

CASE REPORT • PEER-REVIEWED • OPEN ACCESS • SERIES A • 14.00.00 — MEDICAL SCIENCES • UDC: 616.858-089:615.84

Bilateral posterior ventrolateral thalamic deep brain stimulation in stage IV tremor-rigid Parkinson disease with prominent axial dysfunction: a case report

Parkinson kasalligining IV bosqichdagi tremor-rigid shaklida aksial buzilishlar yaqqol ifodalanganda talamusning orqa ventrolateral sohasini ikki tomonlama chuqur stimulyatsiya qilish: klinik holat

Двусторонняя глубокая стимуляция заднеventrolатеральной области таламуса при тремор-ригидной форме болезни Паркинсона IV стадии с выраженными аксиальными нарушениями: клинический случай

ALIEV Mansur Abdukholikovich¹ , Sait OZTURK² 

¹ Specialized Scientific and Practical Center for Neurosurgery and Neurorehabilitation at the Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

² Altınbaş University Faculty of Medicine, Department of Neurosurgery, Istanbul, Türkiye

ARTICLE INFO

ARTICLE TYPE

Case Report

LANGUAGE OF FULL TEXT

Русский (RU)

SCIENTIFIC FIELD / OAK

 14.00.00 – Medical Sciences

Tibbiyot fanlari

Series A

UDC / UDK

616.858-089:615.84

ARTICLE HISTORY

Received: 2026-09-05

Revised: 2026-09-14

Accepted: 2026-09-20

Published: 2026-09-30

DOI

<https://doi.org/10.66073/ReFocus.V5I9.0905>

CONTACT

ReFocusJournal@gmail.com

LICENSE



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). This is an open access article distributed under the terms of the CC BY 4.0 licence.

AUTHOR, TITLE AND ABSTRACT METADATA (EN / UZ / RU)

ENGLISH

ALIEV Mansur Abdukholikovich¹ , Sait OZTURK² 

¹ Specialized Scientific and Practical Center for Neurosurgery and Neurorehabilitation at the Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

² Altınbaş University Faculty of Medicine, Department of Neurosurgery, Istanbul, Türkiye

Abstract. Background. Deep brain stimulation (DBS) is an established functional neurosurgical treatment for carefully selected patients with advanced Parkinson disease (PD). Clinical outcome depends on target selection, electrode localization, stimulation parameters, phenotype, and the severity of axial manifestations. Case Report. We describe a 44-year-old man with an approximately 17-year history of tremor-rigid PD with a prominent postural-kinetic component. His neurological phenotype included severe limb tremor, hypokinesia, muscular rigidity, hypomimia, freezing of gait, propulsion, retropulsion, lateropulsion, impaired balance, and recurrent falls. Disease severity corresponded to Hoehn–Yahr stage IV, with a Karnofsky Performance Status of 70. On August 28, 2025, bilateral frame-based DBS of the posterior ventrolateral thalamic region was performed using a Zamorano–Duchovny stereotactic system, MSCT-based registration, Medtronic DBS navigation, and intraoperative C-arm verification. The intracranial leads were connected to a subcutaneous implantable pulse generator placed in the right upper chest. Postoperative management included individualized stimulation programming, pharmacological adjustment, gait and balance rehabilitation, and longitudinal assessment using MDS-UPDRS, PDQ-39, MoCA, Berg Balance Scale, Timed Up and Go, and the Freezing of Gait Questionnaire. Conclusion. Bilateral motor thalamic DBS may provide substantial tremor suppression in advanced tremor-rigid PD. In patients with prominent axial dysfunction, however, optimal outcome requires a multimodal strategy integrating stereotactic accuracy, individualized programming, medication adjustment, and structured neurorehabilitation.

Keywords: Parkinson disease; deep brain stimulation; DBS; motor thalamus; ventrolateral thalamus; tremor; rigidity; freezing of gait; stereotactic neurosurgery; neurorehabilitation

O‘ZBEKCHA

ALIYEV Mansur Abduxoliqovich¹ , Sait OZTURK² 

¹ Samarqand davlat tibbiyot universiteti huzuridagi Neyroxirurgiya va neyroreabilitatsiya ixtisoslashtirilgan ilmiy-amaliy markazi, Samarqand, O‘zbekiston

² Altınbaş universiteti Tibbiyot fakulteti, Neyroxirurgiya kafedrası, Istanbul, Turkiya

Annotatsiya. Kirish. Miyaning chuqur stimulyatsiyasi (DBS) Parkinson kasalligining rivojlangan bosqichlarida to‘g‘ri tanlangan bemorlar uchun samarali funksional neyroxirurgik davolash usuli hisoblanadi. Davolash natijasi stimulyatsiya nishoni, elektrodning anatomik joylashuvi,

How to cite / Iqtibos keltirish / Как цитировать: ALIEV, M. A., OZTURK, S. (2026). Bilateral posterior ventrolateral thalamic deep brain stimulation in stage IV tremor-rigid Parkinson disease with prominent axial dysfunction: a case report. Research Focus International Scientific Journal, 5(9), 52–61. <https://doi.org/10.66073/ReFocus.V5I9.0905>

© 2026 The Author(s). Published by Research Focus International Scientific Journal. Open access article under the CC BY 4.0 licence.

HAC / OAK: On the HAC list of national scientific publications (Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan) for 06.00.00 Agricultural Sciences and 16.00.00 Veterinary Sciences. В перечне ВАК при АН РУз: 06.00.00 – Сельскохозяйственные науки; 16.00.00 – Ветеринарные науки.

stimulyatsiya parametrlari va aksial motor buzilishlarning og'irligiga bog'liq. Klinik holat. 44 yoshli erkak bemorda Parkinson kasalligi taxminan 17 yil davom etgan. Klinik ko'rinish tremor-rigid shakl va yaqqol postural-kinetik komponent bilan xarakterlangan. Bemorda qo'l-oyoqlarda kuchli tremor, gipokineziya, mushak rigidligi, gipomimiya, freezing of gait, propulsiya, retropulsiya, lateropulsiya, muvozanat buzilishi va takroriy yiqilishlar kuzatilgan. Hoehn–Yahr bo'yicha IV bosqich, Karnofsky shkalasi bo'yicha 70 ball qayd etilgan. 2025-yil 28-avgust kuni Zamorano–Duchovny stereotaktik tizimi, MSKT asosidagi ro'yxatga olish, Medtronic DBS navigatsiyasi va C-arm nazorati yordamida talamusning orqa ventrolateral sohasiga ikki tomonlama DBS bajarilgan. Keyingi davrda stimulyator individual dasturlangan, farmakoterapiya moslashtirilgan va strukturaviy neyroeabilitatsiya o'tkazilgan. Xulosa. Rivojlangan tremor-rigid Parkinson kasalligida ikki tomonlama talamik DBS yaqqol tremorni sezilarli kamaytirishi mumkin. Aksial simptomlar mavjud bemorlarda optimal natijaga erishish uchun DBS, dori terapiyasi va neyroeabilitatsiyani kompleks ravishda olib borish zarur.

