

Универзитет у Београду  
Факултет за специјалну  
едукацију и рехабилитацију

# НАЦИОНАЛНИ НАУЧНИ СКУП

Интервенције у  
раном детињству  
и предшколству

Зборник радова

*Београд,  
22. децембар 2023.*

Београд, 2023.

Универзитет у Београду  
Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију

**НАЦИОНАЛНИ НАУЧНИ СКУП**

**„ИНТЕРВЕНЦИЈЕ У РАНОМ ДЕТИЊСТВУ И  
ПРЕДШКОЛСТВУ”**

*Београд, 22. децембар 2023.*

**ЗБОРНИК РАДОВА**

Београд, 2023.

НАЦИОНАЛНИ НАУЧНИ СКУП  
„ИНТЕРВЕНЦИЈЕ У РАНОМ ДЕТИЊСТВУ И ПРЕДШКОЛСТВУ”  
Београд, 22. децембар 2023. године  
ЗБОРНИК РАДОВА

Рецензенти:

Проф. др Маја Ивановић  
Проф. др Марија Анђелковић

Издавач:

Универзитет у Београду  
Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију (ИЦФ)  
11000 Београд, Високог Стевана 2  
www.fasper.bg.ac.rs

За издавача:

Проф. др Марина Шестић, декан

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Светлана Каљача

Уредници:

Проф. др Александра Ђурић Здравковић  
Проф. др Слободанка Антић  
Доц. др Јасмина Максић

Дизајн насловне стране:

Зоран Јованковић

Компјутерска обрада текста:

Биљана Красић

Штампа омота и нарезивање ЦД:

Универзитет у Београду – Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију (ИЦФ)

Зборник радова ће бити публикован у електронском облику – ЦД

Тираж: 200

ISBN-978-86-6203-175-4

Наставно-научно веће Универзитета у Београду – Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију, на седници одржаној 14.11.2023. године, Одлуком бр. 3/192 од 23.11.2023. године, усвојило је рецензије рукописа Зборника радова „Интервенције у раном детињству и предшколству”.

Зборник радова је настао као резултат Пројекта „Интервенције у раном детињству и предшколству” чију реализацију је сопственим средствима подржао Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију (руководилац Пројекта проф. др Мирјана Ђорђевић), као и резултат пројеката које финансира Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (број уговора 451-03-47/2023-01/200096).

## ВЕСТИБУЛАРНА ДИСФУНКЦИЈА КОД ГЛУВЕ И НАГЛУВЕ ДЕЦЕ

Снежана БАБАЦ<sup>1,2</sup>, Душица ИЛИЋ<sup>1</sup>, Ивана ИЛИЋ САВИЋ<sup>2</sup>,  
 Мирјана ПЕТРОВИЋ ЛАЗИЋ<sup>2</sup>, Немања РАДИВОЈЕВИЋ<sup>3</sup>,  
 Емилија ЖИВКОВИЋ МАРИНКОВ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Клиника за оториноларингологију Клиничко-болничког центра  
 „Звездара”, Београд

<sup>2</sup> Универзитет у Београду – Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију

<sup>3</sup> Клиника за Оториноларингологију и максилофацијалну хирургију,  
 Клинички центар Србије, Београд

<sup>4</sup> Клиника за болести ува грла и носа, Клинички центар, Ниш

### Апстракт

Вестибуларна дисфункција код глуве или наглуве деце, може коегзистирати са примарним стањем и додатно допринети инвалидитету. У поређењу са оштећењем слуха о вестибуларним дисфункцијама у дечијој популацији се далеко мање зна. Преваленција вестибуларне дисфункције код глуве и наглуве деце креће се између 20% и 70%. Када је присутна, вестибуларна дисфункција представља важан удружени сензорни дефицит који може угрозити развој моторичних способности и може имати значајан негативан утицај на квалитет живота слушно оштећене деце. С обзиром на анатомску близину чула слуха и чула за равнотежу и развоја технолошких могућности испитивања вестибуларног чула, уз дијагностику и третирање оштећења слуха као примарног сензорног дефицита клинички циљ постаје и процена и третирање вестибуларне дисфункције. Циљ овога рада је да се прегледом доступне литературе укаже на етиологију, клиничке карактеристике и дијагностичке протоколе вестибуларних дисфункција код глуве и наглуве деце. Претрагом електронске базе података Конзорцијума библиотека Србије за обједињену набавку- КоБСОН, као и претрагама преко претраживача Google Scholar, прикупљени су и анализирани радови који се односе на вестибуларну дисфункцију код деце са оштећењем слуха. Свест о постојању удруженог вестибуларног дефицита код глуве и наглуве деце може допринети раној дијагнози, интервенцији и бољим исходима лечења.

