

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ СОҒЛИҚНИ САҚЛАШ
ВАЗИРЛИГИ РЕСПУБЛИКА ИХТИСОСЛАШТИРИЛГАН
ПЕДИАТРИЯ ИЛМИЙ-АМАЛИЙ ТИББИЁТ МАРКАЗИ**

Иноятова Ф.И., Махмудов М.У..

**БОЛАЛАРДА КОХЛЕАР ИМПЛАНТАЦИЯ ТИЗИМИДА
НУТҚ ПРОЦЕССОРИНИ СОЗЛАШ АЛГОРИТМИ
(услубий тавсиянома)**



Тошкент - 2024

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
RESPUBLIKA IXTISOSLASHTIRILGAN PEDIATRIYA
ILMIY-AMALIY TIBBIYOT MARKAZI



«КЕЛИШИЛДИ»

Илмий ишлар бўйича директор
ўринбосари, т.ф.д.

Н.Х. Мирсалихова

«7» 03 2024 й.



«ТАСДИҚЛАЙМАН»

Мувофиқлаштирувчи Эксперт
кенгаши раиси, т.ф.д.

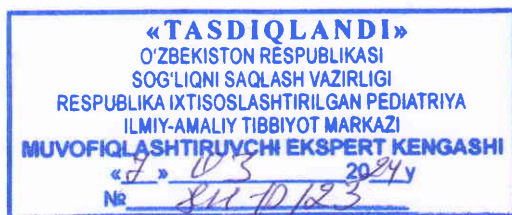
З.Е. Умарназарова

«7» 03 2024 й.

ИНОЯТОВА Ф.И., МАХМУДОВ М.У.

БОЛАЛАРДА КОХЛЕАР ИМПЛАНТАЦИЯ ТИЗИМИДА НУТҚ
ПРОЦЕССОРИНИ СОЗЛАШ АЛГОРИТМИ

(услубий тавсиянома)



Тошкент – 2024

**O‘ZBEKISTON SOG‘LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI RESPUBLIKA
IXTISOSLASHTIRILGAN PEDIATRIYA ILMIY-AMALIY TIBBIYOT MARKAZI.**

**«BOLALARDA KOXLEAR IMPLANTATSIYA TIZIMIDA NUTQ
PROTSESSORINI SOZLASH ALGORITMI»** Mahmudov M.U., Inoyatova F.I., uslubiy
tavsiyalar - 2024 yil - 26 bet.

Annotatsiya. Ushbu metodik qo‘llanmada bolalarda koxlear implant tizimida nutq protsessorini sozlash algoritmi yoritilgan. Dastlabki faollashtirish, bosqichma-bosqich parametrlarni tuzatish, shuningdek, samaradorlikni ob‘yektiv va xulqiy baholash usullari ko‘rib chiqiladi. Bolaning yoshiga oid xususiyatlar, individual sozlash tamoyillari, ota-ona va mutaxassislar jamoasi bilan hamkorlikka alohida e‘tibor qaratiladi.

Metodik tavsiyalar bolalar otorinolaringologlari, surdologlar, nutq protsessorini sozlovchi muhandislar va logopedlar uchun mo‘ljallangan.

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР ПЕДИАТРИИ МЗ РУЗ**

**АЛГОРИТМ НАСТРОЙКИ РЕЧЕВОГО ПРОЦЕССОРА В СИСТЕМЕ
КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ У ДЕТЕЙ:** Махмудов М.У. Иноятowa Ф.И.,
методические рекомендации. 2024.-26 с.

Аннотация. В данных методических рекомендациях представлен алгоритм настройки речевого процессора у детей с кохлеарным имплантом. Описаны этапы первичной активации, поэтапной коррекции параметров, а также методы объективного и поведенческого контроля эффективности. Особое внимание уделено возрастным особенностям, индивидуализации настроек, взаимодействию с родителями и мультидисциплинарной команде специалистов.

Рекомендации адресованы детским оториноларингологам, сурдологам, инженерам по настройке речевых процессоров и логопедам, участвующим в реабилитации детей с нарушением слуха.

**REPUBLICAN SPECIALIZED SCIENTIFIC-PRACTICAL MEDICAL CENTER
OF PEDIATRICS, MINISTRY OF HEALTH OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

**ALGORITHM FOR SPEECH PROCESSOR FITTING IN THE COCHLEAR
IMPLANTATION SYSTEM IN CHILDREN:** Makhmudov M.U., Inoyatova F.I., 2024. - 26
pages.

Abstract. These methodological guidelines present an algorithm for speech processor fitting in children with cochlear implants. The document outlines the stages of initial activation, step-by-step parameter adjustment, as well as methods for objective and behavioral evaluation of effectiveness. Special attention is given to age-related factors, individualized programming, cooperation with parents, and the multidisciplinary rehabilitation team.

The recommendations are intended for pediatric otorhinolaryngologists, audiologists, speech processor fitting engineers, and speech therapists involved in the rehabilitation of children with hearing impairment.

АСОСЛАШ

Муаммонинг долзарблиги. ЖССТ маълумотларига кўра ер шарининг 9% аҳолисида эшитиш заифлиги учрайди. Эшитиш заифлиги нафақат тиббиёт соҳасидаги жиддий муаммо, балки ижтимоий муаммо ҳам ҳисобланиб кўпинча ногиронликка олиб келади. Эшитиш заифлигининг барча турлари орасида асосан сезгир эшитиш рецепторлари шикастланиши натижасида юзага келадиган сенсоневрал эшитиш заифлиги жуда кенг тарқалган. Муаммонинг долзарблиги шундан иборатки бугунги кунга келиб эшитиш заифлигини даволашнинг бирон бир мукаммал усули ишлаб чиқилмаган, бирдан бир йўли эса техник воситалар ёрдамида шикастланган эшитиш рецепторлари ўрнини эшитиш мосламалари ёрдамида компенсация қилиш.

Эшитиш заифлигининг оғир турларида ёки қарликда эшитиш мосламалари қисман ёки умуман ёрдам бермаслиги мумкин. Ушбу вазиятларда кохлеар имплантацияси ёки мия сопи имплантлари яхши самара беради.



Расм.1. Кохлеар имплантация тизими.

Кохлеар имплантация даволаш усули бутун дунёда 40 йилдан бери кенг қўлланиб келинмоқда, шу жумладан юртимизда 15 йилдан бери. Республикада бундай жарроҳлик амалиёти йилига 450-500 тани ташкил қилади ва бугунги кунга келиб умумий ҳисобда 25000 дан ортиқ КИ фойдаланувчилари мавжуд. Ҳозирда КИ болалар ва катталарда мутлоқ қарликнинг ва эшитиш

заифлигининг оғир турларида энг самарали реабилитация воситаси ҳисобланади. Аммо КИ баърибир техник ускуна ҳисобланади, инсоннинг эшитиш қобилиятини қайта тиклаш, айниқса болаларда туғма қарликни самарали даволаш ҳамда эшитиш идрокини шакллантириш ва нутқни ривожлантириш учун тизимли, мақсадли иш олиб боришни тақозо қилади.

Ўзининг 40 йиллик тарихи давомида КИ ривожланишида ҳам техник хусусиятлари, ҳам имплантнинг дизайни бўйича сезиларли ютуқларга эришди. КИ тизими ташқи ва ички қисмдан иборат. Ташқи қисми қабул қилувчи микрофон, нутқ процессори ва узатгичдан ташкиил топган. Имплантация қилинадиган қисми эса қабул қилувчи ва эшитиш нерви рецепторларини рағбатлантириш учун ички қулоққа киритиладиган электрод занжирини ўз ичига олади.