Kalit so'zlar: Parkinson kasalligi; DBS; miyaning chuqur stimulyatsiyasi; talamus; tremor; rigidlik; yurish muzlashi; stereotaksiya; neyroeabilitatsiya

РУССКИЙ

АЛИЕВ Мансур Абдухоликович¹, **Саит ОЗТЮРК²**

¹ Специализированный научно-практический центр нейрохирургии и нейрореабилитации при Самаркандском государственном медицинском университете, Самарканд, Узбекистан

² Медицинский факультет Университета Алтынбаш, кафедра нейрохирургии, Стамбул, Турция

Аннотация. Введение. Глубокая стимуляция мозга (deep brain stimulation, DBS) является одним из наиболее эффективных методов функциональной нейрохирургии у тщательно отобранных пациентов с продвинутой болезнью Паркинсона. Клинический эффект DBS определяется не только выраженностью исходного паркинсонического синдрома, но и выбором мишени, анатомическим положением электродов, параметрами стимуляции и характером аксиальной симптоматики. Клинический случай. Представлен мужчина 44 лет с болезнью Паркинсона длительностью около 17 лет, тремор-ригидной формой с выраженным постурально-кинетическим компонентом. В клинической картине преобладали постоянный тремор конечностей, гипокинезия, мышечная ригидность, гипомимия, freezing of gait, пропульсия, ретропульсия, латеропульсия, нарушение равновесия и повторные падения. Заболевание соответствовало IV стадии по Hoehn–Yahr, функциональный статус по Karnofsky составлял 70 баллов. 28 августа 2025 года пациенту выполнена двусторонняя frame-based DBS заднеventrolateralной таламической области с использованием стереотаксической системы Zamorano–Duchovny, MSCT-based registration, Medtronic DBS navigation и C-arm контроля. После имплантации выполнено программирование нейростимулятора и структурированная нейрореабилитация. Динамическая оценка включала MDS-UPDRS, PDQ-39, MoCA, Berg Balance Scale, Timed Up and Go и Freezing of Gait Questionnaire. Заключение. Двусторонняя таламическая DBS может обеспечивать выраженное подавление инвалидизирующего тремора при продвинутой тремор-ригидной форме болезни Паркинсона, однако контроль брадикинезии, ригидности и особенно аксиальных нарушений требует комплексного программирования и нейрореабилитации.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона; глубокая стимуляция мозга; DBS; таламус; вентролатеральное ядро; тремор; ригидность; freezing of gait; стереотаксия; нейрореабилитация

1. ВВЕДЕНИЕ

Introduction

Болезнь Паркинсона представляет собой хроническое прогрессирующее нейродегенеративное заболевание, при котором дегенерация дофаминергических нейронов substantia nigra pars compacta и последующая перестройка базально-ганглионарно-таламо-кортикальных сетей приводят к формированию брадикинезии, ригидности, тремора покоя и постуральной неустойчивости. По мере прогрессирования заболевания к моторным проявлениям присоединяются нарушения ходьбы, freezing, дисфункция вегетативной нервной системы, расстройства сна, когнитивные и аффективные нарушения, существенно ухудшающие функциональную независимость и качество жизни [1–3]. Леводопа остаётся наиболее эффективным фармакологическим средством контроля двигательной симптоматики, однако длительное течение заболевания сопровождается сокращением продолжительности стабильного ON-состояния, появлением wearing-off, непредсказуемых OFF-периодов, лекарственных дискинезий и усложнением схемы медикаментозного лечения. Современная

концепция отбора кандидатов на DBS поэтому основывается не только на длительности заболевания, но и на индивидуальном моторном фенотипе, леводопачувствительности, выраженности тремора и дискинезий, аксиальных симптомах, когнитивно-психиатрическом профиле и ожиданиях пациента [3, 8]. Современный обзор 2025 года подчёркивает необходимость перехода от универсального подхода к precision DBS, включающему индивидуальный выбор пациента, мишени, устройства и параметров программирования. DBS является регулируемой и в значительной степени обратимой формой хронической нейромодуляции. Классическими мишенями при болезни Паркинсона являются nucleus subthalamicus и globus pallidus internus.

Рандомизированные исследования продемонстрировали значимое улучшение моторной функции и повседневной активности после DBS у правильно отобранных больных [5–7]. Вместе с тем современная систематическая оценка подчёркивает необходимость учитывать не только пользу, но и риски: в метаанализе Petersen et al. хирургическое лечение ассоциировалось с большей частотой серьёзных нежелательных явлений,

преимущественно периперационных и hardware-related, а достоверность ряда сравнительных результатов была ограничена методологией исходных исследований [4].

Выбор мишени имеет принципиальное значение. STN-DBS позволяет эффективно воздействовать на леводопамочувствительную брадикинезию, ригидность и тремор и часто позволяет уменьшить медикаментозную нагрузку. GPi-DBS обеспечивает выраженный антидискинетический эффект и может быть предпочтительным в отдельных клинических ситуациях. Вентральные моторные отделы таламуса, прежде всего Vim и соседние вентролатеральные территории, традиционно рассматриваются как высокоэффективная мишень для фармакорезистентного тремора. В долгосрочном исследовании Cury et al. у пациентов с болезнью Паркинсона после Vim-DBS снижение тремора составляло около 70% через год и оставалось выраженным даже при длительном наблюдении [9]. Однако выраженное подавление тремора не эквивалентно полному восстановлению двигательной функции. Особенно сложными остаются gait freezing, нарушения равновесия и поструральные реакции. Метаанализ 17 рандомизированных исследований, включивший 333 пациента, не выявил устойчивого значимого улучшения Berg Balance Scale, Timed Up and Go или частоты падений после DBS [10]. Это обстоятельство особенно важно при оценке пациентов с исходной тяжёлой аксиальной симптоматикой.

В 2025–2026 гг. концепция DBS ещё больше сместилась в сторону symptom-specific и network-based neuromodulation. Современные исследования рассматривают связь результата не только с названием анатомического ядра, но и с расположением активного контакта, стимулируемыми волоконными путями, индивидуальной коннектомикой и параметрами volume of tissue activated [8, 14, 15]. Недавний сетевой метаанализ рандомизированных исследований также показал, что влияние разных вариантов DBS на freezing of gait и скорость ходьбы неодинаково, что подтверждает необходимость индивидуального выбора стратегии [15].

2. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Case report

Пациент мужского пола, 44 лет. Первые проявления заболевания появились в 2008 году, приблизительно за 17 лет до хирургического вмешательства. Дебют характеризовался слабостью в руках и тремором. В дальнейшем постепенно нарастали тремор верхних и нижних конечностей, слабость в ногах, нарушение равновесия и трудности самостоятельной ходьбы. К августу 2025 года пациента беспокоили постоянный тремор конечностей, головокружение, ощущение слабости в ногах, выраженная неустойчивость в положении стоя и при ходьбе, эпизоды невозможности своевременно остановить начатое движение, произвольные движения плечевого пояса, периодические падения и общая слабость. До госпитализации пациент нерегулярно принимал Konfundus по 1 таблетке 3–5 раз в сутки. Объективно общее состояние было

средней тяжести. Артериальное давление 120/80 мм рт.ст., пульс 80 уд/мин. Дыхание самостоятельное, над лёгкими выслушивалось везикулярное дыхание. При рентгенографии органов грудной клетки были выявлены признаки хронического бронхита.

Сознание ясное, пациент полностью ориентирован во времени, месте и собственной личности. Менингеальных знаков не определялось. Черепные нервы без клинически значимого очагового дефицита. Выявлялись гипомимия, выраженная гипокинезия, тремор покоя, пластическое повышение мышечного тонуса и ригидность. Ходьба была мелкошаговой, с эпизодами «прилипания» стоп к полу. При поструральных пробах определялись пропульсия, латеропульсия и ретропульсия. Координаторные пробы выполнялись с выраженной интенцией. Сухожильные рефлексы симметричные. Имелись вегетативные нарушения в виде запора и эпизодов задержки мочеиспускания. Тяжесть заболевания соответствовала Hoehn–Yahr IV стадии; Karnofsky Performance Status – 70 баллов.

Таблица 1

Исходная клиническая характеристика / **Table 1.** Baseline clinical characteristics

Параметр	Значение
Возраст на момент DBS	44 года
Пол	Мужской
Начало болезни	2008
Продолжительность болезни	≈17 лет
Фенотип	Тремор-ригидный, пострурально-кинетический компонент
Hoehn–Yahr	IV
Karnofsky	70
Тремор	Выраженный, верхние и нижние конечности
Брадикинезия/ гипокинезия	Выраженная
Ригидность	Выраженная
Freezing of gait	Выраженный
Постуральная неустойчивость	Propulsia, lateropulsia, retropulsia
Падения	Периодические
Вегетативные нарушения	Запор, эпизоды задержки мочеиспускания
Предоперационная терапия	Konfundus 1 таб. 3–5 раз/сут

2.1. Предоперационная нейровизуализация

При высокопольной МРТ головного мозга были описаны признаки болезни Паркинсона, церебральной микроангиопатии и изменения сигнала в области substantia nigra с визуализацией феномена «ласточки хвоста» (Рис. 1).

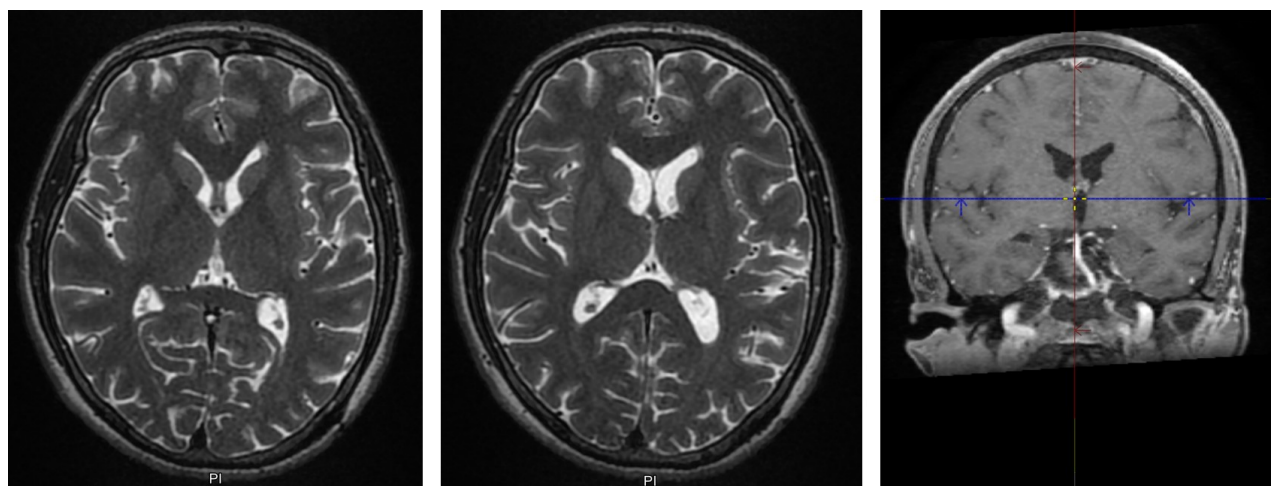


Рис. 1. Предоперационная МРТ головного мозга. Аксиальный срез с визуализацией предполагаемой DBS-мишени / **Fig. 1.** Preoperative brain MRI. Axial section showing the intended DBS target

Структурных объёмных процессов, способных вызвать вторичный паркинсонический синдром, клинически не выявлено. В предоперационной лабораторной оценке гемоглобин составлял 121 г/л, креатинин 100,8 мкмоль/л, мочевины 7,9 ммоль/л, билирубин 20,8 мкмоль/л. HBsAg и

HCV-Ab были отрицательными. Сахар крови составлял 5,39 ммоль/л. В коагулограмме перед вмешательством регистрировались протромбиновое время 22 с, протромбиновый индекс 73%, INR 1,4 и фибриноген 2,08 г/л.

2.2. Предоперационная количественная оценка

Таблица 2

Мультимодальная динамика клинических показателей / **Table 2.** Multimodal changes in clinical scores

Показатель	Pre-DBS OFF	Pre-DBS ON	1 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.
MDS-UPDRS I	13	13	12	11	10	10
MDS-UPDRS II	31	31	27	24	22	21
MDS-UPDRS III	64	45	48	44	41	39
MDS-UPDRS IV	11	11	9	8	7	6
Hoehn–Yahr	4.0	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0
Schwab & England, %	50	65	65	70	75	75
PDQ-39 SI, %	57.8	57.8	48.5	43.2	39.1	36.4
MoCA	25	25	25	25	26	26
Berg Balance Scale	29	35	35	38	40	41
Timed Up and Go, s	24.2	19.0	19.2	17.8	16.5	15.8
FOG-Q	18	14	15	13	12	11
LEDD, mg/day	850	850	800	800	750	750

2.3. Хирургическое лечение

28 августа 2025 года пациенту выполнена двусторонняя имплантация системы глубокой стимуляции мозга. Операция началась в 15:00 и завершилась в 18:00. Общая продолжительность составила 3 часа. Первым этапом под

местной инфильтрационной анестезией 0,5% раствором новокаина выполнена установка стереотаксической системы Zamorano–Duchovny (ZD; Inomed, Germany). Рама фиксирована четырьмя специальными штифтами в двух лобных и двух затылочных областях. После установки системы выполнена МСКТ головного мозга (Рис. 2).

