Primer entregable:

Sistema de medición para el temblor en las manos

Lina Andrade, Samuel Barona, Sebastián Guerrero,

Alexis Jaramillo, Andrés Mesa, Felipe Velasco.

Proyecto Integrador I

Domiciano Rincón

Universidad Icesi

Facultad de ingeniería, diseño y C.A

Cali

23 de enero de 2024

**Introducción**

En el Sistema Nervioso Central existen diferentes tipos de neuronas. Una de ellas son las células motoras o motoneuronas. Estas células son de gran importancia debido a que llevan la información a los músculos del cuerpo. Por lo que, la degeneración de neuronas motoras piramidales en la corteza motora ocasiona la aparición de enfermedades motoras que producen atrofia progresiva de los músculos. (Laureani Fierro Angel de Jesus; Lara Sandra ; Morgado-Valle Consuelo; Beltrán-Parrazal Luis; García Luis ; Hernández María; Manzo Jorge;Pérez César).

Existen diferentes patologías de las neuronas motoras que pueden ser hereditarias o adquiridas. Cuando existe una patología todas las señales de las neuronas motoras son interrumpidas, lo cual puede provocar una espasticidad y rigidez de los músculos, hasta llegar a una atrofia muscular en donde se pierden todos los movimientos voluntarios. (Laureani Fierro Angel de Jesus; Lara Sandra ; Morgado-Valle Consuelo; Beltrán-Parrazal Luis; García Luis ; Hernández María; Manzo Jorge;Pérez César).

Así, cuando se dañan las células nerviosas, pueden surgir diversas enfermedades y trastornos motores, tales como: el síndrome de las piernas inquietas, síndrome de Tourette, síndrome de Guillain-Barré, enfermedad de Huntington, Parkinson, temblor esencial, entre otros.

El primer paso para tratar un trastorno motor es diagnosticarlo con exactitud. Motivo por el cual los especialistas examinan la función cerebral y nerviosa, la fuerza, coordinación, sensibilidad y reflejos para encontrar la posible causa que desencadena tales síntomas.

No obstante, no siempre se identifican patrones con tanta facilidad, en especial, si se trata de trastornos de movimiento, es decir, movimientos involuntarios o anormales derivados de patologías específicas, que alteran las actividades de la vida diaria, tal como los temblores (Radiological Society of North America (RSNA), 2022). Un temblor se define como un movimiento involuntario oscilatorio rítmico de una parte del cuerpo, producido por contracciones alternantes de músculos inervados recíprocamente (Gorospe Osinalde).

De hecho, los temblores son el síntoma más frecuente relacionado con trastornos del movimiento. Existen muchas formas de clasificarlo, de acuerdo con la frecuencia (medida en Hertz), las partes de cuerpo que afecta, la forma en la cual se activa el temblor, la ocurrencia de condiciones médicas asociadas, y la región cerebral a partir de la cual surge el temblor; recolectar dicha información puede ser complejo para el médico en cuestión, aún más si no se cuenta con un sistema que le permita registrar sus hallazgos.

Por consiguiente, es preciso determinar una escala y/o mecanismo para registrar la amplitud y la frecuencia del temblor presentado por el paciente. También es importante destacar que el temblor presentado puede ser patológico o normal (fisiológico). El temblor fisiológico, por lo general apenas perceptible, se vuelve evidente en personas expuestas a un alto estrés físico o mental (Gonzalez-Usigli, 2022). El temblor patológico puede ser visto como un trastorno primario (como el temblor esencial o la enfermedad de Parkinson) o secundario a otro trastorno (por ejemplo, un accidente cerebrovascular) (Gonzalez-Usigli, 2022).

Aunque, no existe una prueba única para diagnosticar a las enfermedades motoras. Normalmente, el diagnóstico se efectúa en base a los síntomas que presentan los sujetos que la padecen para descartar otras patologías neurológicas. Por otro lado, el diagnóstico temprano, es clave para la buena administración de medicamentos que se ajusten al paciente y así contraatacar los síntomas motores; también resulta útil para la iniciación de un tratamiento conforme a las necesidades del paciente, ya que todos no presentan las mismas dificultades. Y finalmente, el poder retrasar lo que más se pueda la degeneración que conlleva esta enfermedad (Neurocountry, 2022).

