# فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن والوقاية من السقوط بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) من منظور أطباء الاعصاب والجراحين

د. بشير محمد الحاراتي b.elharati@uot.edu.ly
أ. سهي المبروك الشيخ So.khalifa@uot.edu.ly

**المستخلص:**

هدفت الدراسة إلى تقييم فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن والوقاية من السقوط لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) من منظور أطباء الاعصاب والجراحين، اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي لملاءمته لطبيعة الدراسة، وتكونت عينة الدراسة من (115) طبيباً وجراحاً، تم تطبيق استبيان مكون من (5) محاور و(25) عبارة بمقياس ليكرت الخماسي. أظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي العام لفاعلية العلاج الطبيعي المكثف بلغ (4.45) بدرجة "أوافق بشدة"، مع إجماع الأطباء على أن الجهاز بمفرده غير كافٍ لتحسين التوازن (متوسط 2.64)، وتبني فكرة "النافذة الذهبية" للتدخل خلال أسبوعين (4.35)، كما كشفت النتائج أن نقص الكوادر المؤهلة يمثل العقبة الأكبر (متوسط 4.62). أوصت الدراسة بإدراج العلاج الطبيعي المكثف كمعيار إلزامي تابع لزراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS)، وتطوير بروتوكولات موحدة للتكامل بين الجراح والمعالج، وتدريب كوادر متخصصة في فيزيولوجيا التحفيز العميق.

**الكلمات المفتاحية:** العلاج الطبيعي المكثف، التوازن، الوقاية من السقوط، جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS)، أطباء الاعصاب، الجراحين.

**Abstract:**

This study aimed to evaluate the effectiveness of intensive physiotherapy in improving balance and preventing falls in patients with gait disturbances following deep brain stimulation (DBS) implantation, from the perspective of neurologists and surgeons. The study employed a descriptive approach, deemed most appropriate. The sample consisted of 115 physicians and surgeons. A five-question and a 25-question questionnaire were administered. The results showed that the overall mean score for the effectiveness of intensive physiotherapy was 4.45, indicating "strong agreement." Physicians generally agreed that using a single device was insufficient to improve balance (mean 2.64) and supported a "golden window" approach of intervention within two days (4.35). Furthermore, the results indicated that the shortage of qualified personnel (mean 4.62) was

the greatest obstacle. The study recommends incorporating intensive physiotherapy as an integral part of DBS implantation, establishing standardized protocols for collaboration between surgeons and therapists, and training specialists in the physiology of DBS.

**Keywords:** Intensive physical therapy, balance, fall prevention, deep brain stimulation, neurologists, surgeons.

**المقدمة:**

تشكل اضطرابات الحركة الشديدة، وعلى رأسها مرض باركنسون والرمع الأساسي وخلل التوتر العضلي، تحدياً طبياً كبيراً يؤثر بشكل مباشر على جودة حياة المرضى وقدرتهم على أداء الأنشطة اليومية. ومع التطورات الطبية المتسارعة، ظهرت تقنية التحفيز العميق للدماغ كأحد أبرز التدخلات الجراحية الفعالة في إدارة هذه الاضطرابات، حيث تعتمد على زرع أقطاب كهربائية في مناطق محددة من الدماغ لتعديل النشاط العصبي غير الطبيعي. وقد أثبتت هذه التقنية كفاءة عالية في تقليل الرعشة والتيبس وبطء الحركة، مما يقلل من الاعتماد على الأدوية ويحسن الوظيفة الحركية العامة. **(Fasano, 2022)**

رغم النتائج الواعدة لجهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) في السيطرة على الأعراض الحركية المحورية والنواة، إلا أن المرضى يعانون غالباً من استمرار أو حتى تفاقم مشكلات التوازن واضطرابات المشي بعد العملية الجراحية، يُعزى ذلك إلى أن التحفيز الكهربائي قد لا يعالج بالكامل التغيرات المرضية في المناطق الدماغية المسؤولة عن التحكم في الوضعية والتوازن، مثل النواة تحت المهاد والمنطقة السوداء، بالإضافة إلى وجود تلف عصبي متقدم لا يمكن عكسه بالتحفيز وحده، هذه الفجوة بين تحسن الأعراض الحركية واستمرار هشاشة التوازن تجعل المرضى معرضين بشكل كبير لخطر السقوط، مما يؤدي إلى مضاعفات خطيرة مثل كسور الورك والسكتات الدماغية والارتباك العقلي، مما يزيد من العبء على النظام الصحي. **(Schuepbach, 2021)**

من هنا برزت الحاجة الملحة لدمج برامج إعادة التأهيل مع التدخل الجراحي، حيث يلعب العلاج الطبيعي دوراً محورياً في استغلال مرونة الدماغ بعد التعديل الكهربائي، ويُعد العلاج الطبيعي المكثف والذي يتضمن جلسات طويلة ومتكررة تركز على تحدي التوازن الثابت والديناميكي، ومهارات المشي وتدريبات الوقاية من السقوط، نهجاً حديثاً يختلف جذرياً عن العلاج الطبيعي التقليدي، يعمل هذا

النهج المكثف على إعادة برمجة الشبكات العصبية الحسية الحركية لتعويض القصور في الإشارات الدماغية، مما يعزز من قدرة المريض على التكيف مع التغيرات الحركية المستجدة بعد تفعيل جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS).**(Abdolalizadeh, 2023)**

إن تقييم فاعلية هذا العلاج الطبيعي المكثف يتطلب نظرة شمولية تأخذ في الاعتبار التفاعل المعقد بين الجراحة العصبية والتعصيب الحسي الحركي وإعادة التأهيل. وفي هذا السياق، تبرز أهمية وجهة نظر الأطباء المعالجين والجراحين العصبيين، كونهم الملاحظ الأول للتغيرات السريرية الموضوعية والذين يمتلكون الخبرة في تقييم ما إذا كان التحسن في التوازن ناتجاً عن جهاز التحفيز العميق للدماغ فقط أم عن التدخل المكثف، فهم تصورات هؤلاء الخبراء حول آليات عمل العلاج الطبيعي المكثف، وتوقيته المناسب بعد الجراحة، وعقبات تطبيقه، يوفر بيانات سريرية دقيقة ضرورية لتطوير بروتوكولات علاجية معيارية، لذا، تهدف الدراسة إلى استكشاف وتحليل فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن والوقاية من السقوط لمرضى اضطرابات الحركة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ من المنظور الطبي والجراحي.**(Ramirez-Zamora et al., 2023)** .

**المشكلة:**

تمثل مشكلة السقوط المتكرر واضطرابات التوازن تحدياً سريرياً معقداً ومزمناً يواجه مرضى اضطرابات الحركة الشديدة الذين خضعوا لزراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) على الرغم من أن الجراحة تهدف بشكل أساسي إلى تحسين الحركة وتقليل الأدوية، إلا أن الدراسات الحديثة تشير إلى أن ما يصل إلى 40% من المرضى قد لا يلاحظوا تحسناً كافياً في التوازن، بل وقد يعانون من سقوط متكرر في المراحل الأولى بعد تفعيل الجهاز، تنبع هذه المشكلة من التفكك الحركي، حيث يتحسن نطاق الحركة استجابة للأدوية أو التحفيز، لكن استجابة التوازن تبقى بطيئة أو معدومة بسبب استقلالية مسارات التحكم في الوضعية عن المسارات المسؤولة عن الحركة الإرادية في الجهاز العصبي المركزي. **(Mancini, 2021)**

تتفاقم هذه المشكلة في غياب بروتوكولات إعادة تأهيل مكثفة وموحدة؛ فالعلاج الطبيعي التقليدي الذي يُقدم عادةً بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ يكون غالباً محافظاً، يركز على تمارين التنفس والمشي البسيط خوفاً من إزاحة الأقطاب الجراحية، ولا يتضمن التحدي الحسي

الحركي العميق اللازم لتعديل التوازن، هذا النقص في الكثافة العلاجية يترك المريض في حالة من الاعتماد المفرط على الجهاز، دون بناء احتياطي حركي عصبي ذاتي يساعده في حالات الانقطاع المؤقت للتحفيز أو خلال التغيرات المفاجئة في الوضعية نتيجة لذلك، يستمر المرضى في المعاناة من الخوف من السقوط، مما يدفعهم إلى تقليل النشاط البدني، مما يخلق حلقة مفرغة من هبوط اللياقة البدنية وتدهور التوازن وزيادة معدلات السقوط الفعلي التي قد تؤدي إلى إعاقات ثانوية دائمة . **(Peterson, 2022)**

تتمحور مشكلة الدراسة الحالية في وجود فجوة معرفية وسريرية واسعة حول مدى جدوى وفاعلية العلاج الطبيعي "المكثف" كعلاج مساعد ضروري بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ، من منظور صناع القرار السريري (الأطباء والجراحين). فبينما تروج دراسات العلاج الطبيعي لفوائد التدريب المكثف، يظل هناك تساؤل حول ما إذا كان هذا التدخل يغير من مسار المرض بشكل حقيقي ومستدام من وجهة نظر الأطباء، وما هي التحديات التي تمنع تطبيقه في البيئة السريرية الحقيقية (مثل التكلفة، عدم توفر أخصائيين مدربين، ومخاوف السلامة) لذا، تسعى هذه الدراسة للإجابة عن تساؤلاته حول تقييم الأطباء والجراحين لهذه الفاعلية، تحديد المحاور التي يرى فيها الأطباء أن العلاج المكثف يؤثر، وكيف يمكن تذليل العقبات لدمج هذا العلاج كجزء لا يتجزأ من رحلة المريض بعد زراعة .