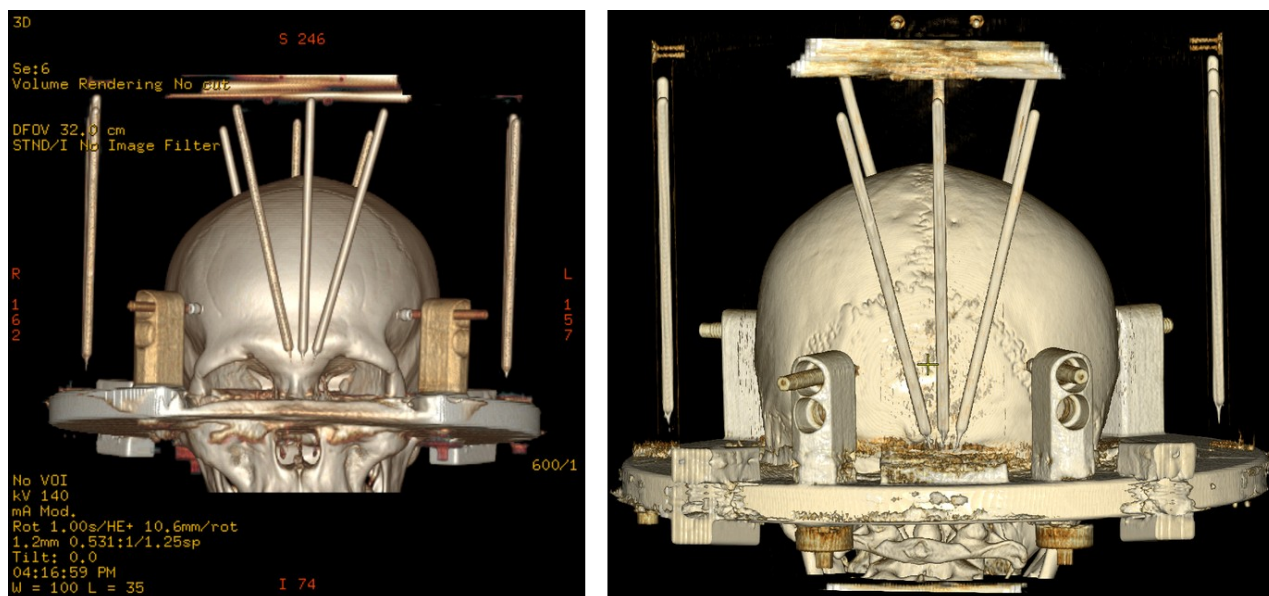


Рис. 2. Стереотаксическая система Zamorano–Duchovny / **Fig. 2.** Zamorano–Duchovny stereotactic system

DICOM-данные перенесены в нейронавигационную рабочую станцию, где осуществлялось стереотаксическое планирование с использованием программного обеспечения Medtronic DBS navigation. Основной этап операции проводился под эндотрахеальной общей анестезией в полусидячем положении. В правой и левой лобно-теменных областях выполнены кожные разрезы около 4 см и сформированы 14-мм фрезевые отверстия. В соответствии с операционным протоколом целевой анатомической областью являлась проекция задних вентролатеральных ядер таламуса. Последовательно справа и слева имплантированы интрацеребральные электроды Medtronic. Положение электродов контролировалось интраоперационной C-arm флюороскопией.

Таблица 3

Реальные параметры ZD-стереотаксической системы / **Table 3.**
Actual parameters of the ZD stereotactic system

Параметр	Правая сторона	Левая сторона
A	A2 = 16.8	A2 = 10.0
B	B2 = 2.3	B2 = 7.4
C	41.1	33.5
D	D1 = 60.6	D1 = 70.9
E	104.5	105.1
Target	Posterior ventrolateral thalamic region	Posterior ventrolateral thalamic region
Manufacturer	Medtronic	Medtronic
Intraoperative control	C-arm	C-arm

После окончательной фиксации электродов стереотаксическая рама была удалена. Через отдельный разрез в верхнем отделе правой грудной клетки сформирован подкожный карман для имплантируемого генератора импульсов. Электродные удлинители проведены подкожно через правую затылочно-шейную область и соединены с внутримозговыми электродами. После подключения системы её функционирование проверено с помощью Medtronic DBS software.

2.4. Послеоперационный период

Послеоперационный период протекал без клинически значимого нового очагового неврологического дефицита. Контрольная МСКТ демонстрировала двустороннее симметричное расположение интракраниальных электродов с дистальными отделами в пределах запланированной таламической области (Рис. 3).

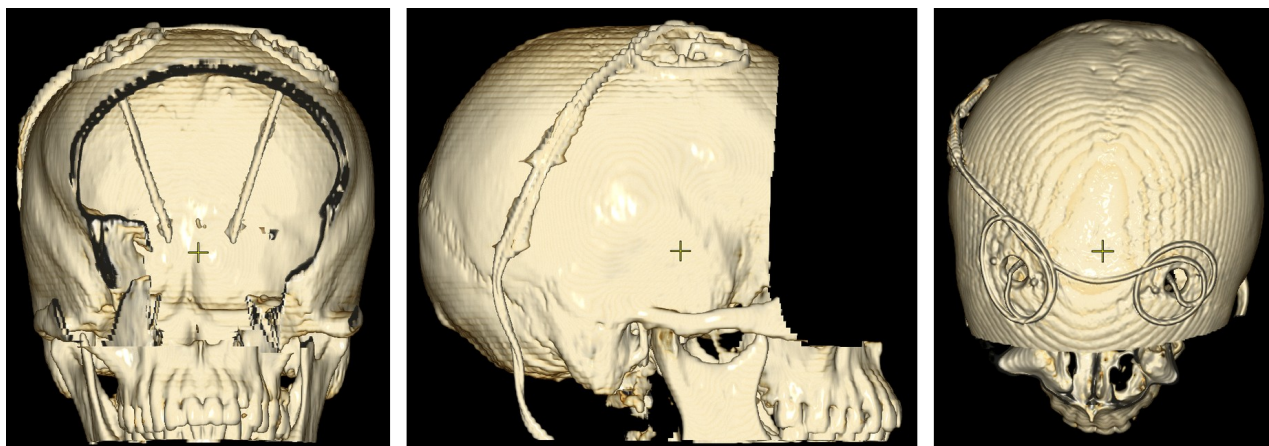


Рис. 3. 3D-реконструкция черепа после глубокой стимуляции головного мозга / **Fig. 3.** 3D reconstruction of the skull after deep brain stimulation

Признаков внутримозгового кровоизлияния не выявлено; определялся небольшой остаточный фронтальный пневмоцефал без масс-эффекта. Пациент был выписан 30 августа 2025 года. Было рекомендовано продолжить противопаркинсоническую терапию, наблюдение невролога и хирурга по месту жительства. Повторный визит для активации и настройки системы был назначен на 12 сентября 2025 года, что соответствует фактическим рекомендациям в выписке.