**Кључне речи:** вестибуларна дисфункција, наглувост код деце, глувоћа код деце, клиничке карактеристике вестибуларне дисфункције, дијагностика вестибуларне дисфункције

### УВОД

Тешко сензоринурално оштећење слуха представља најчећи урођени сензорни дефицит који се јавља код 1-3 на 1000 живорођене деце (Бабац и сар., 2007). Оштећење слуха може настати и касније током детињства уз захватање оба или

само једног ува. С обзиром на анатомску близину чула слуха и чула за равнотежу, вестибуларна дисфункција је најчешћи пратећи коморбидитет оштећења слуха. Постоји велики број објављених радова о преваленцији вестибуларне дисфункције код одраслих глувих и/или наглувих

особа за разлику од мањег броја студија на дечијој популацији (Casani et al., 2015). Такође у поређењу са оштећењем слуха о вестибуларним дисфункцијама код деце се далеко мање зна, јер се често дијагностика занемарује у односу на испитивање слуха. Када је присутна, вестибуларна дисфункција представља важан удружени сензорни дефицит који може угрозити развој моторичних способности и може имати значајан негативан утицај на квалитет живота слушно оштећене деце.

Према подацима из литературе опсег преваленције вестибуларне дисфункције код глуве и/или наглуве деце је велики, услед недовољног броја радова, неусаглашених дијагностичких критеријума и креће се распону између 20%-70% (Cushing et al., 2013; Verbecque et al., 2017). Према наводима Кушинга и сарадника 50% деце са дубоким обостраним сензорнеуралним оштећењем слуха има неки степен вестибуларне дисфункције а 35% има тотално оштећење или веома тешко оштећење (Cushing et al., 2013; Hazen & Cushing, 2021). У једној студији показано је да и средње тешке наглувости могу бити удружене са вестибуларном дисфункцијом (Gadsbøll et al., 2022). Зоу и сарадници су утврдили преваленцију дисфункције сакулуса код деце са сензорнеуралним оштећењем слуха тестирањем вестибуларним евоцираним миогеним потенцијалима (*VEMP*) од чак 91,3% (Zhou et al., 2009). Према резултатима истраживања две студије лошијег квалитета, лезија отолитне функције је присутна између 17% и 33% код глуве и наглуве деце (Shinjo et al., 2007; Sokolov et al., 2019) док су висококвалитетне студије имале преваленцију између 7,5% и 96,1% (Hogak et al., 1988; Rine et al., 2000). Дисфункција полукружних канала према истраживањима креће се од 5%-58,8%

(Potter et al., 1984; Schwab & Kontorinis, 2011; Sokolov et al., 2019). За разлику од поменитих студија које су утврдиле смањену или угашену функцију (хипорефлексију или арефлексију) одређених анатомских делова периферног вестибуларног чула, само две студије су утврдиле хиперфункцију полукружних канала, Шваб и Конторинис (Schwab & Kontorinis, 2011) код 5% а Рине и сарадници код 46,2% (Rine et al., 2000). Мање се зна о учесталости вестибуларне дисфункције код деце са једностраним оштећењем слуха. Соколов и сарадници су утврдили да је оштећење вестибуларног чула често присутно и код деце са једностраним сензорнеуралним оштећењем слуха, посебно на захваћеном уву, али мање учестало и лакше него код деце са обостраним сензорнеуралним оштећењем слуха (Sokolov et al., 2019).

Циљ овога рада је да се прегледом доступне литературе укаже на етиологију, клиничке карактеристике и дијагностичке протоколе вестибуларних дисфункција код глуве и наглуве деце.

## МЕТОД

Претрагом електронске базе података Конзорцијума библиотека Србије за обједињену набавку - КоБСОН, као и претрагама преко претраживача *Google Scholar*, прикупљени су и анализирани радови који се односе на вестибулану дисфункцију код деце са оштећењем слуха.

