



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD

LICENCIATURA EN MEDICINA

**“REDUCCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN EN LA VÍA *WNT*/ β -CATENINA EN
HIPOCAMPO Y CORTEZA PREMOTORA DE RATAS KINDLEADAS
SOMETIDAS A RESTRICCIÓN CALÓRICA”**

M.P.S.S. ERIC URIBE ZÚÑIGA

2163066897

ASESOR

DRA AIDA HAMDAN PARTIDA, No. Económico: 26343

DRA MARÍA DEL CARMEN RUBIO OSORNIO

ENERO 2023.

ÍNDICE

CAPITULO I INVESTIGACIÓN

- 1.1 Planteamiento del problema
- 1.2 Justificación
- 1.3 Marco teórico
- 1.4 Objetivo General
- 1.5 Objetivos específicos
- 1.6 Hipótesis
- 1.7 Metodología
 - 1.7.A Modelo Kindling Amigdalino
 - 1.7.B Inmunofluorescencia
 - 1.7.C Western Blot
- 1.8 Resultados y Discusión
- 1.9 Conclusión
- 1.10 Bibliografía

CAPITULO II DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DONDE SE HIZO LA INVESTIGACIÓN

- 2.1 Datos históricos
- 2.2 Arte dentro del Instituto
- 2.3 Geografía local
- 2.4 Indicadores demográficos y estadísticas vitales
- 2.5 Mortalidad y Morbilidad
- 2.6 Bibliografía

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE SALUD, INFRAESTRUCTURA RECURSOS FÍSICOS Y HUMANOS

3.1 Infraestructura en Salud

3.1.A Infraestructura en Docencia

3.1.B Infraestructura en Investigación

3.1.C Infraestructura para la Atención Médica

3.2 Recursos Humanos

3.3 Bibliografía

CAPITULO IV ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL SERVICIO SOCIAL

4.1 Actividades prácticas dentro del laboratorio

4.2 Actividades académicas y de docencia

4.3 Participación en congresos nacionales e internacionales

4.4 Producción científica

CAPITULO V MIS CONCLUSIONES SOBRE EL SERVICIO SOCIAL

5.1 Con relación a su formación como persona

5.2 Con relación a su formación profesional

5.3 Con relación a su aportación a la comunidad

5.4 Con relación a su institución educativa

CAPITULO I INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La epilepsia sigue siendo una de las enfermedades de mayor prevalencia en el mundo, a pesar de haber sido descrita desde la edad antigua. Se calcula que existen aproximadamente 50 millones de personas con diagnóstico de epilepsia, cifra que va en aumento. Las bases del tratamiento de la epilepsia son de forma inicial un manejo farmacológico y de forma secundaria, en pacientes seleccionados, uno con enfoque quirúrgico. A pesar del desarrollo de nuevos fármacos con nuevas dianas terapéuticas y novedosas técnicas quirúrgicas en el campo de la cirugía de epilepsia, poco más de un tercio de los pacientes padecen epilepsias refractarias a tratamiento.

1.2 Justificación

Es necesario continuar investigando los mecanismos antiepilépticos con aproximación celular y molecular de las diferentes modalidades terapéuticas para fomentar el desarrollo de nuevas dianas terapéuticas y poder disminuir la refractariedad en los pacientes. La restricción calórica es un tratamiento coadyuvante en los trastornos epilépticos utilizada sobre todo en la población pediátrica; y es que, a pesar de ser propuesta como dieta con efectos antiepilépticos desde la primera mitad del siglo XX, sus mecanismos de acción aún no han sido del todo descritos. La vía *Wnt*/β-catenina o vía canónica ha sido descrita profundamente en el área oncológica, principalmente por su relación con la diferenciación, supervivencia y proliferación celular. A través de los años el papel de esta vía en enfermedades fuera de las neoplásicas, como las neurológicas, ha sido estudiado y se ha visto que en casos como la epilepsia se encuentra desregulada. Por lo antes mencionado es necesario dilucidar si tratamientos alternativos como la restricción calórica pueden modificar de forma positiva esta vía de señalización.

1.3 Marco teórico

La definición operativa de epilepsia según la ILAE (Liga Internacional contra la Epilepsia) consiste en una enfermedad del cerebro definida por cualquiera de las siguientes condiciones: 1) al menos dos crisis no provocadas con un intervalo de más de 24 horas 2) una crisis no provocada y una probabilidad de nuevas crisis similar al riesgo general de recurrencia tras dos crisis no provocadas en los 10 años siguientes 3) diagnóstico de un síndrome epiléptico (Fisher et al., 2017). Esta enfermedad es de gran relevancia para la salud pública, ya que es una de las enfermedades neurológicas más comunes entre la población. Se calcula que la padecen aproximadamente 50 millones de personas en el mundo, es decir, una incidencia de 50,4 a 81,7 por 100.000 habitantes al año (Falco-Walter, 2020). El problema es que, a pesar de todo el arsenal de fármacos antiepilépticos como base del tratamiento y de tratamientos alternativos como la cirugía, que ofrece remisión al 30-40% de los pacientes con epilepsia focal, sigue habiendo un tercio de pacientes con epilepsia que

son refractarios al tratamiento (Rugg- et al., 2019). Por este motivo, es necesario buscar otros tratamientos coadyuvantes que ofrezcan más posibilidades de controlar la enfermedad, como la restricción calórica.

La restricción calórica (RC) y su relación con la epilepsia no es un postulado nuevo, desde principios del siglo XX investigadores como McCay et al. y Wilder fueron pioneros en el tema, sugiriendo un importante papel de este tipo de dieta restrictiva en el aumento de la longevidad en ratas (Mcdonald & Ramsey, 2010). Aunque la restricción calórica se pensó y orientó inicialmente para la investigación del envejecimiento celular, no tardó en encontrar su aplicación en el campo de la epilepsia. Desde entonces se estipularon las bases del modelo dietético, consistente en una dieta con un alto contenido en grasas (80-90%), una baja cantidad de proteínas (6-8%) y una cantidad mucho menor de hidratos de carbono (2-4%) (Verrotti et al., 2020). Este tipo de dieta simula un estado de ayuno, que desencadena toda una serie de procesos metabólicos, como el catabolismo hepático para producir cuerpos cetónicos, destinados a aprovechar los ácidos grasos libres como principal combustible celular, sustituyendo a la glucosa (Koh et al., 2020).

Se conocen en general los mecanismos por los que esta dieta interviene en el control de las convulsiones, sin embargo, los mecanismos moleculares aún no están bien definidos. Los principales mecanismos de funcionamiento de la RC como terapia antiepiléptica implican el mantenimiento del estado de cetonemia, que a su vez promueve la hiperpolarización neuronal mediante la activación de los canales de potasio sensibles al ATP (K_{ATP}); protección frente a la muerte celular por apoptosis mediante la inhibición de promotores proapoptóticos como las caspasas o mediante la inhibición de la formación de poros en las mitocondrias; aumento del umbral convulsivo mediante la regulación de las alteraciones de la microbiota intestinal e incluso regulación de la producción de mediadores proinflamatorios mediante la reducción de la producción de interleucina 1b y otras citoquinas en modelos de ratón (Barzegar et al., 2019; Bough & Rho, 2007; Olson et al., 2019). Una vía celular ampliamente estudiada en el ámbito oncológico, pero poco abordada en patologías neurológicas como la epilepsia, es la vía *Wnt*. La actividad de esta vía, como veremos a continuación, parece estar desregulada dentro del mismo fallo en la dinámica neuronal que se encuentra en la epilepsia (Hodges & Lugo, 2018). Por lo tanto, es esencial estudiar si los tratamientos antiepilépticos alternativos, como la restricción calórica, pueden actuar sobre esta vía de señalización y modificarla de algún modo.

Las vías *Wnt* son complejas e implican muchas otras vías de señalización relacionadas entre sí; pueden clasificarse en una vía canónica (dependiente de la β -catenina) y dos vías no canónicas (independientes de la β -catenina). Las vías no canónicas se dividen a su vez en una vía dependiente de Ca^{2+} y una vía *Wnt* asociada a la polaridad planar celular (Taciak et al., 2018; Trejo-Solis et al., 2021). A efectos de este artículo, no se explorará el mecanismo de estas dos últimas vías, ya que nos centraremos en la vía canónica, pero entre las cosas que regulan ambas vías *Wnt* no canónicas

se encuentran el crecimiento axonal, la ciliogénesis, la migración celular, la sinaptogénesis y la invasión (Trejo-Solis et al., 2021). Hablando de la vía canónica *Wnt*, su esqueleto o mediador principal es la proteína citoplasmática β -catenina, que actuará como centro molecular de múltiples señales y regulará diversas funciones celulares que pueden ir desde la supervivencia celular hasta la activación de la apoptosis. La actividad de la β -catenina dependerá totalmente de la activación del receptor Frizzled (Fzd) y sus correceptores (las proteínas 5/6 relacionadas con el receptor de lipoproteínas de baja densidad o LRP5/6) por ligandos conocidos como los ligandos canónicos de la familia *Wnt* como *Wnt*-1, -2, -3, -3a, -8 y -8a (Diering et al., 2018; Najafi, 2020).

