



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

ÓRGANO DE OPERACIÓN ADMINISTRATIVA DESCONCENTRADA SUR DEL DF

JEFATURA DE PRESTACIONES MÉDICAS

UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SUR SIGLO XXI



IMSS

U. M. F. R. S. XXI
DIRECCIÓN

HALLAZGOS ELECTRONEUROMIOGRÁFICOS OBSERVADOS EN
PACIENTES RECUPERADOS POR ENFERMEDAD GRAVE Y CRÍTICA
EN COVID-19.

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

PRESENTA:

DRA. KATHERINE CITLALLI PALESTINA AGUILAR

INVESTIGADOR ASOCIADO:

DR. LEONARDO DANIEL FARIAS EVANGELISTA



México, Ciudad de México agosto 2022

R-2022-3701-007



U. M. F. R. S.
BIBLIOTECA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
ÓRGANO DE OPERACIÓN ADMINISTRATIVA
DESCONCENTRADA SUR DEL DF
JEFATURA DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SUR
SIGLO XXI

TÍTULO

HALLAZGOS ELECTRONEUROMIOGRÁFICOS OBSERVADOS EN PACIENTES
RECUPERADOS POR ENFERMEDAD GRAVE Y CRÍTICA EN COVID-19



Presenta:

U. M. F. R. S. XXI
DIRECCIÓN

Dra. Katherine Citlalli Palestina Aguilar

Médico residente de 4to año de la especialidad de Medicina de
Rehabilitación

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur siglo XXI, IMSS

Investigador asociado:

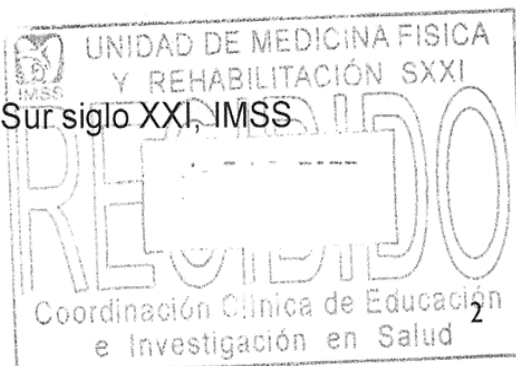
Dr. Leonardo Daniel Farias Evangelista

Especialista en Medicina de Rehabilitación

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur siglo XXI, IMSS



U. M. F. R. S.
BIBLIOTECA



HOJA DE AUTORIZACIÓN DE DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN CLÍNICA DE
ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN SALUD



DRA. MARÍA ISABEL JAIME ESQUIVIAS

Médica especialista en Medicina de Rehabilitación.

Dirección de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur Siglo XXI



IMSS
U. M. F. R. S. XXI
DIRECCIÓN



DRA. EILIANA PALACIOS GUTIERREZ

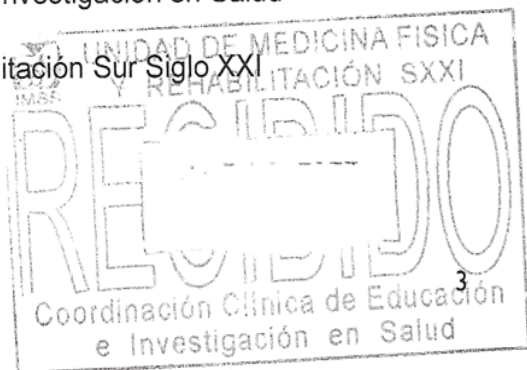
Médica especialista en Urgencias Médico-Quirúrgicas.

Coordinación Clínica de Educación e Investigación en Salud

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur Siglo XXI



U. M. F. R. S. XXI
BIBLIOTECA



HOJA DE AUTORIZACIÓN DE ASESOR DE TESIS


DR. LEONARD DANIEL FARIAS EVANGELISTA

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación.

Alta especialidad en Rehabilitación Laboral.

Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur Siglo XXI, IMSS

Asesor teórico



DEDICATORIA:

A mis padres, por la cosecha de las semillas que han sembrado desde hace 30 años. A mi mamá porque simplemente sin ti no estaría hasta acá, porque me enseñaste a creer en mí, a confiar en mi misma y a encontrar la fortaleza que muchas veces ni yo sabia que tenía, siempre con el mejor ejemplo... el tuyo. A mi papá porque no importa lo que pase alrededor yo me siento invencible con saber que estas a mi lado, aprendí de ti a seguirle dando a lo que se presente y porque me llena de orgullo parecerme tanto a ti.

A mi hermano Jaime, porque no puedo resumir en un par de líneas los días jugando, las noches estudiando, los consejos, los regaños, las peleas y los momentos más felices de toda mi vida que nos hicieron crecer, y vernos como los adultos que somos ahora. Gracias por ser mi incondicional para siempre hermanito.

A mis amigos de la residencia, porque han hecho el camino mucho más transitable, porque en las buenas, en las malas y en las peores estuvieron siempre, gracias por adoptar una foránea y hacerme sentir como en casa.

A Luis Carlos, por impulsarme a crecer y motivarme todos los días. Por acompañarme cada día y hacer mi mundo más brillante. Por hacerme soñar y enseñarme que los sueños se hacen realidad.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al Instituto Mexicano del Seguro Social y en particular a la Unidad de Medicina Física y de Rehabilitación por ser mi casa los últimos 4 años, por brindarme el espacio, las instalaciones y permitir desarrollarme profesionalmente a lo largo de este curso de especialización.

Agradezco a los doctores que fungieron como profesores en algún momento de mi formación, que compartieron sus conocimientos y siempre brindaron alguna enseñanza, consejo o una mano amiga ante cualquier adversidad. De manera especial agradezco a los siguientes doctores por ser un pilar importante en la enseñanza de esta sede: Dra. Carmen Hernández, Dra. Liliana García, Dr. Pedro García, Dr. Francisco Barud, Dra. Ana López. Dra. Elga Aguilera, Dra. Ramírez, Dr. Ernesto Delgado, Dra. Giovanna Santos, Dra. Angélica García, Dra. Lupita Valadez, Dra. Ruiz, Dra. Eva Cisneros, Dra. Nelly Contreras y Dra. Diana Barrón. De igual manera a mis compañeros residentes que siempre tuvieron alguna enseñanza para compartir.

Hago un agradecimiento a la directora de esta institución Dra. María Isabel Jaime Esquivias por permitirme el desarrollo del presente protocolo, por su apoyo hacia los residentes en cada momento, su dedicación y su ejemplo. A la Dra. Eiliana Palacios Gutiérrez por su admirable trabajo impulsando la residencia.

Finalmente agradezco a mi asesor de tesis el Dr. Leonardo Daniel Farías Evangelista a quien admiro no solo profesionalmente sino como el gran ser humano que siempre ha demostrado ser, agradezco su apoyo para la elaboración de la presente tesis, su guía en cada paso y su infinita paciencia a lo largo del proceso. De más está decir que más que un profesor lo considero un gran amigo y un ejemplo a seguir.

ÍNDICE

1. <u>RESÚMEN</u>	8
2. <u>INTRODUCCIÓN</u>	10
3. <u>ANTECEDENTES</u>	11
4. <u>JUSTIFICACIÓN</u>	26
5. <u>OBJETIVOS</u>	27
6. <u>MATERIAL Y METODOS</u>	28
7. <u>RESULTADOS</u>	33
8. <u>DISCUSIÓN</u>	42
9. <u>CONCLUSIONES</u>	45
10. <u>RECOMENDACIONES</u>	46
11. <u>REFERENCIAS</u>	47
12. <u>ANEXOS</u>	50

RESÚMEN

TÍTULO. HALLAZGOS ELECTRONEUROMIOGRÁFICOS OBSERVADOS EN PACIENTES RECUPERADOS POR ENFERMEDAD GRAVE Y CRÍTICA EN COVID-19

Autores. Farias-Evangelista ¹, Palestina-Aguilar ¹.

¹Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI.

Antecedentes. La COVID-19 presenta manifestaciones neurológicas por afección del sistema nervioso central y periférica, se ha documentado la presencia de encefalopatía, así como casos de Guillain Barre posterior a la infección, mielitis postinfecciosa y polineuropatía desmielinizante.

Objetivos. El objetivo del presente estudio fue describir los hallazgos electroneuromiograficos observados en pacientes recuperados de enfermedad grave y crítica en la COVID-19, específicamente describir las alteraciones en los estudios de neuroconducción sensitiva y motora de los pacientes, las alteraciones en los estudios de electromiografía, así como determinar la importancia del estudio de electroneuromiografía en el pronóstico de los pacientes dentro de la evaluación post COVID-19.

Material y métodos. Se incluyeron un total de 20 pacientes obtenidos por muestreo a conveniencia. Las variables dependientes fueron los estudios de conducción nerviosa sensitiva y motora, la miografía, y la onda F; las independientes fueron la enfermedad la COVID-19 de afección crítica y grave.

Descripción general del estudio. Se realizó un estudio analítico de prevalencia una vez aceptado por el comité local. Se captaran sujetos de consulta externa y de Rehabilitación pulmonar de la UMFR Siglo XXI: adultos de 18 a 65 años, cualquier genero, que hubieran padecido enfermedad COVID-19 en los 9 meses previos al estudio y que hayan ameritado hospitalización por enfermedad grave o crítica. Se realizó la recoleccion de datos generales y firma de consentimiento informado, posteriormente aplicación de estudios de neuroconducción sensitiva y motora, miografía y pruebas especiales de electrodiagnóstico para finalizar con el análisis de resultados y comparación con estudios previos.

Aspectos bioéticos. El estudio cumplió con las directrices nacionales e internacionales en el ambito de la investigación. Se solicitó consentimiento informado a los participantes.

Resultados: De los pacientes estudiados 70% fueron del sexo masculino y 30% del femenino, la media muestral fue de 49.3 años. En los estudios de neuroconducción sensitiva la mayoría de los

pacientes presentaron alteraciones en el nervio peroneo, tibial y ulnar. La mayoría de los pacientes (55%) presentó patrón reinervativo. El 48% de los pacientes presentaron daño nervioso del tipo de la degeneración axonal, 26% del tipo del daño desmielinizante y 26% un patrón mixto de daño desmielinizante y axonal.

Conclusiones: El estudio electroneuromiográfico es un recurso de gran utilidad en muchas patologías, sin embargo con la aparición de nuevas enfermedades y con el reto que significó la pandemia para el ámbito médico, el tener herramientas que aporten luz acerca de las secuelas no solo a nivel pulmonar sino a nivel del sistema nervioso periférico podría considerarse como parte del abordaje diagnóstico en la condición Post COVID-19.

Palabras clave: *COVID-19, SARS-CoV-2, electroneuromiografía, electrodiagnóstico.*

INTRODUCCIÓN

En la ciudad Wuhan, China el 31 de diciembre de 2019 se informó sobre 41 pacientes con “neumonía atípica grave”, posterior a una investigación exhaustiva del agente causal se determinó como agente etiológico a un coronavirus denominado SARS-CoV-2, un nuevo beta-coronavirus de la familia de los Coronaviridae, el cual se caracteriza por tener una cápsula lipo-protéica de forma esférica rodeada de múltiples espículas (glicoproteínas-S) otorgándole aspecto de corona. La OMS denominó a esta enfermedad “COVID-19” (CoronaVirus Disease 2019) el 11 de febrero del 2020 debido al tipo de virus y el año de aparición. La transmisión de esta enfermedad es de humano a humano por contacto mediante la inoculación de secreciones respiratorias y por aerosoles.

La vía de entrada del virus es habitualmente por vía respiratoria con predilección por la proteína de membrana enzima convertidora de angiotensina tipo 2 (ECA-2), de las células del epitelio y alveolares tipo II. El período de incubación es de 1 a 14 días con una media de 5 a 6 días.

Los signos y síntomas que se han descrito más frecuentemente en la literatura son: fiebre, tos seca, y dificultad respiratoria. Así como presentación de otros síntomas como: fatiga/ astenia, mialgias, cefalea, congestión conjuntival, o diarrea. La presencia de comorbilidades se ha asociado principalmente con hipertensión arterial, diabetes mellitus y presencia de enfermedad cardiovascular.¹

De igual manera se ha reportado en la literatura la presencia de manifestaciones neurológicas por SARS-CoV-2, debido a la afección del sistema nervioso central y del sistema nervioso periférico siendo las mayormente presentadas: cefalea, mialgias, fatiga y somnolencia. De igual manera se ha observado en los pacientes: anosmia, ageusia, así como casos de Guillain Barre posterior a la infección, mielitis postinfecciosa y polineuropatía desmielinizante.²

Se han identificado algunas publicaciones que describen casos de pacientes con Síndrome de Guillain Barre o sus variantes y la COVID-19, dentro de las presentaciones neurológicas también se incluye debilidad en alguna o todas las extremidades con o sin pérdida sensorial, así como afectación de nervios craneales afectación y complicaciones autonómicas. Siendo la mayoría de los casos publicados hasta ahora con un patrón simétrico.³

Con respecto a los estudios de electromiografía que confirmen dichos hallazgos la evidencia aun es muy somera, por lo que se sugiere una mayor investigación con el objetivo de corroborar la prevalencia de dichos hallazgos.

ANTECEDENTES

La pandemia por COVID 19 a nivel mundial tuvo sus inicios en el mes de diciembre del año 2019, específicamente en la provincia de Hubei en la ciudad de Wuhan se desató un brote de casos de neumonía después de varios análisis y probables causas potenciales se determinó que la etiología era un virus perteneciente al grupo de los coronavirus debido al año en el cual fue descubierto y al tratarse de una cepa nueva fue llamado 2019-nCoV.

El brote no pudo contenerse en el país asiático, sino que fue propagándose hacia otras regiones del mismo continente y finalmente hacia otros continentes, lo anterior sucedido en los meses de enero y febrero del año 2020, tal fue la magnitud de estos casos que el 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró a la COVID 19 como una pandemia. ⁴

Dentro del territorio nacional se identificó al primer caso el 28 de febrero en la Ciudad de México, y la primera muerte por dicha enfermedad el día 18 de marzo de 2020, siendo considerada una emergencia sanitaria por causa de fuerza mayor el día 30 de marzo de ese mismo año. ⁽⁵⁾ Con respecto al panorama nacional los diez estados con mayor número de casos totales fueron: Ciudad de México, Estado de México, Nuevo León, Guanajuato, Jalisco, Tabasco, Puebla, Veracruz, Sonora y San Luis Potosí. ⁶

GENERALIDADES DEL VIRUS

Reservorios primarios y huéspedes de coronavirus: Determina la fuente de origen y transmisión del virus es de especial importancia principalmente en el ámbito de la prevención de esta enfermedad. Inicialmente se pensó que los reservorios de la infección podían ser los mapaches y las civetas de palma, pero las investigaciones no fueron concluyentes. Otras líneas de investigación se centraron en los murciélagos *Rhinolophus* ya que se encontró que esta especie tenía anticuerpos anti-SARS-CoV sugiriendo a estos animales como una fuente de replicación viral, en estudios posteriores se determinó que existían otras subespecies de murciélagos donde se encontró el coronavirus (murciélagos *Pipistrellus* y *Perimyotis*) por lo que se determinó a dicha especie como el anfitrión clave. ⁷

Otras investigaciones han sugerido al pangolín o a las serpientes como huéspedes intermedios en la transmisión del virus, sin embargo, estas investigaciones no han tenido el suficiente peso para determinarlas como concluyentes ^{8,9}

Transmisibilidad: La transmisión de un virus se puede medir a través del número de reproducción básico R_0 , utilizado para poder estimar el promedio número de casos generados por un agente

infeccioso en una población totalmente susceptible durante la fase temprana del brote, la significancia de este número parte de que, si el R_0 es mayor a 1, la transmisión de humano a humano puede mantenerse.

