



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК 616.36-002.951-089

АКУСТИЧЕСКИЕ БИОМАРКЕРЫ ГОЛОСОВЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

PARKINSON KASALLIGIDA OVOZ BUZULISHLARINING AKUSTIK BIOMARKERLARI

ACOUSTIC VOICE BIOMARKERS IN PARKINSON'S DISEASE



Султанова Умида Фахриддиновна–PhD
базовый докторант кафедры
оториноларингологии Ташкентского
государственного медицинского
университета.

Sultanova Umida Faxriddinovna– Toshkent
davlat tibbiyot universiteti
otorinolarinlogiya kafedrası PhD tayanch
doktoranti.

Umida F. Sultanova - PhD Candidate (Basic
Doctoral Program), Department of
Otorhinolaryngology, Tashkent State Medical
University, Tashkent, Uzbekistan.

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Болезнь Паркинсона является хроническим прогрессирующим нейродегенеративным заболеванием, характеризующимся постепенной дегенерацией дофаминергических нейронов и развитием двигательных нарушений, включая тремор покоя, ригидность мышц, брадикинезию и постуральную неустойчивость. Несмотря на отсутствие этиотропного лечения, современные методы медикаментозной и реабилитационной терапии позволяют эффективно контролировать симптомы заболевания и улучшать качество жизни пациентов. В последние годы все большее внимание уделяется немоторным проявлениям болезни Паркинсона, в частности нарушениям речи и голоса, которые могут возникать на ранних стадиях заболевания, нередко предшествуя выраженным двигательным расстройствам. Согласно современным исследованиям, изменения акустических характеристик голоса могут рассматриваться в качестве потенциальных биомаркеров болезни Паркинсона. Это открывает новые возможности для разработки объективных и неинвазивных методов ранней диагностики заболевания, а также способствует внедрению междисциплинарного подхода с участием неврологов, оториноларингологов, фоониатров и специалистов по речевой реабилитации.

Цель. Провести комплексную оценку эффективности акустического анализа голоса как неинвазивного метода диагностики болезни Паркинсона на основе анализа собственных клинических данных, определить наиболее информативные акустические биомаркеры голосовых нарушений и разработать клиничко-диагностический алгоритм их применения для раннего выявления заболевания, дифференциальной диагностики и динамического наблюдения пациентов.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе Ташкентского государственного медицинского университета. В исследование были включены 120 человек,



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

из которых 100 пациентов с болезнью Паркинсона составили основную группу, а 20 практически здоровых лиц — контрольную группу. В зависимости от длительности заболевания пациенты были распределены на три подгруппы: до 5 лет, от 5 до 10 лет и более 10 лет. Обследуемым проводились неврологическое, оториноларингологическое и фониатрическое обследования. Объективная оценка голосовой функции осуществлялась с использованием аппаратного комплекса акустического анализа голоса Heinemann с программным обеспечением LingWAVES WEVOSYS Program. Исследование проводили в специально оборудованном помещении с уровнем фонового шума не более 30 дБ. Регистрация голосовых сигналов проводилась с помощью специализированного микрофона, установленного на фиксированном расстоянии от обследуемого. В ходе исследования выполнялись фонетогрфия, оценка индекса выраженности дисфонии (DSI), анализ основной частоты тона (F0), градиента голосовой энергии, показателей jitter и shimmer, голосового тремора, дисдиадохокнеза и других параметров, характеризующих состояние голосообразования и моторного контроля речи. Полученные данные использовались для выявления наиболее информативных акустических биомаркеров болезни Паркинсона.

Результаты. Проведенный акустический анализ выявил достоверные изменения голосовых параметров у пациентов с болезнью Паркинсона по сравнению с контрольной группой. По мере увеличения длительности заболевания отмечалось прогрессирующее повышение показателей jitter и shimmer. Так, максимальные значения jitter достигали $0,81 \pm 0,09\%$, а shimmer — $16,16 \pm 1,5\%$ у пациентов со стажем заболевания более 10 лет. Одновременно наблюдалось снижение показателей диадохокнеза до $2,55-3,34$ слог/с, что свидетельствовало о нарушении моторного контроля речи. У пациентов с длительным течением заболевания также выявлено снижение основной частоты голоса до $109,78 \pm 6,26$ Гц и градиента энергии до $-1,95 \pm 0,29$ дБ/с. Полученные данные подтверждают наличие выраженных нарушений фонации и артикуляции, нарастающих по мере прогрессирования болезни, а также свидетельствуют о высокой диагностической значимости акустических показателей в качестве объективных биомаркеров болезни Паркинсона.

