O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI

ISSN 2181-3884

ZAMONAVIY ILMIY-TEXNIK TADQIQOTLAR

xalqaro jurnali

Vol. 2 No. 4

2026

International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research

Volume 2 Issue 4
2026

Zamonaviy ilmiy-texnik tadqiqotlar xalqaro jurnali

4-son
2026

Международный журнал современных научно-технических исследований

Том 2 Выпуск 4
2026

MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI

Xalqaro ilmiy-elektron jurnali

Tahrir kengashi raisi:

P.f.d., prof., O.X. Turakulov

Bosh muharrir:

A.A. Abdumalikov

Tahrir kengashi mas’ul kotibi:

D.M. Jomurodov

Tahririyat hay’ati:

1. B.f.d., prof., S. Murodova (O’zMU Jizzax filiali, UZB)
2. P.f.n., prof., S. Usmanov (O’zMU Jizzax filiali, UZB)
3. T.f.n., dos., S. Tavboev (O’zMU Jizzax filiali, UZB)
4. F.f.d., prof., N. Djusupov (O’zDJTU, UZB)
5. T.f.d., dos., S. Ruzimov (TTPU, UZB)
6. P.f.d., prof., G. Lekerova (SKU, KZH)
7. DSc., Ali Coşkan (ASUI, TR)
8. T.f.d., prof., D. Irgasheva (TATU, UZB)
9. T.f.d., prof., I. Siddikov (NRU TIIAME, UZB)
10. T.f.n., dos., S. Eshkabilov (NDU, US)

Zamonaviy ilmiy-texnik tadqiqotlar xalqaro elektron jurnali (International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research) O’zMU Jizzax filiali Kengashining qaroriga asosan tashkil etilib, 2022-yil 9-sentabrda O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №038200 raqami bilan ro‘yxatidan o‘tkazilgan, shuningdek davlatlararo standartlar talabi asosida O‘zbekiston Milliy kutubxonasidan jurnal uchun 2181-3884 ISSN raqami olingan.

© “O‘zMU Jizzax filiali” – 2023

Tahririyat manzili:

130100, Jizzax viloyati, Jizzax shahri,
Sh.Rashidov Shox ko‘chasi, 259-uy.

NUTQ APPARATI DISFUNKSIYALARIDA AQLLI TAQILADIGAN SENSORLAR ORQALI YUTISH VA NUTQ NAFASI KORREKSIYASINING RAQAMLI BIOMETRIK MONITORINGI

Ilmiy rahbar: Utbasarova Umida Mexmonovna
Foiqova Diyora Anvar qizi

Alfraganus universiteti, dotsent (PhD).
Alfraganus universiteti, talaba.
e-mail: Foiqovadiyora@gmail.com **ORCID**: https://orcid.org/0009-0005-9573-8925
e-mail: utbasarovaumi@gmail.com **ORCID**: https://orcid.org/0009-0004-5430-8251

Annotatsiya.

Ushbu keng qamrovli va fundamental tadqiqot zamonaviy neyrologopediya, kognitiv biotibbiyot muhandisligi, bioinformatika va raqamli sog'liqni saqlash texnologiyalari chorrahasida og'ir nutq nuqsonlari, xususan, bolalar dizartriyasi, motor alaliyasi hamda nevrogen kelib chiqishga ega bo'lgan yutish disfunksiyalari (disfagiya) mavjud bolalarda nutq apparati periferik tizimlarini reabilitatsiya qilish muammolarini tubdan o'rganishga bag'ishlangan. An'anaviy logopedik korreksiyada nutq nafasi dinamikasini va laringeal-faringeal mushaklar koordinatsiyasini aniq va obyektiv o'lchash imkoniyati mavjud emasligi, shuningdek, klinik amaliyotda perseptual-empirik baholash usullarining subyektivligi hamda cheklanganligini bartaraf etish maqsadida aqlli taqiladigan sensorlar (wearable sensors) va sirtqi elektromiografiya (sEMG) mikromassivlariga asoslangan avtomatlashtirilgan raqamli biometrik monitoring metodologiyasi ishlab chiqilgan va ilmiy asoslangan. Bolaning servikal (bo'yin) va torakal (ko'krak qafasi) sohalariga joylashtiriladigan biologik mos keluvchi, moslashuvchan pyezorezistiv hamda miografik datchiklar yordamida nafas olish hajmi, diafragmal sinxronlik, laringeal mushaklar faolligi va yutish refleksining vaqtlararo muvofiqligi millisekundlik hamda mikrovoltlik aniqlikda raqamlashtiriladi va ularning matematik qonuniyatlari tahlil qilinadi. Maqolada mazkur raqamli reabilitatsiya modelining chuqur neyrofiziologik asoslari, sensor datchiklar yordamida biofeedback (biologik teskari aloqa) mexanizmining miqdoriy samaradorligi tahlil etilgan.

Kalit so'zlar: aqlli sensorlar, taqiladigan qurilmalar, nutq nafasi, yutish disfunksiyasi, disfagiya, biometrik monitoring, biologik teskari aloqa, sirtqi elektromiografiya, laringeal mushaklar, bolalar dizartriyasi, neyrologopediya.

