

Accelerometry Signals' Recording Protocol and Database for The Quantitative Diagnosis Of Parkinson's Disease

Camila B. Reinaldo¹, Gianfranco Bianchi^{1,2},
Miguel Wilken² and Daniela S. Andres^{1,2,3}

¹ Laboratorio de Neuroingeniería, Escuela de Ciencia y Tecnología,
Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), San Martín, Argentina

² Área de Movimientos Anormales, Departamento de Neurociencias,
Instituto para la Investigación Neurológica Raúl Carrea (FLENI), Buenos Aires, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Abstract— Quantitative diagnosis of Parkinson's disease is based on the precise measurement of specific aspects of the varied symptoms of the disease, using accelerometry signals. This work introduces a recording protocol for accelerometry signals obtained during the motor evaluation of the MDS-UPDRS diagnostic scale. This protocol was applied on a group of parkinsonian patients and a group of control subjects, creating a database that unifies the accelerometry signals and the clinical data of the subjects, which simplifies the access to all the information. An analysis of the data obtained showed that the age of diagnosis of Parkinson's disease was different in our group of patients than in the literature, and the MDS-UPDRS at the time of diagnosis was higher than reported by others, meaning that the diagnosis was reached at a later stage. These conclusions highlight the importance of gathering national data and making it available to specialists, to improve Parkinson's diagnosis and treatment.

Keywords— Parkinson's Disease, protocol, database.

Resumen— El diagnóstico cuantitativo de la Enfermedad de Parkinson a través del análisis de señales acelerométricas obtenidas durante la realización de pruebas específicas por parte de los pacientes permite medir con precisión ciertos aspectos de los síntomas que abarca la enfermedad. En este trabajo se presenta la creación de un protocolo de adquisición de señales de acelerometría durante el examen motor de la escala MDS-UPDRS y el diseño de una base de datos que simplifica el acceso a la información clínica del paciente y a las muestras obtenidas durante la ejecución del protocolo. Al analizar la información almacenada en la base de datos pudo observarse que la edad de diagnóstico de la Enfermedad de Parkinson presenta diferencias con respecto a la bibliografía consultada y que el UPDRS al momento de diagnóstico es relativamente alto, traduciéndose en un probable diagnóstico tardío. Las conclusiones alcanzadas demuestran la importancia de contar con datos nacionales que los especialistas en trastornos del movimiento puedan aprovechar para mejorar tanto el diagnóstico como el tratamiento de la enfermedad.

Palabras clave— Enfermedad de Parkinson, protocolo, base de datos.

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno crónico y neurodegenerativo [1], que afecta a más del 1% de la población mayor de 55 años y suele ser más frecuente en hombres que en mujeres (55-60%). La prevalencia de la EP aumenta con la edad, siendo el 3.1% en sujetos entre 75 y 84 años. La edad media de inicio de la enfermedad es de 55 años. A pesar de que dos tercios de los pacientes presentan síntomas entre los 50 y 70 años, también puede diagnosticarse EP en la cuarta década de vida [2].

La característica patológica de esta enfermedad es la pérdida pronunciada de neuronas productoras de dopamina, localizadas en la sustancia nigra del cerebro. Su déficit se traduce en los síntomas propios de la enfermedad [3]. Cuando resulta afectada entre un 60 y 80% de las neuronas de la sustancia nigra, comienzan a aparecer los signos motores clásicos de la EP: lentitud de movimientos, rigidez y temblor [1].

La evaluación clínica de los síntomas motores y no motores de la EP se realiza mediante la utilización de escalas de estadios, con el fin de examinar el estado motor del paciente, la progresión de la enfermedad y la respuesta al tratamiento sintomático [4]. En la actualidad se emplea la MDS-UPDRS (Movement Disorder Society-Unified Parkinson's Disease Rating Scale), la cual permite realizar una evaluación completa e integral del estado clínico del paciente [4]. Esta escala se compone de cuatro dominios distintos, en los que se evalúan las experiencias de la vida diaria, se realiza un examen motor y se estudian las complicaciones del tratamiento (Ver Apéndice I) [5].

Debido al gran espectro de síntomas que presentan los distintos pacientes con EP y a las afecciones que manifiestan síntomas similares a los de esta enfermedad, el diagnóstico de EP se torna muy complejo [5]. La precisión diagnóstica de la EP cuando se la compara con el examen post mortem resulta del 80% si es estimada por expertos en trastornos del movimiento y del 74% si la enfermedad es diagnosticada por un neurólogo no experto en trastornos del movimiento, lo que significa que aproximadamente 2 de cada 10 pacientes con EP reciben un diagnóstico erróneo, como mínimo [6]. Como solución a esta problemática se ha propuesto el diagnóstico

cuantitativo de la EP a partir del análisis de señales de acelerometría, adquiridas durante la realización de distintas maniobras por parte de los pacientes. El diagnóstico cuantitativo, a diferencia del cualitativo, no presenta limitaciones de fiabilidad interobservador y de sensibilidad a cambios leves. En este tipo de diagnóstico se miden con precisión aspectos de los síntomas parkinsonianos que frecuentemente no correlacionan con el estado general del individuo [7].