**الأهداف:**

تهدف الدراسة الي فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن والوقاية من السقوط بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) من منظور أطباء الاعصاب والجراحين من خلال:

1- تقييم الأطباء والجراحين لمدى كفاية جهاز التحفيز العميق للدماغ بمفرده في تحسين التوازن الثابت والديناميكي.

2-قياس فاعلية العلاج الطبيعي المكثف مقارنة بالعلاج التقليدي في استعادة التوازن الحركي.

3-التعرف على دور العلاج المكثف في الوقاية الفعلية من السقوط وتعديل المسار النفسي الحركي للمريض.

4-استكشاف درجة التكامل المطلوبة بين القرار الجراحي (تبرمج الجهاز) والبروتوكول التأهيلي المكثف.

5-تحديد المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحول دون تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ في البيئة السريرية؟

**التساؤلات:**

1-ما تقييم الأطباء والجراحين لتأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ المنفرد على التوازن الساكن والديناميكي ومخاطر السقوط؟

**2**-ما مدى فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي من وجهة نظر الأطباء والجراحين؟

3-ما دور العلاج الطبيعي المكثف في الوقاية من السقوط الفعلي وتعديل المسار الحركي للمريض؟

4-ما طبيعة التكامل المطلوب بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف لضمان نجاح العملية؟

5-ما هي أبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS)في البيئة السريرية؟

**المصطلحات المستخدمة في الدراسة:**

**التحفيز العميق للدماغ:(Deep Brain Stimulation – DBS)**

هو التدخل الجراحي العصبي الذي يتضمن غرس أقطاب كهربائية دقيقة في مناطق محددة من الدماغ العميق) مثل النواة تحت المهاد، أو الشحيمية البطنية، وتوصيلها بمولد نبضات يُزرع تحت الجلد مباشرة، يقوم هذا الجهاز بإرسال تيارات كهربائية عالية التردد لتعديل النشاط العصبي غير الطبيعي، ويُقصد به في هذه الدراسة الإجراء الجراحي الذي خضع له المرضى لتقليل أعراض اضطرابات الحركة الشديدة. **(Fasano, 2022)**

**اضطرابات الحركة الشديدة:(Severe Movement Disorders)**

تُعرّف بأنها الحالات المرضية العصبية التنكسية أو الوظيفية المتقدمة التي تتسم بفقدان السيطرة الحركية، والتي تشمل بشكل أساسي مرض باركنسون في مراحله المتقدمة، الرمع الأساسي المقاوم للأدوية، وخلل التوتر العضلي المعمم. ويُقصد بها هنا الحالات التي وصلت إلى مرحلة عدم كفاية التحكم الدوائي الأمثل، مما استدعى التدخل بجراحة.**DBS (Schuepbach et al., 2021)**

**العلاج الطبيعي المكثف:(Intensive Physical Therapy)**

يُعرّف بأنه نموذج تدخل تأهيلي يختلف جوهرياً عن العلاج التقليدي، يتميز بارتفاع الجرعة العلاجية (عادةً ما يتراوح بين 60 إلى 90 دقيقة يومياً، لمدة 2 إلى 4 أسابيع متواصلة)، يعتمد هذا النموذج على مبدأ "التحدي الحسي الحركي" المتزايد التدرج، ويستهدف استثارة المرونة العصبية (Neuroplasticity)لإعادة برمجة الشبكات العصبية المسؤولة عن التوازن والحركة. **(Abdolalizadeh, 2023)**

**التوازن الثابت والديناميكي:(Static and Dynamic Balance)**

يُقصد بالتوازن **الثابت** قدرة المريض على الحفاظ على مركز ثقل الجسم ضمن قاعدة الدعم أثناء الثبات التام (كالوقوف)، بينما يُعرّف التوازن الديناميكي بأنه القدرة على الحفاظ على الاستقرار أثناء أداء الحركات المتتالية أو عند التعرض لاضطرابات خارجية مفاجئة (كالمشي، الدوران، أو التعثر). في هذه الدراسة، يقاس التحسن في كلا النوعين كمتغير تابع لمدى فاعلية العلاج المكثف. **(Mancini, 2021)**

**الوقاية من السقوط:(Fall Prevention)**

إجرائياً، لا تُشير فقط إلى تجنب الحدث الميكانيكي للسقوط، بل تشمل كافة الاستراتيجيات التأهيلية والتعليمية التي تهدف إلى تقليل عوامل الخطر المُعدلة. ويُقصد بها في هذا السياق: تحسين زمن رد الفعل التوازني، تعليم استراتيجيات الخطوات التعويضية عند فقد التوازن، وتقليل الخوف من السقوط الذي يُعد عامل خطورة مستقل يؤدي لتدهور الحركة. **(Peterson, 2022)**

**الدراسات السابقة:**

نتناول مراجعة نقدية لأهم الدراسات الحديثة التي تناولت العلاقة التقاطعية بين جراحة التحفيز العميق للدماغ، اضطرابات التوازن، والتدخلات التأهيلية، وذلك للوقوف على الفجوة المعرفية التي تسعى هذه الدراسة لسدها من منظور الأطباء والجراحين.

**أولاً: الدراسات التي تناولت القصور في تحسين التوازن بعد جراحة:DBS**

ركزت مجموعة من الدراسات على تقييم النتائج الحركية لجهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) بمفرده، وقد أظهرت هذه الدراسات وجود فجوة واضحة بين تحسن الأعراض الحركية المحيطية

واستمرار القصور المحوري. فقد أجرى (Picillo et al., 2023) دراسة طولية تتبعت فيها مرضى باركنسون قبل وبعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) لمدة عامين، وأكدت النتائج على وجود انفصال سريري واضح؛ حيث شهد المرضى تحسناً بنسبة تتجاوز 60% في الرعشة والتيبس، لكن أعراض التوازن الديناميكي لم تتحسن بشكل ملحوظ، مما يؤكد أن التحفيز الكهربائي لا يستعيد بالكامل وظائف الدماغ المحورية وفي سياق مماثل، قدمت دراسة(Mancini et al., 2021) تحليلاً دقيقاً باستخدام المستشعرات الحسية الحركية لأجسام المرضى بعد تفعيل جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS)، وخلصت الدراسة إلى أن الجهاز قد يقلل من بطء الحركة، لكنه لا يصلح استراتيجية الورك المطلوبة لمنع السقوط أثناء الانزلاق المفاجئ، مما يجعل المريض معتمداً على استراتيجيات تعويضية غير فعالة . **(Mancini, 2021) (Picillo, 2023)**

**ثانياً: الدراسات التي تناولت فاعلية العلاج الطبيعي المكثف:**

تبحث هذه الفئة في مدى قدرة التدخلات عالية الكثافة على التأثير على المرونة العصبية بعد التعديل الدوائي أو الجراحي. وقد أثبتت دراسة(Abdolalizadeh et al., 2023) بشكل قاطع أن التدريب الحسي الحركي المكثف (والذي يتضمن مهام مزدوجة ومهارات توازن معقدة) يغير بشكل مباشر من سرعة المعالجة العصبية الحركية لدى مرضى اضطرابات الحركة، وأشارت إلى أن الجرعة العلاجية) هي المفتاح؛ فالجلسات القصيرة لا تحقق عتبة التحفيز العصبي اللازمة لتغيير مسار المرض، من جهة أخرى، ركزت (Peterson et al., 2022) على البعد النفسي الحركي المرتبط بالتدريب المكثف، حيث أظهرت أن التدخلات التي تضع المريض في مواقف توازن صعبة ومحكومة تقلل بشكل كبير من الخوف من السقوط، وهو ما ينعكس إيجاباً على استقلالية المريض وتقليل حدوث السقوط الفعلي بنسبة تصل إلى 45% مقارنة بالعلاج التقليدي **(Abdolalizadeh, 2023) (Peterson, 2022)**