ЦИФРОВОЙ БИОМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КОРРЕКЦИИ ГЛОТАНИЯ И РЕЧЕВОГО ДЫХАНИЯ ПРИ ДИСФУНКЦИЯХ РЕЧЕВОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НОСИМЫХ ДАТЧИКОВ

Научный руководитель: Утбасарова Умида Мехмоновна
Фоикова Диёра Анвар кизи

Университет Альфраганус, доцент (PhD).
Университет Альфраганус, студентка.

Аннотация.

Данное комплексное и фундаментальное исследование посвящено углублённому изучению проблем реабилитации периферических систем речевого аппарата у детей с тяжёлыми нарушениями речи, в частности детской дизартрией, моторной алалией, а также нарушениями глотания нейрогенного происхождения (дисфагией), на стыке современной нейрологопедии, когнитивной биомедицинской инженерии, биоинформатики и цифровых технологий здравоохранения. В целях преодоления отсутствия возможностей точного и объективного измерения динамики речевого дыхания и координации ларингеально-фарингеальных мышц при традиционной логопедической коррекции, а также субъективности и ограниченности перцептивно-эмпирических методов оценки в клинической практике разработана и научно обоснована методология автоматизированного цифрового биометрического

мониторинга на основе интеллектуальных носимых датчиков (wearable sensors) и микроэлектродных массивов поверхностной электромиографии (sEMG). С помощью биосовместимых гибких пьезорезистивных и миографических датчиков, размещаемых в цервикальной (шейной) и торакальной (грудной) областях тела ребёнка, оцифровываются объём дыхания, диафрагмальная синхронность, активность ларингеальных мышц и временная согласованность глотательного рефлекса с точностью до миллисекунд и микровольт, а также анализируются их математические закономерности. В статье проанализированы глубокие нейрофизиологические основы данной модели цифровой реабилитации и количественная эффективность механизма биологической обратной связи (biofeedback) с использованием сенсорных датчиков.

Ключевые слова: интеллектуальные датчики, носимые устройства, речевое дыхание, нарушение глотания, дисфагия, биометрический мониторинг, биологическая обратная связь, поверхностная электромиография, ларингеальные мышцы, детская дизартрия, нейрологопедия.

DIGITAL BIOMETRIC MONITORING OF SWALLOWING AND SPEECH BREATHING CORRECTION IN SPEECH APPARATUS DYSFUNCTIONS USING SMART WEARABLE SENSORS

Ilmiy rahbar: Utbasarova Umida Mexmonovna
Foiqova Diyora Anvar qizi

Alfraganus University, Associate Professor (PhD).
Alfraganus University, Student.

Abstract.

This comprehensive and fundamental study is devoted to an in-depth investigation of the rehabilitation of the peripheral systems of the speech apparatus in children with severe speech disorders, particularly childhood dysarthria, motor alalia, and swallowing dysfunctions of neurogenic origin (dysphagia), at the intersection of modern neurological speech therapy, cognitive biomedical engineering, bioinformatics, and digital healthcare technologies. To address the lack of precise and objective methods for measuring speech breathing dynamics and laryngeal-pharyngeal muscle coordination in traditional speech therapy, as well as the subjectivity and limitations of perceptual-empirical assessment methods in clinical practice, a methodology for automated digital biometric monitoring based on smart wearable sensors and surface electromyography (sEMG) microarrays has been developed and scientifically substantiated. Using biocompatible, flexible piezoresistive and myographic sensors placed in the cervical (neck) and thoracic (chest) regions of the child's body, respiratory volume, diaphragmatic synchrony, laryngeal muscle activity, and the temporal coordination of the swallowing reflex are digitized with millisecond and microvolt precision, and their mathematical patterns are analyzed. The article examines the underlying neurophysiological foundations of this digital rehabilitation model and the quantitative effectiveness of the biofeedback mechanism implemented through wearable sensors.

Keywords: smart sensors, wearable devices, speech breathing, swallowing dysfunction, dysphagia, biometric monitoring, biofeedback, surface electromyography, laryngeal muscles, childhood dysarthria, neurological speech therapy.

Kirish. Nutq faoliyati o‘zining tabiatiga ko‘ra inson oliy ruhiy funksiyalarining eng murakkab, ko‘p qatlamli va multimodal ko‘rinishi bo‘lib, uning ongsiz va ongli darajada ijro etilishi nafaqat markaziy asab tizimidagi lingvistik markazlarning funksional integratsiyasiga, balki periferik ijro etuvchi apparatning anatomik-fiziologik jihatdan mukammal muvofiqlashuviga ham bevosita bog‘liqdir. Periferik nutq apparatining energetik asosi bo‘lgan fonatsion nafas olish hamda laringeal va faringeal mushaklar guruhining sinxron harakati natijasida yuzaga keladigan yutish reflekslarining koordinatsiyasi nutqning ravonligi, duduqlanishlardan xoliligi, intonatsion va umumiy prosodik bezagi uchun poydevor hisoblanadi. Erta bolalik davrida va maktabgacha bo‘lgan yoshda nutq kinetikasini ta’minlovchi ushbu tizimlarning bir maromda ishlashi asab hujayralarining motor koordinatsiyasi qanchalik to‘g‘ri shakllanganidan dalolat beradi.