Заключение. Предложенный комплексный и оптимизированный подход к диагностике голосовых нарушений при болезни Паркинсона, основанный на применении акустического анализа голоса, является информативным, безопасным, неинвазивным и воспроизводимым методом обследования. Его внедрение в клиническую практику способствует повышению эффективности ранней диагностики заболевания, объективной оценке динамики голосовых нарушений и мониторингу течения патологического процесса. Использование данного подхода позволяет своевременно корректировать лечебно-реабилитационные мероприятия, улучшать качество медицинской помощи пациентам, а также способствует снижению экономических затрат системы здравоохранения и пациентов, связанных с поздней диагностикой и прогрессированием заболевания.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона, акустический анализ голоса, голосовые биомаркеры, дисфония, ранняя диагностика.

ANNOTATSIYA

Dolzarbliqi. Parkinson kasalligi surunkali progressiv neyrodegenerativ kasallik bo‘lib, dofaminergik neyronlarning asta-sekin degeneratsiyasi va harakat buzilishlarining rivojlanishi, jumladan, tinch holatdagi titroq, mushaklarning qotib qolishi, bradikineziya va postural beqarorlik bilan tavsiflanadi. Etiotrop davolash usullari mavjud bo‘lmasa-da, zamonaviy dori-darmon va rehabilitatsiya terapiyasi usullari kasallik alomatlarini samarali nazorat qilish va bemorlarning hayot sifatini yaxshilash imkonini beradi. So‘nggi yillarda Parkinson kasalligining motor bo‘lmagan ko‘rinishlariga, xususan, kasallikning dastlabki bosqichlarida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nutq va ovoz buzilishlariga tobora ko‘proq e‘tibor qaratilmoqda, bu ko‘pincha aniq harakat buzilishlaridan oldin sodir bo‘ladi. Zamonaviy tadqiqotlarga ko‘ra, ovozning akustik xususiyatlaridagi o‘zgarishlar



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Parkinson kasalligining potensial biomarkerlari sifatida qaralishi mumkin. Bu kasallikni erta aniqlashning ob‘ektiv va invaziv bo‘lmagan usullarini ishlab chiqish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi, shuningdek, nevrologlar, otorinolaringologlar, foniyatrlar va nutqni reabilitatsiya qilish bo‘yicha mutaxassislar ishtirokida fanlararo yondashuvni joriy etishga xizmat qiladi.

Maqsad. O‘z klinik ma‘lumotlarini tahlil qilish asosida Parkinson kasalligini tashxislashning invaziv bo‘lmagan usuli sifatida akustik ovoyni tahlil qilish samaradorligini har tomonlama baholash, vokal buzilishlarining eng informatsion akustik biomarkerlarini aniqlash va kasallikni erta aniqlash, differentsial diagnostika va bemorlarni dinamik kuzatish uchun ulardan foydalanishning klinik va diagnostik algoritmini ishlab chiqish.

Materiallar va usullar. Tadqiqot Toshkent davlat tibbiyot universiteti bazasida o‘tkazildi. Tadqiqotga 120 nafar kishi jalb etildi, ulardan 100 nafari Parkinson kasalligi bilan og‘rigan bemorlar asosiy guruhni, 20 nafari esa deyarli sog‘lom shaxslar nazorat guruhini tashkil etdi. Kasallikning davomiyligiga qarab, bemorlar uchta kichik guruhga ajratildi: 5 yilgacha, 5 yildan 10 yilgacha va 10 yildan ortiq. Tekshiruvdan o‘tkaziluvchilarga nevrologik, otorinolaringologik va foniyatriya tekshiruvlari o‘tkazildi. Ovoz funksiyasini ob‘ektiv baholash LingWAVES WEVOSYS dasturiy ta‘minotiga ega Heinemann ovoyni akustik tahlil qilish apparat majmuasi yordamida amalga oshirildi. Tadqiqot fon shovqin darajasi 30 dB dan oshmaydigan maxsus jihozlangan xonada o‘tkazildi. Ovoz signallarini qayd etish tekshiriluvchidan belgilangan masofada o‘rnatilgan maxsus mikrofon yordamida amalga oshirildi. Tadqiqot fonetografiyani, disfoniya zo‘riqish indeksini (DSI) baholashni, ohangning asosiy chastotasini (F0), ovoyni energiya gradientini, jitter va shimmer ko‘rsatkichlarini, ovoyni tremor, disdiadoxokinezni va ovoyni shakllantirish holatini tavsiflovchi boshqa parametrlarni tahlil qilindi va nutqni vosita nazorati. Olingan ma‘lumotlar Parkinson kasalligining eng informativ akustik biomarkerlarini aniqlash uchun qo‘llanildi.