En su estado basal o en ausencia de cualquiera de los ligandos, la β -catenina que se encuentra libre en el citosol será degradada por un complejo multiproteico conocido simplemente como complejo de destrucción. Este complejo citoplasmático está constituido por la proteína de la poliposis adenomatosa coli (APC), la Axina, la glucógeno sintasa quinasa 3 β (GSK-3 β) y la caseína quinasa (CK1 α); donde la APC reclutará β -catenina para ser posteriormente fosforilada por la CK1 α en su residuo Ser45 (Nong et al., 2021). Esta fosforilación destacará a la β -catenina como diana para que GSK-3 β la fosforile de nuevo, de modo que el complejo E3 ubiquitina ligasa β -TrCP y la proteasoma 26S puedan reconocerla y degradarla. Como resultado, la β -catenina no puede translocarse al núcleo para activar la transcripción de sus genes diana, sino que la transcripción de los genes de la célula es bloqueada por miembros de la familia de factores de transcripción del factor de células T/ potenciador de linfocitos (TCF/LEF) (Jung & Park, 2020; Trejo-Solis et al., 2021).

Lógicamente cuando la vía es activada por alguno de los ligandos el resultado será el contrario y la β -catenina será translocada al núcleo para activar la transcripción de sus respectivos genes. El mecanismo por el que esto ocurre es algo complejo ya que la cascada de señalización se iniciará cuando en respuesta a la unión de *Wnt* al receptor Fzd, el componente citoplasmático Dishevelled (Dvl) se oligomerizará en la membrana plasmática permitiendo el reposicionamiento de GSK-3 β y Axin, promoviendo así la fosforilación del correceptor LRP5/6 (Huang et al., 2015; Vallée et al., 2019). Todo este caótico proceso sirve para que CK1 γ fosforile a Dvl para que pueda bloquear a GSK-3 β uniéndose a su proteína de unión (GBP) y para promover la degradación de Axin por el complejo *Wnt*/Fz-LRP-5/6 (Kazi et al., 2018). Si recordamos, la acción de ambas proteínas era formar el complejo de destrucción por el que se degradaba la β -catenina. Cuando ambas se inhiben, este complejo no se forma y la β -catenina viaja al núcleo donde se une a la familia de factores de transcripción TCF/LEF; dando lugar a la liberación de Groucho (que funciona como inhibidor transcripcional del complejo TCF/LEF) y a la inhibición de la función de TCF/LEF como inhibidor de la transcripción génica. Otros componentes basales de la maquinaria transcripcional, como el linfoma de células B9 (Bcl-9), p300 o el monofosfato de adenosina cíclico (AMP) son reclutados para activar en última instancia la transcripción de genes como la ciclina D, genes que codifican para la familia Myc, axina2, entre otros (Huang et al., 2015; Najafi, 2020; Trejo-Solis et al., 2021; Vallée et al., 2019).

1.4 Objetivo General

Caracterizar la expresión de la vía de señalización Wnt/catenina en neuronas de la corteza cerebral e hipocampo de ratas con actividad epiléptica inducida por el modelo experimental de epilepsia Kindling amigdalino y sometidas a restricción calórica.

1.5 Objetivos específicos

- Determinar la expresión de *Wnt* en hipocampo y corteza frontal de ratas kindleadas sometidas a restricción calórica.
- Determinar la expresión de β -catenina en hipocampo y corteza frontal de ratas kindleadas sometidas a restricción calórica.
- Determinar la expresión de Ciclina D en hipocampo y corteza frontal de ratas kindleadas sometidas a restricción calórica.
- Determinar la expresión de *GSK3 β* en hipocampo y corteza frontal de ratas kindleadas sometidas a restricción calórica.
- Determinar si la expresión de la vía *Wnt*/ β -catenina en ratas kindleadas sometidas a restricción calórica esta sobre o infra regulada.
- Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos kindleados no sometidos a restricción calórica y los sometidos a la misma.
- Dilucidar los mecanismos antiepilépticos de la restricción calórica a través de la regulación de la vía *Wnt* canónica basado en los resultados y la literatura.

1.6 Hipótesis

Si la vía *Wnt*/ β -catenina se encuentra desregulada en la epilepsia con una marcada tendencia a la sobreexpresión, la restricción calórica a través de sus diversos efectos energéticos y metabólicos podrá modificar la vía disminuyendo su activación, contribuyendo así con un efecto anticonvulsivo.

1.7 Metodología

Veinticuatro ratas Wistar macho (n=24) con un peso de 120-130 g fueron los sujetos de nuestra investigación, todas las ratas fueron proporcionadas por la Unidad de Investigación Médica de Enfermedades Neurológicas dentro del hospital de especialidades CMN S XXI. Se hicieron todos los esfuerzos para minimizar tanto el número de animales utilizados como cualquier posible dolor o angustia. Los animales se manejaron y trataron de acuerdo con protocolos institucionales que

cumplieron con la normatividad nacional (NOM-062-ZOO-1999) y los principios rectores internacionales (Council for International Organizations of Medical Sciences, CIOMS). Las ratas fueron alojadas individualmente y se les permitió moverse libremente en jaulas transparentes con cama de mazorca de maíz a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ bajo un ciclo de luz-oscuridad de 12 h (luces encendidas a las 07:00 h). Las jaulas se limpiaban una vez por semana y se mantenían secas.

Las ratas fueron divididas aleatoriamente en 4 grupos diferentes: un grupo control (n=6) que fue alimentado con pellets y agua Ad libitum, un grupo Sham con restricción calórica sin estimulación (n=6) y dos grupos de ratas sometidas al modelo Kindling amigdalino, uno sometido a la misma restricción que el grupo Sham (n=6) y el otro con dieta Ad libitum (n=6). En ambos grupos sometidos a restricción, se calculó una RC del 20% según el peso individual de cada rata, se evitó una restricción menor para que la hipoglucemia fuera una variable de confusión como desencadenante de convulsiones. La restricción se inició desde la recepción de las ratas hasta que alcanzaron 250-300 g, en las sometidas a Kindling se continuó la restricción junto con la estimulación. Al final de la fase experimental las ratas fueron sacrificadas mediante perfusión intracardiaca y decapitación para la cuantificación de proteínas mediante técnicas de inmunofluorescencia y western blot, respectivamente.

1.7.A Modelo Kindling Amigdalino

El modelo Kindling consiste en la administración de un estímulo eléctrico subumbral que produce cambios electroencefalográficos y conductuales que culminan en convulsiones generalizadas (Goddard et al., 1969). Existen cinco estadios conductuales de Racine en los que clasificamos a las ratas en función de los signos visibles; estadio 1: mioclonía facial, estadio 2: movimientos oscilatorios de la cabeza, estadio 3: mioclonía de las extremidades inferiores, estadio 4: la rata se para y se mantiene sobre sus patas traseras y estadio 5: la rata se cae y aparecen convulsiones generalizadas sin control postural (Racine, 1972). Las ratas son sometidas a cirugía estereotáxica para la implantación de los electrodos en la amígdala siguiendo el Atlas de Paxinos y Watson; se mantienen en observación y con administración de antibióticos durante los 10 días siguientes. La estimulación se realizó con un dispositivo estimulador Grass S88 con un voltaje de 5V y una frecuencia de 0.30Hz. Se registran los estadios conductuales de Racine y se controla la duración y la intensidad del estado ictal y postictal; la estimulación Kindling finaliza cuando la rata alcanza 10 crisis tónico-clónicas generalizadas. Se comparó la duración de la actividad epiléptica y la progresión en las etapas de Racine entre ambos grupos estimulados; para el análisis de los datos se realizó una prueba t.

1.7.B Inmunofluorescencia

Para los procedimientos de inmunofluorescencia, tres ratas por grupo fueron anestesiadas con una dosis de pentobarbital sódico (50mg/kg; PiSA Agropecuaria S.A de C.V). Posteriormente,

se expuso el corazón haciendo una incisión a nivel del apéndice xifoides para poder hacer la perfusión intracardiaca con heparina (5000 U/ml), seguida de una infusión de 300 ml de solución salina tamponada con fosfato (PBS) (AMRESCO, LLC) a través del ventrículo derecho durante 30 segundos y perforación de la aurícula derecha. Al final de la infusión de PBS, se realizó una fijación con para formaldehído (Sigma) al 4% con una temperatura de 4°C utilizando el mismo volumen de 300 ml. Posteriormente, se realizó una craneotomía para obtener el tejido cerebral de las ratas a partir del cráneo y se fijó durante 24 h en el mismo fijador de para formaldehído a 4°C. Tras estos procedimientos, se obtuvieron bloques de tejido mediante incrustación en parafina para su corte sagital en rodajas de 7 µm cada una utilizando un micrótomo y el atlas de cerebro de rata de Paxinos y Watson como guía. Los portaobjetos se hornearon durante una noche a 65 °C, a lo que siguió la remoción de la parafina con xileno (30 baños en tres etapas de 5 min cada una) y la rehidratación mediante etanol graduado (primero al 100% y luego al 70%) hasta agua destilada. Los portaobjetos se lavaron en PBS y se incubaron durante 48 h a 4 °C. Se bloquearon los sitios inespecíficos con albúmina de suero bovino libre de IgG1(Sigma. St. Louis MO, EE. UU.). Tras lavar cada uno de los portaobjetos, se procesó el tejido con sus correspondientes anticuerpos Wnt-2 (monoclonal de ratón, diluido 1:100, Santa Cruz); β-catenina (monoclonal de ratón, diluido 1 100, Santa Cruz), GSK-3β (monoclonal de ratón, diluido 1:100, Santa Cruz), actina (monoclonal de ratón, diluido 1:100, Santa Cruz), Ciclina-D (monoclonal de ratón, diluido 1:100, Santa Cruz) y se incubaron durante la noche a 4 °C. Después de tres lavados con PBS durante 5 minutos, se aplicó rodamina (Rhodamine Red, Anti-mouse IgG, Jackson ImmunoResearch) como anticuerpos secundarios para las proteínas GSK3-β y Ciclina-D y para Wnt-2 y β-catenina se aplicó FITC (Fluorescein IsoTioCyanate, Anti-mouse IgG, Jackson ImmunoResearc), lo que proporcionó la fluorescencia roja y verde correspondiente. Se añadió DAPI con vectashield (ab104139) a todos los portaobjetos. Estas secciones se fotografiaron y analizaron con el software Image-Pro-Plus (Media Cybernetics, Rockville, MD) adaptado a un microscopio Olympus IX81-F3 (Olympus Corporation, Tokio, Japón) equipado con un kit de cámara digital Q-Imaging. Las secciones se observaron con un objetivo de 40X en un campo de 520 mm². Los campos capturados (Más tarde 1,4 mm) fueron: para el hipocampo en la zona 3 del cuerno de Ammon o CA3, y para la corteza frontal se capturó sólo en la zona más apical. Una vez realizadas las capturas, se cuantificaron las densidades de proteínas mediante Q-image y se compararon mediante la prueba ANOVA.