2.5. Программирование DBS

Первичная активация системы выполнена приблизительно через две недели после имплантации. Использовался последовательный monopolar review с постепенным повышением амплитуды и оценкой ответа тремора, ригидности, брадикинезии, походки и появления нежелательных эффектов.

Таблица 4

Параметры DBS / **Table 4.** DBS parameters

Параметр	Правая сторона	Левая сторона
Мишень	Posterior ventrolateral motor thalamus	Posterior ventrolateral motor thalamus
Электрод	Medtronic 3389	Medtronic 3389
Тип	Conventional quadripolar	Conventional quadripolar
Активный контакт	1–	1–
Конфигурация	C+ / 1–	C+ / 1–
Амплитуда	2.4 mA	2.2 mA
Pulse width	60 μ s	60 μ s
Frequency	150 Hz	150 Hz
Порог клинического эффекта	1.3 mA	1.4 mA
Порог побочного эффекта	3.6 mA	3.5 mA
Терапевтическое окно	1.3–3.5 mA	1.4–3.4 mA
Tremor response	≈85% reduction	≈80% reduction
Rigidity response	Умеренное уменьшение	Умеренное уменьшение
Bradykinesia response	Частичное улучшение	Частичное улучшение
Высокоамплитудный побочный эффект	Контралатеральная парестезия, лёгкая дизартрия	Парестезия, лёгкая дизартрия

Наиболее выраженный клинический ответ наблюдался в отношении тремора. Ригидность и брадикинезия уменьшались менее значительно, тогда как freezing и постратуральная неустойчивость сохранялись частично.

2.6. Нейрореабилитация

Реабилитационная программа была ориентирована прежде всего на аксиальные симптомы. В неё включались повторные sit-to-stand transitions, упражнения на увеличение амплитуды движений, тренировку длины шага, перенос центра тяжести, изменение площади опоры, реактивные постратуральные реакции, безопасные повороты, преодоление узких проходов и внешние visual/auditory cueing strategies. Особое внимание уделялось freezing of gait. Пациент выполнял упражнения с визуальными ориентирами, ритмической слуховой стимуляцией и тренировкой последовательного переноса веса с одной конечности на другую. Дополнительно выполнялись упражнения на статический и динамический баланс, координацию, укрепление мышц туловища и конечностей и dual-task walking.

2.7. Результаты

Через 12 месяцев после операции наиболее выраженное изменение отмечалось в треморном компоненте моторного синдрома.

Таблица 5

Итоговая оценка эффекта DBS / **Table 5.** Overall assessment of the DBS effect

Домен	До DBS	12 мес.	Изменение
MDS-UPDRS III OFF	64	39	↓39.1%
Tremor subscore	20	4	↓80.0%
Rigidity subscore	12	9	↓25.0%
Bradykinesia subscore	18	14	↓22.2%
MDS-UPDRS IV	11	6	↓45.5%
PDQ-39 SI	57.8	36.4	↓37.0%
Berg Balance Scale	29	41	↑12 points
Timed Up and Go	24.2 s	15.8 s	↓34.7%
FOG-Q	18	11	↓38.9%
Schwab & England	50%	75%	↑25 percentage points
MoCA	25	26	+1 point
LEDD	850 mg/day	750 mg/day	↓11.8%

Полученный профиль ответа соответствовал преимущественно тремор-супрессивному действию таламической стимуляции. При этом улучшение походки, постратурального контроля и самостоятельности было более постепенным и менее выраженным, чем контроль тремора.

3. ОБСУЖДЕНИЕ

Discussion

Представленный клинический случай интересен сочетанием сравнительно молодого возраста пациента, длительного - около 17 лет - течения болезни Паркинсона, Hoehn–Yahr IV стадии и тяжёлой аксиальной дисфункции. В отличие от пациентов, направляемых на DBS главным образом из-за моторных флуктуаций или дискинезий, у данного больного одним из центральных инвалидирующих проявлений являлся постоянный тремор в сочетании с freezing, постуральной неустойчивостью и падениями.

Современный подход к DBS всё меньше основывается на единой стратегии для всех пациентов. Wagle Shukla et al. в обзоре 2025 года подчёркивают, что результат определяется взаимодействием четырёх факторов - patient, target, device and program. Выбор мишени должен соответствовать клиническому приоритету пациента, а программирование необходимо рассматривать как динамический процесс precision neuromodulation [8]. В рассматриваемом случае операционный протокол определяет мишень как задние вентролатеральные ядра таламуса. Это позволяет интерпретировать вмешательство как стимуляцию motor thalamic territory, функционально связанную с cerebello-thalamo-cortical tremor network. Именно эта сеть является одной из основных анатомо-функциональных мишеней хирургического контроля тремора. Наиболее убедительные долговременные данные относительно таламической стимуляции были получены Cury et al. У пациентов с болезнью Паркинсона VIM-DBS обеспечивала примерно 70% уменьшение тремора через год; клинический эффект сохранялся и при наблюдении более 10 лет, что подтверждает устойчивость тремор-супрессивного действия моторной таламической DBS [9]. Это хорошо соответствует профилю настоящего случая, в котором наиболее выраженная динамика наблюдалась именно по треморному компоненту.

В то же время таламическая стимуляция не должна рассматриваться как функциональный эквивалент STN- или GPi-DBS. STN и GPi входят непосредственно в патологически изменённые basal ganglia loops и способны оказывать более широкое влияние на брадикинезию, ригидность, дискинезию и моторные флуктуации. Современный метаанализ Xu et al., включивший 35 исследований и 1082 пациента, подтвердил значимое улучшение общего UPDRS-III и ряда основных моторных доменов после DBS, но отметил значительно большую вариабельность результатов для походки и речи [14]. Именно аксиальная симптоматика представляет наиболее сложную часть интерпретации настоящего случая. До операции у пациента наблюдались freezing, propulsia, retropulsia, lateropulsia и падения. Систематический обзор Morton et al. 2024 года, включивший 17 рандомизированных исследований и 333 пациента, не выявил последовательного значимого улучшения Timed Up and Go, Berg Balance Scale или частоты падений после DBS [10]. Следовательно, умеренное восстановление равновесия в данном случае более физиологично, чем ожидание полной нормализации походки после устранения тремора.