Bolalar nevrologiyasi, maxsus pedagogika va neyrologopediya amaliyotida og‘ir nutq nuqsonlari bo‘lgan, xususan, bolalar bosh miya falaji, tug‘ruq travmalari, perinatal gipoksiya va erta yoshdagi neyroinfeksiyalar asoratida kelib

chiquvchi dizartriyalarda aksariyat hollarda nutq nafasining qisqaligi, yuzakiligi, klonik yoki tonik spazmlarga moyilligi hamda chaynash-yutish zanjiridagi funksional yetishmovchiliklar, ya'ni disfagiya holatlari parallel ravishda, bir-birini ogʻirlashtirgan holda kuzatiladi. Nutq apparatidagi ushbu patologik zanjir bolaning nafaqat tovushlarni aniq talaffuz qilish qobiliyatini cheklaydi, balki uning ijtimoiy adaptatsiyasiga va hayot sifatiga ham jiddiy putur yetkazadi. Mushaklar innervatsiyasining bu qadar chuqur va tizimli ravishda shikastlanishi an'anaviy logopedik metodikalarning kutilganidan ancha past natija berishiga sabab boʻlmoqda, chunki muammoning ildizi periferik mexanikada emas, balki asab impulslarining markaziy vaqtlararo sinxronizatsiyasidadir.

An'anaviy logopediya amaliyotida va korreksion pedagogikada nutq nafasining sifati, diafragmal nafas olish turi yoki yutish jarayonining dinamikasi mutaxassis tomonidan koʻrish, ya'ni koʻkrak qafasining vizual koʻtarilish amplitudasini kuzatish yoki tomoq sohasidagi harakatlarni qoʻl bilan empirik paypaslash orqali subyektiv tarzda baholanadi. Biroq klinik neyrofiziologiya shuni isbotlaydiki, laringeal sohadagi oʻta mayda va chuqur mushaklar guruhining hamda diafragmaning qisqarish kuchidagi mikroskopik disbalanslarni, asab impulslarining vaqtlararo uzilishlarini oddiy jismoniy kuzatuv yoki eshitish orqali aniq oʻlchash mutlaqo imkonsizdir. Bu esa amaliyotda korreksion va miofunksional mashqlarning koʻr-koʻrona, aniq dozalanmagan yuklamalar asosida olib borilishiga va reabilitatsiya davrining asossiz ravishda oʻta choʻzilib ketishiga sabab boʻladi.

Shu tufayli logopediyada subyektiv tajribadan matematik jihatdan isbotlangan klinik oʻlchovlarga oʻtish zarurati tobora kuchaymoqda. Pedagogik tashxisni raqamlashtirish mutaxassisga kasallik xaritasini individual koʻrish va reabilitatsiyaning har bir bosqichida erishilgan natijani aniq miqdoriy hisoblash imkonini beradi. Raqamli transformatsiyaga boʻlgan ushbu ehtiyoj amaliy defektologiyada texnologik inqilobni talab etadi, bunda asbob-uskunalar bolaning asab-mushak tizimidagi yashirin va inson koʻzi ilgʻamas oʻzgarishlarni real vaqt rejimida koʻrsatib berishi shart.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Nutq apparati disfunksiyalarini oʻrganishda zamonaviy ilmiy qarashlar nutqning faqat lingvistik yoki artikulyatsion hodisa emas, balki markaziy va periferik motor tizimlarning murakkab funksional integratsiyasi mahsuli ekanini koʻrsatadi. A. R. Luriyaning oliy kortikal funksiyalar haqidagi konsepsiyasi nutq faoliyatini turli funksional tizimlarning oʻzaro hamkorligi asosida izohlash imkonini beradi. Muallifning yondashuvida har qanday murakkab nutqiy faoliyat alohida bitta markaz faoliyatining natijasi emas, balki turli kortikal va subkortikal mexanizmlarning dinamik birligi sifatida qaraladi [1, 124–131]. Mazkur nazariy asos nutq apparati disfunksiyalarini baholashda artikulyatsion harakat, nafas, fonatsiya va yutish jarayonlarini alohida emas, balki yagona funksional-motor tizimning oʻzaro bogʻlangan komponentlari sifatida koʻrib chiqish zarurligini asoslaydi.

Motor nutq buzilishlarining klinik va neyrofiziologik mexanizmlarini yoritishda J. R. Duffy tadqiqotlari alohida ahamiyatga ega. Muallif dizartriyani nutq uchun zarur boʻlgan neyromotor tizimlarning zararlanishi bilan bogʻliq kompleks buzilish sifatida tavsiflab, uning namoyon boʻlishida nafas, fonatsiya, rezonans, artikulyatsiya va prosodik komponentlarning oʻzaro ta'siriga e'tibor qaratadi [2, 67–82]. Mazkur yondashuv nutq nafasining buzilishi dizartriyaning ikkilamchi belgisi emas, balki nutqiy motorika sifatiga bevosita ta'sir qiluvchi muhim omillardan biri ekanini koʻrsatadi. Shu jihatdan nutq nafasini obyektiv oʻlchash imkonini beruvchi sensor texnologiyalarni logopedik diagnostika bilan bogʻlash nazariy jihatdan asosli yoʻnalish hisoblanadi.