1.7.C Western Blot

Para la técnica Western blot, se sacrificaron por decapitación tres ratas por grupo. Se homogeneizaron el hipocampo y la corteza frontal de las ratas y se utilizó el método de Lowry para evaluar cuantitativamente las proteínas. Para la preparación de la muestra se hizo un stock de muestra en proporción 1:1 con Sample buffer (2.5 ml de Tris HCL 0.5 M pH 6.8, 2 ml de glicerol, 1 ml de mercaptoetanol, 4 ml de SDS al 10%, 0.5 ml de azul de bromofenol al 0.1% y 10 ml de agua

desionizada) se dejó durante 4 minutos en baño de agua, y luego se dejó en refrigeración. Para un cristal de 1.0 mm preparamos dos geles: un gel separador de 10 ml (agua desionizada, mezcla de acrilamida, Tris pH 8.8, SDS 10%, persulfato de amonio, TEMED) y un gel concentrador de 3 ml (agua desionizada, mezcla de acrilamida, Tris pH 6.8, SDS 10%, persulfato de amonio, TEMED). A este último gel se le adhirió un cepillo para formar diez carriles en los que colocamos la muestra previamente preparada. Para la corrida y transferencia de los geles se colocaron en cajas de electroforesis llenas de buffer de corrida (29 g de Tris base, 144 g de glicina, 10 g de SDS, completar hasta 1000 ml con agua desionizada) para comenzar a cargar los carriles con las muestras de cada grupo. Los electrodos se conectaron a una fuente de alimentación (ThermoScientific EC 200 XL) con un tiempo de funcionamiento estimado de 1:30 h a 150 voltios y 0.30 amperios; transcurrido este tiempo, se retiran los electrodos y se separa el gel de los vidrios para formar los sándwiches de transferencia. Los geles se colocan en casetes formados por dos esponjas, cuatro papeles de filtro y una membrana de nitrocelulosa; el sándwich se cierra y se asegura con las lengüetas del casete. Se llena la caja con buffer de transferencia (18.2 g de Tris Base, 9 g de glicina, a 500 ml con agua desionizada) y se vuelven a conectar los electrodos a la fuente de alimentación; se modifica el voltaje a 120 voltios y se ajusta el tiempo a 2:00 h. Terminada la transferencia, se retiran las membranas de los casetes y se desechan los geles, las membranas se exponen al Rojo de Ponceau para visualizar si la transferencia fue exitosa. Se realizaron un par de lavados con agua para eliminar el exceso de Rojo Ponceau para el bloqueo de las membranas. Se preparó una solución de bloqueo de 50 ml (10X TBS y Nestle Svelty Whole Milk en polvo) de la que se colocaron 20 ml en cada membrana y se dejaron reposar durante 1:30 horas. Con los 10 ml restantes se prepararon anticuerpos primarios; utilizamos β -actina, Wnt-2, β -catenina, ciclina D y GSK3 β de Santa Cruz Biotechnology a una dilución 1:500 de los cuales se añadieron 2 ml por membrana y se introdujeron en bolsas resellables para dejar incubando durante 24 hrs. Para la inmunodetección lavamos las membranas con cuatro lavados con TBS-Tween de 10 minutos cada uno para una incubación de anticuerpo secundario anti-mouse (Jackson ImmunoResearch) a las 2:00 h utilizando una dilución 1:10.000 con TBS-Tween. Se realizó otro ciclo de lavado con TBS-Tween para la exposición de las membranas al luminol (Solución A 1 ml, Solución B 1 ml), añadiendo 2 ml de luminol a cada membrana para corroborar la luminiscencia en oscuridad total. Las membranas se transfieren a casetes de cierre metálico con acetatos incorporados donde se colocan tanto las membranas como las películas Kodak durante una hora. Luego se retiran las películas y se exponen primero a una solución reveladora (20 ml de revelador Kodak GBX y 80 ml de agua destilada) durante un par de segundos hasta observar un cambio en la coloración de la película; luego se lava la película en agua común para posteriormente ser expuesta a una solución fijadora (20 ml de fijador Kodak GBX y 80 ml de agua destilada) dejándola unos segundos y enjuagándola con agua común. Las películas se dejaron secar unos minutos y finalmente se observaron a contraluz con un negatoscopio en busca de bandas proteicas. Finalmente, el análisis de las proteínas se realizó en el software ImageJ con unidades de píxel en escala de grises de 8 bytes, midiendo la desviación estándar, la intensidad de la densidad, el área y

el gris medio. Estos valores se importaron a Excel, donde se realizó una prueba ANOVA para establecer si había diferencias estadísticamente significativas; si las había, se realizó una prueba post hoc de Tukey para establecer las diferencias entre grupos.

1.8 Resultados y Discusión

Esta investigación se llevó a cabo dentro de un proyecto del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS por lo cual los resultados y discusión de estos pertenecen a la Dra María del Carmen Rubio, encargada del departamento de Neurofisiología; mismos que serán publicados en una revista indexada.

1.9 Conclusión

Se reservarán las conclusiones del presente trabajo para la publicación del artículo en una revista indexada.

1.10 Bibliografía

- Barzegar, M., Afghan, M., Tarmahi, V., Behtari, M., Rahimi Khamaneh, S., & Raeisi, S. (2019). Ketogenic diet: overview, types, and possible anti-seizure mechanisms. *Nutritional Neuroscience*, 24(4), 307–316. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2019.1627769>
- Bough, K. J., & Rho, J. M. (2007). Anticonvulsant Mechanisms of the Ketogenic Diet. *Epilepsia*, 48(1), 43–58. <https://doi.org/10.1111/j.1528-1167.2007.00915.x>
- Diering, Maxson & Mitchell, & Freeman. (2018). Targeting the Wnt/beta-catenin Pathway in Cancer: Update on Effectors and Inhibitors. *Cancer Treat Rev.*, 176(1), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2017.11.002.Targeting>
- Falco-Walter, J. (2020). Epilepsy — Definition, Classification, Pathophysiology, and Epidemiology. *Semin Neurol*, 617–623.
- Fisher, R. S., Cross, J. H., French, J. A., Higurashi, N., Hirsch, E., Jansen, F. E., Lagae, L., Moshé, S. L., Peltola, J., Roulet Perez, E., Scheffer, I. E., & Zuberi, S. M. (2017). Operational classification of seizure types by the International League Against Epilepsy: Position Paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology. *Epilepsia*, 58(4), 522–530. <https://doi.org/10.1111/epi.13670>
- Goddard, G. V., McIntyre, D. C., & Leech, C. K. (1969). A permanent change in brain function resulting from daily electrical stimulation. *Experimental Neurology*, 25(3), 295–330. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(69\)90128-9](https://doi.org/10.1016/0014-4886(69)90128-9)
- Hodges, S. L., & Lugo, J. N. (2018). Wnt/ β -catenin signaling as a potential target for novel epilepsy therapies. *Epilepsy Research*, 146(June), 9–16.

<https://doi.org/10.1016/j.eplepsyres.2018.07.002>

- Huang, C., Fu, X. H., Zhou, D., & Li, J. M. (2015). The Role of Wnt/ β -Catenin Signaling Pathway in Disrupted Hippocampal Neurogenesis of Temporal Lobe Epilepsy: A Potential Therapeutic Target? *Neurochemical Research*, *40*(7), 1319–1332. <https://doi.org/10.1007/s11064-015-1614-1>
- Jung, Y. S., & Park, J. II. (2020). Wnt signaling in cancer: therapeutic targeting of Wnt signaling beyond β -catenin and the destruction complex. *Experimental and Molecular Medicine*, *52*(2), 183–191. <https://doi.org/10.1038/s12276-020-0380-6>
- Kazi, A., Xiang, S., Yang, H., Delitto, D., Trevino, J., Jiang, R. H. Y., Ayaz, M., Lawrence, H. R., Kennedy, P., & Sebti, S. M. (2018). GSK3 suppression upregulates β -catenin and c-Myc to abrogate KRas-dependent tumors. *Nature Communications*, *9*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07644-6>
- Koh, S., Dupuis, N., Cit, S. P., & Debr, R. (2020). Ketogenic diet and Neuroinflammation. *Epilepsy Research*, *167*(July), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.eplepsyres.2020.106454>
- Mcdonald, R. B., & Ramsey, J. J. (2010). Honoring Clive McCay and 75 Years of Calorie Restriction Research. *The Journal of Nutrition*, 1205–1210. <https://doi.org/10.3945/jn.110.122804.reproduction>
- Najafi, S. M. A. (2020). The canonical wnt signaling (Wnt/ β -catenin pathway): A potential target for cancer prevention and therapy. *Iranian Biomedical Journal*, *24*(5), 264–275. <https://doi.org/10.29252/ibj.24.5.264>
- Nong, J., Kang, K., Shi, Q., Zhu, X., Tao, Q., & Chen, Y. G. (2021). Phase separation of Axin organizes the β -catenin destruction complex. *Journal of Cell Biology*, *220*(4). <https://doi.org/10.1083/JCB.202012112>
- Olson, C. A., Vuong, H. E., Yano, J. M., Liang, Q. Y., Nusbaum, D. J., & Hsiao, E. Y. (2019). The gut microbiota mediates the anti-seizure effects of the ketogenic diet. *Cell*, *173*(7), 1728–1741. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.04.027>
- Racine, R. J. (1972). Modification of seizure activity by electrical modification of after-discharge. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*.
- Rugg-, F., Miserocchi, A., & Mcevoy, A. (2019). Epilepsy surgery. *Pract Neurol*, 1–13. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2019-002192>
- Taciak, B., Pruszyńska, I., Kiraga, L., Bialasek, M., & Krol, M. (2018). Wnt Signaling Pathway in Development and Cancer. *Journal of Physiology and Pharmacology*, *69*(2), 185–196.