Более того, Janssen Daalen et al. в систематическом обзоре 2025 года показали, что после двусторонней STN-DBS у части пациентов могут возникать или усиливаться freezing и нарушения равновесия; в контролируемых выборках частота таких явлений составляла 15,9% против 5,8% при best medical treatment. Хотя настоящее наблюдение касается другой мишени, эти результаты подчёркивают общую концепцию: appendicular motor improvement не гарантирует эквивалентного восстановления axial motor control [11]. Сетевой метаанализ Guo et al., опубликованный в 2026 году, дополнительно показал, что результат в отношении MDS-UPDRS III, FOG-Q и

скорости ходьбы зависит от используемой мишени и режима стимуляции. Таким образом, современная DBS должна оцениваться не единым показателем «успех/неуспех», а по отдельным symptom-specific domains [15]. Отдельное значение имеет качество жизни. Тремор, ограничение самостоятельности и страх падения способны существенно ухудшать PDQ-39 даже при сохранённой когнитивной функции. В обновлённом метаанализе Nogueira et al. 2025 года были включены 42 исследования и 2767 пациентов после двусторонней STN-DBS. Улучшение качества жизни сохранялось приблизительно до 36 месяцев, тогда как к пятилетнему сроку средние значения приближались к исходным, вероятно вследствие прогрессирования немоторных и аксиальных проявлений заболевания [12]. Когнитивный статус также должен входить в обязательную оценку DBS. Метаанализ Ning et al. 2026 года, включивший 10 рандомизированных исследований и 1274 пациента, не выявил генерализованного ухудшения общего когнитивного или нейропсихиатрического статуса по сравнению с медикаментозной терапией, однако показал небольшое специфическое ухудшение verbal fluency и Stroop interference performance [13]. Поэтому сохранение MoCA в динамике не исключает необходимости более детального нейропсихологического мониторинга.

Ещё одним определяющим компонентом является программирование. Современная парадигма больше не ограничивается выбором фиксированных значений amplitude, pulse width и frequency. Image-guided programming, physiology-guided contact selection и adaptive DBS позволяют постепенно приближаться к индивидуальной «оптимальной дозе» стимуляции, при которой therapeutic window максимизируется при минимальной активации соседних структур [8]. Для таламической стимуляции это особенно актуально, поскольку латеральное или заднее распространение тока может вызывать парестезии, а распространение в сторону corticospinal/corticobulbar fibers - мышечные сокращения или дизартрию. Не менее важна нейрореабилитация. DBS меняет патологическую активность нейронных сетей, но не устраняет автоматически сформировавшиеся за годы болезни патологические двигательные стереотипы. Cochrane review Ernst et al. подтверждает положительное влияние различных вариантов физических упражнений на моторную функцию и качество жизни при болезни Паркинсона, причём gait/balance/functional training относится к клинически значимым направлениям [18].

Практическая модель сочетания DBS и интенсивной реабилитации была представлена Ferriero et al. в 2025 году. Авторы применяли укрепление мышц плечевого и тазового пояса, стабилизацию туловища, координационную тренировку, упражнения на статическое и динамическое равновесие, gait training и функциональное переобучение [19]. Этот принцип особенно актуален для настоящего пациента, поскольку исходные freezing и постуральная нестабильность формировали самостоятельную реабилитационную проблему независимо от степени подавления тремора. Наконец, результат DBS необходимо сопоставлять с риском вмешательства. Современная доказательная база подтверждает существенный клинический потенциал метода, одновременно демонстрируя вероятность геморрагических, инфекционных, аппаратных, когнитивных и stimulation-related осложнений [4,13]. Именно поэтому наиболее обоснованной является модель непрерывного ведения пациента: patient selection → stereotactic planning → implantation → imaging verification → programming → medication optimization → rehabilitation → longitudinal reassessment.

Представленный случай демонстрирует, что при выраженном тремор-ригидном фенотипе таламическая DBS

может обеспечить значительное уменьшение наиболее инвалидизирующего тремора, но аксиальная дисфункция требует отдельной терапевтической стратегии. Это делает мультимодальную оценку значительно более информативной, чем простое заключение о «положительном результате DBS».

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Conclusion

Двусторонняя глубокая стимуляция задневролатеральной таламической области представляет собой возможную нейромодуляционную стратегию при выраженном фармакорезистентном треморном компоненте болезни Паркинсона. Представленный пациент характеризовался длительным течением заболевания, Hoehn–Yahr IV стадией, выраженным тремор-ригидным синдромом и тяжёлыми аксиальными нарушениями. Применение frame-based стереотаксии Zamorano–Duchovny, MSCT-навигации, двусторонней имплантации Medtronic DBS-электродов и последующего индивидуального программирования позволило сформировать комплексную нейрохирургическую стратегию. Клинический профиль ответа характеризовался преимущественным уменьшением тремора, тогда как брадикинезия, ригидность, freezing и постратуральная неустойчивость изменялись более умеренно. Поэтому оптимальное ведение подобных пациентов должно объединять нейростимуляцию, фармакотерапию и длительную целенаправленную нейрореабилитацию.

DECLARATIONS

Declarations

Author contributions CRediT

Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Writing – original draft; Writing – review & editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research received no external funding.

Ethics approval

The case report was prepared in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki; publication of the anonymised clinical data was approved by the local ethics committee of the Specialized Scientific and Practical Center for Neurosurgery and Neurorehabilitation at the Samarkand State Medical University.

Informed consent

Written informed consent was obtained from the patient for publication of this case report and the accompanying anonymised images.

Data availability statement

The data supporting this case report are presented in the tables and figures of this article; further anonymised clinical records are available from the authors on reasonable request.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Generative AI disclosure

Generative AI (Claude, Anthropic) was used in the editorial preparation of this article: for language editing, translation of the title, abstract and keywords between Uzbek, Russian and English, preparation of the extended English summary from the authors' text, and formatting of the reference list. No data, results or conclusions were generated by AI. The authors are responsible for the content of the publication.

EXTENDED SUMMARY IN ENGLISH

Kengaytirilgan inglizcha xulosa / Расширенный реферат на английском языке

Purpose and research problem

Parkinson disease (PD) is a chronic progressive neurodegenerative disorder in which degeneration of the dopaminergic neurons of the substantia nigra pars compacta and remodelling of basal ganglia–thalamo-cortical networks produce bradykinesia, rigidity, rest tremor and postural instability; with progression, gait disorders, freezing and autonomic, sleep, cognitive and affective disturbances further reduce independence and quality of life. Long-term levodopa therapy is complicated by wearing-off, unpredictable OFF periods and dyskinesias, so the selection of candidates for deep brain stimulation (DBS) now relies on the individual motor phenotype, levodopa responsiveness, the severity of tremor and dyskinesias, axial symptoms, the cognitive and psychiatric profile and the patient's expectations rather than on disease duration alone. The subthalamic nucleus and the internal globus pallidus are the classical DBS targets in PD, whereas the ventral motor thalamus (Vim) and the adjacent ventrolateral territories) is traditionally regarded as a highly effective target for drug-resistant tremor. Marked tremor suppression, however, is not equivalent to full motor recovery, and freezing of gait, balance and postural responses remain the most difficult domains. The article presents a case of bilateral thalamic DBS in advanced tremor-rigid PD with severe axial dysfunction and describes a multimodal assessment of its outcomes.