En relación al SARS COV-2 se han realizado diversas investigaciones con el objetivo de determinar el R_0 determinando un rango entre 2 a 3, este dato sugiere se pueda mantener una transmisión importante persona a persona. Sin embargo, este valor no es fijo, y por otro lado el hecho de que los pacientes asintomáticos puedan ser fuente de infección también puede alterar este valor.⁸

Etiología: Los coronavirus son virus de ARN monocatenarios. Existen diferentes cepas siendo las más comunes y previamente identificadas las: 229E, OC43, NL63 y HKU1 que generalmente ocasionan síntomas de resfriados comunes en individuos sano. El SARS-CoV-2 tiene un diámetro de 60 nm a 140 nm y se caracteriza por la presencia de rayos o picos que tienen un tamaño desde los 9 nm a 12 nm, dando a los viriones la apariencia de una corona solar.

En los últimos años se han presentados 2 brotes graves por coronavirus antes de la pandemia actual. El primer coronavirus responsable de un brote grave fue virus del SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Severo por sus siglas en inglés) el cual dio lugar a una pandemia en el año 2003 en China, el segundo fue el síndrome respiratorio de Oriente Medio causado por coronavirus (MERS), presentado en el año 2012 en los países árabes.⁹

FISIOPATOLOGÍA

El inicio de la infección se da cuando el SARS-CoV-2 al ingresar al organismo se dirige a las células, en la mucosa nasal o bien en el árbol bronquial, y a través de la proteína S se une al receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2), en la celular huésped se encuentra una proteína llamada serina proteasa transmembrana de tipo 2 (TMPRSS2), la cual inicia la absorción viral ACE2 y activa la proteína S del virus culminando en la entrada del coronavirus en las células huésped. Estas proteínas antes mencionadas ACE2 y TMPRSS2 se expresan en las células del hospedero principalmente es las células del epitelio alveolar: los neumocitos tipo II.

Cuando la infección se encuentra en etapas más avanzadas, y la replicación viral ya se ha acelerado el SARS-CoV-2 infecta las células endoteliales capilares pulmonares, este acontecimiento resalta la respuesta inflamatoria que ya se encontraba instaurada y desencadena la llegada de monocitos y neutrófilos ocasionando infiltrados inflamatorios y edema en la pared alveolar que se traducen clínicamente en forma de opacidades en vidrio esmerilado la tomografía

computarizada. Aunado a esto la alteración de la barrera endotelial ocasiona una deficiente transmisión de oxígeno alveolo-capilar, esta alteración en la capacidad de difusión del oxígeno es un rasgo característico de la enfermedad.

De igual manera la alteración en la coagulación es uno de los puntos importantes en la fisiopatología de la COVID-19 y cuanto más cuando se habla de la forma severa de la enfermedad, se ha documentado en diferentes estudios la activación fulminante de la coagulación y el consumo de factores de coagulación culminando dichos fenómenos en la aparición de la coagulación difusa intravascular. Las respuestas inflamatorias a nivel endotelial puede resultar en la formación de micro trombos y contribuir a la alta incidencia de complicaciones trombóticas, tales como trombosis venosa profunda, embolia pulmonar, isquemia de extremidades, accidente cerebrovascular isquémico o bien infarto de miocardio), estos eventos se pueden traducir clínicamente en la prolongación del tiempo de protrombina, el aumento del dímero D y la disminución en el recuento de plaquetas por lo que se ha sugerido el uso de la anticoagulación temprana.⁹

MECANISMOS NEUROPATOLÓGICOS: DAÑO NEURAL INDUCIDO POR COVID-19:

En diversas investigaciones se ha encontrado que pacientes con presentación moderada a grave de la enfermedad se encontraron marcadores plasmáticos propios del SNC elevados, estos son el GFAP y NfL, el encontrar ambos elevados indica daño astrocítico y daño intraaxonal, respectivamente. El marcador de daño intraaxonal NfL se encontró predominantemente elevado en aquellos pacientes que se encontraban bajo la forma grave de la enfermedad, sin embargo, los datos aun no son suficientes para saber si el daño a las células del SNC son resultado del fenómeno neuroinvasivo directo o bien por la reacción inflamatoria mediada por el sistema inmunológico.

Debido a la importancia de la expresión del receptor para la Enzima Convertidora de Angiotensina tipo 2 en la fisiopatología de la enfermedad existen diversas líneas de investigación enfocadas a conocer la expresión de la ACE2 en diversos tipos de células neuronales, en los cuales se ha observado que la expresión de dicha enzima se encuentra esencialmente incrementada a nivel de plexo coroideo de los ventrículos laterales e incluso en otros tipos celulares como oligodendrocitos y astrocitos e incluso se han llegado a encontrar niveles elevados en la amígdala y el tronco encefálico. Por lo que a pesar de que la ACE2 tiene una expresión menor en el cerebro.

En un estudio realizado por Song et al, se compararon el tejido cerebral humano postmortem con modelos de ratón positivos para ACE2, esto con el objetivo de determinar el neurotropismo de

SARS-CoV-2 y la expresión neuronal de ACE2. En el cerebro humano se encontró que el SARS-CoV-2 conduce a la muerte neuronal, encontrando que las células infectadas tenían una mayor actividad metabólica mientras que las células no infectadas entraban en un estado de hipoxia. Al añadir a estas muestras de tejido cerebral anticuerpos ACE2 se ralentizó la infectabilidad de las células e incluso se llegó a detener al añadir anticuerpos IgG específicos para SARS-CoV-2 obtenidos del LCR de otro paciente. En el caso de los ratones se inocularon directamente diferentes regiones de sus cerebros, teniendo consecuencias más fatales con una carga viral más baja que la inoculación nasal directa, concluyendo que los hallazgos anteriores apoyarían la hipótesis de que la infección neural puede ser directa.

Si bien la barrera hematoencefálica se ha establecido como uno de los métodos de protección de la transmisión hematogena hacia el encéfalo gracias a su endotelio interno, pericitos y astrocitos, se ha demostrado que las partículas virales del SARS COV2 pueden llegar a traspasar la barrera hematoencefálica e incluso la filtración de la barrera podría promover la entrada de citocinas inflamatorias en el SNC, promoviendo un estado neuroinflamatorio. Los experimentos que se han realizado in vitro en la barrera hematoencefálica han llegado a señalar que su integridad puede verse modificada debido a la acción de la proteína de pico S1 SARS-CoV-2, traducéndose en el hecho que el virus SARS-CoV-2 podría infectar a las células endoteliales teniendo efectos proinflamatorios a nivel cerebral.

También se ha documentado intercambio entre los componentes de la sangre con el líquido cefalorraquídeo a nivel de los ventrículos laterales del cerebro, se ha sugerido que los leucocitos infectados puedan representar un vector para la transmisión viral al Sistema Nervioso Central.

La diseminación de la infección a través de las rutas hematógenas previamente mencionadas se encuentra apoyadas por la presencia de ACE2 en las células endoteliales, los pericitos, los astrocitos y el epitelio del plexo coroideo, receptores como TMPRSS2 y TMPRSS4 implicados en la fisiopatología de la enfermedad se han encontrado en el borde apical del plexo coroideo por lo que se sugiere que el virus podría ingresar hacia las células a través de la vía vascular. ¹⁰

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

El curso clínico de la enfermedad es variable y puede ir desde la infección asintomática hasta la neumonía crítica que amerita ventilación mecánica y cuyo pronóstico es sombrío. La presentación leve y la asintomática son más comunes en niños, adolescentes y adultos jóvenes, mientras que las formas más graves tienen una presentación más frecuente en adultos mayores de 65 años y

en personas con comorbilidades tales como diabetes, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedad cardiovascular o cerebrovascular, e hipertensión.

Los síntomas que se ha observado se presentan con más frecuencia con la fiebre y tos. La fiebre se caracteriza por tener valores elevados y se ha asociado con peor pronóstico mientras que la tos puede ser seca o productiva y en algunos casos se ha acompañado de hemoptisis. Otros síntomas comunes a la enfermedad son la fatiga, mialgias y la cefalea. La disnea que es otro de los síntomas asociados a la infección puede aparecer variablemente desde el segundo día o bien presentarse en un periodo más avanzado hasta los 17 días, mientras su aparición sea más tardía se ha asociado a desenlaces más graves. Otros síntomas relacionados al sistema respiratorio como la odinofagia, rinorrea o congestión nasal pudieran aparecer en el curso de la enfermedad, pero no son tan comunes.

Las manifestaciones gastrointestinales se han descrito en los pacientes afectados de COVID-19 con síntomas tales como náuseas, vómito, malestar abdominal y diarrea. También se presentan alteraciones de los sentidos del gusto (ageusia) y del olfato (anosmia).

MANIFESTACIONES NEUROLÓGICAS DE LA COVID-19:

Durante la presentación de la enfermedad no solo se describieron los síntomas pulmonares o gastrointestinales que se describieron anteriormente, sino que se observó que los pacientes presentaban complicaciones neurológicas siendo las más habituales la cefalea, letargo, marcha inestable, ataxia y convulsiones, pérdida del gusto y el olfato, alteración de la visión. También se ha descrito asociación con enfermedades más severas como la polineuritis, síndrome de Guillain-Barré (SGB), meningitis, encefalitis y encefalopatía, hemorragia e infarto cerebrales.¹¹

En relación a la epidemiología de la enfermedad las manifestaciones neurológicas tienen una mayor frecuencia en pacientes jóvenes o bien en aquellos que presentan formas más severas de la enfermedad, pero son los pacientes mayores quienes tienen más probabilidades de desarrollar una encefalopatía. En relación a la mortalidad relacionada a las manifestaciones neurológicas se ha asociado el deterioro neurológico a una mortalidad de hasta el 77%.^{11,12}

Numerosos estudios han demostrado la presencia de manifestaciones neurológicas en los pacientes con COVID19, estas investigaciones reportan una incidencia de las mismas de hasta un 42%, siendo los síntomas reportados con más frecuencia la mialgia, los mareos, el dolor de cabeza, la ageusia y la anosmia, de estos últimos se ha reportado una incidencia de hasta el 47%

para la anosmia y el 85% para la ageusia. Estas manifestaciones ocurren predominantemente en pacientes hospitalizados y generalmente se presentan al inicio de la enfermedad.

Las complicaciones más graves se han registrado principalmente presentadas como accidentes cerebrovasculares y el síndrome de Guillain-Barre, en relación a las convulsiones los estudios aun no son concluyentes.

Es de interés que la presentación de estas entidades tales como el síndrome de Guillain-Barre y la encefalitis se han llegado a presentar cuando no hay síntomas característicos como neumonía y tos.¹⁰

MANIFESTACIONES DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO

Mialgia y miositis: Existen diferentes estudios que reportan la presencia de mialgias relacionadas con la enfermedad. En los estudios de laboratorio se observó que los pacientes tenían niveles más altos de proteína C reactiva y de dímero D, manifestaciones de aumento de la respuesta inflamatoria y coagulopatía asociada.

Rabdomiólisis: en un reporte de caso se describió la presencia de rabdomiólisis en un hombre de 60 años, clínicamente evolucionó con dolor a la palpación y debilidad en las extremidades inferiores, los análisis de laboratorio determinaron aumento de mioglobina, creatina quinasa, lactato deshidrogenasa, alanina aminotransferasa y aspartato aminotransferasa. En el examen general de orina se observó sangre oculta positiva y proteínas positivas.¹³

COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS RELACIONADAS A COVID-19:

Las principales complicaciones neurológicas asociadas a daño indirecto o directo por el virus SARS COV2 se pueden dividir de manera general en dos grandes rubros: afección del sistema nervioso central (SNC) y afección del sistema nervioso periférico (PNS), sin embargo, de estas afecciones destacan las siguientes, las cuales se abarcarán de forma más específica más adelante:

- Accidente cerebrovascular: definiéndose como el déficit neurológico repentino relacionado con una lesión vascular aguda observado en un estudio de imagen como una resonancia magnética o una tomografía computarizada.
- Encefalitis: estado mental alterado que duraba 24 horas y que se acompaña de al menos uno de los siguientes: glóbulos blancos en líquido cefalorraquídeo $<5 / \text{mm}^3$; o el hallazgo por imagen de una lesión aguda en la resonancia magnética.

- Encefalopatía: estado mental alterado que dura 24 horas asociado a convulsiones o bien a signos neurológicos focales en ausencia de criterios de encefalitis y esta última se asociaba a COVID-19 siempre y cuando no hubiera alguna otra causa subyacente que la explicara
- Síndrome de Guillain-Barre.
- Meningitis aguda: Manifestaciones clínicas del síndrome meníngeo tales como rigidez de la cabeza, dolor de cabeza, fiebre pero que no estuvieran relacionado con un curso encefalítico o bien que presenten un recuento de leucocitos en LCR $<5 / \text{mm}^3$. ¹⁴

COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS A NIVEL DE SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Accidente cerebrovascular: Dentro de los mecanismos que podrían explicar la relación entre COVID-19 y el desarrollo de un evento cerebrovascular se encuentran: la inflamación endotelial provocada por la invasión viral en el epitelio vascular que generaría una coagulopatía, o bien el daño miocárdico que precipita la formación de coágulos e incluso la desestabilización de una placa de ateroma preexistente.

Se ha observado que en pacientes con eventos cerebrales vasculares por la COVID-19 la mortalidad es más alta que en los pacientes con eventos cerebrales vasculares no relacionados con esta infección.

La mayor parte de los casos reportados con enfermedad cerebrovascular y la COVID-19 presentaron una afección cerebral más severa observado como enfermedad de vasos múltiples o bien un infarto cerebral masivo, con el consecuente riesgo mayor de discapacidad funcional o incluso muerte, principalmente relacionado en aquellos pacientes que presentaron la forma grave de la enfermedad principalmente en los que ameritaron ventilación mecánica prolongada.

Encefalopatía: La aparición de esta enfermedad en pacientes con la COVID19 se puede explicar por el neurotropismo que existe en el SARS-Cov-2, dando como resultado daño al tejido encefálico mediado inmunológicamente por actividad elevada de interleucinas. Dentro de los síntomas relacionados a la aparición de la misma se ha visto alteraciones en el estado de conciencia, delirio en las etapas tempranas de la enfermedad e incluso llegando al coma. ¹⁵

Síndrome de Guillain Barre: En la ola inicial a nivel mundial de la COVID-19 se notó una mayor incidencia de Síndrome de Guillain Barre por lo cual se empezó a considerar su posible asociación. ¹⁰

La fisiopatología detrás del Síndrome de Guillain Barre relacionado a la COVID-19 sigue el principio base en la patogenia de dicho síndrome, es decir, por el mimetismo celular que podría producir el virus y que lleva a la producción de anticuerpos antigangliósidos. En relación al antígeno desencadenante de dicho mimetismo se ha observado que la proteína pico del SARS-Cov-2, podría convertir a los gangliósidos en un objetivo para las reacciones autoinmunes dirigidas a las neuronas del Sistema Nervioso Periférico, incluso el edema inflamatorio de las raíces nerviosas parece ser una característica de los pacientes con SGB inducido por COVID-19.

