско оружје крајем 19. века.

Према калибру, стрељачко оружје се дели на оружје:

1. малог калибра – до 6,5 mm,
2. средњег калибра – до 10 mm и
3. великог калибра – до 14,5 mm.

С обзиром на конструктивне особине и начин држања приликом гађања, стрељачко оружје се дели на:

1. пиштоље-револвере,
2. аутомате,
3. пушке,
4. пушкомитраљезе,
5. митраљезе и
6. тешке митраљезе (17).

Пушка, пушкомитраљез и митраљез се при гађању одупиру кундаком о раме, а глава је при нишањењу у врату савијена. Уста цеви пушке су удаљена од ува у просеку 50-90 cm, док је код аутомата ово растојање краће. Испаливање и стварање буке настаје на ушћу цеви и на око 10-20 cm од ува у лежишту метка (затварачу). Глава је за време гађања овим оружјем окренута у страну тако да је једно уво ближе извору буке.

При гађању пиштољем лице је окренуто према напред, тако да су оба ува подједнако удаљена од извора буке.

У мирнодопским условима гађање из пешадијског наоружања обавља се на:

1. стрелиштима,
2. полигонима и
3. опитним полигонима.

Стрелишта су уређени земљишни комплекси намењени за непосредно гађање циљева на земљи из пешадијског, артиљеријског и наоружања оклопних и механизованих јединица у границама утврђених зона безбедности и заштите људи и имовине. Полигони су већи земљишни комплекси намењени за обуку војника и јединица и гађање бојевом муницијом у условима што приближнијим борбеним. Опитни полигони служе за испитивање (опите) приликом развоја новог оружја и муниције.

У доступној литератури има веома мало података о нивоима буке у току гађања из пешадијског наоружања.

Енглески војни аутори наводе да је код противоклопног оружја калибра 84 mm измерен ниво звучног притиска од 188 dB, минобацача 188 dB, пешадијске пушке 160 dB и вишецевног ракетног бацача 145 dB (18). Ови подаци имају ограничену вредност имајући у виду разлику између пешадијског наоружања које користе војске других земаља у односу на војску Србије.

Више података постоји о оштећењу слуха у војној средини, али мало података постоји о директном дејству импулсне буке која потиче од пешадијског наоружања (19-27).

Аутори који су се бавили испитивањем услова радне и војне средине у нашој земљи више пута су мерили буку при испалењу из пешадијског наоружања. На основу резултата њихових истраживања бука код:

1. аутоматске пушке достиже 134 dB,
2. полуаутоматске пушке 137,5 dB,
3. митраљеза 126-128 dB,
4. пиштоља (у тунелу) 136 dB,
5. ручног ракетног бацача 137-160 dB,
6. минобацача 148 db (1).

Мере за заштиту слуха од буке при употреби пешадијског наоружања спроводе се у неколико праваца:

1. конструкционо техничким решењима тежи се произвести оружје са што мањом буком,
2. смањење буке на стрелиштима врши се звучном изолацијом различитим изолационим материјалима,
3. заштита појединаца врши се употребом разних ушних штитника.

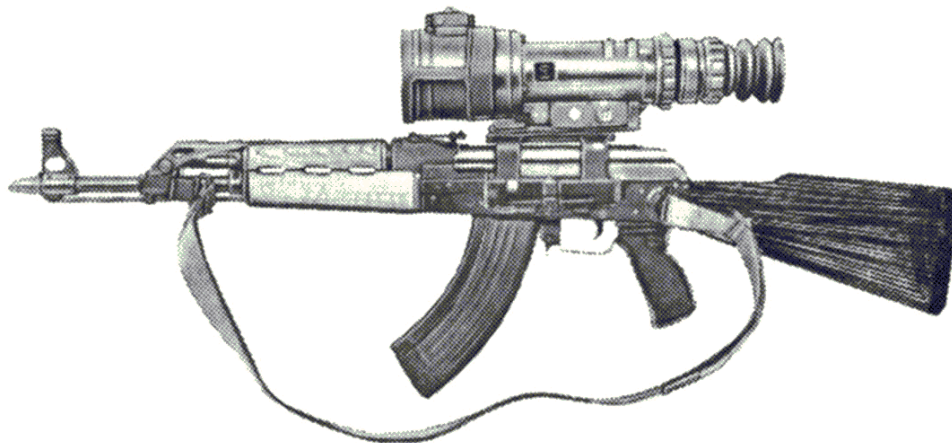
Најбоља мера је употреба кациге против буке, без штитника против буке или са њима (28- 34). Заштитна моћ код ушног штитника против буке (према JUS Z.B1.350.) мора износити најмање 25 dB, док код ушних чепова против буке (према JUS Z.B1.310.) најмање 15 dB. Кациге против буке код нас нису стандардизоване. Код нас се користе две врсте формацијских ушних штитника против буке, намењених првенствено артиљеријским јединицама, док се на одређеном броју стрелишта користе ушни штитници против буке различитих врста (1).



а) Аутоматска пушка М70В1



б) Аутоматска пушка М70АВ2



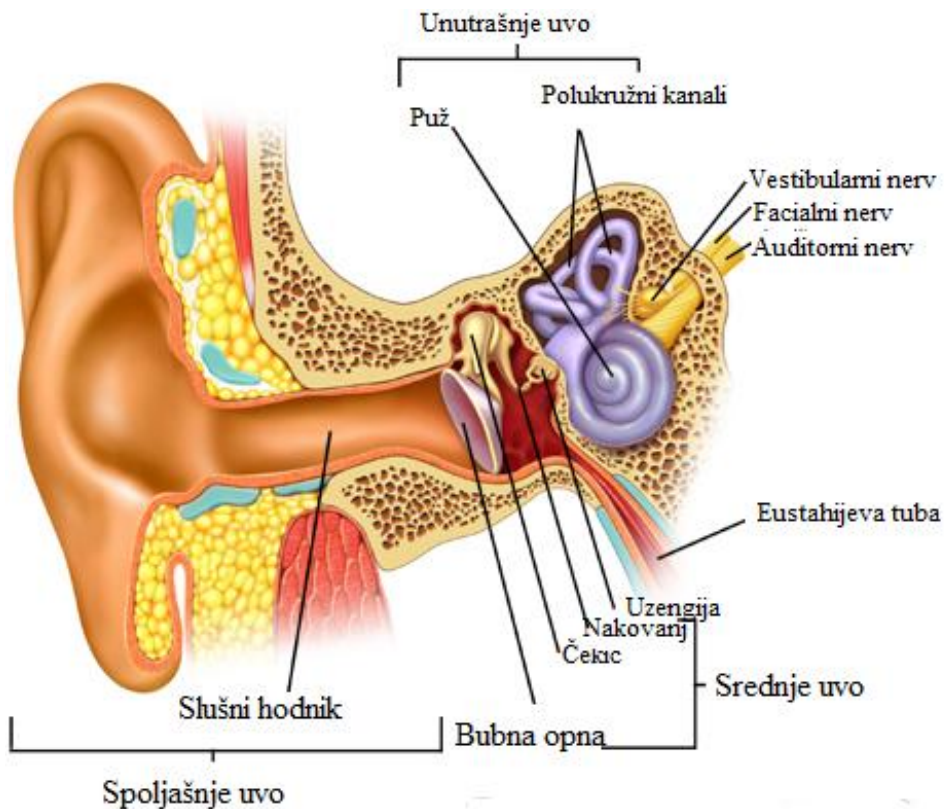
в) Аутоматска пушка М70В1Н-РН

Слика 1 - Аутоматска пушка: а) са дрвеним кундаком, б) са расклапајућим кундаком, в) са оптичким нишаном (преузето из Правила пушака и пушкомитраљеза 7,62 mm, Савезни секретаријат за народну одбрану, 1983 године).

1.3. ГРАЂА И ФУНКЦИЈА ОРГАНА ЧУЛА СЛУХА

На грађу органа чула слуха утицала је његова специфична функција која се састоји у пријему, преносу и трансформацији звука у нервне потенцијале. Анатоомски посматрано уво се може поделити на:

- спољашње уво
- средње уво
- унутрашње уво.



Слика 2- Грађа ува (преузето и модификовано из Оториноларингологија, Д. Цвејић - М. Косановић 1972.)

1.3.1. СПОЉАШЊЕ УВО

У састав спољашњег уха улазе ушна шкољка, спољашњи ушни канал и спољашњи слој бубне опне.

1.3.1.1. Ушна шкољка (*auricula*)

Ушна шкољка (*auricula*) је овалног облика и карактеристичне форме због еластичне хрскавице са удубљењима и испупчењима. Кожа која облаже ушну шкољку је чврсто срасла са перихондријумом. Мишићи ушне шкољке код човека су рудиментирани и немају никакву функцију. Ушна шкољка је током еволуције знатно изгубила у величини и облику због чега је њен акустички ефекат релативно мали. Ипак, функција ушне шкољке није за занемаривање и огледа се у следећем:

- а) прикупљање звучне енергије на улазу у слушни ходник,
- б) утицај на оријентацију звука у простору,
- в) функција резонатора (утицај на боље запажање временских и фазних разлика у звуку),
- г) функција пријема звука и преноса преко кости ка унутрашњем уву,
- д) спречавање повратног дејства сопственог гласа.

1.3.1.2. Спољашњи ушни ходник (*meatus acusticus externus*)

Спољашњи ушни ходник (*meatus acusticus externus*) је облика савијене цеви дужине око 30 mm, коштаном-хрскавичавој грађи, прекривен кожом. У кожи канала који је срастао за перихондријум и периост налазе се церуминозне жлезде, лојне жлезде и длачице. Има значај као резонатор звучних таласа и то поготово фреквенције између 3000Hz и 4000Hz.

1.3.1.3. Бубна опна (*membrana tympani*)

Бубна опна (*membrana tympani*) раздваја средње од спољашњег уха. Састоји се од три слоја. Спољашњи слој који је изграђен од плочастог епитела припада спољашњем уву, а унутрашњи слој који је изграђен од цилиндричног епитела припада

средњем уву. Средњи слој бубне опне изграђен је од радијално и циркуларно распоређених фибро-еластичних влакана. Разликујемо два дела бубне опне:

pars tensa и

pars flaccida.

За разлику од *pars tensa*, *pars flaccida* нема фиброзни слој.

Улога бубне опне је да са што мање губитака пренесе звучне вибрације из ваздушне средине на ланац слушних кошчица. У физиолошком стању она има малу импедансу и под дејством звучних таласа и сама почиње да трепери, а у стању је и да, због свог облика, прими широки спектар звучних фреквенција.

1.3.2. СРЕДЊЕ УВО

Средње уво се састоји од система шупљина у мастоидном наставку (*celuleae mastoidee*), централне шупљине (*cavum tympani*), слушних кошчица, мишића средњег ува, унутрашњег слоја бубне опне и Еустахијеве тубе (*tuba Eustahii*). Шупљине су испуњене ваздухом и обложене цилиндричним епителом. Налази се између бубне опне с једне стране и лабиринта с друге стране.

Улога средњег ува састоји се у:

преносу звука од спољашњег ка средњем уву,

појачању звука,

трансформацији звука до унутрашњег ува,

заштити од наглог дејства интензивног звука.

1.3.2.1. Слушне кошчице

Слушне кошчице чекић (*malleus*), наковањ (*inkus*) и узенгија (*stapes*) чине ланац слушних кошчица који има улогу у преносу (трансмисији) звучне енергије са бубне опне у унутрашње уво. Дршка чекића уткана је у бубну опну, а базална плоча узенгије у овални отвор базалног завоја пужа. Улога ланца слушних кошчица условљена је њиховом масом, обликом, еластичношћу, везама и зглобовима. Да би тај спроводни систем нормално функционисао мора имати одређену еластичност и крутост. То обезбеђују два мишића средњег ува.

1.3.2.2. Мишићи средњег ува

Мишићи средњег ува су: мишић затезач бубне опне *m.tensor tympani* и мишић узенгије *m.stapedius*. Они првенствено имају заштитну, али и трансмисиону улогу.

-*Musculus tensor tympani* својом контракцијом затеже бубну опну и ланац слушних кошчица према унутра, што има за последицу повећање интралабиринтарног притиска.

-*Musculus stapedius* је најмањи попречно пругасти мишић дужине око 6,3mm и дебљине око 5 mm. Он олабављује инкудомалеоларни зглоб и повлачи предњи и горњи руб, а утискује задњи и доњи руб стапеса.

1.3.2.3. Еустахијева туба (*Tuba auditiva Eustachii*)

Еустахијева туба (*Tuba auditiva Eustachii*) је цев која спаја шупљину средњег ува са епифаринксом. Има улогу у изједначавању ваздушног притиска с обе стране бубне опне.

1.3.3. УНУТРАШЊЕ УВО

У састав унутрашњег ува улазе вестибуларни орган за равнотежу и периферни део органа слуха. Састоји се од сложеног система цеви и шупљина окружених тврдом склеротичном кости коју зовемо коштани лабиринт у којем је смештен мембранозни лабиринт. Коштани лабиринт се састоји из три дела. Централни део чини вестибулум. У предњем или доњем делу налази се пужница, а у задњем или горњем три полукружна канала.

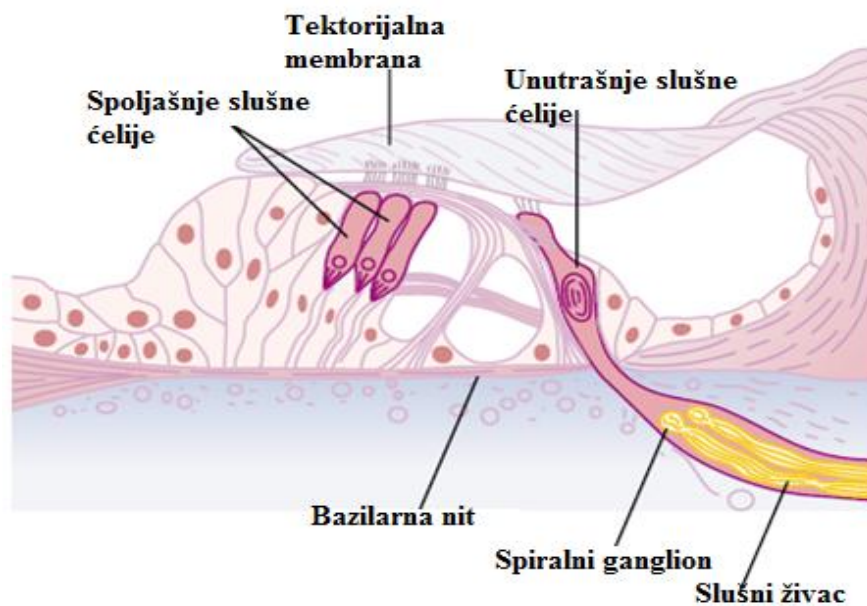
1.3.3.1. Пужница (*Cochlea*)

Пужница (*Cochlea*) својим изгледом подсећа на пужа са базом према средњем уву и врхом према напред и доле. Једном преградом подељена је у два ходника горњи ходник (*scala vestibuli*) и доњи ходник (*scala tympani*). Оне међусобно комуницирају

преко отвора који се зове *helicotrema*. У коштаном лабиринту је смештен мембранозни лабиринт који је испуњен ендолимфом. У простору између мембранозног и коштаног лабиринта налази се перилимфа. Мембранозни лабиринт састоји се од два мехурића (*utricleus*) и (*saculus*), три мембранозна полукружна канала и *ductusa cochlearisa*.

1.3.3.2. Кортијев орган (*Organon spirale de Corti*)

Кортијев орган (*Organon spirale de Corti*) је сензорни део органа слуха (Слика 3). Смештен је на базиларној мембрани у издвојеном делу скале вестибули званом *scala media* или *ductus cochlearis*. Чине га један ред унутрашњих и три до четири реда спољашњих цилијарних (осетних) ћелија. Горњи крајеви сензорних ћелија су обухваћени шупљикавом мембраном (*lamina reticularis*) тако да изнад ње штрче само цилије сензорних ћелија. Преко ових цилија постављена је заштитна мембрана (*membrana tectoria*) која долази у контакт са њима. Око базе сензорних ћелија налази се мрежа нервних влакана која прима и даље преноси импулсе из ћелија. У непосредној близини Кортијевог органа смештене су ћелије биполарних нервних елемената првог неурона чинећи спирални ганглион (*ganglion spirale*). Оне пуштају кроз узане канале модиолуса своје аксоне и формирају на излазу слушни нерв.



Слика 3 - Приказ Кортијевог органа (преузето из Слушни апарати, Љ. Пантелић 2013.)

1.3.4. СЛУШНИ ПУТЕВИ И ЦЕНТАР ЗА СЛУХ

1.3.4.1. Аферентни слушни путеви

Аферентни слушни путеви су сензорни путеви који преко пет неурона (са четири прекида у једрима) преносе нервне импулсе из кохлее до можданих центара. При томе је свако уво повезано са центрима у обе хемисфере.

1. Први неурон преноси импулсе из спиралног ганглиона до акустичких булбарних једара (латерално, дорзално и предње).
2. Други неурон прелази до једара трапезоидних тела хомо или хетеро-латералних.
3. Трећи неурон иде преко три трасе до туберкула квадригемина, на тај начин да 60% до 70% влакана пређе на супротну страну, а 30% до 40% остаје на истој страни.
4. Четврти неурон иде од туберкула квадригемина и иде до корпус геникулатум медиале исте стране.
5. Пети неурон чини акустичку радијацију прелазећи у облику снопа кроз хемисфере до одговарајућих аудитивних центара у темпоралном режњу мождане коре.

1.3.4.2. Кортикални аудитивни центри

Кортикални аудитивни центри се налазе у *Heschlovoj* вијузи темпоралног режња мозга. Разликују се три зоне, једна примарна и две секундарне.

1.3.4.3. Еферентни слушни путеви

Еферентни слушни путеви обављају:

1. регулацију рефлексних реакција организма на звучне надражаје и
2. контролу и подешавање периферне функције слуха насталим потребама (слушна пажња, напрегнуто слушање, дискриминација појединих звукова и слично).

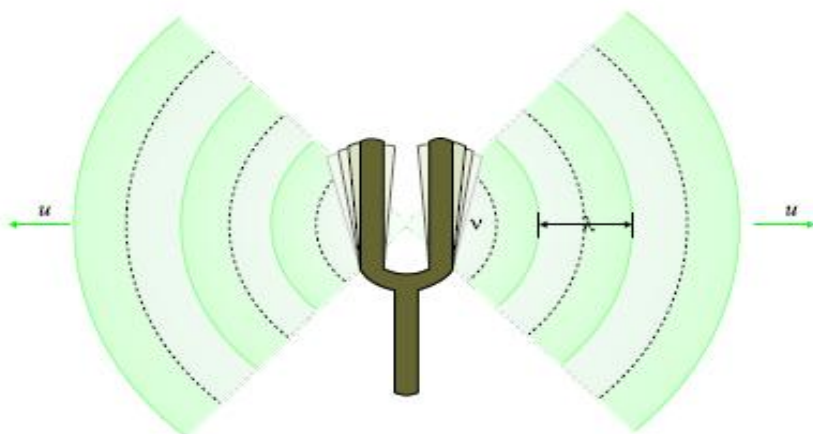
1.4. ФИЗИЧКЕ ОСНОВЕ ЗВУКА И БУКЕ

Физиолошки посматрано, звук је осећај који се ствара преко органа чула слуха, а изазван је променама ваздушног притиска које се суперпонирају на стални атмосферски притисак.

Са физичког становишта, звук чини низ промена притиска, густине, померања честица, механичког напона или неке друге величине у еластичној или вискозној средини (35).

Звук је механички талас, односно посебан облик механичког кретања, које опажамо помоћу чула слуха. Настаје осциловањем неког тела. Место на ком честице започињу осцилаторно кретање под дејством неке спољашње побудне силе назива се извор звука.

Од звучног извора звук се шири у виду таласа треперењем честица средине кроз коју се простире (ваздух, вода, чврста материја). Таласи могу бити лонгитудинални, ако је осциловање честица у правцу простирања звучних таласа, или трансферзални, ако је то осциловање управно у односу на правац простирања таласа. Звучни таласи по свом облику још могу бити равански и сферични. Таласна дужина је растојање које звучни талас пређе за време једног циклуса осциловања и изражава се у метрима (**m**). Фреквенција се може дефинисати као број осцилација у јединици времена. Јединица за фреквенцију је херц (**Hz**).



Слика 4 – Звучна виљушка као извор звука и простирање звучног таласа од звучне виљушке брзином v (преузето из Слушни апарати, Љ. Пантелић, 2013.)

Без материјалне средине нема услова за преношење звука, тако да нема простирања звука у безваздушном простору. Део простора око звучног извора кроз који се простиру звучни таласи назива се звучно поље. Разликују се слободно звучно поље и дифузно звучно поље. Слободно звучно поље јавља се у неограниченој, хомогеној, изотропној средини, где се звучни таласи слободно простиру у свим правцима од звучног извора. Дифузно звучно поље карактерише се вишестуком рефлексијом таласа од површине препрека, тако да у неку тачку звучног поља звучни таласи истовремено долазе из различитих праваца.

Од густине и еластичних особина средине зависи брзина простирања звука. Тако, на пример, брзина звука у ваздуху на нормалном атмосферском притиску и температури од 20°C износи $340,3\text{ m/s}$. Брзина звука се мења са променом температуре и са променом надморске висине. Брзина простирања звука кроз различите средине зависи и од особина те средине. Тако је, на пример, брзина кретања звука у води 1450 m/s , а у морској води 1550 m/s . Брзина простирања звука кроз алуминијум је 5000 m/s , бакар 3500 m/s , а кроз стакло је 5500 m/s .

Човек као звук опажа осцилације чије су фреквенције у границама од 20 Hz до 20.000 Hz . Инфразвук је механичка осцилација чије су фреквенције мање од 20 Hz . Ултразвук је механичка осцилација са фреквенцијом већом од 20.000 Hz . Тон је звук који се образује хармонијским осциловањем. Шум је резултат сложеног непериодичног осциловања.

За боље разумевање феномена звука треба дефинисати и разликовати следеће појмове:

1. **звучна енергија,**
2. **звучна снага,**
3. **звучни интензитет,**
4. **звучни притисак.**

Звучна енергија представља кинетичку енергију извора звука који осцилује и преноси се звучним таласима на честице околне средине. Тако цео простор око извора звука садржи енергију, тзв. звучну енергију. Мерна јединица звучне енергије је џул (**J**).

Звучна снага је укупна звучна енергија коју извор звука ствара у јединици времена. Мерна јединица звучне снаге је ват (**W**).

Интензитет звука је величина која карактерише пренос звука, тј. преношење звучне енергије кроз јединицу површине која је управна на правац простирања звучних таласа. Интензитет звука се може дефинисати и као звучна снага која прође кроз

јединичну површину управну на правац простирања звучног таласа. Мерна јединица за интензитет звука је ват по метру квадратном (W/ m^2). Појам интензитета звука везан је за смер простирања звука, па има смисла само ако је смер простирања јасно одређен. У акустици је интензитет звука из практичних разлога дефинисан релативном логаритамском величином која се назива ниво интензитета. Нивоу интензитета је придружена мерна јединица децибел (**dB**), и она одговара промени интензитета од 26% у односу на почетну, референтну вредност.