Una prueba comúnmente empleada para evaluar cambios en la capacidad motora de los pacientes es la espiral de Arquímedes, la cual implica que el paciente realice un dibujo de una espiral. La recopilación de la información generada por esta prueba, en particular las variaciones en la frecuencia observadas durante el proceso de dibujo, facilita el procesamiento de datos. Estos datos procesados son posteriormente comparados con registros previos de pacientes diagnósticos con enfermedades neuromotoras. Este análisis proporciona un respaldo adicional al médico al emitir un diagnóstico oportuno y preciso para el paciente. Dicha idea será abordada con mayor detalle a medida que avance el documento.

**Marco teórico**

Los temblores generalmente varían en, patrón de ocurrencia (intermitente, constante …), gravedad, agudeza (gradual, súbita…). La gravedad del temblor puede no estar relacionada con la gravedad de la enfermedad subyacente. Por ejemplo, el temblor esencial es generalmente considerado como benigno y no debe acortar la vida, pero los síntomas pueden ser incapacitantes y algunos estudios neuropatológicos detectaron degeneración cerebelosa (Gonzalez-Usigli, 2022)

Teniendo en cuenta el texto informativo del médico Héctor González-Usigli, se puede clasificar un temblor de la siguiente manera:

Temblores de reposo: Visibles cuando la parte del cuerpo está en reposo y no se mueve contra la gravedad. Suelen desaparecer o ser mínimos durante la actividad. Se manifiestan a una frecuencia de 3 a 6 ciclos/segundo (Hz).

Temblores de acción: Son máximos durante el movimiento voluntario de una parte del cuerpo. Pueden variar en intensidad, pero siempre están por debajo de 13 Hz. Incluyen los temblores cinéticos, de intención y posturales.

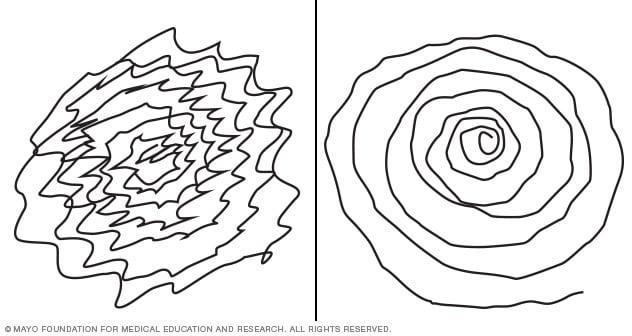
Temblores cinéticos: Aparecen al final de un movimiento hacia un objetivo con baja amplitud.

Temblores de intención: Ocurren durante el movimiento voluntario hacia un objetivo, con alta amplitud y frecuencia que aumenta hacia el objetivo, típicamente de 3 a 10 Hz.

Temblores posturales: Se manifiestan al mantener una extremidad en posición fija contra la gravedad, con una frecuencia de 5 a 8 Hz.

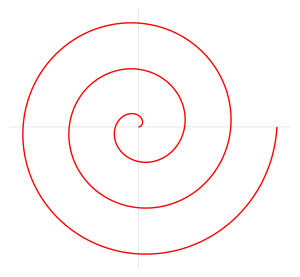
Para diagnosticar el temblor en un paciente se realizan exámenes físicos y neurológicos, respaldados por la historia médica del paciente. Durante el examen físico, el médico evaluará el temblor basándose en los criterios mencionados anteriormente, sin embargo, es la apariencia (frecuencia y amplitud del temblor), el criterio de interés en el presente texto.

Razón por la cual, se tendrá en cuenta la prueba de espiral de Arquímedes. De manera concisa, la prueba consiste en pedirle al paciente dibujar una espiral. Dicha prueba puede ser llevada a cabo de dos maneras, en la primera, en la paciente tendrá la libertad de no seguir un patrón y simplemente tratar de dibujar lo más parecido a una espiral. Por ejemplo:



En este caso, la espiral de la izquierda fue dibujada por una persona afectada por los temblores de sus manos. Por el otro lado, la espiral de la derecha fue dibujada por una persona no afectada por el temblor.