**ثالثاً: الدراسات التي تناولت التكامل بين جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) والعلاج المكثف:**

هنا تتضح الفجوة البحثية التي تعالجها هذه الدراسة؛ فبينما توجد دراسات تثبت فعالية الجهاز، وأخرى تثبت فعالية التأهيل، قليلة جداً هي الدراسات التي نظرت للتقاطع بينهما من وجهة نظر صناع القرار السريري. وقد أجرى(Schuepbach et al., 2021) دراسة رائدة قارنت فيها بين مجموعة

خضعت لزراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) فقط، ومجموعة خضعت لزراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ متبوعة بتأهيل مكثف مبكر، كانت النتائج لصالح المجموعة الثانية بشكل ساحق في مقياس جودة الحياة وتقليل السقوط، وأوصت الدراسة بضرورة تحول النموذج العلاجي من "جراحة منعزلة إلى رعاية متكاملة وعلى الصعيد السريري التنظيمي، أجرى (Ramirez-Zamora et al., 2023) استطلاعاً لآراء الخبراء حول بروتوكولات الرعاية بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS)، وكشفت النتائج عن وجود شكوى كبيرة من الجراحين والأطباء بشأن غياب أخصائيي علاج طبيعي مؤهلين لفهم تعقيدات البرمجة الكهربائية للدماغ، مما يؤدي إلى فواصل خطيرة بين القرار الجراحي والتأهيلي وأكدت دراسة(Fasano et al., 2022) هذه النقطة بشكل عملي، حيث أوصت بأن يكون أخصائي العلاج الطبيعي حاضراً في غرفة البرمجة لقياس التغيرات الحركية التوازنية في الوقت الفعلي أثناء تغيير ترددات الجهاز. **(Fasano, 2022) (Ramirez-Zamora, 2023) (Schuepbach, 2021)**

**رابعاً: التعليق على الدراسات السابقة وموقع الدراسة الحالية:**

من خلال المراجعة النقدية للمتون السابقة، يتبين أن الدراسات السابقة أجمعت على أن جهاز التحفيز العميق للدماغ ليس حلاً سحرياً لمشكلة التوازن، وأن العلاج المكثف يمتلك أدلة قوية على الفاعلية، ومع ذلك، تبرز الفجوة البحثية في نقطتين جوهريتين لم تتناولهما الدراسات السابقة بالتفصيل: الأولى: هي انعدام دراسة وصفية تستهدف تقييم الأطباء والجراحين أنفسهم (كصناع للقرار وراصدين للنتائج السريرية الموضوعية) لمدى فاعلية هذا التدريب المكثف، حيث اعتمدت الدراسات السابقة على قياس النتائج على المرضى مباشرة، الثانية: عدم وجود دراسة تحدد بدقة العقبات السريرية التي تجعل الطبيب يتردد في وصف هذا العلاج المكثف رغم إدراكه لأهميته (مثل مخاوف إزاحة الأقطاب، أو غياب البروتوكولات الموحدة).

لذا، تتميز الدراسة الحالية بكونها تتبنى المنهج الوصفي التحليلي لاستطلاع آراء أطباء الاعصاب والجراحين، محاولةً بناء نموذج معرفي يربط بين تقدير الفاعلية السريرية والعقبات التطبيقية، لتقديم توصيات عملية لصانعي السياسات الصحية لدمج العلاج الطبيعي المكثف كمعيار إلزامي ضمن مسار رعاية ما بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS).

**المنهج:**

تم استخدام المنهج الوصفي المسحي نظراً لملاءمته لطبيعة واهداف الدراسة وموضوعه، حيث يهدف إلى وصف وتقييم فاعلية العلاج الطبيعي المكثف وتحليل العلاقات بين متغيرات الدراسة من خلال استطلاع آراء عينة من أطباء الاعصاب والجراحين.

**المجتمع:**

يتكون مجتمع الدراسة من الأطباء (أطباء الأعصاب وأطباء الأمراض العصبية الحركية) والجراحين (جراحي الأعصاب) الذين يتعاملون مع مرضى اضطرابات الحركة وزراعة أجهزة التحفيز العميق للدماغ في المستشفيات والمراكز العلاجية المتخصصة.

**العينة:**

تم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العشوائية الطبقية، من الأطباء (أطباء الأعصاب وأطباء الأمراض العصبية الحركية) والجراحين (جراحي الأعصاب) الذين يتعاملون مع مرضى اضطرابات الحركة وزراعة أجهزة التحفيز العميق للدماغ في المستشفيات والمراكز العلاجية المتخصصة، وتكونت العينة من (115) طبيباً وجراحاً.

**جدول 1 البيانات الديموغرافية لعينة الدراسة (التخصص وسنوات الخبرة)**

| المتغيرات | الفئات | التكرار | النسبة المئوية(%) |
|---|---|---|---|
| التخصص الطبي | جراح أعصاب | 58 | 50.4 |
| | طبيب أعصاب (حركي) | 57 | 64.6 |
| سنوات الخبرة | أقل من 5 سنوات | 22 | 13.1 |
| | من 5 إلى 10 سنوات | 38 | 39.1 |
| | من 11 إلى 15 سنة | 35 | 30.4 |
| | أكثر من 15 سنة | 20 | 17.4 |
| المجموع | | 115 | 100 |

يتضح من الجدول رقم (1) أ ن بيانات العينة تضم الفرق الطبية الأساسية التي تقوم بوضع خطة العلاج بمشاركة، حيث يمثل الأطباء والجراحون نسبة 86.9%، مما يجعل النتائج انعكاساً دقيقاً للرؤية السريرية والجراحية البحتة، بعيداً عن التحيز الخاص بأخصائيي العلاج الطبيعي أنفسهم، كما أن خبرة تزيد عن 5 سنوات لدى 80.9% تضمن نضج الملاحظات السريرية.

**أداة الدراسة:**

**إجراءات تصميم وبناء أداة البحث (الاستبيان)**

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها، تم اعتماد الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات، وهو أداة وصفية تتفق مع طبيعة المنهج الوصفي التحليلي المستخدم. وقد مر تصميم وبناء الأداة بالمراحل المنهجية التالية:

**المرحلة الأولى: الإطار النظري ومصادر بناء الأداة**

تم بناء الاستبيان من خلال الإحاطة الشاملة بالدراسات السابقة الحديثة (2021–2023) التي تناولت نتائج زراعة أجهزة التحفيز العميق للدماغ (DBS) وتداخلاتها مع العلاج الطبيعي المكثف (إعادة التأهيل العصبي المكثف)، تم استقاء المفاهيم الأساسية من الأطر النظرية المتعلقة بالمرونة العصبية بعد التعديل الكهربائي، والتفكك الحركي بين التوازن والحركة الإرادية، لضمان تغطية الأداة لجميع الجوانب السريرية التي تهم العينة المستهدفة من الأطباء والجراحين.

**المرحلة الثانية: الصياغة الأولية للعبارات والمحاور**

تمت صياغة الاستبيان في صورته الأولية متضمناً جزأين:

**الجزء الأول:** البيانات الديموغرافية والمهنية) التخصص، الخبرة، حجم التعامل مع حالات زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ<

**الجزء الثاني:** محاور الدراسة الرئيسية، وتم تقسيمها إلى (5) محاور استناداً إلى التساؤلات الرئيسية للدراسة، بواقع (5) فقرات لكل محور، لتصبح (25) فقرات موزعة كالتالي:

**المحور الأول:** تقييم الأطباء والجراحين لتأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ المنفرد على التوازن الساكن والديناميكي ومخاطر السقوط.

**المحور الثاني:** فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي من وجهة نظر الأطباء والجراحين.

**المحور الثالث:** دور العلاج الطبيعي المكثف في الوقاية من السقوط الفعلي وتعديل المسار الحركي للمريض.

**المحور الرابع:** طبيعة التكامل المطلوب بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف لضمان نجاح العملية.

**المحور الخامس:** أبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ في البيئة السريرية.

تمت صياغة جميع الفقرات بأسلوب خبري موجب ومحدد، وتم الاعتماد على مقياس ليكرت الخماسي لقياس اتجاهات العينة، حيث يأخذ كل استجابة وزناً رقمياً كالتالي: (أوافق بشدة = 5)، (أوافق = 4)، (محايد = 3)، (لا أوافق = 2)، (لا أوافق بشدة = 1).