Звучни притисак представља променљиву компоненту укупног притиска у некој тачки звучног поља, која се суперпонира на атмосферски притисак. Мерна јединица за звучни притисак је паскал (**Pa**), где је ($1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$). Величина притиска у одређеном тренутку зове се тренутна вредност звучног притиска. Највећа тренутна вредност звучног притиска у току једне периоде представља његову амплитуду, тј. вршну или пик вредност (36). У акустици се и ниво звучног притиска изражава логаритамском величином којој се придружује мерна јединица децибел (dB), што одговара промени звучног притиска од 12% у односу на почетну (референтну) величину. Децибел у акустици представља и просечну, најмању разлику нивоа два звука коју у сукцесивном наизменичном понављању, може да препозна просечни слушалац као разлику два нивоа. Како се децибел добија као резултат мерења звучне појаве уз коришћење мерних инструмената, децибел се још назива и објективном јединицом нивоа звука (буке) (37).

Зависно од тога како се мења звучни притисак у току времена, све звучне појаве можемо поделити на периодичне и случајне. Код периодичних звучних појава тренутни звучни притисак се после одређеног временског интервала понавља на исти начин. Најкраћи временски интервал понављања је периода и означава се словом T . Укупан број периода у једној секунди представља учесталост или фреквенцију ($f = 1/T$). Мерна јединица за фреквенцију је херц (**Hz**). Однос између фреквенције, брзине звука и таласне дужине изражава се формулом: $f = c/\lambda$.

Најједноставнији облик периодичне звучне појаве је простопериодични звук или прост тон, код кога се промене звучног притиска приказују карактеристичном кривом синусоидом. Поред простих тонова постоје и сложенопериодични звуци који су састављени од више простих тонова различитих фреквенција који се зову хармоници и чине његов фреквенцијски спектар. Компонента (прост тон) са најнижом фреквенцијом назива се основни хармоник, а фреквенције виших хармоника су представљене целокупним умношком фреквенције основног тона. Разликујемо парне и непарне више

хармонике. За слушање су пријатнији парни од непарних хармоника (35,36). Фреквентни спектар сложенопериодичног звука је дисконтинуалан или линијски, јер је могуће одредити величину звучног притиска сваког хармоника.

Непериодичне звучне појаве настају случајним осцилацијама и одликују се случајним променама звучног притиска у току времена и те се промене никада не понављају на исти начин. Фреквенцијске компоненте овог звука су близу једна другој и немогуће их је посебно издвојити, па говоримо о непрекидном или континуалном спектру. Зато код непериодичних звучних појава говоримо само о ужим или ширим опсезима фреквенција из целокупног фреквентног спектра. Ако је спектар шума такав да су све компоненте приближно једнаке и заступљене на свим фреквенцијама, такав шум називамо „бели шум“. Непериодичне звучне појаве су много чешће у свакодневном животу.

Звук и бука су идентичне акустичке појаве које се одликују истим објективним величинама.

Појам буке везан је за субјективни став човека према неком звуку. Исти звук за неког је пријатан, а неко га описује као буку. Бука се може дефинисати као свака нежељена или непријатна звучна појава. Само питање жељеног или нежељеног звука није тако једноставно и зависи од врсте звука и од афинитета појединаца према одређеним врстама звука. Тај афинитет је субјективни фактор и зависи од старосног доба, здравственог стања, психичког статуса, тренутног емоционалног стања, степена образовања, навика, обичаја, међуљудских односа... Постоји и специфичан афинитет према перцепцији звука везан за професију, односно предмет рада (38).

Место где настаје звук који се осећа као бука зове се извор буке. Извор буке, према начину стварања, може бити механички или аеродинамички. Код механичких извора, звук (бука) настаје вибрирањем чврстих тела. Код аеродинамичних извора, бука настаје протоком флуида великом или неравномерном брзином или наиласком на препреке. Постоји и подела буке на:

1. буку из природне средине (водопад, удар грома и сл.) и
2. буку коју настаје као последица људске делатности (индустрија, саобраћај, музика...).

Звучни извор не треба посматрати увек сам за себе, већ и околне површине за које је круто везан и које постају секундарни извори звука. О извору буке потребно је знати најмање две величине:

1. ниво звучне снаге и
2. директивност (усмереност).

Ниво звучне снаге је мерило укупне енергије коју извор зрачи у јединици времена у свим правцима. Пошто израчена звучна снага није једнака на свим фреквенцијама, ниво звучне снаге се исказује обично по трећинама октава или по октавама. Исто тако, извор буке не зрачи звук подједнако на све стране, па се и усмереност извора мора узети у обзир. Усмереност, такође, зависи од фреквенције и даје се обично за ниске, средње и високе фреквенције (35-36).

Физички посматрано, ниво буке је исто што и ниво звука, па се, такође, изражава у децибелима. Међутим, бука може бити врло различита по начину на који се јавља и траје. Трајање буке везано је за временски облик њеног нивоа. Постоји класификација буке према временском облику нивоа, изграђена на основу субјективног осећаја буке. Такође, са аспекта штетног дејства буке, велики значај има и временска променљивост нивоа звучног притиска, па тако разликујемо:

1. непрекидну (континуалну) буку непроменљивог нивоа, односно буку чији се ниво мења у опсегу до 5 dB,
2. буку променљивог нивоа (флукутирајућа бука),
3. испрекидану буку и
4. импулсну (ударну) буку.

Флукутирајућа бука је уствари непрекидна бука променљивог нивоа који се мења у опсегу већем од 5 dB. Промена нивоа може бити ритмична или неправилна и спора или брза.

Испрекидана бука је бука код које постоји више прекида у току трајања, а трајање буке мора бити дуже од једне секунде.

Импулсна или ударна бука је бука која се карактерише наглим променама нивоа звучног притиска у веома кратком времену мереном у милисекундама (ms), које могу бити честе или ретке.

За буку променљивог нивоа (флукутирајућу и испрекидану), као карактеристична величина која служи за оцену буке одређује се еквивалентни ниво непроменљиве буке.

Еквиваленција се заснива на принципу једнаке звучне енергије. По том принципу и променљива и непроменљива бука имају исти ефекат на човека ако у одређеном периоду имају исту количину звучне енергије.

Ward је још 1968. године увео хипотезу „једнаке енергије“, по којој једнака количина звучне енергије може изазвати једнак ниво звучног оштећења без обзира на то како је звучна енергија дистрибуирана у времену (39).

Према *Sandersu* и *Mc Cormicku*, еквивалентни ниво звука је једнак нивоу звучног притиска константне буке која у датом времену предаје пријемнику исту количину акустичне енергије као постојећи временски променљив звук (40).

Burns и *Robinson* су 1970. године изнели појам имисије („immission“) као параметар који служи за опис излагања буци. Изражава се у dB и представља тоталну звучну енергију која може да делује на звучни пријемник (уво) у посматраном временском интервалу (41,42).

Atherley и *Martin* 1970. године су извршили квантификацију ударне и импулсне буке израчунавајући еквивалентни ниво звучног притиска за импулсну буку, односно серију импулса (43). Тако је могуће прорачунати укупну вредност енергије удара изражену у облику нивоа звучног притиска.

Уобичајено је, због утврђивања дејства буке на чуло слуха, да се при мерењу буке користе А филтери, то јест А-пондерисање нивоа звука, што представља нову субјективну величину названу ниво буке А. Ова величина представља кориговани ниво звучног притиска добијен пропуштањем сигнала буке кроз електрични филтер чија фреквентна карактеристика имитира изврнуту криву једнаког нивоа гласности до 40 фона.

Спектар буке је исто што и спектар звука. Разликује се тренутни и средњи спектар буке. Тренутни спектар је онај који постоји у једном тренутку. Средњи спектар се дефинише као средња вредност тренутних спектра за дужи временски интервал.

Разликује се:

1. линијски (дисконтинуалан) спектар који садржи само простопериодичне компоненте,
2. континуалан спектар који садржи све компоненте у одређеном фреквентном интервалу и
3. комбиновани спектар.

Показало се да је погодно извршити поделу фреквенција у спектру буке (облик спектра) на три опсега:

1. ниске фреквенције (100-400 Hz),
2. средње фреквенције (500-3000 Hz),
3. високе фреквенције (преко 3000 Hz).

1.5. ИМПУЛСНА БУКА

Не постоји јединствена дефиниција импулсне буке. До сада се обично дефинисала као бука са вршним нивоом преко 140 dB, трајања до једне секунде. Дефинисала се и као бука која се састоји од једног или више одвојених акустичких импулса са брзим достизањем тренутног нивоа звучног притиска и трајањем краћим од једне секунде.

У југословенском Правилнику о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама дефиниција импулсне буке није дата (44).

У Русији (СССР) се импулсном буком сматра бука која се састоји од једног или неколико звучних сигнала сваки трајања мање од 1 секунде, при чему се нивои буке у dB(AI) и dB(A), који су адекватно измерени на временским карактеристикама „импулс“ и „споро“, разликују за најмање 7 dB (45,46).

У англосаксонској литератури (САД, Канада) среће се термин „impulse“ који означава импулсну буку са импулсима А типа, трајања до неколико милисекунди (пуцњи, импулси пнеуматског порекла и сл.). Термин „*impact*“ означава импулсну буку са импулсима В типа, трајања до неколико стотина милисекунди, док термин „*impulsive noise*“ означава буку која не садржи изражене одвојене импулсе, али има висок коефицијент амплитуде (однос вршног и ефективног нивоа) (47).

У скандинавским земљама за дефинисање импулсне буке користи се критеријум разлике вршног и средњеквадратног нивоа већи од 15 dB (разлику означавају као импулсивност).

Национални институт за безбедност и здравље САД (National Institute for Occupational Safety and Health USA) дефинише „*impulse*“ као производ снаге и времена у коме је иста примењена. Импулс је у ствари временски интервал снаге од почетног до крајњег тренутка, а снага је временски зависна и једнака је нули ван посматраног временског периода. Појам „*impact*“ дефинише као појединачни судар масе у кретању са другом масом која може бити у мировању или кретању (48).

Међународни стандард из акустике (ISO 2204: 1979) дефинише импулсну буку као буку која се састоји од једног или више прасака звучне енергије, чије је појединачно трајање краће од једне секунде. Наведени стандард дефинише и импулсну буку привидно непрекидну и сталног нивоа, као низове бучних прасака упоредиве амплитуде, са интервалима између појединих прасака краћим од 0,2 секунде. У истом

стандарду дефинисан је и један изолован прасак звучне енергије, као звучна појава чија обвојница (енVELOпа) има константну или скоро константну амплитуду или може бити краткотрајан звук опадајуће амплитуде (49).

Као посебан облик импулсне буке издваја се пуцањ из ватреног оружја. Бука приликом испалења из ватреног оружја настаје као последица наглог истицања барутних гасова по изласку пројектила из цеви. Тада долази до наглог повећања притиска, густине и температуре у слоју ваздуха уз уста цеви који се шири на следеће слојеве и формира се талас повишеног притиска, температуре и густине ваздуха. При томе је значајно то што се, за разлику од звучних таласа код којих честице само осцилују, код ударних таласа честице премештају у нов положај (50-52).

Најзначајније карактеристике импулсне буке су:

1. ниво притиска пика,
2. време трајања (A, B, C, D),
3. коефицијент амплитуде и
4. време успона или време до пика („*rise time*“).

Од тих карактеристика зависи и дејство импулсне буке на орган чула слуха. Изолован импулс се може графички приближно приказати синусоидом. На њој се разликује позитивна фаза (фаза са највећом вршном вредношћу нивоа притиска) и негативна фаза (фаза разређења). Трајање позитивне фазе је увек нешто краће од негативне фазе и зависи од врсте оружја и експлозивног пуњења муниције. Што су калибар и експлозивно пуњење муниције оружја већи, то је дуже трајање позитивне фазе импулса (52,53).

Пик звучног притиска или ниво притиска пика је основни параметар који се користи за опис јачине импулсне буке. Мери се од основне линије или атмосферског притиска до највише тачке притиска и изражава у dB. Вредност му се креће, од лаких оружја до топова, у распону од 140-190 dB (50-52).

A - трајање импулса је време између иницијалног скока притиска и његовог повратка на основну линију. A - трајање пика је различито за различито оружје и креће се од делова милисекунде код пушке до 3-5 милисекунди код хаубице (53).

У жељи да се урачунају шок рефлексije од земљишта, околних објеката или рефлексija унутар оклопљеног простора, дефинисани су и B, C и D трајање импулса.

Коефицијент амплитуде или импулсивност представља разлику нивоа пика и средњеквадратног нивоа притиска (ефективна вредност).

По мишљењу скандинавских аутора, ова разлика мора бити већа од 15 dB да би се бука дефинисала као импулсна.

У англосаксонској литератури сусреће се и појам „*crest factor*“, као однос (количник) звучног притиска пика и ефективне вредности пика.

Време до успона или време до пика („*rise time*“) је време за које ниво притиска достигне вршну вредност у односу на основну линију (атмосферски притисак). Приказано графички, почетни део синусоиде који „покрива“ време успона има стрмији изглед код оружја мањег калибра и муниције са мањим експлозивним пуњењем у односу на оне са већим калибром и муницијом са већим експлозивним пуњењем.

За познавање буке, као физичког стања средине, потребно је:

1. мерити интензитет (ниво) буке изражен у dB,
2. одредити амплитудни и фреквентни спектар и
3. одредити трајање буке (35).

Да би се импулсна бука објективно измерила потребно је применити одговарајуће инструменте и применити адекватне методе мерења.

Поступци мерења, анализе и оцене буке регулисани су препорукама међународних организација (ISO), а код нас одредбама Правилника о мерама и нормативима заштите на раду од буке у радним просторијама и одговарајућим цивилним и војним стандардима (44, 54, 55,56).

Мерни систем за мерење нивоа звука у основи се састоји од:

1. мерног микрофона,
2. мерног инструмента са претпојачавачем,
3. појачавача,
4. атеунатора,
5. филтера (А, В, С, D),
6. детектора ефективне и максималне тренутне вредности нивоа звука,
7. индикаторског инструмента.

Мерном инструменту се може додати комплет електричних филтера (октавни, терцни и др.) ако се врши спектрална (фреквентна) анализа буке.

Према Правилнику, инструмент мора да омогућава мерење нивоа са филтером А, линеарног нивоа, као и октавну анализу у опсегу средњих фреквенција октава од 31,5 Hz до 8000 Hz. Динамика мерног инструмента је дефинисана временском константом одзива. При динамици „импулс“, временска константа износи 35 ms.

Такође према Правилнику, мерење импулсне буке сталног или променљивог нивоа врши се помоћу импулсног прецизног мерача нивоа звука (*Impulse Precision Sound Level Meter*). Код испалења из оружја великог калибра, вршне вредности звучног притиска прелазе 180 dB, па се такви импулси не третирају као звучне појаве, већ као физички надпритисак. Тада се користе посебни инструменти, где се уместо микрофона користи други тип претварача (36,52).

За испитивање буке користе се још и лични дозиметри, магнетофони, статистички анализатори нивоа буке и др.

Дигитални анализатори буке у реалном времену дају податке о спектру буке који се могу посматрати на монитору. Имају и дигиталну презентацију резултата што омогућава уношење добијених података у рачунар за даљу обраду.

За графички приказ нивоа буке, спектра или неке друге физичке величине користе се регистратори или писачи, који се прикључују на уређаје (прецизни мерач нивоа звука, анализатор, магнетофон...) и представљају завршни апарат у низу инструмената повезаних за испитивање буке. Запис на регистратору је коначан резултат неког мерења и служи као трајна документација.

Методологија мерења импулсне буке зависи од тога да ли се бука оцењује са аспекта могућег штетног дејства на чуло слуха или са аспекта ометајућег (неаудитивног) дејства. Ако се оцењује могуће штетно дејство на слух, онда се мери максимални тренутни ниво звучног притиска у децибелима, а ако се цени неаудивно дејство импулсне буке, мери се ниво ефективне вредности коригованог звучног притиска.

Правилник прописује да се приликом мерења буке микрофон импулсног прецизног мерача поставља у висини ушију изложеног лица на одстојању од 0,2 метра од ува. Микрофон се усмерава према извору буке и између њега и извора буке не сме бити препрека.

Под штетним дејством буке, по Правилнику, подразумева се бука која нарочито омета одређене врсте делатности, посредно и непосредно споразумевање говором и средствима комуникације, примање звучних сигнала и која оштећује чуло слуха (44). На основу тога прописују се критеријуми за процену штетног дејства буке и нормативи за заштиту од штетног деловања буке на орган чула слуха.

Када су у питању критеријуми за процену ризика од оштећења слуха, код импулсне буке не постоје јединствени ставови. Један број аутора полази од „хипотезе једнаке енергије“ и појма „имисије“ па сматра да нормирање импулсне буке треба

вршити преко укупне количине акустичке енергије која делује на чуло слуха у посматраном временском периоду. То се више односи на индустријску буку. Комитет за слух, биоакустику и биомеханику Националног истраживачког савета Националне академије САД (СНАВА) је 1968. године публикувао критеријум о опасности од импулсне буке који је заснован на хипотези једнаке енергије (57). Током низа година одржала се и постала примењива на ударну буку хипотеза једнаке енергије (58,59).

Друга сазнања фаворизују процењивање импулсне буке одвојено од континуалне. Тако знатан број аутора сматра да се правило једнаке енергије не може у потпуности применити на импулсну буку. Импулсна бука може имати штетније ефекте на чуло слуха у односу на континуалну буку, зато што је код импулсне буке енергија звука усредсређена на орган чула слуха у екстремно високим дозама у оквиру дела секунде.

Поред енергије, битни параметри импулсне буке који утичу на ефекат дејства на чуло слуха су и амплитуда, трајање, број импулса, време репетиције и време успона.

Критеријум за излагање импулсној буци заснован на међусобној повезаности ових параметара чека резултате будућих истраживања (60-64).

У многим земљама критеријуми за процену ризика од оштећења слуха су састављени од граничних кривих које су у релацији са нивоом звучног притиска пика и трајања импулса. На основу тога, уво може толерисати одређену енергетску дозу у току дана.

Домаћи правилник, ради заштите чула слуха од могућег оштећења импулсном буком, допушта вршне вредности звучног притиска од 140 dB, уколико број импулса у току радног дана не прелази 100. Ако је импулсна бука до 130 dB, онда број импулса не сме прелазити 1000. Правилник не предвиђа већи број дневних импулса од 1000, па не одређује ниво звучне енергије за преко 1000 импулса дневно (44). Док, на пример, то није случај у САД, где Америчка асоцијација индустријских хигијенолога (ACGIH) за случајеве преко 1000 импулса дневно допушта звучни ниво од 120 dB (65). При томе наглашавамо да се наведени допуштени нивои односе на незаштићено чуло слуха.

У Русији је дозвољени ниво импулсне буке за 5dB нижи од континуалне буке, уз допунско ограничење максималног нивоа од 125dB.

Међународни стандард (ISO 1999:1990.) даје критеријуме за процену (очекиваног) оштећења слуха буком и у члану 1 указује на то да се он може користити за анализу тренутних звучних притисака, који не прелазе 140 dB, а да се за више нивое звучног притиска може користити као екстраполација (66).

Европска директива 86/188/ЕЕС дефинише ниво пика од 140 dB као границу када је потребно предузети заштиту радника од ризика који се јавља при професионалном излагању буци (67).

1.6. ДЕЈСТВО БУКЕ НА ОРГАНИЗАМ

Звук је физичка појава настајања звучних таласа који стимулативно делују на чуло слуха. Производе га сви објекти и тела која вибрирају. О звуку се говори уколико осциловање предмета ствара складне, хармонијске вибрације. Стварање сложених и неусклађених вибрација дефинише се као бука (68).

Физиолошко и патолошко дејство буке већина аутора дели на:

1. аудитивно,
2. екстра аудитивно и
3. психогено,

а према фреквентним карактеристикама на:

1. дејство буке чујног спектра,
2. дејство инфразвука,
3. дејство ултразвука и
4. дејство вибрација.

Од највећег практичног значаја јесте дејство буке чујног спектра у радној и комуналној средини. Бука првенствено делује преко органа чула слуха, а остала дејства на организам се одвијају преко повећане стимулације вегетативног нервног система, у првом реду симпатикуса, што доводи до низа физиолошких и патолошких промена.

Дејство буке инфразвучног спектра на орган чула слуха је мање изражено у односу на буку чујног спектра, а последица је спазма крвних судова унутрашњег ува. Екстра аудитивно дејство се манифестује општом слабошћу, појавом замора, падом крвног притиска, отежаним дисањем.

Бука ултразвучног спектра доводи до поремећаја равнотеже, главобоље, вртоглавице и еозинофилије (за 30% до 50% веће од нормалне).

Вибрације се срећу у индустрији и прате буку великог интензитета. Преносе се директним додиром преко руку или ногу. Изазивају промене на зглобовима, мишићима, тетивама, крвним судовима.

Органске и психичке реакције организма на буку зависе од:

1. интензитета буке,
2. карактеристика буке (спектар, сталност, променљивост),
3. временске експозиције буци,
4. присуства вибрација и
5. индивидуалне осетљивости.

При излагању буци преко 80 dB јављају се симптоми повећаног тонуса симпатикуса. Долази до спазма артериола, пораста крвног притиска, мења се дисање, рад црева, функција централног нервног система као и целокупни метаболизам. Настају промене у раду ендокриних жлезда гуштераче и хипофизе, што доводи до хипергликемије. То доводи до појаве умора, повећане раздражљивости, несанице, смањења пажње и концентрације.

На централни нервни систем бука делује:

1. променом церебралне микроциркулације и
2. променом биоелектричних потенцијала можданих ћелија,

што доводи до поремећаја нервних активности.

У желуцу и цревима јављају се грчеви, поремећај варења и пражњења црева. Чешћа је појава чира на желуцу и дванаестопалачном цреву.

Због поремећаја циркулације под дејством буке долази и до промена на органу чула вида. Спорија је адаптација на таму и светлост, слабије се распознају боје и уочавају детаљи.