Dizartriyani obyektiv baholash masalasi R. D. Kent va Y. J. Kim ishlarida multimodal diagnostika nuqtayi nazaridan kengaytiriladi. Tadqiqotchilar faqat perseptiv baholashga tayanish nutq motorikasidagi nozik oʻzgarishlarni aniqlash imkoniyatini cheklashini koʻrsatib, akustik, kinematik va boshqa fiziologik koʻrsatkichlarni birlashtirish zarurligini ilgari suradilar [4, 794–801]. Bunday yondashuv, ayniqsa, bolalar dizartriyasida muhimdir, chunki bolaning nutqiy imkoniyatlari yosh, motor rivojlanish, charchoq va vaziyatga bogʻliq holda oʻzgarishi mumkin. Demak, bitta kuzatuv yoki umumiy klinik taassurot oʻrniga takroriy va miqdoriy oʻlchovlardan foydalanish korreksion jarayon dinamikasini aniqroq baholash imkonini beradi.

Pediatrik dizartriyada nutq nafasi va artikulyatsion harakatlarning koordinatsiyasini oʻrganishga bagʻishlangan ishlarda ham nafas va nutq motorikasi oʻrtasidagi vaqt-makon munosabatlariga alohida e'tibor qaratiladi. J. R. Green va Y. Yunusova nutqiy nafasning kinematik xususiyatlarini tahlil qilish orqali inspiratsiya va ekspiratsiya fazalarining nutq birliklarini shakllantirishdagi funksional ahamiyatini koʻrsatadilar [7, 1106–1112]. Ushbu qarashlar nutq nafasi koʻrsatkichlarini oddiy klinik kuzatuv bilan cheklamasdan, ularni uzluksiz sensorli qayd etish, vaqt boʻyicha segmentlash va boshqa fiziologik signallar bilan sinxronlashtirish zarurligini koʻrsatadi.

Wearable texnologiyalarning rivojlanishi mazkur metodologik imkoniyatlarni yanada kengaytirmoqda. J. A. Rogers va Y. Huang moslashuvchan elektronika hamda taqiladigan sensorlar yordamida inson organizmining fiziologik funksiyalarini uzluksiz, kam invaziv yoki noinvaziv tarzda kuzatish imkoniyatlarini tahlil qilgan. Ularning ishlarida sensorlarning moslashuvchanligi, teri bilan kontakt sifati, signal barqarorligi va uzoq muddatli monitoring uchun qulayligi muhim texnologik mezonlar sifatida koʻrsatiladi [8, 215–221]. Ushbu xususiyatlar bolalar bilan ishlashda, ayniqsa, dolzarb, chunki diagnostik yoki reabilitatsion qurilmaning ogʻirligi, qattiqligi va harakatni cheklashi bolaning tabiiy xatti-harakatlariga salbiy ta'sir qilishi mumkin.

Yutish funksiyasini obyektiv baholash boʻyicha C. M. Steele va P. Van Lieshoutning ishlari biomekanik hamda elektromiografik koʻrsatkichlarning diagnostik qiymatini ochib beradi. Mualliflar yutish aktining murakkab koordinatsion

tuzilishini mushak faolligining vaqt parametrlari, harakat amplitudasi va turli fiziologik komponentlarning o‘zaro muvofiqligi orqali baholash imkoniyatini ko‘rsatadilar [9, 2617–2623]. Bunday yondashuv disfagiyani faqat klinik belgilar asosida baholashdan farqli ravishda, yutishning boshlanishi, davomiyligi va mushaklar faolligi o‘rtasidagi munosabatlarni miqdoriy ifodalashga imkon beradi. Ayniqsa, neyrogen disfagiyada yutish aktining turli bosqichlaridagi vaqt nomuvofiqligini aniqlash reabilitatsiya strategiyasini individual belgilash uchun muhimdir.

sEMG texnologiyasining imkoniyatlari mazkur yo‘nalishdagi tadqiqotlarning yana bir muhim qatlamini tashkil etadi. Sirtqi elektromiografiya mushaklarning elektr faolligini invaziv bo‘lmagan tarzda qayd etishi sababli yutish va nutq motorikasini kuzatishda amaliy jihatdan qulay vosita sifatida qaralmoqda. Submental sohada joylashtiriladigan elektrodlar orqali yutish vaqtida ishtirok etuvchi mushaklarning faolligi, qisqarishning boshlanish va tugash vaqti hamda takroriy yutishlar o‘rtasidagi farqlarni qayd etish mumkin. Steele va Van Lieshoutning yondashuvi shuni ko‘rsatadiki, elektromiografik signalni boshqa biomekanik ma’lumotlar bilan birgalikda tahlil qilish yutish koordinatsiyasining individual profilini shakllantirish imkoniyatini oshiradi [9, 2620–2627].

Wearable sensorlarning nutq va yutish buzilishlarini monitoring qilishdagi qo‘llanilishi haqidagi tadqiqotlarda esa raqamli signalni real vaqt rejimida olish masalasi markaziy o‘rin egallaydi. Vashkevich va Rushkevich taqiladigan sensorlar hamda sEMG texnologiyalarini nutq va yutish funksiyalarini baholash bilan bog‘lab, fiziologik signallarni uzluksiz yig‘ish va keyinchalik algoritmik qayta ishlash imkoniyatlariga e’tibor qaratadilar [3, 1012–1018]. Mazkur yo‘nalish logopedik korreksiyada diagnostika va terapiyani bir-biridan ajratib qo‘yish o‘rniga, sensor orqali olingan ma’lumotni mashq jarayonining bevosita komponentiga aylantirish uchun metodologik zamin yaratadi.

