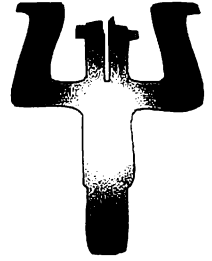




UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**RESPUESTA DEL NÚCLEO DORSOMOTOR DEL VAGO
ANTE EL CONSUMO DE AZÚCAR**

INFORME PROFESIONAL DE SERVICIO SOCIAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A :

ANA PAULINA LIRA GARCÍA

DIRECTORA DE INFORME:

MTRA. MARÍA TERESA GUTIÉRREZ ALANIS

CUADRO UNIVERSITARIO CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2016





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de informe, la maestra María Teresa Gutiérrez Alanis, gracias por su orientación, enorme dedicación y el tiempo invertido en este proyecto.

A mis tréboles de buena suerte ...

...Adrián Alberto, mi hermano del corazón. Gracias por compartir conmigo tantas alegrías, tristezas, risas y complicidad, por hacerme sentir más fuerte y darle tanta luz a mi hogar.

...Mi papá Daniel. Gracias por tus palabras y tu sabiduría. Por enseñarme a encontrar soluciones. Por la confianza que siempre has tenido en mi y en mis proyectos, por siempre apoyar todas mis decisiones y ayudarme a darle forma a mis sueños. Gracias por el incomparable amor que me das.

...A Yolanda, mi mamá, mi jolbys, mi amiga, mi compañera, mi ángel, mi guerrera favorita. Gracias por ser el bellísimo ser humano que eres. Por creer en mi, y enseñarme que cada día es un nuevo comienzo. Por la vida. Por tu lucha. Por existir.

ÍNDICE

Abreviaturas Usadas	5
Índice de Figuras	5
1.- RESUMEN	6
2.- DATOS GENERALES DEL PROGRAMA DEL SERVICIO SOCIAL.	7
3.- CONTEXTO DE LA INSTITUCIÓN Y DEL PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL	7
3.1 OBJETIVOS PERSONALES EN LA REALIZACIÓN DEL SERVICIO SOCIAL	8
4.- OBJETIVO DEL SERVICIO SOCIAL	15
4.1 PROBLEMAS Y ACTIVIDADES A LOS QUE SE DEDICA LA INSTITUCIÓN RELACIONADAS CON EL ÁMBITO DE LA PSICOLOGÍA	16
4.2 INVESTIGACIÓN BÁSICA E INVESTIGACIÓN APLICADA.	19
5.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL SERVICIO SOCIAL	21
5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SUJETOS ATENDIDOS	21

5.2 ASPECTOS ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN CON ANIMALES	22
5.3 CAPACITACIÓN O ENTRENAMIENTO RECIBIDO	25
6.- MARCO TEÓRICO: RESPUESTA DEL NÚCLEO MOTOR DORSAL DEL VAGO ANTE EL CONSUMO DE AZÚCAR	25
6.1 INTRODUCCIÓN	25
6.2 RITMOS CIRCADIANOS	27
6.3 EL RITMO BIOLÓGICO Y LA GLUCOSA	34
6.4 EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO (SNA)	38
6.4.1 EL SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO (SNS) ..	41
6.4.2 EL SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO ...	42
6.5 NERVIOS CRANEALES	45
6.6 NÚCLEO DORSOMOTOR DEL VAGO.	45
7.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MOTIVO DEL SERVICIO SOCIAL	48
7.1 ANTECEDENTES	48
7.2 JUSTIFICACIÓN	49
7.3 OBJETIVOS DEL EXPERIMENTO REALIZADO (SERVICIO SOCIAL)	50
7.4 HIPÓTESIS EXPERIMENTAL	50
7.5 MATERIALES Y MÉTODOS	50
7.6 RESULTADOS	53

8. ASPECTOS A CONSIDERAR COMO POSIBLES MEJORAS EN EL SERVICIO SOCIAL	56
9.- CONCLUSIONES	58
10.- REFERENCIAS	61

Abreviaturas utilizadas:

CTB (Cholera Toxin B Subunit; subunidad B de cólera).

DMV (Dorsal Motor Nucleous of the Vagus; Núcleo dorsomotor del vago)

GABA (ácido gamma- aminobutírico)

IIB (Instituto de Investigaciones Biomédicas)

IPSS (Informe Profesional de Servicio Social)

LPS (Lipopolisacárido)

NPV (Núcleo Paraventricular)

NSQ (Núcleo Supraquiasmático)

SIASS (Sistema De Información Automatizada De Servicio Social)

Índice de Figuras

Figura 1. "Diencefalo, Corteza y G. Pineal" Fuente: bibliotecagnostica.org/ (marzo 2016)

Figura 2. Control Autónomo del Páncreas

Figura 3. Núcleo Supraquiasmático

Figura 4. Segregaciones en el Ritmo Biológico

Figura 5. Integración Hipotalámica del Reloj Central, Corticosterona y Melatonina

Figura 6. Integración Hipotalámica del Reloj Central, Órganos Periféricos

Figura 7. Sistema Nervioso Autónomo

Figura 8. Núcleo Dorsomotor del Vago.

Figura 9. Apoyo económico al estudiante en el programa de servicio social "El reloj biológico da tiempo a nuestro cuerpo"

1.- RESUMEN

El presente Informe profesional del servicio social (IPSS) tuvo lugar en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, en el laboratorio del Dr. Rudolf Buijs, donde se estudian las funciones del hipotálamo y sus núcleos. Puntualmente se dedican a estudiar los nexos del Núcleo Supraquiasmático (NSQ) con el cuerpo y sistema inmunológico, ante distintos retos externos, tales como lesiones o infusión de un Lipopolisacárido (LPS). Desde finales de los años setentas, el titular del Laboratorio ha participado en alrededor de 100 distintas publicaciones y ha dedicado sus esfuerzo a interpretar la función del NSQ y los mecanismos de integración del hipotálamo en general.

La relación entre el desarrollo del Servicio Social y la formación profesional del psicólogo es indirecta en este caso, puesto que se trató de participar en una investigación de neurociencia básica, que podría relacionarse eventualmente, con el quehacer del psicólogo en cuanto al mecanismo hipotalámico que subyace la regulación de las funciones vegetativas que intervienen en la ingesta de alimentos, las respuestas rítmicas del organismo o ciclos vitales y las emociones, entre otros procesos de interés para la Psicología.

El trabajo realizado en el Laboratorio está inserto en el programa de Servicio Social denominado: **EL RELOJ BIOLÓGICO DA TIEMPO A NUESTRO CUERPO: RELACIÓN CON EL SISTEMA INMUNE Y METABÓLICO** con la clave 2014 - 12 / 46 - 709.

Durante el periodo de prestación del servicio social se realizaron actividades relativas a la investigación básica en neurociencias, específicamente en cuanto a la disección, tinción y registro de cerebros de rata para visibilizar el núcleo hipotalámico en estudio.

2.- DATOS GENERALES DEL PROGRAMA DEL SERVICIO SOCIAL.

Se realizó el servicio social en el programa **EL RELOJ BIOLÓGICO DA TIEMPO A NUESTRO CUERPO: RELACIÓN CON EL SISTEMA INMUNE Y METABÓLICO** con la clave **2014 - 12 / 46 - 709** llevada a cabo en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) de la **UNAM**, sede en el Tercer Circuito Exterior, edificio "B". Tomó lugar en el laboratorio de Biología Celular y Fisiología, bajo el mando del Doctor Rudolf Marinus Buijs, responsable del programa y alumnos, durante el periodo comprendido del **8 de septiembre del 2014 al 27 de marzo del 2015**

3.- CONTEXTO DE LA INSTITUCIÓN Y DEL PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL

El Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) es una dependencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que pertenece al Subsistema de la Investigación Científica. Actualmente cuenta con dos sedes, una en el circuito escolar y otra en el tercer circuito exterior de la Ciudad Universitaria. El Instituto se enfoca en el estudio de los fenómenos

biológicos en los niveles molecular, celular, orgánico y poblacional. Conforme a lo estipulado en la página institucional, se proyectan los conocimientos y tecnologías al entendimiento y solución de las *enfermedades humanas*. Sin embargo recordemos que en su mayoría, la investigaciones llevadas a cabo en el IIB son *básicas* y no aplicadas

Uno de los cuatro departamentos en que está organizado el instituto es el de Biología Celular y Fisiología, donde yo trabajé. Con objeto de vincularse con el Sector Salud, el Instituto ha establecido Unidades Académicas Periféricas en diversas instituciones hospitalarias. El IIB se ha destacado en la formación de recursos humanos a través de su participación en diversos programas docentes como la Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas, Bioquímicas, Producción y Salud Animal, Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud y Doctorado en Ciencias Biomédicas, principalmente (biomedicas.unam.mx). Presumiblemente, más de la mitad de los actuales alumnos del Dr. Buijs de Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias Biomédicas son alumnos egresados de la Facultad de Psicología que iniciaron como prestadores de servicio social.

3.1 OBJETIVOS PERSONALES EN LA REALIZACIÓN DEL

SERVICIO SOCIAL:

Desde la perspectiva personal encuentro que una característica de realizar el servicio social en el área de psicobiología es que, a comparación de otros programas, las situaciones en las que el alumno se involucra no incluyen

ayudar o atender necesidades o problemas de grupos vulnerables, de personas en situaciones especiales o de alto riesgo, como se puede dar en el área clínica por ejemplo, o en cualquier servicio enfocado al área social o educativa.

Esto es, a pesar de que la investigación básica no encuentra una aplicación en la práctica a corto plazo, es una tarea sustantiva de la Universidad. Su importancia radica en la generación del conocimiento, que eventualmente repercutirá en un beneficio para la sociedad, cubriendo la función de la Universidad Pública de retribución y servicio social. Por lo que justificar la vinculación entre un proyecto de investigación básica especializada y la formación profesional en psicología es difícil. Desde mi punto de vista, no se pone en práctica lo aprendido en el aula puntualmente, puesto que los laboratorios son demasiado especializados como para tener el conocimiento necesario de la investigación en la que éstos ahondan.

En el caso específico del Dr. Buijs (responsable del programa y alumnos) que lleva trabajando más de 30 años en las cuestiones del Núcleo Supraquiasmático, a la fecha este minúsculo engrane de neuronas hipotalámicas le sigue generando dudas, al grado que siguen surgiendo nuevos proyectos de investigación vigentes para este laboratorio.

Otro aspecto que deseo destacar es que fue la primera vez que trabajo en un laboratorio, y todas las actividades para mi eran completamente nuevas;

desde cómo usar una pipeta, cortar cerebros en el criostato, hasta el revelado de C-FOS por medio de técnicas de inmunohistoquímica. Lo cual ameritaría algún tipo de capacitación previa, tanto de los aspectos técnicos como de los conocimientos específicos del objeto de estudio tan especializado, lo que no me fue proporcionado. Las tareas que desempeñé, se me fueron presentando en la práctica, con observación del cómo realizarlas de parte de una de las colaboradoras del proyecto, estudiante de posgrado.

Sin embargo, considero que el desarrollo de este servicio social fue formativo en su totalidad (entendido como el proceso de construcción de saberes científicos, sociales y humanísticos que facilitan el desarrollo de la estructura ética y moral de la persona que da sentido a la integración del perfil profesional, <http://www.dgoserver.unam.mx/>). En ese año y medio logré fortalecer mi formación académica de licenciatura. Adquirí nuevos conocimientos y habilidades profesionales, que en la postulación para continuar estudiando son invaluable. Tuve la posibilidad de conocer y de incorporarme al mercado de la investigación científica.