## Етиологија

С обзиром на анатомску близину вестибуларног и чула слуха у унутрашњем уву, истог ембрионалног порекла, заједничке екстрацелуларне перилимфне течности,

чињенице да су оба чула механорецептори са сличним сензорним ћелијама и да преко осмог кранијалног нерва преносе импулсе ка мозгу, узрочници оштећења слуха могу у значајном проценту довести и до вестибуларне дисфункције (Wang et al., 2021). Према пореклу, оштећења унутрашњег ува се деле на генетска и негенетска а према времену испољавања на урођена и стечена. Урођена, генетски условљена, изолована вестибуларна дисфункција без наглувости и/или глувоће се клинички врло ретко препознаје, премда је врло вероватно да постоји (Eppsteiner & Smith, 2011; Roman-Naranjo, 2018). Дубока оштећења слуха или глувоћа па и вестибуларна дисфункција се наслеђују у око 50%-70% случајева. Генетски изазвана оштећења могу бити несиндромска (70%) или ређе у склопу синдрома (30%). Иако се многи прегледи спроводе у случајевима сензоринеуралног губитка слуха да би се утврдила етиологија, није увек могуће открити дефинитиван узрок. У око 80% генетских оштећења наслеђивање је рецесивно, што значи да та деца имају најчешће чујуче родитеље. До данас је познато 123 гена одговорних за несиндромска оштећења слуха а у значајном проценту и вестибуларне дисфункције (Gettelfinger & Dahl, 2018). Утврђено је да несиндромска глувоћа која се наслеђује аутозомно рецесивно, повезана са мутацијом *GJB2* гена која кодира конексин 26 има повећан ризик за вестибуларну дисфункцију (Hazen & Cushing, 2020).

Запажена је и већа учесталост дисфункције вестибуларног чула код деце са оштећењима слуха у склопу синдрома, Ашер, Алстром, Варденбург, Пендред (*Usher, Alstöm, Waardenburg, Pendred*) и других, а до сада је описано преко 400 (Gettelfinger & Dahl, 2018). Ванг и сарадници су у свом истраживању слушно оштећене деце у

склопу синдрома нашли у 60% случајева периферну вестибуларну дисфункцију и нешто већи процентат периферне вестибуларне дисфункције код деце са синдромским у односу на генетска несиндромска оштећења слуха (60%: 49%) (Wang et al., 2021). Рапин, Годштајн и сарадници су утврдили да код кохлеовестибуларних аномалија постоји веома висок ризик од вестибуларне дисфункције (Goldstein et al., 1958; Rapin, 1974).

Остали етиолошки фактори су вирусне (конгенитални цитомегало вирус, вирус мумпса и рубеле) или бактеријске инфекције, као што је менингитис, који доводе до тешког оштећења слуха (Kaplan et al, 1981). Студије из Турске дошле су до закључка да су најчешћи узрок неуринитиса и кохлеитиса у детињству заушке односно вирус мумпса. (Tsubota et al, 2008). Запажена је већа учесталост дисфункције вестибуларног чула код деце са дубоким сензоринеуралним оштећењем слуха, и глувоћом након менингитиса. Вирусни менингитис најчешће не изазива велика оштећења унутрашњег ува. Насупрот томе бактеријски менингитис је тешка инфективна болест у неонаталном периоду и детињству и представља најшећи узрок постнаталног стеченог оштећења слуха и тешких вестибуларних дисфункција. Главни бактеријски узрочници су пнеумокок, менингокок и хемофилус инфлуенце. Вестибуларно чуло је много осетљивије и вестибуларна дисфункција и вертиго су често запажени и са и без наглувости због менингитиса. Сензоринеурално оштећење слуха се јавља у око 20 % а обострна вестибуларна дисфункција од 40% до 80% случајева са прележаним бактеријским менингитисом (Martin, 1990).

Губитак слуха и равнотеже су последица директног оштећења кохлеје али могу

бити и последица примене ототоскичних лекова у терапији менингитиса. Кушинг и сардници су утврдили да су сва деца са менингитисом и 46% деце са радиографски потврђеним кохлеовестибуларном аномалијама имала дисфункцију хоризонталног полукружног канала, а 45% и 46% су имали и сакуларну дисфункцију (Cushing et al., 2013).

Ототоскични лекови могу довести до вестибуларне дисфункције (Birdane et al., 2016). Код деце најчешћи узрок вестибулотоскичности и неравнотеже је гентамицин и цисплатина. Механизам настанка оштећења гентамицином је спора деструкција потпорних ћелија тако да је могуће да оштећење постане очигледно и дуже време по престанку давања лека. Вестибуларни део унутрашњег ува је много осетљивији на оштећење гентамицином од кохлее. Свако дете које подлеже примени ототоксичних лекова, по правилу, треба да има евалуацију слуха и равнотеже.