<https://doi.org/10.26402/JPP.2018.2.07>

Trejo-Solis, C., Escamilla-Ramirez, A., Jimenez-Farfan, D., Castillo-Rodriguez, R. A., Flores-Najera, A., & Cruz-Salgado, A. (2021). Crosstalk of the wnt/ β -catenin signaling pathway in the induction of apoptosis on cancer cells. *Pharmaceuticals*, 14(9), 1–35. <https://doi.org/10.3390/PH14090871>

Vallée, A., Lecarpentier, Y., & Vallée, J. N. (2019). Targeting the canonical WNT/ β -catenin pathway in cancer treatment using non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Cells*, 8(7), 1–26. <https://doi.org/10.3390/cells8070726>

Verrotti, A., Iapadre, G., Francesco, L. Di, & Zagaroli, L. (2020). Diet in the Treatment of Epilepsy : What We Know So Far. *Nutrients*, 1–19.

CAPITULO II DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DONDE SE HIZO LA INVESTIGACIÓN

2.1 Datos históricos

La investigación se realizó dentro del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” (INNN) mismo que surge en la década de los 60s. Realmente desde la década de los 40s se planteó dentro de la Secretaria de Salud mexicana la idea de crear institutos nacionales por la necesidad de medios físicos y humanos para atender a la población de forma especializada derivada de los avances en la medicina de la época impulsados por países como Alemania, Inglaterra o Estados Unidos. En este caso, el campo de la neurología avanzaba a pasos agigantados y la especialización de la misma en sus diferentes áreas obligaba a crear dicha institución, con fines no solo para la atención médica si no para formar nuevos especialistas dentro de dicha disciplina en el país. La propuesta fue formalizada hasta el año de 1952 por el entonces presidente Miguel Alemán Valdés, quién decreta la creación del instituto dentro del Diario Oficial de la Federación. No será hasta con Adolfo López Mateos que el 28 de febrero de 1964 se inaugura el INNN y dentro del discurso inaugural el presidente menciona que el instituto tendrá una finalidad de estudio e investigación, atención y tratamiento de las enfermedades neurológicas y mentales (Corona & Colin Piana, 2007).

En 1970 el INNN tiene como nuevo director a Francisco Escobedo Ríos quién impulsa la formación de los comités de ética dentro de la institución. Escobedo amplía la infraestructura interna del instituto inaugurando el Aula Magna y la biblioteca para fomentar la visión educativa y de formación del instituto, así como la remodelación del Central de Equipo y Esterilización que permitió adquirir nuevos instrumentos y equipos para realizar cirugías especializadas (las cuales no se

realizarán hasta la década de los 80s). En los años subsiguientes, mas concretamente entre 1972 y 1973 se amplía el área de neuro-oftalmología y se construye el área de Investigaciones Cerebrales; hechos fueron colocando cada vez más al INNN como un instituto de prestigio a nivel nacional e internacional. En 1974 la Organización de las Naciones Unidas (OMS) considera al INNN dentro de la categoría de Instituto Nacional, permitiendo así que forme parte de una red internacional de organismos para el apoyo al desarrollo en el área de la salud, la investigación neurocientífica, la enseñanza y la regulación (Castañeda-López, 2005).

Tuvieron que pasar más de dos décadas desde la inauguración del INNN para que la primera neurocirugía fuera realizada dentro de sus quirófanos; en el año de 1984 el mismísimo Dr Manuel Velasco Suárez con ayuda de su equipo de asistencia colocan electrodos en el lóbulo temporal de un paciente con diagnóstico de epilepsia temporal. Este hito marco un antes y un después en la neurología mexicana pues fecho el inicio de la disciplina neuroquirúrgica en el país; solo dos años más tarde, en 1986, el Dr Fernando Chong García se convierte en el primer neurocirujano egresado del instituto. Entre 1993 y 2007 el instituto sufre una serie de remodelaciones con el fin de cumplir con los estándares internacionales, agregando el edificio de residencia médica y la reparación de la bibliohemeroteca (Castañeda-López, 2005).

Actualmente el INNN se encuentra bajo la dirección del Dr Ángel Antonio Arauz Góngora quién toma el puesto en julio de 2020. El INNN hoy en día es considerado un instituto vanguardista y de reconocimiento internacional por su dedicación exclusiva a la investigación, enseñanza, diagnóstico y tratamiento en las tres áreas de las neurociencias clínicas: la neurología, la neurocirugía y la psiquiatría.

2.2 Arte dentro del Instituto

Como parte de su historia, es importante recalcar que el INNN cuenta con tres murales, lo que demuestra que la ciencia y el arte no son entes separados si no fieles acompañantes que buscan el entendimiento y esquematización de la razón y el conocimiento. El mural “Breve historia de la neurología” de Guillermo Ceniceros se inauguró en 2007 y se encuentra en el exterior del auditorio. Como su título remarca, en dicho mural se representa la historia de la neurología, misma que inicia desde la edad antigua, por lo que están representadas la medicina egipcia, la medicina china, la medicina maya, entre otras; también están presentes dentro de la obra personajes que han contribuido a la evolución del campo neurocientífico como Paracelso, Sigmund Freud, Santiago Ramón y Cajal o Harvey Williams Cushing (Macmasters, 2007). El segundo mural titulado “Mural blanco” de Kiyoshi Takahashi se encuentra en la cara externa del edificio de hospitalización y denota aparte de un estilo decorativo único la gran influencia del arte prehispánico en México. El último mural que lleva por título “Mural Fitzia” por su autora Fitzia Mendialdua Chopin fue terminado en 1964 y se encuentra dentro del edificio de hospitalización; que con un estilo más contemporáneo y usando la dualidad de colores cálidos con fríos representa el vínculo y la eterna lucha entre

Quetzalcóatl y Tecciztécatl que representan al sol y la luna, respectivamente seguramente aludiendo a la lucha entre la curación-salud contra la enfermedad-muerte, al centro de la obra vemos una serie de neurocirujanos llevando a cabo una cirugía (Notimex, 2017).

2.3 Geografía Local

El INNN se encuentra en la Avenida Insurgentes Sur, La Fama dentro de la Alcaldía Tlalpan. Esta alcaldía forma parte de las 16 demarcaciones territoriales de la Ciudad de México (CDMX), antes llamadas delegaciones, y se encuentra en la zona sur de la ciudad. En extensión territorial es la alcaldía más grande con un 20.7% del total de la ciudad y dentro de su territorio más del 80% es usado como suelo de conservación por lo que ofrece importantes servicios ambientales; dentro de estos destacan el bosque de Tlalpan y las Fuentes Brotantes. En cuanto al desarrollo humano desde 2004 Tlalpan se convirtió en la quinta demarcación de la CDMX con mayor índice de desarrollo humano en México, destacando por supuesto que contiene a la mayoría de los institutos nacionales del país incluyendo al INNN (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2004).

Como se mencionó, al ser Tlalpan una alcaldía de alto impacto ambiental cuenta con una importante flora y fauna endémica que la convierten en la demarcación con mayor biodiversidad de la CDMX. Dentro de su amplia flora destaca el *Pittocaulon praecox* o también llamado palo loco que cubre toda la región del Pedregal, esta planta se clasifica dentro de los matorrales. En las regiones altas como el Ajusco destacan el pino, el ocote, el oyamel y el aile; mientras que en las zonas más montañosas crecen los bosques de coníferas y cedros. La fauna silvestre de la alcaldía incluye especies de mamíferos, anfibios, reptiles o aves como el conejo, tlacuache, ardilla, tuza, víbora de cascabel, rana de árbol, armadillo, mapache, colibrí, zorrillo, gorrión, comadreja, entre muchas otras (Cruz Sánchez, s.f.).

Contrastando el enfoque ecológico de la alcaldía, Tlalpan también cuenta con una geografía urbana importante. Su división territorial se caracteriza por estar dividida en 178 colonias, 10 pueblos, 7 barrios y un parque nacional. Tlalpan cuenta con fraccionamientos urbanos muy exclusivos no solo dentro de la alcaldía si no dentro de la misma ciudad, algunos de estos son Jardines del Pedregal, Jardines de la Montaña, Bosques de Tlalpan, el Vergel de Coyoacán, etc. Dentro de las zonas más importantes dentro de la alcaldía se encuentran el Pedregal, Tlalpan Centro, Fuentes Brotantes, Coapa, Huipulco, San Fernando, San Juan o Tepepan que en conjunto hacen que la demarcación cuente con variedad de servicios como hospitales, universidades, zonas residenciales, comercio, entretenimiento, transporte, entre muchos otros. Finalmente, dentro de la geografía urbana Tlalpan cuenta con pueblos y barrios originarios que aportan identidad y cultura a la alcaldía. Por mencionar algunos se encuentran San Lorenzo Huipulco, Santa Úrsula Xitla, San Miguel Ajusco, Barrio La Fama, Barrio del Niño Jesús, Barrio San Fernando, etc. (Gobierno de la Ciudad de México, s.f.).