La retribución como prestador de servicio social en el área de la investigación no se da a la sociedad directamente, sino al laboratorio mismo. A pesar de que se respetan los horarios en los que el alumno está en clase, el resto del tiempo libre se exige estar presente en el laboratorio. Es muy parecido a tomar una clase extracurricular con un pesado valor en créditos. Para poder seguir el ritmo de trabajo y de conocimiento del laboratorio, se sugiere que el

alumno lea dos publicaciones científicas diarias. Y leer las divulgaciones de neurociencias no es nada parecido a cualquier otro tipo de lectura, absorbe mucho tiempo ya que alrededor de 1 de cada 10 palabras serán nuevas y de estricto uso científico referente al hipotálamo. La sensación de tener una cascada de información los primeros meses es muy pesada. Los conocimientos iban desde poder reconocer las distintas áreas en el cerebro de una rata, hasta aprender procedimientos quirúrgicos. Una de las labores en las que me destacué fue en la denervación simpática y parasimpática del hígado. En el transcurso del servicio social ejecuté alrededor de 60 cirugías. Cada una toma aproximadamente dos horas y media. Desarrollo esta parte con detalle en el Marco Teórico conceptual del Servicio Social: Respuesta del núcleo motor dorsal del vago ante el consumo de azúcar. En la página oficial del servicio social de la UNAM se estipula un horario "mixto" y de lunes a viernes. La realidad es que este punto no es así de sencillo. Las ratas y el material orgánico no siguen itinerarios, por lo que la asistencia en sábados o fuera del horario acordado es indispensable.

El alumno que deseé realizar su servicio social con la finalidad de cumplir la obligación académica de 480 horas, no la va a encontrar aquí. En el instituto de investigaciones biomédicas se exige un esfuerzo extra por parte del prestador de servicio social. Se pide un compromiso de lleno, además de contar con un genuino interés por las neurociencias.

Estoy completamente satisfecha por el impacto didáctico que este programa tuvo en mi formación profesional. Todos los procedimientos quirúrgicos y la técnica de perfusión intracardiaca me fueron enseñadas por la doctora Mara Guzmán, así como la localización e identificación de las diferentes áreas del cerebro en rata. El resto del aprendizaje tiene que ser impulso y esfuerzo del estudiante. No hay clases introductorias, ni lecturas o capítulos de algún libro que lleven de la mano al novato prestador de servicio social en el tema tan escrupuloso que tanto ha interesado a los cronobiólogos. Un reto de trabajar en investigación científica, es que las dudas que al alumno le surjan, no podrán ser resueltas por un buscador de Internet tipo google, ni por los libros de texto que utilizamos en la carrera. Uno tiene que introducirse completamente en el rol de investigador, y buscar toda la información que las revistas científicas brindan, leer publicaciones anteriores respecto al tema, e investigar incluso lo que otros autores han contradicho al respecto. En este momento del servicio social es cuando uno se da cuenta que está trabajando con conocimiento e información de punta.

Mi intención es continuar estudiando y ampliar mi instrucción en el área de las neurociencias. Es por esto que realicé mi servicio social en esta institución. El cerebro es sin duda el órgano más interesante, y el poder participar en experimentos que muestren de una manera tangible y científica los resultados obtenidos de distintas hipótesis es alentador para mis objetivos a futuro. Me sirvió bastante que desde el primer día fuera partícipe del proyecto de la Doctora Mara Guzmán, bajo el tema de la relación del núcleo

arqueado con la temperatura corporal. Me introdujeron de lleno a la dinámica del laboratorio a pesar de que yo no tenía experiencia trabajando con animales ni con cortes de tejido cerebral. Fue sin duda la mejor manera de aprender y de absorber todo el conocimiento posible.

Dos meses después de mi ingreso, se me asignó un proyecto propio. Empecé denervando las aferencias nerviosas simpáticas del hígado. Tras encontrarnos solo resultados negativos, el proyecto fue pasando por una serie de cambios en las variables hasta transformarse en el análisis de respuesta del núcleo motor dorsal del vago ante el consumo de azúcar y sus implicaciones en la regulación pancreática y actividad de la grasa blanca. Cabe mencionar que este escenario tan cambiante también es parte de la realidad que viven los estudiantes de maestría y doctorado en los laboratorios al comprometerse de lleno con un proyecto. Detrás de cada publicación científica importante (ya sea básica o aplicada) se pasó por una inimaginable cantidad de cambios en la estructura inicial de la primer hipótesis propuesta. Los resultados negativos son más comunes que los positivos, y nos ayudan a dar una mejor forma al planteamiento del problema. Es necesario aprender y reconocer cuando el método utilizado para la exploración nerviosa no está sirviendo, ya que solo así se podrá dar un avance real en el objeto a investigar. Es claro que el área de psicobiología y sus respectivas ramas tan interesantes que en los últimos años hemos estado rodeados de constante información y opiniones del tema. Un objetivo muy importante en realizar mi servicio social en un laboratorio fue dar el paso de ser una observadora

pasiva, a ser una pensadora crítica de las neurociencias. A no tomar por cierta toda publicación que lea, sino a juzgar que tan razonables son las diferentes afirmaciones y a evaluar su relación partiendo de los criterios que he aprendido.

Quienes queremos dedicarnos a la Psicobiología podemos entrar al mundo de la investigación de muchas formas diferentes. Hay una gran variedad de enfoques que han prosperado y logrado un amplio reconocimiento como ramas distintivas de la Psicobiología. Esta materia tiene seis principales ramas que el servicio social en un laboratorio nos pueden brindar: psicología fisiológica, psicofarmacología, neuropsicología, psicofisiología, neurociencia cognitiva y psicología comparada (Pinel, 2007).

En el instituto de investigaciones biomédicas desarrollé mis conocimientos de investigación en el plano de la psicología fisiológica. Ésta tiene un carácter sumamente interdisciplinario ya que necesita de los conocimientos de la psicología, química, medicina y biología, y en el laboratorio participaban todas estas carreras. No olvidemos que este campo además de estudiar el sistema nervioso también se centra en el aparato circulatorio y en el sistema endócrino por su labor en la distribución hormonal, algunas hormonas participan en los estados de ánimo.

4.- OBJETIVO DEL SERVICIO SOCIAL

El programa busca que el prestador de servicio aprenda sobre el estudio de los sistemas hipotalámicos que controlan el metabolismo, la circulación y el sistema inmune por medio de técnicas de neurociencia, siendo una de las metas la publicación de resultados en un artículo en una revista internacional, así como obtener los antecedentes necesarios para que el estudiante siga participando en un futuro en la formación de las neurociencias.

Mision:

Contribuir a la formación integral del estudiante universitario, mediante la participación y puesta en práctica de sus capacidades en la solución de los problemas científicos y de investigación. Se fomentan las actividades que fortalezcan su carácter como investigador, a la vez que desarrolle habilidades y estrategias que faciliten su incorporación al mundo de la investigación neurocientífica.

Vision:

El Servicio Social debe darse como oportunidad de cooperación incluyente y de reciprocidad; un espacio de aprendizaje y fuente del saber. Pretende ser el medio de cultura y educación disponible para todos los alumnos, que permite el reconocimiento y fortalecimiento de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes. Debe ser un lugar en donde el conocimiento adquirido durante la carrera y la práctica del mismo se amalgamen. El servicio social

será el espacio donde impere y se incentive el desarrollo profesional del estudiante.

Objetivo:

Impulsar el desarrollo profesional y humano del pasante, mediante el compromiso social, activo y solidario en la solución de problemas referentes a las ciencias biológicas.

(Referencia: <http://www.dgoserver.unam.mx>)

4.1 PROBLEMAS Y ACTIVIDADES A LOS QUE SE DEDICA LA INSTITUCIÓN RELACIONADAS CON EL ÁMBITO DE LA PSICOLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, es difícil establecer un vínculo directo entre la actividad realizada en un Laboratorio de investigación básica y la profesión del psicólogo, sin embargo, indirectamente los hallazgos de este estudio pudieran relacionarse al estrés y su impacto en la salud, lo cual es un tema de estudio bien reconocido por la psicología. Como parte de la formación del psicólogo, en el plan de estudios vigente, se revisa en los primeros semestres contenidos de la tradición psicobiológica y más asignaturas con temas de las Neurociencias en general.

A saber, en las Neurociencias existen diferentes campos de estudio dentro de la psicología fisiológica, que se encarga de estudiar la conducta en términos

de mecanismos neurales interviniendo directamente con la actividad cerebral en experimentos controlados (Pinel, 2007), situación ligada de manera más cercana a las actividades realizadas en el Servicio Social. Su investigación hace aportaciones al desarrollo conductual neurológico y su utilidad práctica no resulta ser inmediata.

Desde esta perspectiva se entiende el estrés como una respuesta biológica y psicológica que se experimenta cuando nos encontramos con algún tipo de amenaza, provocando la sensación de no tener las herramientas suficientes para hacerle frente (Pinel, 2007). Una amenaza o estímulo estresante que provoque un estado de tensión podría ser un examen, la muerte de un ser querido, el desempleo o la titulación en tiempo y forma de la licenciatura, por decir algunos ejemplos. Este estado de estrés provoca angustia y ansiedad, manifestándose tanto psicológica como físicamente. Aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria (los pulmones se dilatan), disminución de la actividad digestiva (se inhibe el apetito) y la producción de glucosa hepática para obtener energía son algunos de los efectos físicos causados por el estrés. Estas respuestas físicas son comandadas por el **hipotálamo**, localizado en la base del cerebro (Carlson, 2006).

El hipotálamo es una de las regiones más significativas para la coordinación de conductas esenciales, vinculadas al mantenimiento de la especie. Regula la liberación de hormonas de la hipófisis, mantiene la temperatura corporal, y organiza conductas, como la alimentación, ingesta de líquidos, apareamiento

y agresión (Kalsbeek 2001). Es el regulador central de las funciones viscerales autónomas y endocrinas. Nuestro cuerpo juzga una situación y decide si es o no es estresante. Esta decisión se toma en base a la información sensorial y al procesamiento interno, es decir, las cosas que vemos, escuchamos y percibimos de la situación y también en los recuerdos almacenados, por ejemplo, lo que sucedió la última vez que estuvimos en una situación similar (Carlson 2006). Si la situación se juzga como estresante, se activa el hipotálamo. El hipotálamo está a cargo de la respuesta ante el estrés. Cuando se desencadena esta respuesta, envía señales a otras dos estructuras: la glándula pituitaria y la médula suprarrenal (Kalsbeek 2001).

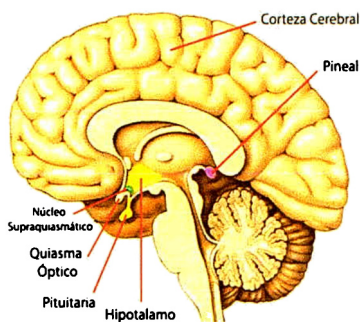


Figura 1. Diencefalo, Corteza y Glándula Pineal, Recuperado de bibliotecagnostica.org/ (marzo 2016)

Las respuestas a corto plazo son producidas por el mecanismo de *"fight or flight response"* (respuesta de lucha o huida) a través de las innervaciones simpáticas del sistema nervioso autónomo. Buijs y colaboradores han demostrado, por medio de inyecciones en distintos órganos con el trazador polisináptico Virus de Pseudorabia (PRV), el mapa de las vías nerviosas

aferentes. Demuestran que la señalización que llega hasta el hipotálamo sube por el tallo cerebral, pasando por el décimo nervio craneal, mejor conocido como Nervio Vago (Buijs, 2001). Aquí es donde se localiza el Núcleo Dorsal Motor del Vago. Es esta región central en la que concentré mi proyecto como prestadora del servicio social.