Приближно 50% деце који су кандидати за кохлеарну имплантацију има неки степен вестибуларне дисфункције (Cushing et al., 2013; Janku et al., 2018). Кохлеарна имплантација може бити потенцијални етиолошки фактор додатног оштећења вестибуларног чула. Оштећење структура унутрашњег ува настаје директно проласком електроде кроз скалу тимпани или индиректно настанком инфламације, фиброзе, осификације или ендолимфатичног хидропса у постоперативном току (Licameli et al., 2009; Verbecque et al., 2017). Сакулус је најчешће оштећена анатомска структура без обзира на хирушку технику уградње кохлеарног импланта (Ghai et al., 2019). Могући етиолошки фактори су још и недоношеност, јака хипоксија током порођаја, проширен вестибуларни акведуктус, трауме главе и керниктерус. Ризик за оштећење

чула слуха и равнотеже се повећава ако постоји комбинација различитих фактора. Етиолошки фактори се разликују код деце са једностраном у односу на њихове вршњаке са обостраном глувоћом. Стопа аплазије вестибулокохлеарног нерва је значајно већа код једностране глувоће. Понекад је присутна у 50% случајева (Clemmens et al., 2013) а и већа је стопа кохлеовестибуларних аномалија (Friedman et al., 2013; Greinwald et al., 2013). Друга разлика је што трауматске повреде чешће резултирају једностраним а не обостраним дисфункцијама чула за равнотежу.

### *Клиничке карактеристике*

Вестибуларна дисфункција удружена са глувоћом/ или наглувошћу у дечијој популацији доводи до смањења свакодневне животне активности, негативно утиче на емоционално здравље детета а манифестује се кроз симптоме поремећаја равнотеже док се прави ротаторни вертикално изузетно ретко јавља (Cushing et al., 2007; De Kegel et al., 2012). Дисфункција вестибуларног система се код деце не може лако уочити нити дијагностиковати (Ghai et al., 2019). Деца могу да избегавају намерно или ненамерно понашање које разоткрива њихову угрожену равнотежу. Знаци вестибуларне дисфункције као што су неспретност, лоша фина или груба моторна координација и нистагмус се лако превиде. Код глуве и наглуве деце поремећај вестибуларног чула најчешће не доводи до појаве типичне вртоглавице (Hazen & Cushing, 2021). У популацији деце са поремећеном вестибуларном функцијом упркос раном ослањању на вид јавља се кашњење у развоју моторичких способности (Hazen & Cushing, 2021; Kaga et al., 1999; Kimura et al., 2018). Стајање и проходавање је много



касније у поређењу са чујућим вршњацима (Kaga et al, 1999). Одржавање равнотеже код ове деце одвија се ослањањем искључиво на визуелни и соматосензорни импут (Enbom et al, 1991). Код деце са тешким сензоринеуралним оштећењем слуха, која имају вестибуларну дисфункцију, долази до појаве закаснелог развоја моторичких вештина као и немогућности одржавања баланса (Cushing et al., 2007, De Kegel et al., 2012; Hazen & Cushing, 2020; Kaga et al., 1999; Kimura et al., 2018).

Вестибуларна евалуацију треба спровести код деце која имају дијагностиковано оштећење слуха веће од 66 dB, код деце која науче да седе самостално тек после 7,25 месеци живота или проходају након 14,5 месеци и код деце чији родитељи пријављују забриутост у вези моторичког развоја, јер су то важни показатељи дисфункције чула за равнотежу (Janky et al., 2018). Ови предиктори вестибуларне дисфункције су сензитивнији када се ради о обостраним вестибулопатијама него код блажих једностранних оштећења. Први показатељ оштећења је неадекватан положај главе услед лоше контроле мишића врата код новорођенчади. Потом, дете није способно да седне без подршке родитеља или неког другог ослонца до деветог месеца живота. Са дванаест месеци дете има потешкоће са пузањем и ослањањем на ноге и руке. Покушаји да самостално хода се не успостављају до осамнаестог месеца живота. У каснијем узрасту дете би требало да је способно да уз адекватан развој вида и проприоцепције буде у стању да развије постуралну равнотежу. Уколико дете у четвртој години не може да стоји на једној ноzi дуже од пет секунди, то је аларм да је у питању поремећај вестибуларног система (Hazen & Cushing, 2021).