Materials and methods

The patient was a 44-year-old man whose disease began in 2008, about 17 years before surgery, with weakness and tremor of the hands, followed by progressive tremor of the upper and lower limbs, leg weakness, imbalance and difficulty in walking independently. By August 2025 he had constant limb tremor, dizziness, marked instability when standing and walking, episodes of inability to stop a movement once started, involuntary movements of the shoulder girdle, periodic falls and general weakness; before admission he had irregularly taken Konfundus, one tablet three to five times a day. Examination revealed hypomimia, marked hypokinesia, rest tremor, plastic hypertonia and rigidity, small-step gait with freezing, and propulsion, lateropulsion and retropulsion; autonomic disturbances included constipation and episodes of urinary retention. The disease corresponded to Hoehn–Yahr stage IV, with a Karnofsky Performance Status of 70. High-field MRI showed signs of PD, cerebral microangiopathy and signal changes in the substantia nigra with the "swallow tail" phenomenon, without structural lesions that could cause secondary parkinsonism. On 28 August 2025 bilateral DBS was performed. The Zamorano–Duchovny frame (Inomed, Germany) was fixed under local anaesthesia, stereotactic MSCT was acquired and the DICOM data were planned with Medtronic DBS navigation software; under general endotracheal anaesthesia in the semi-sitting position, Medtronic electrodes were implanted sequentially on the right and on the left through 14-mm burr holes into the posterior ventrolateral thalamic nuclei documented in the operative protocol, under intraoperative C-arm fluoroscopy. The pulse generator was placed in a subcutaneous pocket in the right upper chest. Programming began about two weeks after implantation with a sequential monopolar review. Outcomes were assessed before surgery (OFF and ON medication) and at 1, 3, 6 and 12 months with MDS-UPDRS parts I–IV, the Hoehn–Yahr stage, the Schwab and England scale, PDQ-39, MoCA, the Berg Balance Scale, the Timed Up and Go test, the Freezing of Gait Questionnaire (FOG-Q) and the levodopa equivalent daily dose (LEDD).

Results and discussion

The postoperative course was free of new clinically significant focal deficit. Control MSCT showed symmetrical bilateral electrodes with their distal parts within the planned thalamic region, no intracerebral haemorrhage and a small residual frontal pneumocephalus without mass effect, and the patient was discharged on 30 August 2025. Stimulation used contact 1– on both sides (C+/1–) at 2.4 and 2.2 mA, 60 µs and 150 Hz, with therapeutic windows of 1.3–3.5 and 1.4–3.4 mA; paraesthesia and mild dysarthria appeared at high amplitudes. The most pronounced response concerned tremor, with a reduction of approximately 85% and 80% for the right- and left-sided stimulation, whereas rigidity and bradykinesia decreased less and freezing and postural instability persisted in part. At 12 months, MDS-UPDRS III in the OFF state decreased from 64 to 39 (by 39.1%), the tremor subscore from 20 to 4 (by 80.0%), the rigidity subscore by 25.0% and the

bradykinesia subscore by 22.2%; MDS-UPDRS IV decreased by 45.5% and the PDQ-39 summary index by 37.0%. The Berg Balance Scale score improved by 12 points, the Timed Up and Go time by 34.7% and FOG-Q by 38.9%; the Schwab and England score rose from 50% to 75%, MoCA changed from 25 to 26 points and LEDD fell from 850 to 750 mg/day. Neurorehabilitation focused on axial symptoms and included repeated sit-to-stand transitions, movement amplitude and step-length training, weight shifting, reactive postural responses, safe turning, passing through narrow spaces, visual and auditory cueing with rhythmic auditory stimulation, static and dynamic balance, trunk and limb strengthening and dual-task walking. The response profile corresponded mainly to the tremor-suppressive effect of thalamic stimulation, while gains in gait, postural control and independence were slower and smaller.

Conclusion and contribution

Bilateral DBS of the posterior ventrolateral thalamic region is a possible neuromodulation strategy when a drug-resistant tremor component dominates the clinical picture of PD. In this patient with long disease duration, Hoehn–Yahr stage IV, a severe tremor-rigid syndrome and marked axial disturbances, frame-based Zamorano–Duchovny stereotaxy, MSCT navigation, bilateral implantation of Medtronic electrodes and individual programming formed a comprehensive neurosurgical strategy. The response was dominated by tremor reduction, whereas bradykinesia, rigidity, freezing and postural instability changed more moderately, in line with published evidence that thalamic stimulation is not the functional equivalent of STN or GPi stimulation and that DBS does not consistently improve balance, gait or falls. DBS outcomes should therefore be assessed by separate symptom-specific domains, including quality of life and cognition, and the optimal management of such patients should combine neurostimulation, pharmacotherapy and long-term targeted neurorehabilitation within a continuous pathway from patient selection to longitudinal reassessment.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

References (original language)

- [1] Bloem, B. R., Okun, M. S., & Klein, C. (2021). Parkinson's disease. *The Lancet*, 397(10291), 2284–2303.
- [2] Poewe, W., Seppi, K., Tanner, C. M., et al. (2017). Parkinson disease. *Nature Reviews Disease Primers*, 3, 17013.
- [3] Simon, D. K., Tanner, C. M., & Brundin, P. (2020). Parkinson disease epidemiology, pathology, genetics, and pathophysiology. *Clinics in Geriatric Medicine*, 36(1), 1–12.
- [4] Petersen, J. J., Kamp, C. B., Faltermeier, P., et al. (2024). Deep brain stimulation for Parkinson's disease: Systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *BMJ Medicine*, 3(1), e000705. <https://doi.org/10.1136/bmjmed-2023-000705>
- [5] Deuschl, G., Schade-Brittinger, C., Krack, P., et al. (2006). A randomized trial of deep-brain stimulation for Parkinson's disease. *New England Journal of Medicine*, 355(9), 896–908.
- [6] Weaver, F. M., Follett, K., Stern, M., et al. (2009). Bilateral deep brain stimulation vs best medical therapy for patients with advanced Parkinson disease. *JAMA*, 301(1), 63–73.
- [7] Williams, A., Gill, S., Varma, T., et al. (2010). Deep brain stimulation plus best medical therapy versus best medical therapy alone for advanced Parkinson's disease. *Lancet Neurology*, 9(6), 581–591.
- [8] Wagle Shukla, A., Bange, M., & Muthuraman, M. (2025). Patient, target, device, and program selection for DBS in Parkinson's disease: Advancing toward precision care. *npj Parkinson's Disease*, 11, 195. <https://doi.org/10.1038/s41531-025-01015-x>
- [9] Cury, R. G., Fraix, V., Castrioto, A., et al. (2017). Thalamic deep brain stimulation for tremor in Parkinson disease, essential tremor, and dystonia. *Neurology*, 89(13), 1416–1423. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004295>
- [10] Morton, A., Fraser, H., Green, C., & Drovandi, A. (2024). Effectiveness of deep brain stimulation in improving balance in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurgery*, 186, 242–251.e3. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2024.04.021>
- [11] Janssen Daalen, J. M., Selvaraj, A., Arnts, H., et al. (2025). Gait and balance worsening after bilateral deep brain stimulation of the

subthalamic nucleus for Parkinson's disease: A systematic review. *BMJ Neurology Open*, 7, e000898.