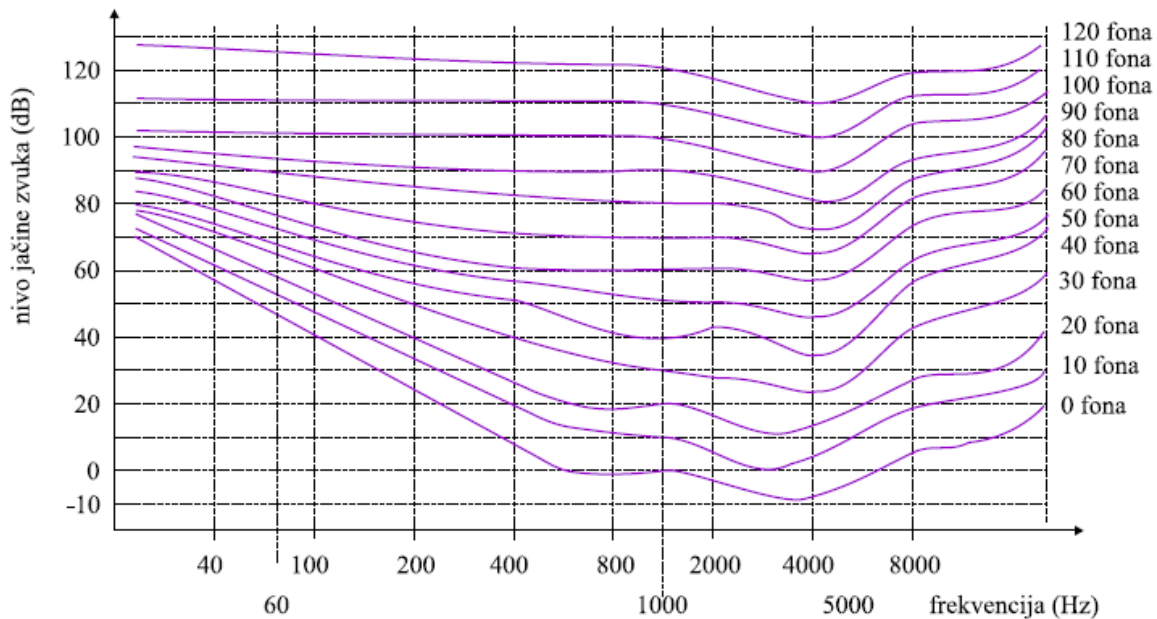
Бука делује и на системе који учествују у одржавању равнотеже (вестибуларни апарат, вид и дубоки сензибилитет) тако што смањује или повећава њихову активност. То доводи до поремећаја равнотеже, вртоглавице, муке, гађења, повраћања.

Буку не треба посматрати само са становишта слуха, већ и физиолошки, укључујући и субјективни психолошки фактор. Са психолошког гледишта непријатно дејство шума зависи од сопственог односа према буци и расположења према извору звука. Тако је, на пример, за неког прегласна музика пријатан звук, а за другог непријатна бука.

1.6.1. ДЕЈСТВО ИМПУЛСНЕ БУКЕ НА ЧУЛО СЛУХА

Бука првенствено делује на орган чула слуха. Људско уво, као пријемник звука, моћно је средство за пријем информација из спољашње средине. Међутим, са анатомо-физиолошког аспекта, чуло слуха почело се развијати са преласком живота из водене у ваздушну средину и еволутивно посматрано адаптирано је на услове релативне тишине и перцепцију звукова из природне средине. Брзи развој пужа унутрашњег ува није пратило одговарајуће снабдевање крвљу, које се врши преко доста слабе мреже крвних судова, па зато сензорне ћелије Кортијевог органа функционишу на граници хипоксије. Од кохлеарних артерија до Кортијевих ћелија кисеоник и хранљиве материје се преносе преко ендолимфе. Овај пренос је ограничен у погледу засићења ендолимфе кисеоником и у погледу транспорта са одређеног растојања. Базални завој пужа (предео где се региструју високи тонови, нарочито између 3000-6000 Hz) је најслабије васкуларизован (35). Парадокс у еволутивном развоју унутрашњег ува има за последицу слабу адаптацију и релативно дуг период опоравка чула слуха код дневног излагања интензивној буци. Зато краткотрајна или дуготрајна експозиција буци одређеног интензитета може оштетити ћелије Кортијевог органа и друге структуре чула слуха. Дејство буке је интензивније уколико постоји интеракција са другим штетним факторима (вибрације, микроклиматски фактори, хемијске штетности и др.). Ако се изложеност буци настави, оштећења показује тенденцију погоршања и најчешће се не могу поправити. Величина оштећења зависи од оштећења појединих ћелија Кортијевог органа. Прво страдају крајне спољашње ћелије, а тек са јачим или дужим дејством звука (буке), други и трећи ред спољашњих ћелија. Код врло јаких звукова страдају и унутрашње цилијарне ћелије. Спољашње слушне ћелије су више стимулисане буком и потребно им је више енергије, па зато могу бити осетљивије на оштећење због исхемије.

Поред објективних (физичких) јединица звука, постоје и субјективне јединице које карактеришу осећај звука (буке). Те субјективне величине су гласност и ниво гласности, а њихове мерне јединице *son* и *fon* (Слика 5).



Слика 5- Графички приказ везе фреквенције(Hz), интензитета звука(dB) и субјективног осећаја јачине звука(fon) (преузето из Слушни апарати, Љ. Пантелић, 2013.)

Субјективни осећај јачине импулсних звукова или њихова гласност, знатно се разликује од гласности трајних звукова чак и када имају исте нивое звучног притиска. То је због ограничене брзине одзива, тј. релативно дуге временске константе чула слуха.

Разлика је утолико већа уколико је и трајање импулсног звука краће од временске константе. Зато човек не може да осети гласност краткотрајних акустичких импулса сразмерно њиховом интензитету, па нема ни информацију о њиховој стварној јачини. Гласност акустичких импулса, поред интензитета и дужине трајања, зависи и од фреквенцијског спектра.

Импулсна бука може имати значајно штетно дејство на чуло слуха због концентрације звучне енергије у краткотрајном временском интервалу (велика густина енергије), као што и релативно тихи периоди између импулса могу обезбедити време уву да се опорави, тако да се може поравнати прогресивни ефекат високих нивоа звука (69).

По мишљењу многих аутора, за импулсну буку се не може увек применити правило „једнаке енергије“, па је импулсна бука много опаснија за слух него континуална бука. Један од важних фактора који одређује разлику у реакцији организма на континуалну и импулсну буку јесте величина вршног нивоа звучног

притиска. По тзв. „концепцији критичног нивоа“, бука са нивоима веће одређене величине али веома кратког трајања, може изазвати праву трауматизацију органа слуха што се потврђује морфолошким налазима. Међутим, разлике између континуалне буке и импулсне буке могу бити не само у величини губитка слуха, већ и у карактеру опоравка слуха и локализацији оштећења. Континуална бука више делује на унутрашње, а импулсна бука на спољашње сензорне ћелије (70-72).

За процену штетног дејства импулсне буке потребно је проценити временску дистрибуцију звука и узети у обзир следеће параметре:

1. трајање импулса,
2. фаза импулса (позитивна и негативна фаза),
3. периоди између импулса,
4. време до пика као и
5. ниво позадинске буке за време импулса.

На наведене факторе може утицати и положај ува у односу на звучни извор (феномен „екранизације“). У пракси се често дешава да импулсна бука долази до ува из неколико посебних извора. Такође, дејство звука са стране повећава ризик од оштећења и до 5 dB у односу на дејство звука спреда.

Акустична траума делује на унутрашње уво двојачко: механичком енергијом, тзв. бласт таласа, и акустичном енергијом на сензорне ћелије у кохлеи (73). Акустички импулсни таласи који настају при испалењу из пешадијског оружја имају механички ефекат јер стварају вртлоге у течностима унутрашњег ува, који се шире дуж базиларне мембране и доводе до директног оштећења цилијарних ћелија, посебно спољних. Може доћи до руптуре *Reisnerove* мембране са мешањем ендолимфе и перилимфе, што доводи до оштећења сензорних ћелија. Морфолошким испитивањима нађена су дегенеративна оштећења најизраженија на спољњим сензорним ћелијама на првом и другом завоју пужа, које се даље шире на унутрашње ћелије, нервне елементе и Кортијев ганглион. Патохистолошки описује се оток нервних ћелија са појавом патолошких гранулација у цитоплазми и једрима или вакуолизација ћелије са израженим бубрењем што доводи до прскања и пропадања ћелије (74).

Ако бука дуже траје, доводи и до функционалног преоптерећења сензорних структура због метаболичких ефеката. У ћелијама преовлађују катаболички процеси у односу на анаболичке, што, уз смањену перфузију крви, доводи до вазоспазма и хипоксије, а последица тога су функционални поремећаји у реакцији сензорних ћелија. Долази до метаболичког исцрпљења као последица поремећаја важних ензимских

система који учествују у продукцији енергије, биосинтези протеина и јонском транспорту. Посебно се истиче опадање процента кисеоника у ендолимфи због повећаног утрошка у метаболизму цилијарних ћелија након излагања интензивној буци и слабљења циркулације у стрији васкуларис. Оштећење стрије васкуларис доводи до поремећаја нивоа концентрације натријума (Na), калијума (K) и аденозин-трифосфата (АТР), што инхибира активни транспорт и смањује могућност коришћења енергије од стране сензорних ћелија. Хистохемијска испитивања кохлеје после излагања интензивној буци показују смањење у садржају гликогена и нуклеинских киселина у митохондријама и једрима сензорних ћелија. Такође долази до дисбаланса и катјона у лабиринтној течности. Повећава се концентрација јона Na, а смањује концентрација јона K у ендолимфи што доводи до редукције ендокохлеарног потенцијала, а ова промена се налази и код асфикције (74,75).

Последице ових промена су краћи или дужи поремећај слуха, настаје тзв. „стадијум адаптације“, затим „стадијум замора“, који се карактерише исцрпљеношћу сензорних ћелија и на крају настају дефинитивне дегенеративне промене и губитак ћелије.

Разликују се два степена оштећења Кортијевог органа. Први степен обухвата само оштећење спољњих цилијарних ћелија. Други степен обухвата оштећење и унутрашњих цилијарних ћелија, потпорних елемената и нервних влакана у ламини спиралис.

Око механизма дејства акустичких и бласт таласа на уво постоје различита мишљења. Познато је да код бласт повреде може доћи до изолованог оштећења средњег или унутрашњег ува или оштећење може бити комбиновано. Клинички, експозиција импулсној буци доводи до акутне акустичне трауме, акутне трауме са бластом или хроничне акустичне трауме. Акутна акустична траума карактерише се једностраним или обостраним асиметричним сензоринеуралним оштећењем слуха са највећом редукцијом на 6000 Hz. Акутна акустична траума са бластом манифестује се кондуктивним, мешовитим или сензоринеуралним оштећењем слуха. Хронична професионална наглувост карактерише се сензоринеуралним оштећењем слуха са најизраженијом редукцијом на 4000-6000 Hz.

Давно је уочено да се извесно време после излагања буци слабије чује. То је привремени губитак слуха, који се поврати после одређеног периода боравка у тишини. Аудиометријски се то описује као привремени пад слуха TTS (*Temporal Treshold Shift*). Ако бука и даље траје, настаје стални губитак слуха PTS (*Permanent Treshold Shift*) (76).

Акутна акустична траума настаје код краткотрајне буке великог интензитета, нпр. пуцња из различитих врста оружја и оруђа. Професионална војна лица су више од других изложена ризику од настанка оштећења слуха због честог гађања из различитих врста наоружања. Аудитивни ефекти импулсне буке код бојевог гађања из пешадијског наоружања су: осећај запушености, притисак у ушима, зујање, ослабљен слух (оштећење слуха), вртоглавица, оталгија.

1.7. НОРМАЛАН И ИЗМЕЊЕН АУДИОГРАМ

Аудиометрија је дијагностичка процедура којом испитујемо слух. Уобичајено се ради тонална лиминарна аудиометрија, којом се испитује праг слуха или границе (*limes*) те отуда и њен назив. Испитивање се обавља чистим тоном у распону од 128 Hz до 8000 Hz, који се пушта пацијенту преко слушалица. Код нормалног слуха, тај праг је на свакој од фреквенција на интензитету од 0 dB, а код глувоће је на 100 dB. Испитивање се изводи за свако уво појединачно и то за ваздушну проводљивост преко слушалица, а за коштану преко пелоте-вibratorа, који се монтира на мастоидни наставак ува које се испитује. Испитанику се објасни да треба да притисне тастер када чује први и најмањи звук. На тај начин обавештава испитивача који уноси запис видљив на дисплеју, који се може касније штампати. Испитивање се почиње фреквенцијом од 1024 Hz. Почетни интензитет је 0 dB, па се појачава за сваких 10 dB док се не добије сигнал да је пацијент чуо тон. Све се то понови и за остале фреквенције (2048, 4096, 8192, 512, 256, 128 и 64 Hz). Трајање тона је 0,3 до 0,5 sec. Код испитивања високих фреквенција потребан је одмор од 15 sec. између два тона, док код дубоких фреквенција одмор није потребан.

Приликом испитивања коштане проводљивости потребно је, због преноса тона на друго уво, да се супротно уво маскира (заглуши), белим шумом. Интензитет шума одређујемо на основу разлике ваздушне проводљивости слабијег и здравијег ува за тон 512 Hz. Уколико је та разлика мања од 20 Hz, интензитет белог шума треба да је мало изнад прага чујности на оглушеном уву. Ако је разлика већа од 20 Hz, интензитет белог шума треба знатно појачати изнад прага чујности.

Да би се аудиометрија адекватно извела, потребна је кабина, због изолације од околне буке, конкретно од такозване беле буке. Бела бука је у распону интензитета око

20-30 dB и представља ниво звука који је присутан у тишини, чак и кад су врата и прозори затворени.

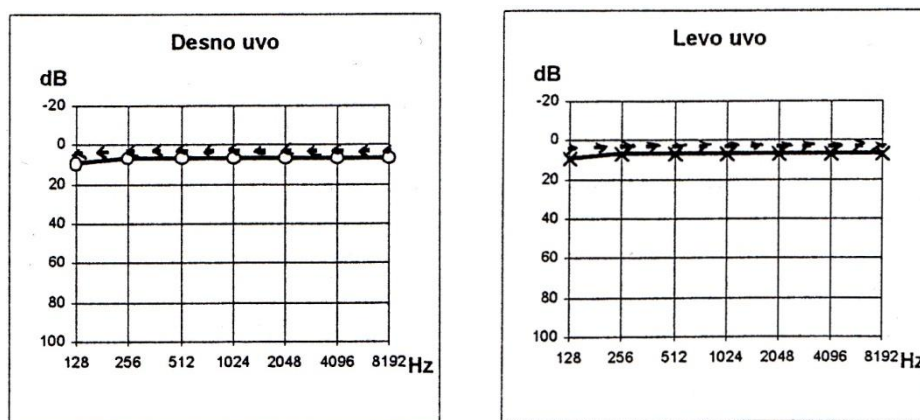
Формулар или запис аудиометријског испитивања назива се тонални **аудиограм**. У облику је координатног система на коме апсциса представља фреквенцу у херцима (**Hz**), а ордината интензитет у децибелима (**dB**). Пуном линијом је приказана крива ваздушне, а испрекиданом линијом коштане проводљивости, црвеном бојом десног, а плавом бојом левог ува. Ако се обележавање врши у црно-белој техници, онда се крива ваздушне проводљивости десног ува обележава кружићима (**o**), а левог ува знацима у облику латиничног слова икс (**x**). Кривуља коштане проводљивости се обележава стрелицама окренутим на страну испитиваног ува, које се спајају испрекиданим линијама.

Нормалан праг слуха се налази на нултој вредности свих фреквенција које се испитују тоналном лиминарном аудиометријом. Добијен је као аритметичка средина испитивањем велике групе америчких студената који нису никада имали проблеме са слухом. Нормалан слух варира од нулте вредност до 20 dB.

Разликује се неколико врста тоналног аудиограма:

1. *Аудиограм нормалног слуха*

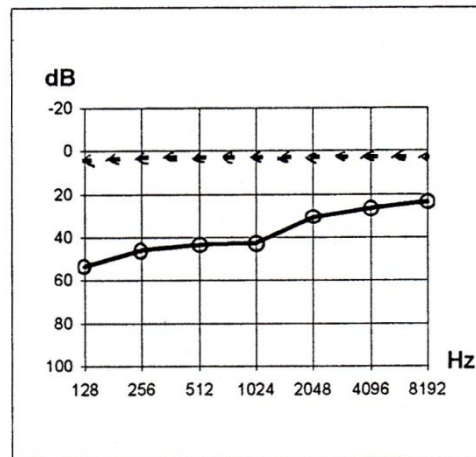
Линија ваздушне проводљивости је хоризонтална, а прати је као паралелна линија за око 5 dB изнад ње кривуља коштане проводљивости. Тонални аудиограм нормалног слуха приказан је на следећи начин (Слика 6):



Слика 6- Нормалан аудиограм десног и левог ува (преузето из Промене у квалитетима стапедијалног рефлекса под дејством буке Љ.Живић 2000.)

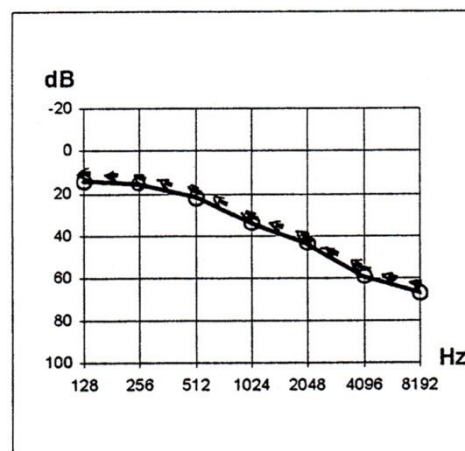
2. Аудиограм кондуктивног оштећења слуха

Крива коштане проводљивости је као код нормалног слуха, док је крива ваздушне проводљивости спуштена на дубоким и средњим фреквенцијама и има узлазни карактер. Разлика између кривуља ваздушне и коштане проводљивости у dB назива се коштана (кохлеарна) резерва (Слика 7).



Слика 7- Аудиограм кондуктивног оштећења слуха (преузето из Промене у квалитетима стапедијалног рефлекса под дејством буке Љ.Живић 2000.)

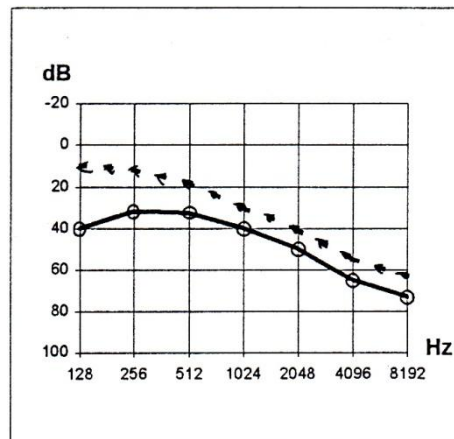
3. Аудиограм сензоринеуралног оштећења слуха



Слика 8- Аудиограм сензоринеуралног оштећења слуха (преузето из Промене у квалитетима стапедијалног рефлекса под дејством буке Љ.Живић 2000.)

Обе кривуље, коштане и ваздушне проводљивости се спуштају на високим фреквенцијама и прате једна другу (Слика 8).

4. Аудиограм мешовитог оштећења слуха



Слика 9- Аудиограм мешовитог оштећења слуха (преузето из Промене у квалитетима стапедијалног рефлекса под дејством буке Љ.Живић 2000.)

Обе кривуље, коштане и ваздушне проводљивости, показују пад од дубоких ка високим тоновима, а кривуља коштане проводљивости је у дубоким тоновима нешто изнад кривуље ваздушне проводљивости (Слика 9).

2. ЦИЉЕВИ СТУДИЈЕ

1. Испитати учесталост појаве аудитивних ефеката код професионалних припадника Војске Србије изложених дејству буке приликом бојевог гађања из аутоматске пушке.
2. Испитати учесталост и степен оштећења слуха код професионалних припадника Војске Србије изложених дејству буке приликом бојевог гађања из аутоматске пушке.
3. Испитати учесталост и степен тинитуса код професионалних припадника Војске Србије изложених дејству буке приликом бојевог гађања из аутоматске пушке.

3. ХИПОТЕЗЕ СТУДИЈЕ

X1: Приликом бојевог гађања из аутоматске пушке долази до појаве аудитивних ефеката.

X2: Након бојевог гађања из аутоматске пушке већа је учесталост и виши је степен оштећења слуха код професионалних припадника Војске Србије изложених дејству буке.

X3: Након бојевог гађања из аутоматске пушке већа је учесталост и виши је степен тинитуса код професионалних припадника Војске Србије изложених дејству буке.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДА СТУДИЈЕ

Истраживање дејства импулсне буке приликом гађања бојевом муницијом из аутоматске пушке AP M70 7,62 mm одобрио је Етички одбор ВМА. Спроведено је, уз писани пристанак, над 104 професионална припадника Војске Србије (прецизније, припадника Гарде - елитне јединице Војске Србије) мушког рода, старости од 19-65 година. Истраживање је спроведено на Кабинету за уво, грло и нос Војномедицинског центра Карабурма, Центра Војномедицинских установа Београд и на формацијском стрелишту „Бубањ Поток“ у оквиру редовне мирнодопске обуке Војске Србије. Непосредно пре гађања испитаници су информисани, потписали су писани пристанак и попунили «Упитник пре гађања», који је својим питањима повезан са досадашњим гађањима. Упитник, поред општих питања, садржи и питања која су у вези са претходно обављеним гађањима. Питања се односе на:

- животно доба испитаника,
- ефективни радни стаж,
- навику пушења,
- место становања,
- учесталост гађања из аутоматске пушке AP M70 7,62 mm у току године,
- учесталост гађања из оружја мањег калибра од калибра аутоматске пушке AP M70 7,62 mm у току године,
- учесталост гађања из оружја већег калибра од калибра аутоматске пушке AP M70 7,62 mm у току године,
- раме на које се ослања пушка приликом гађања из аутоматске пушке AP M70 7,62 mm,
- употребу заштитних средстава приликом претходних гађања,
- појаву зујања и/или наглувости после претходних гађања,
- спонтани престанак зујања и/или наглувости после претходних гађања,
- посету лекару због зујања и/или наглувости после претходних гађања,
- спроведено лечење због зујања и/или наглувости после претходних гађања.

После попуњавања упитника и анамнезе, обављен је оториноларинголошки клинички преглед, који подразумева обострану отоскопију, предњу риноскопију и орофарингоскопију. Нађено стање је евидентирано у упитнику, у делу који попуњава лекар.

Потом је урађено аудиометријско испитивање.

Испитанике смо поделили у две групе. Прву групу су чинили они код којих после спроведеног гађања није дошло до оштећења слуха, а у другој групи су били они код којих смо аудиометријским испитивањем констатовали оштећење слуха.

Аудиометрија је рађена на аудиометру *Madsen Xeta* (Слика 10) у аудиометријској кабинџи модел *Amplifon* (Слика 11).



Слика 10 - Аудиометријски апарат

По завршеном аудиометријском испитивању испитаници су били спремни за бојево гађање из аутоматске пушке.

Само испитаници који су психофизички били способни за гађање и код којих је обострани отоскопски налаз био уредан приступили су гађању.

Гађање из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm спроведено је на стрелишту „Бубањ Поток“ крај Београда. Приликом гађања евидентирани су: редна стрељачка места, оружје из којег се гађало, начин испалења (рафално и појединачно) и број испалених метака.