Natijalar. O‘tkazilgan akustik tahlil Parkinson kasalligi bilan og‘rigan bemorlarda nazorat guruhiga nisbatan ovoz parametrlarida sezilarli o‘zgarishlarni aniqladi. Kasallik davomiyligi oshgani sayin jitter va shimmer ko‘rsatkichlari tobora ortib bordi. Xususan, kasallik muddati 10 yildan ortiq bo‘lgan bemorlarda jitterning maksimal ko‘rsatkichlari $0,81 \pm 0,09\%$ ga, shimmerniki esa $16,16 \pm 1,5\%$ ga yetgan. Shu bilan birga, diadoxokinez ko‘rsatkichlari 2,55-3,34 bo‘g‘in/s gacha pasaygani kuzatildi, bu esa nutqning motor nazorati buzilganidan dalolat beradi. Kasallik uzoq vaqt davom etgan bemorlarda ham ovoyni asosiy chastotasi $109,78 \pm 6,26$ Gs gacha va energiya gradienti $-1,95 \pm 0,29$ dB/s gacha pasaygani aniqlangan. Olingan ma‘lumotlar fonatsiya va artikulyatsiyaning yaqqol buzilishlari mavjudligini tasdiqlaydi, bu buzilishlar kasallikning rivojlanishi bilan kuchayib boradi, shuningdek, akustik ko‘rsatkichlarning Parkinson kasalligining ob‘ektiv biomarkerlari sifatida yuqori diagnostik ahamiyatga ega ekanligidan dalolat beradi.

Xulosa. Ovoyni akustik tahlilini qo‘llashga asoslangan Parkinson kasalligida ovoz buzilishlarini tashxislashning taklif etilgan kompleks va optimallashtirilgan yondashuvi ma‘lumot beruvchi, xavfsiz, invaziv bo‘lmagan va takrorlanadigan tekshirish usuli hisoblanadi. Uni klinik amaliyotga joriy etish kasallikni erta aniqlash samaradorligini oshirishga, ovoz buzilishlari dinamikasini xolis baholashga va patologik jarayonning kechishini kuzatishga yordam beradi. Ushbu yondashuvdan foydalanish davolash-reabilitatsiya tadbirlarini o‘z vaqtida to‘g‘rilash, bemorlarga ko‘rsatilayotgan tibbiy yordam sifatini yaxshilash imkonini beradi, shuningdek, kasallikning kech aniqlanishi va rivojlanishi bilan bog‘liq sog‘liqni saqlash tizimi va bemorlarning iqtisodiy xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Parkinson kasalligi, ovoyni akustik tahlili, ovoyni biomarkerlar, disfoniya, erta tashxis qo‘yish.

ABSTRACT

Relevance. Parkinson's disease is a chronic progressive neurodegenerative disease characterized by gradual degeneration of dopaminergic neurons and the development of motor disorders, including resting tremor, muscle rigidity, bradykinesia, and postural instability. Despite the



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

lack of etiotropic treatment, modern methods of drug and rehabilitation therapy can effectively control the symptoms of the disease and improve the quality of life of patients. In recent years, more and more attention has been paid to non-motor manifestations of Parkinson's disease, in particular speech and voice disorders, which can occur in the early stages of the disease, often preceding severe motor disorders. According to modern research, changes in the acoustic characteristics of the voice can be considered as potential biomarkers of Parkinson's disease. This opens up new opportunities for the development of objective and non-invasive methods of early diagnosis of the disease, and also promotes the introduction of an interdisciplinary approach involving neurologists, otorhinolaryngologists, phoniatrists, and speech rehabilitation specialists.

Objective. The aim of the study is to conduct a comprehensive assessment of the effectiveness of acoustic voice analysis as a non—invasive method for diagnosing Parkinson's disease based on the analysis of our own clinical data, identify the most informative acoustic biomarkers of vocal disorders and develop a clinical diagnostic algorithm for their use for early detection of the disease, differential diagnosis and dynamic patient monitoring.

Materials and methods. The study was conducted on the basis of Tashkent State Medical University. 120 people were included in the study, of which 100 patients with Parkinson's disease made up the main group, and 20 practically healthy individuals made up the control group. Depending on the duration of the disease, the patients were divided into three subgroups: up to 5 years, from 5 to 10 years, and over 10 years. The subjects underwent neurological, otorhinolaryngological and phoniatric examinations. An objective assessment of the voice function was carried out using the Heinemann acoustic voice analysis hardware package with LingWAVES WEVOSYS Program software. The study was conducted in a specially equipped room with a background noise level of no more than 30 dB. Voice signals were recorded using a specialized microphone installed at a fixed distance from the subject. Phonetography, assessment of the dysphonia severity index (DSI), analysis of the fundamental frequency of tone (F0), the gradient of vocal energy, jitter and shimmer indicators, vocal tremor, dysdiadochokinesis and other parameters characterizing the state of voice formation and motor control of speech were performed during the study. The data obtained were used to identify the most informative acoustic biomarkers of Parkinson's disease.