La monitorización mediante el uso de acelerómetros resulta un método factible y preciso para la detección de movilidad de personas que padecen EP [8]. El presente trabajo tiene como objetivo la creación de un protocolo de adquisición de señales de acelerometría durante el examen motor de la escala MDS-UPDRS, mediante la utilización de una pulsera que cuenta con el hardware específico para dicho fin y una aplicación para dispositivos móviles que recopila y decodifica la información enviada por la pulsera [9], ambas diseñadas previamente por integrantes del equipo de trabajo, y el diseño de una base de datos que facilita el acceso a la información clínica del paciente y a las señales obtenidas durante la realización del protocolo.

ESCALA MDS-UPDRS

En esta enfermedad resulta esencial la categorización de la situación clínica y de la respuesta terapéutica, por lo que se diseñaron numerosos métodos de evaluación [7]. La MDS-UPDRS es actualmente la escala de estadios más empleada y pretende cubrir el amplio espectro clínico de la EP [10]. La misma constituye un instrumento de referencia para la evaluación de pacientes con EP en la práctica médica y en el ámbito de la investigación [4]. Esta escala posee una estructura de cuatro dominios, que incluye:

- parte I: experiencias no motoras de la vida diaria;
- parte II: experiencias motoras de la vida diaria;
- parte III: examen motor;
- parte IV: complicaciones motoras.

La parte III de la MDS-UPDRS permite la evaluación de los signos motores de la EP. Cuando inicia el formulario el especialista debe registrar si el paciente está tomando medicación para tratar los síntomas de la enfermedad y, en el caso de estar tomando levodopa, el tiempo que ha pasado desde la última toma. Cuando no sea posible para el paciente llevar a cabo la evaluación se debe indicar como “no valorable. Existen instrucciones específicas para valorar cada ítem, que deben seguirse estrictamente en todos los casos. El evaluador debe mostrarle al paciente las tareas a realizar mientras las describe y efectuar la evaluación inmediatamente después. Al finalizar la evaluación debe indicarse si hubo discinesias durante el examen y si estos movimientos entorpecieron la exploración motora [11] [12]. Entre las evaluaciones desarrolladas durante la Parte III de la MDS-UPDRS se encuentran: *Rest tremor*, *Postural tremor*, *Kinetic tremor of hands*, *Finger Tapping*, *Pronation and Supination movement of hands*, *Toe tapping*, *Leg agility* y *Gait movement*.

II. PROTOCOLO

A. Materiales

Para cumplir el objetivo del presente trabajo se emplean los siguientes materiales:

- Pulsera que cuenta con el hardware asociado para medir y transmitir información sobre el movimiento.
- Dispositivo móvil que permite la utilización de una aplicación que se comunica inalámbricamente con la

pulsera, de manera que recopila y decodifica la información recibida.

- Cargadores correspondientes para la pulsera y para el dispositivo móvil.

B. Procedimiento

La preparación de los materiales, incluida la carga de los dispositivos, conlleva aproximadamente 3 horas.

Se le debe informar al individuo acerca del proyecto y obtener el consentimiento informado del mismo. Se anota el nombre del sujeto y el subtipo diagnóstico en el caso de los pacientes (rigidez / temblor).

Se enciende la pulsera, se activa Bluetooth en el dispositivo móvil, se abre la aplicación <AcelPD> y se conecta la pulsera con el dispositivo móvil vía Bluetooth.

Puede verificarse que la conexión sea exitosa, utilizando una función de la aplicación que permite el encendido de un LED en caso de que se haya logrado la conexión. Si no se logra encender el LED, significa que la conexión ha fallado, por lo que se deberá tomar las medidas necesarias para solucionar el inconveniente.

Antes de comenzar la parte III de la escala MDS – UPDRS, se le coloca la pulsera al paciente en la mano más afectada, ajustándola correctamente. En el grupo control, es indiferente la ubicación de la pulsera.

La adquisición de datos conlleva aproximadamente 5 minutos. Primero se selecciona el tiempo de grabado (entre 1 y 15 minutos) y se ingresa el NIP (número de identificación personal) del sujeto. Esto genera la creación de una carpeta con el NIP del individuo, donde se guardan las señales adquiridas durante el ensayo. Se registra en la aplicación la ubicación de la pulsera.

A medida que el médico neurólogo le indica al individuo que efectúe los distintos ítems de la parte III de la escala debe seleccionarse el ítem correspondiente en la aplicación. En el grupo control es el observador quien indica las instrucciones a seguir. Una vez seleccionada la prueba a evaluar comienza la adquisición de datos. Si se presentan eventos que merecen ser señalizados pueden emplearse *flags* que le permitan al observador recordar dichos sucesos. Si se desea frenar la adquisición antes del tiempo preseleccionado, se presiona la tecla “Stop” y finaliza la toma de datos. La aplicación guarda las señales correspondientes a las distintas pruebas en diferentes archivos con el nombre correspondiente del ítem y de la ubicación del sensor (por ejemplo: *Rest tremor_NÚMERO_Mano izq*) en una misma carpeta con el NIP del paciente.