A continuación, se muestra una imagen donde se ubica la región del NSQ que se estudió en relación con el control de la respuesta pancreática.

AUTONOMIC CONTROL OF THE PANCREAS

419

Parasympathetic

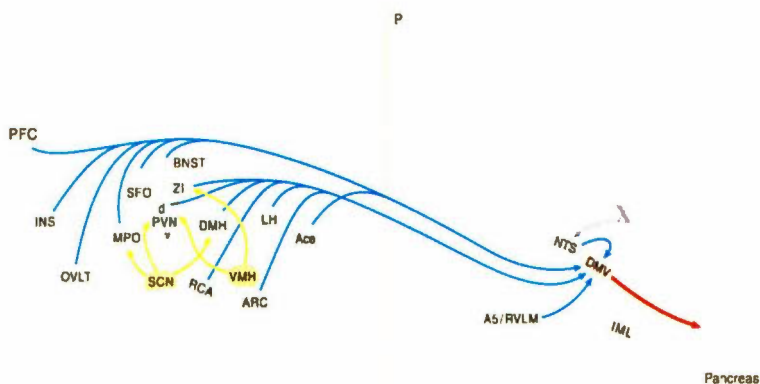


Figura 2. Control Autónomo del Páncreas, Buijs 2001.

4.2 INVESTIGACIÓN BÁSICA E INVESTIGACIÓN APLICADA.

Dadas las características del programa de Servicio Social en el que se realizaron las actividades, es pertinente definir la diferencia y alcances de la ciencia básica y aplicada puesto que el laboratorio se enfoca en la

investigación básica. Pinel (2007) define la investigación básica como la exploración científica que está básicamente motivada por la mera curiosidad del investigador, realizándose solo por el propósito de adquirir conocimientos. Mientras que la investigación aplicada está encaminada a lograr un beneficio directo para la humanidad. Algunos científicos opinan (sobre todo los que se dedican a la básica) que en el largo plazo esta rama aporta más beneficios prácticos que la aplicada. Estos científicos defienden que las aplicaciones derivan de los conocimientos básicos. Sin embargo existen proyectos que no están encasillados en básico o aplicado en su totalidad. Varios programas contienen elementos de ambos enfoques. Las dos buscan intencionalmente el conocimiento e indagan en la solución de problemas de carácter científico. La investigación básica tiene un gran problema, y es que la visión a futuro para tener una utilidad humana puede llegar a verse bastante difusa. Un claro ejemplo son las investigaciones del laboratorio en el que realicé mi servicio social.

Experimentos post mortem con trazadores neuronales han demostrado que las *proyecciones* del NSQ en humanos funciona igual que las que conocemos en roedores (Dai 1998). Sin embargo, en los humanos, la secreción de corticosterona, ritmo cardiaco, temperatura y más importante aún, la misma regulación de la actividad ocurren cíclicamente de manera opuesta que en lo observado en las ratas. Los roedores son animales nocturnos, y su actividad (locomotora) empieza en la fase de oscuridad. Sería importante aclarar como la actividad del NSQ es traducido a "actividad" en lugar de "inactividad"

en los animales diurnos y como los resultados obtenidos alterarían el conocimiento del ritmo biológico en humanos.

5.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL SERVICIO SOCIAL

Dentro de las actividades realizadas hice manejo del método científico, análisis del problema de investigación; manejo de animales de laboratorio y procedimientos quirúrgicos (simpatectomía y parasimpatectomía hepática así como denervaciones esplénicas). También realicé conteo de células activadas en zonas específicas del tallo y cerebro, preparación de sustancias para perfusión y la técnica de perfusión intracardiaca. Manejé el crióstato y me enseñaron cómo preservar secciones cerebrales. Realicé la preparación de distintas sustancias y alcoholes para técnicas histológicas y de inmunohistoquímica. Aprendí a incubar y a revelar los tejidos, así como su montaje y manejo de microscopio para su pertinente análisis. Dicho trabajo realizado fue considerado como servicio social.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SUJETOS ATENDIDOS:

En este caso trabajé con ratas. En el año que he sido alumna del Dr. Buijs he operado casi 60 ratas. Al primer set de animales se les administró glucosa y se observaron cambios significativos en la temperatura a partir de esta administración. Siguiendo con esta línea, en los cortes de cerebro analizamos

C-Fos y Alpha MSH en la parte del núcleo supraquiasmático, y del núcleo arqueado.

Como menciono arriba, más adelante empecé con mi propio proyecto en el cual realizaba denervaciones hepáticas e inyectaba el trazador retrógrado de subunidad B de cólera o CTB por sus siglas en inglés (Cholera Toxin B Subunit). Esto con el objeto de analizar las innervaciones del sistema nervioso autónoma con el hígado, las cuales se distinguen al examinar el núcleo motor dorsal del vago (DMV). Al no haber encontrado el trazador de CTB, continuamos con el mismo experimento de denervación con el bazo. Los resultados también fueron negativos. Entonces le dimos un cambio al enfoque, y el Doctor Buijs sugirió administrarles azúcar una semana después de haberles inyectado el trazador en el páncreas y grasa blanca. En este último experimento sí hemos encontrado células marcadas por el CTB en el DMV, sin embargo ninguna colocalizó con el C-FOS, indicando que el control del sistema nervioso autónomo del páncreas y la grasa blanca no es la misma señalización que opera al ingerir azúcar.

5.2 ASPECTOS ÉTICOS EN LA INVESTIGACIÓN CON ANIMALES

Todas las investigaciones realizadas en el laboratorio del Dr. Buijs implican experimentos con animales vivos (ratas de la cepa Wistar). Como en todo, existen personas en contra del uso de animales para la investigación, así como a favor de la misma. Por supuesto que casi todos los neurocientíficos

apoyan el uso correcto de los animales en el laboratorio. En lo personal, en un futuro preferiría trabajar en un proyecto que no requiera sacrificar tantos animales. Sin embargo es verdad que, el que un tratamiento sea "humano" es cuestión de procedimiento. Es importante saber cómo mantener a las ratas con buena salud, en condiciones dignas y sanitarias. Los investigadores están obligados a saber como inyectar los anestésicos y a administrar analgésicos en caso de ser necesario para que los animales no sufran durante y después de la cirugía. Se debe tener el conocimiento de el uso adecuado de los antibióticos para poder prevenir infecciones futuras, así como el uso adecuado de los materiales de cirugía, incluyendo su correcta desinfección antes y después de la cirugía, y en caso de ser necesario aplicar una esterilización. La mayoría de los laboratorio tienen reglamentos estrictos sobre el cuidado de los animales y requieren que los procedimientos experimentales estén aprobados por su respectivo comité ético correspondiente al país en el que se elabora. No hay excusa para maltratar a los animales bajo nuestro cuidado.

Es difícil decir si un experimento vale o no la pena, ya que utilizamos animales con fines diversos. Un enemigo de la investigación con animales ha sido históricamente los principios morales absolutistas, estos no pueden establecerse de una manera lógica. Los argumentos a favor de la investigación científica con animales de Carlson se basan en la evaluación de los beneficios que tiene la investigación para la humanidad. Él argumenta que podemos sobrevivir sin comernos a los animales, podemos vivir sin cazar

podemos vivir sin pieles, pero sin utilizar animales para investigar y preparar a los futuros investigadores, no podemos progresar en el conocimiento y tratamiento de enfermedades. Los humanos estamos amenazados por problemas médicos, de los cuales sólo pueden resolverse mediante la investigación biológica en los laboratorios. "Los accidentes cerebro vasculares, causados por hemorragias o por la oclusión de un vaso sanguíneo cerebral, a menudo dejan a las personas parcialmente paralizadas, incapaces de leer, escribir o de comunicarse verbalmente. La investigación sobre los medios a través de los que se comunican las células nerviosas entre sí, ha llevado a importantes descubrimientos referentes a las causas de la muerte de las células cerebrales. Este tipo de investigación tiene el potencial para beneficiar a los humanos" (Carlson 2007).

La investigación con animales de laboratorio ha generado importantes descubrimientos sobre las posibles causas y posibles tratamientos de trastornos neurológicos y mentales, entre ellos están la enfermedad de Parkinson, la esquizofrenia, los trastornos maniaco depresivos, ansiedad y drogadicción entre otros. El modo más fácil de justificar la investigación con animales, es señalar los beneficios reales y potenciales para la salud humana tal y como lo hace Carlson. La búsqueda del conocimiento es en sí una labor valiosa.

5.3 CAPACITACIÓN O ENTRENAMIENTO RECIBIDO:

Como ya fue referido anteriormente en este documento, mi guía oficial fue Mara Alaide Guzmán, quien fue estudiante de doctorado con el Dr. Buijs cuando recién entré, y ahora realiza trabajos de post doctorado. Ella me enseñó el manejo de animales, procedimiento de cirugías, conteo de células en una zona específica, perfusión intracardiaca, la preparación de alcoholes para las técnicas histológicas y de inmunohistoquímica, montar y cubrir secciones, manejo de microscopio, y la organización de los datos obtenidos. El resto del aprendizaje tiene que ser impulso y esfuerzo del estudiante. Recordemos que no hay clases introductorias, ni lecturas o capítulos de algún libro que lleven de la mano al novato prestador de servicio social en el tema tan escrupuloso que tanto ha interesado a los cronobiólogos. El alumno de querer seguir el paso, tiene que tener un carácter completamente autodidacta, dispuesto a investigar todo lo que no se comprenda por diferentes medios (libros, tesis, publicaciones científicas, registros, bitácoras). Pero uno no debe perderse mucho en la semántica, de lo contrario el entendimiento del tema puede resultar más difícil de lo que en realidad es (situación por la que todos los novatos de laboratorio pasamos).

6.- MARCO TEÓRICO: RESPUESTA DEL NÚCLEO MOTOR DORSAL DEL VAGO ANTE EL CONSUMO DE AZÚCAR.

6.1 INTRODUCCIÓN

El Núcleo Supraquiasmático (NSQ) es una minúscula región localizada en el hipotálamo, situada justo detrás del quiasma óptico. Es el responsable de controlar los ritmos circadianos. Posee actividad neuronal y humoral, las cuales sirven para regular distintas funciones del cuerpo en un ciclo de 24 horas usando alrededor de 20,000 neuronas (Fahey, 2009). El NSQ interactúa con distintas partes del cerebro, entre ellas el Núcleo Motor Dorsal del Vago, objeto personal de mi investigación durante mi servicio social. Este núcleo contiene distintos tipos de células como neurotransmisores o péptidos tales como la vasopresina o el péptido intestinal vasoactivo.

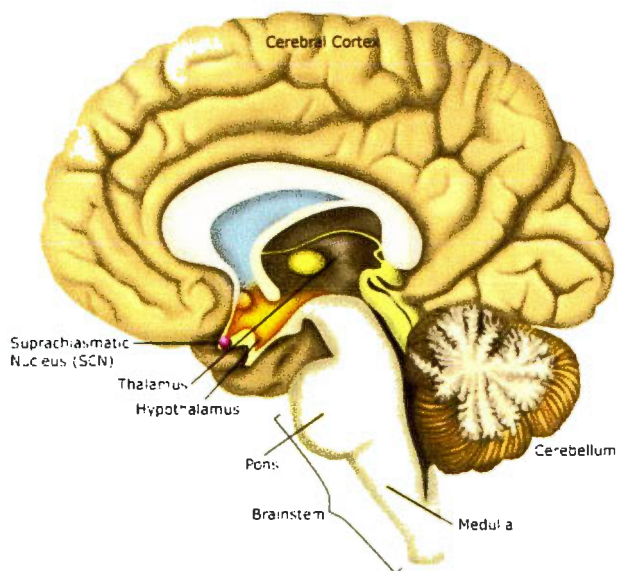


Figura 3. Núcleo Supraquiasmático, Buijs 2001.