Results. The acoustic analysis revealed significant changes in vocal parameters in patients with Parkinson's disease compared with the control group. As the duration of the disease increased, there was a progressive increase in jitter and shimmer values. Thus, the maximum values of jitter reached $0.81 \pm 0.09\%$, and shimmer — $16.16 \pm 1.5\%$ in patients with more than 10 years of disease experience. At the same time, there was a decrease in diadochokinesis to 2.55–3.34 syllables/s, which indicated a violation of motor control of speech. Patients with a long-term course of the disease also showed a decrease in the fundamental frequency of the voice to 109.78 ± 6.26 Hz and an energy gradient to -1.95 ± 0.29 dB/s. The data obtained confirm the presence of pronounced phonation and articulation disorders that increase with the progression of the disease, and also indicate the high diagnostic significance of acoustic parameters as objective biomarkers of Parkinson's disease.

Conclusion. The proposed comprehensive and optimized approach to the diagnosis of vocal disorders in Parkinson's disease, based on the use of acoustic voice analysis, is an informative, safe, non-invasive and reproducible examination method. Its introduction into clinical practice contributes to improving the effectiveness of early diagnosis of the disease, an objective assessment of the dynamics of vocal disorders and monitoring the course of the pathological process. The use of this approach makes it possible to timely adjust treatment and rehabilitation measures, improve the quality of medical care for patients, and also helps to reduce the economic costs of the healthcare system and patients associated with late diagnosis and disease progression.

Keywords: Parkinson's disease, acoustic voice analysis, vocal biomarkers, dysphonia, early diagnosis.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

ВВЕДЕНИЕ

Болезнь Паркинсона (БП) является одним из наиболее распространенных хронических прогрессирующих нейродегенеративных заболеваний и занимает второе место среди нейродегенеративных патологий после болезни Альцгеймера. Заболевание характеризуется прогрессирующей дегенерацией дофаминергических нейронов черной субстанции, что приводит к развитию двигательных и немоторных нарушений, существенно снижающих качество жизни пациентов.

По данным Всемирной организации здравоохранения, за последние 25 лет распространенность болезни Паркинсона увеличилась более чем в два раза. В 2019 году в мире насчитывалось свыше 8,5 миллиона человек, страдающих данным заболеванием. Кроме того, количество лет жизни, скорректированных по инвалидности (DALY), связанных с болезнью Паркинсона, увеличилось на 81% по сравнению с 2000 годом, а смертность возросла более чем на 100%. Эти данные свидетельствуют о значительном медико-социальном и экономическом бремени заболевания во всем мире [1,2].

Традиционно основное внимание уделяется двигательным проявлениям болезни Паркинсона, таким как тремор покоя, ригидность мышц, брадикинезия и постуральная неустойчивость. Однако в последние годы все большее значение приобретают немоторные симптомы заболевания, включая нарушения речи и голоса. По данным различных исследований, голосовые нарушения могут развиваться на ранних стадиях болезни и нередко предшествуют выраженным двигательным расстройствам.

Нарушения голосовой функции при болезни Паркинсона обусловлены изменением нейромышечного контроля фонации, ригидностью мышц гортани, снижением дыхательной поддержки и нарушением координации артикуляционного аппарата. Это приводит к развитию гипофонии, монотонности речи, голосового тремора и снижению разборчивости речи. В связи с этим особый интерес представляет поиск объективных неинвазивных биомаркеров, позволяющих выявлять заболевание на ранних стадиях и осуществлять мониторинг его прогрессирования. Одним из перспективных направлений является акустический анализ голоса, позволяющий количественно оценивать параметры фонации и выявлять изменения голосовой функции еще до появления выраженных клинических проявлений. Использование акустических биомаркеров открывает новые возможности для ранней диагностики болезни Паркинсона, объективной оценки тяжести заболевания и совершенствования междисциплинарного подхода к ведению данной категории пациентов.

Целью настоящего исследования явилось изучение диагностической значимости акустических биомаркеров голосовых нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона на различных стадиях течения заболевания, а также оценка возможностей акустического анализа голоса в качестве объективного, неинвазивного и воспроизводимого метода ранней диагностики данной патологии.