La toma de datos acelerométricos en pacientes puede llevarse a cabo durante una consulta médica, o puede hacerse durante la aplicación del test de levodopa o del test de apomorfina. Ambos test se implementan cuando se busca evaluar la respuesta al fármaco y la tolerancia del paciente a la droga. También se utilizan como apoyo al diagnóstico de EP [13].

En el caso del test de levodopa se suelen realizar 5 repeticiones. La primera adquisición corresponde al estado del paciente en OFF (sin medicación). Luego se le administra levodopa al individuo y se realiza la escala cuatro veces más, cada 30-40 minutos. En el test de apomorfina pueden hacerse más repeticiones que en el test de levodopa.

Una vez finalizado el examen, se apaga la pulsera, se toma nota de la información clínica del individuo (Ver Apéndices II y III) y, si se trata de un paciente, se le saca foto a la escala completada por el médico.

III. BASE DE DATOS

La Base de Datos “BDD-Acel” se realizó en Microsoft Excel, empleando lenguaje VBA (Visual Basic for Applications). Cuenta con 5 hojas, cada una de las cuales corresponde a los distintos menús de la misma: Menú Principal, Registro, Registro de Señales, Datos, Datos de Señales y Protocolo (Apéndice IV).

El Menú Principal permite fácil acceso al resto de los componentes de la Base de Datos. En la hoja Registro se completan los siguientes datos del individuo: NIP (Número de Identificación Personal), Nombre, Sexo, Fecha, Edad, Antecedentes, Medicación y Anotaciones para ambos grupos. En particular para el grupo pacientes, también se especifica en esta hoja: Tipo de Consulta (Test de Levodopa, Test de Apomorfina, Programación DBS, Consulta), Puntaje obtenido UPDRS general y UPDRS: Parte III, HOEHN-YAHR, Tipo Diagnóstico (temblor, rigidez, no presenta EP), Candidato a Cirugía (si/no) y Tratamiento Actual (Drogas/DBS). También es posible acceder a la hoja Registro de Señales mediante un botón, donde se realiza la carga de archivos. En este último menú el usuario indica el número de repetición, la ubicación del sensor crea hipervínculos a videos e imágenes médicas, incluida la foto de la Escala MDS-UPDRS en la base de datos de Pacientes y agrega las anotaciones que considera pertinentes. Aquí se crean los distintos hipervínculos a los archivos de las señales correspondientes a las pruebas durante la realización del protocolo. Para facilitar la generación de hipervínculos se optó por normalizar la organización de las carpetas en las cuales se encuentran las señales.

La información clínica del paciente y los links a los archivos de las señales de acelerometría pueden visualizarse en forma de tabla en las hojas Datos y Datos Señales respectivamente. Por último, se encuentra la hoja Protocolo, en la cual se especifican los materiales y el procedimiento a seguir para la toma de datos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación se realizó en 47 individuos, 17 pacientes diagnosticados con EP y 30 sujetos sanos, los que conformaron el grupo control. En la Tabla I se presentan las características principales de ambos grupos.

TABLA I

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS PACIENTES CON EP Y EL GRUPO CONTROL.

Pacientes diagnosticados con EP (n = 17)	
Edad (Media ± Desv. Estándar)	66.1 ± 10.7
Género	Mujeres (5) - Hombres (12)
Tiempo de Diagnóstico (Media ± Desv. Estándar)	1.5 ± 3.0
Grupo control: Incluidos (n = 30)	
Edad	54.0 ± 8.8
Género	Mujeres (13) - Hombres (17)

La ejecución del protocolo con pacientes se obtuvo gracias a la colaboración del Departamento de Movimientos Anormales de FLENI, donde pudo llevarse a cabo la adquisición de las señales de acelerometría durante la parte III de la escala MDS-UPDRS en los Test de Levodopa y

Apomorfina que realiza la institución, luego de que los pacientes presentaran su consentimiento.

Para la toma de datos acelerométricos del grupo control se consideraron los siguientes criterios de inclusión/exclusión:

1. Ser capaces de realizar las pruebas indicadas.
2. No presentar celiaquía ni enfermedades tiroideas.
3. No consumir ninguno de los siguientes fármacos: psicotrópicos, agonistas beta, betabloqueantes y hormonas tiroideas.

La ejecución del protocolo en el grupo control se realizó con 67 sujetos en total, 36 mujeres y 31 hombres. Se reportan en este trabajo aquellos individuos que cumplen con los criterios mencionados anteriormente y cuyos datos se encuentran completos. Se excluyen los sujetos celíacos, con enfermedades tiroideas y las personas que consumen psicotrópicos, betabloqueantes y hormonas tiroideas debido a que estas patologías y fármacos pueden asociarse a la presencia de temblor.

A partir de la información clínica de los integrantes del grupo control pudo realizarse un análisis de sus comorbilidades (Fig. 1).

Se observa que la hipertensión arterial (HTA), las enfermedades tiroideas, los trastornos del sueño y la constipación son patologías que presentan una frecuencia considerable en el grupo control, significando un 28%, 18%, 18% y 15% del total (N=67) respectivamente.