Болаларда кохлеар имплантация натижаси нафақат жарроҳлик босқичи, балки нутқ процессорини узоқ муддатли ва тизимли равишда созлаш стратегиясига ҳам бевосита боғлиқ бўлиб, стандартлаштирилган, ёшга мосланган ва реабилитация дастурлари билан интеграциялашган ёндашувни талаб қилади. Юқори индивидуал ўзгарувчанлик шароитида айнан алгоритмга асосланган созлаш кундалик эшитишни барқарор қилади ва нутқни тушунишни, англашни оширади. Болаликдаги эшитиш нуқсони нутқ ва когнитив ривожланишининг кечикишига, мактабда билим олишда қийинчиликларга ва ижтимоий мослашувнинг қийинлашишига олиб келади; ҳатто муваффақиятли операциядан сўнг ҳам етарлича созланмаган ёки ортиқча стимуляция қилинган нутқ процессори эшитув-нутқ кўникмаларининг секин шаклланишига сабаб бўлиши, ота-она ва таълим тизими юкламасини ошириши мумкин, аниқ алгоритм эса «ешитув етилиш» муддатларини қисқартиради, режадан ташқари ташрифларни камайтиради. Эрта ёшда нейропластиклик «имкон ойнаси» мавжуд, шунинг учун тўғри стимуляция ва мослаштириш тезлиги қай даражада эрта таъминланса, фонематив эшитиш ва табиий нутқ шунчалик тез ривожланади; бу активация ва қайта созлаш учун регламентланган жадвални ҳамда кам ёки меъёридан

ортиқ стимуляция белгиларида жадвални тезлаштириш имконини талаб қилади. Болаларда импеданслар, товуш баландлиги ўсиш чизиғи ва хулқий жавоблар тез-тез ўзгаради; КИ нинг яхши самара беришига чиғаноқнинг анатомияси, электрод тури ва узунлиги, когнитив ва тил омиллари таъсир этади, шунинг учун аниқ протоколсиз каналлараро ўзаро таъсир, нотўғри частота чегаралари ва тонотопик муттаносиблик юзага келиб, нутқни англашни пасайтиради. Телеметрия ва импедансларни ECAP/ART ва eSRT билан биргаликда қўллаш, шунингдек хулқий усуллар билан верификация қилиш бўсаға ва юқори қулай сатҳларни тез ва хавфсиз индивидуаллаштиришга имкон беради, гиперстимуляция, чарчоқ, «қаттиқ» тембр, нохуш ҳислар (масалан, юз нерви қўзғалиши) хавфини камайтиради ва бола ўсиши давомида хаританинг барқарорлигини таъминлайди.

Самарадорликни баҳолашда LittleEARS ва IT-MAIS каби валидация қилинган шкалалар (сўровномалар), уй шароитидаги текширув рўйхатлари билан фойдаланиш мувофиқ бўлиб, бу харитани ўз вақтида тузатишни ва ривожланишни намоён этишни осонлаштиради. Марказларга кириш чекланган шароитларда масофавий маслаҳатлар, ота-она ва ўқитувчилар учун структуралаштирилган сўровномалар ва айрим параметрларни эҳтиёткорона масофадан тузатиш жараёнлари муҳим, бу муаммо пайдо бўлиши билан ечим топиш орасидаги «ташхис ойнаси»ни қисқартиради.

Мия сопи имплантацияси учун (ABI- auditory brainstem implant- эшитув анализаторининг марказий қисмининг имплантацияси деб ҳам аталади) янада мураккаб жарроҳлик амалиёти бўлиб, нафақат отохирургларнинг, балки нейрохирургларнинг ҳам биргаликда иштирокини талаб қилади.

АСОСИЙ ҚИСМ

Ушбу тавсиянома учун асос қилиб олинган маълумотлар 2022-2024 йиллар давомида РИПИАТМаркизининг ЛОР бўлимида текширув ва даволашдан ўтган 75 нафар бола маълумотларига таянади. Барча болаларнинг

ёши 6 ойдан 5 ёшгача (ўртача ёш $2,7 \pm 0,4$ йил) бўлиб, уларнинг 39 (52 %) нафари қиз болалар ва 36 (48 %) нафари ўғил болалар ташкил қилди. Ёши бўйича гуруҳларга тақсимооти 1 - жадвалда кўрсатилган.

Жадвал 1. Болалар ёши бўйича гуруҳларга тақсимооти

Гуруҳ	Ёш оралиғи	Сони	%
I	6 ой - 2 ёш	26	34.6
II	2 - 3 ёш	23	30.8
III	3 - 5 ёш	26	34.6

Барча болаларда эшитиш бўсағаси 90 дБ ва ундан юқори, яъни икки томонлама сенсоневрал эшитиш заифлиги IV даражаси ёки тўлиқ карлик қайд этилган. Аудиологик текширувларга мувофиқ, 61 нафар болада (81.3 %) икки томонлама IV даражали сенсоневрал эшитиш заифлиги, 14 нафар болада эса (18.7 %) тўлиқ икки томонлама карлик аниқланган.

Барча болаларга аудиологик текширув натижаларига мувофиқ индивидуал кулоқ-орти рақамли эшитиш аппаратлари танланди. Эшитиш аппаратларидан фойдаланиш тартиби ускуналардаги datalogging функцияси ёрдамида назорат қилинди, бу функция аппаратнинг умумий ишлаш вақтини кузатиш имконини берди. ЭАни тақиш давомийлик вақтига кўра ҳар бир бола куйидаги учта гуруҳга бўлинди:

Гуруҳ	Эшитиш мосламаларидан фойдаланиш тавсифи	Хусусиятлар
I гуруҳ	Эшитиш аппаратини 3 ойдан кам ва ҳафтасига 30 соатдан кам (кунига ўртача $3,7 \pm 1,1$ соат) фойдаланган болалар.	ЭАдан энг кам ва эпизодик фойдаланиш билан характерланади
II гуруҳ	Эшитиш аппаратини 3 ойдан кам муддатда, лекин ҳафтасига 40 соатдан ортиқ (кунига ўртача $6,9 \pm 1,2$ соат) таққан болалар	ЭАдан ўртача давомийликда, аммо йетарлича яхши режимга риоя қилиб фойдаланишни ифодалайди
III гуруҳ	Эшитиш аппаратини 6 ойдан кўп муддатда ва ҳафтасига 40 соатдан ортиқ (кунига ўртача $8,2 \pm 1,4$ соат) таққан болалар	ЭАдан энг узоқ ва интизомли равишда фойдаланган беморлар киритилган.

Ушбу гуруҳлар ичида ёш тоифалари бўйича тақсимот 2-жадвалда келтирилган. 1-гуруҳда 52% ни мактабгача ёшдаги болалар ташкил этган, чақалоқлар ва эрта кичик ёшдаги болалар улуши нисбатан кам (жами 20%) бўлган. 3-гуруҳда тескари тақсимот кузатилган: асосан эрта кичик ёшдаги беморлар иштирок этган.

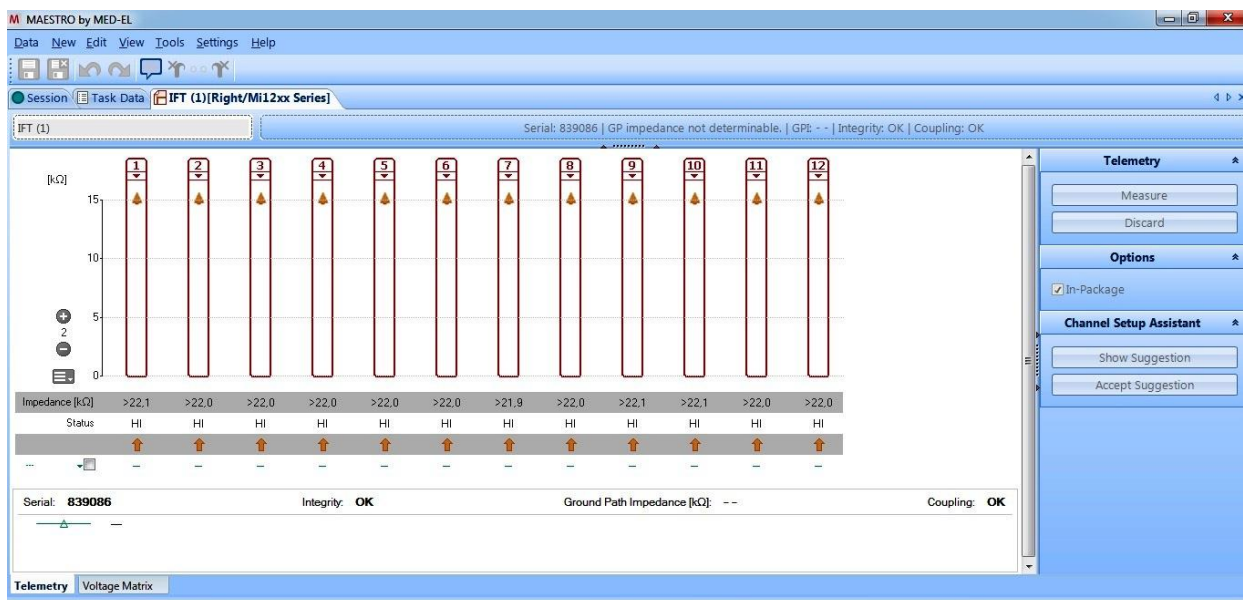
Жадвал 2. Болалар ёшига қараб эшитув аппарати тақиш давомийлиги бўйича гуруҳларга тақсимои