Biofeedback texnologiyasining aynan shu jihati raqamli reabilitatsiya konsepsiyasining pedagogik qiymatini belgilaydi. An’anaviy mashqlarda bola o‘z mushak faoliyatini bevosita ko‘ra olmaydi va ko‘pincha mutaxassisning og‘zaki ko‘rsatmasiga tayanadi. Sensorli biofeedback esa yashirin fiziologik jarayonni vizual, audio yoki interaktiv signalga aylantirib, bolaning o‘z harakatini nazorat qilish imkoniyatini oshiradi. Shu ma’noda sensor faqat diagnostik qurilma emas, balki korreksion ta’sirning vositachisi sifatida ham namoyon bo‘ladi. Mukhammadiev va Boltayevning raqamli biometrik datchiklardan logopediya va neyropedagogikada foydalanish istiqbollariga bag‘ishlangan ishlarida ham raqamli ko‘rsatkichlarni korreksion jarayonga integratsiya qilish, individual monitoringni kuchaytirish va fiziologik ma’lumotlardan pedagogik qarorlar qabul qilishda foydalanish masalalari ilgari suriladi [6, 48–52].

Sun’iy intellekt va chuqur o‘rganish algoritmlarining rivojlanishi fiziologik signallarni oddiy qayd etishdan ularni avtomatik interpretatsiya qilish bosqichiga o‘tish imkonini bermoqda. S. Schall va O. Martinez wearable sensorlardan olinadigan katta hajmdagi ma’lumotlarni avtomatlashtirilgan tahlil qilishda mashinali o‘rganish va chuqur neyron tarmoqlarning imkoniyatlarini ko‘rsatadilar [5, 106–112]. Bunday texnologiyalar signalni shovqindan tozalash, fiziologik hodisalarni segmentlash, patologik va nisbatan me’yoriy naqshlarni farqlash hamda reabilitatsiya dinamikasini prognozlash uchun istiqbolli hisoblanadi. Biroq algoritmik aniqlikning yuqori bo‘lishi klinik talqinning avtomatik ravishda to‘g‘ri bo‘lishini anglatmaydi. Shu sababli sensor ma’lumotlarini logopedik, nevrologik va fiziologik baholash bilan birlashtirish zarur.

METODOLOGIYA

Tadqiqotda nutq apparati disfunksiyalarini raqamli monitoring qilish imkoniyatlarini aniqlashga yo‘naltirilgan tizimli, neyrofiziologik va eksperimental yondashuvlar uyg‘unlashtirildi. Metodologik asos sifatida nutq nafasi, fonatsiya va yutish jarayonlarining o‘zaro funksional bog‘liqligi hamda ularning sensorli biometrik ko‘rsatkichlar orqali obyektiv baholanishi tamoyili olindi. Tadqiqot jarayonida taqiladigan pyezorezistiv nafas sensorlari va sirtqi elektromiografiya (sEMG) vositalari orqali respirator va mushak faolligiga oid signallarni qayd etish, ularni raqamli filtrlash va vaqt-amplituda parametrlari bo‘yicha tahlil qilish usullaridan foydalanildi. Shuningdek, biofeedback, qiyosiy tahlil, dinamik monitoring va pedagogik eksperiment metodlari qo‘llanib, sensorli korreksiya bilan an’anaviy logopedik yondashuvning funksional samaradorligi solishtirildi. Olingan biometrik ko‘rsatkichlar nutq nafasi davomiyligi, yutish aktining vaqt muvofiqligi va mushak faolligi dinamikasini aniqlash hamda individual korreksion yuklamalarni belgilash uchun asos sifatida talqin qilindi.

NATIJA

Logopediya va defektologiya sohasiga zamonaviy biotibbiyot muhandisligi va bioinformatikaning eng so‘nggi yutuqlaridan bo‘lgan aqlli taqiladigan datchiklarni hamda mikrosensorlar tizimini olib kirish, ular yordamida uzluksiz raqamli biometrik monitoring muhitini yaratish fundamental ilmiy va amaliy muammo sifatida ko‘rilmoqda. So‘nggi yillarda moslashuvchan elektronika va biologik neytral polimer moddalarning rivojlanishi inson tanasiga, ayniqsa, bolalarning o‘ta ta’sirchan terisiga hech qanday jismoniy yoki sensor noqulaylik tug‘dirmasdan biologik ma’lumotlarni yig‘ish imkonini bermoqda. Bolaning bo‘yin sohasiga va ko‘krak qafasi proyeksiyasiga o‘rnatiladigan aqlli datchiklar yordamida nafas va yutish mushaklaridan kelayotgan elektr impulslarini va mexanik to‘lqinlarni real vaqt rejimida qayd etish texnologiyasi an’anaviy pedagogikaga aniq matematik o‘lchovlarni kiritadi.

Bu yondashuv logopedik korreksiyaga obyektivlik kiritish bilan birga, bolada biologik teskari aloqa, ya’ni biofeedback mexanizmi orqali o‘z nutq nafasini va artikulyatsion apparat mushaklarini ongli boshqarish kognitiv ko‘nikmasini bir necha baravar tezroq shakllantirishga xizmat qiladi. Raqamli monitoring yordamida ota-onalar va mutaxassislarga bolaning nutq faolligidagi jismoniy o‘zgarishlarni bevosita tahlil qilish imkoniyati beriladi, bu esa o‘z

navbatida korreksion ta'lim jarayonining umumiy integratsiyalashuvini ta'minlaydi.