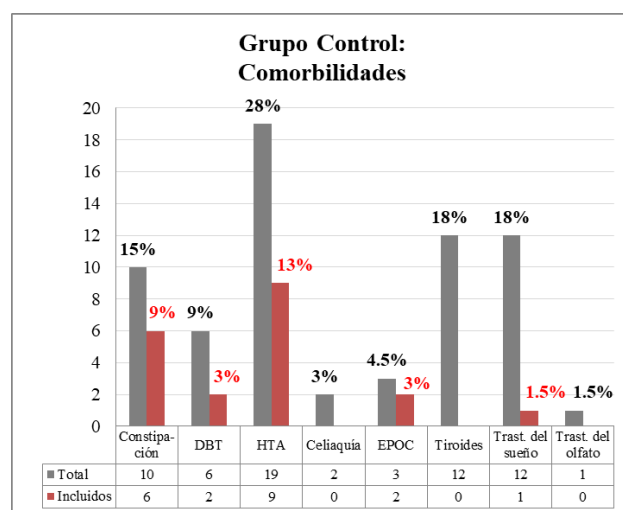


Fig. 1 Comorbilidades del Grupo Control (Total: N_t=67; Incluidos: N_i=30).

La constipación, los trastornos del sueño y los trastornos del olfato se consideran factores de riesgo ya que son síntomas no motores característicos de la EP y aparecen en la etapa prodrómica de la enfermedad [14]. La presencia de estos síntomas prodrómicos fue significativamente más baja en los sujetos incluidos que en la población total del grupo control.

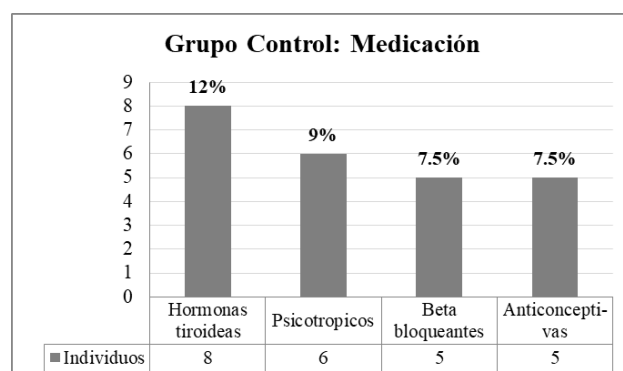


Fig. 2 Medicación del Grupo Control.

En la figura 2 se muestran los fármacos consumidos por el grupo control.

La distribución de género del grupo de pacientes es distinta a la del grupo control. Se observa un mayor porcentaje de masculinos (71%) que de femeninos (29%), con respecto a la distribución en el grupo control dada por un 43% de mujeres y un 57% de hombres. Esto se corresponde con lo esperado de acuerdo con la incidencia reportada de EP [2].

Con respecto a los rangos etarios, puede notarse en la figura 3 que el diagnóstico de EP es más usual entre los 50 y 80 años, aunque no se descarta la posibilidad de diagnóstico en otras décadas de vida. La edad media al momento del diagnóstico es 65.5 ± 12.0 años, 10 años por encima de la edad media de inicio de la enfermedad publicada en la literatura [2].

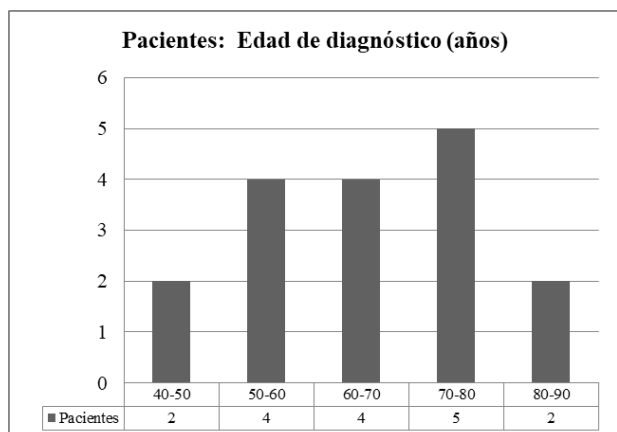


Fig. 3 Edad de diagnóstico de EP.
Edad media: 65.5 ± 12.0 años.

Por último, se estudió el UPDRS durante la realización del protocolo en los 17 pacientes y el UPDRS al momento del diagnóstico en tan solo 13 pacientes, ya que no se contaba con la completitud de los datos (Fig. 4). Se concluye que el 38% de los pacientes presenta un UPDRS mayor a 32 (enfermedad moderada [15]) al ser diagnosticados.