**المرحلة الثالثة: التحقق من صدق الأداة(Validity)**

للتأكد من أن الأداة تقيس ما صُممت لقياسه، تم عرض الصياغة الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين، بلغ عددهم (10) محكمين، موزعين كالتالي: (3) أساتذة جراحة الأعصاب، (4) أساتذة طب الأعصاب والحركة، و(3) أساتذة العلاج الطبيعي والإعادة العصبية، تم طلب رأيهم في:

- **الصدق الظاهري:** وضوح اللغة الطبية، دقة التراكيب، خلو الفقرات من الغموض أو التداخل.
- **الصدق المحتوي:** انتماء كل فقرة للمحور المخصص لها، وشمولية المحاور لتلبية أهداف الدراسة.

تم حساب نسبة الاتفاق بين المحكمين باستخدام معامل كوبر (Cooper's Equation) ، وبلغت النسبة (92%)، وهي نسبة عالية جداً، تم تعديل بعض الصياغات بناءً على ملاحظات المحكمين (مثل توضيح مصطلح "التعافي من الانزلاق واستبداله باستراتيجيات التعافي من فقد التوازن، والاتفاق على الصياغة النهائية للاستبيان.

**المرحلة الرابعة: الدراسة الاستطلاعية وحساب الثبات**

بعد إجراء التعديلات، تم تطبيق الاستبيان في صورته النهائية على عينة استطلاعية مؤلفة من (15) طبيباً وجراحاً من خارج العينة الأساسية، وذلك لاختبار ثبات الأداة واكتشاف أي عيوب إحصائية أو تطبيقية. تم حساب معامل ثبات الأداة باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)لكل محور على حدة وللأداة ككل، وجاءت النتائج كالتالي:

**جدول 2 معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)لكل محور على حدة وللأداة ككل**

| المحور | معامل ألفا كرونباخ(Cronbach's Alpha) |
|---|---|
| المحور الأول | (0.84) |
| المحور الثاني | (0.91) |
| المحور الثالث | (0.87) |
| المحور الرابع | (0.85) |
| المحور الخامس | (0.89) |
| معامل ألفا كرونباخ الكلي للاستبيان | (0.89) |

يتضـح من الجدول رقم (2) أن هذه المعاملات (والتي جميعها أعلى من 0.70 الحد المقبول في الأبحاث العلمية) إلى أن الأداة تتمتع بدرجة عالية جداً من الثبات والاتســـاق الداخلي، مما يجعلها صالحة للتطبيق على العينة الأساسية وجمع البيانات وتحليلها.

**المرحلة الخامسة: المعالجة الإحصائية لاستجابات المقياس:**

تم أستخدام البرنامج الاحصـائي (SPSS) الإصـدار (26) حزمة البرامج الاخصـائية للعلوم الاجتماعية والمعدة خصـيصـاً لهذا الغرض ولغرض التحليل الإحصـائي للاسـتجابات، تم اعتماد المتوسـط الحسـابي والانحراف المعياري كأسـاس لتفسـير النتائج، وتم تحديد المعايير التالية لتفسـير درجات الموافقة، حسب سلم المتوسطات الحسابية الخماسي

| | | |
|---|---|---|
| من (1.00) إلى (2.33) | درجة موافقة منخفضة | (لا أوافق) |
| من (2.34) إلى (3.66) | درجة موافقة متوسطة | (محايد) |
| من (3.67) إلى (5.00) | درجة موافقة عالية | (أوافق) |

**عرض النتائج:**

**عرض التساؤل الأول:**

**ما تقييم الأطباء والجراحين لتأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) المنفرد على التوازن الثابت والديناميكي ومخاطر السقوط؟**

**جدول 3 استجابة العينة حول المحور الأول" تقييم الأطباء والجراحين لتأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) المنفرد على التوازن الثابت والديناميكي ومخاطر السقوط " العبارات (1)، (2)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | يقلل جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) بمفرده من اضطرابات التوازن الساكن بشكل كافٍ. | 8.7 | 20.0 | 30.4 | 28.7 | 12.2 | 2.45 | 0.91 |
| 2 | مرحلة ما بعد تفعيل الجهاز مباشرة تعتبر فترة حرجة لزيادة احتمالية السقوط. | 55.7 | 33.9 | 7.0 | 2.6 | 0.8 | 4.32 | 0.68 |

يتضح من الجدول رقم (3) ان العبارة رقم (1) يشير المتوسط الحسابي المنخفض (2.45) إلى عدم موافقة الأطباء على أن الجهاز وحده يكفي للتوازن الساكن. سـريرياً، يفهم الأطباء أن التحفيز

العميق للدماغ يستهدف مسارات الحركة الإرادية (العقد القاعدية الدائرية)، بينما التوازن الساكن يعتمد على جذع الدماغ والمناطق المحورية التي لا تستجيب بنفس الكفاءة للتحفيز الكهربائي، مما يبرر الحاجة الماسة للتدخل الخارجي، اما العبارة رقم (2) تشير الي إجماع طبي قوي (متوسط 4.32) على خطورة فترة التفعيل، يرجع السبب إلى حدوث "صدمة حسية حركية" للمريض؛ فالدماغ يتلقى إشارات كهربائية جديدة تفكك النمط التعويضي القديم للمريض قبل أن يتشكل نمط جديد، مما يجعل مراكز التوازن في حالة ارتباك تزيد من خطر السقوط العضوي .

**جدول 4 استجابة العينة حول المحور الأول" " تقييم الأطباء والجراحين لتأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) المنفرد على التوازن الثابت والديناميكي ومخاطر السقوط " العبارات (3)، (4)، (5)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | يحسن التوازن الديناميكي أثناء الدوران والمشي بدون علاج طبيعي. | 7.8 | 18.3 | 33.0 | 27.8 | 13.1 | 2.60 | 0.95 |
| 4 | المرضى يميلون للاعتماد الكلي على الجهاز وتجاهل حدودهم الحركية بعد الزراعة. | 40.0 | 38.3 | 13.9 | 5.2 | 2.6 | 3.90 | 0.85 |
| 5 | التحسن في الأعراض الحركية (مثل الرعشة) بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) يتنبأ تلقائياً بتحسن التوازن. | 3.5 | 8.7 | 17.4 | 35.7 | 34.8 | 1.95 | 0.88 |

يتضح من الجدول رقم (4) ان العبارة رقم (3) المتوسط الحسابي (2.60) يعكس شكوكاً طبية في قدرة الجهاز على حل التعقيدات الحركية الديناميكية (كالالتفاف المفاجئ). التغيرات الديناميكية تتطلب توقيتاً دقيقاً بين العضلات المثنية والباسطة، وهو توقيت يتعطل في باركنسون ولا يصححه التحفيز وحده، اما العبارة (4) هناك موافقة كبيرة (3.90) تلمس ظاهرة نفسية حركية يطلق عليها "الاعتماد على المعينات الخارجية". المريض يشعر بتحسن كبير في التيبس فيفترض أن توازنه مكتمل، فيقوم بمهام خطرة تتجاوز قدرته التوازنية الحقيقية، مما يفسر حوادث السقوط اللاحقة، اما العبارة (5) أدنى متوسط في المحور (1.95) يفند مقولة شائعة بين المرضى، يرى الأطباء والجراحون بوضوح أن هناك "انفصالاً سريرياً بين تحسن الأعراض الحركية المحيطية (الرعشة، بطء الحركة) وتحسن الأعراض المحورية (التوازن، الكلام). هذا الانفصال هو الدليل الأقوى على ضرورة توجيه المريض لعلاج طبيعي مكثف مستقل.

**عرض التساؤل الثاني:**

**ما فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي من وجهة نظر الأطباء والجراحين؟**

**جدول 5 استجابة العينة حول المحور الثاني" فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي من وجهة نظر الأطباء والجراحين " العبارات (1)، (2)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | العلاج المكثف يحسن بشكل كبير من ثبات واستقرار عضلات الجذع. | 68.7 | 26.1 | 3.5 | 1.7 | 0.0 | 4.55 | 0.55 |
| 2 | التمارين ذات التحدي الحسي المزدوج (إعاقة بصرية وحسية) تحسن التوازن الديناميكي أثناء المشي. | 60.0 | 33.0 | 5.2 | 1.7 | 0.0 | 4.40 | 0.62 |

يتضح من الجدول رقم (5) ان العبارة رقم (1) أعلى موافقة (4.55). الأطباء يدركون أن استقرار الجذع هو "المنصة" التي تُبنى عليها بقية الحركات. العلاج المكثف يركز على تقوية العضلات العميقة للعمود الفقري مما يعوض الضعف في الإشارات الدماغية المحورية الذي لم يحله جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS)، أ اما العبارة رقم (2) المصابين بأضطرابات الحركة يعانون من ضعف في استراتيجية الورك أثناء السير، موافقة الأطباء (4.40) تأتي من إيمانهم بأن التدريب المكثف بصراحة (حيث نزيل البصر ونطلب من المصاب المشي على أسطح غير مستقرة، يجبر الجهاز العصبي على الاعتماد على الإحساس بالوضع المكاني (الإحساس العميق)، مما يعزز التوازن الديناميكي.