Для достижения поставленной цели проведен комплексный анализ акустических характеристик голоса, включая показатели основной частоты тона (F0), jitter, shimmer, голосового тремора, дисдиадохокinesis, градиента голосовой энергии и других параметров, отражающих состояние нейромышечного контроля голосообразования и моторики речи. Особое внимание уделено выявлению наиболее информативных акустических маркеров, ассоциированных с прогрессированием заболевания и развитием голосовых нарушений. Кроме того, целью исследования являлось обоснование клинической значимости акустического анализа голоса для своевременного выявления ранних проявлений болезни Паркинсона, объективной оценки динамики патологического процесса и совершенствования междисциплинарного подхода к диагностике и наблюдению пациентов с данной нейродегенеративной патологией.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Исследование выполнено на базе кафедры оториноларингологии Ташкентского государственного медицинского университета. В исследование были включены 120 обследуемых, из которых 100 пациентов составили основную группу с установленным диагнозом болезни Паркинсона, а 20 практически здоровых лиц без неврологических и голосовых нарушений вошли в контрольную группу. Для оценки влияния длительности заболевания на состояние голосовой функции пациенты основной группы были распределены на три подгруппы: первую группу составили пациенты со сроком заболевания до 5 лет, вторую группу — от 5 до 10 лет, третью группу — более 10 лет. Диагноз болезни Паркинсона устанавливался неврологом в соответствии с общепринятыми клиническими критериями диагностики. Всем обследуемым проводились неврологическое, оториноларингологическое и фоноатрическое обследования. Оценка голосовой функции осуществлялась с использованием разработанной методики акустического анализа голоса. Исследование включало регистрацию и анализ речевых образцов с последующей оценкой основных акустических параметров, характеризующих состояние голосообразования и моторного контроля речи.

В ходе акустического анализа изучались показатели основной частоты голоса (F0), jitter, shimmer, параметры голосового тремора, стабильность фонации, интенсивность голоса, показатели дисдиадохокнеза, вариабельность частотных характеристик, а также особенности артикуляционной и дыхательной координации во время речи. Полученные данные анализировались с целью выявления акустических биомаркеров, наиболее характерных для пациентов с болезнью Паркинсона на различных стадиях заболевания.



Рис.1 Техника проведения акустического анализа голоса.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Сравнительный анализ результатов проводился между группами пациентов и контрольной группой, а также между подгруппами в зависимости от длительности заболевания. Статистическая обработка полученных данных выполнялась с использованием методов вариационной статистики с определением достоверности различий между исследуемыми показателями.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатель jitter. Отражает степень вариабельности основной частоты голосового сигнала и является одним из наиболее чувствительных параметров, характеризующих стабильность вибрации голосовых складок. Проведенное исследование показало, что у пациентов с болезнью Паркинсона значения jitter были достоверно выше по сравнению с контрольной группой и увеличивались по мере прогрессирования заболевания. Наиболее выраженные изменения наблюдались у пациентов со стажем заболевания более 10 лет, у которых среднее значение jitter достигало $0,81 \pm 0,09\%$, тогда как в группе здоровых лиц аналогичного возраста данный показатель составлял $0,32 \pm 0,05\%$ ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о нарастающем нарушении регулярности колебаний голосовых складок, обусловленном прогрессирующим снижением нейромышечного контроля голосообразования. Выявленная тенденция позволяет рассматривать показатель jitter в качестве объективного акустического биомаркера голосовых нарушений при болезни Паркинсона, который может использоваться для оценки степени выраженности патологического процесса, мониторинга его прогрессирования и повышения эффективности ранней диагностики заболевания.

Показатель shimmer. Было установлено, что у пациентов с болезнью Паркинсона наблюдается выраженное нарушение стабильности амплитуды голосового сигнала. Причем степень изменений возрастала по мере увеличения длительности заболевания. Наиболее высокие значения shimmer были выявлены у пациентов со стажем болезни более 10 лет и составили $16,16 \pm 1,5\%$, тогда как в контрольной группе данный показатель находился на уровне $8,51 \pm 0,85\%$ ($p < 0,001$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что по мере прогрессирования болезни Паркинсона снижается способность голосового аппарата поддерживать стабильную фонацию. Вероятно, это связано с нарастающими нарушениями нейромышечного контроля, вовлечением мелких мышечных структур гортани и ухудшением координации голосообразования. Следует отметить, что увеличение показателя shimmer наблюдалось уже на ранних стадиях заболевания, однако наиболее выраженные изменения регистрировались у пациентов с длительным течением патологического процесса. В результате исследования показатель shimmer может рассматриваться как один из информативных акустических маркеров голосовых нарушений при болезни Паркинсона и использоваться для объективной оценки выраженности изменений голосовой функции в динамике заболевания.