Болаларнинг ёши бўйича гуруҳи	Гуруҳ I	Гуруҳ II	Гуруҳ III	Жами
6 ой - 2 ёш	5 (20%)	8 (32%)	13 (52%)	26 (34,7%)
2 - 3 ёш	7 (28%)	9 (36%)	7 (28%)	23 (30,7%)
3 - 5 ёш	13 (52%)	8 (32%)	5 (20%)	26 (34,7%)
Жами болалар сони	25 (100%)	25 (100%)	25 (100%)	75 (100%)

Кохлеар имплантация учун номзодларни саралаш амалий клиник стандартлар асосида олиб борилди. Ҳар бир бола ЛОР - шифокори, аудиолог, невролог, сурдопедагог ва бошқа мутахассислардан иборат комиссия томонидан кўриқдан ўтказилди; ўтказилган баҳолаш натижалари асосида кохлеар имплантацияга кўрсатмалар аниқланди. Қарор қабул қилишда эшитиш нуқсонининг оғирлик даражаси, беморнинг ёши, умумий соматик ҳолати, неврологик статуси каби омиллар инобатга олинди.

Барча болаларга MED-EL фирмасининг кохлеар имплант тизими ўрнатилди. Имплантнинг ички қисми жарроҳлик йўли билан чиғаноқга жойлаштирилиб интраоперацион объектив тестлар қўлланилди: имплант телеметрияси - IFT, ESRT, eCAP, ART, autoART ва бошқалар.

Дастлаб, телеметрия имплант қутисида амалга оширилди (расм 1.), кейин эса интраоператив тарзда (бемор ички қулоғига ўрнатилгандан сўнг) амалга оширилди (расм 2.).



Расм 1. Имплантнинг кути ичида турган ҳолатидаги телеметрияси (Telemetry in Package)

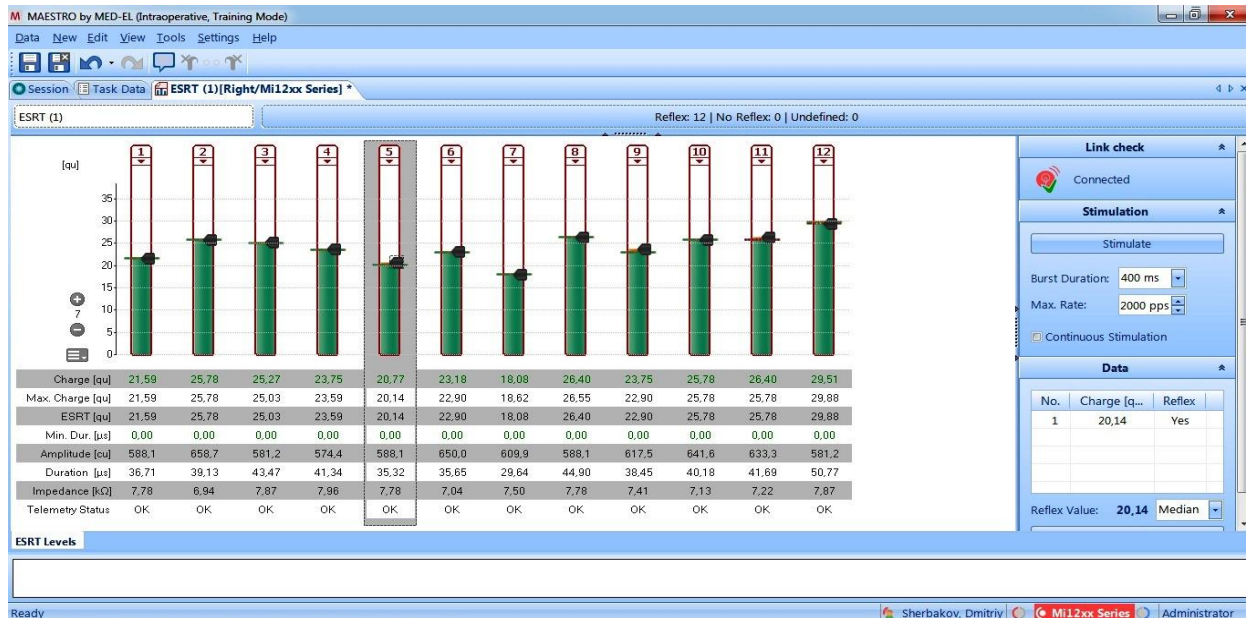
Телеметрия стимуляция пайтида барча интракохлеар имплант электродларида импеданс кучини қайд этиш имконини беради. Одатда бу жараён автоматик тарзда амлага оширилади.

КИ ҳолатининг телеметрияси НП-ни дастлабки ишга туширилганда ва ҳар бир кейинги созлаш жараёнининг бошида амалга оширилиши керак. Ушбу текшириш имплантнинг ҳолатини баҳолашга ва НП-ни тўғри созлашга имкон беради. Имплантат ҳолатининг телеметрияси трасмиттер катушқасини, қабул қилувчи имплантнинг электромагнит уланиш алоқасини, имплантнинг электроникасининг функционалигини текширишни, ҳар бир алоҳида электроднинг қаршилигини ва ерга улагич электродининг қаршилигини ўлчашни ўз ичига олади.



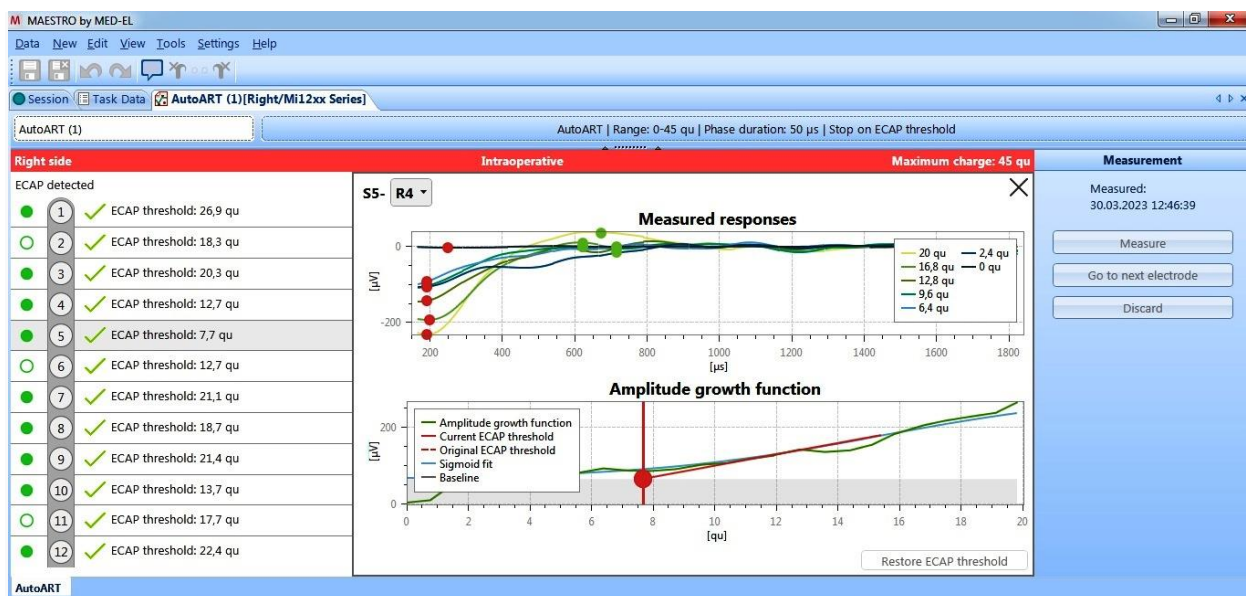
Расм 2. КИ ҳолатининг телеметрия натижалари, имплант билан алоқаси ва ҳар бир фаол электроднинг қаршилиги.