6.2 RITMOS CIRCADIANOS

Los ritmos circadianos se muestran en cambios físicos y conductuales que corresponden a un patrón cíclico de 24 horas, correspondiente principalmente a los cambios luz obscuridad del ambiente del organismo. Este ritmo está presente en varios seres vivos, incluyendo plantas y microbios. El estudio de los ritmos circadianos se llama cronobiología. La recepción de luz (así como la supresión de la misma) es muy importante para mantener en balance el ritmo circadiano de los organismos. La luz entra y atraviesa la retina, convirtiendo los fotones (partículas de luz) en señales eléctricas, las cuales llegan por medio de axones largos hasta el nervio óptico (Kalsbeek, 2001). En esta ruta las señales eléctricas se encuentran con el quiasma óptico, núcleo en donde los nervios ópticos del ojo izquierdo y derecho se cruzan. En el quiasma óptico, la información visual continúa hasta la parte dorsal del cerebro, en donde las experiencias visuales son procesadas en imágenes, permitiendo ser percibidas de manera consciente (Purves, 2001). Por otra parte, la información visual que llega al NSQ tiene un giro diferente, ya que éste sintetiza la densidad de luz recibida, transformándola en una señal que da conocimiento al organismo si es de día o de noche, y que actividades internas realizar (Buijs, 2001). El estudio de la cronobiología ha llevado a la ciencia a comprender mejor ciertos desórdenes afectivos como la depresión y ansiedad. Se ha descubierto también que el insomnio, enfermedades inmunes e incluso el Alzheimer y el cáncer tienen una fuerte correlación con desajustes del reloj biológico (Kalsbeek 2001).

A continuación se muestra una figura donde se describe la secreción de diversas hormonas y otras funciones corporales que fluctúan a lo largo del día, que es el motivo de estudio de la cronobiología.

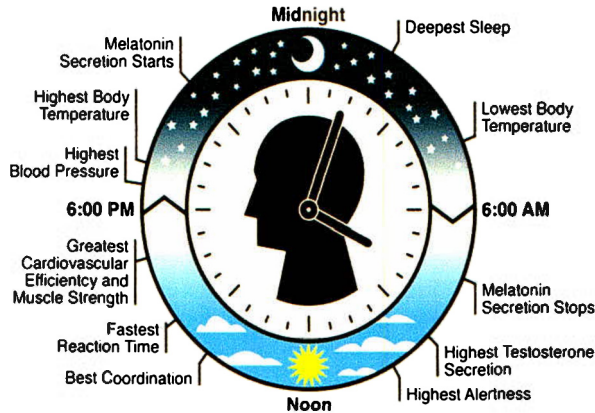


Figura 4. Segregaciones en el Ritmo Biológico, Buijs 2001

Durante el sueño, nuestro reloj biológico se prepara para el próximo periodo de actividad por medio de la liberación controlada de hormonas, y de la actividad del sistema nervioso autónomo. Los mismos mecanismos que gobiernan al reloj biológico, podrían trabajar en conjunto con las células reloj de los órganos periféricos, los cuales se ha propuesto que sincronizan la actividad del órgano, mejorando el mensaje funcional del reloj central (Kalsbeek, 2001).

Casi todos los organismo han adaptado su ritmo vital al ciclo de 24 horas. La penetración de luz solar ha propiciado el desarrollo para que los organismo se anticipen a los cambios regulares en su medio ambiente. Antiguamente se creía que los elementos cruciales circadianos se habían "movido" evolutivamente hacia el sistema nervioso central, concentrándose cerca de la transducción de luz del SNC (Pinel, 2007). En los mamíferos por ejemplo, la señal de luz solo puede llegar al NSQ por medio de la secreción de glutamato proveniente de las terminales de la retina (Kreier, 2001). Sin embargo, los más recientes descubrimientos han fijado su atención en los ritmos circadianos de los órganos periféricos. Estos nuevos datos sugieren una preservación de los ritmos circadianos fuera del sistema nervioso. El Doctor Buijs, jefe del laboratorio donde realicé mi servicio, propone un mecanismo en el cual los relojes periféricos son capaces de retroalimentar el mensaje circadiano al cerebro.

La comprensión de que los mamíferos son capaces de mantener un ciclo de actividad de 24 horas, sin contar con indicios externos del medio ambiente, llevó a la búsqueda de la locación del "reloj maestro" (Kreier, 2001). Los científicos notaron que remover un órgano, o lesionar grandes áreas del cerebro, no abolía el ritmo biológico general del organismo en cuestión. El Núcleo Supraquiasmático es uno de los principales objetivos de las fibras retinales. Destruir el NSQ dio como resultado la completa desaparición del ritmo circadiano; el reloj central fue encontrado (Buijs, Kreier, 2001). Las propiedades básica de este reloj fueron entonces establecidas. Por ejemplo,

el NSQ contiene neuronas con un marcapasos interno y una actividad rítmico-eléctrica endógena (Buijs 2001). Otros estudios han encontrado una alta actividad metabólica de la absorción de la glucosa durante las primeras doce horas de luz en el NSQ (Schwartz et. al., 1977). Más adelante explicaré la relación con la glucosa, que formó parte de mi proyecto de servicio social. La evidencia definitiva que ha demostrado el rol del NSQ ha sido por medio de los experimentos que involucran el trasplante de este núcleo. Si el NSQ de un hámster mutante, el cual tiene un ritmo más acelerado que el de un hámster de "tipo salvaje" (wild - type animal), es injertado en el hipotálamo del animal "tipo salvaje", éste último adopta velocidad rítmica del donante (Ralph, 1990). En el laboratorio del Dr. Buijs se presta particular atención en la forma en la que el NSQ logra sincronizar la actividad de los órganos periféricos.

Neurotransmisores como GABA (ácido gamma- aminobutírico), y el glutamato son cruciales para la transmisión de salida del Núcleo Supraquiasmático, así como el cortisol (una hormona esteroide) y la melatonina (Buijs 2001). A pesar de que la conexión del NSQ con el núcleo preóptico ventrolateral es importante para la inducción del sueño (McGinty, 2000) hoy en día no sabemos con exactitud cómo éste núcleo puede sincronizar otro tipo de conductas, tales como el hambre y actividad locomotora. Varios estudios muestran que más del 30% de los axones del NSQ contienen GABA y otros péptidos transmisores (Castel, 2000). La presencia de neurotransmisores en diferentes combinaciones dota a las neuronas del NSQ con una gran

diversidad de sustancias para transmitir señales. Por ejemplo, el pico circadiano de concentración de corticosterona en la sangre es controlado por el NSQ indirectamente a través del núcleo paraventricular (NPV). De manera similar la secreción de melatonina de la glándula pineal está regulada por las neuronas autónomas del NPV que proyectan a los ganglios simpáticos de la médula espinal (Kalsbeek 2000). Es por eso que se ha propuesto que el patrón de actividad circadiano del NSQ podría imponer una estructura de actividad similar sobre sus estructuras objetivo (Buijs 2001). En otras palabras, diferentes poblaciones neuronales del NSQ podrían tener distinta ritmicidad, y en ese caso sería importante establecer los patrones específicos de conectividad neuronal y su relación con los transmisores y péptidos que contienen estas neuronas. Sabemos que el NSQ regula la liberación de melatonina, principalmente liberando GABA durante el día, y que este efecto está mediado por la inhibición de neuronas autónomas del NPV (Kalsbeek, 2000). En la noche, cuando esta inhibición es removida, la resultante activación de las neuronas del NPV induce el pico de melatonina que es comúnmente asociado con la noche, tal y como se muestra en la siguiente figura.

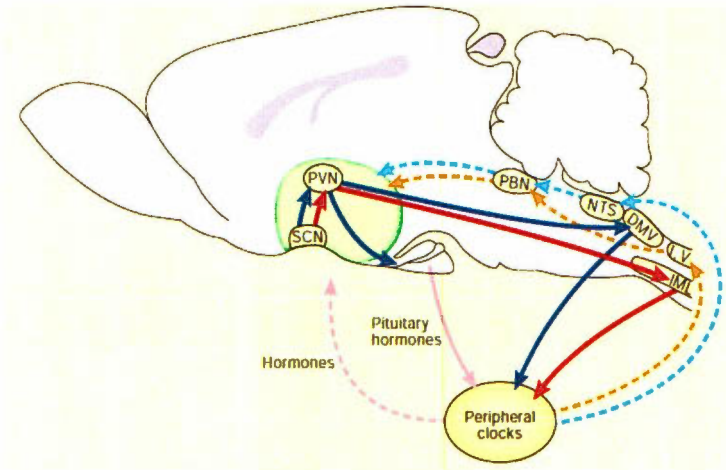


Figura 6. Integración Hipotalámica del Reloj Central, Órganos Periféricos, Kalsbeek 2001

Experimentos post mortem con trazadores neuronales han demostrado que las proyecciones del NSQ en humanos funciona igual que lo que conocemos en roedores (Dai 1998). Sin embargo, en los humanos, la secreción de corticosterona y la regulación de la actividad, ritmo cardiaco y temperatura ocurren en el ciclo luz- oscuridad de manera opuesta que en lo observado en las ratas. Esto se debe a que los roedores son animales nocturnos, y su actividad empieza cuando el sol se pone. Sería importante aclarar como la actividad del NSQ es traducido a "actividad" en lugar de "inactividad" en los animales diurnos. Estudios con trazadores retrógrados han demostrado que las neuronas del NSQ proyectan tanto al sistema simpático como al parasimpático, sugiriendo que efectivamente, el NSQ podría soportar ambas actividades (actividad y reposo) del ciclo circadiano (Buijs 2001). De manera interesante, después de que el NSQ fue identificado como el reloj central, otros estudios han demostrado la capacidad que tienen los animales para

poder responder a un ciclo de 24 horas por medio de la disponibilidad alimenticia, incluso con el NSQ removido (Fahey, 2009). Los relojes periféricos, los cuales pierden su ritmo en ausencia del reloj central, pueden ser re-entrenados con estímulo alimenticio u hormonal (Damiola 2000). Se acoplan al metabolismo de la célula y en consecuencia su actividad sincronizada es capaz de mandar señales al sistema nervioso central (Figura 6). Desde el punto de vista del Dr. Buijs y sus colaboradores, tanto los relojes periféricos como el central controlan núcleos hipotalámicos manteniendo el balance entre el cuerpo y cerebro. De las distintas publicaciones de Kalsbeek y Buijs podemos deducir que los organismos se han estado adaptando y anticipando a los cambios internos y externos. La información entre estos dos ambientes está en constante intercambio, y en los mamíferos toma lugar principalmente en el hipotálamo.