Una segunda manera de tomar dicha prueba es partiendo del diseño de una espiral y pidiéndole al paciente que trate de seguir en lo posible el patrón presentado en el diseño, es decir, al paciente se le proporcionará un diseño:



Y el paciente tratará de seguir el diseño lo más que le sea posible sin salirse de las líneas del dibujo.

El análisis del dibujo de dicha espiral permite extraer mucha información sobre la severidad del temblor del paciente. En el presente documento se presentará una propuesta de trabajo para registrar los datos obtenidos de la prueba en el sistema, es decir que, se realizará un sistema de medición del temblor en pacientes a través de los datos recolectados en la prueba de Arquímedes, permitiendo un mayor control y seguimiento de los datos correspondientes a cada paciente. Además de ser un sistema adaptable a cualquier entorno, garantizando una estandarización en la toma de los datos.

**Problema de ingeniería**

**Descripción del problema:**

En la determinación de diagnósticos en enfermedades relacionadas con el deterioro neuromotor, el medico posee un papel crucial, debido a que el diagnostico final será el resultado de las decisiones y observaciones de este, poniendo a prueba sus habilidades. Sin embargo, la variabilidad en la experiencia y destrezas de los médicos puede resultar en diagnósticos tardíos o imprecisos. Como resultado, el riesgo de enfrentar consecuencias graves a largo plazo aumenta, dado que, a raíz de un diagnóstico impreciso el paciente puede desarrollar de enfermedades secundarias o complicaciones asociadas al no recibir el tratamiento correspondiente. Por otro lado, la falta de herramientas especializadas para el reconocimiento de patrones en pacientes con enfermedades asociadas a la disminución de la capacidad motora implica una mayor dependencia de los resultados proporcionados por el médico, dificultando así, la detección temprana y precisa de pacientes afectados por enfermedades neuromotoras.

**Problema:**

* Inconsistencia e imprecisión al momento de determinar el diagnostico de un paciente con una posible enfermedad neuromotora.

**Causas:**

* **Comunicación:** Falta de comunicación entre los distintos profesionales. Es decir, al no tener un trabajo colectivo, cada profesional realiza la aplicación de métodos individuales para determinar el temblor en los pacientes, lo que puede generar discrepancias en los resultados obtenidos para un mismo paciente.
* **Estandarización**: La falta de un formato estándar común por el cual los médicos puedan regirse al momento de realizar la prueba de Arquímedes, ocasiona que cada médico establezca las pautas y pruebas que el crea pertinentes en base a su experiencia.
* **Actualización en las técnicas implementadas para la medición:** En disciplinas como la medicina, se requiere estar en constante actualización sobre los nuevos métodos y practicas aplicadas. Sin embargo, no todos los profesionales actualizan sus conocimientos según avanza el tiempo quedándose estancados en métodos que eran efectivos tiempo atrás. Aunque muchos de estos métodos se utilizan actualmente, se ha demostrado que algunos de esos métodos carecen confiabilidad y a su vez, presentan variabilidad.
* **Herramientas de apoyo:** Por otro lado, existen factores y comportamientos que a menudo resultan imperceptibles para el ojo humano. Por lo que, la ausencia de herramientas de apoyo que le proporcionen un mayor nivel de detalle al médico limita la capacidad de ir más allá de lo que el médico pueda percibir en su evaluación.

**Consecuencias:**

* Dificultad para realizar una evaluación precisa de la destreza motora y detectar temblores en las manos ocasionando un posible diagnóstico erróneo o falta de detección temprana del temblor.
* Las dificultades previamente mencionadas, implican obstáculos en la determinación precisa del diagnóstico, retrasando e incluso impidiendo el inicio oportuno de un tratamiento. Lo que puede resultar en el deterioro de la salud y la calidad de vida de aquellos pacientes que si se encuentren afectados por enfermedades que impactan en su capacidad motriz al no ser tratados a tiempo.

**Justificación:**

La solución propuesta para abordar este problema implica la integración de un conjunto de dispositivos físicos y lógicos que operarán de manera conjunta. Dicha integración permitirá capturar y procesar aspectos que no son perceptibles a simple vista para un ser humano.