Етиолошки фактори су предиктори моторичких способности, па тако деца са генетским оштећењима слуха у скопу синдрома имају лошије моторичке вештине него они са генетском несиндримском глувоћом (De Kegel, 2012). Разлог за испитивање деце са глувоћом је висок проценат асимптоматске нарочито једностране вестибуларне дисфункције која је последица прилагођавања можданих путева и кортекса сензорним информацијама из функционалних чула. Нагло оштећење, на пример услед трауме главе пореметиће конекције у централном нервном систему и прекунуће централну вестибуларну компензацију задужену за равнотежу и доћи ће до појаве симптома (Birdane et al, 2016). Сензорне везе су важне у развоју мозга, посебно у раним узрасту, као и током периода учења (Cai et al., 2014). Ако било које од вестибуларних чула има дисфункцију, мозак ће покушати надокнаду адаптацијом, супституцијом, навикавањем или било којом комбинацијом а што је омогућено свеоухватним пластичним способностима мозга [Cardon et al, 2012]. Ова компензација се назива унакрсна реорганизација неурона и доказана је код деце са сензоринеуралним губитком слуха (Cardon et al., 2012). Стога је врло корисно да се уради квантитативна процена вестибуларног оштећења. Прогресивно вестибуларно оштећење у неким случајевима може довести до ротаторног вертига који се код неке деце погрешно дијагностикује ко бенигни пароксизмални вертиго у детињству.

Вестибуларна дисфункција доводи до поремећаја у реорганизације сензорних путева у мозгу као и до неадекватне визуелне и просторне оријентације, која код деце нарушава не само физичке него и менталне активности. Деца су исцрпљенија, јер им



је неопходно више напора за обављање неких једноставнијих али и сложенијих моторних активности (Enbom et al, 1991; Kaga et al., 1999). Услед физичке исцрпљености код деце, због улагања већег напора за одржавање равнотеже, долази до пропуста у менталним активностима као што су читање, учење, писање. Отежано одржавање баланса и слабија просторна оријентација спречавају децу да учествују уобичајем спортским активностима што представља велики хендикеп (Hazen & Cushing 2021). С обзиром да вестубуларни систем утиче и на стабилизацију погледа као и да контролише усклађивање вида са покретима главе, код деце са вестубуларном дисфункцијом долази до неадекватне стабилизације погледа, неусаглашености покрета главе и покрета очију (Sokolov et al., 2019).

### *Дијагностика*

Испитивање вестубуларног чула код деце представља дијагностички изазов, с обзиром да не могу јасно да опишу своје симптоме, услед неразвијеног вокабулара, сужених комуникационих способности, страха и слабе пажње што је нарочито изражено код глуве и наглуве деце (Ghai et al, 2019). Процена вестубуларне функције пре свега зависи од старости детета. Већина тестова може бити примењена од веома раног узраста.

Анамнестичким подацима од родитеља сазнаје се у ком узрасту је дете почело да седи, стоји и када је проходило. Обсервација детета током игре је веома значајна, нарочито мануелна спретност која даје екстремно корисне податке. Важно је праћење образаца кретања а нарочито разлике при кретању у различитим условима осветљења. Даља

дијагностика подразумева ОРЛ преглед са посебним освртом на инспекцију лица ради препознавања и идентификације евентуалне дисморфологије лица, аурикуле и спољашњег слушног ходника и преглед кранијалних нерава. Извођење Ромберг теста код деце млађе од четири године показује велике варијације. Батерија клиничких тестова за дијагностику дисфункције вестубуларног чула подразумева неколико тестова: видеонистагмографија или Френцелове наочаре (за регистровање и описивање нистагмуса), главо трзајући тест без или са камером (*vHIT*) којим се може испитати функција свих шест полукружних канала са обе стране (Sinno et al, 2022); тестови цервикалних и окуларних вестубуларно изазваних миогених потенцијала, за испитивање функције сакулуса и доњег вестубуларног нерва (*sVEMP*), и испитивање функције горњег вестубуларног нерва и утрикулуса (*oVEMP*). *VEMP* тестирање је могуће спровести код врло мале слушно оштећење деце као скрининг методу што може допринети одлуци о започињању ране моторичке интервенције. Треба напоменути да и умерени сензоринеурални губитак слуха може бити повезан са абнормалним вестубуларним одговором (Gadsbøll et al., 2022). Одсутан *VEMP* одговор потврђује оштећење равнотеже а може бити повезан са степеном оштећења слуха или може бити последица повреде унутршњег ува током процеса уградње кохеларног импанта (Jin et al., 2010; de Keghel et al, 2012).

У дијагностици вестубуларних поремећаја код деце користи се и *калоријски тест* и *ротаторна столица*. Ови тестови вестубуло-окуларног рефлекса испитују хоризонталне полукружне канале као и функцију горњег вестубуларног нерва. Калоријски тест дуже траје и изазива

непријатне сензације код млађе деце. Деци је тешко појаснити метод извођења а самим тим и добијање адекватне сарадње. У комбинацији *vHIT*, и *VEMP* тестирају комплетну вестибуларну функцију, једноставни су, брзо се изводе и комфорни су за примену код деце (Birdane et al, 2016; Janky et al., 2018; Verbecque et al., 2017). Новији клинички тест вибрацијом индукованог нистагмуса (*SVINT*) познат и као вестибуларни Вебер се сматра још једним брзим, ефикасним и прихватљивим средством за процену вестибуларне асиметрије код педијатријске популације (Dumas et al., 2017).