Se han estudiado casos de Síndrome de Guillain Barre en pacientes que se encontraban sin datos clínicos de infección por la COVID-19 pero con pruebas serológicas de IgG positivas para SARS COV2, encontrando que la misma tenía un inicio 3 semanas después de dicha prueba, aunque esta cifra puede llegar hasta los 33 días de acuerdo a otros autores. Otras revisiones sistemáticas encontraron que la enfermedad se llegaba a presentar en una media de 55 años, y predominantemente en hombres.

Dentro del cuadro clínico se llegó a documentar la afectación de pares craneales hasta en un 16,7% de los casos, y los síntomas sensoriales los más frecuentes en un 72,2%. Es importante destacar que en las muestras de LCR evaluados no se encontró ARN de SARS-CoV-2. Incluso se ha observado en los pacientes estudiados que existe una amplia variabilidad en relación al tiempo de presentación de la enfermedad e incluso se han reportado casos postinfecciosos tardíos.¹⁰

En otro estudio en el que se evaluó a 5 pacientes la edad osciló entre los 50 y los 70 años se observó que los síntomas iniciales para el Síndrome de Guillain Barre fueron debilidad de las extremidades inferiores y parestesias, así como diplejía facial seguida de ataxia y parestesia incluso llegando a ameritar tres de estos pacientes ventilación mecánica, en estos pacientes el análisis de LCR se reportó con proteinorraquia en dos pacientes y linfocitorraquia en todos los casos, cabe destacar que al igual que en los estudios previos la PCR de LCR para la COVID-19 fue negativa en todos los pacientes.

Dentro de los estudios de conducción nerviosa se encontraron datos concluyentes con una neuropatía desmielinizante en dos pacientes, y el resto de los pacientes se encontró que fueron diagnosticados como variantes axonales.¹³

Síndrome post covid: Existen hipótesis actuales que sugieren que en pacientes recuperados de la COVID19 podría permanecer latente el virus SARS-CoV-2 en el sistema nervioso central e incluso pudiendo llegar a reactivarse y desencadenar complicaciones neurológicas.

En este aspecto se ha establecido el síndrome post-COVID el cual se caracteriza por síntomas relacionados con inflamación residual, daño orgánico, impacto en comorbilidades preexistentes o efectos secundarios a la hospitalización o ventilación mecánica prolongada. ¹⁵

COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS PERIFÉRICAS:

POLINEUROPATÍA SIMÉTRICA EN LA COVID-19:

En el pasado se ha descrito la asociación neurotrópica del coronavirus y su relación con el sistema nervioso periférica, en la pandemia por el virus del SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Severo) se identificaron varios casos de pacientes que presentaban polineuropatía, miopatía o ambas. Por otro lado, en la infección por MERS (Síndrome Respiratorio de Oriente Medio) se informó de casos compatibles por clínica con el diagnóstico de polineuropatía por enfermedad crítica.

Los datos con respecto al SARS COV2 aun se encuentran en estudio, sin embargo, se han publicado varios estudios donde se señala la probable asociación del virus con el desarrollo de polineuropatía.

En un reporte de caso en una mujer de 68 años la cual fue diagnosticada con enfermedad por la COVID 19, en su tercer día de estancia intrahospitalaria comenzó con hipotonía generalizada en las extremidades inferiores, debilidad bilateral en la evaluación motora y ausencia de reflejos tendinosos profundos, los pares craneales y fueron normales, con base en estos hallazgos se sugiero la probable presencia de una polineuropatía sin embargo la paciente falleció antes de que se realizara una evaluación paraclínica más completa, sin embargo al no existir síntomas preexistentes o relación con otras causas que pudieran explicar dicho fenómeno como medicamentos o neuropatía toxica se concluyó que se podía considerar el diagnóstico en esta paciente de una polineuropatía de enfermedad crítica (CIP) o bien de un síndrome de Guillain-Barré GBS. ¹⁶

HALLAZGOS ELECTROFISIOLÓGICOS RELACIONADOS CON LA COVID-19:

En otro estudio realizado en un paciente masculino de 60 años con la COVID-19 que ameritó manejo en Unidad de Cuidados Intensivos y ventilación mecánica se observaron complicaciones tales como neumonía asociada al ventilador, complicaciones gastrointestinales y lesión renal aguda que ameritó tratamiento con hemodiálisis, en dicho paciente se realizaron velocidades de neuroconducción en su día 29 de internamiento debido a que se observaron con alteraciones sensoriales y motoras en relación a una polineuropatía del enfermo crítico, el paciente fue extubado en su día 55 de estancia intrahospitalaria, y manifestó síntomas como debilidad de

extremidades superiores, hipoestesia en los dermatomas de C8 y T1 así como dolor neuropático, se decidió repartir los estudios de neuroconducción en el día 85 posterior a sus internamiento y se reportaron datos de una neuropatía periférica representada como una neuropatía axonal sensorial y motora sin embargo contaba con la característica de presentarse mayormente en nervios superiores con preservación de la fuerza de miembros inferiores, e incluso se documentó una pérdida axonal mínima en los músculos distales. Este patrón no es típico de una miopatía del enfermo crítico por lo que se consideró la posibilidad de una pérdida de fibras nerviosas periféricas motoras y sensoriales preferenciales que comprometiera a las fibras nerviosas del plexo braquial bilateralmente o bien una combinación de una neuropatía sensorial más una radiculopatía cervical localizada a nivel de C7-T1. Por dichos motivos se decidió realizar una resonancia magnética del plexo braquial y de la columna cervical la cual no reportó datos de alguna lesión en alguna de estas estructuras.

Se consideró el diagnóstico diferencial con el síndrome de Guillain Barre, sin embargo diferenciar algunas variantes axonales del mismo con la polineuropatía del enfermo crítico puede resultar complejo, uno de los puntos que mayormente ayudarían a otorgar claridad en esta situación sería el tiempo de aparición de la sintomatología ya que mientras la polineuropatía del estado crítico aparece en el periodo de mayor severidad de la enfermedad y permanece mientras el paciente se encuentra en UCI, el síndrome de Guillain Barre ocurre después del periodo agudo de la enfermedad y permanece posterior al internamiento en UCI.

Los datos de afección a los pequeños vasos, y el estado de hipercoagulabilidad observados en la enfermedad COVID-19 resultan en posibles mecanismos a través de los cuales se expliquen las neuropatías periféricas en dichos pacientes:³

En otro reporte de caso se estudió un paciente femenino de 62 años, con diagnóstico de COVID 19 la cual ameritó internamiento en UCI por 30 días, fue derivada a una unidad de rehabilitación debido a debilidad y atrofia de los miembros inferiores. Se encontraba en su día 80 postinternamiento cuando se decidió realizar estudios electrofisiológicos en los que se encontró que los estudios de conducción nerviosa mostraron neuroconducciones sensoriales normales, y por otro lado afección de los potenciales musculares compuestos en donde se observaba potenciales de baja amplitud en los nervios peroneo y tibial, se realizó de igual manera electromiografía reportando miopatía en los músculos proximales de los miembros superiores y en los músculos proximales y distales de los miembros inferiores, encontrando principalmente alteraciones en el cuádriceps y tibial anterior. Se concluyó que la paciente presentaba una miopatía con afección predominante de la musculatura proximal de las extremidades inferiores

probablemente racionada con una miopatía adquirida en UCI, sin embargo en otros estudios realizados en pacientes postmortem fallecidos por la variante SARS del coronavirus en 2002 se identificaron cambios miopáticos por lo que no se descarta que la infección por SARS-CoV-2 pueden relacionarse a diversas complicaciones neurológicas por la acción viral de manera directa o indirectamente.¹⁷

En otra investigación realizada en Italia se incluyeron 12 pacientes con la COVID-19 que no ameritaron internamiento en la Unidad de Cuidados Intensivos con el objetivo de descartar la presencia de polineuropatía o miopatía del estado crítico, se realizaron estudios de neuroconducción, electromiografía cuantitativa y biopsia muscular. La valoración neurofisiológica se realizó entre el día 5 al 48 posterior al inicio de los síntomas, en ella se reportó que en las velocidades de neuroconducción únicamente se encontraron alteraciones consistentes en ausencia del potencial nervioso sensitivo del nervio sural bilateral en un paciente, el resto sin alteraciones en las neuroconducciones. En relación a la miografía se encontraron potenciales de unidad motora con las siguientes características: corta duración, baja amplitud, potenciales polifásicos y un patrón de reclutamiento temprano, dichas alteraciones se encontraron predominantemente en musculatura proximal como trapecio, psoas y deltoides, con dicha información se concluyeron los estudios compatibles con una miopatía.

La expresión de ACE2 no solo se observa en tejido pulmonar, sino que también se ha observado su expresión en el músculo esquelético por lo que no se descarta la posibilidad de que el SARS-Cov-2 puede tener tropismo por el músculo esquelético causando daño directo a dicho tejido. Por otro lado, la hiperactivación del estado inmunológico debido a la tormenta de citocinas y el mimetismo molecular entre proteínas virales y musculares específicas podría explicar las alteraciones observadas en a nivel muscular en estos pacientes.¹⁸

En otra publicación se examinaron 23 pacientes que se encontraban en periodo de recuperaban por COVID-19, de estos pacientes 2 pacientes ameritaron internamiento en UCI y 1 paciente tenía el antecedente de polineuropatía diabética por lo que fueron excluidos por tener probable asociación con miopatía y polineuropatía obteniendo un total de 20 pacientes. Los hallazgos reportados en la electroneuromiografía fueron los siguientes:

En relación a los estudios de neuroconducciones nerviosas tanto motoras como sensitivas no mostraron diferencias significativas en relación a los valores observados en las velocidades de neuroconducción, las latencias y las amplitudes en los nervios ulnar, peroneo, tibial, ulnar, sural y dorsal. Con respecto a la miografía ningún paciente presentó actividad de membrana anormal

específicamente potenciales de fibrilación u ondas agudas positivas en ningún músculo examinado. En relación al análisis de las características del potencial de unidad motora se observó una duración disminuida con y sin amplitud disminuida, presencia de potenciales polifásicos en uno o más músculos, el patrón de interferencia fue completo y baja amplitud concluyendo dicho estudio compatible con una miopatía.

En este estudio se compararon las características de la presentación clínica de los pacientes con los cambios miopáticos presentes o no en el estudio de electrodiagnóstico, se encontró que la fatiga física y las mialgias fueron más frecuentes en los pacientes con datos de miopatía en los estudios de electrodiagnóstico que en aquellos que no presentaban cambios miopáticos. No se encontraron diferencias significativas en relación a la edad, el sexo, el índice de masa corporal (IMC), la hospitalización, el tratamiento con oxígeno durante la fase aguda de la enfermedad, ni con el número de días desde la infección aguda hasta la evaluación neurofisiológica.

En este grupo de pacientes no se encontraron cambios que pudieran sugerir la presencia de una mononeuropatía o de una polineuropatía a pesar de que algunos de los pacientes presentaban alteraciones sensoriales, ya que en al menos 17 pacientes se encontraron síntomas compatibles con una polineuropatía simétrica distal, sin embargo dadas las características de los síntomas en estos pacientes, presentados como parestesias y dolor de tipo ardoroso estos podrían sugerir el diagnóstico de una neuropatía de fibras pequeñas no valorable en un estudio cualitativo de electrodiagnóstico.¹⁹

En una serie de casos realizada por Daian et al se estudiaron a 3 pacientes todos recuperados de la COVID-19 los cuales ninguno ameritó admisión en cuidados intensivos, ni presentó una forma grave de la enfermedad, en estos pacientes se realizaron estudios electrofisiológicos y los hallazgos con relación a los estudios de conducción nerviosa fueron latencias distales prolongada, bloqueo de la conducción y ausencias de ondas F en los diferentes nervios estudiados. Con relación a la electromiografía se observaron las características que ya se han descrito previamente, es decir potenciales de unidad motora con duración disminuida, amplitudes pequeñas, así como datos de patrones de reclutamientos completos, aunque tempranos. Cabe destacar que en estos estados dos de los pacientes evaluados presentaban antecedentes de diabetes mellitus y con ella la probable asociación con una polineuropatía diabética que pudieran explicar la presencia de los bloqueos de la conducción parcial o completo en los nervios evaluados, así como la prolongación de las latencias y la ausencia de las ondas F. El patrón observado en la miografía sigue sugiriendo la presencia de cambios miopáticos relacionados a la enfermedad, en este estudio se destaca que la afección observada en los potenciales de unidad

motora sugiere una acción directa del virus en la fibra muscular con un predominio mayor en las extremidades inferiores.²⁰

En un estudio realizado en Pakistán en este año se investigaron 18 pacientes los cuales fueron referidos para estudios de electrodiagnóstico con el antecedente de haber padecido la COVID-19 en su forma severa y que hubieran ameritado hospitalización, de esta investigación se obtuvieron los siguientes hallazgos: se encontró una gran prevalencia de miopatía en dichos pacientes, la presencia de neuropatía axonal agregada a la miopatía fue otro hallazgo predominante, en un paciente se determinó la presencia de la variante de neuropatía axonal (AMSAN) del Síndrome de Guillain Barre. Dentro de los hallazgos en pacientes que no ameritaron intubación orotraqueal además de lo ya previamente mencionado se encontraron presencia de mononeuropatías peroneas y ulnares de manera unilateral y bilateral.²¹

No solo se han observado datos sugerentes de polineuropatías o miopatías en los pacientes recuperados de la COVID-19, en una serie de casos evaluada por Needham et al se estudiaron 11 pacientes que tuvieron la forma severa de la enfermedad y que ameritaron internamiento en cuidados intensivos, en ellos se observó que presentaban neuropatías posteriores al retiro de la sedación, todos estos pacientes presentaron debilidad relacionada con la sarcopenia adquirida con el internamiento en UCI, sin embargo en ellos no se observaron alteraciones en la electromiografía sugerentes de miopatía ni tampoco datos de desmielinización en los segmentos evaluados que pudieran sugerir la presencia de una polineuropatía desmielinizante sino que el total de pacientes mostro datos de pérdida axonal focalizada con datos de denervación en la miografía, la amplitud de los potenciales nerviosos sensitivos y motores se observó disminuida en estos músculos que se vieron comprometidos en la miografía. Se encontró en los estudios de electrodiagnóstico que el compromiso nervioso fue irregular con algunos grupos nerviosos más afectados, encontrando principalmente alteraciones en el nervio ciático, en el nervio femoral, y en los plexos braquial y lumbosacro, cabe destacar que a estos pacientes se les realizó una resonancia magnética de estas estructuras con el objetivo de evidenciar alguna lesión que pudiera explicar dichas alteraciones, sin embargo, no se objetivaron lesiones significativas. Observando estos datos se concluyó que los pacientes presentaban datos sugerentes de una mononeuritis múltiple.

Aún se desconoce la etiología que pudiera ocasionar estas neuropatías, si bien se ha reconocido como probable causa de las mismas la presencia del posicionamiento en la unidad de cuidados intensivos, se cree que los pacientes que se encuentran bajo el curso de la COVID-19 sean más susceptible a dichas alteraciones que los pacientes que no presentan dicha enfermedad. La

etiología subyacente de estas neuropatías aún no se ha establecido. Sin embargo, en los pacientes evaluados en este estudio se observó que no presentaban lesiones en los lugares típicos de compresión o tracción, sino que por la localización tenían mayor relación a neuropatías de tipo vascular.²²

La importancia del estudio de electrodiagnóstico en el paciente con la COVID 19 radica en ser una herramienta útil no solo en el diagnóstico de las complicaciones neurológicas derivadas de la misma, sino en el seguimiento posterior de estas enfermedades, de igual manera pueden representar un método objetivo de demostrar los cambios observados en estos pacientes cuando se utilizan métodos de tratamiento no farmacológico como la neurorrehabilitación.