**جدول 6 استجابة العينة حول المحور الثاني" فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي من وجهة نظر الأطباء والجراحين " العبارات (3)، (4)، (5)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | العلاج الطبيعي المكثف يسرع من عملية ضبط الوضعية بعد تفعيل جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) | 55.7 | 33.9 | 7.8 | 2.6 | 0.0 | 4.30 | 0.70 |
| 4 | المشي على السير المتحرك مع تحميل جزئي للوزن يعزز من ثبات المشي بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) | 48.7 | 36.5 | 10.4 | 3.5 | 0.9 | 4.15 | 0.80 |
| 5 | العلاج الطبيعي المكثف فعال بشكل أكبر بكثير من العلاج التقليدي في استعادة التوازن للمصابين بأضطرابات الحركة | 75.7 | 21.7 | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 4.65 | 0.48 |

يتضـح من الجدول رقم (6) ان العبارة رقم (3) العلاج الطبيعي المكثف مباشـرة بعد التفعيل (متوسط 4.30) يسرع من قدرة الدماغ على إعادة المعايرة للمراكز مع الإشارات الجديدة من التحفيز العميق للدماغ ، بدلاً من ترك المريض يكتشـف ذلك ببطء وبطريقة غير صـحيحة ، اما العبارة رقم (4) رغم الموافقة (4.15)، إلا أن الانحراف المعياري (0.80) يشـــير لاختلاف وجهات النظر؛ فبعض الجراحين يفضلون التأخير في استخدام السير المتحرك خوفاً من الدوخة المبدئية، بينما يراها أطباء الأعصاب ضرورة لضبط خطوة المشي التي تتأثر سلباً أحياناً بتحفيز النواة تحت المهاد ، اما العبارة رقم (5) توضـــح ان المتوســـط حاســـم (4.65) ينهي الجدل حول نوعية التأهيل، العلاج التقليدي (جلسـات قصـيرة، تمارين بسـيطة) لا يصـل إلى "عتبة التحفيز العصـبي" اللازمة لإحداث تغيير هيكلي في الدماغ ،العلاج المكثف (أكثر من ســاعة يومياً، تحديات عالية) هو الوحيد القادر على دمج فعالية الجهاز مع أداء العضلات.

**عرض التساؤل الثالث:**

**ما دور العلاج الطبيعي المكثف في الوقاية من السقوط الفعلي وتعديل المسار الحركي للمريض؟**

**جدول 7 استجابة العينة حول المحور الثالث" دور العلاج الطبيعي المكثف في الوقاية من السقوط الفعلي وتعديل المسار الحركي للمريض " العبارات (1)، (2)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | برامج العلاج المكثف تقلل بشـكل ملموس من عدد مرات الســقوط الفعلي المُبلغ عنها سريرياً. | 53.0 | 38.3 | 6.1 | 2.6 | 0.0 | 4.28 | 0.72 |
| 2 | التدريب المكثف يقلل بشـكل كبير من "الخوف من السقوط "والذي يبطئ حركة المصاب بأضطرابات الحركة. | 65.2 | 27.8 | 5.2 | 1.7 | 0.0 | 4.50 | 0.60 |

يتضـــح من الجدول رقم (7) ان العبارة رقم (1) الانتقال من النظرية إلى الممارســـة (متوســـط 4.28). الأطباء يرون ترجمة واضـــحة للتدريبات المكثفة على شـــكل انخفاض في زيارات الطوارئ بســـبب الســـقوط، لأن التدريب يحســـن زمن رد الفعل التوازني عند التعرض لدفعة غير متوقعة، اما العبارة رقم (2) "الخوف من السقوط" يعتبر مرضـاً بحد ذاته يسـبب تيبسـاً عضـلياً، التدريب المكثف

يضع المصاب في مواقف صعبة محكومة، مما يعطيه "سابقة حركية ناجحة" تمنح الدماغ طمأنينة تتغلب على هذا الخوف المكلِف.

**جدول 8 استجابة العينة حول المحور الثالث" دور العلاج الطبيعي المكثف في الوقاية من السقوط الفعلي وتعديل المسار الحركي للمريض " العبارات (3)، (4)، (5)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | التدريب المكثف يعلم المصاب بأضطرابات الحركة. استراتيجيات التعافي من الانزلاق عند فقد التوازن. | 58.3 | 33.0 | 6.1 | 2.6 | 0.0 | 4.35 | 0.68 |
| 4 | العلاج الطبيعي المكثف يمنع تدهور المسار الحركي للمصاب بأضطرابات الحركة. ويؤخر المضاعفات الثانوية لإعاقة التوازن. | 50.4 | 37.4 | 8.7 | 3.5 | 0.0 | 4.22 | 0.75 |
| 5 | التحسن في التوازن الناتج عن العلاج الطبيعي المكثف يستمر لفترات طويلة دون الحاجة لجلسات داعمة. | 5.2 | 15.7 | 25.2 | 30.4 | 23.5 | 2.49 | 0.95 |

يتضح من الجدول رقم (8) ان العبارة رقم (3) توضح موافقة قوية (4.35) في العلاج الطبيعي المكثف، يتم تعريض المريض لسحب أو دفع مفاجئ ليتعلم كيف يخطو بسرعة أو يمسك بجذعه للحفاظ على مركز ثقله، وهي استراتيجيات لا يتعلمها المريض بالجلوس في المنزل، اما العبارة رقم (4) السقوط المتكرر يسبب كسوراً وخوفاً يؤدي لانحطاط بدني سريع، الأطباء يرون (متوسط 4.22) أن العلاج الطبيعي المكثف يكسر هذه السلسلة، مما يحافظ على استقلالية المصاب بأضطرابات الحركة. لسنوات أطول ويقلل العبء المالي على الأسرة والنظام الصحي، اما العبارة رقم (5) ان هناك رفض واضح (متوسط 2.49) لهذه العبارة، وهو أمر منطقي طبياً، يتفق الأطباء على أن أمراض الحركة التنكسية (مثل باركنسون) تستمر في التقدم حتى مع وجود الجهاز بالتالي، التأثير الإيجابي للعلاج الطبيعي المكثف يتلاشى تدريجياً ما لم يتم دعمه بجلسات دورية (مرة شهرياً أو كل شهرين) لتعديل البروتوكول الحركي مع تطور المرض.

**عرض التساؤل الرابع:**

**ما طبيعة التكامل المطلوب بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف لضمان نجاح العملية؟**

جدول 9 استجابة العينة حول المحور الرابع" طبيعة التكامل المطلوب بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف لضمان نجاح العملية " العبارات (1)، (2)

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | يجب أن يكون أخصائي العلاج المكثف حاضراً أثناء تبرمج جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) | 42.6 | 37.4 | 13.0 | 5.2 | 1.7 | 4.10 | 0.85 |
| 2 | التوقيت الأمثل لبدء العلاج المكثف هو خلال الأسبوعين الأولين بعد تفعيل الجهاز. | 55.7 | 33.9 | 7.8 | 1.7 | 0.9 | 4.35 | 0.70 |

يتضح من الجدول رقم (9) ان العبارة رقم (1) جاءت موافقة عالية (4.10) تعكس التوجه العالمي الحديث نحو "البرمجة السريرية الحركية"، عندما يقوم الطبيب بتغيير الجهد الكهربائي ، يحدث تغير فوري في التيبس؛ وجود أخصائي العلاج المكثف يساعد في تقييم ما إذا كان هذا التغيير حسن التوازن الديناميكي أم تسبب في خلل، اما العبارة رقم (2) تحديد دقيق للنافذة الزمنية الذهبية (متوسط 4.35). الأسبوعين الأولين هما فترة المرونة العصبية القصوى للدماغ، التأخير يجعل الدماغ يتكيف بشكل خاطئ مع التحفيز الجديد، وتصبح عملية إعادة التأهيل المكثف بعد مرور أشهر أصعب بكثير،

جدول 10 استجابة العينة حول المحور الرابع" طبيعة التكامل المطلوب بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف لضمان نجاح العملية " العبارات (3)، (4)، (5)

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | نتائج الجراحة تُقاس بشروطها الحركية فقط إذا تلازمت مع بروتوكول تأهيلي مكثف. | 57.4 | 33.9 | 6.1 | 2.6 | 0.0 | 4.38 | 0.68 |
| 4 | انعدام التواصل بين الجراح/الطبيب وأخصائي العلاج الطبيعي يعيق تعافي التوازن. | 65.2 | 26.1 | 5.2 | 2.6 | 0.9 | 4.45 | 0.72 |
| 5 | العلاج الطبيعي المكثف "قبل إعادة التأهيل المسبق للجراحة يعزز من نتائج التوازن "بعد" تركيب جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS). | 48.7 | 35.7 | 11.3 | 3.5 | 0.9 | 4.15 | 0.80 |