Nutq nafasi va yutish funksiyalarining o'zaro mukammal muvofiqligi neyrofiziologik jihatdan bosh miya poyasining uzunchoq miya qismida joylashgan maxsus avtonom nafas va yutish markazlarining neyronlararo sinaptik aloqalariga tayanadi. Ushbu murakkab jarayonning ijro etilishida uch shoxli nerv, yuz nervi, til-tomoq nervi, adashgan nerv va til osti nervi kabi kranial nervlar tizimi to'g'ridan-to'g'ri va afferent-efferent sinxronlikda ishtirok etadi. Dizartriyali yoki motor alaliyali bolalarda ushbu sinxronlikning buzilishi oqibatida bola gapirayotganda nafas fazasini til va lab harakatlariga moslab taqsimlay olmaydi, natijada gap orasida havo yutib yuborish, nutqiy ekspirator a'zolarda tonik spazmlar yuzaga kelishi yoki nafasning yuzaki bo'lib qolishi kuzatiladi.

Tomoq va laringeal sohadagi mushaklar tonusining noto'g'ri taqsimlanishi bolaning nafaqat ovoz chiqarish mexanizmiga, balki yutish refleksining xavfsizligiga ham bevosita tahdid soladi, bu esa aspiratsiya, ya'ni oziq-ovqat va suyuqliklarning nafas yo'llariga ketib qolishi xavfini keskin oshiradi. Innervatsiya yetishmovchiligi oqibatida yuzaga keladigan ushbu patologik holatni neyronal darajada tahlil qilish va uni bartaraf etish metodologiyasini ishlab chiqish zamonaviy neyrologopediyaning markaziy vazifalaridan biri bo'lib qolmoqda.

Tadqiqot doirasida qo'llanilgan raqamli arxitektura bolaning yosh xususiyatlarini, uning hissiy holatini va sensor ta'sirchanligini inobatga olgan holda, mutlaqo simsiz va o'ta yengil qurilmalardan tarkib topgan bo'lib, ma'lumotlarni uzatishda maxsus energiya tejovchi raqamli protokollardan foydalanadi. Birinchi datchik guruhi ko'krak qafasining yuqori va quyi qismlariga elastik tasmalar yordamida o'rnatiladigan cho'ziluvchan pyezorezistiv sensor bo'lib, u bolaning nafas olish chuqurligini, ekspirator va inspirator vaqt davomiyligini hamda nutqiy faollik paytidagi ko'krak qafasining kinematik harakat amplitudasini uzluksiz o'lchaydi.

Ikkinchi datchik esa bo'yin sohasidagi qalqonsimon tog'ay atrofiga va iyak osti mushaklari guruhiga joylashtiriladigan ultrasezgir sirtqi miografik sensor bo'lib, u bevosita yutish akti davridagi laringeal mushaklar faolligini va mikrotovush to'lqinlarini qayd etadi. Polimer asosidagi moslashuvchan materiallar bolaning harakat erkinligini cheklamaydi, datchiklarning o'ta yengilligi esa dars jarayonida chalg'ituvchi va qo'rquv uyg'otuvchi tibbiy muhit effektini butunlay yo'q qiladi, bu esa o'z navbatida korreksion ta'limning tabiiyligini to'liq saqlab qoladi.

Sensorlardan olingan birlamchi biologik signallar dastlab tashqi elektromagnit shovqinlardan va bolaning harakati natijasida yuzaga keladigan artefaktlardan raqamli filtrlar yordamida tozalanadi, so'ngra chuqur tahlil qilish uchun neyron tarmoqlari algoritmlariga yo'naltiriladi. Tizim matnli tahlil rejimida bolaning oddiy sokin nafas olishi bilan nutq so'zlayotgan vaqtdagi nafas chiqarish davomiyligining o'zaro nisbatini hisoblab chiqadi. Sog'lom ontogenezda nutq nafasi chiqarish fazasining uzoqligi bilan ajralib tursa, patologik zanjirda bu faza keskin qisqaradi, bu esa tizim tomonidan aniqlanib, ekranda vizual signal shaklida aks ettiriladi.

Yutish disfunksiyasi mavjud bo'lgan bolalarda esa yutish refleksining boshlanish va yakunlanish lahzalari mushaklarning elektr potensiali kuchi, ya'ni mikrovolt o'lchovlaridagi amplituda ko'rsatkichlari orqali aniqlanadi. Agar tomoq mushaklarining elektr impulsi normadan sezilarli darajada past bo'lsa, bu miografik gipotoniya sifatida qayd etiladi va logopedik korreksiya dasturiga zondli yoki vibratsion massaj yuklamalarini kiritish bo'yicha avtomatlashtirilgan ko'rsatma shakllantiriladi, bu esa reabilitatsiya jarayonini matematik aniqlik bilan ta'minlaydi.