Слика 11- Аудиометријска кабина

Гађање почиње са пет пробних метака. Свака пушка има одређене специфичности и у зависности од степена истрошености жљебова унутар цеви и опште наштелованости одступа од центра у свим правцима: улево, удесно, на горе или на доле. Зато после испаљених пробних метака група са ватрене линије под руководством руковоаца гађања обилази мете. Руковалац гађања показује сваком извршиоцу гађања испред мете у коју је гађао у коју страну и за колико заноси пушка. После тога се изводи прво гађање појединачном палбом, а затим рафалном палбом у кратким рафалима (2 до 3 метка). Гађање се изводи у групама од по осам извршилаца.

Мерење нивоа звучног притиска обављено је инструментом за мерење и анализу буке модел 2250-Д-ДОО, са кондезаторским микрофоном модел 4941

произвођача *Бриел&Кјаер*, Данска. Код бојевог гађања из аутоматске пушке АП М 70 7.62 mm измерена је бука јачине 134 dB.

После гађања испитаници су попунили «Упитник после гађања», који се својим питањима конкретно односи на спроведено гађање. Упитник је садржао питања која се односе на:

- редно стрелачко место (централно или бочно),
- употребу личних заштитних средстава против буке,
- број испалених метака,
- појаву зујања и/или наглувости непосредно после гађања,
- симптоме у току орл прегледа:
 - а) зујање у левом уву,
 - б) зујање у десном уву,
 - в) обострано зујање,
 - г) наглувост у левом уву,
 - д) наглувост у десном уву,
 - ђ) обострану наглувост и
 - е) остале симптоме.

Лекар је поновио ОРЛ преглед (обострана отоскопија, предња риноскопија и орофарингоскопија) и евидентирао:

- отоскопски налаз и
- остали ОРЛ налаз после гађања.

Потом је урађен аудиограм. Евидентирано је нађено стање. Особе са аудиометријски регистрованим оштећењем слуха упућене су на Клинику за ухо, грло и нос Војномедицинске академије ради лечења акутне акустичне трауме, по протоколу ВМА.

4.1. ВРСТА СТУДИЈЕ

Ова студија припада групи проспективних опсервационих студија. Испитивана група није била подвргнута експерименту, већ је извршавала свој редовни мирнодопски задатак обуке гађања бојевог муницијом из пешадијског наоружања, аутоматске пушке АП М70 7,62 mm.

4.2. ПОПУЛАЦИЈА КОЈА СЕ ИСТРАЖУЈЕ

Истраживање је спроведено над професионалним припадницима Војске Србије, прецизније, над припадницима Гарде, мушког рода старости од 19 до 60 година. Они се налазе на свом редовном мирнодопском задатку обуке гађања из пешадијског наоружања.

4.3. УЗОРКОВАЊЕ

У истраживање су укључени само испитаници који су психофизички способни за гађање и код којих је обострани отоскопски налаз уредан, а искључени су они који су психофизички неспособни за гађање и са једнострано или обострано позитивним отоскопским налазом.

4.4. ВАРИЈАБЛЕ КОЈЕ СЕ МЕРЕ У СТУДИЈИ

Независне варијабле су: број испаљених метака, редни број стрељачког места, животно доба испитаника, ефективни радни стаж, употреба личних заштитних средстава против буке, учесталост гађања из аутоматске пушке и оружја мањег и већег калибра од калибра аутоматске пушке у години дана, раме на које се ослања пушка приликом гађања, навика пушења, место становања, отоскопски налаз.

Зависне варијабле су: оштећење слуха, тинитус.

4.5. СНАГА СТУДИЈЕ И ВЕЛИЧИНА УЗОРКА

У претходном периоду, после одобрења Етичког одбора, у вези са овим истраживањем већ је спроведен пилот пројекат над 22 испитаника. Израчунавање потребне величине узорка базирано је на податку из пилот истраживања да учесталост оштећења слуха после изложености буци услед бојевог гађања из аутоматске пушке износи 9%. Довољан број јединица посматрања за детекцију појаве оштећења слуха учесталости 9% после изложености буци услед бојевог гађања из аутоматске пушке, за ниво статистичке значајности од 0,05 и статистичку снагу од 0,8 у McNemar-овом тесту, износи 85 испитаника.

4.6. СТАТИСТИЧКА ОБРАДА ПОДАТАКА

У истраживању, у циљу проналажења везе са могућим настанком оштећења слуха или појавом других поремећаја здравља која настају као последица излагања импулсној буци приликом гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm, статистички су обрађени упитници које су испитаници попуњавали пре и после бојевог гађања, клинички орл преглед и аудиограми пре и после гађања.

За анализу експерименталних података коришћене су дескриптивне статистичке методе, методе за тестирање статистичких хипотеза и методе за испитивање зависности. Од дескриптивних статистичких метода користили смо мере централне тенденције (аритметичка средина, медијана, мод), мере варијабилитета (стандардна девијација) и релативни бројеви (показатељи структуре). Од метода за тестирање статистичких хипотеза користили смо McNemar-ов тест, t-тест, χ^2 -тест и анализу варијансе. Од метода за анализу зависности користили смо коефицијент линеарне корелације и регресиону анализу.

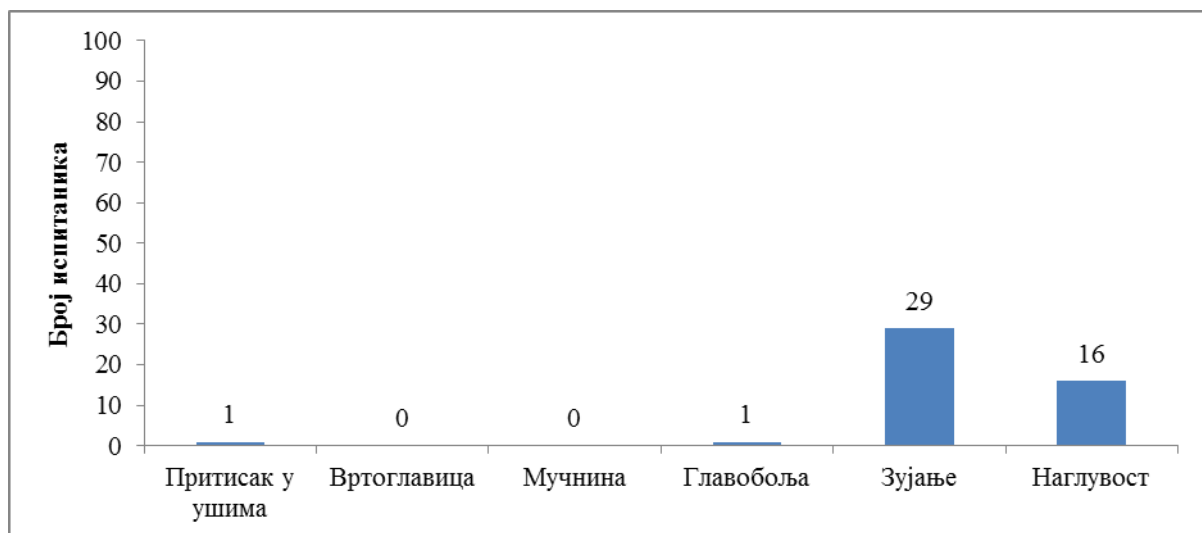
Статистичке хипотезе су тестиране на нивоу статистичке значајности (α ниво) од 0,05.

5. РЕЗУЛТАТИ

Овим истраживањем обухваћена су укупно 104 испитаника. То су професионална војна лица, припадници Гарде, елитне јединице Војске Србије.

5.1. АУДИТИВНИ ЕФЕКТИ - после бојевог гађања из АП М 70 7,62mm

Бојево гађање из аутоматске пушке даје одређене ефекте. Поделили смо их на аудитивне и екстра аудитивне.



Графикон 1. Дистрибуција испитаника према учесталости појаве симптома

У овом истраживању, после бојевог гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm, од 104 испитаника од екстра аудитивних појава евидентирали смо само главобољу у једном случају (1,0%).

Од свих аудитивних ефеката, који су за нас значајнији у односу на екстра аудитивне ефекте, најчесталије је било зујање у ушима које је регистровано код 29 (27,9%) испитаника, затим наглувост регистрована у 16 (15,4%) случајева и на крају притисак у ушима регистрован код 1 (1,0%) испитаника.

Табела 1. Дистрибуција испитаника према учесталости појаве симптома

Појава зујања или наглувости после гађања	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Притисак у ушима	0	0,0	1	1,0	1	1,0
Вртоглавица	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Мучнина	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Главобоља	0	0,0	1	1,0	1	1,0
Зујање	10	58,8	19	21,8	29	27,9
Наглувост	5	29,4	11	12,6	16	15,4

С обзиром на чињеницу да оштећење слуха има највећи значај, а мерљиво је и аудиометријски се може приказати, даље праћење варијабли било је у функцији оштећења слуха. Тако да смо појаву екстра аудитивних и аудитивних ефеката рашчланили и посматрали кроз појаву или одсуство оштећења слуха. Тако смо добили да:

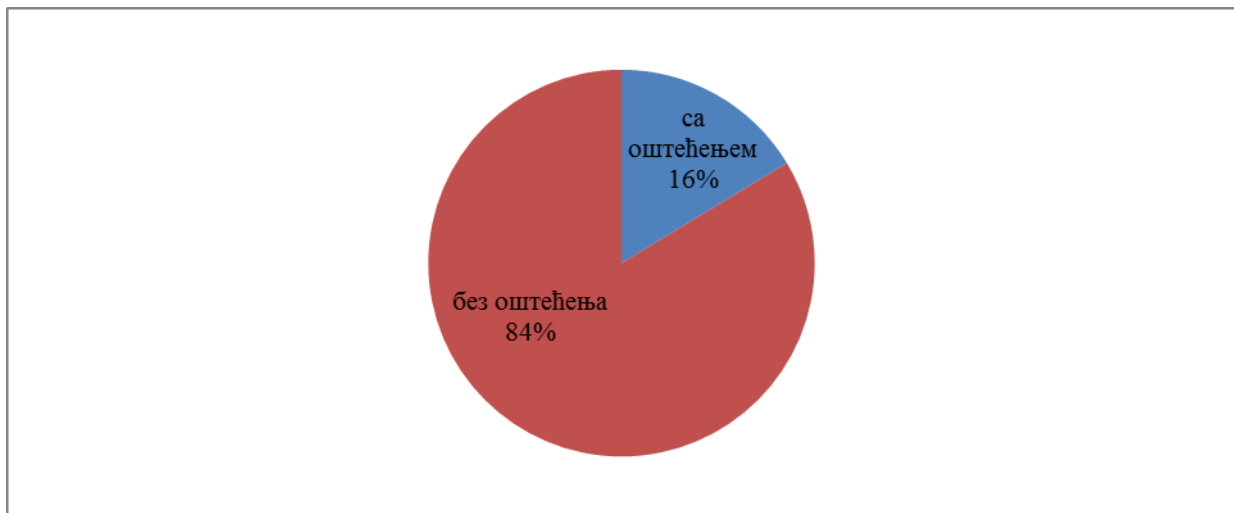
- притисак у ушима није имао ниједан испитаник са оштећењем слуха (0,0%) а имао је један испитаник (1,0%) без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=1,000$);
- вртоглавицу након гађања није имао ниједан испитаник, са или без оштећења слуха;
- мучнину након гађања није имао ниједан испитаник, са или без оштећења слуха;
- главобољу није имао ниједан испитаник са оштећењем слуха (0,0%) а имао је један испитаник (1,0%) без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=1,000$);
- зујање је имало 58,8% испитаника са оштећењем слуха и 21,8% без оштећења слуха, што је **статистички значајна разлика** (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,006$). Испитаници са оштећењем слуха након бојевог гађања имају знатно чешће и зујање у ушима;

- наглувост је имало 29,4% испитаника са оштећењем слуха и 12,6% без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,133$).

Табела 2. Дистрибуција испитаника према оштећењу слуха након гађања

Групе	n	%
Са оштећењем слуха	17	16,3
Без оштећења слуха	87	83,7
Укупно	104	100

Од истраживањем обухваћена 104 испитаника, 17 испитаника (16,3%) је на крају истраживања имало аудиометријски потврђено оштећење слуха, а 87 испитаника (83,7%) на крају истраживања је било без оштећења слуха (Табела 2, Графикон 2).



Графикон 2. Дистрибуција испитаника према оштећењу слуха након гађања

5.2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА

А) ЖИВОТНО ДОБА ИСПИТАНИКА

Просечно животно доба свих испитаника у истраживању износило је $33,8 \pm 6,5$ година. Најмлађи испитаник имао је 23,0 а најстарији 55,0 година.

Табела 3. Животно доба испитаника у истраживању

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	17	33,6	6,4	34	23	47
Без оштећења слуха	87	33,8	6,6	33	23	55
Укупно	104	33,8	6,5	33,5	23	55

Просечно животно доба испитаника са оштећењем слуха износило је $33,6 \pm 6,4$ година, а код испитаника без оштећења слуха $33,8 \pm 6,6$ година.

Не постоји статистички значајна разлика у животној добу између испитиваних група ($t=0,084$; $p=0,933$).

Б) ЕФЕКТИВНИ РАДНИ СТАЖ ИСПИТАНИКА

Медијана ефективног радног стажа свих испитаника у истраживању износила је 10,0 година. Најнижа вредност износила је 1,0 а највиша 31,0 година.

Табела 4. Ефективни радни стаж испитаника у истраживању

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	17	10,8	6,0	10,0	3,0	22,0
Без оштећења слуха	87	10,9	7,1	9,0	1,0	31,0
Укупно	104	10,9	6,9	10,0	1,0	31,0

Медијана ефективног радног стажа испитаника са оштећењем слуха износила је 10,0 година (опсег, 3,0-22,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 9,0 (опсег, 1,0-31,0). Не постоји статистички значајна разлика у медијанама ефективног радног стажа између испитиваних група ($U=727,5$; $p=0,916$).

В) ПУШАЧКА НАВИКА ИСПИТАНИКА

Од свих испитаника укључених у истраживање, навику пушења имало је 40,4% испитаника.

Табела 5. Дистрибуција испитаника према учесталости навике пушења

Навика пушења	Са оштећењем слуха		Без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Не	11	64,7	51	58,6	62	59,6
Да	6	35,3	36	41,4	42	40,4
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Навику пушења имало је 35,3% испитаника са оштећењем слуха и 41,4% испитаник без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,789$).

Г) МЕСТО СТАНОВАЊА ИСПИТАНИКА

Испитаници су најчешће становали у граду (63,5%), затим у приградском насељу (22,1%) и најређе на селу (14,4%).

Табела 6. Дистрибуција испитаника према месту становања

Место живљења	Са оштећењем слуха		Без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Град	9	52,9	57	65,5	66	63,5
Приградско насеље	6	35,3	17	19,5	23	22,1
Село	2	11,8	13	14,9	15	14,4
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха након бојевог гађања, најчешће су живели у граду (52,9% према 65,5%, респективно).

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости места становања између испитиваних група (Тест тачне вероватноће; $p=0,363$).

5.3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА У ВЕЗИ СА ГАЂАЊИМА

А) УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИСПИТАНИКА ИЗ АУТОМАТСКЕ ПУШКЕ ТОКОМ ГОДИНЕ (АП/год)

Пратили смо учесталост гађања испитаника из аутоматске пушке АП М 70 7,62 mm у току године дана.

Учесталост гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години дана, (АП/год), код свих испитаника најчешће је износила 2 пута годишње (26,0%).

Табела 7. Дистрибуција испитаника према учесталости гађања из АП/год

УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА АП/год	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	п	%	п	%	п	%
1	0	0	10	11,5	10	9,6
2	7	41,2	20	23	27	26
3	3	17,6	19	21,8	22	21,2
4	4	23,5	22	25,3	26	25
5	2	11,8	8	9,2	10	9,6
6	1	5,9	2	2,3	3	2,9
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	3	3,4	3	2,9
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2	2,3	2	1,9
11	0	0	1	1,1	1	1,1
Укупно	17	100	87	100	104	100

Испитаници са оштећењем слуха најчешће су имали 2 гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години дана (АП/год) (41,2%), док су испитаници без оштећења слуха најчешће имали 4 гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години дана(АП/год) (25,3%).

Не постоји статистички значајна разлика у медијанама гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години дана (АП/год) између испитиваних група ($U=728,5$; $p=0,921$).

Б) УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИСПИТАНИКА ИЗ ОРУЖЈА МАЊЕГ КАЛИБРА ОД КАЛИБРА АП ТОКОМ ГОДИНЕ

Праћењем гађања наших испитаника из оружја које има мањи калибар од калибра 7,62 mm, који има аутоматска пушка АП М70, добијен је следећи резултат:

- учесталост гађања из оружја мањег калибра од калибра аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години дана код свих испитаника најчешће је износила ниједно гађање (32,7%).

Табела 8. Дистрибуција испитаника према учесталости гађања из оружја мањег калибра од АП/год

УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА из оружја мањег калибра од АП/год	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		укупно	
	n	%	n	%	n	%
0	6	35,3	28	32,2	34	32,7
1	5	29,4	19	21,8	24	23,1
2	2	11,8	20	23,0	22	21,2
3	2	11,8	11	12,6	13	12,5
4	2	11,8	5	5,7	7	6,7
5	0	0,0	1	1,1	1	1,0
6	0	0,0	1	1,1	1	1,0
7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
8	0	0,0	1	1,1	1	1,0
9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
10	0	0,0	0	0,0	0	0,0
11	0	0,0	1	1,1	1	1,0
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха након бојевог гађања, најчешће нису имали ниједно гађање из оружја мањег калибра од АП/год (35,3% према 32,2%, респективно).

Не постоји статистички значајна разлика у медијанама гађања из оружја мањег калибра од АП/год између испитиваних група ($U=691,5$; $p=0,664$).

В) УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИСПИТАНИКА ИЗ ОРУЖЈА ВЕЋЕГ КАЛИБРА ОД КАЛИБРА АП ТОКОМ ГОДИНЕ

Такође смо пратили гађање наших испитаника из оружја већег калибра од калибра 7,62 mm, колико износи калибар аутоматске пушке АП М70, или из оруђа. Подсећања ради, напоменућемо да се под оруђем сматра наоружање калибра изнад 20 mm.

Учесталост гађања из оружја већег калибра од калибра аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години дана код свих испитаника најчешће је износила ниједно гађање (81,7%).

Табела 9. Дистрибуција испитаника према учесталости гађања из оружја већег калибра од АП/год

УЧЕСТАЛОСТ ГАЂАЊА ИЗ оружја већег калибра од АП/год	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		укупно	
	п	%	п	%	п	%
0	12	70,6	73	83,9	85	81,7
1	2	11,8	5	5,7	7	6,7
2	1	5,9	6	6,9	7	6,7
3	2	11,8	1	1,1	3	2,9
4	0	0,0	2	2,3	2	1,9
укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха након бојевог гађања најчешће нису имали ниједно гађање из оружја већег калибра од АП/год (70,6% према 83,9%, респективно).

Не постоји статистички значајна разлика у медијанама гађања из оружја већег калибра од АП/год између испитиваних група ($U=640,0$; $p=0,194$).

Г) РАМЕ НА КОЈЕ ИСПИТАНИЦИ ОСЛАЊАЈУ ПУШКУ

Од свих испитаника укључених у истраживање, пушку је на лево раме ослањало 7,7% а на десно 92,3% испитаника.

Код испитаника са оштећењем слуха, на лево раме пушку је ослањало 5,9% а на десно 94,1%. Код испитаника без оштећења слуха, на лево раме пушку је ослањало 8,0% а на десно 92,0%,.

Табела 10. Дистрибуција испитаника према рамену о које ослањају пушку

РАМЕ	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Лево	1	5,9	7	8,0	8	7,7
Десно	16	94,1	80	92,0	96	92,3
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости рамена на које се ослања пушка између испитиваних група (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=1,000$).

Д) УПОТРЕБА ЗАШТИТНИХ СРЕДСТАВА У ПРЕТХОДНИМ ГАЂАЊИМА

Сви испитаници у истраживању заштитна средства у претходним гађањима најчешће нису користили никада (53,8%).

Табела 11. Дистрибуција испитаника према учесталости употребе личних заштитних средстава у претходним гађањима

Употреба заштитних средстава у претходним годинама	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Никада	9	52,9	47	54,0	56	53,8
Повремено	5	29,4	28	32,2	33	31,7
Стално	3	17,6	12	13,8	15	14,4
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха након бојевог гађања, најчешће нису користили заштитна средства у претходним гађањима (52,9% према 54,0%, респективно).

Не постоји статистички значајна разлика у степену употребе заштитних средстава у претходним годинама између испитиваних група ($U=719,5$; $p=0,845$).

Б) ПОЈАВА ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА

Код свих испитаника у истраживању, појава зујања и/или наглувости после претходних гађања најчешће се јављала понекад (60,6%).

Табела 12. Дистрибуција испитаника према учесталости појаве зујања или наглувости после претходних гађања

Појава зујања или наглувости после претходних гађања	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	п	%	п	%	п	%
Никада	1	5,9	28	32,2	29	27,9
Понекад	14	82,4	49	56,3	63	60,6
Скоро увек	1	5,9	8	9,2	9	8,7
Увек	1	5,9	2	2,3	3	2,9
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха појаву зујања и/или наглувости после претходних гађања најчешће су имали понекад (82,4% према 56,3%, респективно).

Не постоји статистички значајна разлика у степену појаве зујања и/или наглувости после претходних гађања између испитиваних група ($U=563,0$; $p=0,074$).

Е) СПОНТАНИ ПРЕСТАНАК ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА

Од свих испитаника укључених у истраживање, спонтан престанак зујања и/или наглувости после гађања имало је 88,6%.

Спонтан престанак зујања и/или наглувости после гађања имало је 100,0% испитаника са оштећењем слуха и 86,1% испитаника без оштећења слуха.

Табела 13. Дистрибуција испитаника према учесталости појаве зујања или наглувости после гађања

Спонтани престанак зујања и/или наглувости после претходних гађања	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
	Не	0	0,0	10	13,9	10
Да	16	100,0	62	86,1	78	88,6
Укупно	16	100,0	72	100,0	88	100,0

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости спонтаног престанка зујања и/или наглувости после претходних гађања између испитиваних група (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,197$).

Ж) ПОСЕТА ЛЕКАРУ ЗБОГ ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА

Од свих испитаника укључених у истраживање, посету лекару због зујања и/или наглувости после претходних гађања имала су свега 3 испитаника (2,9%).

Табела 14. Дистрибуција испитаника према учесталости посете лекару због зујања и/или наглувости после претходних гађања

Посета лекару због зујања и/или наглувости после гађања	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Не	15	88,2	86	98,9	101	97,1
Да	2	11,8	1	1,1	3	2,9
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Посету лекару због зујања и/или наглувости после претходних гађања имало је 11,8% испитаника са оштећењем слуха и 1,1% испитаник без оштећења слуха.