### ЗАКЉУЧАК

Глува и наглува деца имају ризик од удруженог оштећења вестибуларне функције. У поређењу са оштећењем слуха вестибуларне дисфункције још увек нису добро изучене у дечијој популацији. Међутим, напредком технолошких могућности дијагностике, сазнања расту и све више се развија свест о неопходности евалуације вестибуларне функције код глуве и наглуве деце. Кашњење моторног развоја и оштећена постурална контрола код слушно оштећене деце могу се значајно побољшати вестибуларном рехабилитацијом, стога је рана идентификација вестибуларне дисфункције од виталног значаја за постизање овога циља. Резултати истраживања сугеришу да је неопходно наставити испитивања на овом пољу како би се удружена вестибуларна дисфункција код глуве/и или наглуве деце додатно истражила. Детаљна сазнања у овој области би обогатила приступ у хабилитацији/рехабилитацији вестибуларних дисфункција код глуве и наглуве деце, чиме би се подигао ниво функционисања ових особа.

### ЛИТЕРАТУРА

- Бабац, С., Ђерић, Д., & Иванковић, З. (2007). Скрининг функције слуха новорођенчади. *Српски архив за целокупно лекарство*, 135(5-6), 264-268. <https://doi.org/10.2298/sarh0706264b>
- Birdane, L., İncesulu, A., Özüdođru, E., Cingi, C., Caklı, H., Gürbüz, M. K., & Adapınar, B. (2016). Evaluation of the vestibular system and etiology in children with unilateral sensorineural hearing loss. *The Journal of International Advanced Otolaryngology*, 12(2), 161-165. <https://doi.org/10.5152/iao.2016.2439>
- Casani, A. P., Dallan, I., Navari, E., Sellari Franceschini, S., & Cerchiai, N. (2015). Vertigo in childhood: proposal for a diagnostic algorithm based upon clinical experience. *Acta Otorhinolaryngologica Italica: Organo Ufficiale Della Societa Italiana di Otorinolaringologia e Chirurgia Cervico-Facciale*, 35(3), 180-185.
- Cai, L., Chan, JSY., Yan, JH. & Peng, K. (2014). Brain plasticity and motor practice in cognitive aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 31. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00031>
- Cardon, G, Campbell, J. & Sharma, A. (2012) Plasticity in the developing auditory cortex: evidence from children with sensorineural hearing loss and auditory neuropathy spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(6), 396-495. <https://doi.org/10.3766/jaaa.23.6.3>
- Clemmens, C.S., Guidi, J., Caroff, A., Cohn, S.J., Brant, J.A., Laury, A.M., Bilaniuk, L.T. & Germiller, J.A. (2013). Unilateral cochlear nerve deficiency in children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 149(2), 318-325. <https://doi.org/10.1177/0194599813487681>
- Cushing, S.L., Gordon, K.A., Rutka, J.A., James, A.L. & Papsin, B.C. (2013). Vestibular end-organ dysfunction in children with sensorineural hearing loss and cochlear implants: an expanded cohort