6.3 EL RITMO BIOLÓGICO Y LA GLUCOSA

Los experimentos de Susanne la Fleur en conjunto con el Dr. Buijs han demostrado que el reloj biológico es responsable de las concentraciones de glucosa en el plasma a un ritmo de 24 horas, con la máxima concentración encontrada al comienzo del periodo de actividad. Para investigar si el NSQ es el responsable de las fluctuaciones diarias del consumo metabólico de la glucosa, y en cómo este cambio está relacionado con la concentración de glucosa en el plasma, la Fleur y Buijs trabajaron con ratas intactas y ratas con el NSQ lesionado. A ambos grupos se les suministró un bolo de glucosa

intravenosa a diferentes tiempos del día. Se encontró un aumento en la ingesta de glucosa al comienzo del periodo de actividad en ratas (noche), seguido por una reducción gradual en la ingesta del mismo hacia el término de este mismo periodo. De manera muy interesante, las ratas lesionadas mostraron una mejora en cuanto a la tolerancia de glucosa que no puede ser explicada por una mayor respuesta o mayor sensibilidad insulínica. Ambos investigadores hipotetizan que el reloj biológico prepara a los individuos para el periodo de actividad de dos maneras diferentes: incrementando los niveles de glucosa en el plasma y haciendo el tejido más tolerante para la absorción glucémica.

Mantener la homeostasis de la glucosa es esencial para el funcionamiento diario. Alteraciones en la regulación de glucosa e insulina pueden ocasionar severas consecuencias en la salud, tales como diabetes tipo 2 y la obesidad. Además de regular las concentraciones de glucosa en el plasma, los datos sugieren un papel del NSQ en la tolerancia de glucosa y en la sensibilidad de insulina (La Fleur, 2001). En los humanos, la tolerancia a la glucosa parece ser variable durante el día; una mayor cantidad de glucosa es absorbida temprano al amanecer que a medio día.

En las ratas con el NSQ lesionado la inyección del bolo de glucosa dio como resultado un inmediato y pronunciado aumento tanto de glucosa como de insulina en el plasma. Veinte minutos después de la inyección, las concentraciones de glucosa regresaron a sus niveles basales anteriores a la

infusión (La Fleur 2001). Mas estudios revelaron que el incremento máximo de glucosa al comienzo del periodo de oscuridad (ZT 14) era más bajo que aquéllos mostrados en ZT 2 y ZT8 (Travagli, 2011). Esto indica que el aumento de glucosa provocado por la inyección, depende de la hora del día. Se vio que en las ratas intactas la concentración de glucosa e insulina en el plasma aumentaba durante los primeros cinco minutos (la Fleur 2001). En las ratas con el NSQ lesionado también se observó un aumento significativo y pronunciado de la glucosa en el plasma, sin embargo la respuesta insulínica fue claramente menor. También en los resultados de la Fleur se observa que en las ratas lesionadas la respuesta de insulina en ZT 2 fue significativamente diferente que en las intactas en el mismo tiempo. Análisis estadísticos muestran que el total de insulina liberado después de la inyección de glucosa fue significativamente menor en las lesionadas que en las intactas (La Fleur 2001).

El ritmo de absorción de la glucosa está fuertemente correlacionado con la concentración en el plasma de la misma. Por ejemplo, la absorción de glucosa es más alta, justo en el momento en el que su concentración está al máximo. Una situación similar ocurre en los humanos; antes de empezar el periodo de actividad, la producción así como la concentración de glucosa aumenta, mientras que su utilización también está al máximo (La Fleur 2011). El ritmo de absorción de 24 horas de la glucosa fue eliminado después de lesionar el NSQ, y la absorción fue comparable con las intactas al tiempo de ZT14, sugiriendo que la lesión podría quedar directamente comprometida con

la tolerancia a la glucosa (La Fleur 2011). Considerando todos los resultados obtenidos por la Fleur y Buijs, se sugiere que hay una mayor absorción de la glucosa independiente de los niveles de insulina en los animales lesionados a comparación de los intactos.

Esto significa que el NSQ normalmente inhibe la absorción de glucosa al final de periodo de oscuridad y al principio del periodo de luz y aumenta la sensibilidad de insulina 12 horas más tarde.

Los experimentos conducidos a seis diferentes horas del día, le permitieron a la Fleur, tener una perspectiva más amplia de los cambios de absorción de glucosa, a comparación de otros estudios realizados. Estudios en humanos muestran un menor consumo de glucosa a medio día y en la tarde a comparación de lo absorbido durante la mañana, como respuesta a una inyección de glucosa intravenosa (Guillod-Maximin 2004). La actividad locomotora también podría estar influenciada por el consumo de glucosa en distintos puntos del día. Hormonas como la corticosterona, catecolaminas, glucagón y hormona del crecimiento, se han considerado estar involucradas en el ritmo metabólico de la glucosa. La corticosterona es conocida por disminuir la sensibilidad insulínica y también es capaz de aumentar la producción de glucosa hepática (Travagli 2011). Sin embargo la concentración plasmática de corticosterona no está directamente relacionada con el ritmo de sensibilidad de insulina observado ni con la absorción de glucosa, ya que las concentraciones de corticosterona está en sus niveles

máximos cuando la sensibilidad a la insulina y la absorción de glucosa están igualmente altos.

En resumen, se puede hablar de una observación clara en el ritmo de la absorción de glucosa, el cual tiene un aumento al principio del periodo de actividad. La idea que surge es que el reloj biológico prepara al sujeto para el siguiente periodo de actividad por dos distintos mecanismos, incrementando los niveles de glucosa en el plasma y aumentando la tolerancia tisular a la glucosa.

6.4 EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO (SNA)

En 1840, el fisiólogo francés Claude Bernard, conocido por ser pionero en la teoría científica y en la práctica de la medicina moderna, propuso que la función de los nervios era divisible entre sus acciones motoras y sensoras. Planteó por primera vez que el hígado era el órgano encargado de almacenar glucosa, y que el páncreas secreta insulina. Uno de sus experimentos más sobresalientes fue la punción realizada en el cuarto ventrículo en conejos, dando como resultado elevados niveles de azúcar en la orina, correspondientes a una clara condición diabética. Fue a partir de este momento en el que Claude Bernard confirmó que los procesos de producción e ingesta de azúcar en el organismo debían estar coordinados por el cerebro. Fue el primer científico en acuñar el término *milieu intérieur* (en francés) que

literalmente significa *ambiente interior*, el cual evolucionó hasta la palabra *homeostasis*. Se entiende como homeostasis al estado interior relativamente contante de un sistema u organismo que se mantiene mediante la autorregulación. El término también refiere a un mecanismo autocorrectivo, a la preservación de lo que es, contra ataques tanto de factores externos como internos. El sistema vinculado con la homeostasis es el **Sistema Nervioso Autónomo (SNA)**. Su función es la regulación y constancia del medio interno, crucial en la supervivencia de los organismos complejos.

Ejerce una influencia directa en las conexiones nerviosas que controlan la fisiología periférica. Este control es esencial para la regulación homeostática, cambios en la fisiología y conducta (Carlson 2007). El SNA influye en la fisiología de todos los órganos, permitiéndoles funcionar tanto de manera conjunta como independiente. La regulación integrativa de los órganos y tejidos, requiere una respuesta dinámica y circuitos neurales responsivos que pueden proveer la vigilancia necesaria para que el sistema nervioso autónomo (SNA) funcione adecuadamente (Pinel 2007). La flexibilidad y precisión de la regulación está coordinado por una retroalimentación sensorial que el Sistema recibe de los órganos periféricos. A pesar de que algunos sitios de integración sensorial han sido identificados, los detalles en los cuales ésta entrada sensorial y distribución de la información al órgano efector, sigue siendo en gran parte desconocido. Ya que el SNA regula las funciones vitales que son independientes de la conciencia y relativamente autónomas (también llamadas funciones vegetativas) maneja las constantes

adaptaciones en la respiración, digestión, circulación, aparato cardiorrespiratorio, etc.

Al conjunto de fibras que conduce impulsos entre el sistema nervioso central y el cuerpo se le llama nervios. Éstos tienen la capacidad de transmitir impulsos eléctricos o químicos, conocidos como potencial de acción (Carlson 2007). Generalmente esta reacción nace del cuerpo celular de la neurona, pasando por el axón hasta las dendritas terminales, y por medio de la sinapsis, la información es transmitida de neurona a neurona (Purves 2001). Las vías nerviosas se dividen de acuerdo a la dirección de su señalización. Hay dos tipos principales; Los nervios *aferentes* se refiere a la señalización que va desde el cuerpo (órganos) hacia el cerebro. Por el contrario, los nervios *eferentes* llevan el impulso desde el cerebro hacia el cuerpo. Los nervios eferentes se caracterizan por la gran velocidad en su actividad, en comparación con la lentitud (pueden ser hasta meses) de los ajustes humorales (Purves 2001). Es por esto que a la mayoría de éste tipo de reacciones neurales se les llama *reflejos*.

El Sistema Nervioso Autónomo consta de dos importantes divisiones: Parasimpático y Simpático. Cada una con distintivas características y funciones. Una característica del SNA es que las neuronas efectoras (motoras) están localizadas fuera del SNC (Purves 2001). Algunas se encuentran en ganglios localizados al lado de la columna vertebral. Las fibras

sensoras que provienen de los órganos viscerales acompañan los axones de las neuronas motoras. (Llewellyn-Smith, Verberne, 2011)

6.4.1 EL SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO (SNS)

Fue nombrado así porque sus acciones generalmente están agrupadas a modo de "simpatía", es decir, en conjunto, con las necesidades del cuerpo . Por ejemplo, en una situación estresante el ritmo cardiaco aumenta, los vasos sanguíneos de la piel se constriñen y los intestinos reducen su actividad, todo junto en una reacción coordinada (Carlson 2007). Esto ocurre en parte gracias a la anatomía de salida del SNS. Este sistema nervioso está estructurado de tal manera que cada una de las neuronas motoras simpáticas tienen una influencia sobre áreas amplias. Cuando sus axones salen de la espina dorsal, estos entran en racimos neuronales, también llamados ganglios paravertebrales. La mayoría de los axones simpáticos terminan en dichos ganglios, excitando a un mayor número de redes gangliónicas motoras. Las neuronas motoras envían axones a las vísceras. Otros axones motores de esta rama pasan a través de los ganglios paravertebrales y emergen para activar neuronas motoras que se encuentran más cerca del órgano objetivo (ganglio celiaco, mesentérico superior y mesentérico inferior). Otros simplemente estimulan la médula adrenal para producir adrenalina, la cual circula en el torrente sanguíneo y tiene un efecto simpático en el cuerpo entero. (Llewellyn-Smith, Verberne, 2011)

La actividad de las neuronas que conforman la división motora visceral simpática prepara al organismo para la respuesta de "lucha o huida". En

circunstancias extremas, los niveles muy altos del tono simpático permiten que el cuerpo alcance un máximo uso de sus recursos, particularmente de los metabólicos. Esta respuesta incrementa las posibilidades de supervivencia frente a una amenaza.

La actividad simpática estimula la médula adrenal, liberando epinefrina y norepinefrina a la circulación, y regula la liberación de glucagón e insulina del páncreas, mejorando las funciones catabólicas o anabólicas.

Las neuronas efectoras de los cambios mencionados se localizan en la médula espinal. Están acomodadas a modo de columna y se les llama neuronas pregangliónicas. Van desde la zona torácica hasta las lumbares (T1- L3).

Las neuronas de los ganglios simpáticos son las células motoras que inervan directamente el músculo liso, cardíaco y las glándulas. Los axones postgangliónicos que provienen de la cadena simpática paravertebral viajan hacia varios objetivos.

6.4.2 EL SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO

Facilita las funciones básicas internas del día a día, como es la digestión o vaciar la vejiga. Las neuronas pre gangliónicas motoras parasimpáticas se encuentran en dos grupo, una en el tallo cerebral y otras en la espina sacral (Purves 2007). Las neuronas motoras de este sistema envían sus axones a neuronas efectoras. A diferencia del simpático, las neuronas efectoras parasimpáticas no siempre están agrupadas en ganglios. Pueden estar en la

superficie del órgano o incrustadas en la pared del mismo, o simplemente no estar. Las fibras parasimpáticas suelen ser muy cortas. La información sensorial proviene de múltiples fuentes hacia el Control Autónomo en múltiples niveles. Es importante destacar que la entrada sensorial de una fuente puede influenciar distintos niveles de procesamiento. Las neuronas parasimpáticas también inervan gran parte de los tejidos y órganos del cuerpo y son así esenciales para mantener la homeóstasis.