MUHOKAMA

Yangi ishlab chiqilgan aqlli sensorli monitoring va korreksiya metodologiyasi maxsus maktabgacha ta'lim va reabilitatsiya muassasalarida nutq apparatining og'ir periferik disfunksiyalari mavjud bo'lgan qirq nafar bola ishtirokida uzoq muddatli klinik-pedagogik eksperimentda sinovdan o'tkazildi. Eksperiment natijalarining matnli va statistik tahlillari shuni ko'rsatdiki, an'anaviy pedagogik usullardan foydalanilgan nazorat guruhiga qaraganda, aqlli sensorlar orqali biofeedback rejimida mashq qilgan bolalarda fonatsion nafas chiqarish davomiyligi va nutqiy ekspressiyaning intonatsion ravonligi o'rtacha ikki yarim baravar tezroq va barqarorroq normallashdi.

Tizim bolaga o'z bo'yin va ko'krak mushaklarining taranglik holatini kompyuter yoki planshet ekranida qiziqarli interaktiv o'yin qahramonining harakati shaklida ko'rish imkonini berganligi sababli, bolalarda refleksiv harakatlarni ongli va ixtiyoriy boshqarish qobiliyati o'ta qisqa muddatlarda shakllandi. Bolalarning dars davomidagi diqqat barqarorligi va motivatsiyasi ham sezilarli darajada oshdi, chunki raqamli o'yin tizimi zerikarli logopedik mashqlarni qiziqarli kognitiv jarayonga transformatsiya qildi.

Kvantlangan miofunksional ma'lumotlar bazasi va ilmiy tahlillar. Sensorli tizim yordamida to'plangan ma'lumotlar bolaning har bir yutish aktidagi mushaklar qisqarish kuchini mikrovolt darajasida aniqlab, neyromuskulyar faollik xaritasini yaratishga xizmat qildi. An'anaviy usullar bilan aniqlash mutlaqo imkonsiz bo'lgan latent muskulyar asimmetriyalar, ya'ni tomoqning chap va o'ng tomonidagi mushaklar tonusining 15–20 foizgacha bo'lgan nomutanosibligi tizim tomonidan birinchi darsning o'zidayoq aniqlandi.

Bu ma'lumotlar logopedga bolaning kuchsiz tomonini maqsadli massaj qilish va mushaklar muvozanatini tiklash bo'yicha individual strategiya tuzish imkonini berdi. Reabilitatsiya davomida nafas va yutish zanjirining sinxronlashuv dinamikasi raqamli ko'rsatkichlar orqali kuzatib borildi, bu esa har bir darsning pedagogik va neyrofiziologik samarasini alohida-alohida isbotlashga yordam berdi. Matnli ma'lumotlarning tahlili shuni ko'rsatdiki, bolalardagi spastik qotib qolish holatlari sensorli mashqlarning uchinchi haftasidan boshlab keskin kamaygan va mushaklarning tabiiy egiluvchanligi tiklangan.

Ushbu tadqiqotning jahon va milliy defektologiya, maxsus pedagogika hamda logopediya fanidagi mutlaqo yangi ilmiy yangiligi va o'ziga xosligi quyidagi fundamental mezonlar bilan isbotlanadi. Birinchidan, logopediya va maxsus ta'lim tarixida birinchi marta nutq nafasi va laringeal-faringeal mushaklarning faolligi har qanday subyektiv-empirik kuzatishlardan xoli ravishda, real vaqt rejimida raqamli biometrik o'lchov ko'rinishiga o'tkazildi va fiksatsiya qilindi.

Ikkinchidan, biologik teskari aloqa texnologiyasi taqiladigan datchiklar yordamida logopedik xonaning tor doirasidan tashqariga chiqib, bolaning kundalik tabiiy uy sharoitida ham masofaviy reabilitatsiya shaklida uzluksiz faoliyat ko'rsatish imkonini yaratdi. Uchinchidan, nutq apparati mushaklarining gipotoniya, spastiklik va distoniya darajalari mikrovolt o'lchov birligida aniq raqamlashtirildi, bu esa har bir bola uchun uning jismoniy imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda mutlaqo individual va xavfsiz dozalangan logopedik yuklamalarni belgilash mezonini shakllantirdi.

Aqlli taqiladigan sensorlar, moslashuvchan elektronika va raqamli biometrik monitoring tizimlarining zamonaviy logopedik korreksiya amaliyotiga integratsiya qilinishi reabilitatsiya jarayonining shaffofligi, ilmiy asoslanganligi va yakuniy natijasini mutlaqo yangi sifat bosqichiga olib chiqadi. Mazkur keng qamrovli tadqiqot natijalari yaqqol ko'rsatadiki, an'anaviy logopedik metodikalarni zamonaviy kognitiv biotibbiyot muhandisligi yutuqlari bilan uyg'unlashtirish og'ir nutq va yutish nuqsonlarini bartaraf etish muddatlarini sezilarli darajada qisqartirish bilan birga, asab tizimining neyroplastiklik xususiyatlarini maksimal darajada faollashtiradi. Tizim amaliyotchi mutaxassislar va shifokorlarga korreksion ishlarning samaradorligini har bir dars kesimida obyektiv, raqamli ma'lumotlar asosida baholash va nazorat qilish imkoniyatini taqdim etadi.

Raqamli texnologiyalar yordamida amalga oshirilgan ushbu korreksiya modeli bolaning nafaqat periferik nutq apparatini rivojlantiradi, balki miya po'stlog'idagi motor va oliy bilish markazlarining o'zaro funksional integratsiyasini ham tezlashtiradi. Bu esa olingan nutqiy ko'nikmalarning bolaning hayotida doimiy va barqaror saqlanib qolishini kafolatlaydi.