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости посете лекару због зујања и/или наглувости после претходних гађања између испитиваних група (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,069$).

3) СПРОВЕДЕНО ЛЕЧЕЊЕ ЗБОГ ЗУЈАЊА И/ИЛИ НАГЛУВОСТИ ПОСЛЕ ПРЕТХОДНИХ ГАЂАЊА

Од свих испитаника укључених у истраживање, спроведено лечење због зујања и/или наглувости после претходних гађања имало је 2,9%.

Спроведено лечење због зујања и/или наглувости после гађања имало је 11,8% испитаника са оштећењем слуха и 1,1% испитаник без оштећења слуха.

Табела 15. Дистрибуција испитаника према учесталости спроведеног лечења због зујања и/или наглувости после претходних гађања

Спроведено лечење због зујања и/или наглувости после претходних гађања	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Не	15	88,2	86	98,9	101	97,1
Да	2	11,8	1	1,1	3	2,9
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости спроведеног лечења због зујања и/или наглувости после претходних гађања између испитиваних група (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,069$).

5.4. КАРАКТЕРИСТИКЕ ИСПИТАНИКА У ВЕЗИ СА КОНКРЕТНИМ ГАЂАЊЕМ

А) РЕДНО СТРЕЉАЧКО МЕСТО

Стрелиште „Бубањ Поток“ на којем се изводи бојево гађање припада категорији отворених стрелишта и поткатегорији наткривених стрелишта. То значи да има зидове и стубове на које је постављен кров док је испред ватрене линије слободан простор где су постављене мете. Потпуно откривено стрелиште нема ништа од наведеног. Са аспекта утицаја на оштећење слуха много је већи утицај наткривеног стрелишта у односу на отворено стрелиште зато што се звучни таласи одбијају од металне и бетонске површине и допиру до ува. Тако положај извршиоца гађања у односу на близину зидова, који је одређен редним бројем стрелачког места, може утицати на оштећење слуха. Из тих разлога смо стрелачка места 1, 2, 3, 6, 7 и 8 означили као бочно место гађања, а 4 и 5 као централно место. Бочна места гађања су ближе постављена бочним зидовима него централна места гађања.

Од свих испитаника укључених у истраживање, бочно место гађања имало је 72,1% испитаника, док је 27,9% имало централно место гађања.

Табела 16. Дистрибуција испитаника према месту гађања

Место гађања	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Бочно	11	14,7	64	85,4	75	100,0
Централно	6	20,7	23	79,3	29	100,0
Укупно	17	16,3	87	83,7	104	100,0

Оштећење слуха имало је 14,7% испитаника који су гађали са бочног места гађања и 20,7% испитаника који су гађали са централног места гађања, што није статистички значајна разлика (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,555$).

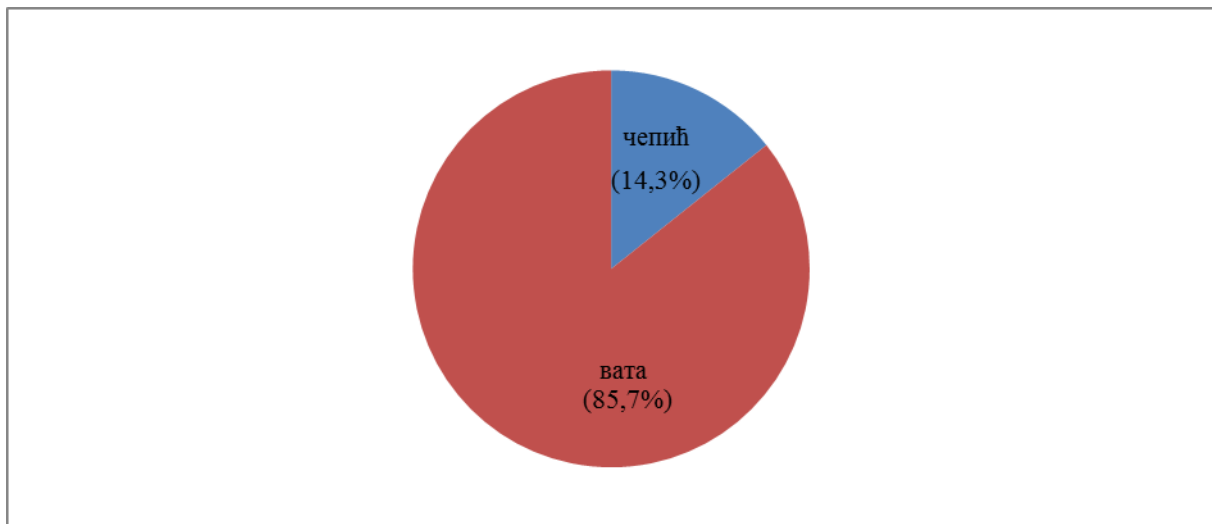
Б) УПОТРЕБА ЛИЧНИХ ЗАШТИНИХ СРЕДСТАВА ЗА ЗАШТИТУ ОД БУКЕ НА ГАЂАЊУ

Од свих испитаника укључених у истраживање, заштитна средства на гађању користило је 28 (26,9%).

Табела 17. Дистрибуција испитаника према учесталости употребе личних заштитних средстава на гађању

Употреба заштитних средстава на гађању	са оштећењем слуха		без оштећења слуха		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Не	16	94,1	60	69,0	76	73,1
Да	1	5,9	27	31,0	28	26,9
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Заштитна средства на гађању користило је 5,9% испитаника са оштећењем слуха и 31,0% без оштећења слуха након гађања, што је **статистички значајна разлика** (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,037$).



Графикон 3. Дистрибуција испитаника према врстама употребљених личних заштитних средстава

Од заштитних средстава, 4 испитаника (14,3%) користила су чепиће за уши, а 24 испитаника (85,7%) вату.

В) БРОЈ ИСПАЉЕНИХ МЕТАКА

Просечан број испаљених метака свих испитаника у истраживању износио је $25,5 \pm 8,7$, најмање 15,0, највише 56,0.

Табела 18. Број испаљених метака испитаника у истраживању

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	17	26,4	9,5	22,0	15,0	46,0
Без оштећења слуха	87	25,4	8,5	22,0	15,0	56,0
Укупно	104	25,5	8,7	22,0	15,0	56,0

Просечан број испаљених метака испитаника са оштећењем слуха износио је $26,4 \pm 9,5$, док је код испитаника без оштећења слуха износио $25,4 \pm 8,5$.

Не постоји статистички значајна разлика у броју испаљених метака између испитиваних група ($t=0,452$; $p=0,652$).

Г) СИМПТОМИ - зујање и/или наглувост непосредно након гађања

Од свих испитаника укључених у истраживање, зујање и/или наглувост непосредно након гађања имало је 40 (38,5%). Од тога је код одређеног броја испитаника до прегледа дошло до спонтаног престанка наглувости и/или осећаја зујања, тако да је на прегледу 30 (28,8%) испитаника имало неки од симптома (зујање и/или наглувост).

Табела 19. Дистрибуција испитаника према учесталости присуства зујања и/или наглувости непосредно након гађања

СИМПТОМИ Зујање и/или наглувост непосредно након гађања	са оштећењем слућа		без оштећења слућа		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Не	7	41,2	57	65,5	64	61,5
Да	10	58,8	30	34,5	40	38,5
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Табела 20. Дистрибуција испитаника према учесталости присуства зујања и/или наглувости на прегледу

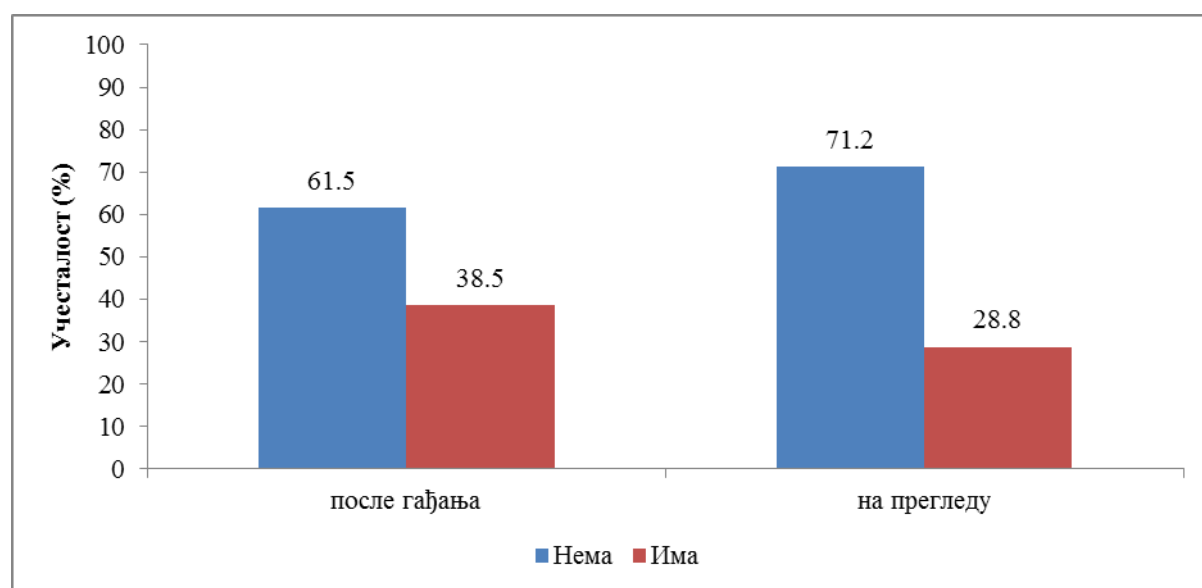
СИМПТОМИ Зујање и/или наглувост на прегледу	са оштећењем слућа		без оштећења слућа		Укупно	
	n	%	n	%	n	%
Не	7	41,2	67	77,0	74	71,2
Да	10	58,8	20	23,0	30	28,8
Укупно	17	100,0	87	100,0	104	100,0

Табела 21. Дистрибуција испитаника према учесталости присуства зујања и/или наглувости непосредно после гађања и у току прегледа

СИМПТОМИ	после гађања		на прегледу	
	n	%	n	%
Зујање и/или наглувост				
Нема	64	61,5	74	71,2
Има	40	38,5	30	28,8

Симптоме (зујање и/или наглувост) је непосредно после гађања имало 38,5% испитаника, док је на прегледу имало 28,8%, што је **статистички значајна разлика** ($p=0,031$). Дошло је до знатног смањења симптома у периоду непосредно после гађања до прегледа.

Симптоме (зујање и/или наглувост) је на прегледу имало 58,8% испитаника са оштећењем слуха и 23,0% без оштећења слуха након гађања, што је **статистички значајна разлика** (Fisher-ов тест тачне вероватноће; $p=0,006$). Испитаници са оштећењем слуха су знатно чешће имали и симптоме у виду осећаја зујања и/или наглувости пре прегледа.



Графикон 4. Дистрибуција испитаника према учесталости појаве симптома непосредно после гађања и у току прегледа

Д) ЗУЈАЊЕ (TINITUS) ЛЕВО УВО

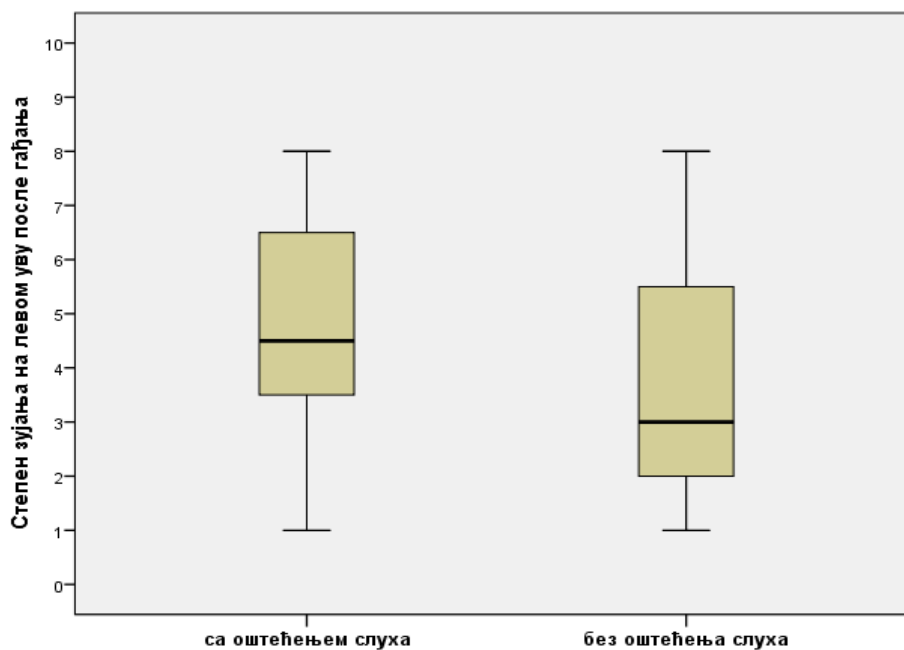
Медијана степена зујања на левом уву после гађања код свих испитаника износила је 4,0 (опсег, 1,0-8,0).

Табела 22. Степен зујања на левом уву после гађања

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	8	4,8	2,3	4,5	1,0	8,0
Без оштећења слуха	16	3,7	2,2	3,0	1,0	8,0
Укупно	24	4,0	2,3	4,0	1,0	8,0

Медијана степена зујања на левом уву после гађања код испитаника са оштећењем слуха износила је 4,5 (опсег, 1,0-8,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 3,0 (опсег, 1,0-8,0).

Не постоји статистички значајна разлика у степену зујања у левом уву након гађања ($U=47,0$; $p=0,292$).



Графикон 5. Степен зујања на левом уву после гађања

Б) ЗУЈАЊЕ(TINITUS) ДЕСНО УВО

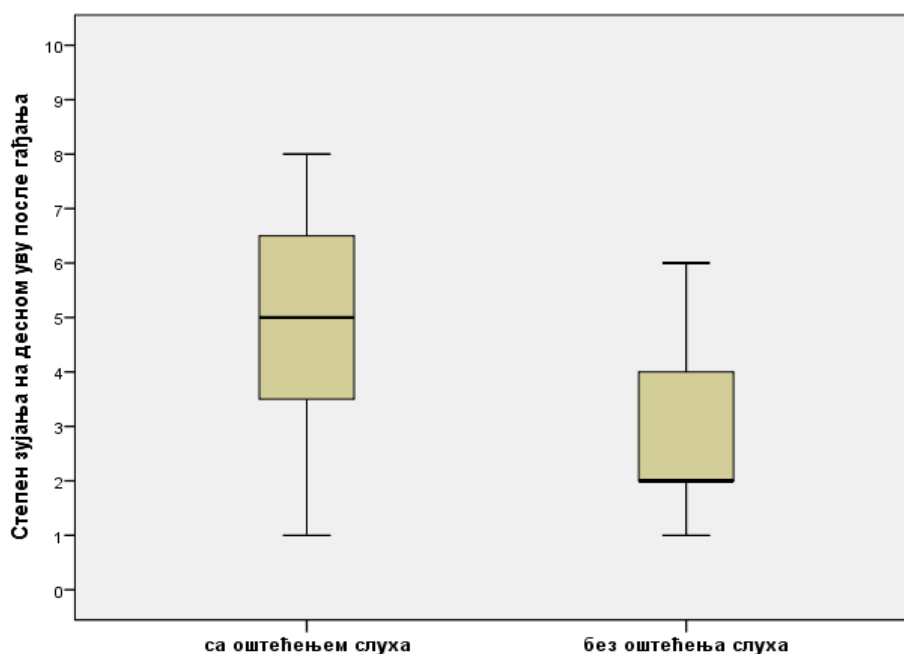
Медијана степена зујања на десном уву после гађања код свих испитаника износила је 3,0 (опсег, 1,0-8,0).

Табела 23. Степен зујања на десном уву после гађања

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	7	4,9	2,4	5,0	1,0	8,0
Без оштећења слуха	17	3,0	2,0	2,0	1,0	8,0
Укупно	24	3,5	2,2	3,0	1,0	8,0

Медијана степена зујања на десном уву после гађања код испитаника са оштећењем слуха износила је 5,0 (опсег, 1,0-8,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 2,0 (опсег, 1,0-8,0).

Не постоји статистички значајна разлика у степену зујања у десном уву након гађања ($U=32,0$; $p=0,076$).



Графикон 6. Степен зујања на десном уву после гађања

Е) ЗУЈАЊЕ (TINITUS) ОБОСТРАНО

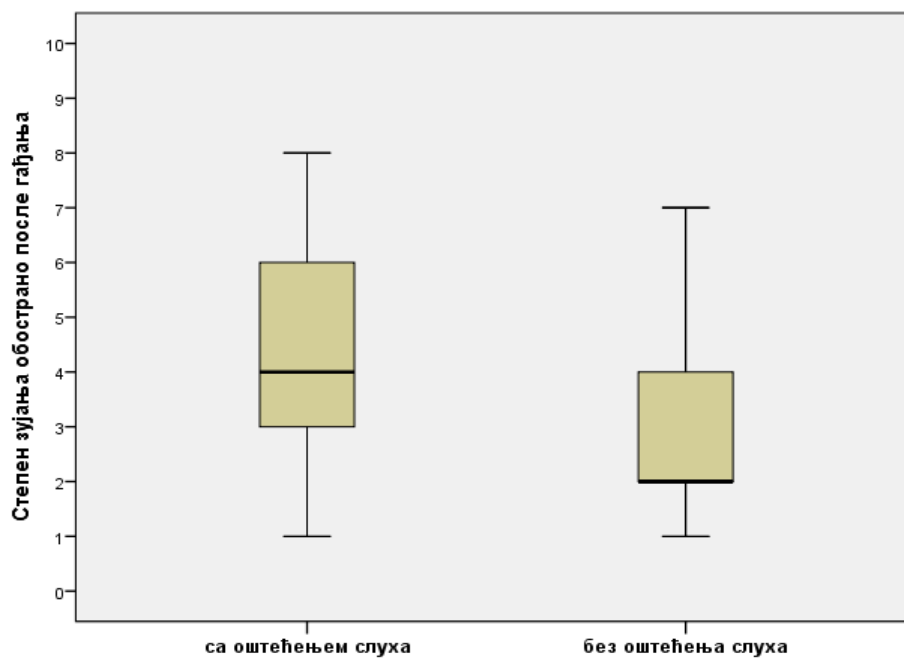
Медијана степена зујања обострано после гађања код свих испитаника износила је 2,0 (опсег, 1,0-8,0).

Табела 24. Степен зујања обострано после гађања

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	5	4,4	2,7	4,0	1,0	8,0
Без оштећења слуха	14	2,8	1,8	2,0	1,0	7,0
Укупно	19	3,2	2,1	2,0	1,0	8,0

Медијана степена зујања обострано после гађања код испитаника са оштећењем слуха износила је 4,0 (опсег, 1,0-8,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 2,0 (опсег, 1,0-7,0).

Не постоји статистички значајна разлика у степену зујања обострано након гађања ($U=21,5$; $p=0,202$).



Графикон 7. Степен зујања обострано после гађања

Ж) НАГЛУВОСТ ЛЕВО УВО

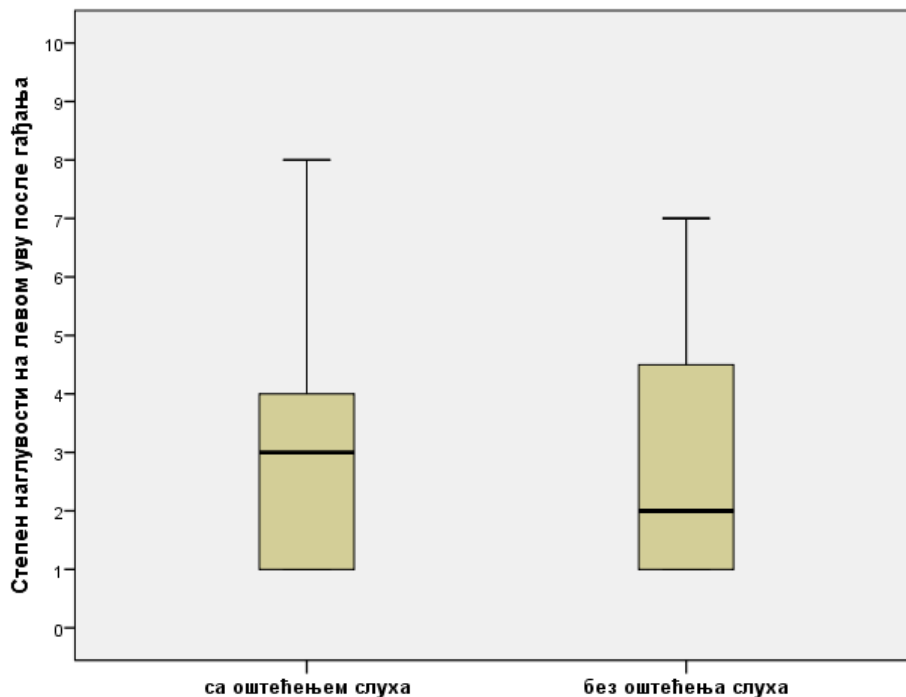
Медијана степена наглувости на левом уву после гађања код свих испитаника износила је 2,5 (опсег, 1,0-8,0).

Табела 25. Степен наглувости на левом уву после гађања

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	5	3,4	2,9	3,0	1,0	8,0
Без оштећења слуха	11	2,9	2,1	2,0	1,0	7,0
Укупно	16	3,1	2,3	2,5	1,0	8,0

Медијана степена наглувости на левом уву после гађања код испитаника са оштећењем слуха износила је 3,0 (опсег, 1,0-8,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 2,0 (опсег, 1,0-7,0).

Не постоји статистички значајна разлика у степену наглувости на левом уву након гађања ($U=26,0$; $p=0,861$).



Графикон 8. Степен наглувости на левом уву после гађања

3) НАГЛУВОСТ ДЕСНО УВО

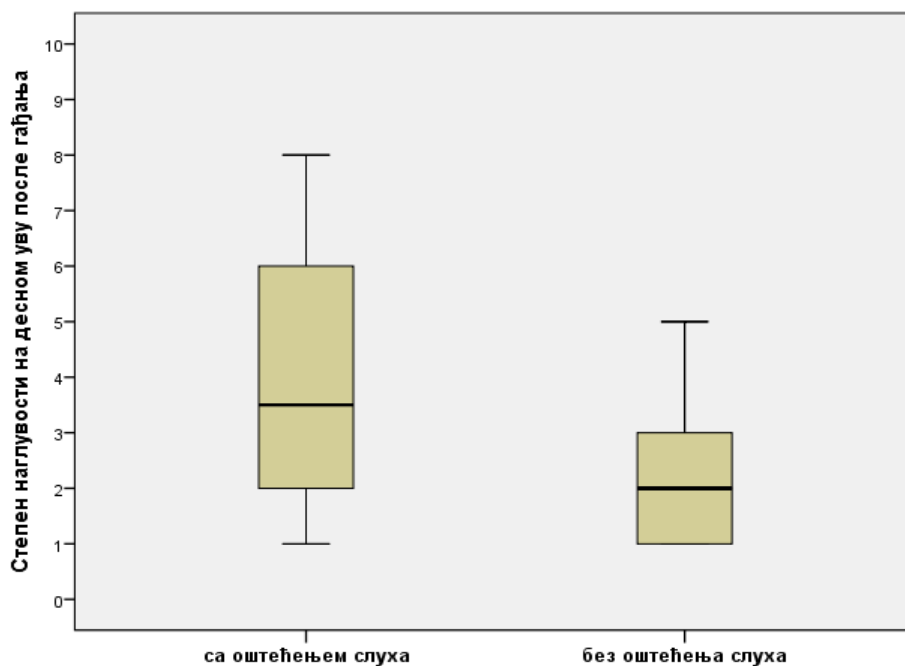
Медијана степена наглувости на десном уву после гађања код свих испитаника износила је 2,0 (опсег, 1,0-8,0).