- and etiologic assessment. *Otology & Neurotology*, 34(3), 422-428.
- De Kegel, A., Maes, L., Baetens, T., Dhooge, I. & Van Waelvelde, H. (2012). The influence of a vestibular dysfunction on the motor development of hearing-impaired children. *The Laryngoscope*, 122(12), 2837-2843. <https://doi.org/10.1002/lary.23529>
- Dumas, G., Curthoys, I. S., Lion, A., Perrin, P., & Schmerber, S. (2017). The skull vibration-induced nystagmus Test of Vestibular Function - A review. *Frontiers in Neurology*, 8, 41. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00041>
- Enbom, H., Magnusson, M., & Pyykkö, I. (1991). Postural compensation in children with congenital or early acquired bilateral vestibular loss. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 100(6), 472-478. <https://doi.org/10.1177/000348949110000609>
- Eppsteiner, R. W., & Smith, R. J. (2011). Genetic disorders of the vestibular system. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 19(5), 397-402. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e32834a9852>
- Friedman, A.B., Guillory, R., Ramakrishnaiah, R.H., Frank, R., Gluth, M.B., Richter, G.T. & Dornhoffer, J.L. (2013). Risk analysis of unilateral severe-to-profound sensorineural hearing loss in children *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 77(7), 1128-1131. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.04.016>
- Gadsbøll, E., Erbs, A. W., & Hougaard, D. D. (2022). Prevalence of abnormal vestibular responses in children with sensorineural hearing loss. *European archives of oto-rhino-laryngology: official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS): affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 279(10), 4695-4707. <https://doi.org/10.1007/s00405-021-07241-2>
- Gettelfinger, J. D., & Dahl, J. P. (2018). Syndromic Hearing Loss: A Brief Review of Common Presentations and Genetics. *Journal of Pediatric Genetics*, 7(1), 1-8. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1617454>
- Greinwald, J., DeAlarcon, A., Cohen, A., Uwiera, T., Zhang, K., Benton, C., Halstead, M. & Meinzen-Derr, J., (2013). Significance of unilateral enlarged vestibular aqueduct. *The Laryngoscope*, 123(6), 1537-1546. <https://doi.org/10.1002/lary.23889>
- Goldstein, R., Landau, W. M., & Kleffner, F. R. (1958). Neurologic assessment of some deaf and aphasic children. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 67(2), 468-479. <https://doi.org/10.1177/000348945806700214>
- Ghai S, Hakim M, Dannenbaum E & Lamontagne, A. (2019). Prevalence of vestibular dysfunction in children with neurological disabilities: a systematic review. *Frontiers in Neurology*, 10, 1294. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01294>
- Hazen, M., & Cushing, S. L. (2021). Vestibular evaluation and management of children with sensorineural hearing loss. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 54(6), 1241-1251. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2021.08.001>
- Horak, F. B., Shumway-Cook, A., Crowe, T. K., & Black, F. O. (1988). Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with learning disability and motor impairments. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 30(1), 64-79.
- Janky, K. L., Thomas, M. L. A., High, R. R., Schmid, K. K., & Ogun, O. A. (2018). Predictive Factors for Vestibular Loss in Children With Hearing Loss. *American Journal of Audiology*, 27(1), 137-146. [https://doi.org/10.1044/2017\\_AJA-17-0058](https://doi.org/10.1044/2017_AJA-17-0058)
- Kaga K. (1999). Vestibular compensation in infants and children with congenital and acquired vestibular loss in both ears. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 49(3),

- 215-224. [https://doi.org/10.1016/s0165-5876\(99\)00206-2](https://doi.org/10.1016/s0165-5876(99)00206-2)
- Kaplan, S. L., Goddard, J., Van Kleeck, M., Catlin, F. I., & Feigin, R. D. (1981). Ataxia and deafness in children due to bacterial meningitis. *Pediatrics*, *68*(1), 8-13.
- Kimura, Y., Masuda, T., & Kaga, K. (2018). Vestibular function and gross motor development in 195 children with congenital hearing loss-assessment of inner ear malformations. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, *39*(2), 196-205. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001685>
- Licameli, G., Zhou, G., & Kenna, M. A. (2009). Disturbance of vestibular function attributable to cochlear implantation in children. *The Laryngoscope*, *119*(4), 740-745. <https://doi.org/10.1002/lary.20121>
- Martin, J. (1990). Causes of Early Childhood Deafness Peter Martin van Rijn Published by: Haarlem—Amsterdam. *The Journal of Laryngology & Otology*, *104*(1), 71-72. <https://doi.org/10.1017/S0022215100111867>
- Potter, C. N., & Silverman, L. N. (1984). Characteristics of vestibular function and static balance skills in deaf children. *Physical Therapy*, *64*(7), 1071-1075. <https://doi.org/10.1093/ptj/64.7.1071>
- Rapin I. (1974). Hypoactive labyrinths and motor development. *Clinical Pediatrics*, *13*(11), 922-937. <https://doi.org/10.1177/000992287401301103>
- Rine, R. M., Cornwall, G., Gan, K., LoCascio, C., O'Hare, T., Robinson, E., & Rice, M. (2000). Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. *Perceptual and Motor Skills*, *90*(32), 1101-1112. <https://doi.org/10.2466/pms.2000.90.3c.1101>
- Roman-Naranjo, P., Gallego-Martinez, A., & Lopez Escamez, J. A. (2018). Genetics of vestibular syndromes. *Current Opinion in Neurology*, *31*(1), 105-110. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000519>
- Schwab, B., & Kontorinis, G. (2011). Influencing factors on the vestibular function of deaf children and adolescents-evaluation by means of dynamic posturography. *The Open Otorhinolaryngology Journal*, *5*(1), 1-9 <https://doi.org/10.2174/1874428101105010001>
- Shinjo, Y., Jin, Y., & Kaga, K. (2007). Assessment of vestibular function of infants and children with congenital and acquired deafness using the ice-water caloric test, rotational chair test and vestibular-evoked myogenic potential recording. *Acta Oto-Laryngologica*, *127*(7), 736-747. <https://doi.org/10.1080/00016480601002039>
- Sinno, S., Najem, F., Dumas, G., Abouchacra, K. S., Mallinson, A., & Perrin, P. (2022). Correlation of SVINT and Sensory Organization Test in Children with Hearing Loss. *Audiology Research*, *12*(3), 316-326. <https://doi.org/10.3390/audiolres12030033>
- Sokolov, M., Gordon, K. A., Polonenko, M., Blaser, S. I., Papsin, B. C., & Cushing, S. L. (2019). Vestibular and balance function is often impaired in children with profound unilateral sensorineural hearing loss. *Hearing Research*, *372*, 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.03.032>
- Tsubota, M., Shojaku, H., Ishimaru, H., Fujisaka, M., & Watanabe, Y. (2008). Mumps virus may damage the vestibular nerve as well as the inner ear. *Acta otolaryngologica*, *128*(6), 644-647. <https://doi.org/10.1080/00016480701646305>
- Verbecque, E., Marijnissen, T., De Belder, N., Van Rompaey, V., Boudewyns, A., Van de Heyning, P., Vereeck, L., & Hallems, A. (2017). Vestibular (dys)function in children with sensorineural hearing loss: a systematic review. *International Journal*