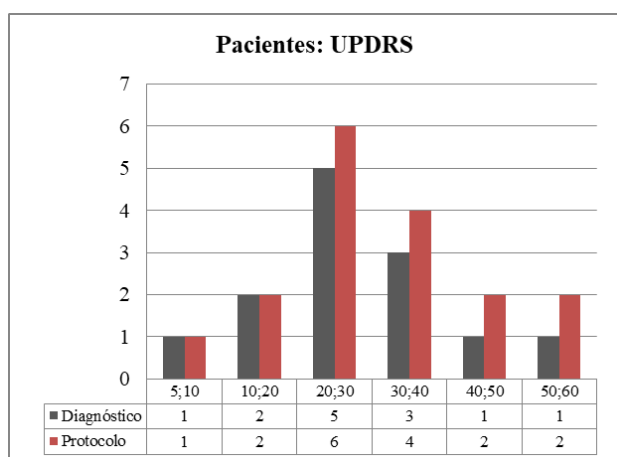


Fig. 4 UPDRS obtenido durante la realización del protocolo (rojo) (Valor medio: 30.3 ± 13.0) y al momento del diagnóstico (gris) (Valor medio: 27.4 ± 12.1).

V. CONCLUSIONES

La información contenida en la base de datos BDD-Acel incluye tanto señales de acelerometría de pacientes con EP obtenidas durante el examen motor de la escala MDS-UPDRS y de sujetos control, como la información clínica de los sujetos participantes. Al analizar los datos, se observó que la edad de diagnóstico de EP presenta diferencias con respecto a la información publicada en la literatura. Además, pudo notarse que el UPDRS al momento de diagnóstico es

relativamente alto, lo que se traduce en un probable diagnóstico tardío que resulta perjudicial para el tratamiento de la persona con EP.

Estas deducciones nos demuestran la importancia de tener datos argentinos que puedan ser aprovechados por los especialistas correspondientes para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de EP. Se pretende en un futuro ampliar la cantidad de datos recolectados para lograr un análisis aún más consistente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el equipo del Departamento de Movimientos Anormales del Instituto FLENI, sin quienes este trabajo habría sido imposible. En particular agradecemos al Prof. Dr. M. Merello, por abrirnos generosamente las puertas, y también por la orientación, discusiones y consejos brindados.

REFERENCIAS

- [1] M. Merello, *Parkinson: guía para pacientes, familiares y cuidadores*, Argentina: Sociedad Iberoamericana de Información Científica, 2017.
- [2] R. Farreras, C. Rozman, "Enfermedad de Parkinson y otros trastornos del movimiento", *Medicina Interna*, Vol. 2, 14 ed. España: Ediciones Harcourt, 2000, pp. 1663-1677.
- [3] M. Gomez Chavarin, G. Roldan, R. Morales Espinosa, G. Perez Soto y C. Tomer Aguilar, "Mecanismos fisiopatológicos involucrados en la enfermedad de Parkinson", *Archivos de Neurociencia*, Vol. 17 (1), pp 26-34, 2012.
- [4] M. Rodríguez-Violante y A. Cervantes-Arriaga, "La escala unificada de la enfermedad de Parkinson modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDRS): aplicación clínica e investigación", *Archivos de Neurociencia*, Vol. 19 (3), pp 157-163, 2014.
- [5] S. González y W. Lenin, "Reconocimiento y análisis de los movimientos de la mano en pacientes que padecen de la enfermedad de Parkinson (EP) mediante visión artificial", Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana
- [6] L. Di Biase *et al.*, "Tremor stability index: a new tool for differential diagnosis in tremor syndromes", *Brain*, Vol. 140 (7), pp 1977-1986, 2017.
- [7] F. Bermejo Pareja, J. Porta Etessam, J. Díaz Guzmán y P. Martínez Martín, "Trastornos del Movimiento I. Enfermedad de Parkinson y Parkinsonismos", *Más de cien escalas en neurología*, Madrid: Aula Médica, 2008, pp 183-224.
- [8] S. Cardona Foix, E. Zayas Figueras, H.A. González Rojas y P. Chaná Cuevas, "Caracterización del ángulo de inclinación en los planos sagital y frontal de pacientes enfermos de Parkinson utilizando un acelerómetro triaxial". Presentado en XIX Congreso nacional de ingeniería mecánica: programa y resúmenes Castellón, 14-16 de noviembre 2010. [En línea]. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/17669>
- [9] G. Bianchi, "Nuevas tecnologías para diagnóstico cuantitativo en trastornos de movimiento: Desarrollo de una pulsera sensible y tecnología móvil para la detección de eventos de movimiento patológico (Proyecto Final Ingeniería Biomédica, UNSAM)", 2019.
- [10] A.C. Toro y O.F. Buriticá, "Enfermedad de Parkinson: criterios diagnósticos, factores de riesgo y de progresión, y escalas de valoración del estadio clínico", *Acta Neurológica Colombiana*, Vol. 30 (4), pp 300-306. [En línea]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v30n4/v30n4a10.pdf>
- [11] C. Goetz *et al.*, "Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Scale presentation and clinimetric testing results", *Mov. Disord.*, pp 2129-2170.
- [12] Current Protocols, "UPDRS Motor Subscale 3, First half", Julio de 2019. [Video en línea]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=91BZnsm4oHY>
- [13] L. Zuazua-Vidal *et al.*, "Pruebas Terapéuticas Con Fines Diagnósticos En Trastornos Del Movimiento", *Revista Ecuatoriana de Neurología*, Vol. 28 (1), pp 70-80.
- [14] R.B. Postuma and D. Berg, "Advances in markers of prodromal Parkinson disease", *Nature Reviews Neurology*, Vol. 12 (11), p 622, 2016.
- [15] P. Martínez-Martín *et al.*, "Parkinson's disease severity levels and MDS-Unified Parkinson's Disease Rating Scale", *Parkinsonism & Related Disorders*, Vol. 21 (1), pp 50-54.