Шу билан бирга, интраоператив ESRT тести ўтказилади - 12 каналда стапедиял рефлексларнинг мавжудлиги текширилади (расм 3). Текширув стапедиял мушакларнинг қисқариши учун бўсаға чегараларини аниқлайди.



Расм 3. Электр токи ёрдамида қўзғатилган стапедиял рефлекс ESRT учун чегараларни аниқлаш.

АутоАРТ ўлчови интракохлеар электродлар тахминан 50 мкс давом этадиган триггер сигнали билан қўзғатилганда юзага келадиган эшитиш нерви таъсир потенциалини қайд этади (расм 4).



Расм 4. AutoART - индивидуал электродлар қўзғатилганда эшитув нервининг ҳаракат потенциали қайд этилиши.

НП-ни созлашда ҳар бир алоҳида электродни рағбатлантиришда минимал чегара даражаларини ва максимал қулай товуш даражасини аниқлашни ўз ичига олади. Ҳар бир электрод учун ушбу икки даражанинг қийматлари НП-нинг созлаш харитасини аниқлайди. Агар бу даражалар тўғри аниқланган бўлса, бемор атофдаги барча товушларни қулай тарзда эшитади, энг сокин овоздан энг баланд овозгача, дискомфорт ва ноқулайлик ҳисси кузатилмайди. НП-ни аниқ ва мукаммал созлаш учун дастурда қўшимча равишда частота ва стимуляция режимини, диапазонни, компрессия миқдори ва микрофон сезгирлигини ўзгартириш имконияти мавжуд. Асосий эътибор эса эшитиш чегараларини ва максимал қулай овоз баландлигини эҳтиёткорлик билан аниқлашга қаратилиши керак.

Аудиологнинг вазифаси ҳар бир канал учун эшитиш бўсағасини келтириб чиқарадиган электр токининг минимал миқдорини (THR- Threshold- эшитиш сезгирлигининг чегараси, бўсағаси) ва ёқимсиз (дискомфорт) эшитишга олиб келмайдиган максимал миқдорини аниқлашга имкон қадар аниқ ҳаракат қилишдир. НП-нинг параметрларини мос равишда созлаш вазифаси, биринчи навбатда, ҳар бир электрод учун эшитув нерви қўзғалишининг минимал ва максимал қийматини - товуш сезишнинг минимал бўсаға даражаси (БД) ва максимал қулай даражасини (МКД) аниқлашга тўғри келади. Ҳар бир электрод учун бу икки даража НП-ни созлаш харитасини яратишга имкон беради (расм 5).

НП параметрларини ўрнатиш жуда кўп меҳнат талаб қиладиган жараён бўлиб, аудиолог ва бемор ўртасида фаол ҳамкорликни талаб қиладди. Катта ёшдаги беморлар учун унинг эшитиш чегараларини тўғри баҳолаш аудиолог учун қийинчилик туғдирмайди чунки катта ёшдаги беморларнинг товушни аниқ субъектив баҳолаб уни тўғрилигига ишонч ҳосил қилиб НП соланади. Болаларда эса эшитиш сезгиларини адекват баҳолаш жуда мураккаб жараён чунки болалар айниқса прелингвал болалар товуш параметрларини аниқ айтиб бераолмайдилар. Шунинг учун болаларда НП-ни созлаш учун одатда объектив

усуллардан фойдаланилади: электр стимуляциясига жавобан стапедиал рефлексни (ESRT) қайд этиш, (ART - Auditory Nerve Response Telemetry- электр стимуляциясига эшитув нервнинг ҳаракат потенциалини қайд этиш текшириш усуллари қўлланилади



Расм 5. Нутқ процессорини созлаш харитаси

. Стапедиал рефлекс бу соғлом одамда эшитиш аъзосининг баланд товушларга нисбаттан ҳимоя реакцияси бўлиб, ўрта қулоқнинг суякчаларини маҳкамлайдиган мушак m. stapedius қисқаради (рефлекс стимуляция қилинган томондан қатъи назар, ҳар икки томондан ҳам содир бўлади). КИ-да стапедиал рефлексини қайд этиш муолажаси давомида беморга КИ-нинг ҳар бир алоҳида электродидида электр стимуллари қўлланилади, сўнгра қўшимча аудиологик асбоб-ускуналар - импеданс ўлчагич ёрдамида қарама-қарши қулоқдаги жавоблар қайд этилади.

КИ-нинг замонавий моделлари нерв жавоб телеметрияси функциясини ўз ичига олади (ART - Auditory Nerve Response Telemetry), яъни. ҳар бир электроднинг электр стимуляциясига эшитув нервнинг ҳаракат потенциалини қайд этиш. Эшитиш нервнинг ҳаракат потенциали - бу акустик ёки электр стимуляциясига жавобан юзага келадиган эшитув нерви толалари гуруҳининг умумий электр фаоллиги.

Оддий эшитиш жараёнида ички кулоқнинг тукли хужайралари акустик стимуляцияга жавобан эшитиш нервининг ҳаракат потенциалини яратиш учун тетиклантирувчи механизм бўлиб хизмат қилади ва "сунъий" электр стимуляцияси пайтида эса электр майдонининг потенциал тақсимланишини қайд қилувчи электрод атрофида ҳам содир бўлади.

Эшитиш нерви жавобининг телеметриясида КИ-нинг бир электродига амплитудаси ортиб борадиган икки фазали электр импульслари юборилади ва НП ни созлаш учун дастурий ва ускуналар ёрдамида бошқа электроддан N1 манфий чўкки кўринишида жавоб пайдо бўлади, ва анча кичикроқ ижобий чўкки ёки плато P2 кўринишда қайд қилинади (расм 6). Аслида, артефактнинг электр стимуляциясидан таъсирини истисно қилиш учун эшитиш нервининг жавобини қайд этиш тартиби анча мураккаб алгоритмга эга. ART-нинг жавоб сигнали жуда заиф ва уни изоляция қилиш учун синхрон тўплаш усули қўлланилади. Электр стимуляцияси даражасининг ошиши билан ART жавобининг амплитудаси ошади ва унинг яширин даври камаяди. Ушбу жавобнинг чегарасини аниқроқ аниқлаш учун регрессия функциясини яратиш учун автоматик алгоритм қўлланилади.



Расм 6. Эшитиш нерви жавобининг амплитудасини ортиши функцияси.

Илмий нашрлар таҳлилларига кўра, эшитиш нерви ҳаракат потенциалининг пайдо бўлиш товуш сезишнинг минимал бўсаға даражаси (БД) ва максимал қулай даражасини (МКД) ўртасида маълум бир боғлиқлик мавжуд, аммо бу муносабат стапедиал рефлексни қайд қилишдан бир оз пастроқдир. Аммо, стапедиал рефлексдан фарқли ўлароқ, эшитиш нерви жавобининг телеметрияси махсус қўшимча жиҳозлар ёки тиббий ускуналарни талаб қилмайди, бемордан қандайдир диққат, эътибор талаб қилинмайди ва ушбу муолажа ўрта кулоқдаги товуш ўтказувчанлиги ҳолатига боғлиқ эмас. Нерв жавобининг телеметрияси деярли барча ҳолатларда қайд этилади, ички кулоқ ва эшитиш нервининг мураккаб аномалиялари, нуқсонлари бундан мустасно.