Avenali y colaboradores realizaron un estudio en el cual se evaluaron a 5 pacientes con presencia de manifestaciones neurológicas post infección por la COVID-19, los cuales se encontraban en un programa intensivo e individualizado de rehabilitación con un seguimiento a los 3 y 6 meses.

Inicialmente en 3 de los pacientes se observaron datos clínicos sugerentes de una polirradiculoneuropatía con predominante daño axonal compatible con enfermedad de Guillain Barre, electrofisiológicamente se identificó datos de daño axonal severo y la miografía se objetivaron principalmente datos de actividad espontánea consistente en potenciales de fibrilación y ondas agudas positivas de manera abundante, reclutamiento disminuido de los potenciales de Unidad Motora principalmente en músculos distales de las extremidades, sin embargo los parámetros de duración y amplitud de los potenciales de Unidad Motora se mantuvieron dentro de parámetros normales. Dos de estos casos presentaban la variante desmielinizante aguda y el resultado posterior al programa de rehabilitación fue que uno de ellos tuvo mejoría funcional y en los valores electrofisiológicos a los 6 meses con recuperación de la marcha, mientras que el otro paciente persistió con alteración neurológica necesitando ayuda para lograr la marcha. En otro paciente se observó la variante axonal motora del síndrome de Guillain Barre sin embargo lo interesante del caso se observó en que dicho paciente presentó mejoría con relación a las manifestaciones clínicas sin embargo en el estudio de electrodiagnóstico no se encontraron diferencias significativas.

En los otros dos pacientes se observó inicialmente datos clínicos consistentes con presentaron déficits sensoriales y motores progresivos en miembros inferiores más disfunción vesical. Los estudios de electroneuromiografía se reportaron como normales, sin embargo, al realizar estudios de Potenciales Evocados Motores se observaron alteraciones en el haz corticoespinal en miembros inferiores, concluyendo en estos pacientes el diagnóstico de una mielitis transversa. En

ellos posterior al programa de rehabilitación se observó una mejoría considerable de su situación funcional.

La importancia de este estudio radica principalmente en que si bien se han realizado diversas investigaciones en relación a las complicaciones neurológicas derivadas de la infección por SARS COV2 realmente las investigaciones relacionadas a los hallazgos electrofisiológicos de la enfermedad aún son escasas, lo cual debería extenderse más allá de solo documentar las mismas, sino que como se expuso previamente el estudio electrofisiológico de las mismas puede ser un método bastante objetivo de los cambios observados en estos pacientes, mucho más si los sometemos a un programa de rehabilitación, y poder conocer si estos programas resultan favorables en el pronóstico de la enfermedad.²³

JUSTIFICACIÓN

Actualmente las pruebas electrofisiológicas pueden ser una herramienta para el diagnóstico precoz y el pronóstico en las enfermedades del sistema nervioso producido por la enfermedad por SARS-Cov-2 tanto a nivel periférico como central.²³

Las secuelas neurológicas que son consecuencia de la COVID-19 son frecuentes y pueden llegar a afectar la capacidad funcional y la calidad de vida de los pacientes. El pronóstico para la recuperación neurológica de estos pacientes debe evaluarse de forma individualizada, por lo que se necesitan más estudios que integren un protocolo específico para evaluar dicha recuperación, así como para evaluar el impacto de intervenciones específicas y el pronóstico de dichos pacientes. Por otro lado, las pruebas electrofisiológicas no solo nos pueden orientar para el diagnóstico sino también ser una herramienta objetiva para evaluar los recursos no farmacológicos relacionados en el tratamiento de las secuelas neurológicas de estos pacientes, tales como la neurorrehabilitación.^{15, 23}

Actualmente el uso de la electromiografía en todos los pacientes que se encuentran en recuperación por una enfermedad grave o crítica por SARS-Cov-2 pueden otorgar información clara sobre la gravedad de la enfermedad, inclusive el análisis de los cambios miopáticos podrían arrojar luz sobre la historia natural de la enfermedad e incluso se podría con los estudios suficientes llegar a determinar si el daño miopático podría representar una pieza fundamental en el desarrollo posterior de síntomas musculoesqueléticos, como debilidad, dolor y fatiga. De esta manera conocer e identificar de manera precoz el pronóstico del paciente, así como las necesidades de rehabilitación y maximizar el retorno funcional de estos pacientes.¹⁸

De acuerdo a lo anteriormente descrito durante la investigación se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los hallazgos observados en los estudios de electroneuromiografía en pacientes recuperados de enfermedad crítica y grave en COVID-19?

OBJETIVOS

El objetivo general de esta investigación fue describir los hallazgos electroneuromiograficos observados en pacientes recuperados de enfermedad grave y crítica en COVID-19.

Específicamente se procedió a describir las alteraciones en los estudios de neuroconducción sensitiva y motora de los pacientes recuperados de la COVID-19 grave y crítica, así como la descripción de las alteraciones en los estudios de miografía en los mismos pacientes y determinar la importancia del estudio de electroneuromiografía en el pronóstico de los pacientes dentro de la evaluación post COVID-19.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio es un estudio analítico de prevalencia realizado en 20 pacientes que presentaron la forma grave y crítica de la COVID-19, derechohabientes de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI.

Se tomaron en cuenta para la realización del presente estudio 2 variables independientes, las cuales fueron: COVID 19 afectación crítica, el cual podemos definirlo como aquellos pacientes con síntomas que cumplen la definición de caso de COVID-19 y que ameritaron ventilación mecánica invasiva prolongada; la otra variable independiente fue: COVID 19 afectación grave, dicha variable se definió como aquellos pacientes con síntomas que cumplen la definición de caso de COVID-19 y que presentan signos clínicos de neumonía (fiebre, tos, disnea, respiración rápida) acompañados del menos uno de los siguientes: Frecuencia respiratoria superior a 30 respiraciones por minuto, dificultad respiratoria grave, SpO₂ < 90% al aire ambiente. Ambas variables se identificaron a través de la historia clínica, los datos recabados en el instrumento de recolección así como en lo expresado en el expediente electrónico del IMSS.²⁴

Dentro de las variables dependientes se utilizaron: 1) Estudios de neuroconducción sensitiva, definido como la respuesta bioeléctrica obtenida después de aplicar un estímulo en las fibras sensitivas, se realizó sobre los nervios: mediano, ulnar, tibial y peroneo superficial y como medición se tomaron en cuenta la latencia de pico, la duración y la amplitud. 2) Estudios de neuroconducción motora, entendido como la respuesta bioeléctrica obtenida después de aplicar un estímulo en las fibras motoras de los nervios: mediano, ulnar, tibial y peroneo., evaluándose de cada uno de ellos la latencia de inicio, amplitud y velocidad de neuroconducción. 3) Miografía, siendo identificada como la evaluación que se realiza a través de un electrodo de aguja del impulso neural provocado por la descarga sincrónica de todas las fibras musculares inervadas produciendo un potencial de unidad motora. De esta variable se tomaron a consideración las siguientes mediciones: análisis de la inserción, actividad espontánea anormal en reposo, Potencial de acción de unidad motora, patrón de activación y de interferencia observado en los músculos a evaluar. 4) Onda F, es aquella respuesta motora tardía que deriva del recorrido antidrómico ascendente en el nervio hasta las células del asta anterior generando un potencial ortodrómico, fue obtenida en los nervios: ulnar y tibial.^{25,26}

Como variables demográficas se tomaron en consideración el género de cada participante como la condición orgánica que distingue al hombre de la mujer, y la edad entendida como el tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento.²⁷

Se determinaron los siguientes criterios de inclusión para los participantes candidatos: sujetos mayores de 18 años y menos de 65 años y de cualquier género, que hubieran padecido COVID 19 en los 9 meses anteriores al momento del estudio y que hubieran ameritado hospitalización por enfermedad grave o crítica, pacientes que fueran referidos del servicio de Rehabilitación Pulmonar o del servicio de consulta externa de Rehabilitación dentro de la UMFRSXXI, pacientes que aceptaron participar en el estudio previamente firma de consentimiento informado. Se excluyeron a aquellos pacientes que tuvieron COVID-19 en los 9 meses anteriores al estudio y que presentaran previamente alguna de las siguientes enfermedades: Diabetes Mellitus, Miopatías, Neuropatías, Polineuropatías Desmielinizantes agudas o crónicas, Polineuropatía sensorio-motora axonal, Plexopatías, Radiculopatías o lesión medular, pacientes con diagnóstico previo clínico o electroneuromiográfico de Polineuropatía Motora, Sensitiva o mixta del tipo axonal o desmielinizante, pacientes que no toleren o acepten la realización del estudio de electroneuromiografía. Se decidió eliminar a los pacientes que por alguna razón no completaron el estudio, pacientes que decidieron no firmar el consentimiento informado y pacientes no sean derechohabientes del IMSS.

Con relación al procedimiento sobre el cual nos basamos para realizar la investigación captamos pacientes quienes acudieron a valoración de primera vez o subsecuente a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI ya fuese en el servicio de consulta externa o Rehabilitación pulmonar, se les invitó a participar en el estudio y aquellos pacientes que fueron candidatos se les solicitó autorización bajo consentimiento informado (ANEXO 1) firmado por el paciente. Realicé una breve valoración médica con anamnesis y búsqueda intencionada de antecedentes previos a la enfermedad por COVID19 de polineuropatía o miopatía que pudieran interferir con los resultados del estudio, así como síntomas o signos sugestivos de la enfermedad con el objetivo de identificar la presencia de probables alteraciones electrofisiológicas relacionadas con el espectro clínico del paciente estos datos fueron registrados en el ANEXO 2.

Se otorgaron citas a cada uno de los pacientes para realizar el estudio de electroneuromiografía, y se realizó en cada uno de ellos estudio de neuroconducción nerviosas sensitiva y motora para los siguientes nervios: ulnar, mediano, peroneo y peroneo superficial, así como tibial de manera bilateral, de acuerdo a las técnicas para evocación de dichos potenciales descritos en el ANEXO 3. De igual manera se realizó electromiografía a los músculos: deltoides, palmar mayor y extensor del índice, primer interóseo dorsal de extremidades superiores, así como vasto medial, tibial anterior, gastrocnemio medial y peroneo lateral largo de extremidades inferiores registrando los siguientes parámetros: potencial de inserción, actividad espontánea anormal, Potencial de acción

de Unidad motora, patrón de actividad y patrón de interferencia. Como estudios especiales se realizó Onda F del nervio ulnar para las extremidades superiores y nervio tibial para las extremidades inferiores.

Cabe destacar que el equipo que utilizamos fue de la marca NATUS con No. De serie: 2010/80093916. Se realizaron los siguientes ajustes al equipo de electromiografía velocidad de barrido ajustada a 5 o 10 ms/división. Sensibilidad ajustada a 100 o 200 mV / división. Los ajustes del filtro fueron 10 Hz y 10 kHz.

Los datos obtenidos de dichos estudios se recabaron en la hoja de recolección de datos de cada paciente incluido en este estudio (ANEXO 2) y se procedió a realizar el análisis de los resultados obtenidos, comparando los mismos con valores internacionales descritos por en la literatura. A cada paciente se le entregó una copia de su estudio, así como explicación detallada de los hallazgos observados.

El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva, para las variables cuantitativas obteniendo medidas de tendencia central incluyendo tablas con frecuencias, porcentajes.

Los recursos humanos que se utilizaron fueron médicos rehabilitadores adscritos a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI y el médico residente de cuarto año encargado de hacer la recolección de datos y realización del estudio en los pacientes seleccionados. Los recursos materiales que fueron necesarios para este estudio: equipo de electromiografía marca NATUS con dos o más canales, bajo nivel de ruido, CMRR alto, montaje programable de la caja de conexiones del electrodo, estimulador, laptop; cables con electrodo de barra, gel y cinta adhesiva; hojas de papel, lápiz, bolígrafo, computadora e impresora, así como los propios de la institución: equipo de electrodiagnóstico. Los recursos económicos para la realización del estudio de investigación se llevaron a cargo del médico residente.

Este trabajo no recibió apoyo ni inversión por parte de instituciones, asociaciones privadas ni públicas. Se contó con la infraestructura y los equipos de electrodiagnóstico necesarios para la realización de este estudio de investigación.

Esta investigación fue factible de realizar ya que contó con los recursos humanos, materiales, financieros necesarios. El personal se encontraba capacitado para poder realizar dichos estudios, y la unidad hospitalaria donde se realiza cuenta con la infraestructura clínica necesaria por lo que se considera factible realizar este estudio.

Como parte de los requisitos para especialidades médicas, este proyecto será difundido por medio del catálogo de tesis de postgrado de la Universidad Autónoma Nacional de México y se podrá encontrar al momento de su publicación en la base de datos de “TESIUNAM”, en la cual requisitado los datos necesarios en la página de internet, cualquier persona mexicana o extranjera que tenga acceso a internet libre, un equipo de cómputo capaz y conozca los datos para localizarla podrá acceder a la información contenida en este documento. Se entregará la tesis en versión física en la Biblioteca de la UMFRSXXI en la cual cualquier persona que cumpla los requisitos podrá consultar su información.

Al dar cumplimiento a los parámetros de calidad requeridos se hará difusión del presente trabajo por medio de Cartel Científico en el Foro de discapacidad del año en curso en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI.

ASPECTOS BIOÉTICOS

El presente estudio se encuentra apegado a las enmiendas especificadas en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud así como a la Declaración de Helsinki.

El reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud comenta en su artículo 14 que toda Investigación que se realice en seres humanos deberá desarrollarse conforme bases importantes como las siguientes: Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, especialmente en lo que se refiere a su posible contribución a la solución de problemas de salud y al desarrollo de nuevos campos de la ciencia médica, contará con el consentimiento informado del sujeto en quien se realizará la investigación, o de su representante legal, en caso de incapacidad legal de aquél que se esté estudiando, ambos puntos cumple la presente investigación. De igual manera este estudio sometido a evaluación por el Comité Local de Investigación en Salud para su valoración como lo dicta la fracción VII del artículo 14 de la ley general de salud en materia de investigación.

El estudio realizado en seres humanos de acuerdo al artículo 17, califica a dicha investigación como riesgo mínimo debido a que se caracteriza por ser un estudio prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos común de diagnósticos rutinario, un procedimiento el cual no presenta efectos adversos severos que atenten contra la salud o la vida de los sujetos y que podrá aportar información importante acerca de los cambios electrofisiológicos presentados

en pacientes por COVID-19 y que podría ser el punto de partida para mayores investigaciones para relacionarlo con el curso de la enfermedad.

Se solicitó la previa firma de un consentimiento informado para la aplicación del tratamiento terapéutico como lo señala la fracción V del artículo 14 de la Ley General de Salud, y los sujetos tendrán la libertad para abandonar el estudio cuando así lo deseen,

De acuerdo al artículo 16 se protegerán los datos proporcionados por el paciente los cuales se utilizarán exclusivamente con fines de investigación. Durante todo el tiempo que dura el proyecto se protegerá la integridad del paciente, sin exponerlo a situaciones que pongan en peligro su vida o su integridad física.^{28,29}

Es importante mencionar que toda investigación médica está sujeta principios éticos cuyo fin es asegurar el respeto a todos los seres humanos y otorgar protección a los derechos individuales de cada persona. El presente estudio se apega a dichos principios de la siguiente manera:

En relación al principio de autonomía se suministró al paciente un consentimiento informado el cual deberá ser correctamente requisitado con el objetivo de que toda participación sea voluntaria, respetando la toma de decisiones individuales del paciente.