APÉNDICES

Apéndice I. Hoja de Protocolo MDS-UPDRS utilizada en el Departamento de Movimientos Anormales del Instituto FLENI.

MDS UPDRS Score Sheet - (repeated scoring)																					
Patient Name:						History ID:					Requested by:										
Repeated scoring: Date and / or Time											Evaluator's Stamp / Signature:										
Repeated scoring: Total Scores																					
Repeated scoring order						1	2	3	4	5	Repeated scoring order					1	2	3	4	5	
1.A	Source Information					Patient		Caregiver		Patient+ Caregiver		3.3b	Rigidity-RUE								
												3.3c	Rigidity-LUE								
												3.3d	Rigidity-RLE								
Part I - Non-Motor Aspects of Experiences of Daily Living											3.3e	Rigidity-LLE									
1.1	Cognitive impairment											3.4a	Finger tapping-Right hand								
1.2	Hallucinations and psychosis											3.4b	Finger tapping-Left hand								
1.3	Depressed mood											3.5a	Hands movement- Right hand								
1.4	Anxious mood											3.5b	Hands movement- Left hand								
1.5	Apathy											3.6a	Pron-supination movements - Right hand								
1.6	Features of DDS											3.6b	Pron-supination movements - Left hand								
1.6a	Who is filling out questionnaire					Patient						3.7a	Toe tapping - Right foot								
						Caregiver						3.7b	Toe tapping - Left foot								
						Patient+Caregiver						3.8a	Leg agility - Right leg								
1.7	Sleep problems											3.8b	Leg agility - Left leg								
1.8	Daytime sleepiness											3.9	Arising from chair								
1.9	Pain and other sensations											3.10	Gait								
1.10	Urinary problems											3.11	Freezing of gait								
1.11	Constipation problems											3.12	Postural stability								
1.12	Light headedness on standing											3.13	Posture								
1.13	Fatigue											3.14	Global spontaneity of movement								
Part I - Sub scores											3.15a	Postural tremor - Right hand									
Part II - Motor Aspects of Experiences of Daily Living											3.15b	Postural tremor - Left hand									
2.1	Speech											3.16a	Kinetic tremor - Right hand								
2.2	Saliva and drooling											3.16b	Kinetic tremor - Left hand								
2.3	Chewing and swallowing											3.17a	Rest tremor amplitude- RUE								
2.4	Eating tasks											3.17b	Rest tremor amplitude- LUE								
2.5	Dressing											3.17c	Rest tremor amplitude- RLE								
2.6	Hygiene											3.17d	Rest tremor amplitude- LLE								
2.7	Handwriting											3.17e	Rest tremor amplitud- Lip/jaw								
2.8	Doing hobbies and other activities											3.18	Constancy of rest								
2.9	Turning in bed											Part III - Sub scores									
2.10	Tremor																				
2.11	Getting out of bed																				
2.12	Walking and balance																				
2.13	Freezing																				
Part II - Sub scores																					
3a	Is the patient on medication? (No/Yes)											Part IV- Motor Complications									
3b	Patient's clinical state (On/Off)											4.1	Time spent with dyskinesias								
3c	Is the patient on Levodopa? (No/Yes)											4.2	Functional impact of dyskinesias								
3.C1	If yes, minutes since last dose:											4.3	Time spent in the OFF state								
Part III - Motor Examination											4.4	Functional impact of fluctuations									
3.1	Speech											4.5	Complexity of motor fluctuations								
3.2	Facial expression											4.6	Painful OFF-state dystonia								
3.3a	Rigidity - Neck											Part IV - Sub scores									

Apéndice II. Protocolo que se encuentra en la quinta hoja de la BDD-Acel.

Diagnóstico cuantitativo de trastornos del movimiento: Validación clínica de herramientas tecnológicas basadas en sensores inerciales.

1. Materiales


- Pulsera que cuenta con el hardware asociado para medir y transmitir información sobre el movimiento.
- Dispositivo móvil que permita la utilización de una aplicación que se comunica inalámbricamente con la pulsera, de manera que recopila y decodifica la información recibida.
- Cargadores correspondientes para la pulsera y para el dispositivo móvil.


2. Procedimiento

Preparación de los materiales para posterior adquisición de señales (3 horas y 5 minutos).