Dilatación de las pupilas =	Permite que más luz llegue a la retina, haciendo que el ojo pueda moverse más eficientemente.
Los pequeños vasos de la piel y vasos intestinales se constriñen =	Se redirecciona la sangre a los músculos, permitiendo que éstos extraigan la mayor cantidad de energía posible.
Se erizan los vellos corporales =	Esto hacía que nuestros ancestros tuvieran un aspecto más temible.
Dilatación de los bronquios =	Incremento de la oxigenación.
Aceleración del ritmo cardiaco mejorando la fuerza de contracción cardiaca =	Se perfusiona el músculo esquelético al máximo, así como el cerebro.
La digestión y otras funciones vegetativas pasan a un estado inactivo =	Disminuyen actividades que temporalmente sería inapropiado gastar

Tabla 1. Neuroscience, Purves 2001.

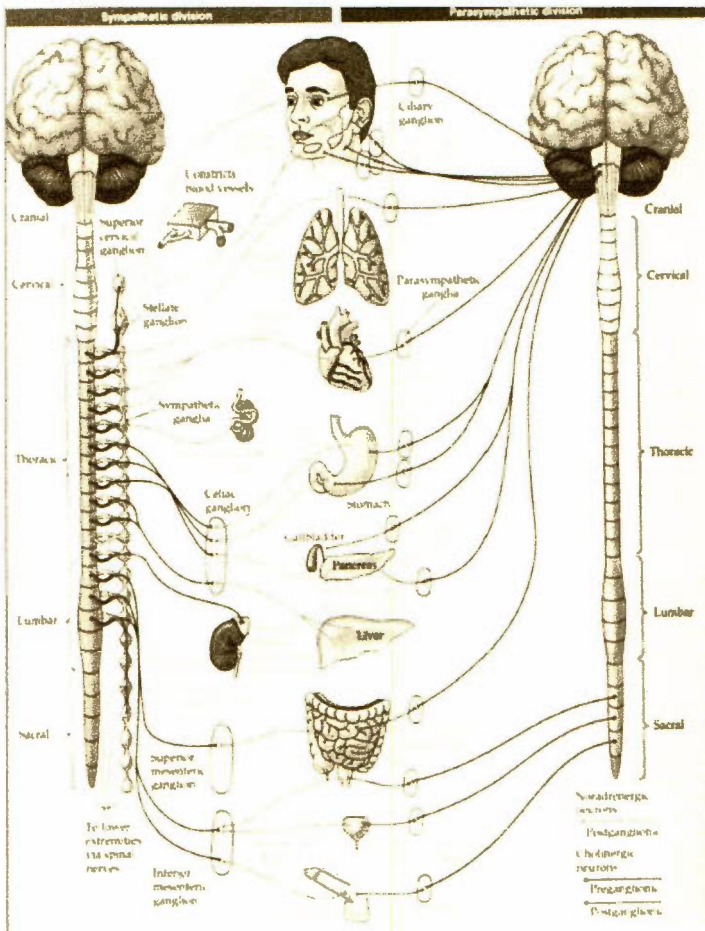


Figura 7. Sistema Nervioso Autónomo, en Neuroscience, Purves 2001.

6.5 NERVIOS CRANEALES

El cerebro está conectado a partes de la cabeza y cuello por doce pares de nervios llamados nervios craneales, los cuales constan tanto de componentes motores como sensores. Estos nervios transportan información sensorial al SNC, y traen consigo comandos del cerebro y médula para activar músculos y otros órganos (Kreier 2002). Es de nuestro interés conocer el X nervio craneal, el nervio vago. Éste suministra a los músculos de la faringe, laringe y todos los órganos torácicos abdominales hasta el borde pélvico. Esto incluye señales motoras viscerales y suministros sensoriales hacia los pulmones, corazón, estómago, hígado, bazo e intestinos (Purves 2001).

6.6 NÚCLEO DORSOMOTOR DEL VAGO.

Stilling y Wallach en 1843 fueron los primeros en hacer una exhaustiva revisión acerca del Núcleo Dorsomotor del Vago. Desde ese entonces distintas investigaciones han sido dirigidas hacia la comprensión, anatomía, histología y función de esta interesante estructura.

El núcleo dorsomotor del vago es considerado como la principal, y por algunos autores como la único, fuente de inervación vagal de varios órganos del tracto gastrointestinal, incluyendo al páncreas.

Resulta evidente que el DMV es el núcleo que da origen a las neuronas eferentes que inervan tanto al páncreas endócrino como exócrino (Mussa, 2013) ya que varios estudios neurofisiológicos han demostrado que la estimulación eléctrica del DMV activa ambas funciones del páncreas por medio de una vía colinérgica.

Un ejemplo de estos estudios fue realizado por Ionescu y colegas, demostrando que la estimulación eléctrica unilateral del DMV produce un aumento entre 100 - 200% de los niveles de insulina en el plasma. Este significativo aumento fue bloqueado por una infusión de atropina (utilizado como fármaco anticolinérgico, conocido por ser un antagonista competitivo del receptor muscarínico de acetilcolina) y por vagotomía (Ionescu, 1983). Estos resultados demuestran la poderosa influencia del DMV en el páncreas endócrino.

Distintos autores han revelado que el DMV recibe un amplio rango de proyecciones de otras áreas del Sistema Nervioso Central, incluyendo la corteza insular, núcleo central de la amígdala, núcleo paraventricular del hipotálamo, núcleo parabraquial, núcleo del tracto solitario y núcleos del rafé entre otros. (Loewy & Spyer, 1990, Buijs, 2001)

En cuanto a sus proyecciones eferentes, se sabe que aproximadamente el 80% de las neuronas del DMV dan lugar a conexiones preganglionicas de la rama parasimpática que inervan el tracto gastrointestinal.

Es también un hallazgo que la mayoría de los péptidos gastro intestinales (liberadas por el mismo tracto) y distintas hormonas que están involucradas con la regulación de las secreciones pancreáticas, tienen receptores en el DMV, núcleo del tracto solitario y área postrema, apoyando la noción de que el DMV tiene una influencia tanto directa como indirecta de las secreciones pancreáticas. (Travagli & Browning, 2011).

Esto también nos lleva a la idea de que los péptidos pancreáticos, que se encuentran en la circulación después de la ingesta de alimentos, pueden acceder al DMV por medio del área postrema (Ionescu, 1983). Los péptidos pancreáticos inhiben la liberación de insulina, por lo que la acción descrita conllevaría a una supresión vagal.

Han habido varios intentos o estudios para identificar la relación que existe entre el DMV y la función del páncreas, en esta ocasión intentamos de identificar si la ingesta de azúcar está ligada con la regulación de el DMV en las segregaciones pancreáticas.

7.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MOTIVO DEL SERVICIO SOCIAL:

7.1 ANTECEDENTES

Cuando la glucosa necesita movilizarse, por ejemplo en el ejercicio o en el ayuno, la movilización desde los tejidos de almacenamiento es inducido por la activación de la rama simpática del Sistema Nervioso Autónomo. La activación simpática nos lleva a una salida de catecolaminas, por ejemplo, norepinefrina y (NE) y epinefrina (E). *La tolerancia a la glucosa* se refiere a la cantidad relativa que es ingerida por tejidos periféricos. Un aumento en la tolerancia a glucosa (alta ingesta de glucosa) puede resultar de diferentes procesos, tales como una alta secreción de insulina de las células betas, o un incremento en la sensibilidad de los receptores de insulina (especificidad y afinidad). *La insensibilidad a la insulina* se refiere al aumento cuantitativo de insulina que requiere secretarse para mantener un estado de euglicemia que puede resultar en una menor disponibilidad o menor sensibilidad de los receptores insulínicos. Esto resulta de una reducida recepción de glucosa debido a un tejido insulínico sensible y a una dañada inhibición hepática de la producción de glucosa. (La Fleur, 2001)

Cuando los niveles de glucosa son altos ésta debe de guardarse, y como consecuencia la actividad parasimpática aumenta. Las principales vías eferentes parasimpáticas involucradas en el ahorro de energía son las que proyectan al hígado y el páncreas.

7.2 JUSTIFICACIÓN

El sistema nervioso central de los mamíferos requiere glucosa como una fuente de energía básica y esencial. La misma concentración de glucosa en la circulación controla directamente la secreción pancreática de las hormonas insulina y glucagón. No es de sorprenderse, debido al papel tan importante que la glucosa juega en el cerebro, que el sistema nervioso también afecte en los procesos autónomos de liberación de insulina y glucagón. (Buijs, 2001, La Fleur 2001)

Hay distintos mecanismos del cuerpo que detectan los niveles de glucosa, el más conocido y estudiado es el control de la secreción de insulina en el páncreas por parte de las células β , que responden a elevados niveles de glucosa extracelular. (La Fleur 2001)

Ciertamente distintos estudios han mostrado como el simple hecho de mantener azúcar en la cavidad oral induce a la secreción de insulina, y este mismo efecto es anulado tras de una vagotomía. (Berthoud, 1990). También se ha estudiado la directa detección de glucosa en neuronas hipotalámicas, ya que la inyección de glucosa en la carótida interna induce una alta expresión de c-fos en el núcleo arqueado y paraventricular, sugiriendo una participación en el control de la secreción de insulina. (Guillod-Maximin, 2004)

Partiendo desde el punto en el que la rama parasimpática es la encargada de liberar insulina en el momento de la ingesta de alimentos, permitiendo así el consumo celular de glucosa en músculos, cerebro y tejido adiposo blanco, este mecanismo debe de ser visible en la activación del núcleo dorsomotor del vago por medio de una activación, medida con C-Fos. Al ser liberado por el páncreas, y absorbido por la grasa, se espera una colocalización neural en el núcleo dorsomotor del vago.

7.3 OBJETIVOS DEL EXPERIMENTO REALIZADO

(SERVICIO SOCIAL)

Comprobar si la ingesta de azúcar y la señalización motora productora de insulina están coordinados por la misma vía parasimpática

7.4 HIPÓTESIS EXPERIMENTAL

Al ingerir azúcar, se activan células en el núcleo dorsomotor del vago (C-Fos), las cuales colocalizan con el trazador proveniente del páncreas y/o de la grasa blanca retroperitoneal (CTB), indicando que la función neuronal es compartida.

7.5 MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los experimentos y manipulación de los animales fueron aprobados por el comité de ética de la Universidad Nacional Autónoma de México en estricto acorde con las Normas Mexicanas de uso y manipulación animal, Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Se utilizaron ratas macho de la

cepa Wistar, de 250 - 300 gramos de peso y se mantuvieron en condiciones *ad libitum* de agua y alimento. Los animales fueron provistos por el bioterio del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM.

Para marcar las inervaciones pancreáticas y de grasa que envían información hasta el Núcleo Dorsomotor del Vago se realizaron los siguientes experimentos:

Anestesia: Se inyectó a los animales una mezcla de Ketamina (Anestek, PiSA, Mexico, 50 mg/kg) y Xilacina (Procin, PiSA, Mexico; 8 mg/kg).