Con respecto al principio de no maleficencia: el objetivo de este estudio es ampliar el conocimiento con relación a las secuelas observadas en la enfermedad por COVID 19 sin embargo sin dañar en este proceso al paciente, evitando cualquier conflicto que pudiese llegar a ocasionarse en el paciente y con el mero objetivo de causar un bien en relación a la investigación en salud de los pacientes que tuvieron esta enfermedad de la cual aún se conoce poco, todo lo anterior con la intención de maximizar los beneficios que se puedan obtener de realizar estudios de electrodiagnóstico en los pacientes recuperados de COVID 19 con el objetivo de conocer las secuelas que pudieran ocasionar en ellos.

Y por último en relación al principio de justicia este estudio se realizará en todos los pacientes de una forma igualitaria sin otorgar alguna atención diferente ante las diversas situaciones que pudieran presentarse, manteniendo siempre la individualidad de todos los seres humanos.³⁰

RESULTADOS

En el presente estudio se obtuvo una muestra de 20 pacientes a conveniencia que acudieron a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI del IMSS, con diagnóstico de acuerdo a la definición operacional de COVID-19 grave o crítico y que cumplieron con los criterios de inclusión descritos previamente. De estos pacientes se reportaron los siguientes resultados.

1. Aspectos Demográficos

Se realizaron estudios de electroneuromiografía a 20 pacientes candidatos al protocolo, de los cuales 14 (70%) fueron del sexo masculino y 6 (30%) del sexo femenino.

La media muestral fue de 49.3 años, con una desviación estándar de 9.55 años, con una moda de 58 años y con una edad mínima de 31 años, así como una edad máxima de 65 años.

La edad de acuerdo a intervalos se observó de la siguiente manera: pacientes de 30 a 39 años= 3, pacientes de 40 a 49 años=8, pacientes de 50 a 59 años= 5 y pacientes de 60 a 65 años=4 pacientes.

En el siguiente apartado se describen las gráficas y tabla de frecuencias de edad:

Grafico 1. Distribución por Sexo

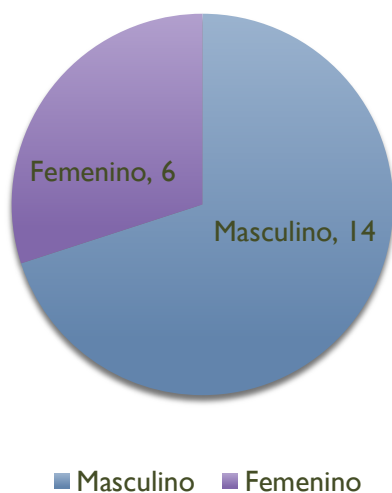


Tabla 1. Intervalos de frecuencia de edad.

Intervalo de edad	Total de pacientes	Porcentaje de pacientes
30 a 39 años	3	15%
40 a 49 años	8	40%
50 a 59 años	5	25%
60 a 65 años	4	20%

2. Evaluación de la gravedad y tiempo de evolución.

De los 20 pacientes evaluados, se encontró que 12 (60%) pacientes presentaron la forma crítica de la enfermedad, mientras que 8 (40%) pacientes presentaron la forma grave de la misma.

Con respecto al tiempo de evolución post COVID 19 se agrupó en los siguientes intervalos de acuerdo al momento en el cual se les realizó el estudio electroneuromiográfico: de 0 a 3 meses = 1 paciente (5%), de 4 a 6 meses= 11 pacientes (55%) y de 7 a 9 meses = 8 pacientes (40%).

Dichos datos podemos observarlos graficados y agrupados en los siguientes esquemas.

Grafico 2. Presentación de la enfermedad

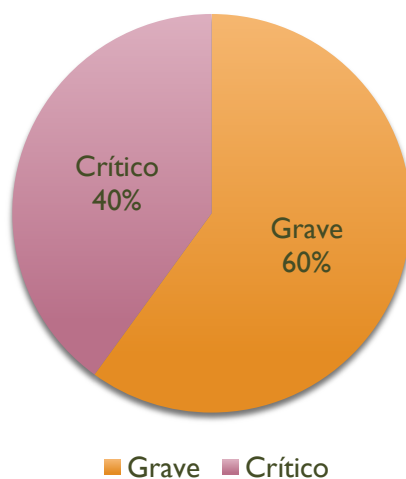


Tabla 2. Intervalos de evolución de la enfermedad

Intervalo de evolución	Total de pacientes	Porcentaje de pacientes
0 a 3 mees	1	5%
4 a 6 meses	11	55%
7 a 9 meses	8	40%

3. Evaluación neurofisiológica.

Con relación a los estudios electroneuromiográficos se evaluó en cada paciente estudios de neuroconducción sensitiva, neuroconducción motora, respuesta F y miografía reportando alteraciones en cada uno de estos aspectos que serán descritos a continuación.

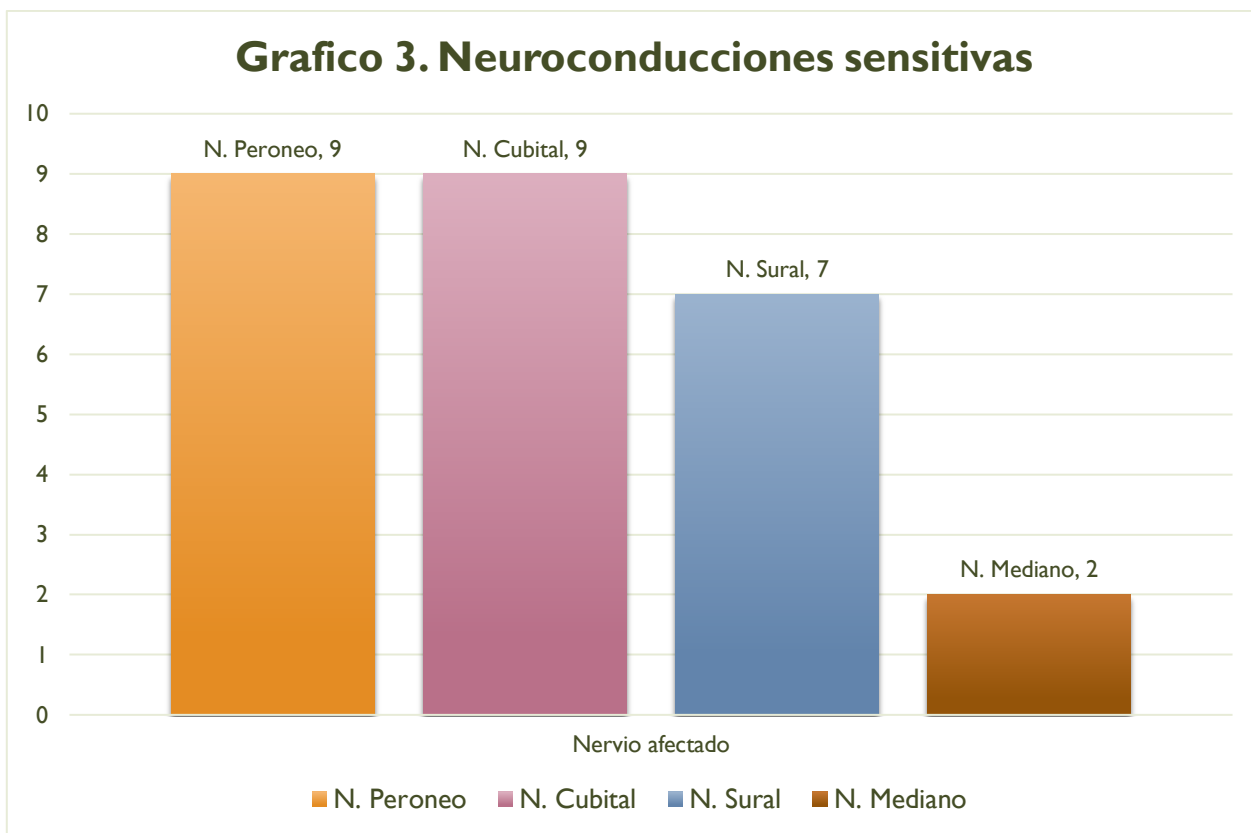
En relación a los estudios de neuroconducción sensitiva se observaron los siguientes hallazgos: 9 pacientes presentaron alteraciones en el nervio peroneo, 7 pacientes presentaron alteraciones en el nervio sural, 9 pacientes en el nervio ulnar y 2 pacientes en el nervio mediano.

Con respecto a los estudios de neuroconducción motora de los pacientes evaluados se reportó lo siguiente: 13 pacientes presentaron alteraciones en el nervio peroneo común, 10 pacientes en el nervio tibial y 9 pacientes en el nervio ulnar, ningún paciente mostró alteraciones en la rama motora del nervio mediano.

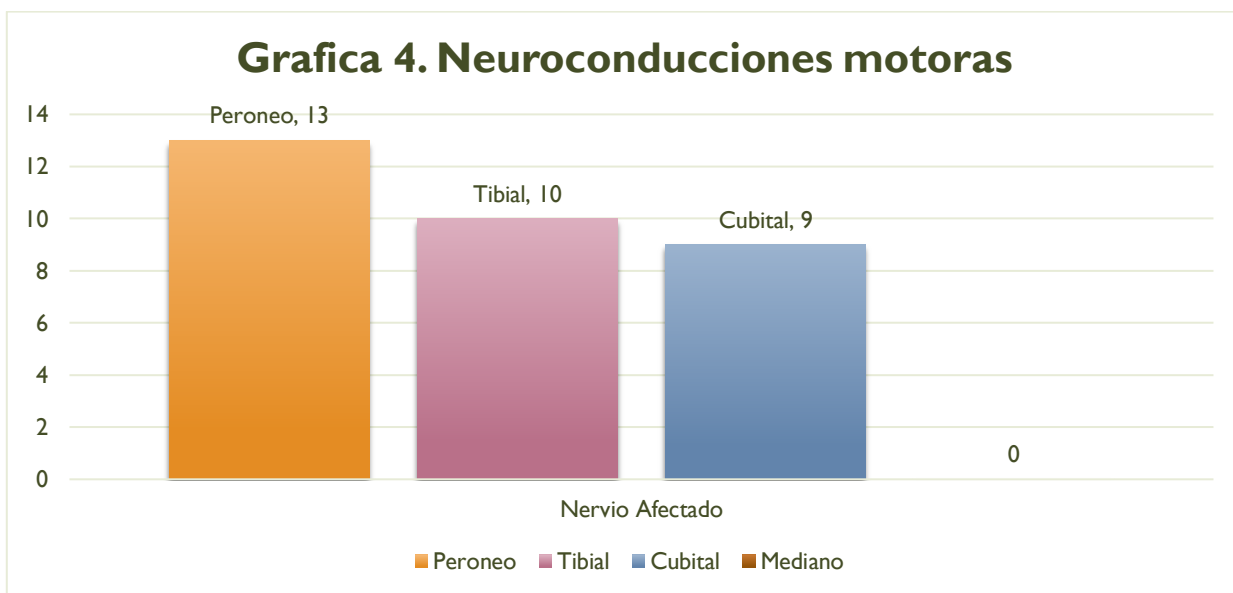
Con respecto a la onda F de los nervios evaluados, 6 pacientes presentaron alteraciones en el nervio ulnar, 6 pacientes en el nervio peroneo y 10 pacientes se reportaron con estudio de onda F normal.

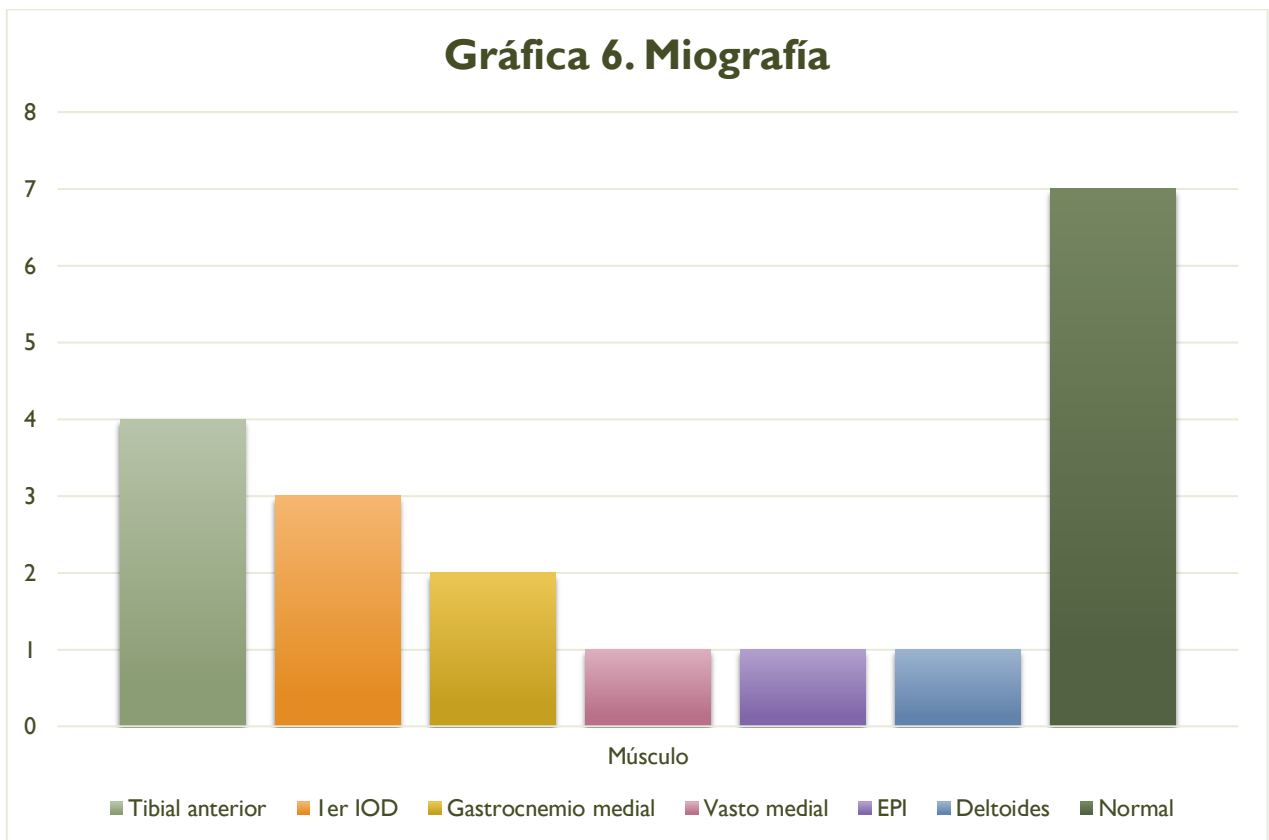
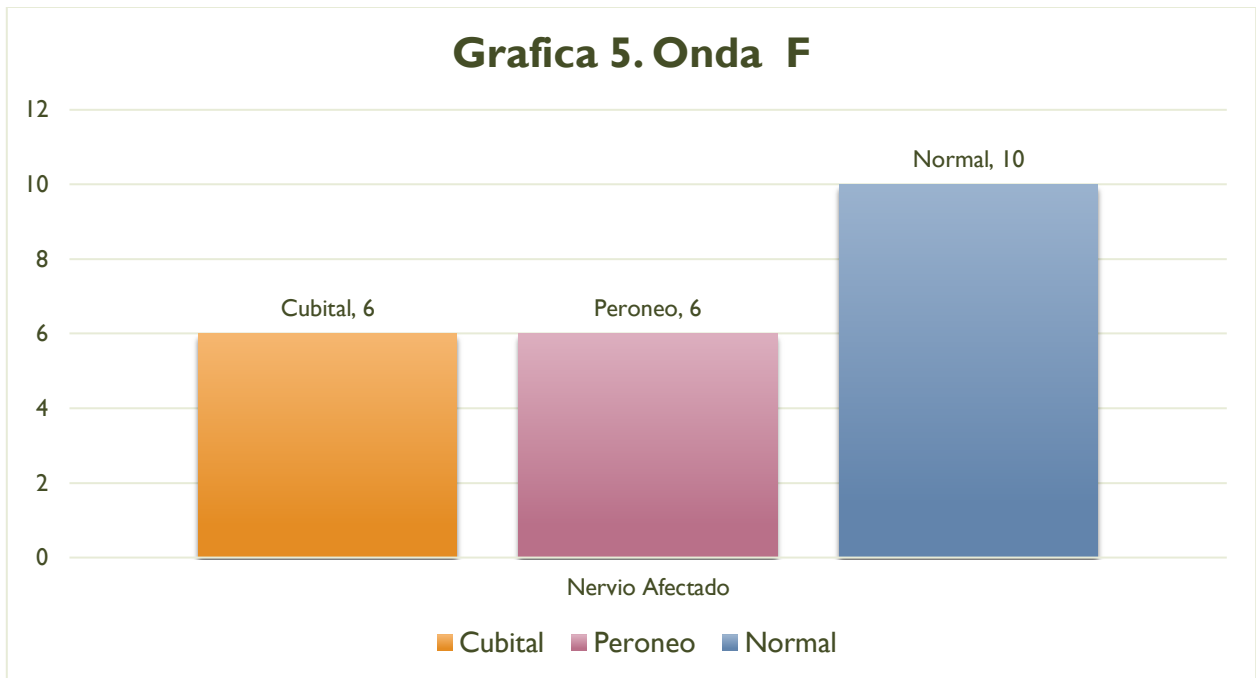
En relación a la miografía se hallaron anormalidades en los siguientes músculos: tibial anterior en 4 pacientes, primer interóseo dorsal en 3 pacientes, gastrocnemio medial en 2 pacientes y en vasto medial, extensor propio del índice y deltoides anormalidades en 1 paciente de cada musculo respectivamente, el estudio se reporto sin anormalidades en 7 pacientes. Con base en el estudio miográfico se pudo definir de acuerdo a los hallazgos reportados la presencia de patrón reinervativo en 11 pacientes (55%), patrón denervativo en 1 pacientes (5%) y hallazgos normales en 8 pacientes (40%), el patrón miopático no se encontró en ningún paciente.