1. Cargar los dispositivos. La carga total de la Tablet utilizada (Samsung Tab S2) se alcanza con 3 horas; para 20 repeticiones se requiere aproximadamente 40% de batería. La carga total de la pulsera se alcanza con 3 horas, y rinde 5 horas de funcionamiento; 1 hora y 40 minutos rinde aproximadamente 20 repeticiones.
2. Informar al paciente previamente diagnosticado con EP acerca del proyecto y obtener el consentimiento informado del mismo.
3. Anotar el nombre del paciente y subtipo diagnóstico (rigidez / temblor).
4. Encender la pulsera.
5. Activar Bluetooth en el dispositivo móvil.
6. Abrir la aplicación <AcelPD> en el dispositivo móvil.
7. Conectar la pulsera con el dispositivo móvil vía Bluetooth.
8. Verificar que la conexión sea exitosa. Para ello puede utilizarse una función de la aplicación que permite el encendido de un LED mediante la tecla ON, en caso de que se haya logrado la conexión. Luego con la tecla OFF se apaga el LED.
9. Si no se logra encender el LED, significa que la conexión ha fallado. Para corregir esto, se fuerza el cierre de las aplicaciones, se vuelve a abrir <AcelPD> y se repiten los pasos 6 y 7. Si aún no se logra la conexión, la falla probablemente esté asociada a la pulsera, por lo que se la deberá apagar y encender nuevamente y luego repetir los pasos 6 y 7.
10. Antes de comenzar la parte III de la escala MDS – UPDRS, colocarle la pulsera al paciente. La misma debe colocarse en el brazo más afectado del paciente. A pesar de que la geometría de la pulsera permite el autoajuste, comprobar que la misma esté correctamente ajustada.

Adquisición de datos (tiempo estimado: 15 minutos)

1. Seleccionar el tiempo de grabado (entre 1 y 15 minutos).
2. Ingresar el nombre del sujeto y luego presionar el ícono . Esto permitirá la creación de una carpeta con el nombre del paciente, donde se irán guardando las señales adquiridas durante el ensayo.
3. Indicar en la aplicación en qué mano se encuentra ubicada la pulsera.
4. A medida que el médico neurólogo le indica al paciente que efectúe los distintos ítems de la parte III de la escala, debe seleccionarse el ítem correspondiente en la aplicación. Dentro de estos ítems se encuentran:
 - a) **rest tremor:** se evalúa el temblor del paciente sentado de forma cómoda y con los pies bien apoyados en el suelo,

- b) **postural tremor:** se extiende el brazo hacia el frente con la palma hacia el suelo con la mano abierta; se evalúa cada mano por separado,
- c) **kinetic tremor of hands:** se extiende el brazo hacia el frente con la palma hacia el suelo, el paciente se toca con el dedo índice la nariz y luego el dedo del examinador, de forma lenta se repite diez veces; se evalúa cada mano por separado,
- d) **finger tapping:** se extiende el brazo hacia el frente con la palma hacia arriba, se flexiona el codo, se voltea la palma hacia el examinador, se indica al paciente tocar pulgar y dedo índice 10 veces, lo más rápido y con mayor amplitud posible; se evalúa cada mano por separado,
- e) **hands movement:** se extiende el brazo hacia el frente con la palma hacia arriba y se flexiona el codo, se voltea la palma al examinador, se alterna 10 veces puño cerrado y mano extendida, lo más rápido y con mayor amplitud posible; se evalúa cada mano por separado,
- f) **pronation supination movement of hands:** se extiende el brazo hacia el frente con la palma hacia el suelo, se alterna 10 veces palma hacia el suelo y techo, lo más rápido y con mayor amplitud posible; se evalúa cada mano por separado,
- g) **toe tapping:** se ubica la persona en una silla con respaldo recto y se le indica apoyar los brazos sobre las pantorrillas y sentarse contra el respaldo y las plantas de ambos pies en el suelo, se le pide al paciente colocar los talones en el suelo en una posición cómoda y luego golpear con los dedos de los pies 10 veces tan amplia y rápidamente como sea posible,
- h) **leg agility:** se sienta a la persona contra el respaldo, en una silla con respaldo recto y se le pide que apoye los brazos en pantorrillas, con ambos pies en el suelo, se le indica alternar 10 veces el levantar el pie y golpear el suelo, lo más rápido y con la mayor amplitud posible; se evalúa cada pierna por separado,
- i) **gait movement:** se le indica a la persona caminar 10 pasos, alejándose y retornando al examinador.
5. Una vez seleccionado el ítem a evaluar, se presiona el ícono “Nueva medición” seguido de “Play” y comienza la adquisición de datos.
6. En caso de que se presente algún evento que merezca ser señalizado, la aplicación ofrece flags de distintos colores () que le permiten al observador recordar estos sucesos al momento del análisis de las señales. También es importante que se tome nota de dichos acontecimientos, aclarando con qué color de flag se señaló durante la adquisición.
7. Si se desea frenar la adquisición antes del tiempo preseleccionado, puede presionarse la tecla “Stop” y finaliza la toma de datos.
8. Se repiten los pasos 4, 5 y 6 para todos los ítems del ensayo. La aplicación va guardando en diferentes archivos con el nombre correspondiente del ítem y de la ubicación del sensor (por ejemplo: Rest tremor_NÚMERO_Mano izq), pero todas en una misma carpeta con el nombre del paciente.
9. Se repiten los pasos del 1 al 8 las veces que sea necesario dependiendo del tipo de test en cuestión. En el caso del test de levodopa se suele realizar 5 repeticiones. La primera adquisición corresponde al estado del paciente en OFF. Luego los médicos le administran levodopa al individuo y se realiza la escala cuatro veces más cada 30-40 minutos, para evaluar el efecto de la droga en el paciente.
- En el caso del test de apomorfina suele hacerse más repeticiones que en el test de levodopa. La primera adquisición corresponde al estado del paciente en off. Luego los médicos le dan la inyección de apomorfina. Cuando el paciente bosteza, se realiza la segunda repetición de la escala. Se repite el procedimiento las veces que se considera necesario.
10. Una vez finalizado el examen, se apaga la pulsera.
11. Sacarle foto a la escala una vez terminado todo el procedimiento.
12. Tomar nota de información clínica.