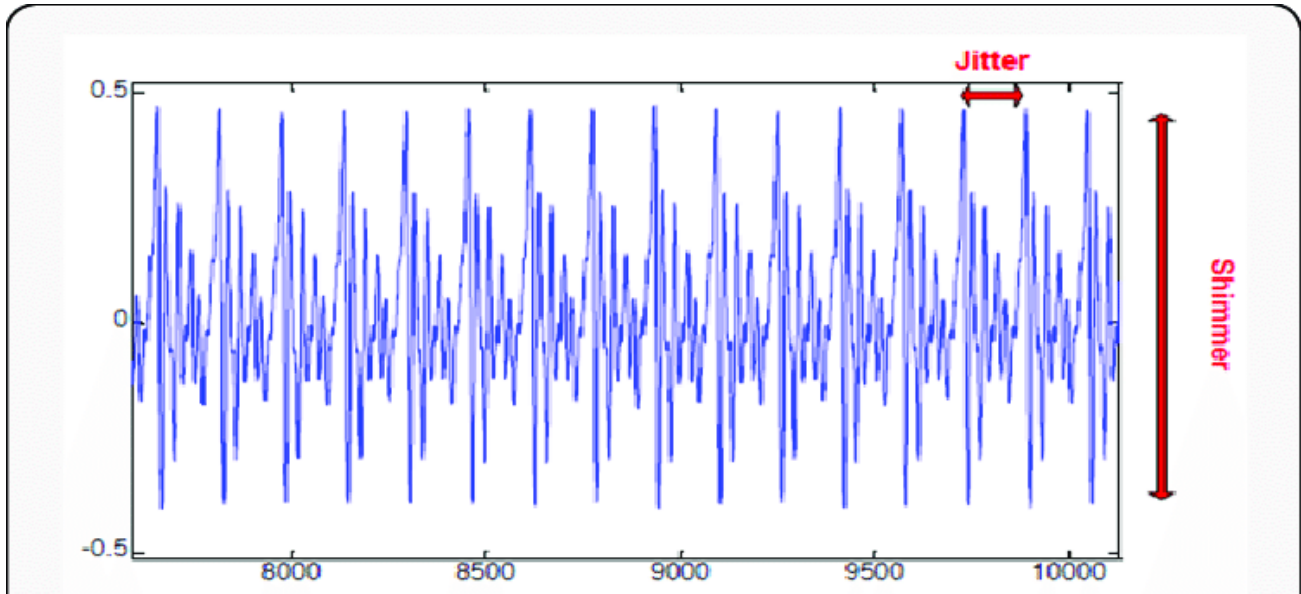


Рис.2 Визуальное представление дрожания и мерцания в речевом сигнале.

Диодохокинетический показатель. У пациентов с болезнью Паркинсона выявлены выраженные нарушения темпо-ритмической организации речи и снижение координации артикуляционных движений. В сравнении с контрольной группой, у которой скорость выполнения слоговых повторений составляла 6,5–7,47 слог/с, у пациентов с длительностью заболевания более 10 лет отмечалось достоверное снижение данного показателя до 2,55–3,34 слог/с. Полученные данные свидетельствуют о значительном нарушении моторного контроля речевого аппарата, что проявляется замедлением артикуляции, снижением точности и регулярности движений. По мере прогрессирования заболевания, выраженность изменений увеличивалась, то есть уменьшение данного показателя указывает на постепенное вовлечение центральных и периферических механизмов регуляции речи. Снижение диодохокинеза рассматривается как важный клинический и акустический маркер гипокинетической дизартрии при болезни Паркинсона, отражающий степень нарушения координации речевой моторики.