El resultado de estos datos se puede observar en los siguientes gráficos.

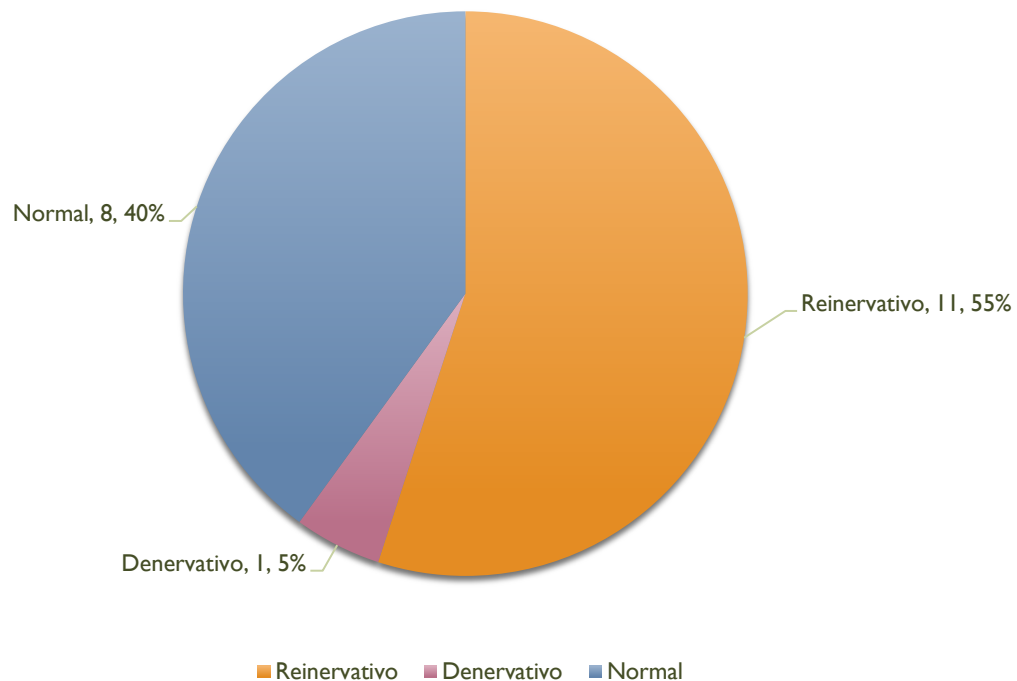


N= Nervio





Gráfica 7. Tipo de Patrón

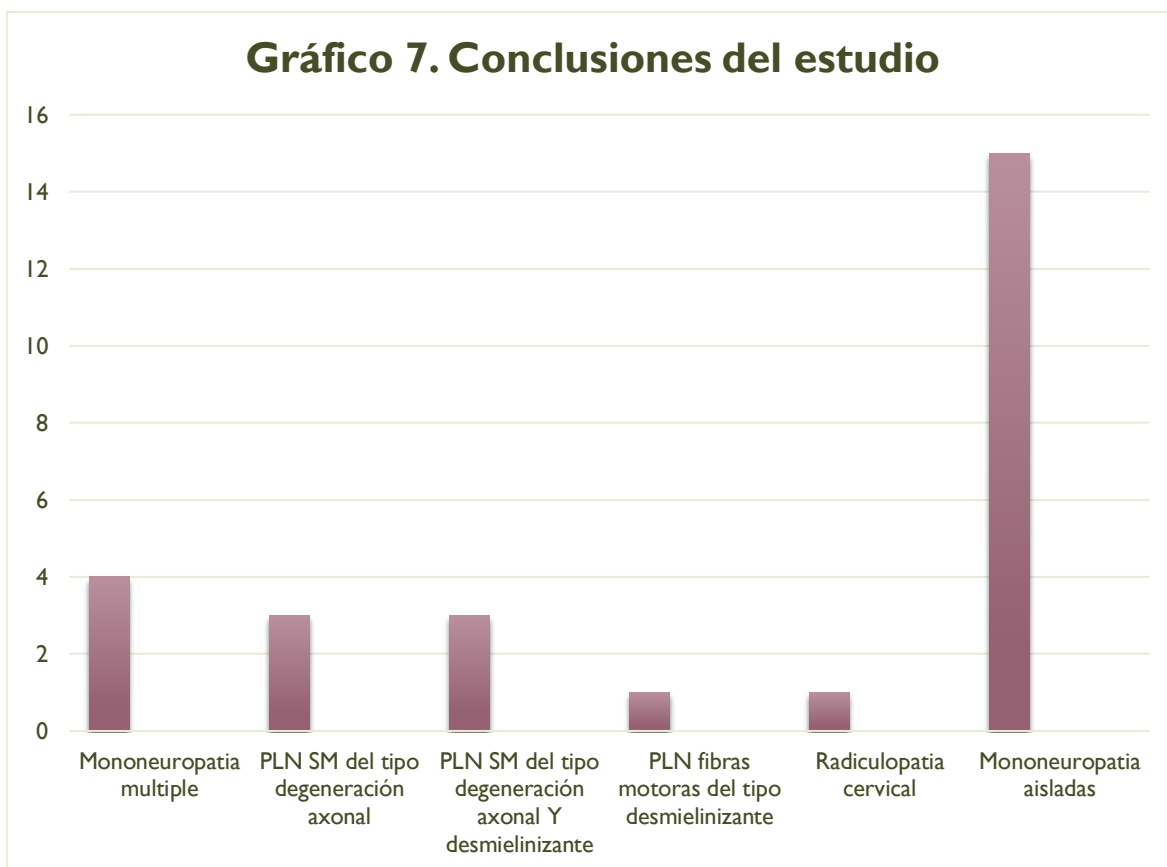


4. Conclusión del estudio electroneuromiográfico.

Con base en los hallazgos reportados de cada uno de los pacientes se encontraron las siguientes conclusiones: presencia de mononeuropatía múltiple en 4 pacientes, polineuropatía sensitivomotora del tipo de la degeneración axonal en 3 pacientes, polineuropatía de fibras sensitivomotoras del tipo de la degeneración axonal y desmielinizante en 3 pacientes, polineuropatía de fibras motoras del tipo desmielinizante en 1 paciente, radiculopatía cervical en 1 pacientes y mononeuropatías aisladas en 15 pacientes las cuales se desglosan de la siguiente manera: neuropatía de fibras sensitivo motoras de nervio peroneo del tipo de degeneración axonal en 5 pacientes, neuropatía de nervio peroneo de fibras sensitivomotoras del tipo desmielinizante en 3 pacientes, neuropatía de nervio ulnar de fibras sensitivomotoras del tipo de la degeneración axonal en 4 pacientes, neuropatía de nervio ulnar de fibras sensitivomotoras del tipo desmielinizante en 1 paciente, neuropatía de nervio sural del tipo de la degeneración axonal en 1 paciente, neuropatía de nervio tibial del tipo de la degeneración axonal en 1 paciente y neuropatía de nervio mediano de fibras sensitivas del tipo desmielinizante en 1 paciente.

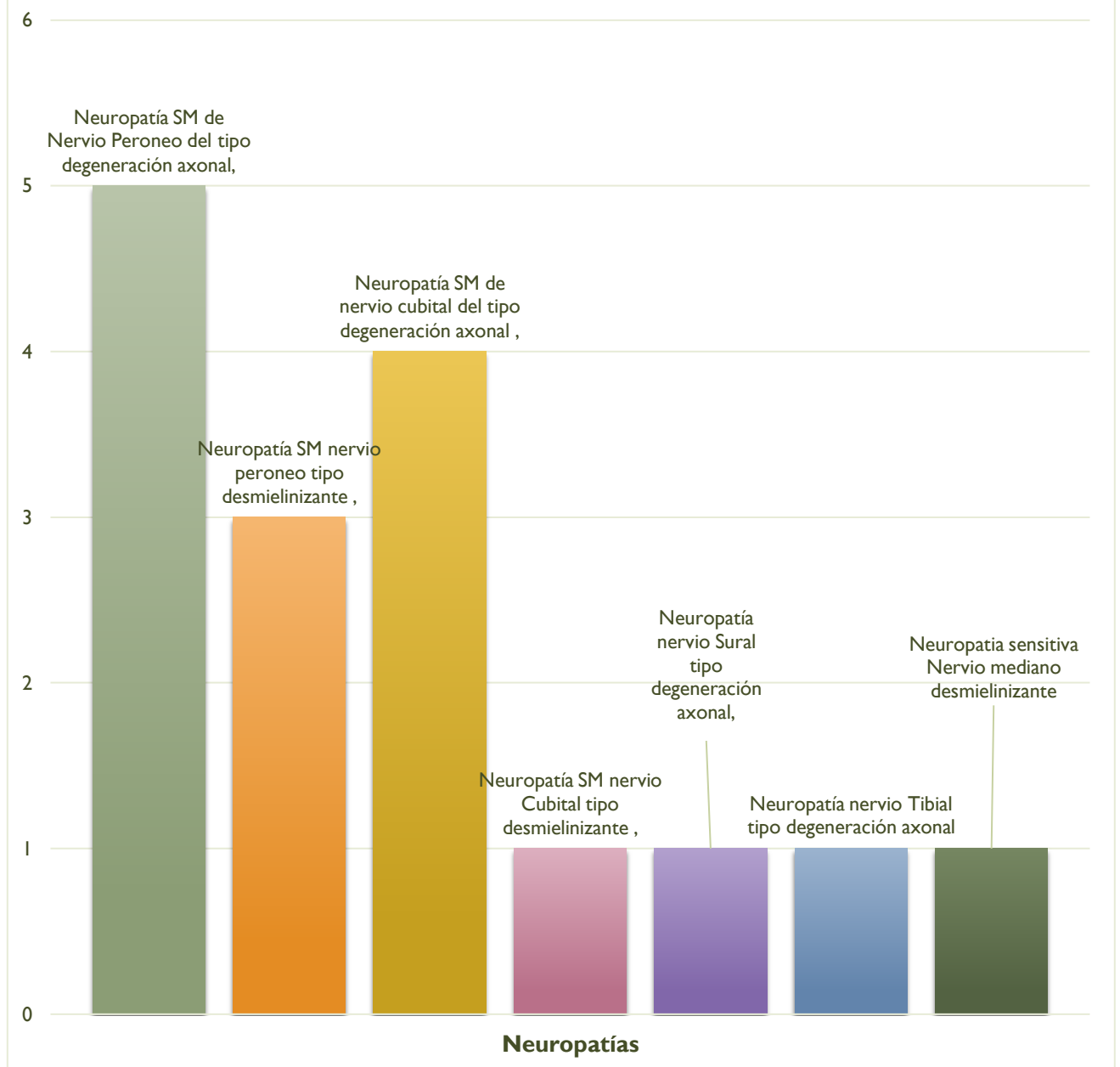
Con relación al tipo de daño a la fibra nerviosa obtuvimos los siguientes resultados, 9 (48%) pacientes presentaron el tipo de la degeneración axonal, 5 (26%) pacientes el tipo del daño desmielinizante y 5 (26%) pacientes un patrón mixto de daño desmielinizante y axonal.

La información anterior se presenta en los siguientes gráficos.