Apéndice III. Fichas clínicas.

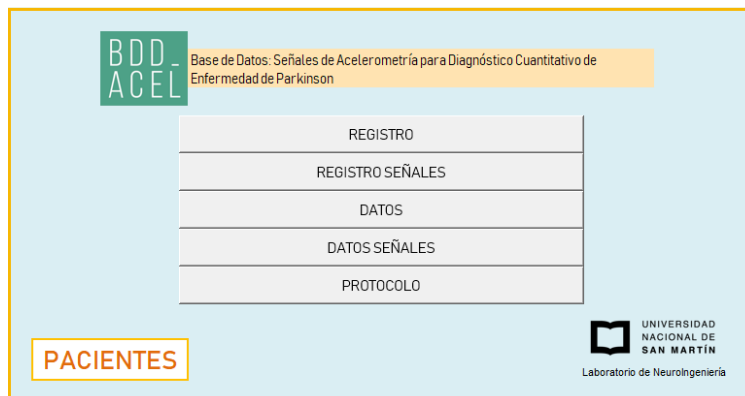
NIP: _____	Adquisición 1:
Nombre: _____	
Sexo: _____	Adquisición 2:
Fecha: _____	
Edad: _____	Adquisición 3:
Tipo de consulta: _____	
UPDRS: _____	Adquisición 4:
Candidato a cirugía (SI/NO): _____	
Tratamiento actual (DBS/Drugas): _____	Adquisición 5:
Comentarios: _____	
Antecedentes:	Anotaciones
DBT-HTA- CELIAQ- EPOC - TIROIDES-TRASTORNOS DEL SUEÑO - TRASTORNOS DEL OLFATO - CONSTIPACIÓN	

A. Ficha clínica: Pacientes

NIP: _____
Nombre: _____
Sexo: _____
Fecha: _____
Edad: _____
Antecedentes:
DBT-HTA- CELIAQ- EPOC - TIROIDES-TRASTORNOS DEL SUEÑO - TRASTORNOS DEL OLFATO - CONSTIPACIÓN
Medicación: _____
Comentarios: _____

B. Ficha clínica: Grupo Control.

Apéndice IV. BDD-Acel: Hojas Menú Principal, Registro y Registro de Señales.



BASE DE DATOS DE PACIENTES

Ingresar los datos del paciente

NIP*:
 *Número de Identificación Personal

Nombre:

Sexo:

Fecha:

Edad:

Tipo de Consulta:
LEVODOPA APOMORFINA CONSULTA DBS

UPDRS:

UPDRS Parte III*:
 *Colocar los distintos puntajes desde la primera hasta la última repetición con guiones de por medio. Por ejemplo, si se efectuaron 3 repeticiones con puntajes de 34, 12 y 30 en la primera, segunda y tercer repetición respectivamente, completar: 34 - 12 - 30

HOEHN - YAHR:

Diagnóstico:

Candidato a cirugía (SI/NO):

Tratamiento actual (DBS/Drogas):
DBS (+Drogas) DROGAS

DBS - Dónde:

DBS - Parámetro:

DBS - ¿Unilateral o Bilateral?:

DROGAS - Cuáles:

DROGAS - Dosis:

DROGAS - Forma de administración:

Archivos:
AGREGAR ARCHIVOS

Antecedentes*:
 *Escriba los números que correspondan con guiones de por medio.

0. NO REFIERE	1. CONSTIPACIÓN
2. DBT	3. HTA
4. CELIAQ	5. EPOC
6. TIROIDES	7. TRASTORNOS DEL SUEÑO

Otros Antecedentes:

Anotaciones:

GUARDAR DATOS DATOS SEÑALES

REGISTRO SEÑALES

Ingresar los hipervínculos a las señales adquiridas

NIP*:

Fecha:

Repetición:

Escala UPDRS:

Imágenes Médicas:

Otras imágenes:

Video:

Ubicación del sensor:

Rest Tremor:

Postural Tremor:

Kinetic Tremor of Hands:

Finger Tapping:

Hands Movement:

Pron. and Sup. Movement of Hands:

Gait Movement:

Toe Tapping:

Leg Agility:

Otras Señales:

Anotaciones:

DATOS SEÑALES GUARDAR Y AGREGAR REPETICIÓN FINALIZAR