Inyección del trazador retrógrado CTB: Se realizó una pequeña laparotomía en la línea media (2.5 cm.) Se extrajo cuidadosamente el hígado para facilitar la manipulación visceral, manteniéndose húmedo con solución salina. Posteriormente se localizó el páncreas, al que se le inyectaron 3 μ l del trazador neuronal retrógrado CtB (subunidad B de la toxina de Cólera, 0.5%) acoplado a CY3 con una microjeringa (Hamilton Microliter ® #701, 10 μ l), la cual fue retirada lentamente y después de 30 segundos de haber completado la inyección, con el propósito de que el trazador no presente fugas en la cavidad abdominal. Los mismo pasos fueron realizados para la inyección de la grasa blanca.

El corte fue suturado, aplicando después lidocaína en ungüento al 5%. Durante los siguientes días se revisó diario minuciosamente la correcta cicatrización de la laparotomía observada.

Después de 7 días de la inyección del trazador se sacrificó a los animales.

Perfusión intracardiaca: 120 minutos después de la ingesta de azúcar se sacrificó a los animales por perfusión intracardiaca con solución salina (0.9%) y paraformaldehído (4%). El tallo cerebral permaneció 24 horas más en paraformaldehído y por dos noches en sacarosa (30%) para su crioprotección. Se realizaron cortes coronales de 40 μm en un criostato a -20° para el análisis.

Imunofluorescencia para c-FOS (Marcador de actividad neuronal). Se seleccionaron cortes del Núcleo Dorsomotor del vago para realizar la inmunofluorescencia. Se lavaron los cortes con buffer de fosfatos (PBS, pH: 7.6) y se incubaron con anticuerpo primario para c-FOS (1:4000) hecho en conejo diluido en PBS adicionado con 0.5% Tritón X-100 (Sigma-Aldrich) y 0.25% Albúmina (Roche). Los cortes se incubaron a temperatura ambiente por 1 hora y luego a 4°C durante toda la noche en agitación constante. Después de lavar con PBS, se incubó el anticuerpo secundario anti-conejo hecho en burro CY3 (1:500) durante hora y media a temperatura ambiente.

Se montaron los cortes sobre portaobjetos gelatinizados. Se dejó secar por una noche. Se añadió en la superficie de los cortes una gota de buffer para

fluorescencia. Se colocó el cubreobjetos especial para fluorescencia (Coverglass #0 Electron Microscopy Sciences) y posteriormente se selló con resina.

7.6 RESULTADOS

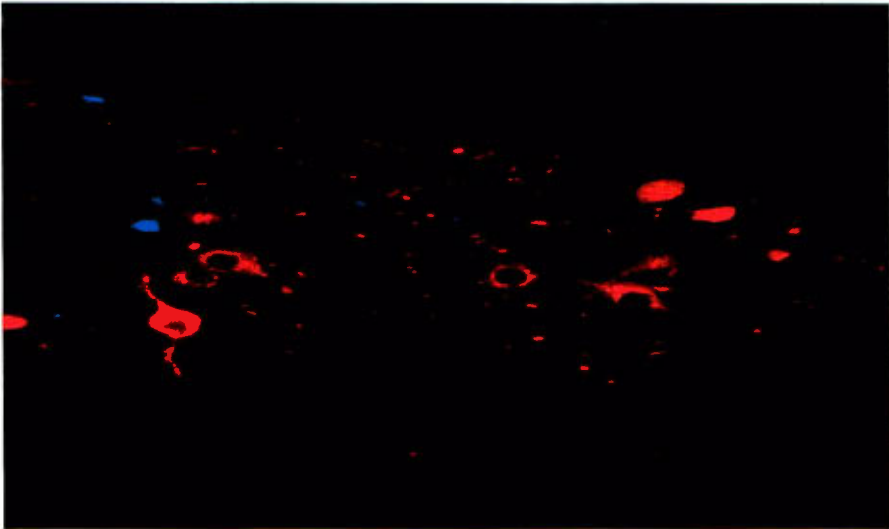


Figura 8. Foto por Ana Paulina Lira, Núcleo Dorsomotor del Vago. Diciembre 2015. Se observan de color rojo las membranas neuronales teñidas por el trazador neuronal de CTB inyectado en el páncreas (3 microlitros). En el lado izquierdo se localizan puntos azules los cuales corresponden a la tinción de C-Fos en el núcleo de las células provocada por la ingesta de azúcar suministrado 2 horas previas al sacrificio de la rata. No se observa que en una misma célula se localicen tanto el trazador de CTB como la activación de C-Fos (colocalización).

Esta foto fue parte de mis resultados obtenidos como parte del proyecto de la respuesta del DMV ante el consumo de azúcar. Se puede apreciar a simple vista que no se halla ninguna colocalización (una misma célula compartiendo

dos marcadores distintos, generalmente tornándose de color verde por la combinación rojo con azul). Recordamos que el principal supuesto era encontrar al núcleo de las células teñidas de azul como resultado de los anticuerpos para C-FOS a causa de activación celular supuestamente ocasionada por el azúcar. Después se esperaba ver dicho núcleo azul dentro de la membrana teñida de rojo, consecuencia del trazador retrógrado de CTB inyectado en el páncreas (o en la grasa blanca). Esto hubiera significado que las neuronas eferentes motoras que son activadas a causa del consumo de azúcar, son las mismas que señalizan al sistema periférico, en este caso el páncreas o grasa, dando el comando de liberar insulina para el adecuado procesamiento del azúcar recién ingerido.

Entonces nos encontramos con los resultados negativos. La señalización eferente del páncreas no es la misma que la activación celular producida por la ingesta de azúcar. Los antecedentes de esta hipótesis se ven opacados. Sin embargo no significa que no haya una respuesta vagal ante estos dos fenómenos, simplemente los resultados de este experimento sugieren que el trayecto neural no es el mismo, y que muy probablemente exista otro conjunto de células (vaginales), las cuales sean capaces de (re)transmitir al sistema periférico la información recibida al ingerir azúcar.

Una de las posibles causas por las cuales los resultados encontrados fueron negativos es que el azúcar fue administrado vía oral, mientras que en las demás publicaciones revisadas (Bashair M. 2013, Berthoud HR 1990, Bloom,

S.R 1981, Guillod-Maximin E 2004,) el azúcar o glucosa se infundieron por medio de una cánula intravenosa. Los autores mencionados trabajaron con niveles de hiperglicemia, y en nuestro modelo no se analizaron los valores glicémicos antes o después de haber consumido el cubo. Este nos deja la interrogante respecto a qué tanto pudo haber aumentado la glicemia basal en el organismo e las ratas, y su relación directa respecto a la participación del DMV para regular a la baja los índices de azúcar. Si seguimos el hilo de las publicación de Mussa o de Bashair, el nervio vago entra en cuadro mayormente cuando existe un cuadro de hiperglicemia. Probablemente la cantidad de azúcar que las ratas ingirieron no fue la suficiente como para causar este tipo de choque e involucrar al nervio vago en la respuesta insulínica.

Tampoco medí insulina. No corroboro si hubo un pico de la misma para ratificar si esto está influyendo en mi respuesta. Como bien sabemos existe la respuesta cefálica, la cual dejamos fuera de esta ecuación. Esta demostración explica que producimos insulina y jugos gástricos en general si sabemos que vamos a recibir alimento, por ejemplo cuando la hora de la comida se acerca. Incluso se sabe que el olor también genera esta respuesta (Aguado, 2005). Nuestras ratas recibían alimento a distintas horas, privándolas de la oportunidad de condicionarse al cubo de azúcar y de este modo darles la oportunidad de predecir la hora en la que comerían.

Es verdad que la función secreto-motora del DMV lleva más de 30 años de ser reconocida. Así también su rol en la regulación de las secreciones gastrointestinales, motilidad, y secreciones pancreáticas han sido bien documentadas (Kerr & Preshaw, 1969; Loewy & Spyer, 1990; Hornby & Wade, 2011). Sin embargo aquí no nos enfrentamos, ni ponemos en duda la relación vagal con las secreciones de insulina. Este modelo trató de enlazar la respuesta insulínica parasimpática después de comer azúcar. Se observa que de hecho, la activación celular señalada por la presencia de C-Fos, es casi nula. Esto sugiere que el DMV no es el principal núcleo en ser estimulado después del consumo de azúcar, o que el método y cantidad no fueron suficientes para inducir la esperada activación en el DMV.

8. ASPECTOS A CONSIDERAR COMO POSIBLES MEJORAS EN EL SERVICIO SOCIAL

El primer punto que llama mi atención es que el margen de error en el que las ratas quedarán perfectamente anestesiadas era enorme. No tengo referencia ni punto de comparación con otros laboratorios, sin embargo nuestras visitas que hicieron una breve estancia con nosotros, referían que este es un punto de mejora muy importante que improvisaría la calidad del experimento y el tiempo invertido en los ensayos sería menor. Un comentario frecuente es que el tipo de anestesia utilizado no era el adecuado. Esto no solo comprometía el tiempo utilizado en el proyecto, sino que también implicaba la ética moral de trabajar con animales vivos. Las dosis de anestesia de una rata adulta que

pesa entre 230 y 280 gramos son 100 microlitros de Xilacina y 200 microlitros de Ketamina. El procedimiento quirúrgico completo está explicado en la parte de "Materiales y Métodos". Se espera siempre avanzar de una rata a la vez. Si a las 20 minutos la rata sigue despierta, o dando reflejos que denoten sensaciones en su cuerpo, es a criterio del investigador, y dependiendo del peso de la rata, la siguiente cantidad de anestesia que se administrará. Bajo la estadística de mi propio record anotado en la bitácora, de cada 10 ratas, a 6 se les necesitaba administrar una segunda dosis de anestesia. De estas 6 ratas, la mitad asimilaban la segunda dosis, mientras que la otra mitad no quedaba completamente dormida, por lo que era necesario empezar de nuevo con animal diferente. La posibilidad de que la rata muera en una tercera administración de anestesia por sobredosis es muy alta, y en lo personal prefería no hacerlo, sobre todo por que la denervación las debilitaba y era previsible que murieran durante la cirugía.

El segundo punto es que a partir de este fallo en la anestesia, las 4 horas de asistencia diarias como prestador de servicio social son poco acertadas. La correcta anestesia, la denervación, inyección del trazador previamente refrigerado y centrifugado junto con las suturas finales y cuidados postoperatorios requiera un mínimo de 6 horas diarias.

Otro punto importante es que según la página del Sistema De Información Automatizada De Servicio Social (SIASS), se determina que en este servicio social hay un apoyo económico del CONACYT por 9,000 pesos

Poblaciones beneficiadas		Apoyos al estudiante	
Alcance	nacional	<input checked="" type="checkbox"/> económico	
Asentamiento	urbano	Monto total:	\$ 9.000
Población	No Marginada	Patrocinador	Conacyt
Tipo de atención	Directa	<input checked="" type="checkbox"/> académico	
Por edad	• Jóvenes		

Figura 9. Apoyo económico al estudiante en el programa de servicio social "El reloj biológico da tiempo a nuestro cuerpo" (<https://www.siaas.unam.mx/consulta/11308>).

Sugiero que esto se elimine ya que no es verdad. El CONACYT otorga una beca como "ayudante de investigador" por 2,300 pesos, y éste solo se da a 3 alumnos por laboratorio que sean pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). No dudo que el jefe de laboratorio sea una persona honesta en sus acciones, pero este punto puede malinterpretarse como un engaño al estudiante en miras de ingresar a este laboratorio. El prestador de servicio social merece saber desde el principio la cantidad exacta, así como los términos y condiciones de ésta.