НП-нинг параметрларини созлаш (НП) КИ операциясидан кейин болаларнинг эшитиш-нутқ реабилитацияси учун энг асосий вазифалардан бири ҳисобланади. Боланинг эшитиш қобилияти ва операциядан кейин боланинг нутқини ривожлантириш самарадорлиги НП-нинг қанчалик тўғри созланганлигига боғлиқ. НП-нинг индивидуал параметрлари қанчалик аниқ ва мукаммал созланса, боланинг атрофдаги товушларни бошқариши осонроқ бўлади ва эшитиш-нутқ реабилитация жараёни тезроқ амалга ошади.

НП-нинг тўғри ва юқори аниқликда созланиши атрофдаги товушларнинг бутун диапазонини етарли даражада эшитиш имконини беради: энг майин ва паст товушлардан энг баландигача, сокин товушларни қабул қилишда зўриқишсиз ва ҳатто энг баланд товушларни идрок этишда муҳим аҳамият касб этади. Фақатгина тўғри ва аниқ созланган НП ёрдамида бутун кун давомида атрофдаги барча товушларни идрок этиш учун қулай шарт-шароитларни яратади ва оддий эшитадиган одамлар билан деярли бир қаторда тенг даражада юқори нутқнинг тушунарлилигини таъминлайди.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, НП-нинг параметрларини адекват созланиши 5-6 метрдан шивирлаган нутқни ва 10 метр ва ундан кўпроқ масофадан оғзаки нутқни идрок этиш ҳамда англашга имкон беради. Айниқса НП-ни кулоғига тақиб олган болажонлар кун давомида ҳеч қандай чарчоқни

сезмайдилар ва унга шунчалик ўрганиб қолишадики, ота-оналар болаларининг чарчаб каттиқ ухлаб қолганларидан кейингина НП-ни ўчириб, олиб қўйишларига тўғри келади. Эртаси куни эрталаб, болажонлар уйғониши биланоқ, ота-оналаридан биринчи навбатда НП-ни тақиб қўйишларини талаб қилишади.

Шундай қилиб, НП-ни етарли даражада созлаш кейинги барча эшитиш-нутқ реабилитациясининг самарадорлигини белгилайди, бироқ, НП-нинг параметрларини юқори аниқликда созлаш нафақат болалар, балки катталар учун ҳам жуда машақатли вазифадир. Бундан ташқари, ҳар бир бемор учун НП-нинг созламалари мутлақо индивидуал ёндашувни талаб қилади ва электродларнинг чиғаноқ ичига жойлашганига, (электроддан спирал ганлий нинг сезгир хужайраларигача бўлган турли масофалар) ва беморнинг индивидуал сезгирлигига, ҳар бир алоҳида электрод яқинида жойлашган асаб толалари гуруҳига ҳам боғлиқ.

Шуни таъкидлаш керакки, ёш болаларда (прелингвал болалар) НП-нинг параметрларини созлаш сезиларли қийинчиликларни келтириб чиқаради. Бунинг асосий сабаби шундаки, улар товуш ҳақида тўлиқ тушунчага эга эмаслар ва товуш баландлигига субъектив баҳо бера олмайдилар. Рағбатлантиришнинг максимал қулай даражаларини аниқлаш жараёнида болалар ноқулайлик туғдирадиган ёқимсиз ҳис-туйғуларни бошдан кечириши мумкин, бу эса келажакда НП-ни тақишдан бош тортиш учун асосий сабаблардан бири бўлиши мумкин. Постлингвал беморларни НП-ни созлаш эса умуман бошқача, чунки улар товуш ва нутқ нима эканлигини билишади, созлаш сеансларини ижобий қабул қилишади. Бу омиллар уларнинг ижобий натижага кўпроқ қизиқишини белгилайди ва шунинг учун улар билан алоқа ўрнатиш ва аниқ субъектив баҳолашга кўра НП-ни оптимал тарзда созлаш жуда осон кечади (расм 7).



Расм 7. Нутқ процессорини созлаш жараёни.

НП-ни ўрнатишда махсус дастурий таъминот ёрдамида компьютерда керакли стимуляция параметрлари яратилади ва НП-нинг ишлашини назорат қилади, бу эса ўз навбатида инсон ички қулоғи чиғаноғига киритилган электродларга рағбатлантирувчи импульс сигналларни узатади. НП-ни компьютерга улаш учун махсус мос келадиган қурилма - рақамли интерфейс ишлатилади.

Дастлабки нутқ процессорини ишга тушириш операциядан тахминан 30 кун ўтгач, мутахассислар жамоаси томонидан амалга оширилди. Жамоага аудиолог, сурдопедагог, психолог ва бошқа мутахассислар киради. НП-ни созлаш учун MED-EL Maestro дастурий таъминоти ва махсус адаптацияланган алгоритмдан фойдаланилди. Бизнинг марказимизда қўлланиладиган стандарт

созлаш протоколига асосланиб ҳар бир электрод канали учун зарур бўлган индивидуал бўсага даражалари (Т-даража) ва комфорт даражалари (С-даража)ни аниқлаш учун интраоператив маълумотлар (телеметрия, ESRT, ART, AutoART тестлар)дан фойдаланилди. Шу асосда боланинг биринчи харитаси (Map) нутқ процессоридаги стимуляция харитаси тузилади. Харита тузишда қуйидаги асосий параметрлар қийматлари танланди ва тегишли ҳолда ўрнатилди:

- Бўсага заряди (THR) - ҳар бир электрод учун 10% белгиланди (дастурий таъминотнинг стандарт қиймати 8% эди).
- Максимал қулай овоз даражаси (МҚД) - стапедиал рефлекс пайдо бўлган минимал даражадан 40% камайтирилган ҳолда ўрнатилди. Яни жаррохлик амалиёти вақтида ўлчанган стапедиал рефлекснинг энг паст бўсағасидан иборат заряд олинди ва унинг 60% қиймати боланинг дастлабки қулай (комфорт) даражаси деб қабул қилинди. Шу тариқа, НП-да ҳар бир электрод учун индивидуал МҚД қийматлари белгиланди.
- Кодлаш стратегияси - барча болалар учун дастлаб FS4-P стратегияси танланди. Maestro дастурий таъминотида бу стратегия "FS4" деб қайд этилади, аммо унинг имкониятлари FS4-P (Fine Structure Processing with Parallel Stimulation) алгоритмига мослаштирилган.
- Микрофон сезгирлиги - НП микрофони сезгирлиги 75% даражада ўрнатилди.
- Микрофон йўналиши режими - 75% га мослаштирилган йўналтирилган микрофон режими танланди (яъни, микрофон асосан олд тарафдан келаётган товушларга сезгир қилиб қўйилди, 25% эса фон товушларга ажратилди). Шу билан бирга, овозни автоматик бошқариш (ASM), атроф-шовқинни камайтириш, тўсатдан пайдо бўладиган баланд товушларни филтрлаш, шамол шовқинини сусайтириш каби барча қўшимча функциялар ҳам фаоллаштирилди.
- Овоз баландлиги - НП-нинг овоз чиқиш кучайтиргичи 75% даражада ўрнатилди.

Яратилган дастлабки харита болага бириктирилди ва НП- ишга туширилди. Боладаги имплантат ҳолати махсус телеметрия орқали текширилди (имплантат электродлари қаршилиги, ишлаши ва ҳ.к.). Дастлабки созлашдан сўнг боладаги субъектив ва объектив эҳтирослар кузатилиб, ҳаддан ташқари кучли ёки ноқулай ҳиссиётлар бўлмаслиги таъминланди. Бундай ҳолат аниқланса, тегишли параметрларга зудлик билан ўзгартиш киритилди. Шу тариқа, ҳар бир болада НП индивидуал равишда дастлабки ҳолатга келтирилди ва реабилитация жараёни бошланди.