Al incorporar estos dispositivos, aumenta la capacidad de medir con mayor precisión y rapidez ciertos patrones en los pacientes. Dado que existen aspectos no visibles externamente que son determinantes para el diagnóstico médico, contar con recursos tecnológicos que ofrezcan una evaluación más detallada y eficiente es de gran ayuda para el médico. Como resultado se obtendrán datos más completos y fiables, contribuyendo así a una solución más efectiva para el problema.

**Requerimientos:**

El sistema deberá contar con una base de datos que albergue la cuenta de administrador, las de doctores y a estos últimos estarán ligados los perfiles de los pacientes.

La base de datos permitirá acceso desde la aplicación dependiendo del usuario que inicio la cuenta, el administrador podrá ver y modificar la información de los doctores y sus pacientes, los doctores solo pueden ver y modificar la información de los registros de sus pacientes.

Cuando el administrador del sistema agrega la cuenta de un médico con sus datos, el sistema debe enviar un correo de primer acceso con una contraseña y usuario asignado para que el medico pueda entrar al sistema.

Cuando el administrador establezca un perfil asignado a un paciente, el sistema deberá enlazar el perfil del paciente al perfil del médico que está realizando el seguimiento à quizás redactarlo mejor

Cuando el doctor inicie sesión, el sistema verificará la información de acceso proporcionando la lista de pacientes correspondiente a dicho médico.

Cuando el doctor acceda a la historia clínica del paciente, el sistema desplegará el registro de la última prueba del paciente, así como una lista con las tomas de datos y anotaciones registradas previamente.

Cuando el médico desee agregar un nuevo registro a un paciente, el sistema mostrará la opción de crear un nuevo registro e iniciar la toma de datos.

Cuando se inicie una nueva toma de datos, el sistema deberá comprobar la conexión con los sensores de medición para permitir la captura de información.

Mientras no se establezca conexión con los sensores de medición el sistema pausara la inicialización de la toma de datos.

Mientras la recogida de datos de un registro esté en curso, el sistema registrará todos los datos recibidos del sensor hasta que se envíe la instrucción de parar.

Cuando el sistema finalice la recogida de datos de una toma de datos, preguntará al usuario si desea continuar, descartar o guardar y procesar los datos.

Cuando el sistema guarde y procese la recogida de datos de un registro, el sistema mostrará el gráfico asociado a la toma de datos.

Cuando los datos hayan sido procesados y guardados el sistema le permitirá al doctor añadir, editar y eliminar notas correspondientes al registro, o por el contrario finalizar el registro sin anotaciones.

Cuando el doctor seleccione la opción para finalizar el registro, el sistema asociará el registro con la fecha y hora correspondientes al momento en que finalizó.

# Referencias

Gonzalez-Usigli, H. A. (Febrero de 2022). *MANUAL MSD.* Obtenido de Temblor: https://www.msdmanuals.com/es-co/professional/trastornos-neurol%C3%B3gicos/trastornos-del-movimiento-y-cerebelosos/temblor

Gorospe Osinalde, A. (s.f.). *Clínica Universidad de Navarra.* Obtenido de Temblor esencial: https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/temblor#:~:text=El%20temblor%20es%20un%20movimiento,Parkinson%20y%20el%20temblor%20esencial.

Laureani Fierro Angel de Jesus; Lara Sandra ; Morgado-Valle Consuelo; Beltrán-Parrazal Luis; García Luis ; Hernández María; Manzo Jorge;Pérez César. (s.f.). *eneurobiologia.* Obtenido de Trastornos de las neuronas motoras: causas, síntomas, factores de riesgo, diagnósticos y tratamientos: https://www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2022/31/Laureani-Fierro/HTML.html

*Neurocountry.* (30 de Diciembre de 2022). Obtenido de Conoce la importancia de diagnosticar el Parkinson tempranamente: https://neurocountry.co/conoce-la-importancia-de-diagnosticar-el-parkinson-tempranamente/

Radiological Society of North America (RSNA). (15 de Abril de 2022). *RadiologyInfo.* Obtenido de Trastornos del movimiento: https://www.radiologyinfo.org/es/info/movement-disorders