of *Audiology*, 56(6), 361-381. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1281444>

Wang, A., Shearer, A. E., Zhou, G. W., Kenna, M., Poe, D., Licameli, G. R., & Brodsky, J. R. (2021). Peripheral vestibular dysfunction is a common occurrence in children with non-syndromic and syndromic genetic hearing loss. *Frontiers in Neurology*, 12, 714543. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.714543>

Jin, Y., Munetaka, U., Hayasi, A., Takegoshi, H., Nakajima, Y., & Kaga, K. (2010). Vestibular myogenic potentials of athletes for the Deaf Olympic Games with congenital profound hearing loss. *Acta Otolaryngologica*, 130(8), 935-941. <https://doi.org/10.3109/00016480903536028>

Zhou, G., Kenna, M. A., Stevens, K., & Licameli, G. (2009). Assessment of saccular function in children with sensorineural hearing loss. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 135(1), 40-44. <https://doi.org/10.1001/archoto.2008.508>

## **VESTIBULAR DYSFUNCTION IN DEAF AND HEARING-IMPAIRED CHILDREN**

**Snežana Babac<sup>1,2</sup>, Dušića Ilić<sup>1</sup>,  
Ivana Ilić Savić<sup>2</sup>,  
Mirjana Petrović Lazić<sup>2</sup>,  
Nemanja Radivojević<sup>3</sup>,  
Emilija Živković Marinkov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> ENT Clinic, Cilinical and Hospital Centre  
Zvezdara, Belgrade

<sup>2</sup> University of Belgrade - Faculty of Special  
Education and Rehabilitation

<sup>3</sup> Clinic of Otorhinolaryngology and  
Maxillofacial Surgery Belgrade, Serbia

<sup>4</sup> ENT Clinic, Clinical Center Niš

### **Abstract**

*Vestibular dysfunction in deaf or hearing impairment children can coexist with the primary condition and additionally contribute to disability. Compared to hearing loss, vestibular dysfunctions in the*

*pediatric population are far less well known. The prevalence of vestibular dysfunction in deaf and hearing-impaired children ranges between 0.4 and 8%. When present, vestibular dysfunction represents an important associated sensory deficit that can compromise the development of motor skills and can have a significant negative impact on the quality of life of hearing-impaired children. Given the anatomical proximity of the sense of hearing and the sense of balance and the development of technological possibilities for examining the vestibular sense along with the diagnosis and treatment of hearing loss as a primary sensory deficit, the clinical goal becomes the assessment and treatment of any other form of reduced sensory input, including vestibular dysfunction. The aim of this paper was to point out etiology, clinical characteristics and diagnostic protocols of vestibular dysfunction in deaf and hearing-impaired children based on the available literature review. By searching the electronic database of the Serbian Library Consortium for Coordinated Acquisition-KoBSON, as well as, searching through the Google Scholar search engine, papers were gathered and analyzed, which are related to vestibular dysfunction in children with hearing loss. Awareness of the existence of combined vestibular deficit in deaf and hearing-impaired children can contribute to early diagnosis, early intervention and better treatment outcomes.*

**Keywords:** vestibular dysfunction, hearing loss in children, deafness, clinical characteristics of vestibular dysfunction, diagnosis of vestibular dysfunction