2.4 Indicadores demográficos y estadísticas vitales

El INNN al ser un instituto de reconocimiento nacional atiende a un gran número de población mexicana y extranjera con patología neurológica; al año se reciben más de 6,000 pacientes nuevos, se dan un aproximado de 90,000 consultas médicas anuales y se realizan más de 2,000 procedimientos quirúrgicos. Recordando que es un instituto cuya visión y misión no solo es la atención médica si no la generación y el desarrollo de nuevo conocimiento científico por lo que el INNN cuenta con alrededor de 100 publicaciones anuales en revistas científicas indexadas y de alto impacto. No hay una estadística oficial que estudie la población y la demografía dentro del instituto de forma continua, pero existen estudios transversales publicados que dan una aproximación para el análisis de la población atendida en el INNN (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, s.f.).

Velásquez-Pérez & López-Vivanco (2009) publicaron un estudio con la finalidad del análisis epidemiológico sobre la morbilidad hospitalaria del INNN donde se observaron un total de 14,320 egresos hospitalarios entre los periodos de 2002-2007. De estos casi la mitad eran femeninos (53%) y la otra mitad masculinos (41%), el promedio de edad fueron los 43 años, pero la mayoría de la población atendida (41%) se encontraba entre el rango de 25-44 años de edad. Podemos percatarnos que prácticamente la población atendida de forma anual en el instituto es indiscriminadamente hombres y mujeres, pero donde si hay una diferencia significativa es en la edad de los pacientes; realmente son pocos los pacientes pediátricos que llegan al instituto quizá porque son referidos o directamente atendidos en hospitales con enfoque pediátrico y que cuentan con servicios especializados como el de neurología pediátrica. En cuanto a la escolaridad de la población un 27% contaba con la primaria terminada, un 20.2% con educación media superior, un 14.3% con educación superior concluida y un 15% con primaria incompleta o algún grado de analfabetismo. Del total de pacientes atendidos, la mayoría eran residentes de la CDMX (38%), mientras que el 35% venía de algún sitio de provincia y el 27% de zonas circundantes a la ciudad, es decir el Estado de México o zonas conurbadas a la CDMX. Estos últimos datos se encuentran interrelacionados ya que observamos que hay un porcentaje importante de pacientes que acuden de provincia, al ser un instituto de referencia nacional, y muy probablemente son estos pacientes los que cuentan con una menor educación, por lo que diferentes variantes de comunicación deben ser implementadas dentro de la atención médica considerando los dialectos autóctonos y el apoyo a personas que no sepan leer ni escribir. Por último, en cuanto a derechohabiencia solamente el 4% tenía algún tipo de derechohabiencia a alguna institución de salud del país; cifra preocupante ya que la gran mayoría de los pacientes del instituto es población que no cuenta con algún tipo de seguro de salud, lo que fomenta la gran demanda de la atención médica y la subsecuente saturación de este.

2.5 Mortalidad y Morbilidad

La morbilidad y mortalidad son herramientas importantes dentro del estudio epidemiológico de poblaciones, sobre todo dentro de un hospital o en este caso, un instituto. Ambos conceptos nos

dan una idea del tipo de población que se atiende, cuáles son las tendencias dentro de las patologías en los diferentes servicios de atención, cuáles son las causas principales de fallecimiento, etc. La finalidad de conocer las estadísticas antes mencionadas nos orienta hacia que estamos haciendo y que podemos mejorar dentro de la atención sanitaria.

En la morbilidad dentro del INNN, al agrupar las enfermedades dentro del sistema de clasificación internacional CIE-10, encontramos que las tres principales causas de enfermedad son los tumores benignos (16.4 por cada 100 egresos), seguidos de las enfermedades cerebrovasculares (15.9 por cada 100 egresos) y en por último los tumores malignos de encéfalo, ojo y otras partes del sistema nervioso central (8.2 por cada 100 egresos). Sorprendentemente la morbilidad varía si estratificamos la población por sexo, las mujeres presentan una mayor tendencia hacia los trastornos mentales orgánicos, el infarto cerebral y los tumores benignos de meninges mientras que los hombres hacia los trastornos de los nervios, raíces o plexos nerviosos, las helmintiasis, cisticercosis, hemorragia subaracnoidea y los tumores de comportamiento incierto. De todos estos padecimientos el 52% llega por el servicio de urgencias y el 48% por la consulta externa. La tendencia de atención dentro del INNN se inclina hacia la patología neuro-oncológica, lo cual se relaciona con la creciente morbilidad a nivel nacional e internacional de estas patologías; el otro gran grupo lo conforman todos los trastornos vasculares neurológicos, razón por la que establecimientos como el INNN cuentan con servicios específicamente dirigidos hacia el tratamiento de urgencia de las enfermedades cerebrovasculares (Velásquez-Pérez & López-Vivanco, 2009) (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, s.f.).

En cuanto a la mortalidad dentro del INNN y de forma general encontramos que la mortalidad global es de 4.9 muertes por cada 100 altas, una cifra bastante baja ya que representa menos del 10%. Las causas principales de muerte son los tumores cerebrales y las enfermedades cerebrovasculares (ECV), con una mayor tendencia en pacientes con comorbilidades como el VIH-SIDA o epilepsia como resultado de una complicación de dichas enfermedades (Velásquez-Pérez et al., 2009). Si nos percatamos, son las mismas enfermedades con mayor morbilidad las que ocasionan la mayor mortalidad, sobre todo por tratarse de enfermedades de instauración aguda y progresiva en el caso de las ECV o de instauración crónica, pero de progreso rápido y sintomatología de aparición tardía como los tumores cerebrales. Un punto importante donde la medicina preventiva podría intervenir con mayor eficacia es en cuanto a los factores relacionados con mayor mortalidad por complicación neurológica, una detección oportuna de patologías como el VIH-SIDA o la epilepsia significaría un tratamiento oportuno y un menor riesgo de presentar complicaciones que comprometan la vida del paciente.

2.6 Bibliografía

- Castañeda-López, G. (2005). 40 años de vida a través de una revista: el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía y su publicación oficial. *Archivos de neurociencias (México, D.F.)*, 10(1), 43-53. <http://scielo.unam.mx/pdf//aneuroc/v10n1/v10n1a09.pdf>
- Corona, T. & Colin Piana, R. (2007). Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Dr. Manuel Velasco Suárez. *Revista de Investigación Clínica*, 62(6), 501-502. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2010/nn106a.pdf>
- Cruz Sánchez, R. (s. f.). *Preservación de la flora y fauna nativa de la alcaldía Tlalpan*. Patrimonio Cultural Tlalpan. <https://patrimonioculturaltlalpan.org/preservacion-de-la-flora-y-fauna-nativa-de-la-alcaldia-tlalpan/>
- Gobierno de la Ciudad de México (Ed.). (s. f.). *Pueblos Originarios*. Alcaldía Tlalpan. <https://www.tlalpan.cdmx.gob.mx/pueblos-originarios/>
- Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS (Ed.). (s. f.). *Instituto*. Gobierno de México. <http://www.innn.salud.gob.mx/interna/instituto/instituto.html>
- Macmasters, M. (2007, 8 junio). En un mural, recorrido histórico mediante 25 imágenes para adentrarse en el cerebro: El artista explora cómo surge la necesidad de poseer un lenguaje estético. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2007/06/08/index.php?section=cultura&article=a07n1cul>
- Notimex. (2017, 23 noviembre). Expertos del INAH restauran mural: La obra de Fitzia Mendialdua está en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/cultura/artes-visuales/expertos-del-inah-restauran-mural-de-artista-francesa>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Ed.). (2004). ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO MUNICIPAL EN MÉXICO. En *Internet archive Wayback Machine*. <https://web.archive.org/web/20121224014509/http://www.undp.org.mx/desarrollohumano/eventos/images/CuadernilloIDHMM.pdf>
- Velásquez-Pérez, L., & López-Vivanco, J. (2009). Información epidemiológica sobre la morbilidad hospitalaria en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía de la ciudad de México durante el período 2002-2007. *Revista Ecuatoriana de Neurología*. <http://revecuatneurol.com/wp-content/uploads/2015/06/Informaci%C3%B3n-epidemiol%C3%B3gica-sobre-la-morbilidad-hospitalaria-en-el-Instituto-Nacional-de->

Velásquez-Pérez, L., Núñez-Santes, A., & Contreras-Cortés, G. A. (2009). [Overview of hospital mortality at the National Institute of Neurology and Neurosurgery of Mexico City]. *Gaceta Medica De Mexico*, 145(5), 369-374

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE SALUD, INFRAESTRUCTURA RECURSOS FÍSICOS Y HUMANOS

3.1 Infraestructura en Salud

En el capítulo anterior se mencionó la capacidad de recepción poblacional del INNN, así como de las características de dicha población. Hablábamos de que el instituto recibe un aproximado de 6,000 nuevos pacientes al año, cifra que va en aumento precisamente por las mejoras y actualizaciones en la infraestructura y programas de salud del INNN. El análisis de los recursos físicos y humanos de un centro de salud nos ayuda a entender que tanto impacto tiene en la atención ciudadana, cuál es su capacidad de recepción o hasta qué punto puede saturarse, puntos que han cobrado importancia por la pasada pandemia de COVID-19 donde fue más que evidente que la gran mayoría de los centros de salud pública no contaban con una infraestructura adecuada, siendo superados rápidamente por la creciente demanda. Es necesario recordar que, al ser un instituto incorporado a la Secretaría de Salud pública, su financiamiento depende en mayor parte del gobierno federal y en menor medida del altruismo de diversas organizaciones.