Табела 26. Степен наглувостина десном уву после гађања

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	4	4,0	2,9	3,5	1,0	8,0
Без оштећења слуха	9	2,6	2,1	2,0	1,0	7,0
Укупно	13	3,0	2,4	2,0	1,0	8,0

Медијана степена наглувости на десном уву после гађања код испитаника са оштећењем слуха износила је 3,5 (опсег, 1,0-8,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 2,0 (опсег, 1,0-7,0).

Не постоји статистички значајна разлика у степену наглувости на десном уву након гађања ($U=11,5$; $p=0,301$).



Графикон 9. Степен наглувости на десном уву после гађања

И) НАГЛУВОСТ ОБОСТРАНО

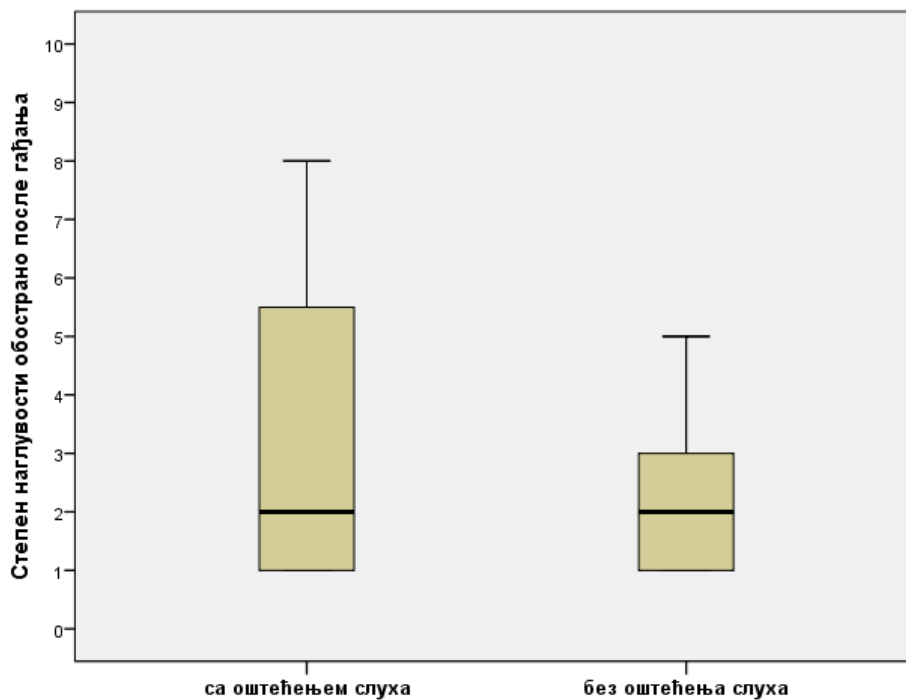
Медијана степена наглувости обострано после гађања код свих испитаника износила је 2,0 (опсег, 1,0-8,0).

Табела 27. Степен наглувости обострано после гађања

Испитиване групе	n	\bar{x}	sd	med	min	max
Са оштећењем слуха	4	3,3	3,3	2,0	1,0	8,0
Без оштећења слуха	9	2,6	2,1	2,0	1,0	7,0
Укупно	13	2,8	2,4	2,0	1,0	8,0

Медијана степена наглувости обострано после гађања код испитаника са оштећењем слуха износила је 2,0 (опсег, 1,0-8,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 2,0 (опсег, 1,0-7,0).

Не постоји статистички значајна разлика у степену наглувости обострано након гађања ($U=16,5$; $p=0,807$).



Графикон 10. Степен наглувости обострано после гађања

5.5. КЛИНИЧКИ ОРЛ НАЛАЗ

А) ОТОСКОПСКИ НАЛАЗ

На левом уву, пре и после гађања, сви испитаници су имали уредан отоскопски налаз (100,0%), што није статистички значајна разлика ($p=1,000$).

Табела 28. Дистрибуција испитаника према отоскопском налазу на левом уву

Отоскопски налаз	Пре гађања		После гађања	
	n	%	n	%
Уредан	104	100,0	104	100,0
Није уредан	0	0,0	0	0,0

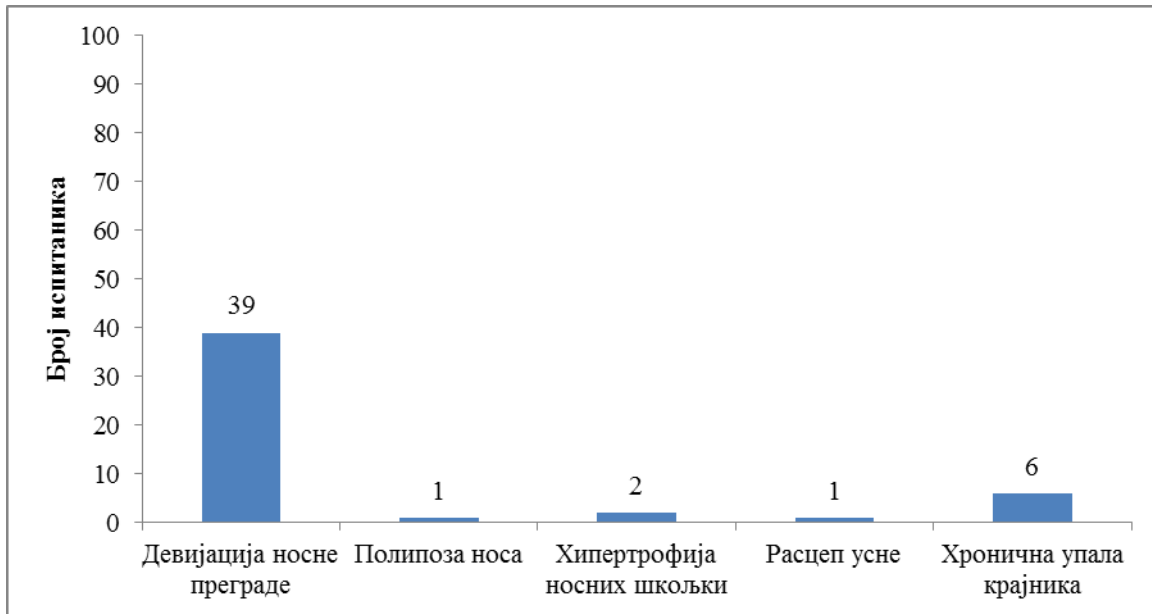
На десном уву, пре и после гађања, сви испитаници су имали уредан отоскопски налаз (100,0%), што није статистички значајна разлика ($p=1,000$).

Табела 29. Дистрибуција испитаника према отоскопском налазу на десном уву

Отоскопски налаз	пре гађања		после гађања	
	n	%	n	%
Уредан	104	100,0	104	100,0
Није уредан	0	0,0	0	0,0

Б) ОСТАЛИ ОРЛ НАЛАЗ

Поред отоскопског налаза, који је био од значаја за праћење постојања повезаности између промена на самом слушном апарату и аудитивних ефеката, регистровали смо и остале промене из области оториноларингологије.



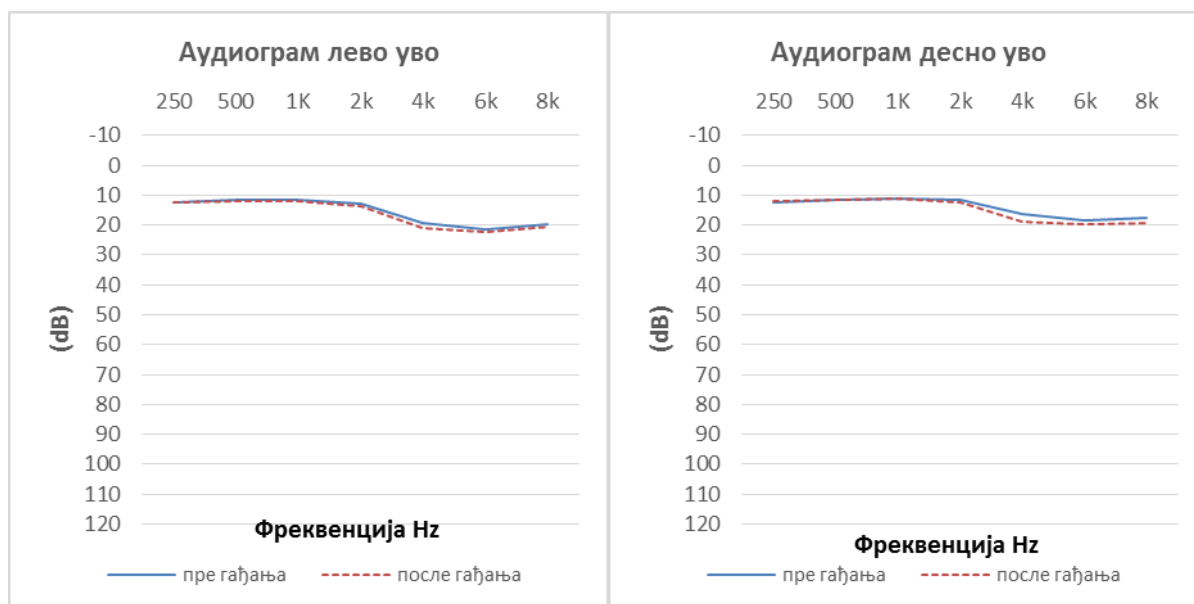
Графикон 11. Дистрибуција испитаника према учесталости осталог орл налаза

Предоминирао је уредан оториноларинголошки налаз (52,9%). Од осталог ОРЛ налаза, испитаници су најчешће имали девијацију носне преграде (DSN) (37,5%), затим хроничну упалу крајника (5,8%), хипертрофију носних шкољки (1,9%) и најређе полипозу носа и расцеп усне са по 1%.

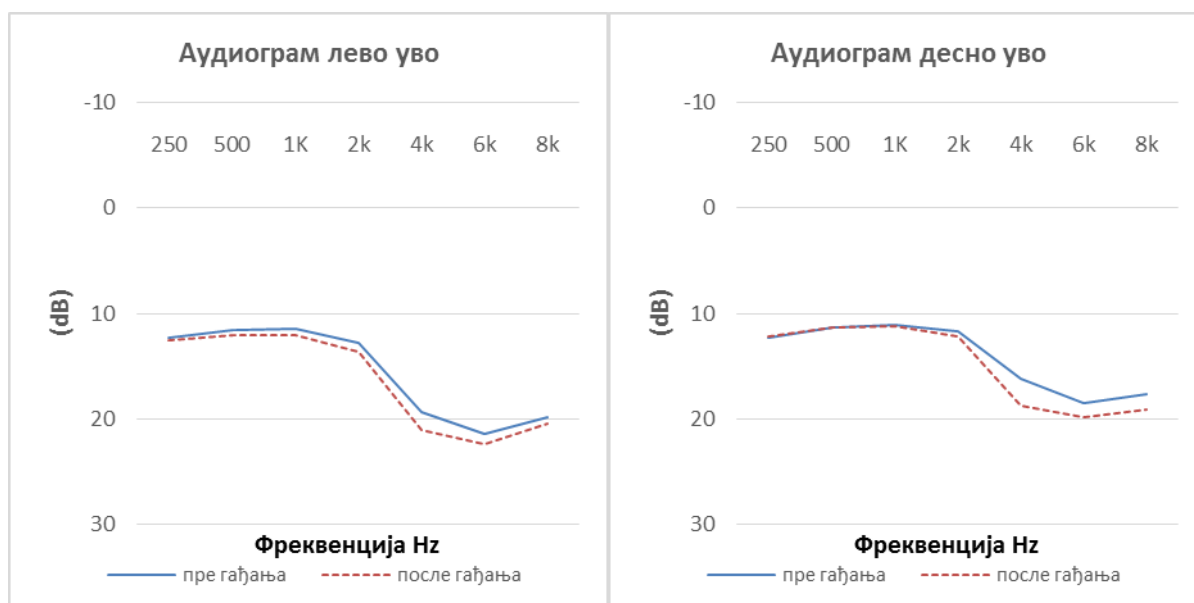
Девијацију носне преграде имало је 6 (35,3%) испитаника са оштећењем слуха и 32 (36,8%) без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика (хи-квадрат=0,001; $p=0,907$).

5.6. АУДИОГРАМ

Средње вредности аудиограма (Компоновани аудиограм или Збирни аудиограм) по групама за лево и десно уво, пре и после гађања, приказане су на графиконима 12 и 13.



Графикон 12. Средња вредност аудиограма за лево и десно уво



Графикон 13. Средња вредност аудиограма за лево и десно уво (увећано)

Табела 30. Статистичка значајност средњих вредности аудиограма, пре и после гађања, за лево и десно уво

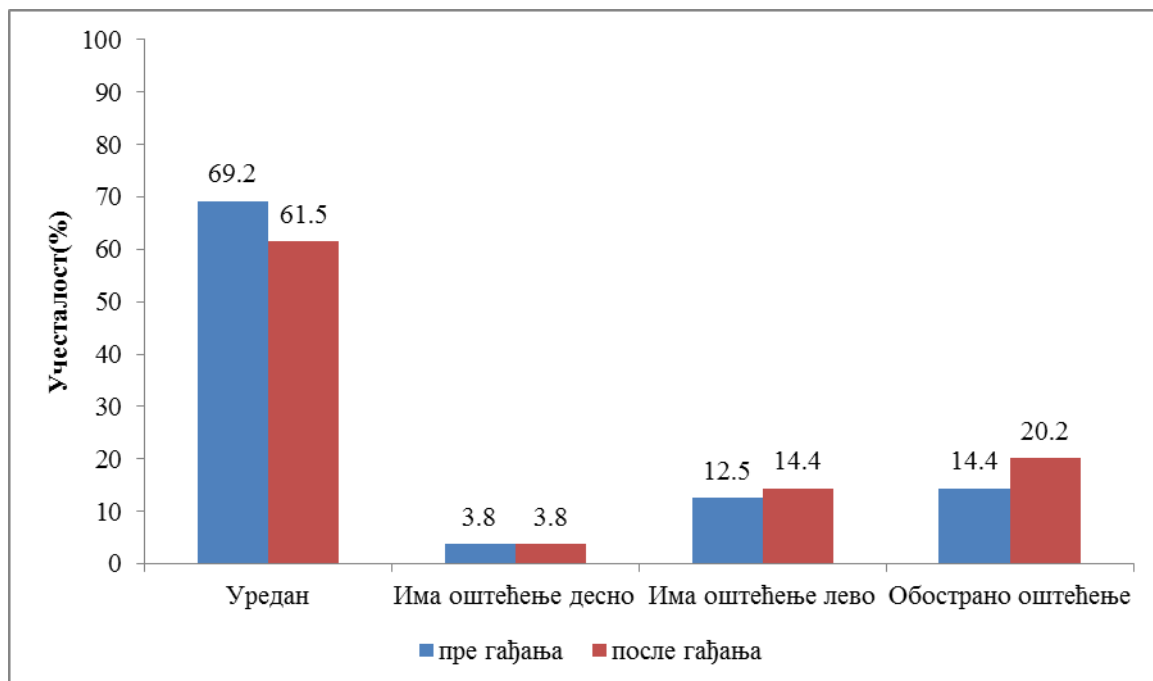
Фреквенција Hz	Статистичка значајност пре и после гађања	
	лево уво	десно уво
250	0,607	0,810
500	0,175	0,874
1k	0,116	0,534
2k	0,069	0,153
4k	0,061	0,004
6k	0,253	0,121
8k	0,378	0,090

Постоји **статистички значајна разлика** у средњим вредностима аудиограма за десно уво на фреквенцији 4k Hz ($p=0,004$).

Пре гађања уредан аудиограм имала су 72 (69,2%) испитаника, док су после гађања уредан аудиограм имала 64 (61,5%) испитаника, што је **статистички значајна разлика** ($p=0,008$). Испитаници су након гађања имали чешће аудиограм који није уредан.

Табела 31. Дистрибуција испитаника према налазу аудиограма

Налаз аудиограма пре и после гађања	пре гађања		после гађања	
	n	%	n	%
Уредан налаз аудиограма	72	69,2	64	61,5
Има оштећење десно	4	3,8	4	3,8
Има оштећење лево	13	12,5	15	14,4
Обострано оштећење	15	14,4	21	20,2



Графикон 14. Дистрибуција испитаника према налазу аудиограма

6. ДИСКУСИЈА

Још је *Robert Koch* у 19. веку рекао: „Доћи ће дан када ће бука постати један од великих непријатеља човека, тако да ћемо се борити са њом као некада против куге и колере“.

И заиста, савремено животно и радно окружење човека је бучно окружење. Бука делује на цео организам и посебно на орган чула слуха. С обзиром на то да је орган чула слуха, еволутивно посматрано, прилагођен за функционисање у тихом окружењу, јасно је да због тога трпи. Ограничене су могућности адаптације чула слуха на бучно окружење, а такође и целог организма на дејство буке. Зато реално постоји проблем такозване комуналне и индустријске буке с којим се човечанство данас суочава. Што се тиче самог дејства буке, посматрано кроз јединицу времена, постоји хронично и акутно дејство буке. Проблемом дејства буке, како хроничне, тако и акутне, бавили су се и баве се многи у свету. Препознат је и проблем буке у војној средини, како акутне, тако и хроничне. Проблемом акутне акустичне трауме у војној средини код нас бавили су се *Haralampiev, Paunović u Aleksić* (1,10-12).

У овом истраживању нас је занимало дејство импулсне буке која настаје приликом гађања из пешадијског наоружања (конкретно из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm) на орган чула слуха. Природни заштитни механизми, који се огледају кроз дејство мишића средњег ува (*m.tensor tympani, m.stapedius*), ограничени су и не пружају довољан степен заштите. Процењује се да се на тај начин штетно дејство буке смањи за око 10 dB, што је недовољно. Осим тога, латентни период до почетка дејства тог заштитног механизма износи неколико десетина милисекунди, а импулсна бука се мери у милисекундама, тако да нема времена да се заштита успостави.

У доступној литератури има веома мало података о нивоима буке у току гађања из пешадијског наоружања.

Више података постоји о оштећењу слуха у војној средини, али мало података постоји о директном дејству импулсне буке која потиче од пешадијског наоружања (19-27).

Ови подаци имају ограничену вредност, имајући у виду разлику између пешадијског наоружања које користе војске других земаља у односу на Војску Србије.

Енглески војни аутори наводе да је код противоклопног оружја калибра 84 mm измерен ниво звучног притиска од 188 dB, минобацача 188 dB, пешадијске пушке 160 dB и вишецевног ракетног бацача 145 dB (18).

Guida Hl. је, мерећи ниво буке на стрелиштима, евидентирао појаву буке са пиком до 146 dB, што је знатно изнад препоручене од 120 dB (78).

У нашој земљи, у току досадашњег испитивања услова радне и војне средине, више пута је обављено мерење буке при испалењу из пешадијског наоружања.

Према овим резултатима, ниво буке код аутоматске пушке достиже 134 dB, полуаутоматске пушке 137,5 dB, митраљеза 126-128 dB, пиштоља (у тунелу) 136 dB, ручног ракетног бацача 137-160 dB, минобацача 148 db (1).

Алексић Д. је, испитујући учесталост и степен оштећења слуха као последицу употребе пешадијског наоружања код припадника Војске Србије и Црне Горе, дошао до неколико закључака. При гађању из аутоматске пушке М70 7,62 mm измерени максимални нивои звучног притиска кретали су се између 133 и 161 dB (дозвољене граничне вредности су 140 dB по цивилним и војним стандардима). Аудиометријским испитивањем утврђени су знатно већа учесталост и степен оштећења слуха код експониране, у односу на контролну групу (1).

У нашем истраживању добили смо као резултат, који је аудиометријски потврђен, да је од 104 испитаника њих 17 (16,3%) задобило оштећење слуха после гађања из аутоматске пушке АП 70 7,62 mm.

Weckl С. је, испитујући утицај пешадијског наоружања на слух припадника Војске Бразила, утврдио да 20,79% испитаника има оштећење слуха, уз знатну разлику од инциденце код цивила (79).

Бојево гађање из аутоматске пушке даје одређене ефекте. Поделили смо их на аудитивне и екстра аудитивне. Од екстра аудитивних имали смо појаву главобоље у једном случају (1,0%). Од свих аудитивних ефеката, који су за нас значајнији у односу на екстра аудитивне, најучесталије је било зујање у ушима, које је регистровано код 29 (27,9%) испитаника, затим наглувост, регистрована у 16 (15,4%) случајева и на крају притисак у ушима, регистрован код 1 (1,0%) испитаника.

Притисак у ушима није имао ниједан испитаник са оштећењем ува (0,0%), а имао је један испитаник (1,1%) без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика.

Вртоглавицу након гађања није имао ниједан испитаник, са оштећењем слуха или без оштећења слуха.

Мучнину након гађања није имао ниједан испитаник, са оштећењем слуха или без оштећења слуха.

Главобољу није имао ниједан испитаник са оштећењем слуха (0,0%) а имао је један испитаник (1,1%) без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика.

Зујање је имало 58,8% испитаника са оштећењем слуха и 21,8% без оштећења слуха, што је **статистички значајна разлика**. Испитаници са оштећењем слуха након бојевог гађања имају знатно чешће и зујање у ушима. Ова чињеница може бити од значаја када је реч о практичној примени ове студије (о чему ће посебно бити речи у следећем поглављу). Наиме, податак да неко ко је био у улози извршиоца гађања из аутоматске пушке, или било ког оружја или оруђа, после гађања има зујање у ушима, упозорава нас на то да је врло вероватно да има и оштећење слуха. То нас обавезује да такве појединце упутимо на оториноларинголошки преглед и аудиометријско испитивање ради евентуалне потврде оштећења слуха.

Наглувост је имало 29,4% испитаника са оштећењем слуха и 12,6% без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика. Из ове и претходне констатације може се закључити да је практично значајнији симптом зујање у ушима од наглувости после гађања, у смислу упућивања на оториноларинголошки преглед и аудиометријску обраду ради евентуалне потврде оштећења слуха, у циљу благовремено спроведене терапије.