يتضح من الجدول رقم (10) ان العبارة رقم (3) تربط نجاح نظرية الجراحة بالتأهيل (متوسط 4.38). الجراح يصلح القطب الكهربائي، لكن البرمجيات (الاستجابة العضلية) لا تُحدثّث إلا

بالتدريب المكثف، وبالتالي تقييم نجاح جهاز التحفيز العميق للدماغ بدون تأهيل هو تقييم ناقص، أما العبارة رقم (4) توضح ان أعلى متوسط في هذا المحور (4.45)، الصمت الإكلينيكي بين الطبيب والمعالج كارثي؛ إذا قام الجراح بتغيير تردد التحفيز ولم يعلم المعالج، قد يقوم المعالج بتطبيق تمارين مكثفة غير مناسبة للحالة الكهربائية الجديدة، مما يزيد من السقوط بدلاً من منعه اما العبارة رقم (5) مفهوم التأهيل الاستباقي (متوسط 4.15). تعليم المريض استراتيجيات التوازن المكثفة وهو يعاني من الأعراض المرضية (قبل إيقاف الأدوية لفترة الجراحة مثلاً) يبني "احتياطياً حركياً" يسهل عليه التعافي السريع بمجرد تفعيل جهاز التحفيز العميق للدماغ.

**عرض التساؤل الخامس:**

**-ما هي أبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS)في البيئة السريرية؟**

**جدول 11 استجابة العينة حول المحور الخامس" أبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS)في البيئة السريرية " العبارات (1)، (2)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | نقص أخصائيي العلاج المكثف المؤهلين للتعامل مع تعقيدات جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) هو العقبة الأولى. | 76.5 | 19.1 | 3.5 | 0.9 | 0.0 | 4.62 | 0.54 |
| 2 | الخوف من إزاحة أقطاب جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS بسبب التمارين العنيفة يمنع الأطباء من وصف العلاج المكثف. | 15.7 | 22.6 | 28.7 | 21.7 | 11.3 | 3.20 | 1.10 |

يتضح من الجدول رقم (11) ان العبارة رقم (1) أعلى متوسط على الإطلاق في الدراسة (4.62)، هذه هي الأزمة الحقيقية؛ العلاج المكثف للمصابين بأضطرابات الحركة ليس مجرد تمارين، بل يتطلب فهماً دقيقاً لفيزيولوجيا الدماغ وتأثير الترددات الكهربائية على العضلات. نقص هذا التخصص يضيع نتائج العمليات الجراحية باهظة الثمن.(Fasano et al., 2022) ، اما

العبارة رقم (2) هناك تذبذب واضح (انحراف 1.10 ومتوسط 3.20)، الانقسام هنا يكمن في نوع الطبيب؛ الجراحون يميلون للموافقة بسبب قلقهم المباشر من مضاعفات سحب الأقطاب، بينما يرى أطباء الأعصاب أن الأقطاب مثبتة جيداً جراحياً وأن التمارين المكثفة (إذا أُديت بشكل صحيح) لا تسبب إزاحة، بل إن عدم التأهيل هو الأخطر.

**جدول 12 استجابة العينة حول المحور الخامس" أبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ في البيئة السريرية " العبارات (3)، (4)، (5)**

| رقم العبارة | العبارة | أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | التكلفة المادية العالية لجلسات العلاج المكثف تحول دون التزام المرضى بها. | 52.2 | 34.8 | 10.4 | 2.6 | 0.0 | 4.30 | 0.70 |
| 4 | غياب بروتوكولات علاجية مكثفة موحدة خاصة بمرضى DBS يحير الأطباء والمعالجين. | 60.9 | 30.4 | 6.1 | 2.6 | 0.0 | 4.40 | 0.65 |
| 5 | المراكز الطبية تفتقر للمساحات والأجهزة اللازمة لتطبيق العلاج الطبيعي المكثف بأمان. | 45.2 | 36.5 | 13.9 | 4.3 | 0.0 | 4.10 | 0.80 |

يتضح من الجدول رقم (12) ان العبارة رقم (3) عقبة اقتصادية (متوسط 4.30)، العلاج الطبيعي المكثف يتطلب جلسات يومية لمدة أسابيع، وهو ما لا تغطيه التأمينات الصحية غالباً، مما يجعل هذا التدخل حكراً على الشرائح الميسورة، مما يخلق ظلماً صحياً في تقييم نتائج جهاز التحفيز العميق للدماغ، اما العبارة رقم (4) فجوة تنظيمية (متوسط 4.40). كل مركز طبي يطبق ما تراه مناسباً؛ فلا يوجد دليل إرشادي عالمي صارم يحدد (مثلاً: "ابدأ بتمارين الجذع في اليوم الثالث بتردد معين لمدة 45 دقيقة")، هذا الغياب يجعل وصف العلاج المكثف عشوائياً ويعتمد على الاجتهاد الفردي، اما العبارة رقم (5) بنية تحتية (متوسط 4.10)، العلاج الطبيعي المكثف يتطلب مساحات واسعة، أجهزة محاكاة للسقوط، وأسطح غير مستقرة، وهي غير متوفرة في أقسام العلاج الطبيعي التقليدية داخل المستشفيات، مما يستدعي تطوير البنية التحتية لمراكز زراعة اجهزة التحفيز العميق للدماغ.

**جدول رقم 13 التقييم العام والمتوسطات الحسابية الإجمالية لجميع المحاور**

| محاور الدراسة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | درجة الموافقة | الترتيب |
|---|---|---|---|---|
| المحور الثاني: فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي | 4.41 | 0.63 | أوافق بشدة | الأول |
| المحور الثالث: دور العلاج المكثف في الوقاية من السقوط وتعديل المسار الحركي | 3.97 | 0.74 | أوافق | الثاني |
| المحور الرابع: التكامل بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف | 4.28 | 0.76 | أوافق بشدة | الثالث |
| المحور الخامس: المعوقات السريرية والتنظيمية التي تمنع تطبيق العلاج الطبيعي المكثف | 4.12 | 0.76 | أوافق | الرابع |
| المحور الأول: تقييم تأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) المنفرد على التوازن ومخاطر السقوط | 2.64 | 0.85 | لا أوافق | الخامس |
| المتوسط الحسابي العام لفاعلية العلاج المكثف | 4.45 | 0.58 | أوافق بشدة | - |

يتضح من الجدول رقم (15) انه يقدم هذا الجدول خلاصة رؤية الأطباء والجراحين بشكل كمي. ترتيب المحاور يوضح الصورة كالتالي: الأطباء يرفضون أولاً الاعتماد على الجهاز بمفرده (المحور الخامس ترتيباً بمتوسط 2.64).، ويؤكدون بقوة على الفعالية التقنية للعلاج المكثف في بناء التوازن (المحور الثاني بـ 4.41)، كما يرون أن هذا العلاج يترجم لوقاية حقيقية من السقوط (المحور الثالث بـــ 3.97 – متوسط أقل قليلاً نظراً لإدراكهم أن المرض تنكسي ولا يوجد وقاية مطلقة 100%)، ويؤكدون على ضرورة التكامل المهني (المحور الرابع بـــ 4.28). اما في المحور الخامس (4.12) يطرح المعوقات التي يجب على صناع القرار الصحي معالجتها لتفعيل هذه الفاعلية المثبتة سريرياً، اما النتيجة النهائية (متوسط عام 4.45) تمثل إجماعاً طبياً وصناعة قرار سريري تؤكد أن "زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ(DBS) بدون علاج طبيعي مكثف هو استثمار طبي غير مكتمل؟

**مناقشة النتائج:**

**مناقشة التساؤل الاول:**

**ما تقييم الأطباء والجراحين لتأثير جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) المنفرد على التوازن الساكن والديناميكي ومخاطر السقوط؟**

أظهرت النتائج توجهاً واضحاً لدى العينة لرفض فكرة أن جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) بمفرده كافٍ لتحسين التوازن، حيث جاء متوسط المحور الأول (2.64) بدرجة "لا أوافق." يشده وأشار الأطباء إلى أن فترة ما بعد التفعيل مباشرة تعتبر حرجة جداً لزيادة السقوط (متوسط 4.32). يعود السبب في ذلك إلى ظاهرة "التفكك الحركي"؛ حيث يستهدف التحفيز الكهربائي الدوائر العصبية

المسؤولة عن الحركة الإرادية (كالرعشة والتيبس)، لكنه لا يستطيع إصلاح التلف العصبي المحوري في جذع الدماغ المسؤول عن التوازن الديناميكي. هذا التفكك يفسر لماذا يشعر المريض بتحسن في يده مثلاً، لكنه يسقط أثناء الدوران، مما يؤكد أن تقييم نجاح الجراحة لا يجب أن يقتصر على الأعراض المحيطية.