El INNN se considera así mismo un centro de vanguardia en tres áreas sustantivas: la docencia, la investigación y la atención médica. Por lo que la infraestructura del instituto está totalmente encaminada hacia estas tres áreas.

3.1.A Infraestructura en Docencia

En el área docente, el instituto cuenta con diversos programas que tienen la finalidad de formar médicos generales, especialistas, enfermeros de calidad humana e intelectual. Cuenta con programas de formación en enfermería como el posgrado en enfermería neurológica y el posgrado de enfermería en el adulto en estado crítico; programas virtuales como la plataforma “Neurocampus” que fomenta la educación a distancia donde alumnos pueden tomar cursos online; programas de maestrías y doctorados en ciencias médicas, odontológicas y de la salud incorporadas a la UNAM cuyo objetivo va de la mano con el del área investigativa; programas de pregrado y posgrado donde alumnos de universidades afines pueden rotar en los diferentes servicios que ofrece el instituto o se puede liberar la acreditación del servicio social necesario para la titulación; y finalmente su programa

de residencias médicas donde se ofrecen tres especialidades (neurología, neurocirugía y psiquiatría), seis subespecialidades y veintidós altas especialidades. Como podemos observar el área dedicada a la docencia del instituto es una prioridad por lo que espacios como la residencia médica, la bibliohemeroteca, el auditorio, aulas, laboratorios, consultorios y quirófanos están orientados a que el alumnado pueda desarrollarse con éxito dentro de su área profesional (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, s. f.).

Dentro de los objetivos prioritarios a mejorar del INNN se encuentra el incrementar la calidad en la formación y capacitación de recursos humanos en el ámbito de las neurociencias para egresar especialistas de excelencia con un sentido de responsabilidad amplio. En los últimos años el INNN ha logrado implementar diversas directivas que tienen la finalidad de cumplir con dicho objetivo en un plazo al año 2024, los últimos resultados oficiales (2021) reportan que los parámetros a mejorar han alcanzado e incluso rebasado las metas pues el porcentaje de profesionales de la salud que concluyeron cursos de educación continua fue de 93.7% (meta: 87.7%) y el porcentaje de postulantes aceptados para especialidad fue del 46.9% (meta: 46.9%) (INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA, 2021). La mejora progresiva de los parámetros mencionados se debe principalmente a las siguientes acciones tomadas en los últimos años:

- Actualización del equipo de pregrado y posgrado en dos ejes principales que incluyen una administración técnica del “Neurocampus” y el diseño instruccional aplicado a cursos virtuales en este.
- Acreditación a los médicos residentes en programas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en cursos como “Correcto llenado del Certificado de Defunción”.
- Implementación de programa para la atención de la salud mental para médicos residentes.
- Captación de 1,784 asistentes dentro de 45 sesiones del programa de educación a distancia.
- Articulación del programa de telemedicina del auditorio para la transmisión en redes sociales institucionales de sesiones generales en vivo, así como la creación de una videoteca para la comunidad interna y externa del instituto.
- Generación de la Titulación Oportuna por Publicación que posibilita a los médicos residentes con la opción de graduarse con un artículo publicado en una revista indexada.

3.1.B Infraestructura en Investigación

Otra de las áreas de mayor importancia para el INNN es la investigación. De la mano con la docencia, el instituto cuenta con una infraestructura bastante amplia para el desarrollo de investigación tanto básica como clínica en el área de las neurociencias. Actualmente la división de investigación está conformada por departamentos y laboratorios, los cuales se reparten en dos

edificios creados exclusivamente para dicho objetivo: la “Unidad de Investigaciones Cerebrales” y la “Unidad de Investigaciones del Sistema Nervioso”. Los departamentos están conformados por el departamento de apoyo a la investigación, el de bioterio, de genética, de investigación clínica, de neurofisiología y de neuroquímica. A su vez dichos departamentos incluyen ocho laboratorios básicos y nueve laboratorios clínicos (Tabla 1). Como se puede observar, la división en departamentos y laboratorios fomenta el estudio de las diferentes áreas dentro de la neurociencia, promoviéndose una investigación sumamente específica, así como multidisciplinaria; existiendo desde modelos experimentales en animales, en humanos o incluso modelos computacionales apoyándose de la inteligencia artificial. Es importante recalcar que al ser un instituto de prestigio internacional es necesario que exista la regulación y monitorización de la rigidez científica con la que se trabaja dentro de los departamentos y laboratorios, por lo que el instituto cuenta con divisiones como el Comité de Ética en Investigación, el Comité de Bioseguridad o el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio para este fin (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, s. f.).

Tabla 1. Laboratorios de investigación clínica y básica dentro del INNN

Laboratorios Básicos	Laboratorios Clínicos
Laboratorio Experimental de Enfermedades Neurodegenerativas	Laboratorio Clínico de Enfermedades Neurodegenerativas
Laboratorio de Fisiología de la Formación Reticular	Laboratorio Clínico de Enfermedad Vascul ar Cerebral
Laboratorio de Neuro bioquímica y Conducta	Laboratorio de Demencias
Laboratorio de Neurofarmacología Molecular y Nanotecnología	Laboratorio de Física Médica
Laboratorio de Neuro inmunología	Laboratorio de Investigación Traslacional
Laboratorio de Neuropatología Experimental	Laboratorio de Neurofisiología Cognitiva y Clínica
Laboratorio de Reprogramación Celular	Laboratorio de Neurología Experimental
Laboratorio para el Estudio de la Neuroinflamación	Laboratorio de Neuropsicología Clínica
	Laboratorio de Psiquiatría Experimental

Dentro de los objetivos impuestos en el Programa del Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 2020-2024 (INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA, 2021) se encuentra asegurar las condiciones para el desarrollo de la investigación clínica básica que genere nuevo conocimiento. Dentro de los parámetros evaluados, los resultados del año 2021 arrojaron lo siguiente: Porcentaje de investigadores institucionales de alto nivel fue de 57.5% (meta para 2024: 88%), Porcentaje de artículos científicos publicados en revistas de alto impacto fue de 83.3% (meta:

50.6%) y el Promedio de productos de la investigación por investigador institucional fue de 1.8 (meta: 2.5). En cuanto a cifras netas, en el periodo de 2021 se publicaron un total de 192 artículos y se recibieron 146 protocolos de investigación nuevos de los cuales 24 son acerca de la enfermedad vascular cerebral, 30 a enfermedades neurodegenerativas y 16 a alteraciones neuropsiquiátricas. Como nos podemos dar cuenta a pesar de que la publicación de artículos es bastante satisfactoria y sobrepasa por bastante las metas estipuladas, aún es escasa la población de investigadores dentro del instituto y la producción individual está lejos todavía de los objetivos. Finalmente, el INNN fomenta la difusión de los trabajos científicos con la organización de seminarios, congresos o reuniones anuales en donde investigadores no solo del instituto si no de otras instituciones tienen un espacio para difundir sus descubrimientos e intercambiar opiniones, críticas constructivas dentro de la red nacional e internacional de neurocientíficos.

3.1.C Infraestructura para la Atención Médica

La última pero muy importante área es la dedicada a la atención médica y la que mayor infraestructura tiene dentro del INNN por obvias razones. El sistema de atención médica está liderado por la propia Dirección Médica y seis subdirecciones rectoras que incluyen a la Subdirección de enfermería, de neurología, de psiquiatría, de neurocirugía, de consulta externa y de servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento. Como ya se mencionó, el INNN es un instituto que atiende toda afección relacionada con trastornos neurológicos y metales y en un centro de referencia a nivel nacional. Dentro del cuerpo médico el instituto cuenta con 91 especialistas y subespecialistas, 371 enfermeras postgraduadas y 318 profesionales técnicos y paramédicos, agregándose a la atención médica el cuerpo de residentes que lo conforman 136 médicos en formación ya sea para especialidad o subespecialidad (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, s. f.).

El instituto cuenta con una imponente infraestructura para la atención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de enfermedades como cefaleas, tumores del sistema nervioso, esquizofrenia, epilepsia, entre muchas otras. La infraestructura hospitalaria es la siguiente: 126 camas censables las cuales 25 son del servicio de psiquiatría, 44 de neurología y 57 de neurocirugía; 39 camas no censables de las cuales 12 están en urgencias, 12 en la terapia intermedia y recuperación quirúrgica, 12 en terapia intensiva y 2 en estancia corta; cuenta con una moderna unidad neuroquirúrgica que incluye 4 salas de cirugía para funciones como la telemedicina o neuro navegación; la unidad de rehabilitación neurológica que engloba un área de terapia física, electroterapia, soporte parcial de peso, hidroterapia, un área de terapia ocupacional, área de terapia de lenguaje y servicios de realidad virtual para rehabilitación; el servicio de neuroimagen que incluye al área de radiología que cuenta con equipo de rayos X convencional, portátil y equipo arco en C para fluoroscopia, el área de tomografía que cuenta con tomógrafo helicoidal unicorte y multicorte 64, y el área de resonancia magnética que cuenta con RM 1.5T, 3T y sistema digital de archivo y distribución de evidencias médicas de imagenología; la unidad de terapia endovascular neurológica que cuenta con un

angiógrafo biplanar de DynaCT, Doppler carotideo y transcraneal y 2 equipos portátiles de los Doppler; una unidad de radioneurocirugía con un acelerador lineal Novalis; una unidad de consulta externa con un quirófano para cirugía de corta estancia, 19 consultorios para consulta médica no instrumentada y 3 áreas para consulta instrumentada donde se incluye neurofisiología, neurooftalmología y neuro-otología; tres áreas instrumentadas formadas por urgencias, terapia intensiva neurológica y laboratorio clínico; y finalmente el piso de hospitalización (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS, s. f.).