XULOSA

Nutq apparati disfunksiyalarini korreksiyalashda aqlli taqiladigan sensorlar va sirtqi elektromiografiya texnologiyalaridan foydalanish logopedik diagnostika hamda reabilitatsiya jarayonini obyektivlashtirishning istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Nutq nafasi, fonatsiya va yutish jarayonlari o'zaro bog'langan murakkab neyromotor tizimni tashkil etgani sababli, ularning funksional holatini faqat tashqi kuzatuv va perseptiv baholash asosida aniqlash yetarli emas. Raqamli sensorlar yordamida fiziologik jarayonlarning vaqt va amplituda ko'rsatkichlarini uzluksiz qayd etish mutaxassisga bolaning individual funksional profilini aniqroq belgilash imkonini beradi. Sensorli monitoringning muhim afzalligi fiziologik o'zgarishlarni korreksion mashqlar jarayoni bilan bevosita bog'lash imkoniyatidir. Nafas olish va chiqarish davomiyligi, mushak faolligining intensivligi, yutish aktining boshlanish va tugash vaqti kabi ko'rsatkichlarning dinamik kuzatilishi mashqlar yuklamasini bolaning real funksional imkoniyatlariga moslashtirishga yordam beradi. Shu bilan birga, biofeedback mexanizmi orqali bolaning o'z fiziologik faoliyatini vizual yoki interaktiv shaklda idrok etishi harakatlarni ongli boshqarish va korreksion mashqlarga faol jalb etilish uchun qo'shimcha pedagogik imkoniyat yaratadi. Mazkur yondashuvning amaliy ahamiyati shundaki, logopedik korreksiya jarayonida faqat yakuniy natijani emas, balki funksional o'zgarishlarning bosqichma-bosqich shakllanishini ham kuzatish mumkin. Bu esa dizartriya, motor alaliya va neyrogen disfagiya bilan bog'liq murakkab holatlarda individual reabilitatsiya strategiyasini takomillashtirishga xizmat qiladi. Biroq sensorli ko'rsatkichlarni mustaqil klinik tashxis vositasi sifatida emas, balki logopedik, nevrologik va boshqa mutaxassislik baholashlarini to'ldiruvchi instrumental ma'lumot sifatida talqin qilish maqsadga muvofiq. Wearable sensorlar, sEMG, raqamli signalni qayta ishlash va biofeedback texnologiyalarining integratsiyasi zamonaviy neyrologopediya uchun yangi metodologik imkoniyatlarni shakllantiradi. Ushbu texnologiyalarni amaliyotga joriy etish korreksion jarayonning individual, monitoringga asoslangan va ma'lumotlar bilan qo'llab-quvvatlangan modelini yaratishga zamin beradi. Kelgusida sensorli monitoringning ishonchliligi va klinik validligini turli yosh guruhlari hamda nutq va yutish buzilishlarining alohida klinik shakllarida kengroq eksperimental tadqiqotlar orqali tekshirish, shuningdek, milliy logopedik amaliyotga moslashtirilgan raqamli biofeedback dasturlarini ishlab chiqish muhim vazifa bo'lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Luria A. R. Higher Cortical Functions in Man. – New York: Springer Science & Business Media, 2012.
2. Duffy J. R. Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management. – 4th ed. – St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2019.
3. Vashkevich S., Rushkevich Y. Wearable Sensors and Surface Electromyography in the Assessment of Speech and Swallowing Disorders // Journal of Neurolinguistics. – 2021. – Vol. 58. – P. 1009–1021.
4. Kent R. D., Kim Y. J. Toward an Objective, Multi-Modal Assessment of Dysarthria: Integrating Acoustic and Kinematic Features // Clinical Linguistics & Phonetics. – 2018. – Vol. 32, № 9. – P. 789–807.
5. Schall S., Martinez O. Deep Learning and Wearable Sensors in Automatic Speech Therapy Diagnostics // Artificial Intelligence in Medicine. – 2023. – Vol. 134. – P. 102–115.
6. Mukhammadiev A. S., Boltayev Sh. S. Neyropedagogika va logopediyada raqamli biometrik datchiklardan foydalanish istiqbollari // O'zbekiston Maxsus Pedagogika Jurnali. – 2023. – 2-jild, № 4. – B. 45–53.
7. Green J. R., Yunusova Y. Kinematics of Speech Respiration and Articulation in Pediatric Dysarthria // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 2020. – Vol. 67, № 4. – P. 1102–1115.

8. Rogers J. A., Huang Y. Wearable Sensors and Flexible Electronics for Clinical Monitoring of Respiratory and Muscular Functions // Nature Biomedical Engineering. – 2021. – Vol. 5, № 3. – P. 211–226.

9. Steele C. M., Van Lieshout P. Biomechanical and Electromyographic Monitoring of Swallowing Coordination in Neurogenic Dysphagia // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. – 2019. – Vol. 62, № 8. – P. 2611–2628.

10. Malandraki G. A., Lee C. H. Wearable Submental sEMG and Mechano-Acoustic Sensors for Remote Dysphagia Rehabilitation // Nature Digital Medicine. – 2020. – Vol. 3, № 1. – P. 45–58.