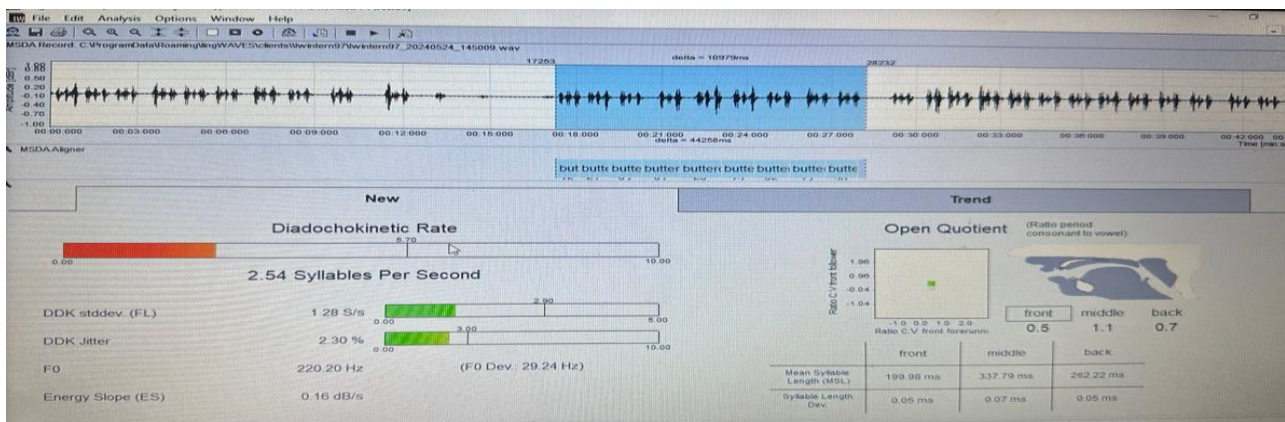
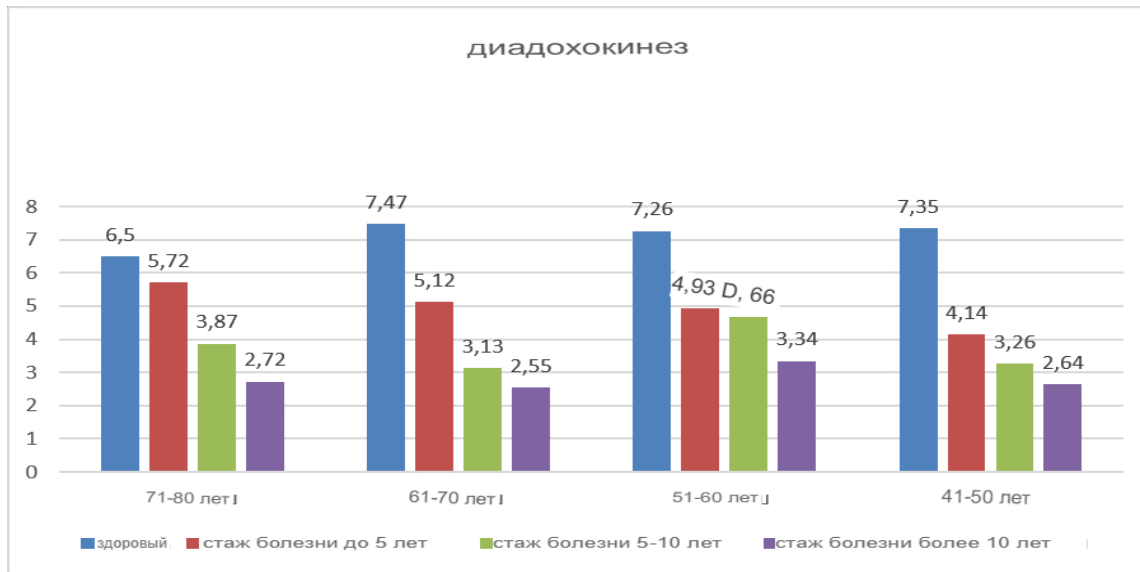


Рис.3 Графическое представление записанных звуков и числовых значений голоса



Показатель градиента голосовой энергии, показывающий способность пациентов к поддерживать стабильную интенсивность голосового сигнала и силовую регуляцию фонации. По окончании акустического анализа голоса у пациентов с болезнью Паркинсона было выявлено достоверное снижение данного показателя по сравнению с контрольной группой. Наиболее выраженные изменения наблюдались также у пациентов с наиболее длительным течением болезни $-1,95 \pm 0,29$ дБ/с, тогда как у практически здоровых лиц он находился на уровне $0,02 \pm 0,29$ дБ/с. По полученным данным, градиент голосовой энергии можно рассматривать как чувствительный акустический показатель, отражающий ухудшение координации дыхательно-фонационного контроля и снижение функциональной активности голосового аппарата при болезни Паркинсона.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что у пациентов с болезнью Паркинсона формируются характерные изменения акустических параметров голоса, выраженность которых увеличивается по мере прогрессирования заболевания. Анализ показателей jitter и shimmer выявил достоверное нарушение стабильности частотных и амплитудных характеристик голосового сигнала, что свидетельствует о снижении точности нейромышечного контроля голосообразования. Наиболее выраженные изменения регистрировались у пациентов со стажем заболевания более 10 лет, что подтверждает прогрессирующий характер голосовых нарушений при болезни Паркинсона.

Полученные результаты исследования диадохокинеза продемонстрировали снижение скорости и координации артикуляционных движений, отражая развитие гипокинетической дизартрии, характерной для данной категории пациентов. Уменьшение показателей диадохокинеза сопровождалось ухудшением четкости речи и снижением функциональных возможностей речевого аппарата.

Изменения основной частоты голоса и градиента голосовой энергии свидетельствовали о нарушении механизмов фонации и дыхательно-голосовой координации. Снижение энергетических характеристик голоса может быть связано с уменьшением силы выдоха, ограничением подвижности мышц гортани и нарушением центральных механизмов регуляции голосовой функции.