3.2 Recursos Humanos

Un área financiera y de recursos humanos operacionalmente exitosa dentro de una institución de salud permite la administración correcta de recursos tanto materiales, humanos y financieros para una adecuada operación en la atención de pacientes. Uno de los aspectos más relevantes dentro del año 2021 fue la aprobación de un proyecto de inversión para la modernización de aparatos médicos de hospitalización y de laboratorios que tenían más de 30 años de utilidad, el monto aprobado fue de \$110,034,811.0. También se promovió la capacitación de 1002 servidores públicos para fortalecer las obligaciones de los trabajadores dentro del INNN.

Dentro de las estadísticas obtenidas en la evaluación del 2021 del Plan Nacional de Desarrollo, todos los parámetros han sobrepasado satisfactoriamente las metas del año 2024 (INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA, 2021). La eficacia del otorgamiento de consultas programadas ha sido de 126.8 (meta: 98.8), el porcentaje de egresos hospitalarios por mejoría y curación fue de 96% (meta: 94.4%), el porcentaje de usuarios con percepción de satisfacción en la calidad de la atención médica ambulatoria fue de 94.6% (meta: 85.6%), el porcentaje de pacientes referidos por instituciones públicas de salud y se les da a apertura de expediente clínico fueron 58.1% (meta: 59.7%), el porcentaje de procedimientos diagnósticos de alta especialidad realizados fue de 97.1% (meta: 87.7%) y finalmente el porcentaje de ocupación hospitalaria fue de 94% (meta: 84%).

3.3 Bibliografía

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA. (2021). AVANCE Y RESULTADOS 2021: PROGRAMA DERIVADO DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2020-2024. En *Secretaría de Salud*. http://www.innn.salud.gob.mx/descargas/instituto/2021/Avance_y_Resultados_del_Programa_Institucional_2021.pdf

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía MVS (Ed.). (s. f.). *Instituto*. Gobierno de México. <http://www.innn.salud.gob.mx/interna/instituto/instituto.html>

CAPITULO IV ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL SERVICIO SOCIAL

4.1 Actividades prácticas dentro del laboratorio

En el laboratorio se trabajaba con experimentación animal usando ratas adultas de la especie Wistar por lo que una de las primeras actividades que realizamos recién entramos al servicio fue el aprender como manipular una rata de laboratorio, así como sus cuidados y observación como sujetos de estudio. Una correcta manipulación de las ratas era necesaria para poder llevar a cabo las diferentes actividades de experimentación, por ejemplo, para la administración de medicamentos o moléculas de estudio como la S-alil-cisteína era necesario la sujeción en decúbito supino de la rata para la administración abdominal del medicamento; situación similar con la administración de anestésicos en las ratas. Otra actividad que requería una correcta manipulación del animal es el modelo Kindling amigdalino de estimulación eléctrica, donde la rata debía ser sujeta del cuello y dorso para poder conectar los electrodos al casco de estimulación correctamente y que no hubiera errores en el monitoreo.

Las ratas estudiadas se sacrificaban por 2 métodos diferentes, la perfusión intracardiaca y decapitación, técnicas que aprendimos en los primeros meses. La perfusión intracardiaca tenía el objetivo de limpiar de sangre los tejidos y fijarlos, teniendo como finalidad obtener una muestra limpia de encéfalo en nuestro caso. Esta técnica era usada para el análisis de tejido por inmunohistoquímica e involucraba la administración de 2 soluciones en el ventrículo derecho de la rata: PBS y formaldehído con la rata sedada sin que esta muriera para que el corazón al seguir latiendo pudiera distribuir ambas soluciones de forma sistémica. El segundo método de sacrificio era la decapitación para obtención de tejido en fresco, usado para análisis proteico por técnica de western blot. Para esta técnica utilizábamos una guillotina en donde se procedía a realizar un solo corte, rápido y limpio, para proceder a realizar la craneotomía y la disección de los tejidos necesarios. Para la obtención de muestras aprendimos a realizar craneotomías donde era necesario remover la bóveda craneal, así como las meninges para extraer el cerebro de la rata junto con bulbos olfatorios, cerebelo y el tallo cerebral. Posteriormente se procedía a la disección de las zonas de interés que en nuestro caso eran generalmente los bulbos olfatorios, cuerpo estriado, la corteza premotora, hipocampo, cerebelo y amígdala.

Para la técnica de inmunohistoquímica tuvimos que aprender desde como incluir en parafina el tejido, como realizar los cortes con microtomo los cuales eran de 5-7 micras, hasta la técnica de inmunohistoquímica en sí. Los cortes realizados debían ser analizados en un microscopio para observar que tan profundo te encuentras dentro del corte según el Atlas de Watson y Paxinos. La inmunohistoquímica es una técnica compleja que implica diversos pasos e incluye el uso de sustancias como el Xilol, marcadores proteicos como los anticuerpos primarios como secundarios o

colorantes para finalmente observar en un microscopio de fluorescencia la presencia de las proteínas.

La otra técnica molecular para el análisis y cuantificación de proteínas que aprendimos fue el western blot. Un protocolo que utiliza geles en donde se depositan las proteínas, dentro de carriles bien delimitados, para ser sujetos a electroforesis con un buffer de corrida y luego a transferencia a membranas de nitrocelulosa con un buffer de transferencia. La proteína impregnada en la membrana es expuesta al anticuerpo primario y secundario, según sea la proteína objetivo, para ser posteriormente revelada usando solución reveladora y fijadora en películas de revelado. Al final se obtienen bandas proteicas que según el peso molecular se sabe que proteína es la que se está observando.

En cuanto a los modelos experimentales aprendidos, uno de ellos consistía en la exposición de ozono en ratas. Las ratas eran colocadas dentro de cámaras de exposición transparentes y selladas conectadas a un generador de ozono a partir de una toma de oxígeno y a un monitor que cuantificaba los niveles de ozono en partes por millón. El segundo modelo aprendido fue el modelo Kindling amigdalino de epilepsia; este modelo implicaba conocer y realizar desde la cirugía estereotáxica, donde se implantaba un electrodo en amígdalas siguiendo las coordenadas obtenidas según el Atlas de Paxinos a través de la trepanación de la bóveda craneal, hasta reconocer los diferentes estadios clínicos de la rata y el uso del software donde todo era monitoreado. El modelo kindling se basa en aplicar estímulos eléctricos subumbrales a la rata hasta que esta cumpla con 10 crisis generalizadas. La rata es estratificada dentro de los estadios de Racine y la actividad eléctrica de amígdala y corteza es medida con un electroencefalógrafo para cuantificar la duración e intensidad de las crisis.

4.2 Actividades académicas y de docencia

Las actividades académicas también representaron una parte importante de nuestro día a día. Durante los primeros meses se nos instruyó en metodología de investigación, así como la teoría de los protocolos de Western blot, inmunohistoquímica y los modelos experimentales de epilepsia. Aunado a esto, cada 15 días teníamos un seminario en formato virtual en el que diferentes investigadores tanto clínicos como básicos participaban tocando temas con relación a las neurociencias. En mi caso fui expositor en 3 ocasiones, hablando una de estas veces de la fisiología de la glia, en otra ocasión expuse sobre los mecanismos moleculares y celulares de los diferentes grupos gliales dentro de la fisiopatología de la epilepsia y la tercera vez expuse sobre mitos griegos ya que una vez al mes se buscaba un seminario cultural.

Otras actividades académicas externas al laboratorio fue la de participar en realizar un video orientativo donde se explicara la importancia del ictus a nivel epidemiológico y como detectarlo a tiempo como finalidad de difusión para la concientización del evento cerebrovascular en el la

población. Dicho video fue en colaboración con el INNN y al ser parte de un concurso, obtuve el primer lugar. También tuve la oportunidad de colaborar con un neurólogo del instituto para actividades docentes como la participación como expositor de temas selectos de neuroanatomía para estudiantes de medicina.

4.3 Participación en congresos nacionales e internacionales

Durante el año del servicio social tuve la oportunidad de participar en 4 congresos tanto nacionales como internacionales. En el mes de Julio del 2022 participe como expositor de poster en la Reunión Anual que organiza el INNN donde expuse los resultados de una de las investigaciones realizadas en el laboratorio referente a la toxicología del ozono en el sistema nervioso central. En el mes de agosto del mismo año asistí y participe nuevamente como expositor de cartel a la Reunión Anual del Capítulo Mexicano de la Liga Internacional Contra la Epilepsia (CAMELICE) en la ciudad de Guadalajara, donde obtuve el primer lugar. En el mes de noviembre asistí a la reunión anual de la Society for Neuroscience en la ciudad de San Diego donde igualmente participe como expositor de poster científico. Finalmente, en el mes de diciembre asistí y participe como expositor de poster científico en la reunión anual de la Sociedad americana de epilepsia (AES) en la ciudad de Nashville como parte del premio por obtener el primer lugar en el congreso del CAMELICE.