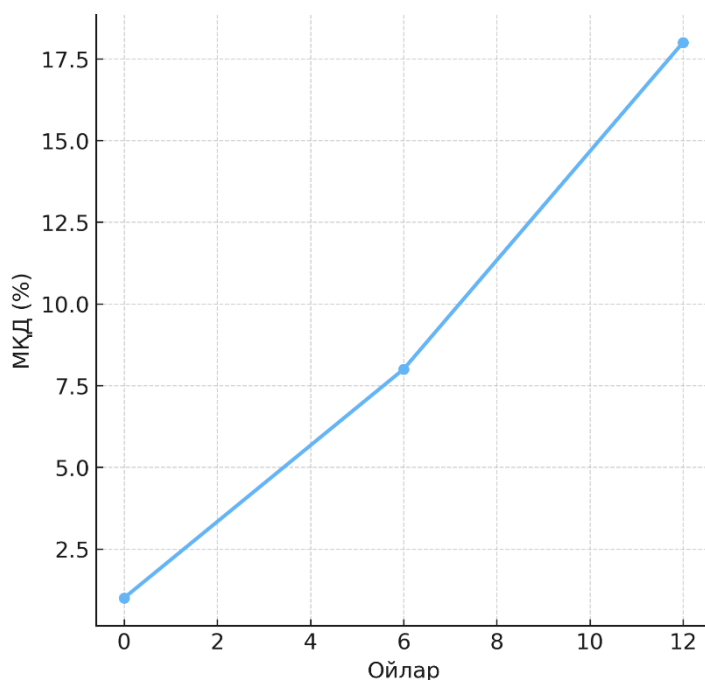
ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Умумий гуруҳда болаларнинг 60% да туғма карлик, 40% да оғир сенсоневрал эшитиш заифлиги аниқлангани ҳақида юқорида таъкидладик. Карлик муддати турлича бўлиб, кичик ёшда имплантация қилинган болаларнинг кар қолган даври нисбатан қисқа, каттароқ ёшда операция қилинган болаларники эса узоқроқ бўлган (I ва III гуруҳлар солиштирилганда). Бу эса боланинг бош миясида эшитиш хотираси сақлаб қолиш даражасига таъсир кўрсатади. Масалан, 3-4 ёшда кар бўлиб қолиб, 4-5 ёшида имплант қўйилган болада маълум даражада олдинги эшитиш ва нутқ хотираси сақланган бўлади. Бундай болалар реабилитация жараёнларини яхшироқ қабул қилиб, янгидан эшитишга ўрганишда фаол иштирок этади. Аксинча, туғма кар ёки бир ёшгача эшитишини йўқотган болада реабилитация нолдан бошланади, натижалар секинроқ намоён бўлади. Шу боис, катта ёшли болалар билан контакт ўрнатиш ва уларнинг субъектив маълумотларига таяниб созлаш киритиш нисбатан осон кечди, кичик ёшли болаларда эса асосан объектив тестларга таянилди.

Барча болаларга жарроҳликдан кейин НП ўрнатилиб, юқорида баён қилинган тартибда дастлабки созлов берилди. Кейинги реабилитация даври (1 йил мобайнида) давомида аудиолог ва сурдопедагог томонидан доимий кузатув олиб борилди. Боланинг ота-онасига махсус саволномалар (анкеталар) берилиб, боланинг кундалик ҳаётда эшитиш қобилиятидаги ўзгаришлар қайд

этиб борилди. Шунингдек, ҳар бир бола маълум бир интервал билан аудиологик қайта текширувлардан ўтказилди. Дастлабки созланган харита боланинг бир неча ой фойдаланиши учун берилди, сўнгра эса боланинг ташқи муҳитдаги мослашишига қараб харитага ўзгартиришлар киритиб борилди. Маълумотларга кўра, болаларнинг барчасида НП-ни қайта созлаш зарурати туғилган - биринчи йил давомида ҳар 2 ойда янги прогрессив созлов хариталари тузилиб, унда асосий 4 та параметр (МҚУ, микрофон сезгирлиги, микрофон йўналиши режими ва стратегия) қийматларига турли даражада ўзгартиришлар киритилди. Бу ўзгартиришлар болаларнинг индивидуал эҳтиёжларидан келиб чиқди. Қуйида ушбу параметрларда кузатилган умумий тенденциялар ва ўзгаришлар таҳлил қилинади.

Максимал қулай овоз даражаси (МҚД): Дастлабки созловда МҚУ қийматлари эҳтиёткорлик билан, стапедиал рефлекс асосида камайтириб белгиланган эди (яъни боланинг комфорт зонасида овоз чиқиши таъминланди). Реабилитация давомида болалар товушга тобланиб бориши билан, аксарият ҳолларда МҚУни бироз ошириш имкони туғилди.

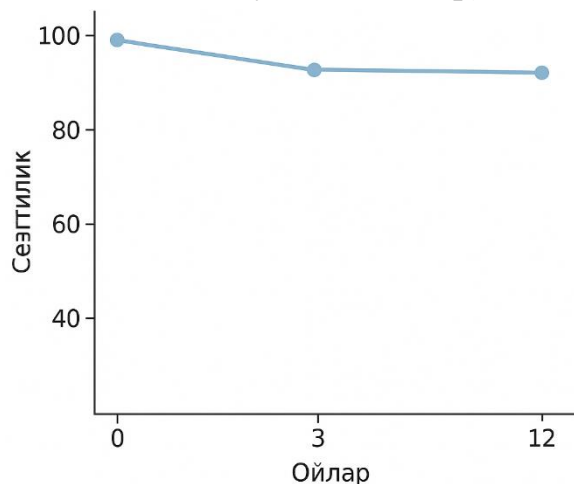


Расм 8. МҚД ўзгариши бир йил давомида

Такрорий созлашларда ҳар бир электрод бўйича комфорт даражаси аста-секин кўтарилди. Биринчи йил охирига келиб, болаларнинг кўпчилигида МҚУ дастлабкига нисбатан 10-20% га оширилди (расм 8). Бу боланинг баланд товушларга ҳам мослаша олгани ва уларни қабул қила олишини кўрсатади. Натижада, юқори интенсивликдаги товуш сигналлари ҳам болага етиб борадиган бўлди, бу эса товушнинг контрастлиги ва тушунишни яхшилайди.

Айрим қаттиқ шовқинга сезувчан болаларда эса аксинча, МҚУни вақтинча пасайтиришга тўғри келган ҳоллар ҳам учради (масалан, қўрқувчан болаларда).

Микрофон сезгирлиги: НП микрофонининг сезгирлик даражаси дастлаб барча болаларда 75% этиб қўйилган эди. Бола атроф-муҳитдаги паст интенсивликдаги товушларга эътибор қаратишни ўрганган сари, микрофон сезгирлигини ошириш имконияти пайдо бўлди. Кичик ёшли болалар дастлаб фақат яқинидаги овоз манбаларини (онасининг овози, ўйинчоқлар товуши) қабул қилган бўлса, микрофон сезгирлигини 80-85% га чиқариш орқали улар узоқроқдаги юмшоқ товуш сигналларини ҳам эшита оладиган бўлди (расм 9). Шу тариқа, биринчи йил охирига келиб микрофон сезгирлиги ўртача 80% атрофида белгиланди, баъзи фаол болаларда 90-100% гача чиқилди. Аксинча, баъзи болалар (хусусан, юқори шовқиндан безовталанувчи болалар)да эса сезгирликни бироз пасайтиришга тўғри келган - масалан, атроф-фон шовқинлари жуда безовта этса, 75% дан 60-65% га туширилди. Бу ўзгартиришлар боланинг индивидуал талабларига биноан амалга оширилди.