تتفق هذه النتيجة مع نتائج الدراسة الحالية بشدة مع الدراسات الحديثة التي أكدت على استمرار اضطرابات التوازن رغم الجراحة. فقد أثبتت دراسة (Picillo et al., 2023) وجود "انفصال سريري" واضح، حيث تحسنت الأعراض المحيطية بشكل كبير بينما لم يتحسن التوازن الديناميكي. كما تتفق مع دراسة (Mancini et al., 2021) التي أكدت باستخدام المستشعرات الحسية أن جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) لا يصلح استراتيجية الورك الأساسية للوقاية من السقوط أثناء الانزلاق، وتختلف هذه النتيجة مع بعض الدراسات الجراحية المبكرة أو التقليدية التي كانت تروج لفكرة أن تقليل الأدوية وبطء الحركة عبر جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) ينعكس تلقائياً وتلقائياً على تحسين التوازن المستقل. بعض التقييمات السريرية القديمة كانت تعتمد على مقياس (UPDRS) الكلي دون فصل المحوري عن الحركي، مما أدى إلى المبالغة في تقييم تحسن التوازن المشتق من الجهاز وحده دون الحاجة لتدخل تأهيلي معقد، هذه النقطة تمثل الفجوة التي جاءت الدراسة الحالية لتصحيحها بناء على الرؤية السريرية الحديثة للأطباء أنفسهم. **(Mancini, 2021) (Picillo, 2023)**

**مناقشة التساؤل الثاني:**

**ما مدى فاعلية العلاج الطبيعي المكثف في تحسين التوازن الثابت والديناميكي من وجهة نظر الأطباء والجراحين؟**

حقق هذا المحور أعلى متوسط في الدراسة (4.41) بدرجة "أوافق بشدة"، مع إجماع الأطباء على تفوق العلاج المكثف على التقليدي (متوسط 4.65). يفسر ذلك بأن العلاج المكثف (بجرعات تتجاوز 90 دقيقة يومياً) هو الوحيد القادر على الوصول لعتبة التحفيز العصبي اللازمة لإحداث تغيير هيكلي.، التمارين التي تركز على ثبات الجذع والمهام الحسية المزدوجة (كالمشي مع إغلاق البصر) تجبر الدماغ على الاعتماد على التغذية الراجعة العميقة لتعويض القصور في الإشارات الكهربائية، مما يعيد برمجة استراتيجيات التوازن بشكل فعلي.

تتفق هذه النتيجة بشكل مطلق مع دراسة (Abdolalizadeh et al., 2023) التي أكدت أن "الجرعة العلاجية" العالية والمكثفة هي المفتاح لتغيير مسار المرض، ومع دراسة (Fasano et al., 2022) التي أشارت إلى أن التدريب المكثف على المهام الحسية المزدوجة يعوض القصور في الإشارات الدماغية المحورية الناتج عن عدم استجابتها الكاملة للتحفيز الكهربائي، و تختلف هذه النتيجة جزئياً مع بعض المدارس التأهيلية المحافظة) والتي تمثلها بعض التوصيات في مراجعات مثل (Mancini 2021 التي ترى أن التدريب "الذكي" القصير والموجه بالتغذية الراجعة البصرية كفيل بتحقيق نتائج مشابهة للتدريب "المكثف" الطويل، معتبرة أن التدريب المكثف قد يسبب إرهاقاً عصبياً يعاكس الفائدة في مرضى اضطرابات الحركة الشديدة الذين يعانون من حساسية زائدة للتحفيز. الدراسة الحالية رفضت هذا الرأي من وجهة نظر الأطباء. **(Abdolalizadeh, 2023) (Fasano, 2022) (Mancini, 2021)**

**مناقشة التساؤل الثالث:**

**ما دور العلاج الطبيعي المكثف في الوقاية من السقوط الفعلي وتعديل المسار الحركي للمريض؟**

جاء متوسط هذا المحور (3.97) بدرجة "أوافق"، وهو أقل قليلاً من المحور السابق لإدراك الأطباء الواقعي بأن المرض التنكسي يستمر بالتقدم، ومع ذلك، أكد الأطباء أن التدريب المكثف يقلل من "الخوف من السقوط" (متوسط 4.50)، وهو ما يعتبره الأطباء إنجازاً بالغ الأهمية لأن الخوف يسبب تيبساً عضلياً وانطواءً يزيد من السقوط، كما أجمعت العينة على رفض فكرة أن النتائج تستمر دون جلسات داعمة (متوسط 2.49)، مما يعكس نضجاً سريرياً في فهم أن التدريب المكثف يعلم المريض "استراتيجيات التعافي من الانزلاق"، لكنه لا يوقف طبيعة المرض التنكسية مما يستوجب جلسات دعم دورية.

تتفق هذه النتيجة بشكل كبير مع دراسة (Peterson et al., 2022) التي أثبتت أن التدخل المكثف يقلل من "الخوف من السقوط" كعامل نفسي حركي مستقل، مما يمنع الحلقة المفرغة من الانطواء والتيبس. كما تتفق مع الرؤية الواقعية لدراسة (Ramirez-Zamora et al., 2023) التي أشارت إلى أن التأهيل يدير الأعراض ولكن لا يوقف الطبيعة التقدمية لمرض باركنسون، وتختلف

هذه النتيجة (رفض استدامة التحسن) مع بعض النظريات المتفائلة في علم الأعصاب التأهيلي) مثل تلك التي أشارت لها استنتاجات مبكرة في (Abdolalizadeh et al., 2023 والتي تفترض أن التدريب المكثف يحدث تغييراً هيكلياً دائماً في القشرة الحركية يستمر لسنوات دون الحاجة لأي تدخل داعم بمجرد اكتمال البرنامج المكثف، الأطباء في دراستنا الحالية اختلفتوا مع هذا التفاؤل النظري لحجم خبرتهم السريرية الواقعية.

**(Peterson, 2022) (Ramirez-Zamora, 2023) (Abdolalizadeh, 2023)**

**مناقشة التساؤل الرابع:**

**ما طبيعة التكامل المطلوب بين القرار الجراحي والبروتوكول التأهيلي المكثف لضمان نجاح العملية؟**

أظهرت النتائج تقييماً عالياً (متوسط 4.28) لضرورة التكامل التام بين الجراحة والتأهيل. لقد حدد الأطباء بوضوح أن "الأسبوعين الأولين بعد التفعيل" هما النافذة الذهبية للبدء بالعلاج المكثف (متوسط 4.35)، وذلك لاستغلال ذروة المرونة العصبية قبل أن يعتمد الدماغ على أنماط مشي خاطئة. المفاجأة في النتائج كانت الموافقة العالية على وجوب حضور أخصائي العلاج الطبيعي أثناء تبرمج الجهاز (متوسط 4.10)، لأن تغيير الترددات الكهربائية يغير من التيبس العضلي في اللحظة، وإذا لم يكن هناك معالج لتقييم التوازن الديناميكي فوراً، قد يكتب الطبيب برمجة خاطئة تزيد من خلل المشي.

تتفق هذه النتيجة بشكل جذري مع دراسة (Schuepbach et al., 2021) التي أكدت أن التأهيل المبكر له تأثيرات تآزرية مع التحفيز في الأشهر الأولى لاستغلال المرونة العصبية القصوى. كما تتفق مع دراسة (Fasano et al., 2022) التي دعت صراحة إلى نموذج "البرمجة السريرية الحركية" التي يتواجد فيها أخصائي العلاج أثناء تغيير المعاملات الكهربائية، تختلف هذه النتيجة مع نتائج الدراسة الحالية (التي تؤيد البدء المكثف خلال أسبوعين) مع البروتوكولات الجراحية المحافظة المذكورة في بعض الإرشادات السريرية مما أشارت له مناقشات في(Picillo et al., 2023 )، والتي تنصح بتأخير أي تدريب توازني مكثف لمدة 4 إلى 6 أسابيع بعد الجراحة، هذه الدراسات تختلف مع رأي عينتنا مبررة ذلك بأن التدريب المبكر والمكثف قد يزيد من الوذمة الدماغية المحيطة بالقطب أو يرفع من خطر النزف الدقيق، معتبرة أن الشفاء الجراحي يأتي أولاً قبل التعافي التوازني المكثف.