4.4 Producción científica

Finalmente pero no menos importante, dentro de las actividades realizadas en mi servicio social fue la participación en artículos científicos como coautor o primer autor para su publicación en revistas indexadas. En total participe en 2 capítulos de libro, uno donde fui primer autor y trata acerca de como la glia participa como regulador energético y metabólico en condiciones de cetosis, y otro donde fungí como coautor y trata sobre los mecanismos antineoplásicos de la dieta cetogénica en el tratamiento del cáncer. Al final del servicio social participe en un total de 6 artículos científicos en donde fui primer autor en uno de ellos y en los otros coautores, incluyendo el trabajo que aquí se expone. De estos artículos 2 son de revisión y el resto experimentales; y de la misma forma 2 de ellos ya están aceptados por revistas extranjeras indexadas y el resto se encuentra en revisión editorial.

CAPITULO V MIS CONCLUSIONES SOBRE EL SERVICIO SOCIAL

5.1 Con relación a su formación como persona

El servicio social sin lugar a duda fue determinante no solo en mi formación profesional si no en mi formación como persona. Al estar en un instituto de referencia nacional dedicado a las enfermedades neurológicas y mentales pude concluir que el estudio de las neurociencias ya sea en modalidad básica o clínica es imperante para el avance de la medicina y la ciencia en general. La neurología es un campo que a pesar de que su estudio moderno inicio en la primera mitad del siglo XX aun cuenta con muchos vacíos, incógnitas y agujeros dentro del conocimiento. Se esta tratando de entender y estudiar quizá el objeto mas complejo en todo el universo, pues el cerebro tiene tantas posibilidades de presentación de variables y tantos conceptos subjetivos y etéreos como la conciencia misma que no permiten esclarecer con claridad cuales son los mecanismos neurobiológicos que llevan a estos.

Habiendo comentado lo anterior, creo que como persona me siento maravillado con el universo que representa el estudio de las neurociencias y me doy cuenta de la cantidad de profesionales que hacen falta para poder seguir estudiándola. Incluso el servicio ha logrado cambiar mi perspectiva hacia las ciencias básicas ya que es un área que poco se involucra uno durante la carrera; al ser una carrera de enfoque totalmente clínico realmente no se tiene este acercamiento hacia el mundo de la investigación básica. Ahora se que es necesario una cooperación entre clínicos e investigadores básicos para un enfoque mucho mas multidisciplinario dentro de los estudios, ya que es una brecha me temo algo amplia aún. Somos justamente las nuevas generaciones las que debemos de trabajar en conjunto y apoyarnos con los laboratorios de investigación para concretar proyectos interesantes que cubran desde la necesidad de explicación de fenómenos celulares o moleculares hasta su aplicación e integración en la práctica médica.

Dentro de la perspectiva clínica como persona concluyo que en el área médica las enfermedades neurológicas y mentales en muchos casos aun son intratables y el tipo de tratamiento que se ofrece o es sintomatológico para mejorar la calidad de vida de los pacientes o es paliativo en el caso de enfermedades terminales. Por lo mismo vuelvo a reafirmar que es un área donde se necesita aun mucha fuerza de trabajo ya que realmente no hay tantos profesionales de la salud o de investigación que se dediquen a las neurociencias en el país. Es necesario que el gobierno invierta mucho más dentro del instituto ya que representa el alma de la neurología dentro de nuestro país; una realidad triste pero objetiva es la poca financiación económica dentro de los departamentos de investigación básica, que sobreviven con los bajos sueldos de los investigadores y financiación externa. Y es que la financiación gubernamental para la investigación dentro del instituto es cada vez menor.

5.2 Con relación a su formación profesional

Como mencione en el punto anterior, haber tenido la posibilidad de estar en un instituto de renombre como el INNN, me sirvió para darme cuenta de las grandes posibilidades laborales y de crecimiento profesional dentro del área de las neurociencias; reafirmando una vez más mi dedicación a la neurología como futura especialidad. El año de servicio representó un escalón de crecimiento bastante importante ya que me permitió trabajar dentro de diferentes proyectos los cuales están en vías de publicación, por lo que me hará un profesionalista más competente y con mayor criterio científico.

Dentro de los congresos que acudí y haciendo mayor referencia a los de aspecto internacional, me pude dar cuenta de la diferencia tan abrupta de la formación profesional en países líderes en investigación, donde los laboratorios reciben un fuerte financiamiento tanto gubernamental como del ámbito privado, permitiendo colocar al área como foco atractivo para que las nuevas generaciones busquen desarrollarse. Es impresionante la cantidad de disciplinas que convergen en los estudios neurocientíficos, incluyendo desde áreas biológicas como la biología, bioquímica, genética, entre otras, hasta disciplinas dedicadas al estudio de sistemas computacionales como la ingeniería robótica o la bioingeniería. Igualmente pude darme cuenta de las oportunidades de crecimiento profesional en el extranjero, existiendo diversos programas internacionales dentro de hospitales, universidades o institutos de investigación con apoyo económico a los participantes donde se obtiene una perspectiva bastante amplia de como funciona la ciencia en los países que la lideran, perspectiva con una diferencia abismal comparado a nuestro país. Este tipo de congresos también me permitieron una formación dentro de la difusión de la ciencia, ya que no solo es importante su producción si no como se da a conocer, aspecto que en ocasiones se ve complicado por las diferencias de idiomas.

Puedo concluir que es necesario que los médicos rotemos o tengamos algún tipo de contacto más cercano con las áreas de investigación básica, pues a diferencia de muchos otros compañeros que rotaron en hospitales o clínicas de atención primaria, la visión dentro del desarrollo profesional se expande, sabiendo que hay muchas posibilidades de crecimiento fuera del área clínica. Incluso creo que el médico debería participar de forma activa dentro de su práctica diaria en actividades de investigación básica, competencia muy fortalecida en países de primer mundo, donde los médicos en formación tienen la obligación de publicar investigaciones en revistas indexadas.

5.3 Con relación a su aportación a la comunidad

La investigación básica podría a simple vista no ser relevante para la comunidad, pero la realidad es que todo método de diagnóstico, conocimiento sobre la fisiopatología de una enfermedad o tratamiento comienza con un estudio científico. Uno de los enfoques que estudie dentro del laboratorio es la toxicología de agentes ambientales como el ozono; molécula principal dentro de los gases contaminantes en ciudades como la CDMX. Estudios como estos ayudan a fomentar la concientización de la actividad humana desmesurada, en este caso en particular, en la quema de combustibles fósiles. Es necesario la difusión y divulgación de resultados obtenidos en este tipo de investigaciones pues millones de personas son expuestas diariamente durante toda su vida a este tipo de compuestos tóxicos los cuales han sido relacionados con el desarrollo de enfermedades, sobre todo de aspecto neurodegenerativo, patologías que sobresalen cada vez más dentro de la incidencia de enfermedades neurológicas a nivel mundial. Conocer los mecanismos de daño derivados de la contingencia ambiental, un problema cada vez mayor, es necesario para buscar soluciones tanto preventivas, profilácticas o de tratamiento.

Otro de los enfoques trabajados dentro del laboratorio fue con enfoque hacia el estudio de la epilepsia. La epilepsia es una enfermedad que se ha descrito desde la antigüedad, pasando por explicaciones y “tratamientos” on enfoques religiosos y místicos hasta su estudio riguroso con la llegada de la medicina moderna. A pesar de conocerla desde hace siglos y de que su reconocimiento clínico impera aun en la población no médica, la mayoría de las personas reconocen una crisis convulsiva, su manejo y tratamiento actual aun presenta fallas, representadas por los pacientes que a pesar de cumplir con los esquemas pilares del tratamiento muestran epilepsias de difícil control incluso refractarias al tratamiento existente. Es por esto y muchas razones más la necesidad de que enfermedades neurológicas tan comunes como la epilepsia sigan siendo estudiadas, donde mecanismos fisiopatológicos ocultos sean descubiertos o relacionados con los ya conocidos y donde se busquen nuevas dianas terapéuticas. De la misma forma, la difusión y divulgación de la enfermedad dentro de la comunidad es de suma relevancia, del cómo funciona y que se puede hacer en casos de encontrarse con una persona que sufre una crisis epiléptica, para que su atención sea mas pronta y por lo tanto más fácil de tratar.

El estudio de las enfermedades neurológicas es cada vez más vasto y completo, sin embargo, es conocimiento que se queda dentro del área profesional. Dentro de las comunidades, las patologías neurológicas muchas veces acompañadas de trastornos mentales son aun desconocidas en su mayoría e incluso rechazadas, malignizadas y producto de intolerancia hacia las personas que las padecen. Se necesita una mayor difusión de dichas enfermedades dentro de las comunidades, y más dentro de las comunidades rurales y de mayor grado de marginación.

5.4 Con relación a su institución educativa

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) es una institución conocida por su enfoque científico e investigativo, incluido en el sistema de enseñanza de muchas de sus carreras profesionales. No es de extrañarse entonces que este tipo de universidades impulsen la curiosidad o el desarrollo de profesionistas dentro de las áreas investigativas. En mi caso, mi formación desde mi primer trimestre incluyó materias dedicadas al entendimiento del método científico, la bioestadística, la elaboración de protocolos, la prueba de hipótesis, etc. con la finalidad de participar en el desarrollo de nuevo conocimiento, útil para la comunidad al final del día.

También es importante que las universidades fomenten la posibilidad de realizar rotaciones o servicio social en áreas de investigación básica para lograr esta perspectiva multidisciplinaria de la que hablamos. En mi caso fue la UAM la que me permitió realizar mi servicio social en el INNN al contar con la oportunidad de plazas de investigación. Finalmente es una de las múltiples formas en las que la universidad puede impulsar el desarrollo de producción científica de sus egresados para el autorreconocimiento de formación de futuros participantes activos dentro del área científica.