Полученные данные согласуются с современными представлениями о патофизиологии болезни Паркинсона, согласно которым нейродегенеративный процесс



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

затрагивает не только крупные двигательные системы, но и тонкие механизмы, обеспечивающие голосообразование. Поскольку в процессе фонации участвуют многочисленные мелкие мышечные структуры гортани, дыхательного и артикуляционного аппарата, даже незначительные нарушения нейромышечного контроля могут приводить к появлению акустически регистрируемых изменений голоса еще до развития выраженных двигательных расстройств. Таким образом, результаты собственного исследования подтверждают высокую диагностическую значимость акустического анализа голоса и позволяют рассматривать показатели jitter, shimmer, диодохокинеза, основной частоты голоса и градиента голосовой энергии в качестве перспективных акустических биомаркеров болезни Паркинсона. Использование данных параметров в клинической практике способствует повышению эффективности ранней диагностики, объективизации динамического наблюдения за пациентами и совершенствованию междисциплинарного подхода к ведению больных с болезнью Паркинсона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что болезнь Паркинсона сопровождается характерными изменениями акустических параметров голоса, выраженность которых возрастает по мере прогрессирования заболевания. Наиболее информативными показателями оказались jitter, shimmer, диодохокинез, основная частота голоса и градиент голосовой энергии, достоверно отличавшиеся от соответствующих показателей контрольной группы.

Полученные результаты подтверждают высокую диагностическую значимость акустического анализа голоса как объективного, неинвазивного и воспроизводимого метода оценки голосовой функции у пациентов с болезнью Паркинсона. Использование акустических биомаркеров позволяет выявлять ранние признаки нарушения нейромышечного контроля голосообразования, осуществлять мониторинг течения заболевания и оценивать эффективность проводимых лечебно-реабилитационных мероприятий.

Внедрение комплексного алгоритма акустической оценки голоса в клиническую практику способствует совершенствованию ранней диагностики болезни Паркинсона, повышению качества динамического наблюдения за пациентами и развитию междисциплинарного подхода к ведению данной категории больных.

Литература

1. Всемирная организация здравоохранения (WHO): Parkinson disease Fact Sheet, 2023 — данные о распространенности заболевания (более 8,5 млн пациентов), росте DALY на 81% и увеличении смертности более чем на 100% с 2000 года. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease>
2. WHO Technical Brief on Parkinson Disease, 2022 — сведения о глобальном росте распространенности болезни Паркинсона и ее влиянии на речь и двигательную функцию. <https://www.who.int/news/item/14-06-2022-launch-of-who-s-parkinson-disease-technical-brief>
3. Султонова У.Ф., Хайдарова Г.С., Хасанов У.С. Применение метода акустического анализа голоса при болезни Паркинсона: методические рекомендации. — Ташкент: ООО «TIBBIYOT NASHRIYOTI MATBAA UYI», 2025. — 24 с.
4. Postuma R.B., Berg D., Stern M. et al. MDS Clinical Diagnostic Criteria for Parkinson’s Disease // *Movement Disorders*. — 2015. — Vol. 30, № 12. — P. 1591–1601.
5. Ramig L.O., Fox C., Sapir S. Speech Treatment for Parkinson’s Disease // *Expert Review of Neurotherapeutics*. — 2008. — Vol. 8, № 2. — P. 297–309.
6. Skodda S., Visser W., Schlegel U. Acoustic Analysis of Voice in Parkinson’s Disease: A Review of Recent Findings // *Journal of Voice*. — 2011. — Vol. 25, № 4. — P. 433–438.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

7. Ruz J., Cmejla R., Ruzickova H. et al. Quantitative Acoustic Measurements for Characterization of Speech and Voice Disorders in Early Untreated Parkinson’s Disease // Journal of the Acoustical Society of America. — 2011. — Vol. 129, № 1. — P. 350–367.
8. Harel B.T., Cannizzaro M.S., Snyder P.J. Variability in Fundamental Frequency During Speech in Parkinson’s Disease // Journal of Communication Disorders. — 2004. — Vol. 37. — P. 35–50.
9. Шипицына Л.М. Анатомия, физиология и патология органов слуха, речи и зрения: учебник для студентов высших педагогических учебных заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 432 с.
10. Ахметзянова А.И., Корнийченко Т.Ю., Суздальцева Л.Н. Логопедический атлас (периферический речевой аппарат): учебное пособие. — Казань: Издательство Казанского университета, 2016. — 52 с.
11. Боярчук Е.Д., Иванюра И.А., Самчук В.А., Скрыпник Н.Н. Анатомия, физиология и патология органа речи: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — Луганск: Альма-матер, 2007. — 123 с.
12. Hughes A., Ben-Shlomo Y., Daniel S., Lees A. UK Parkinson’s Disease Society Brain Bank Clinical Diagnostic Criteria // Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. — 1992. — Vol. 55.
13. Dashtipour K., Tafreshi A., Lee J., Crawley B. Speech Disorders in Parkinson’s Disease: Pathophysiology, Medical Management and Surgical Approaches // Neurodegenerative Disease Management. — 2018. — Vol. 8(5). — P. 337–348.
14. Logemann J.A., Fisher H.B., Boshes B., Blonsky E.R. Frequency and Cooccurrence of Vocal Tract Dysfunctions in the Speech of a Large Sample of Parkinson Patients // Journal of Speech and Hearing Disorders. — 1978. — Vol. 43. — P. 47–57.