У сваком случају, мишљења смо да сваки појединац код ког се после гађања појави осећај једностраног или обостраног зујања и/или једностране или обостране наглувости и не повуче се до повратка у јединицу, треба обавезно да се јави на лекарски преглед код изабраног лекара. Он ће га упутити на оториноларинголошки преглед и аудиометријско испитивање слуха.

Неира В.А. је, испитујући војнике који су били изложени буци из пешадијског наоружања, пријавио да се у 23% случајева после гађања појавио тинитус, а у 7,6 % случајева оштећење слуха (80).

Група наших испитаника састојала се од 104 припадника Војске Србије. Сви су били мушког рода, старости од 23 до 55 година. Просечна старост свих испитаника у истраживању износила је $33,8 \pm 6,5$ година. Најмлађи испитаник имао је 23,0 а најстарији 55,0 година.

Просечно животно доба испитаника са оштећењем слуха износило је $33,6 \pm 6,4$ година, док је код испитаника без оштећења слуха износило $33,8 \pm 6,6$ година.

Не постоји статистички значајна разлика у животном добу између испитиваних група, тако да фактор, године живота није био од утицаја на учесталост појаве оштећења слуха.

Ефективни радни стаж, такође, није био од значаја за појаву оштећења слуха. Медијана ефективног радног стажа свих испитаника у истраживању износила је 10,0 година. Најнижа вредност износила је 1,0 а највиша 31,0 година.

Медијана ефективног радног стажа испитаника са оштећењем слуха износила је 10,0 година (опсег, 3,0-22,0), док је код испитаника без оштећења слуха износила 9,0 (опсег, 1,0-31,0). Не постоји статистички значајна разлика у медијанама ефективног радног стажа између испитиваних група.

Никотин делује вазоконстрикторно и на тај начин утиче на доток крви у ткива и органе и њихово снабдевање кисеоником и хранљивим материјама. Слабија исхрањеност унутрашњег ува доводи до вазоспазма и хипоксије, а последица тога су функционални поремећаји у реакцији сензорних ћелија.

Због тога смо испитивали и везу између навике пушења дувана и оштећења слуха после гађања.

Од свих испитаника укључених у истраживање, навику пушења имало је 40,4% испитаника. Навику пушења имало је 35,3% испитаника са оштећењем слуха и 41,4% испитаник без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика.

Већ смо истакли и значај комуналне буке. Орган чула слуха је стално изложен пријему звучних надражаја. За његово правилно функционисање потребан је одмор, поготово ако је дуже време изложен буци. С обзиром на то да је комунална бука јако изражена, истраживали смо и њен утицај кроз место становања наших испитаника. Испитаници су по месту становања подељени у три групе: град, приградско насеље и село.

Наши испитаници су најчешће становали у граду (63,5%), затим у приградском насељу (22,1%) и најређе на селу (14,4%).

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха након бојевог гађања, најчешће су живели у граду и не постоји статистички знатна разлика у учесталости места становања између испитиваних група.

Професионална војна лица у мирнодопским условима, у оквиру својих редовних радних активности и у оквиру опште војне обуке, изводе планирана, по годишњем

плану рада, гађања из оруђа и оружја. Гађања изводе на стрелиштима или полигонима, а број гађања у току године и врста оружја из којег се гађа зависи од рода или службе којој припадају.

Анализирали смо и статистички обрадили учесталост гађања наших испитаника у току године из аутоматске пушке АП М 70 7,62 mm, као и из оружја мањег и већег калибра од 7,62 mm. Закључили смо да не постоји статистички значајна разлика у медијанама гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm у години (АП/год) између испитиваних група (група испитаника са оштећењем слуха и без оштећења слуха).

Не постоји статистички значајна разлика у медијанама гађања из оружја мањег калибра од АП/год. између испитиваних група, а не постоји ни статистички значајна разлика у медијанама гађања из оружја већег калибра од АП/год. између испитиваних група.

Анализирали смо и однос између учесталости оштећења слуха и рамена на које испитаници ослањају кундак пушке приликом гађања. Познато је да се пушка, пушкомитраљез и митраљез при гађању одупиру кундаком о раме, а глава је при нишањењу у врату савијена. Уста цеви пушке су удаљена од ува у просеку 50-90 cm. Испаливање и стварање буке настаје на ушћу цеви и на око 10-20 cm од ува у лежишту метка (затварачу). Глава је за време гађања овим оружјем окренута у страну тако да је једно уво ближе извору буке. На тај начин је лево уво ближе постављено према затварачу, где се одвија испалење метка и стварање буке, док је десно уво заклоњено положајем главе при нишањењу. Такав положај главе и заштите десног ува назива се „екранизација“ или на енглеском „*shadow effect*“ . Тада је кундак пушке ослоњен на десно раме. Код особа које ослањају кундак пушке на лево раме, десно уво је ближе постављено извору буке (лежишту метка), док је лево уво делимично „заштићено“ описаним положајем главе при нишањењу (ефекат екранизације).

Од свих испитаника укључених у истраживање, пушку је на лево раме ослањало 7,7%, а на десно 92,3% испитаника, што је однос леворуких према десноруким особама. У нашем истраживању дошли смо до закључка да не постоји статистички значајна разлика у учесталости рамена на које се ослања пушка између испитиваних група (група испитаника са оштећењем слуха и без оштећења слуха).

За разлику од нашег истраживања, *Berg Rl.* извештава о чешћем оштећењу на левом у односу на десно уво због ефекта екранизације (81).

Професионална војна лица приликом извођења гађања делимично и повремено носе лична заштитна средства за заштиту од буке. Највећи број њих (53,8%) никада

приликом гађања није користио неко од личних заштитних средстава која штите од буке. Повремено користи неко од тих средстава 29,4%, а стално 17,6% испитаника.

Шта је разлог?

Један од разлога може бити чињеница да не постоји обавеза да се лична заштитна средства користе приликом гађања. Наиме, обавеза употребе личних заштитних средстава за заштиту од буке постоји приликом гађања у затвореним стрелиштима, док то није случај у отвореним стрелиштима. Професионална војна лица далеко чешће изводе гађања у отвореном простору (стрелишта, полигони, опитни полигони), а ретко у затвореном простору, којих има мање и који су резервисани за оружје мањег калибра (пиштољи).

Разлог може бити и чињеница да руковаоци гађања нису мотивисани да подстичу употребу личних заштитних средстава за заштиту од буке приликом извођења гађања зато што њихова употреба може да смањи квалитет међусобне вербалне комуникације („извршиоци гађања их слабије чују“). Основни циљ приликом извршења задатка гађања јесте да не дође до повређивања ватреним оружјем, или, још горе, рањавање са смртним исходом. Из тих разлога акценат је на поступцима и процедурама приликом гађања, што се мора поштовати да би се максимално превенирало могуће повређивање ватреним оружјем. За то је потребна јако добра вербална комуникација, команде се издају јасно и гласно и веома је битно да извршиоци гађања могу добро да чују команде. У пракси се зато често и дешава да руковалац гађања нареди да извршиоци гађања одстране неко од личних заштитних средстава за заштиту од буке (вата, чепићи за уши од силиконске масе или гуме) које су, у намери да се заштите од буке, поставили у спољашње ушне канале.

У овом истраживању не постоји статистички значајна разлика у степену употребе личних заштитних средстава за заштиту од буке у претходним годинама између испитиваних група (група испитаника са оштећењем слуха и без оштећења слуха).

После гађања код одређеног броја извршилаца гађања може доћи до појаве једностраног или обостраног зујања без наглувости, или у комбинацији са једностраном или обостраном наглувошћу. Приликом гађања испитаници испале на десетине метака, у зависности од типа наоружања и редног броја гађања. С обзиром на број испалених метака и буку која том приликом настане, очекивано је да се код одређеног броја извршилаца гађања појави зујање и/или наглувост.

Код свих испитаника у истраживању појава зујања и/или наглувости после гађања најчешће се јављала понекад (60,6%).

Испитаници са оштећењем слуха или без оштећења слуха, појаву зујања и/или наглувости после гађања најчешће су имали понекад.

Не постоји статистички значајна разлика у степену појаве зујања и/или наглувости после гађања између испитиваних група.

Код одређеног броја испитаника зујање или наглувост спонтано пролази. Познато је да се извесно време после излагања буци слабије чује. То је привремени губитак слуха, који се поврати после одређеног периода боравка у тишини. Аудиометријски се он описује као TTS (*Temporal Treshold Shift*).

Од свих испитаника укључених у истраживање, спонтан престанак зујања и/или наглувости после гађања имало је 88,6% њих.

Спонтан престанак зујања и/или наглувости после гађања имало је 100,0% испитаника са оштећењем слуха и 86,1% испитаника без оштећења слуха.

Не постоји статистички знатна разлика у учесталости спонтаног престанка зујања и/или наглувости после гађања између испитиваних група.

Од свих испитаника укључених у истраживање, посету лекару због зујања и/или наглувости после гађања имала су свега 3 испитаника (2,9%).

Због чега је тако слаб одзив?

Разлози тако слабог одзива на лекарски преглед после гађања, узимајући у обзир само оне који су имали неки од симптома, може се наћи у чињеници да велика већина извршилаца гађања већ има лично искуство са претходних гађања да је долазило до спонтаног престанка зујања. Они то искуство преносе и на млађе извршиоце код којих се зујање после гађања први пут појављује. Осим тога, и командири јединица и руковоаци гађања, због истог искуства, кажу појединцима којима се то деси да ће зујање спонтано проћи и да нема потребе да се јављају лекару. Одређени број оних који ипак дођу на лекарски преглед код изабраног лекара, не буде упућен специјалисти оториноларингологу, већ се са терапијом или без ње врати у јединицу. Тако је број оних који су после гађања имали зујање и/или наглувост и који је дошао код оториноларинголога врло мали. Циљ нам је да се сви они који после гађања имају било који симптом јаве оториноларингологу, да се код свих уради отоскопија и аудиометрија. На тај начин не би постојали случајеви код којих је дошло до оштећења слуха, а да нису добили одговарајућу терапију.

Лекара је због зујања и/или наглувости после гађања посетило 11,8% испитаника са оштећењем слуха и 1,1% испитаник без оштећења слуха.

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости посете лекару због зујања и/или наглувости после гађања између испитиваних група.

Од свих испитаника укључених у истраживање, спроведено лечење због зујања и/или наглувости после гађања имало је 2,9% њих.

Спроведено лечење због зујања и/или наглувости после гађања имало је 11,8% испитаника са оштећењем слуха и 1,1% испитаник без оштећења слуха.

Не постоји статистички значајна разлика у учесталости спроведеног лечења због зујања и/или наглувости после гађања између испитиваних група.

Сви наши испитаници су пре извођења бојевог гађања из аутоматске пушке АП М70 7,62 mm, психофизички били способни за гађање. То су они својим потписом потврдили, а и лекар оториноларинголог је својим прегледом исто констатовао.

С обзиром на чињеницу да је стрелиште „Бубањ Поток“, на којем је изведено гађање, наткривено стрелиште, изграђено је тако да има бетонске зидове са стране и металну кровну конструкцију. Материјали од којих је изграђено стрелиште не показују моћ апсорпције звука (буке) и највећи део звучне енергије се одбије о те површине. Стрелачка места 1, 2 и 3 као и 6, 7 и 8 означили смо као бочна места, места која су ближе бочним бетонским зидовима, а места 4 и 5 као централна места, места која су више удаљена од бочних бетонских зидова.

Од свих испитаника укључених у истраживање, бочно место гађања имало је око три четвртине испитаника, док је једна четвртина испитаника имало централно место гађања. Не постоји статистички значајна разлика између испитаника са оштећењем слуха или без оштећења слуха у односу на место гађања (централно или бочно).

У истраживању смо пратили стање слуха пре и после гађања и нисмо утицали на обавезу коришћења личних заштитних средстава против буке. Коришћење личних заштитних средстава било је ствар избора испитаника. Исто се односи и на врсту коришћених личних заштитних средстава против буке.

Од свих испитаника укључених у истраживање, заштитна средства на гађању користило је 28 (26,9%).

Заштитна средства на гађању користило је 5,9% испитаника са оштећењем слуха и 31,0% без оштећења слуха након гађања, што је **статистички значајна разлика**.

Овим смо потврдили да је оштећење слуха чешће код оних који не користе лична заштитна средства за заштиту од буке у односу на оне који та средства користе.

Ова чињеница говори о значају употребе личних заштитних средстава за заштиту од буке и препоручује њихову обавезну употребу.

Од заштитних средстава 4 испитаника (14,3%) су користила чепиће за уши, а 24 испитаника (85,7%) вату.

Поређења ради, *Dhammadejsakdi N.* је на тајландским војницима испитивао заштитну моћ слушних наушница и закључио да смањују учесталост акутне акустичне трауме 15 пута (82).

Honeth L. је потврдио да оштећење слуха може настати већ после првог излагања пуцњу без заштите, што истиче значај превенције употребом личних заштитних средстава (83).

Податак да оштећење слуха може настати већ после првог излагања буци подсећа нас на то да постоји индивидуална преосетљивост на буку, која се јавља у око 10% популације. И то је довољан разлог за препоруку обавезне заштите од буке личним заштитним средствима.

Као што постоји индивидуална преосетљивост на буку, тако постоји и индивидуална отпорност на буку.

Živić Lj. наводи да статистички подаци показују да 10% радника, иако раде у буци, у току свог радног века не добија оштећење слуха (77).

Saedi B. резултатима свог истраживања потврђује да изложеност импулсној буци при гађању из аутоматске пушке без заштите може представљати велику опасност за слух, поготово на високим фреквенцијама (84).

Meinke Dk. закључује да је ризик од оштећења слуха мањи ако се пуца из стојећег става и ако се користе лична заштитна средства (85).

Закључили смо, такође, да број испалених метака није од утицаја и да не постоји статистички значајна разлика у броју испалених метака између испитаника са оштећењем слуха и без оштећења слуха.

Субјективни осећај зујања и/или наглувости у ушима непосредно после гађања регистрован је преко „Упитника после гађања“. Код одређеног броја испитаника дошло је до побољшања стања, тако да је број испитаника који се изјаснио да је имао неки од симптома непосредно после гађања смањен. Тако је у тренутку прегледа број испитаника који су се изјаснили за неки од наведених симптома био мањи. Дошло је до спонтаног опоравка чула слуха, насталог одмором од излагања буци.

Од свих испитаника укључених у истраживање, зујање и/или наглувост непосредно након гађања имало је 40 (38,5%). Од тога је код одређеног броја

испитаника до прегледа дошло до спонтаног престанка наглувости и/или осећаја зујања, тако да је на прегледу 30 (28,8%) испитаника имало неки од симптома (зујање и/или наглувост).

Симптоме (зујање и/или наглувост) је непосредно после гађања имало 38,5% испитаника, док је на прегледу имало 28,8%, што је **статистички значајна разлика**. Дошло је до знатног смањења симптома у периоду непосредно после гађања до прегледа.

То је разумљиво зато што је дошло до опоравка ува у периоду од тренутка извршења гађања до доласка на оториноларинголошки преглед и спровођења аудиометрије.

Симптоме (зујање и/или наглувост) је на прегледу имало 58,8% испитаника са оштећењем слуха и 23,0% без оштећења слуха након гађања, што је **статистички значајна разлика**. Испитаници са оштећењем слуха су знатно чешће имали и симптоме у виду осећаја зујања и/или наглувости пре прегледа.

Ово нам је од практичног значаја јер нам скреће пажњу на везу између симптома (зујање у ушима, наглувост) и оштећења слуха и потврђује да таква лица треба упутити на оториноларинголошки преглед и аудиометрију.

Тинитус (зујање у уву) и наглувост, као субјективне осећаје, појединачно смо степеновали на скали од 1 до 10, при чему је 1 минимум, а 10 максимум одређеног осећаја.

Што се тиче субјективног осећаја наглувости, не постоји статистички значајна разлика у степену наглувости на левом уву, на десном уву, нити обострано, након гађања између испитиваних група (група са оштећењем слуха и група без оштећења слуха).

Такође, не постоји статистички значајна разлика у субјективном осећају степена зујања у левом, у десном, нити оба ува, након гађања између испитиваних група (група са оштећењем слуха и група без оштећења слуха).

Од осталих симптома, изузев наглувости и зујања, регистровани су притисак у ушима, вртоглавица, главобоља и мучнина. Ни код једног од наведених симптома не постоји статистички значајна разлика.

Отоскопски налаз на десном и на левом уву, и пре и после гађања, код свих испитаника (100%) је био уредан.

Податак да је отоскопски налаз после гађања у свим случајевима био уредан потврђује сазнање да код пушке и осталог пешадијског наоружања, због величине

барутног пуњења метка, нема бласт ефекта. Међутим, код артиљеријског оружја и оруђа, које због величине и тежине зрна има знатно веће барутно пуњење муниције, сусреће се бласт ефекат. Одсуство бласт ефекта код пешадијског наоружања знатно смањује, мада потпуно не искључује, могућност механичких повреда средњег ува, типа руптуре бубне опне.

Поред отоскопског налаза, који је био значајан за праћење постојања повезаности између промена на самом слушном апарату и аудитивних ефеката, регистровани смо и остале промене из области оториноларингологије.

Предоминирао је уредан оториноларинголошки налаз. Од осталог оториноларинголошког налаза, испитаници су најчешће имали девијацију носне преграде (DSN), затим хроничну упалу крајника, хипертрофију носних шкољки и најређе полипозу носа и расцеп усне.

Девијацију носне преграде имало је 6 (35,3%) испитаника са оштећењем слуха и 32 (36,8%) без оштећења слуха, што није статистички значајна разлика.

У овом истраживању од највећег значаја је аудиометријски налаз пре и после гађања, којим се потврђује постојање директне везе између краткотрајне буке високог интензитета (праска) која настаје приликом испалења из аутоматске пушке АП М 70 7,62 mm и оштећења слуха.

Пре гађања уредан аудиограм имала су 72 (69,2%) испитаника, док су после гађања уредан аудиограм имала 64 (61,5%) испитаника, што је **статистички значајна разлика** ($p=0,008$). Испитаници су након гађања имали чешће аудиограм који није уредан. Добили смо **статистички значајну разлику** у средњим вредностима аудиограма за десно уво на фреквенцији 4k Hz ($p=0,004$). То је и очекивано, имајући у виду да су слушне ћелије које реагују на фреквенцију од 4000 Hz распоређене у пределу базалног завоја пужа, који је својим положајем најизложенији директном дејству буке.

7. ЗАКЉУЧАК

На основу свеобухватног испитивања услова и учесника, припадника Војске Србије, бојевог гађања из аутоматске пушке АП М 70 7.62 mm и појаве аудитивних ефеката буке, која се ствара при гађању, што је изнето у резултатима и дискусији, можемо закључити следеће:

1. Код бојевог гађања из аутоматске пушке АП М 70 7.62 mm ствара се бука јачине до 134 dB, која је код 43,3% (45) припадника Војске Србије, од укупно 104 испитивана, који су изводили гађање, довела до појаве неких од аудитивних ефеката (зујање у ушима, наглувост, осећај притиска у ушима).
2. Најевидентнији и најзначајнији аудитивни ефекат бојевог гађања из аутоматске пушке АП М 70 7.62 mm било је оштећење слуха, потврђено аудиометријским испитивањем код 16,3% (17) испитаника, од њих укупно 104.
3. Аудиометријски је потврђено да се оштећење слуха најчешће догађа на типичном месту, фреквенцији од 4000 Hz, која локацијски одговара базалном завоју пужа, најизложенијем дејству буке.
4. Заштитна средства на гађању користило је 5,9% испитаника код којих је дошло до оштећења слуха након гађања и 31,0% код који није дошло до оштећења слуха након гађања. Оштећење слуха је чешће код оних који не користе лична заштитна средства за заштиту од буке у односу на оне који та средства користе.

5. Симптоме (зујање и/или наглувост) је непосредно после гађања имало 38,5% испитаника, док их је на прегледу имало 28,8%. Дошло је до знатног смањења симптома у периоду непосредно после гађања до прегледа.

6. Испитаници са оштећењем слуха, насталим после бојевог гађања, знатно чешће су имали и симптоме у виду осећаја зујања 58,8%, у односу на испитанике код којих није дошло до оштећења слуха 23,0% .

8. ПРЕДЛОЗИ ЗА ПРАКТИЧНУ ПРИМЕНУ СТУДИЈЕ

Практичан значај ове студије огледа се у томе што је доказано да настанак оштећења слуха код особа које изводе бојево гађање из аутоматске пушке зависи од употребе личних заштитних средстава. Правилником који регулише ову област употреба личних заштитних средстава обавезна је у стрелиштима затвореног типа, док то није случај на отвореним стрелиштима, као што је стрелиште „ Бубањ Поток“. Нередовна употреба личних заштитних средстава до сада се оправдавала отежаном вербалном комуникацијом. Зато ће се на основу закључака ове студије предложити следеће:

1. Усвајање новог Правилника, који ће наредбодавно регулисати обавезну употребу личних заштитних средстава на свим стрелиштима, без обзира на категорију.
2. Набавка активних заштитних наушница, које штите од штетног дејства буке и кроз које се, захваљујући уграђеној *bluetooth* функцији и радио вези, могу истовремено добијати команде приликом гађања. Истовремено, функција одређивања интензитета буке, која је уграђена у њима, омогућава заштиту од изненадних звукова, попут пуцња из ватреног оружја, а појачава говор и слабе сигнале и до 10 пута.
3. Уређење стрелишта, што подразумева смањење рефлектоване звучне енергије употребом изолационих материјала.

То би за последицу имало смањење инциденце акутних оштећења слуха, која настају као последица штетног дејства импулсне буке при гађању из пешадијског наоружања, а то је директно повезано са смањењем трошкова лечења особа код којих такво оштећење настане и прати их кроз живот.

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Aleksić D. Uticaj buke pri gađanju iz pešadijskog naoružanja na čulo sluha; Magistarski rad, VMA (2003).
2. Broadbent DE. Human performance and noise. In: Harris, ed. Handbook of Noise Control. New York. Mc Graw-Hill 1971; p.17.1-17.2.
3. Belojević G. Buka – hipotetički faktor rizika za nastanak esecijalne arterijske hipertenzije. Srp arh celok lek 1985; 113(3). 277-84.
4. Belojević G. Dejstvo buke na lučenje ACTH, kortizola i kateholamina. Arh hig rada toksikol 1985; 36(4): 411-18.
5. Belojević G, Nikolić M, Kecman G. Failure of industrial noise to change the patterns of vanilmandelic acid and 17-hydroxycorticosteroids in the urine of the female weavers with hearing loss. Int Arch Occup Environ Health 1990; 62(6): 441-44.
6. Zhao Y, Zhang S, Selin S, Spear RC. A dose response relation for noise induced hypertension. Br J Ind Med 1991; 48: 179-84.
7. Belojević G, Ohrstrom E, Rylander R. Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity. Int Arch Occup Environ Health 1990; 62(6): 441-44.
8. Bly S, Goddard M, Mc Lean J. A review of the effects of noise on the immune system. In: Vallet M. Editor. Noise as a public health problem. France: Arcueil Cedex, INRETS 1993; (2) p.509-512.
9. Manojlović Ć. Akutna profesionalna akustična trauma. U: Buka i vibracije. Zbornik radova drugog seminara o buci i vibracijama ; 1977 novembar 21.24. Beograd, Jugoslavija; beograd: Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu „ Dr Dragomir Karajović“; 1977.p.7-9.
10. Haralampiev K, Ristić B. Blast trauma uva. Vojnosanit Pregl 1991; 48(6) : 551-6.
11. Haralampiev K. Evolucija akustično-vestibularnih oštećenja nastalih dejstvom akustičke i vlast traume. Doktorska disertacija; Beograd. VMA, 1975.
12. Paunović S. Etiologija i prevencija akustičko-vestibularnih oštećenja nastalih dejstvom akustičke traume i aeroblastom u artiljerijskim i pešadijskim jedinicama. Doktorska disertacija; Niš: Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet, 1978.