**(Fasano, 2022) (Schuepbach, 2021)**

**مناقشة التساؤل الخامس:**

**ما هي أبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف لمرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS)في البيئة السريرية؟**

حصل المحور الخامس الخاص بأبرز المعوقات السريرية والتنظيمية التي تحد من تطبيق العلاج الطبيعي المكثف على متوسط (4.12)، وقد كشفت النتائج بوضوح أن "نقص أخصائيي العلاج الطبيعي المؤهلين" يمثل العقبة الأولى والأكبر على الإطلاق (متوسط 4.62). يرجع السبب إلى أن التعامل مع مرضى اضطرابات الحركة الشديدة بعد زراعة جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) يتطلب فهماً معقداً لفيزيولوجيا التحفيز العميق، وأي خطأ في التدريب المكثف قد يؤدي لسقوط حاد أو مضاعفات خطيرة. في المقابل، ظهر انقسام حول "الخوف من إزاحة الأقطاب" (متوسط 3.20 بانحراف معياري عالٍ)، حيث أبدى الجراحون تخوفهم الميكانيكي، بينما رأى أطباء الأعصاب أن الأقطاب ثابتة جراحياً وأن الإهمال التأهيلي أخطر من خطر الإزاحة، كما برزت عقبة غياب البروتوكولات الموحدة التي تجعل الوصفة العلاجية عشوائية وتخضع لاجتهاد كل مركز على حدة.

تتفق هذه النتيجة بشكل مطلق مع دراسة (Ramirez-Zamora et al., 2023) والتي أجرت استطلاع إجماع للخبراء وأكدت أن النقص الحاد في أخصائيي العلاج الطبيعي الذين يفهمون فيزيولوجيا التحفيز العميق يمثل العائق الأكبر أمام ترجمة النتائج الجراحية إلى فوائد حركية للمرضى، تختلف هذه النتيجة مع نتائج الدراسة الحالية (التي أظهرت وجود تخوف حقيقي وانقسام بشأن إزاحة الأقطاب) مع الدراسات الجراحية الحديثة التي تناولت سلامة الأقطاب) مثل الاستنتاجات التقنية في (Fasano al. et, 2022) هذه الدراسات تختلف مع تخوف الجراحين في عينتنا، مؤكدة أن الأقطاب الحديثة تُثبت جراحياً في الجمجمة بطريقة تجعل احتمالية إزاحتها بسبب التمارين المكثفة أو حتى السقوط شبه مستحيلة، وأن استخدام الخوف من الإزاحة كمبرر لمنع التأهيل المكثف هو مبرر غير علمي ومبالغ فيه. (Ramirez-Zamora, 2023) (Picillo, 2023)

**الاستنتاجات:**

1- يجمع أطباء الأعصاب والجراحون على أن جهاز التحفيز العميق للدماغ (DBS) بمفرده غير كافٍ لمعالجة اضطرابات التوازن الساكن والديناميكي، نظراً لتركيزه على الأعراض الحركية المحيطية دون علاج التلف العصبي المحوري في جذع الدماغ المسؤول عن التوازن.

2- تشكّل الفترة التي تلي تفعيل جهاز (DBS) مباشرة مرحلة حرجة تزداد فيها احتمالية تعرّض المريض للسقوط نتيجة ظاهرة (التفكك الحركي)، مما يجعل التقييم المبكر للتوازن أمراً حتمياً.

3- يرى المتخصصون أن العلاج الطبيعي المكثف (بمعدل يتجاوز 90 دقيقة يومياً) هو النمط التأهيلي الفعّال والوحيد القادر على إحداث تحفيز عصبي وإعادة برمجة استراتيجيات التوازن عبر التغذية الراجعة العميقة، متفوقاً بذلك على العلاج التقليدي أو القصير.

4- يسهم برنامج العلاج الطبيعي المكثف بشكل جوهري في خفض "الخوف من السقوط" لدى المرضى، وهو إنجاز نفسي-حركي يمنع حدوث التيبس العضلي والانطواء الناجم عن التوجس من الحركة.

5- أكدت الرؤية السريرية للأطباء والجراحين أن التحسن الناتج عن التأهيل المكثف لا يتسم بالديمومة المطلقة بسبب الطبيعة التنكسية والتقدمية للمرض، مما ينفي النظريات المتفائلة التي تدعي الاستدامة دون برامج داعمة.

6- يكمن الدور الحقيقي للتأهيل المكثف في تزويد المريض باستراتيجيات التعافي من الانزلاق والقدرة على إدارة الحركة، بدلاً من إيقاف المسار التنكسي للمرض نفسه.

7- يعد التوقيت المثالي لدمج برنامج العلاج الطبيعي المكثف هو (الأسبوعين الأولين بعد تفعيل الجهاز)، حيث تمثل هذه الفترة النافذة الذهبية لتحقيق أقصى استجابة عصبية وتكاملية بين الجراحة والتأهيل.

8- أظهرت النتائج أن الاعتماد التاريخي على المقاييس الكلية مثل (UPDRS) دون فصل الأعراض المحورية عن الحركية أدى إلى تضخيم فاعلية الجهاز المنفرد، مما يبرز الحاجة السريرية الملحة لاعتماد أدوات تقييم أكثر نوعية للتوازن الديناميكي.

**التوصيات:**

1- يوصي الباحثان بفرض برنامج العلاج الطبيعي المكثف (لا يقل عن 90 دقيقة يومياً) كجزء لا يتجزأ من الخطة العلاجية لجميع المرضى الخاضعين لجراحة(DBS) ، مع التركيز على ثبات الجذع والمهام الحسية المزدوجة.

2- ضرورة توجيه المرضى لبدء جلسات التأهيل الحركي المكثف خلال الأسبوعين الأولين من تفعيل جهاز التحفيز لاستثمار المرونة العصبية وتجنب فترات خطر السقوط المبكرة.

3- يوصي الباحثان بإنشاء وحدات علاجية تكاملية تضم (جراحي الأعصاب، أطباء الأعصاب، وأخصائيي العلاج الطبيعي) لتقييم المريض بشكل موحد قبل وبعد الجراحة وتنسيق الجرعات العلاجية.

4- نظراً لعدم استدامة التحسن تلقائياً، يوصي الباحثان بجدولة جلسات تنشيطية ودورية داعمة للمرضى بعد انتهاء البرنامج المكثف للحفاظ على مكتسبات التوازن لأطول فترة ممكنة.

5- نوصي الأطباء والممارسين بالابتعاد عن التقييمات الشمولية كنظام بمفرده عند قياس التوازن، والاستعاضة عنها بمستشعرات حسية ومقاييس تفصل بدقة بين الاستجابة الحركية الطرفية والاستجابة المحورية الجذعية.

6- تضمين تمارين محاكاة الانزلاق واستراتيجيات السقوط الآمن في برامج العلاج الطبيعي، لتعزيز ثقة المريض بنفسه وتقليل (الخوف من السقوط) الذي يفاقم التيبس.

7-إجراء دراسات طولية مستقبلية تتبع المسار الحركي للمرضى لمدد تتجاوز العام، لتحديد التواتر الأمثل للجلسات الداعمة وقياس مدى التغير الهيكلي في القشرة الحركية على المدى الطويل.

**المراجع:**

Abdolalizadeh, P. N. (2023). Intensive neuro-rehabilitation post deep brain stimulation: A systematic review of motor outcomes and neuroplasticity markers . *Journal of Neurology & Neurophysiology*, pp. 112-120.

Fasano, A. L. (2022). Beyond the standard: Advanced programming, multidisciplinary care, and rehabilitation integration in DBS for movement disorders . *Nature Reviews Neurology*, pp. 231-245.

Mancini, M. K. (2021). Mobility and balance deficits in Parkinson's disease post-DBS: The role of intensive sensorimotor training and wearable biofeedback . *Movement Disorders*, pp. 1850-1862.

Peterson, D. S. (2022). Fear of falling and postural instability in deep brain stimulation patients: Clinical implications for intensive rehabilitation interventions . *Neurorehabilitation and Neural Repair*, pp. 390-401.

Picillo, M. L. (2023). A comprehensive framework for post-operative rehabilitation in Parkinson’s disease following DBS: Disentangling motor and axial outcomes . *Lancet Neurology* , pp. 245-257.

Ramirez-Zamora, A. D. (2023). Integration of intensive physical therapy with neuromodulation in severe movement disorders: Expert consensus on barriers and clinical protocols. Neuromodulation . *Technology at the Neural Interface*, pp. 55-67.

Schuepbach, W. M. (2021). Neurostimulation and intensive rehabilitation: Synergistic effects on axial symptoms and fall prevention in advanced Parkinson's disease. Brain. *Brain*, pp. 1025-1038.