- [12] Nogueira, L. O., Corso, A. M. S., Dallé, L. D. C., et al. (2025). Long-term quality of life trend after subthalamic stimulation for Parkinson's disease: An updated systematic review and meta-analysis. *Movement Disorders Clinical Practice*, 12(5), 577–587. <https://doi.org/10.1002/mdc3.70025>
- [13] Ning, J., Lv, X., You, J., Zhou, X., An, C., & Zhou, Z. (2026). Neuropsychological outcomes comparing deep brain stimulation and best medical treatment for Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 17, 1865587. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1865587>
- [14] Xu, H., Wan, X., Tu, Q., Chen, H., Tong, M., Xu, Z., & Cai, D. (2025). Effect of deep brain stimulation on motor complications in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19, 1684229.
- [15] Guo, Y., Zhang, Z., & Hou, Y. (2026). Effects of different types of deep brain stimulation on gait disorders in patients with Parkinson's disease: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 17, 1723706.
- [16] El Ghazal, R., Al Sabbakh, N. K., et al. (2023). The effects of deep brain stimulation on mood and quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis.
- [17] Murcia Carretero, S., Petermann, K., Debove, I., et al. (2024). Quality of life after deep brain stimulation in Parkinson's disease: Does the target matter? *Movement Disorders Clinical Practice*, 11(11), 1379–1387.
- [18] Ernst, M., Folkerts, A. K., Gollan, R., et al. (2024). Physical exercise for people with Parkinson's disease: A systematic review and network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD013856.
- [19] Ferriero, G., Magro, V. M., Ferrara, P. E., et al. (2025). Deep-brain stimulation and intensive rehabilitation in a patient with Parkinson disease: A case report. *American Journal of Case Reports*, 26, e946308.
- [20] Naro, A., Pignolo, L., Sorbera, C., et al. (2020). Rhythmic auditory stimulation-assisted gait training and conventional physiotherapy in patients with Parkinson's disease submitted to deep brain stimulation. *Frontiers in Neurology*, 11, 794.
- [21] Goetz, C. G., Tilley, B. C., Shaftman, S. R., et al. (2008). Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale. *Movement Disorders*, 23(15), 2129–2170.

REFERENCES (ROMAN SCRIPT)

Transliterated list — required by Scopus and Web of Science

- [1] Bloem, B. R., Okun, M. S., & Klein, C. (2021). Parkinson's disease. *The Lancet*, 397(10291), 2284–2303.
- [2] Poewe, W., Seppi, K., Tanner, C. M., et al. (2017). Parkinson disease. *Nature Reviews Disease Primers*, 3, 17013.
- [3] Simon, D. K., Tanner, C. M., & Brundin, P. (2020). Parkinson disease epidemiology, pathology, genetics, and pathophysiology. *Clinics in Geriatric Medicine*, 36(1), 1–12.
- [4] Petersen, J. J., Kamp, C. B., Faltermeier, P., et al. (2024). Deep brain stimulation for Parkinson's disease: Systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *BMJ Medicine*, 3(1), e000705. <https://doi.org/10.1136/bmjmed-2023-000705>
- [5] Deuschl, G., Schade-Brittinger, C., Krack, P., et al. (2006). A randomized trial of deep-brain stimulation for Parkinson's disease. *New England Journal of Medicine*, 355(9), 896–908.
- [6] Weaver, F. M., Follett, K., Stern, M., et al. (2009). Bilateral deep brain stimulation vs best medical therapy for patients with advanced Parkinson disease. *JAMA*, 301(1), 63–73.
- [7] Williams, A., Gill, S., Varma, T., et al. (2010). Deep brain stimulation plus best medical therapy versus best medical therapy alone for advanced Parkinson's disease. *Lancet Neurology*, 9(6), 581–591.
- [8] Wagle Shukla, A., Bange, M., & Muthuraman, M. (2025). Patient, target, device, and program selection for DBS in Parkinson's disease: Advancing toward precision care. *npj Parkinson's Disease*, 11, 195. <https://doi.org/10.1038/s41531-025-01015-x>

- [9] Cury, R. G., Fraix, V., Castrioto, A., et al. (2017). Thalamic deep brain stimulation for tremor in Parkinson disease, essential tremor, and dystonia. *Neurology*, 89(13), 1416–1423. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004295>
- [10] Morton, A., Fraser, H., Green, C., & Drovandi, A. (2024). Effectiveness of deep brain stimulation in improving balance in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurgery*, 186, 242–251.e3. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2024.04.021>
- [11] Janssen Daalen, J. M., Selvaraj, A., Arnts, H., et al. (2025). Gait and balance worsening after bilateral deep brain stimulation of the subthalamic nucleus for Parkinson's disease: A systematic review. *BMJ Neurology Open*, 7, e000898.
- [12] Nogueira, L. O., Corso, A. M. S., Dallé, L. D. C., et al. (2025). Long-term quality of life trend after subthalamic stimulation for Parkinson's disease: An updated systematic review and meta-analysis. *Movement Disorders Clinical Practice*, 12(5), 577–587. <https://doi.org/10.1002/mdc3.70025>
- [13] Ning, J., Lv, X., You, J., Zhou, X., An, C., & Zhou, Z. (2026). Neuropsychological outcomes comparing deep brain stimulation and best medical treatment for Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 17, 1865587. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1865587>
- [14] Xu, H., Wan, X., Tu, Q., Chen, H., Tong, M., Xu, Z., & Cai, D. (2025). Effect of deep brain stimulation on motor complications in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19, 1684229.
- [15] Guo, Y., Zhang, Z., & Hou, Y. (2026). Effects of different types of deep brain stimulation on gait disorders in patients with Parkinson's disease: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 17, 1723706.
- [16] El Ghazal, R., Al Sabbakh, N. K., et al. (2023). The effects of deep brain stimulation on mood and quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis.
- [17] Murcia Carretero, S., Petermann, K., Debove, I., et al. (2024). Quality of life after deep brain stimulation in Parkinson's disease: Does the target matter? *Movement Disorders Clinical Practice*, 11(11), 1379–1387.
- [18] Ernst, M., Folkerts, A. K., Gollan, R., et al. (2024). Physical exercise for people with Parkinson's disease: A systematic review and network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD013856.
- [19] Ferriero, G., Magro, V. M., Ferrara, P. E., et al. (2025). Deep-brain stimulation and intensive rehabilitation in a patient with Parkinson disease: A case report. *American Journal of Case Reports*, 26, e946308.
- [20] Naro, A., Pignolo, L., Sorbera, C., et al. (2020). Rhythmic auditory stimulation-assisted gait training and conventional physiotherapy in patients with Parkinson's disease submitted to deep brain stimulation. *Frontiers in Neurology*, 11, 794.
- [21] Goetz, C. G., Tilley, B. C., Shaftman, S. R., et al. (2008). Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale. *Movement Disorders*, 23(15), 2129–2170.