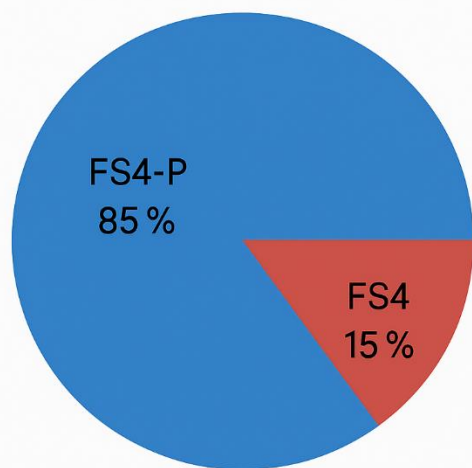


Расм 9. Микрофон сезгирлиги динамикаси

Микрофон йўналиши режими: Дастлаб нутқ НП стандарт тарзда ярим-йўналтирилган микрофон режимида ишлаётган эди (75% олдга йўналтирилган). Боланинг ёши ва фаоллиги ошган сари, айниқса болалар боғчага ёки бошқа шовқинли муҳитга борганда, микрофоннинг йўналтирувчанлигини кучайтириш зарур бўлди. Катта ёшли болаларга кейинги созлашларда тўлиқ йўналтирилган микрофон режими ўрнатилди (100% фақат олд томондан овоз қабул қилиш), бу орқали бола фон шовқинлар орасида ўзига керакли нутқ овозини яхшироқ ажрата бошлади. Кичик ёшли болалар ва уй шароитидаги болаларда эса аксинча, ҳамма томондан овоз эшитиш муҳим бўлгани учун микрофон йўналиши режимини

50% гача камайтириш ҳолатлари бўлди (яъни деярли тўлиқ OMNI дирекцион режимга ўтилди). Шу тариқа, бир йил давомида микрофон йўналиши параметри боланинг шароитига мос равишда турли томонга ўзгартирилди.

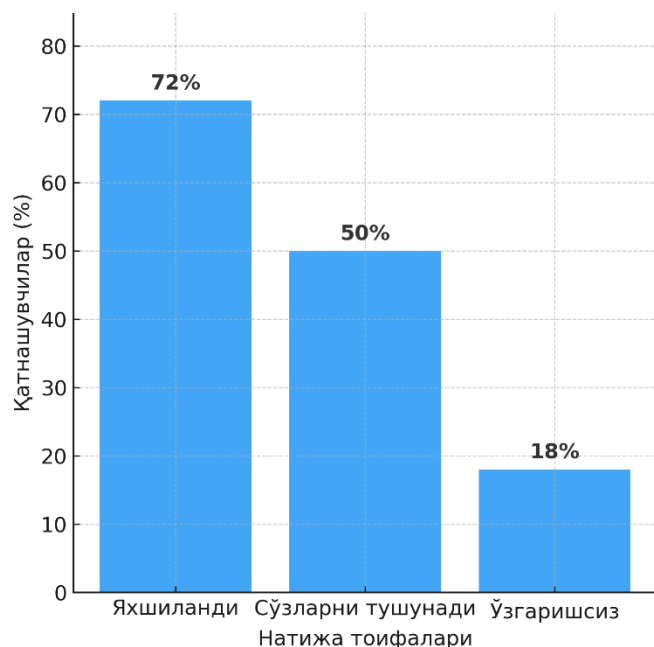
Кодлаш стратегияси: Барча болалар учун дастлаб FS4-P стратегияси танланган эди. Реабилитация жараёнида сурдопедагогик кузатув ва ота-оналардан сўровномалар натижасида айрим болаларда кодлаш стратегиясини ўзгартириш талаб этилди. Хусусан, 15% болада FS4-Pдан FS4 стратегиясига ўтиш амалга оширилди. Бу ўзгаришга асосан катта ёшли, аввал маълум даражада эшитиш тажрибасига эга бўлган болалар муҳтож бўлди. Сабаби, FS4-P стратегияси ҳаво товушининг майда спектрал хусусиятларини ҳам узатиши натижасида баъзи болаларда овоз тембри "ноодатий" деб қабул қилинган. Бундай болалар (асосан 3-5 ёшлик) ўз шикоятларини билдирган ёки сурдопедагог машғулотларида маълум жумлаларни адаштираётгани кузатилган (расм 10). FS4 стратегияга (Fine Structure without Parallel stimulation) алмаштирган ҳолда, овозни кодлаш нисбатан "соддалаштирилди". Натижада мазкур болаларда товушни идрок қилиш яхшилангани, нутқни англаш осонлашгани қайд этилди. Қолган болалар (85%) FS4-P стратегиясида давом этган, чунки улар учун бу режим мос ва самарали бўлган. Демак, кодлаш



стратегиясини танлаш масаласида ҳам индивидуал ёндашув зарур - асосий қисми учун замонавий FS4-P мақул бўлса, айрим ҳолларда анъанавий FS4 яхши натижа бериши мумкин.

Расм 10. Кодлаш стратегиясини ўзгариши

Кузатувлар шуни кўрсатдики, болаларнинг ёши НП-ни сошлаш натижаларига муайян таъсир кўрсатади. 3 ёшгача бўлган болаларда қайта сошлаш жараёнлари кўпроқ вақт талаб қилди, чунки уларда эшитиш тажрибаси йўқ эди ва ҳар бир янгиликка мослашиш секин рўй берди. Масалан, 1 ёшда КИ амалиётини ўтказган бола дастлаб кўп вақт давомида атроф-муҳитдаги товушларга реакция қилмаслиги мумкин - унинг мияси шу товушларни таниб олишни ўрганиши керак бўлади. Бундай болаларда қайта сошлаш параметрларини ошириш (МҚУни кўтариш, микрофон сезгирлигини ошириш ва ҳ.к.) аста-секинлик билан бажарилди. Бир ёшдан кичик бўлган 5 нафар боланинг ҳар бирига биринчи йилда камида 6 маротаба созлов киритилди ва



йил охирига бориб улар куйидаги натижаларга эришди: атроф-муҳит товушларига реакция пайдо бўлди, ўз исмлари ва яқинларининг овозини танишни ўрганди, баъзилари сўз бирикмаларини тушуниб қайтара бошлади (расм 11).

3-5 ёшлик болаларнинг она-оналарининг таъкидланишича, НП уланганининг биринчи ойларидаёқ атрофга

Расм 11. Нутқни тушуниш натижалари (бир йилдан сўнг)

нисбатан қизиқиши ошди, турли товуш манбаларини

излай бошлади. Уларга нутқни тушунтириш ва гапириб ўргатиш ҳам анча самарали кечди. Шу билан бирга, катта ёшли болалар баъзан овозларга нисбатан нозик танқидлар ҳам билдира олди: масалан, "овоз қаттиқ" ёки "шиғиллаётгандек". Бундай ҳолларда юқорида қайд этилганидек, созлов параметрлари қайта кўриб чиқилди. Масалан, микрофон сезгирлиги 75%дан 70%га туширилди, ёки баланд частотали электродларда МҚУ камайтирилди. Айрим катта ёшли болалар кундалик суҳбатда "шовқин бор" дея эътироз

билдирган - бунга микрофон йўналиши режимини ўзгартириш билан ечим топилди (фон шовқинларни камайтириб бериш орқали). Демак, катта ёшли болаларнинг ўзлари ҳам созлашда фаол иштирок этиши мумкин, бу эса натижага ижобий таъсир қилади.

ИЖТИМОЙ - ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИ

КИ қилинган болаларда НП-ни созлаш — фақатгина тиббий жараён эмас, балки реабилитациянинг ҳал қилувчи босқичидир. Созлаш самарадорлиги тўғридан-тўғри боланинг жамиятга мослашиши, эшитиш-нутқ кўникмалари ривожланиши, мактаб дастурини ўзлаштириши ва келгусида касб эгаси бўлишига таъсир кўрсатади. Тўғри алгоритм асосида созлаш оила ва давлат харажатларини қисқартиради, нутқ ривожланишининг кечикиши, когнитив қийинчиликлар, ижтимоий изоляция каби иккиламчи муаммоларни олдини олади, таълим самарадорлигини ва бола ҳаёти сифатини оширади.

Ижтимоий аҳамияти қуйида намоён бўлади:

- Болаларнинг эрта адаптацияси: ўз вақтида созлаш ва мунтазам коррекция натижасида таълим ва жамият муҳитига тезроқ мослашиши.
- Соғлиқни сақлаш ва таълим тизими харажатларининг камайиши: такрорий операциялар ва ортикча сурдопедагогик коррекциялаш эҳтиёжини камайтиради.
- Инклюзия даражасининг ошиши: тўғри созланган НП-га эга болалар оммавий мактабларда ўқиши, ижтимоий-маданий ҳаётда иштирок этиши мумкин.
- Ота-оналарнинг фаол иштироки: боланинг эшитиш одатларини кузатиб, ўзгартиришларни мутахассисларга етказиши орқали реабилитация жараёни самарадорлигини оширади.