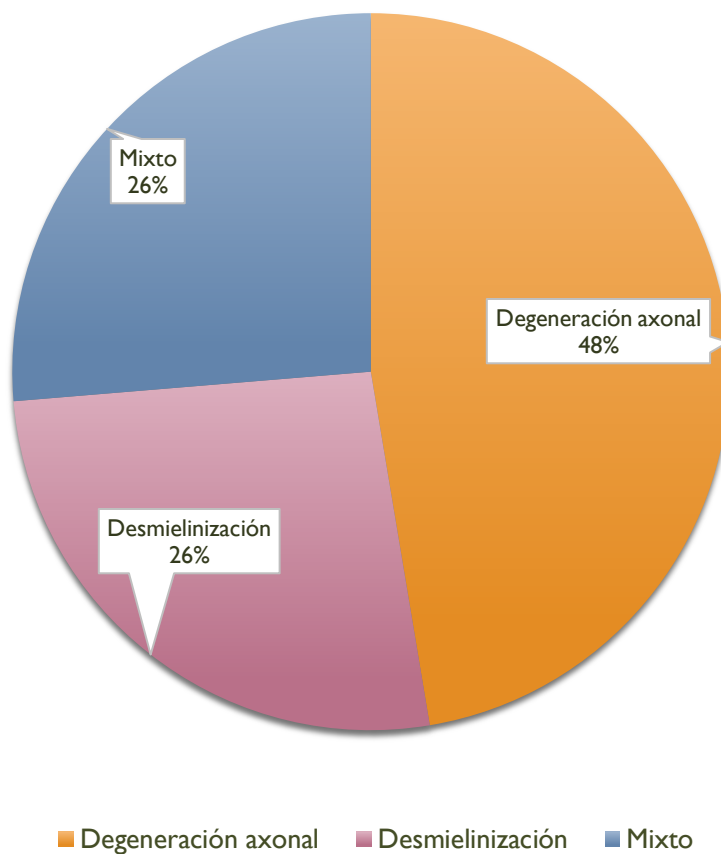
PLN= Polineuropatía, SM= Sensitivo-motora

Gráfica 8. Neuropatías



SM= Sensitivo-motora

Gráfica 9. Daño nervioso



DISCUSIÓN

La COVID-19 es una enfermedad aguda infecciosa causada por el virus SARS COV-2, se ha descrito ampliamente la epidemiología de la enfermedad tanto a nivel mundial como en México, colocando en ambos casos al sexo masculino como el género con mayor riesgo para desarrollar la enfermedad, se ha documentado que las formas más graves de la enfermedad e incluso las que ameritan hospitalización y apoyo mecánico de la vía aérea tienen más riesgo de presentarse en hombres. Justamente en el presente estudio hemos observado una mayor incidencia en pacientes del sexo masculino (70%) y una menor proporción en pacientes del sexo femenino (30%) siendo los afectados pacientes que presentaron tanto la forma grave y crítica de la enfermedad.

En relación a la edad, los datos epidemiológicos analizados en nuestro país en los primeros años de la pandemia reportan una edad promedio de afección de 46 años con una mayor afectación en el rango de edad entre los 30 y 59 años. La media de edad de nuestra evaluación se registró en 49.3 años, relacionado con la media nacional antes comentada. El rango de edad de los pacientes evaluados fue de 31 años hasta los 65 años, si bien el rango máximo fue debido a los criterios de inclusión la mayor parte de los pacientes se situaron en el rango de edad entre los 40 a los 49 años (40%).

En la condición de salud postcovid la mayoría de artículos publicados al respecto hasta el desarrollo de este protocolo incluían a pacientes que habían ameritado hospitalización por lo que se decidió incluir a las formas graves y críticas de la enfermedad en el reporte de los hallazgos observados. De nuestros pacientes la mayor parte (60%) fueron pacientes que habían tenido el reporte de haber padecido la COVID-19 en su forma grave mientras que el 40% lo habían padecido en su forma crítica.

Con relación al tiempo de evolución posterior a la enfermedad y la realización del estudio de electroneuromiografía, los estudios analizados mostraban una gran heterogeneidad con relación al tiempo de los estudios, en dos estudios se realizaron los estudios de electroneuromiografía mientras el paciente estaba en hospitalización, en tanto que en otros el tiempo de evaluación se extendía desde los 6 meses hasta los 8.5 meses, con base en estos datos evaluamos pacientes que hubieran tenido la enfermedad hasta 9 meses antes de la realización del estudio neurofisiológico, encontrando la mayor parte de pacientes (55%) situados entre los 4 a 6 meses postinfección (55%).

En lo que respecta a la evaluación neurofisiológica, los antecedentes que se tiene con relación a los hallazgos observados en la electroneuromiografía son variados. Los estudios previos que se realizaron en pacientes que aún se encontraban hospitalizados muestran neuroconducciones sensoriales normales en la mayoría de los casos, con afección en algunos pacientes de las amplitudes o las latencias distales y proximales de las neuroconducciones motoras, y la mayoría muestran alteraciones a nivel de la unidad motora al realizar la miografía, tales como potenciales de baja amplitud, o incluso características denervativas: potenciales de fibrilación u ondas positivas consistente con un patrón miopático de la enfermedad, en nuestro estudio ningún paciente presentó características miopáticas en la evaluaciones neurofisiológica, y solo en un paciente se observaron cambios denervativos, estas diferencias pueden explicarse debido al tiempo de realización de nuestra valoración ya que ninguno de nuestros pacientes fue evaluado inmediato al periodo de hospitalización sino en un lapso de 3 meses como periodo mínimo posterior al internamiento.

El análisis de las velocidades de neuroconducción sensitiva y motora se vio afectada en algunos de los artículos evaluados, predominantemente en los que se realizaron en pacientes postinfección aguda, consistente en latencias distales prolongadas, bloqueos de la conducción e incluso ausencia de ondas F esto se vio reflejado principalmente en forma de Neuropatías de nervio ulnar y peroneo. A la par de nuestro propios resultados observamos que en relación a las neuroconducciones sensitivas más afectadas fueron a nivel de los nervios peroneo cutáneo superficial y el nervio ulnar, 9 pacientes cada uno, sin embargo también encontramos afectación en otros nervios como el sural o el mediano. Con respecto a las neuroconducciones motoras el mayor daño se observó en el nervio peroneo en primer lugar observando alteraciones en 13 pacientes, en segundo lugar, el nervio tibial en 10 pacientes, así como el nervio ulnar. Cabe destacar que los pacientes presentaron asociaciones en el daño de distintos nervios siendo la combinación más frecuente el daño de nervio peroneo a nivel de extremidades inferiores con el nervio ulnar a nivel de extremidades superiores. En relación a las pruebas especiales, evaluamos la onda F en los nervios peroneo y ulnar, encontrando anomalías en 6 pacientes en el nervio peroneo y en 6 pacientes en el nervio ulnar, dichas alteraciones consistieron en ausencia de ondas F, prolongación de la latencia mínima y disminución de la replicabilidad de la misma.

Con relación al estudio de miografía la literatura consultada concluye hallazgos compatibles con patrones miopáticos en los pacientes evaluados: duración disminuida, amplitud disminuida, potenciales polifásicos y reclutamiento temprano, estos datos son reportados en 3 estudios como predominantes de la musculatura proximal, sin embargo los hallazgos que nosotros observamos

fueron diferentes, en nuestros pacientes no se observó la presencia de dicho patrón sino que predominó en la miografía la presencia de patrón reinervativo observado en el 55% de los pacientes, este consistió en potenciales de unidad motora de gran amplitud, con duración incrementada e incluso presencia de potenciales polifásicos. Los músculos que más se vieron afectados fueron en extremidades inferiores el tibial anterior (4 pacientes) y el gastrocnemio medial, y en extremidades superiores el primer interóseo dorsal (3 pacientes) lo que orientaría más hacia una afectación de predominio distal sobre el proximal como se ha mencionado antes, sin embargo, esto podría verse explicado por la temporalidad en la que se realizaron los estudios.

Y finalmente en lo que respecta al diagnóstico neurofisiológico se han reportado una amplia variedad de entidades que podrían relacionarse con la infección por SARS COV-2, en las investigaciones previas se han descrito la presencia de polineuropatías de características desmielinizantes y/o axonales, otros estudios concluyen la presencia de mononeuritis múltiples relacionándolo con el probable daño difuso que produce el virus en el sistema nervioso periférico, así como alteraciones principalmente en los nervios peroneo y ulnar, nuestro estudio fue compatible con estos hallazgos encontrando principalmente el diagnóstico de polineuropatía sensitivomotora del tipo de la degeneración axonal en 3 pacientes, polineuropatía de fibras sensitivomotoras del tipo de la degeneración axonal y desmielinizante en 3 pacientes, polineuropatía de fibras motoras del tipo desmielinizante en 1 paciente, 4 pacientes presentaron mononeuropatías múltiples, radiculopatía cervical en 1 pacientes y mononeuropatías aisladas en 15 pacientes de estas últimas si bien la mayor frecuencia de afección se encuentra en los nervios peroneo y ulnar como ya se ha mencionado, también encontramos daño en otros nervios como el nervio sural, el nervio tibial y el nervio mediano mismos que se encontraron solo en un paciente respectivamente.

Con respecto al tipo de daño a la fibra nerviosa, se ha divulgado la presencia de alteraciones de predominio axonal con respecto al desmielinizante, estos datos son similares a los observados en nuestra muestra donde el 48% de los pacientes presentaron degeneración axonal, 26% el tipo del daño desmielinizante y 26% un patrón mixto de daño desmielinizante y axonal.

CONCLUSIONES

La mayoría de los datos obtenidos son similares a los reportados por las investigaciones previas, sin embargo, encontramos diferencias sutiles en relación al daño hacia otros nervios que no se han documentado antes. En esta investigación no observamos en ningún paciente daño miopático, lo que podría sugerir que este es secundario probablemente a la estancia en la unidad de cuidados intensivos y que incluso podría estar mayormente relacionado con un síndrome de debilidad adquirida en UCI el cual ya no se encontraba presente en el momento en el que realizamos nuestros estudios.

En relación a las mononeuropatías predominantes observamos que las neuropatías aisladas de nervio peroneo y ulnar desmielinizantes o axonales se presentaron en la mayoría de los pacientes. En segundo lugar de frecuencia encontramos a las mononeuritis múltiple y en tercer lugar a las polineuropatías en sus variantes axonal, desmielinizante o una combinación entre ambas. Estos datos son compatibles con las investigaciones previas que se habían realizado al momento del desarrollo de la presente investigación.

Cabe destacar que el 100% de los pacientes de nuestro estudio presentó alguna afección en el estudio de electroneuromiografía en mayor o menor grado, esto cobra gran importancia al relacionarlo con el grupo de edad en el que se centra nuestro estudio ya que la mayor parte de la muestra son pacientes trabajadores quienes actualmente presentan secuelas a nivel del sistema nervioso periférico que impacta no solo en su calidad de vida sino también en la participación activa en su rol social y laboral.

El estudio electroneuromiográfico es un recurso de gran utilidad en muchas patologías, sin embargo con la aparición de nuevas enfermedades y con el reto que significó la pandemia para el ámbito médico, el tener herramientas que aporten luz acerca de las secuelas no solo a nivel pulmonar sino a nivel del sistema nervioso periférico podría considerarse como parte del abordaje diagnóstico en la condición Post COVID-19.

RECOMENDACIONES

En el presente estudio de investigación se evaluaron 20 pacientes, debido a las características epidemiológicas y clínicas en el último año de la COVID-19 el número de pacientes que acudieron a nuestra unidad no cumplían con las características necesarias para ser candidatos a ser incluidos en esta tesis. Sin embargo, con la muestra que se obtuvo se logró conocer información relevante para los investigadores con relación a los hallazgos electroneuromiográficos observados en pacientes recuperados de la COVID-19 en sus formas graves y críticas, en el futuro lograr una muestra más grande aportaría mayor conocimiento de las alteraciones presentes en estos pacientes.

El entender si las alteraciones observadas varían en relación al tiempo de evolución sería otro aspecto relevante a considerar en investigaciones futuras, específicamente el saber si conforme avanzan los años de la pandemia estos hallazgos van remitiendo o bien se instauran como una secuela de la enfermedad.

De igual manera en próximas evidencias resultaría de utilidad el estudiar si existe relación causal entre el tipo de daño nervioso y el posicionamiento en prono, o incluso al realizar el estudio mientras el paciente se encuentre en hospitalización ayudaría a evidenciar patrones diferentes a los ya estudiados como el miopático.

El conocimiento de las alteraciones neurológicas, así como de la presencia de secuelas de estos pacientes impacta en los objetivos de su rehabilitación. Por lo tanto, el enfoque de la terapia cobra vital importancia en relación a las neuropatías y el manejo rehabilitatorio que se le otorga a cada una de ellas. En estudios realizados en otros países se han realizado estudios de electroneuromiografía para comparar los resultados antes y después de un programa de rehabilitación, este tipo de intervenciones podría ser el objetivo de futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Escudero X, Guarner J, Galindo-Fraga A, Escudero-Salamanca M, Alcocer-Gamba MA, Del-Río C. La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. Arch Cardiol Mex [Internet]. 2020;90(91). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24875/acm.m20000064>
2. Padilla Benítez T, Rojas AL, Munive Báez L, Monsiváis Orozco AC, Dionicio Avendaño AR, Corona Villalobos CA, et al. Manifestaciones clínicas de la COVID-19. Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica. 2020;33(s1):10–32.
3. Saif A, Pick A. Polyneuropathy following COVID-19 infection: the rehabilitation approach. BMJ Case Rep. 2021;14(5):e242330.
4. Díaz-Castrillón FJ, Toro-Montoya AI. SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. Med Lab. 2020;24(3):183–205.
5. Aburto-Morales JS, Romero-Méndez J, Lucio-García CA, Madrigal-Bustamante JA. México ante la epidemia de COVID-19 (SARS-CoV-2) y las recomendaciones al Subsistema Nacional de Donación y Trasplante. Revista Mexicana de Trasplantes. 2020;9(1):6–14.
6. Dirección de Información Epidemiológica. 30° INFORME EPIDEMIOLÓGICO DE LA SITUACIÓN DE COVID-19 [Internet]. Ciudad de Mexico: Secretaria de Salud; 2021 [citado 3 septiembre 2021] pp. 6–37. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/666193/Informe_COVID-19_2021.08.30.pdf
7. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. J Adv Res. 2020;24:91–8.
8. Ge H, Wang X, Yuan X, Xiao G, Wang C, Deng T, et al. The epidemiology and clinical information about COVID-19. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2020;39(6):1011–9.
9. Wiersinga WJ, Rhodes A, Cheng AC, Peacock SJ, Prescott HC. Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A review: A review. JAMA. 2020;324(8):782–93.
10. Johansson A, Mohamed MS, Moulin TC, Schiöth HB. Neurological manifestations of COVID-19: A comprehensive literature review and discussion of mechanisms. J Neuroimmunol. 2021;358(577658):577658.
11. Shehata GA, Lord KC, Grudzinski MC, Elsayed M, Abdelnaby R, Elshabrawy HA. Neurological complications of COVID-19: Underlying mechanisms and management. Int J Mol Sci [Internet]. 2021;22(8). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms22084081>

12. Carlos CR, Gerardo MM, Jaime OG, Isauro GHL, Dios APJ, Wilmar CS, et al. Prevalencia de las manifestaciones neurológicas en COVID-19 y su asociación con la mortalidad. *Neurology Perspectives*. 2021;1(1):11–6.
13. Nepal G, Rehrig JH, Shrestha GS, Shing YK, Yadav JK, Ojha R, et al. Neurological manifestations of COVID-19: a systematic review. *Crit Care*. 2020;24(1):421.
14. Meppiel E, Peiffer-Smadja N, Maury A, Bekri I, Delorme C, Desestret V, et al. Neurologic manifestations associated with COVID-19: a multicentre registry. *Clin Microbiol Infect*. 2021;27(3):458–66.
15. Camargo-Martínez W, Lozada-Martínez I, Escobar-Collazos A, Navarro-Coronado A, Moscote-Salazar L, Pacheco-Hernández A, et al. Post-COVID 19 neurological syndrome: Implications for sequelae's treatment. *J Clin Neurosci*. 2021;88:219–25.
16. Ghasvand F, Ghadimi M, Ghadimi F, Safarpour S, Hosseinzadeh R, SeyedAlinaghi S. Symmetrical polyneuropathy in coronavirus disease 2019 (COVID-19). *IDCases*. 2020;21(e00815):e00815.
17. Bagnato S, Boccagni C, Marino G, Prestandrea C, D'Agostino T, Rubino F. Critical illness myopathy after COVID-19. *Int J Infect Dis*. 2020;99:276–8.
18. Villa D, Ardolino G, Borellini L, Cogiamanian F, Vergari M, Savojardo V, et al. Subclinical myopathic changes in COVID-19. *Neurol Sci*. 2021;42(10):3973–9.
19. Agergaard J, Leth S, Pedersen TH, Harbo T, Blicher JU, Karlsson P, et al. Myopathic changes in patients with long-term fatigue after COVID-19. *Clin Neurophysiol*. 2021;132(8):1974–81.
20. Daia C, Scheau C, Neagu G, Andone I, Spanu A, Popescu C, et al. Nerve conduction study and electromyography findings in patients recovering from Covid-19 – Case report. *Int J Infect Dis*. 2021;103:420–2
21. Hameed S, Khan AF, Khan S. Electrodiagnostic findings in COVID-19 patients: A single center experience. *Clin Neurophysiol*. 2021;132(12):3019–24.
22. Needham E, Newcombe V, Michell A, Thornton R, Grainger A, Anwar F, et al. Mononeuritis multiplex: an unexpectedly frequent feature of severe COVID-19. *J Neurol*. 2021;268(8):2685–9.
23. Avenali M, Martinelli D, Todisco M, Canavero I, Valentino F, Micieli G, et al. Clinical and electrophysiological outcome measures of patients with post-infectious neurological syndromes related to COVID-19 treated with intensive neurorehabilitation. *Front Neurol*. 2021;12:643713
24. IMSS. Algoritmos interinos para la atención del COVID-19 [Internet]. 2021. Disponible en: http://educacionensalud.imss.gob.mx/es/system/files/Algoritmos_interinos_COVID19_CTEC.pdf