13. Jakovljević B, Belojević G. Saobraćajna buka i mentalno zdravlje. Beograd: Medicinski fakultet; 1998.
14. Hrnjak M, Giser A, Dželajlija S, Basarić G, Živković D. Buka koja potiče od sredstava veze. Naučno-tehnički Pregl 1998; 48 (2): 32-5.
15. Hrnjak M, Giser A, Dželajlija S, Basarić G. Buka u radnim i smeštajnim prostorijama ratnih brodova. Naučno-tehnički Pregl 1998; 48 (1):36-39.
16. Petrović D, Hrnjak M. Buka i njeno auditivno dejstvo na članove posada borbenih oklopnih vozila. Vojnosanit Pregl 1987; 44:16-19.
17. Milošević V. Naoružanje i oprema policije i vojske. Beograd: Policijska akademija; 1999.
18. Cain PA. Update – Noise Induced Hearing Loss and the Military Environment. JR Army Med Corps 1998; 144:97-101.
19. Chung DY, Gannon RP, Willson GN, Mason K. Snooting, Sensorineural Hearing Loss, and Workers Compensation. J Occup Med 1981; 144:97-101.
20. Owen JR. Noise Induced Hearing Loss in Military Helicopters Aircrew-A review of the Evidence. JR Army Med Corps 1995; 141:98-101.
21. Owen JR. A survey of hearing loss in army aircrew. Occup Med 1996; 46 (1):53-8.
22. Kersebaum M, Bennet JDC. Acute Acoustic Trauma – Its Features and Management. JR Army Med Corps 1998; 144:156-58.
23. Price C R, Kall J T, Garinther G R. Towards a Measure of Auditory Handicap in the Army. Ann Otol Rhinol Laryngol 1989; 98:45-52.
24. Pekkarinen J, Iki M, Starck J, Rykko I. Hearing Loss Risk from Exposure to Shooting Impulses in Workers Exposed to Occupational Noise. Br J Audiol 1993; 27:175-82.
25. Anderson J. An Audiometric Survey of Royal Artillery Gun Following Operation Corporate. J R Army Med Corps 1984; 130:100-8.
26. Starck J, Topila E, Pyykko I. The role of free-time and military exposure in total life noise exposure. In: 2001 Exposure Assessment in Epidemiology and Practice. Proceedings of the X Conference on Exposure Assessment in Epidemiology and Practice; 2001 June 10-13; Geteborg, Sweden, Stockholm: National Institute for Working life; 2001.p. 100-2.
27. Dvorak R, Černý E. Akutni akusticke trauma u vojaku. Voj Zdrav Listy 1983; (52):14-17.
28. Paunović S, Joksimović V, Jubišić B, Paunović M. Rezultati ispitivanja uticaja buke na čoveka i mogućnosti efikasne zaštite. U: Buka i vibracije u životnoj i radnoj

- sredini. Zbornik radova XV Jugoslovenske i III Međunarodne konferencije; 1995 Oktobar 11-13, Niš, Jugoslavija; Niš: Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu; 1995.p.167-9.
29. Tričković K, Magueri U, Ilić D, Ignjatović D, Bošnjak M, Milijić D. Antifon „Otosan“ sa tragokompresijom i čep obodom. U: Buka i vibracije u životnoj i radnoj sredini. Zbornik radova XV Jugoslovenske i III Međunarodne konferencije; 1995 Oktobar 11-13, Niš, Jugoslavija; Niš: Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu; 1995.p.163-5.
30. Toppila E, Starck J, Pyykko I. The effect of hearing protectors to exposure in cold environment. In: 2001 Exposure Assessment in Epidemiology and Practice. Proceedings of the X Conference on Exposure Assessment in Epidemiology and Practice 2001 June 10-13; Geteborg, Sweden, Stockholm: National Institute for Working life; 2001.p. 10-4.
31. Madory DR. Noise and hearing conservation. In: Bowler M.R, Cone J.E, editors. Occupational medicine secrets. Philadelphia: Hanley Belfus inc.; 1999.p.163-170.
32. Occupational Safety and Health Administration: Occupational noise exposure: Hearing conservation amendment. Final rule. Fed Reg 1983; 46:9738-85.
33. Hamery P, Dancer A. A new Nonlinear Ear Plugs for Protection Against Impulse Noise. In: Carter N, Job RFS, editors. NOISE EFFECTS 98. Proceedings of the 7 th international congress on noise as a public health problem; 1998 November 22-26, Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects 98 PTY LTD; 1998.p. 95-8.
34. Hann Y I, Melik R W. Comparison Between Subjective and Objective Measures of Audiometric Headset and Military Helmet Attenuation. In: Carter N, Job RFS, editors. NOISE EFFECTS 98. Proceedings of the 7 th international congress on noise as a public health problem; 1998 November 22-26, Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects 98 PTY LTD; 1998.p. 143-6.
35. Simonović M, Kalić D, Pravica P. Buka- štetna dejstva, merenja i zaštita. Niš: Institut za dokumentaciju zaštite na radu „ Edvard Kardelj“; 1988.
36. Giser A. Zvuk. U: Vidaković A urednik. Medicina rada I. Beograd: KCS-Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu “Dr Dragomir Karajović” I Udruženje za medicine rada Jugoslavije; 1996. P. 238-43.

37. Budisavljević BB i sarad. Buka, osnovi, analiza, izvori i zaštita. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, institut za ispitivanje materijala-IMS dd, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu; 1998.
38. Sabljčić Lj. Čovek i buka. U: Buka i vibracije .Zbornik radova drugog seminara o buci i vibracijama ; 1977 Novembar 21-24. Beograd, Jugoslavija; Beograd. Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu“ Dr Dragomir Karajović“; 1977.p.16-9.
39. Ward WD. Proposed damage-risk criterion for impulse noise (gunfire). Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics; 1968.
40. Žunjić A. Fundamentalna razmatranja ekvivalentnog nivoa buke.U: ERGONOMIJA 98. Zbornik radova jugoslovenskog naučno stručnog skupa . 1998 Novembar-5; Beograd, Jugoslavija; Beograd: EDY u, 1998.p. 97-98.
41. Burns W, Robinson DW. Hearing and noise in industry. London: Her Majesty's Stationery Office; 1970.
42. Robinson DW. The relationships betw hearing loss and noise exposure. Tedington, United Kingdom: National Physical Laboratory, NPL Aero Report Ac 32,1968.
43. Atherley GRC, Martin AM. Equivalent-continuous noise level as a measure of injury from impact and impulse noise. Ann Occup Hyg 1971; 14:11-28.
44. Pravilnik o merama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama;“Službeni list SFRJ“ br.21/92.
45. Žuravlev AB, Antipin VG. Sovremennoe sostojanie problemy giginеcheskoj ocenki Proizvodstvennyh impul'snyh шумов (obzor literatury). Gig Tr.Prof Zabol 1991;35(7):27-9.
46. Suvorov GA, Afanaseva RF, Pal'cev JU P, Prokopenko LV. Reglamentacija fizičeskih faktorov. Itogi i perspektivy. Med Tr Prom Ekol 1998; 6:26-30.
47. Henderson D, Hamernik RP. Impulse noise: critical review. J Acous Soc Am 1986 ; 80 (2) 569-84.
48. Criteria for a recommended standard. Occupational Noise Exposure- Revised Criteria 1998. National Institute for Occupational Safety and Health , Cincinnati, Ohio ; 1998.
49. ISO 2204: 1979 (E). Acoustics- Guide to the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on man.
50. Roddin A A, Nudeljman E.Š, Lerner G.B, Cvetjanskij V.J. Dinamičeskie izmerenija v artilerijskoj praktike. PENZA; 1968.
51. MIL-STD- 1474B(MI), Noise Limits form Army Material. 18 July 1981.

52. Bongartz H. Der Waffenknull und das Gehor. Wehrtechnik 1974; 12.
53. Richmond R D, Damon G E. Biomedical Effects of Impulse Noise. Fortifikatorisk Notat NR 1993; 209:1-20.
54. Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja radne sredine i oruđa za rad. Sl. glasnik RS br. 79/93.
55. Pravilnik o opštim merama i normativima zaštite na radu za građevinske objekte namenjene za radne i pomoćne prostorije. Sl. glasnik RS br.18/91.
56. JUS U. J6.090: 1992-Merenje buke u komunalnoj sredini.
57. CHABA . Proposed damage risk criterion for impulse noise. Report of Working Group 57, Committee on Hearing, Bioacoustic and Biomechanics, National Academy of Sciences. Washington DC; 1968.
58. Guberan E, Fernandez J, Cardinet J, Terrier G. Hazardous exposure to industrial impact noise: Persistent effect on hearing. Ann Occup Hyg 1971; 14:345-50.
59. Atherley GRC. Noise-induced hearing loss: the energy principle for recurrent impact noise and noise exposure close to the recommended limits. Ann Occup Hyg 1973; 16: 183-193.
60. Smoorenburg F G. Effects of Impulse Noise on Man. In: Carter N, Job RFS, editors. NOISE EFFECTS 98. Proceedings of the 7 th international congress on noise as a public health problem; 1998 November 22-26; Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects 98 PTY LTD; 1998.p. 1-9.
61. Price GR, Kalb JT. Modeling auditory hazard from impulses with large low-frequency components. J Acoust Soc Am 1996; 99:2464.
62. Irle H, Strasser H. Influence of the Number of Impulses and the Impulse Duration on Hearing Threshold Shifts. In: Carter N, Job RFS, editors. NOISE EFFECTS 98. Proceedings of the 7 th international congress on noise as a public health problem; 1998 November 22-26; Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects 98 PTY LTD; 1998.p. 59-62.
63. Strasser H, Irle H. Traditional analysis, and rating of noise exposures-a critical review from ergonomics point of view. In: 2001 Exposure Assessment in Epidemiology and Practice. Proceedings of the X Conference on Exposure Assessment in Epidemiology and Practice; 2001 June 10-13; Goteborg, Sweden, Stockholm: National Institute for Working life; 2001.p.54-9.
64. Franks RJ. Preventing noise-induced hearing loss. A perspective view from the next millennium. In: Carter N, Job RFS, editors. NOISE EFFECTS 98. Proceedings of the

- 7 th international congress on noise as a public health problem; 1998 November 22-26; Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects 98 PTY LTD; 1998.p. 59-62.
65. ACGIH. 1995-1996 treshold limit values (TLVs) for chemical substances and physical agents and biological exposure indices (BEI s). Cincinnati, OH: American Conference of Govermental Industrial Hygienists;1995.
66. ISO 1999: 1990- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
67. Carter NL, French HT, LePage EL, Booth S. Aural Reflex Eliciting Earmuffs for Artillery Gun Crew. In: Carter N, Job RFS,editors. NOISE EFFECTS 98. Proceedings of the 7 th international congress on noise as a public health problem; 1998 November 22-26; Sydney, Australia. Sydney: Noise Effects 98 PTY LTD; 1998.p. 63-7.
68. BiočaninR, Amidžić B, Bektašević S. Noise and vibration: Physical pollutants and disorders of work and human environment. *IMK-14 - Istraživanjeirazvoj*, (2009), 15(3-4), 153-160.
69. Miller J, Effects of noise on people. *J Acous Soc Am* 1974; 56(3):729-63.
70. Hennderson D, Subramaniam M, Gratton MA, Saunders SS. Impact noise: the importance of level, duration, and repetition rate. *J Acous Soc Am* 1991; 89(3):1350-57.
71. Berry BF, Bisping R. CEC joint project on impulse noise: physical quantification methods. *Noise as a Public Health Problem*. Stockholm: Swedish Council for Building Research,1988;(3):153-8.
72. Suvorov GA, Škarinov LN et al. Gigijeničeskoe značenje pikov raspredelenija urovnjej nepostojanyh šumov. *Gig Tr Prof Zabol* 1987; 3.17-19.
73. Spremo, S., & Stupar, Z. Characteristics of sensorineural hearing loss secondary to inner ear acoustic trauma. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, (2008). 136(5-6), 221-225.
74. Rampal Kg, Ismail NH. Auditory Disorders. In: Koh D, Kee Seng C, Jeyaratnam J, editors. *Rextbook of occupational medicine practice 2 nd ed*. Singapore: World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd; 2001. P. 286-312
75. Černak I, Ignjatović D, Anđelić G, Savić J. Metaboličke promene kao sastavni deo opšte reakcije organizma na delovanje udarnog talasa. *Vojnosanit Pregl* 1991; 48(6):515-22.

76. Živić Đ, Živić LJ, Buka, slušni zamor i impedancmetrija, monografija, (Kragujevac : Prizma) (2001).
77. Živić Lj, Promene u kvalitetima stapedijalnog refleksa pod dejstvom buke. Doktorska disertacija. Medicinski Fakultet Univerziteta u Beogradu. 2000.
78. Guida HL, Taxini CL, Gonçalves CG, Valenti VE. Evaluation of hearing protection used by police officers in the shooting range. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2014;80:515–21.
79. Weckl C, Fantinel RG, Silva NRS. Achados audiologicos em individuos das forcas armadas da regio sul. *REV CEFAS.*2003;5:265-71.
80. Heupa B A, Goncalves C, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Braz.j.otorhinolaryngol.(Impr.) vol.77 no.6 Sao Paulo nov/dec.2011.*
81. Berg RL, Pickett W, Linneman JG, Wood DJ, Marlenga B. Asymmetry in noise-induced hearing loss: Evaluation of two competing theories. *Noise Health* 2014;16:102-7
82. Dhammadejsakdi D, Booninicul S, Jaruchinda S, Aramrattana A, Eiumtracul S. Prevention of acute acoustic trauma by earmuffs during military training. *J. Med. Assoc. Thai.* 2009 Feb;92 Suppl 1:S1-6.
83. Honeth L, Ström P, Ploner A, Bagger-Sjöbäck D, Rosenhall U, Nyrén O. Shooting history and presence of high-frequency hearing impairment in swedish hunters: A cross-sectional internet-based observational study. *Noise Health* 2015;17:273-81.
84. Saedi B, Ghasemi M, Motiee M, Mojtahed M, Safavi A. Transient threshold shift after gunshot noise exposure. 2013;9(2):133-9.
85. Meinke DK, Murphy WJ, Finan DS, et al. Auditory risk estimates for youth target shooting. *International journal of audiology.* 2014;53(0 2):S16-S25. doi:10.3109/14992027.2013.865845.

10. ПРИЛОЗИ

10.1. УПИТНИК ПРЕ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА

10.2. УПИТНИК ПОСЛЕ ИЗВРШЕНОГ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА

10.3. ИНФОРМАЦИЈА ЗА ИСПИТАНИКА

10.4. ПИСАНИ ПРИСТАНАК ИСПИТАНИКА

Прилог бр. 1

УПИТНИК ПРЕ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА

ИД бр. _____

(Попуњава извршилац гађања лично или лекар интервјуише испитаника и попуњава)

ЧИН, ИМЕ И ПРЕЗИМЕ _____

ВОЈНА ПОШТА и контакт телефон (службени) _____

1. Датум рођења (дан, месец и година) _____
2. Колико имате ефективног радног стажа? _____
3. Колико пута годишње изводите гађање из аутоматске пушке АР М70 7,62mm? _____
4. Колико пута годишње изводите гађање из било којег другог оружја мањег калибра од аутоматске пушке АР М70 7,62mm? _____
5. Колико пута годишње изводите гађање из било којег оруђа или другог оружја већег калибра од аутоматске пушке АР М70 7,62mm? _____
6. На које раме ослањате пушку приликом гађања? а) десно б) лево
7. Да ли при гађању користите заштитна средства? а) да б) не в) повремено
8. Да ли сте после гађања осећали зујање и/или наглувост?
а) никад б) понекад в) скоро увек г) увек
9. Да ли је зујање и/или наглувост пролазила спонтано? а) да б) не
10. Да ли сте се због тога обраћали лекару? а) да б) не
11. Да ли је спроведено лечење (ако је одговор на претходно питање да)? а) да б) не
12. Да ли имате заосталих последица од претходних гађања? а) да б) не
13. Које су то последице (ако је одговор на претходно питање да)?
а) зујање б) наглувост в) зујање и наглувост
14. Да ли сте у детињству имали проблема са слухом? а) да б) не
15. Живите у: а) граду б) приградском насељу в) селу
16. Да ли сте пушач? а) да б) не
17. Колико често имате редовне систематске прегледе који садрже и ОРЛ преглед?
а) једном годишње б) једном у 2 године в) ређе од наведеног
18. Да ли тренутно имате било који проблем са слухом? а) да б) не
19. Да ли тренутно имате било који здравствени проблем? а) да б) не
20. Да ли се психофизички осећате способним за предстојеће гађање из АП М70?
а) да б) не

(Попуњава лекар)

21. Отоскопски налаз лево _____ десно _____

22. Остали ОРЛ налази _____

23. Аудиограм _____

Попуњавати уписивањем, заокруживањем, подвлачењем.

Захваљујемо Вам на доприносу научном истраживању који сте дали попуњавањем овог упитника.

Потпис испитаника _____

М.П.

Потпис и факсимил лекара _____

Датум _____

Место _____

Прилог бр. 2

УПИТНИК ПОСЛЕ ИЗВРШЕНОГ БОЈЕВОГ ГАЂАЊА

ИД бр. _____

(Попуњава извршилац гађања лично или лекар интервјуише испитаника и попуњава)

ЧИН, ИМЕ И ПРЕЗИМЕ _____

ВОЈНА ПОШТА _____

ТИП, МОДЕЛ И КАЛИБАР ОРУЖЈА ИЗ КОЈЕГ СТЕ ГАЂАЛИ АР _____

1. Редни број стрељачког места са којег сте гађали _____
2. Да ли сте користили лична заштитна средства приликом гађања? а) да б) не
3. Које средство сте користили (ако је одговор на претходно питање **да**)? _____
4. Колико сте метака испалили? _____
5. Да ли сте непосредно после гађања имали осећај зујања у једном или оба уха, или осећај једностране или обостране наглувости? а) да б) не
6. Да ли сада имате осећај једностраног или обостраног зујања, или осећај једностране или обостране наглувости? а) да б) не
7. Ако је одговор на претходно питање **да**, наведите шта осећате и одредите степен промене по Вашој процени од 1 до 10 (при чему је 1 минимум, а 10 максимум одређене промене)

Зујање у левом уву _____ 1____ 2____ 3____ 4____ 5____ 6____ 7____ 8____ 9____ 10____

Зујање у десном уву _____ 1____ 2____ 3____ 4____ 5____ 6____ 7____ 8____ 9____ 10____

Обострано зујање _____ 1____ 2____ 3____ 4____ 5____ 6____ 7____ 8____ 9____ 10____

Наглувост на левом уву _____ 1____ 2____ 3____ 4____ 5____ 6____ 7____ 8____ 9____ 10____

Наглувост на десном уву _____ 1____ 2____ 3____ 4____ 5____ 6____ 7____ 8____ 9____ 10____

Обострана наглувост _____ 1____ 2____ 3____ 4____ 5____ 6____ 7____ 8____ 9____ 10____

8. Наведите ако осећате и нешто друго, што није горе наведено _____

(Попуњава лекар)

9. Отоскопски налаз лево _____ десно _____

10. Остали ОРЛ налази _____

11. Аудиограм _____

Попуњавати уписивањем, заокруживањем, подвлачењем. Захваљујемо Вам на доприносу научном истраживању који сте дали попуњавањем овог упитника.

Потпис испитаника _____

Потпис и факсимил лекара _____

МП _____

Датум _____

Место _____

Прилог бр. 3

ИНФОРМАЦИЈА ЗА ИСПИТАНИКА

Ово је проспективна опсервациона студија под називом „Аудитивни ефекти бојевог гађања из аутоматске пушке код професионалних војних лица“.

У студију ће бити укључени само они који дају писани пристанак. Да бисте лакше донели одлуку о учешћу у овом истраживању, даћемо Вам сажету информацију о суштини истраживања.

У овој студији истраживаће се дејство буке на слух приликом бојевог гађања из аутоматске пушке. Ви сте замољени да пристанете на учешће у овом истраживању зато што припадате популацији која изводи бојево гађање у току својих редовних радних активности. Прво што се захтева од Вас јесте попуњавање „Упитника пре гађања“. Затим ће се над Вама обавити стандардни оториноларинголошки преглед (идентичан ономе који се обавља над Вама на Вашим редовним систематским прегледима). Од дијагностичких процедура обавиће се аудиометрија („мерење слуха на апарату“). То је неинвазивна медицинска дијагностичка процедура, која је на већини од вас већ спровођена. После извршеног гађања попунићете „Упитник после гађања“ и поновиће се оториноларинголошки преглед и аудиометрија. Практична примена овог истраживања огледа се у томе што ће се истаћи значај превенције оштећења слуха приликом гађања, кроз уређење самог стрелишта и употребу личних заштитних средстава.

Обавештавамо Вас да је учешће у овом истраживању на добровољном принципу и да они који одбију учешће неће сносити никакве последице. Свима који пристану, унапред захваљујемо на личном доприносу научном истраживању. Такође Вас обавештавамо да у сваком тренутку, без икаквих последица, можете да повучете свој пристанак на учешће у истраживању.

Прилог бр. 4

ПИСАНИ ПРИСТАНАК ИСПИТАНИКА

Прочитао сам горе наведену информацију, разумео сам је и својим потписом дајем пристанак на добровољно учешће у истраживању.

Име, презиме и потпис испитаника _____

Име, презиме и потпис истраживача _____

Датум _____ Место _____

11. СКРАЋЕНИЦЕ:

AP = аутоматска пушка

VMA = Војно Медицинска Академија

m = метар

Hz = херц

dB = децибел

J = џул

W = ват

Pa = паскал

f = фреквенција

c = брзина звука

λ = таласна дужина

Na = натријум

K = калијум

ATP = аденозин-трифосфат

TTS = (*Temporal Threshold Shift*) = привремени пад слуха

PTS = (*Permanent Threshold Shift*) = стални губитак слуха

тзв. = такозвани

др. = други

год = година

DSN = *Deviatio septi nasi* (девијација носне преграде)