Шу тариқа, НП-ни созлаш нафақат тиббий, балки ижтимоий-иқтисодий аҳамиятга ҳам эга бўлиб, боланинг тўлиқ реабилитацияси ва жамиятга интеграциясини таъминлайди.

ХУЛОСА

Юқоридаги келтирилган маълумотлар асосида қуйидаги хулосалар ишлаб чиқилди:

1. Кохлеар имплантациядан кейин нутқ процессорини самарали созлаш нафақат интраоперацион объектив кўрсаткичларга, балки боланинг операциягача эшитиш аппаратларидан фойдаланиш тажрибасига ҳам бевосита боғлиқ. Шу сабабли, кохлеар имплантацияга тайёргарлик босқичида эшитиш аппаратларини тақиш давомийлиги ва кундалик фойдаланиш режими DataLogging маълумотлари асосида мажбурий баҳоланиши лозим.

2. Эшитиш аппаратларидан қисқа муддат ва эпизодик тарзда фойдаланган болаларда нутқ процессорига мослашиш жараёни нисбатан секин кечади. Ушбу гуруҳда дастлабки созлаш вақтида субъектив жавоблар етарлича ишончли бўлмаслиги мумкин, шунинг учун телеметрия, ЕСАР ва ESRT каби объектив кўрсаткичларга таяниш, стимуляция параметрларини эса эҳтиёткорлик билан босқичма-босқич ошириш мақсадга мувофиқ.

3. Эшитиш аппаратларидан мунтазам ва узоқроқ фойдаланган болаларда операциядан кейинги эшитув адаптацияси барқарорроқ кечади. Бундай болаларда товушга хулқий жавоблар аниқроқ бўлиб, нутқ процессорини созлашда объектив маълумотлар билан бир қаторда Ling-6, LittleEARS, IT-MAIS ва ота-оналар кузатуви натижаларидан самарали фойдаланиш мумкин.

4. DataLogging маълумотларига асосланган ҳолда болаларни эшитиш аппаратларидан фойдаланиш режими бўйича гуруҳлаш нутқ процессорини индивидуал созлаш алгоритминини оптималлаштириш имконини беради. Бундай ёндашув кохлеар имплантациядан кейинги реабилитация прогнозини аниқроқ баҳолаш, созлаш тактикасини тўғри танлаш ва эшитув-нутқ ривожланиши самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

АМАЛИЙ ТАВСИЯЛАР

1. Кохлеар имплантацияга номзод болаларда операциягача бўлган босқичда эшитиш аппаратларидан фойдаланиш тартиби DataLogging функцияси орқали мажбурий баҳоланиши лозим. Бунда фақат аппарат берилган сана эмас, балки боланинг уни ҳақиқий такқан вақти, кунлик ўртача фойдаланиш давомийлиги ва ҳафталик умумий фойдаланиш соатлари ҳисобга олиниши керак. Ушбу маълумотлар боланинг операциягача бўлган эшитув тажрибасини баҳолаш ва кейинги нутқ процессорини созлаш тактикасини танлаш учун асос бўлиб хизмат қилади.

2. Эшитиш аппаратларини қисқа муддат ёки эпизодик такқан болаларда операциядан олдин ота-оналар билан тушунтириш ишларини кучайтириш, аппаратни қайта мослаштириш, индивидуал қулоқ қолипларини текшириш ва боланинг аппаратни тақишга мослашувини назорат қилиш тавсия этилади. Бундай болаларда кохлеар имплантациядан кейинги дастлабки созлаш эҳтиёткорлик билан, пастроқ комфорт даражалардан бошлаб, стимуляция параметрларини босқичма-босқич ошириш орқали амалга оширилиши лозим.

3. Эшитиш аппаратларидан мунтазам ва узок муддат фойдаланган болаларда нутқ процессори параметрларини индивидуаллаштириш нисбатан фаолроқ олиб борилиши мумкин. Чунки ушбу болаларда эшитув стимуляциясига олдиндан маълум даражада мослашув шаклланган бўлади. Шу билан бирга, ҳар қандай параметр ўзгариши боланинг товушга муносабати, нутқни тушуниши, шовқинли муҳитдаги хулқи ва кундалик ҳаётдаги эшитув реакциялари билан назорат қилиниши шарт.

4. Нутқ процессорини дастлабки фаоллаштиришда ҳар бир бола учун интраоперацион маълумотлар - импеданс кўрсаткичлари, ECAP ва ESRT натижалари - асос сифатида қабул қилиниши керак. Айниқса кичик ёшли ва прелингвал болаларда субъектив жавоблар чекланган бўлгани сабабли, объектив кўрсаткичлар дастлабки харитани тузишда ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Биринчи йил давомида қайта созлаш режали тартибда: дастлабки

фаоллаштиришдан кейин 1-1,5 ой ичида, кейин эса ҳар 2-3 ойда ўтказилиши мақсадга мувофиқ.

5. Реабилитация самарадорлигини баҳолашда фақат аудиологик кўрсаткичлар билан чекланиб қолмасдан, Ling-6 тести, LittleEARS, IT-MAIS, ота-оналар сўровномалари ва сурдопедагогик баҳолаш натижалари комплекс таҳлил қилиниши лозим. Кохлеар имплантациядан кейинги реабилитацияда аудиолог, сурдопедагог, логопед, психолог ва ота-оналар ўртасида узвий ҳамкорлик таъминланиши нутқ процессорини созлаш самарадорлигини оширади ва боланинг эшитув-нутқ ривожланишини тезлаштиради.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Clark, G. M. *Cochlear Implants: Fundamentals and Applications*. New York: Springer, 2003.
2. Wilson, B. S., Dorman, M. F. Cochlear implants: A remarkable past and a brilliant future. *Hearing Research*, 2019; 377: 105-115.
3. Свирский М. А., Тео С. В., Нойбургер Х. С. Развитие речи и языка у детей с кохлеарными имплантами в зависимости от возраста имплантации. *Аудиология и отоневрология*, 2004; 9(4): 224-233.
4. Шарма А., Дорман М. Ф., Спар А. Дж. Сенситивный период развития слуховой системы у детей с кохлеарными имплантами: значение возраста имплантации. *Вестник оториноларингологии*, 2002; 6: 53-60.
5. World Health Organization (WHO). *World Report on Hearing*. Geneva: WHO, 2021.
6. Таварткиладзе Г. А., Кузовков В. Е., Пащинина О. А., Янина И. Е. Современные подходы к кохлеарной имплантации у детей. *Российская оториноларингология*, 2018; 5: 12-18.
7. Roland, J. T., Gantz, B. J., Waltzman, S. B., Koch, D. B. Long-term outcomes of cochlear implantation in children. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 2012; 45(1): 155-171.

8. Белов М. В., Соловьев А. Н., Карпова Н. И. Оптимизация настройки речевого процессора у детей младшего возраста. *Вестник сурдологии*, 2020; 2: 45-51.
9. Dettman, S. J., Dowell, R. C., Choo, D., Arnott, W., Abrahams, Y., Davis, A. C. et al. Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months: A multicenter study. *Pediatrics*, 2016; 138(5): e20160274.
10. American Academy of Audiology (AAA). *Cochlear Implant Practice Guidelines*. Reston, VA: AAA, 2019.
11. Иваненко А. А., Таварткиладзе Г. А. Практические аспекты подбора параметров стимуляции при кохлеарной имплантации у детей. *Вестник оториноларингологии*, 2017; 2: 34-40.
12. Gifford, R. H. *Cochlear Implant Patient Assessment: Evaluation of Candidacy, Performance, and Outcomes*. San Diego: Plural Publishing, 2019.
13. Бобошко М. Ю., Громов А. С., Трошина Е. М. Результаты слухоречевой реабилитации детей после кохлеарной имплантации. *Вестник Российской академии медицинских наук*, 2019; 74(3): 195-202.