25. Ferrante M, Spiegelberg T, Tsao B. Principles of Nerve Conduction Studies and Needle EMG [Internet]. 2014. Disponible en: https://www.aanem.org/getmedia/e9cca38c-9a6d-4ee4-bde1-eeec0538e91b3/Regional-Meeting_-NCS-and-EMG.pdf
26. Preston DC, Shapiro BE, editores. Electromiografía Y Trastornos Neuromusculares: Correlaciones Clínicas, Eletrofisiológicas Y Ecográficas. 4a ed. Elsevier; 2021.
27. Real Academia Española. (2001). Efectividad. En Diccionario de la lengua española (22º ed.). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=2SWkGcF>
28. Reglamento De La Ley General De Salud En Materia De Investigacion Para La Salud. Ciudad de Mexico: Secretaria de Salud; 2014.
- 29.** 18a Asamblea Médica Mundial. Declaración De Helsinki De La Asociación Médica Mundial Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 1964.
- 30.** Trapaga MA. La bioética y sus principios al alcance del médico en su práctica diaria. Arch Inv Mat Inf. 2018;9(2): 53–9

ANEXOS

ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN
Y POLÍTICAS DE SALUD
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de
investigación (adultos)

Encargado de recabar datos: Dra. Katherine Citlalli Palestina Aguilar. Médico Residente 3er año Medicina de Rehabilitación UMFR SXXI

Nombre del estudio:	Hallazgos electroneuromiográficos observados en pacientes recuperados por enfermedad grave y crítica en COVID-19.
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, Calzada del Hueso S/N ExEjido Viejo de Sta. Úrsula Coapa, Ciudad de México CP 04980 . Fecha: enero-marzo/2022
Número de registro institucional:	
Justificación y objetivo del estudio:	La pandemia por COVID-19 ha dejado secuelas que aún no se conocen en los pacientes que la han padecido, especialmente en las formas más graves de la enfermedad, dentro de estas complicaciones se encuentran las alteraciones a nivel de los nervios encargados de llevar a cabo las funciones motoras y de sensibilidad de los brazos y piernas, así como alteraciones a nivel de los músculos que componen las extremidades, este estudio está enfocado en conocer la presencia de estas alteraciones relacionadas al COVID-19 en sus formas más severas, lo que en un futuro nos permitirá saber de manera temprana la presencia de alteraciones en nervios y/o músculos con el objetivo de conocer el alcance en el pronóstico del pacientes y su la repercusión en su funcionalidad en la vida diaria.
Procedimientos:	Se me ha explicado que mi participación consistirá en la realización de un estudio llamado electroneuromiografía el cual consiste en la aplicación de una corriente eléctrica de bajo voltaje a los nervios de mis extremidades torácicas y pélvicas, así como la inserción de un electrodo de aguja el cual no introduce o extrae alguna sustancia, sino que solo registra la actividad de mis músculos.
Posibles riesgos y molestias:	Se me ha informado que al realizar este estudio pueda experimentar leves molestias tales como: dolor leve en el sitio de estimulación y/o de punción de electrodo de aguja, sangrado leve, ligera equimosis los cuales no afectan el desempeño de mis actividades diarias.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Se me ha informado que el conocer las alteraciones encontradas en mi estudio de electroneuromiografía podrá otorgar información acerca de la presencia de alteraciones a nivel del sistema nervioso y/o muscular relacionados con COVID-19, y lo anterior generará información útil para nuevas alternativas de diagnóstico, pronóstico y tratamiento.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Entiendo que los investigadores tienen el compromiso de brindarme información relacionada con los resultados obtenidos de mi estudio, mismos que se compartirán con mi médico tratante con el objetivo de tomar decisiones relacionadas con mi tratamiento según sea el caso.
Participación o retiro:	Es de mi conocimiento que mi participación en este estudio es completamente voluntaria, así como la decisión de retirarme del mismo, y si así lo decidiera esta decisión no traerá consecuencias negativas sobre la atención médica que me encuentre recibiendo.
Privacidad y confidencialidad:	Estoy enterado que los datos personales que se recaben en este estudio tendrán un manejo plenamente confidencial y mi información personal no se compartirá con terceros.

Declaración de consentimiento:

Después de haber leído y habiéndome explicado todas mis dudas acerca de este estudio:

☐
☐
☐

No acepto participar en el estudio.

Si acepto participar y que se tome la muestra solo para este estudio.

Si acepto participar y que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros, conservando su sangre hasta por ____ años tras lo cual se destruirá la misma.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigadora o Investigador	Dr. Leonardo Daniel Farias Evangelista Matricula 99359112 Adscripción: Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Teléfono: 55 5684 1274 correo electrónico: danlitar7@hotmail.com
Responsable:	
Colaboradores:	Dra. Katherine Citlalli Palestina Aguilar Matricula 97383950 Adscripción: Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Teléfono: 2282431164 correo electrónico: kathe_cpa@hotmail.com

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité Local de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: comité.eticainv@imss.gob.mx

Dra. Katherine Citlalli Palestina Aguilar Médico Residente UMFR SXXI

Nombre y firma del participante

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 1

Testigo 2

Nombre, dirección, relación y firma

Nombre, dirección, relación y firma

Clave: 2810-009-013

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL SUJETO DE ESTUDIO

Hallazgos electroneuromiográficos observados en pacientes recuperados por enfermedad grave y crítica en COVID-19

Leonardo Daniel Farías Evangelista. Medico responsable del consultorio de electromiografía, Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, Delegación Sur, D.F., IMSS

Katherine Citlalli Palestina Aguilar. Médico residente de cuarto año de Medicina de Rehabilitación, Unidad Medicina Física y Rehabilitación SXXI, IMSS.

Nombre (Iniciales): _____ NSS: _____.

Edad: _____. Ocupación: _____. Sexo: _____

Teléfono: _____ Domicilio: _____.

Antecedentes de importancia y comorbilidades asociadas.

¿En que periodo de tiempo estuvo usted internado por COVID 19? _____.

¿Ameritó internamiento en UCI?

¿Ameritó intubación orotraqueal? _____

¿Padece algunas de las enfermedades siguientes: Diabetes Mellitus, Miopatía, Neuropatía, Polineuropatías Desmielinizantes agudas o crónicas, Radiculopatía, Síndrome de Guillain Barre o lesión medular? En caso de ser positivo favor de anotar cual de ellas.

Responda las siguientes preguntas: Posterior a su internamiento por COVID 19 ha presentado alguno de los siguientes síntomas	SI	NO
¿Ha presentado debilidad de brazos y/o piernas, manos o pies?		
¿Ha presentado dificultad para caminar o necesidad de algún apoyo para la misma?		
¿Ha presentado adormecimientos u hormigueo en pies o manos?		
¿Ha presentado sensación de tipo ardoroso o punzante en brazos o piernas?		

HOJA DE REGISTRO DE PARÁMETROS ELECTROFISIOLÓGICOS UMFRSXXI

DESCRIPCION	DER	IZQ
Nervio Mediano Sensitivo (latencia pico, amplitud) Motor (latencia, amplitud, velocidad de Neuroconducción)		
Nervio Ulnar Sensitivo (latencia pico, amplitud) Motor (latencia, amplitud, velocidad de Neuroconducción)		
Nervio Tibial Motor (latencia, amplitud, velocidad de Neuroconducción)		
Nervio Peroneo P. Superficial (latencia pico, amplitud) Motor (latencia, amplitud, velocidad de Neuroconducción)		
Nervio Sural Sensitivo (latencia pico, amplitud)		
ONDA F: latencia mínima, cronodispersión y persistencia de la onda.		
Nervio Ulnar		
Nervio Tibial		
MIOGRAFIA: Actividad de inserción, actividad de membrana espontánea, características morfológicas y de activación del potencial de acción de unidad motora y patrón de interferencia.		

Deltoides		
Palmar mayor		
Extensor del índice		
Primer interóseo dorsal		
Vasto medial		
Tibial anterior		
Gastrocnemio medial		

Evaluador: Dra. Katherine Citlalli Palestina Aguilar. Médico Residente de Medicina de Rehabilitación
UMFRSXXI

ANEXO 3. TECNICAS DE OBTENCION Y REGISTRO

A continuación, se describen las diferentes técnicas utilizadas para la obtención de los datos recabados en los pacientes.

VELOCIDADES DE NEUROCONDUCCIÓN

Nervio Mediano

- Estudio de Neuroconducción motora: registrando sobre el músculo abductor corto del pulgar colocando la barra de registro sobre el vientre del músculo y la primera articulación metacarpofalángica. El punto de estimulación se dará distalmente en la muñeca, 8 cm distales al punto motor del abductor corto del pulgar entre los tendones del flexor radial del carpo y el palmar largo, y el estímulo proximal en la fosa antecubital medial al pulso de la arteria braquial.
- Estudio de Neuroconducción Sensitiva: registrando en el 2º o 3er dedo con Electrodo de anillo colocando G1 sobre la articulación metacarpofalángica y G2 colocado 3 cm distalmente sobre la articulación interfalángica distal. El Punto de estimulación se dará 14 cm distales a la articulación metacarpofalángica en la muñeca entre los tendones del flexor radial del carpo y el palmar largo.

Nervio Ulnar

- Estudio de neuroconducción motora: registrando sobre el Músculo abductor del meñique colocando la barra de registro con el activo sobre el vientre del músculo y la referencia sobre la quinta articulación metacarpofalángica. Punto de estimulación distal medido 8 cm distales al punto motor del musculo abductor del meñique en el borde cubital de la muñeca y el estímulo proximal en el surco del cubital a nivel del codo ipsilateral.
- Estudio de Neuroconducción sensitiva: Registrando en el quinto dedo con electrodos de anillo colocando G1 sobre la articulación metacarpofalángica y G2 colocado 3 cm distalmente sobre la articulación interfalángica distal, el Punto de estimulación se dará 14 cm distales a la misma sobre el borde cubital de la muñeca.

Nervio Peroneo

- Estudio de Neuroconducción motora: registrando sobre el músculo extensor corto de los dedos se colocará la barra de registro con el activo en el vientre del músculo y el registro en la articulación metatarsfalángica del dedo pequeño del pie. Puntos de estimulación distal en el

tobillo medido 8 cm distal del punto motor ligeramente lateral al tendón del tibial anterior y el estímulo proximal uno o dos anchos de dedo por debajo de la cabeza del peroné.

- Estudio de Neuroconducción sensitiva (N. peroneo superficial): registrando en la parte lateral del tobillo, con la barra colocada entre el tendón del Tibial anterior y el maléolo lateral. Punto de estimulación: 14 cm distales a la colocación de la barra sobre la Pantorrilla lateral (en el surco entre el extensor largo de los dedos y los músculos peroneos largo y corto).

Nervio Tibial (estudio de neuroconducción motora)

- Registrando sobre el Músculo abductor corto del dedo gordo con la barra de registro con el activo colocado 1 cm proximal y 1 cm inferior a la tuberosidad del navicular y la referencia sobre la articulación metatarsofalángica del dedo gordo del pie. Puntos de estimulación: distal medida 8 cm del punto motor en el tobillo medial ligeramente proximal y posterior al maléolo medial, y su estímulo distal en la fosa poplíteica medial en cara posterior de la rodilla sobre el pulso poplíteico.

Nervios Sural (estudio de neuroconducción sensitiva):

- Registrando en el Tobillo posterior colocando la barra de registro en la parte posterior del maléolo lateral y el punto de estimulación 14 cm distales a la barra de registro en la región posterolateral de la pantorrilla.

ESTUDIOS ESPECIALES

- Onda F de nervio ulnar y tibial: se realizará con la misma técnica descrita para la neuroconducción motora de dichos nervios con los siguientes cambios: La estimulación será supramáxima y el estimulador se girará de manera que el cátodo esté colocado más proximal, realizando 10 estímulos para obtener 10 respuestas F.

ELECTROMIOGRAFIA

- Deltoides medio: inserción del electrodo de aguja en el punto medio entre la punta del acromion y la tuberosidad deltoidea.
- Palmar mayor: inserción del electrodo de aguja 3 a 4 traveses de dedo distal al punto medio de la línea que conecta el epicóndilo medial y el tendón del bíceps.
- Extensor del índice: inserción del electrodo dos traveses de dedo proximales a la apófisis estiloides cubital justo radial al cúbito con una profundidad de media pulgada.
- Primer interóseo dorsal: perpendicular al eje longitudinal de la mano a nivel de la primera articulación metacarpofalángica, justo radial al segundo metacarpiano.
- Vasto medial: inserción del electrodo de aguja 4 traveses de dedo proximales a la cara superomedial de la patela.
- Tibial anterior: inserción del electrodo de aguja 4 traveses de dedo por debajo de la tuberosidad anterior de la tibia y un través de dedo lateral a la cresta tibial.
- Gastrocnemio medial: inserción del electrodo 1 palma de la mano por debajo del pliegue poplíteo en la masa muscular medial de la pantorrilla.
- Peroneo Lateral Largo: inserción del electrodo de aguja 3 traveses de dedo debajo de la cabeza del peroné directamente hacia la cara lateral del peroné.

VALORES DE REFERENCIA

Neuroconducciones sensitivas

Nervio	Latencia pico (ms)	Amplitud (mv)
Mediano	<3.2	>10-20
Ulnar	<3.0	>15-20
Sural	<4.4	>5
Peroneo superficial	<4.4	>6

Fuente: servicio de electrodiagnóstico UMFR SXXI

Neuroconducciones motoras

Nervio	Latencia distal (ms)	Amplitud (mv)	Velocidad de neuroconducción
Mediano	<4.0	>5-25	>50
Ulnar	<3.2	>6	>50
Tibial	<5.0	>4	>40
Peroneo	<3.7	>3.2	>40

Fuente: servicio de electrodiagnóstico UMFR SXXI

Pruebas especiales: Onda F

Nervio	Latencia (ms)
Ulnar	<32
Peroneo	<56

Fuente: servicio de electrodiagnóstico UMFR SXXI