9.- CONCLUSIONES

El Instituto de Investigaciones Biomédicas es un buen lugar para realizar el servicio social particularmente si el área de interés es la Biopsicología o Psicología Fisiológica. Mi principal recomendación hacia la Facultad de Psicología sería estar al pendiente de la situación del alumno en cuanto al tiempo de estadía en el IIB. Por lo general la idea sería, ya estando en un

laboratorio, realizar la tesis para continuar con el proyecto que se empezó desde el servicio social. ¿Qué pasa si el alumno no quiere hacer tesis? ¿Qué sucede cuando la intención del alumno era meramente conocer la vida y actividades de un laboratorio? Entonces el estudiante se queda atrapado ya que por lo regular el jefe de laboratorio (y sin la intención de generalizar) no tiene definida la delimitante entre "el alumno realizando su servicio social" y "el trabajador del laboratorio". El estudiante puede convertirse en la mano de obra barata del laboratorio por un tiempo indefinido.

En la misma página de la dirección general de orientación y atención educativa define al servicio social como una actividad temporal y obligatoria que permite al estudiante consolidar su formación académica, adquirir nuevos conocimientos y habilidades profesionales y tener la posibilidad de incorporarse al mercado de trabajo (<http://www.dgserver.unam.mx>). En el caso de mi servicio social, el jefe de laboratorio se toma muy personal cuando un alumno únicamente va a cumplir con los respectivos meses del servicio social. Sería de gran beneficio para las siguientes generaciones de pasantes de la facultad de psicología, que se hablara este punto con los oferentes de servicio social que toman lugar en un laboratorio.

En mi caso el Dr. Buijs me cambió de proyecto 4 veces (1-temperatura 2- denervación hepática 3- denervación esplénica 4-respuesta pancreática ante el consumo de azúcar). En nuestra última junta, verificamos que el producto de mi experimento número 4 tampoco era el esperado (no se comprobaba la

hipótesis). Pese a que solo me faltaban los resultados y las conclusiones que discutiríamos ese día, decidió cambiar de nuevo la línea del proyecto, y empezar de cero con un nuevo experimento relacionado con la Olanzapina, un antipsicótico de segunda generación. La realidad es que el producto de mis ensayos no tenía mayor relevancia para una tesis, pero sí para una publicación científica que no sería de mi autoría.

Debe de haber un tope realista del tiempo invertido en la actividades a realizar en conjunto con la duración que el estudiante está prestando su servicio social. Y en caso de que el pasante decida hacer una tesis, crear un convenio sensato entre el estudiante y el jefe de laboratorio que defina los propósitos de ambos bajo un esquema efectivo, sin propuestas vacías.

Ocurre que el interés central es del jefe de laboratorio y no amalgama completamente con el interés del prestador de servicio social ni con el del tesista.

Una sugerencia es que el pasante realice funciones puntuales que no le comprometan más tiempo del que requiere el programa. Esto se podría lograr si el laboratorio que busca pasantes formalizara con qué conocimientos, habilidades y competencias requiere al estudiante de psicología. Por ejemplo, que ya hayan trabajado con ratas o que estén familiarizados con el manejo de material biológico. Si se necesitan estudiantes que ya sepan manejar un criostato o si el oferente está dispuesto a entrenar y dar capacitación en

ciertas áreas de alcance. Establecer un protocolo puntual de actividades de los prestadores de servicio social parece indispensable.

Le sería muy útil a los futuros pasantes si la Facultad de Psicología aclara con los laboratorios que no se van a quedar con el estudiante más de los 6 meses convenidos en el programa, y que no empleen al alumno de modo que se requieran sus servicios más tiempo del previsto.

Las posibilidades de hacer la tesis son remotas, se complican por que su desarrollo no depende del estudiante, sino del jefe de laboratorio y su línea de interés. Son dos puntos difíciles de conciliar.

Mi aprendizaje en el tema del hipotálamo y nervio vago fue provechoso en lo profesional y constructivo en experiencia de vida. Es un verdadero privilegio poder asomarse a la ventana de la ciencia y aprender del método científico codo a codo con reconocidos investigadores desde los laboratorios de la Máxima Casa de Estudios.

10.- REFERENCIAS

- Bashair M. Mussa, Anthony J. M. Verberne (2013), The Dorsal Motor Nucleus Of The Vagus And Regulation Of Pancreatic Secretary Function, *Experimental Physiology* 98 (1) pp 25–37

- Aguado, Luis. (2005) *Emoción, Afecto Y Motivación. Un Enfoque De Procesos*. Alianza Editorial.
- Berthoud H.R., Powley T.L., (1990) Identification Of Vagal Preganglionics That Mediate Cephalic Phase Insulin Response. *American Journal of Physiology*, 10 (2) 110 - 121
- Bloom, S.R., Edwards, A. V. (1981) The Role Of The Parasympathetic System In The Control Of Insulin Release In The Conscious Calf, *Journal of Physiology*, 314, 37-46
- Buijs, R.M., Soo Jin Chun, Akira Nijima, Herms J. Romijn, & Katsuya Nagai (2001) Parasympathetic and Sympathetic Control of the Pancreas: A Role for the Suprachiasmatic Nucleus and Other Hypothalamic Centers That Are Involved in the Regulation of Food Intake, *The Journal Of Comparative Neurology*, 431, pp. 405–423
- Buijs, R.M., Kalsbeek A. (2001) Hypothalamic integration of central and peripheral clocks. *Nature Reviews Neurosciences*, pp 521 - 526
- Carlson, N. R.. (2010). *Fisiología de la Conducta*. Madrid: Pearson Educación.

- Castel, M. & Morris J.F (2000) Morphological heterogeneity of the GABAergic network in the suprachiasmatic nucleus, the brain's circadian pacemaker. *Journal of Anatomyc*, 196 pp. 1-13.
- Damiola, F., Le Minh, N., Preitner, N., Kornmann, B., Fleury-Olela F & Schibler U. (2000) Restricted feeding uncouples circadian oscillators in peripheral tissues from the central pacemaker in the suprachiasmatic nucleus. *Genes & Development Journal*, 14, pp 2950 - 2961.
- Fahey, Jonathan (2009). How Your Brain Tells Time. *Out Of The Labs*. Forbes. pp. 110-121.
Recuperado de www.forbes.com/2009/.../circadian-rhythm-math-technology-breakthrough.com
- Guillod-Maximin E, Lorsignol A, Alquier T, Penicaud L. (2004), Acute Intracarotid Glucose Injection Towards The Brain Induces Specific C-Fos Activation In Hypothalamic Nuclei: Involvement Of Astrocytes In Cerebral Glucosesensing In Rats. *Journal of Neuroendocrinology*, 16 (4) pp. 464–471.
- Hornby PJ & Wade PR (2011). Central control of gastrointestinal function. In *Central Regulation of Autonomic Functions*, Oxford University Press, New York . pp. 259–273.

- Ionescu E, Rohner-Jeanrenaud F, Berthoud HR & Jeanrenaud B (1983). Increases In Plasma Insulin Levels In Response To Electrical Stimulation Of The Dorsal Motor Nucleus Of The Vagus Nerve. *Endocrinology Journal* 112 (4), pp. 904–910.
- Kalsbeek A, Garidou ML, Palm IF, Van Der Vliet J, Simonneaux V, Pévet P & Buijs R.M. (2000) Melatonin sees the light: blocking GABA-ergic transmission in the paraventricular nucleus induces daytime secretion of melatonin. *European Journal of Neuroscience* 12 (5) pp 3146 - 3154.
- Kerr F. W. & Preshaw R. M., (1969). Secretomotor Function Of The Dorsal Motor Nucleus Of The Vagus. *Journal of Physiology*, 205 (15), pp. 405–415.
- Kreier, F (2002). Selective Parasympathetic Innervation Of Subcutaneous And Intra-Abdominal Fat - Functional Implications. *The journal of Clinical Investigation*, 110, pp 1243 - 1250.
- La Fleur, S. (2001). The Suprachiasmatic Nucleus Generated Rhythm in Blood Glucose. A Role For The Autonomic Nervous System. *The Netherlands Institute for Brain Research*. 110 (11) pp. 103 - 117.

- La Fleur S. E., Kalsbeek A., Wortel J., Fekkes M. L. & Buijs RM. (2001) A daily rhythm in glucose tolerance: a role for the suprachiasmatic nucleus. *Diabetes*, 50 (1) pp 1237- 1243.
- Li Y, Wu X, Zhao Y, Chen S & Owyang C (2006). Ghrelin acts on the dorsal vagal complex to stimulate pancreatic protein secretion. *American Journal of Physiology*, 290 (10), pp. 1350–1358.
- Llewellyn-Smith, I., Verberne, A., (2011). *Central Regulation of Autonomic Functions*. Oxford University Press. Second edition.
- Loewy A. D. & Spyer K. M. (1990). *Vagal preganglionic neurons*. In *Central Regulation of Autonomic Functions*, eds. Loewy AD & Spyer KM, pp. 69–87. Oxford University Press, Oxford, New York.
- McGinty, D. & Szymusiak, R. (2000) The Sleep Wake Switch: A Neuronal Alarm Clock. *Nature Medicine*. 6 (4) pp 510, 511.
- Mussa, Bashair M., Verberne, Anthony J. M. (2013). The Dorsal Motor Nucleus Of The Vagus And Regulation Of Pancreatic Secretory Function. *Experimental Physiology*, 98 (7), 25–37.

- Okumura T, Taylor IL & Pappas TN (1995). Microinjection Of TRH Analogue Into The Dorsal Vagal Complex Stimulates Pancreatic Secretion In Rats. *American Journal of Physiology* 269, pp. 328–334.
- Pinel, J. P. J., (2007). *Biopsicología*. Madrid: Pearson Educación.
- Purves, D. Augustine, G. Fitzpatrick, D. Katz, L. Lamantia, S. O McNamara, J. Williams, M (2001). *Neuroscience*. Estados Unidos, Editorial Sinauer.
- Ralph, M. R., Foster R. G., Davids F. G. & Menaker, M. (1990) Transplanted Suprachiasmatic Nucleus Determines Circadian Period. *Science* 247, pp. 975 - 978.
- Sainsbury A, Rohner-Jeanrenaud F, Cusin I (1997). Chronic Central Neuropeptide Y Infusion In Normal Rats: Status Of The Hypothalamo-Pituitary-Adrenal Axis, And Vagal Mediation Of Hyperinsulinaemia. *Diabetologia*, 40 (3) pp. 1269 - 1277.
- Schwartz T. W. (1983). Pancreatic polypeptide: a hormone under vagal control. *Gastroenterology* 85, pp. 1411–1425.
- Schwartz, W. J., Gainer, H. (1977) Suprachiasmatic Nucleus: Use Of C Labeld Deoxyglucose Uptake As A Functional Marker. *Science* 197, pp.1089 - 1091.

- Travagli R. A. & Browning K. N. (2011). Central autonomic control of the pancreas. In *Central Regulation of Autonomic Functions*, ed. Llewellyn-Smith I. J. & Verberne A. J, pp. 274–291. Oxford University Press, New York.
- Watson C., Kirkcaldie M., Paxinos G., (2010). *The Brain. An Introduction to Functional Neuroanatomy*. London UK: Elsevier Academic Press.

PÁGINAS DE INTERNET CONSULTADAS

- <http://www.dgoserver.unam.mx/portaldgose/servicio-social/htmls/ss-universitario/ssu-introduccion.html>
- <http://www.dgoserver.unam.mx/portaldgose/servicio-social/htmls/ss-universitario/ssu-definicion.html>
- <https://www.siass.unam.mx/consulta/11308>
- <http://www.biomedicas.unam.mx/>