

Ventajas y retos de la **histología** en las **ciencias biológicas**

DANIEL MONTER TOLENTINO, GUADALUPE SOTO RODRÍGUEZ, MARÍA DE JESUS ROVIROSA HERNÁNDEZ,
PAOLA BELEM PENSADO GUEVARA Y DANIEL HERNÁNDEZ BALTAZAR

Estudiar la composición de los tejidos animales y de las plantas es clave para las ciencias biológicas por tres aspectos fundamentales: El conocimiento de la estructura celular, la integración funcional de los tejidos y la capacidad para interactuar con el entorno. En este contexto, la caracterización de la complejidad morfológica, y en consecuencia funcional, de los individuos es quehacer de la histología. Curiosamente, su estudio ha permitido la descripción de características distintivas de las especies, la anatomía comparada o incluso como criterio taxonómico, no obstante, las variaciones en la estructura de los tejidos no solo permiten describir la conformación estructural, sino también son claves en la evaluación histopatológica, o para el reporte de los beneficios de una terapia en la clínica.

La histología es una ciencia que incide en otras ciencias. En esta ocasión, tomando como referencia tres ejemplos, revisaremos las limitaciones y aportaremos sugerencias para la óptima incorporación de la histología en tres áreas de las ciencias biológicas: la biología molecular, la biomedicina y la biología marina.

Ejemplo 1. Estudiando a las moléculas en el tejido

Una de las ventajas del uso de la histología es que permite evaluar la cantidad, ubicación e interacciones específicas de las moléculas en células y tejidos. Así, mediante la detección de proteínas, o partes de ellas, usando anticuerpos sintéticos (inmunomarcaje), es posible observar variaciones en la forma, número y capacidad de reacción de las células ante diversos estímulos. Por ejemplo, en un estudio en ratas fue posible marcar, mediante la adición de una molécula sintética, a la mielina, una proteína que recubre los **axones** de las

neuronas en el encéfalo y facilita la comunicación neuronal.

Esta estrategia permitió identificar cómo se pierde la mielina, lo que implica alteración en la formación de mielina (hipomielinización), o pérdida sustancial de ella (desmielinización); además, cómo repercute esta situación en la propia neurona, en las vecinas y en los circuitos que conforman. En consecuencia, la identificación a nivel molecular de proteínas específicas permite comprender las manifestaciones de una patología, que en nuestro ejemplo, es la pérdida gradual e irreversible de la función motora en las ratas de experimentación.

La utilidad es clara, sin embargo, este tipo de estudios enfrentan a los investigadores a las siguientes dificultades técnicas: ¿qué características deben tener las moléculas sintéticas que “marcan” determinadas proteínas?, ¿cuál es tiempo adecuado para evaluar la dinámica de las moléculas en las células y los tejidos?, ¿de qué tamaño deben ser las secciones de tejido para cuantificar y detectar adecuadamente la ubicación de las moléculas de interés? Las respuestas pueden encontrarse en un siguiente nivel de organización.

Ejemplo 2. Identificando variaciones en la citoarquitectura

Mediante la observación en microscopio es posible conocer la estructura celular y la composición de los tejidos tanto en presencia como en ausencia de daño. ¿Cómo es posible esto? Para ser específicos revisaremos un ejemplo. En la actualidad es común usar los compuestos extraídos de plantas para mejorar la salud, lo cual conocemos como fitoterapia. Para evaluar si estos fitoquímicos son funcionales y seguros, los investigadores pueden enfocarse en aspectos a nivel celular o macroscópico. Por ejem-

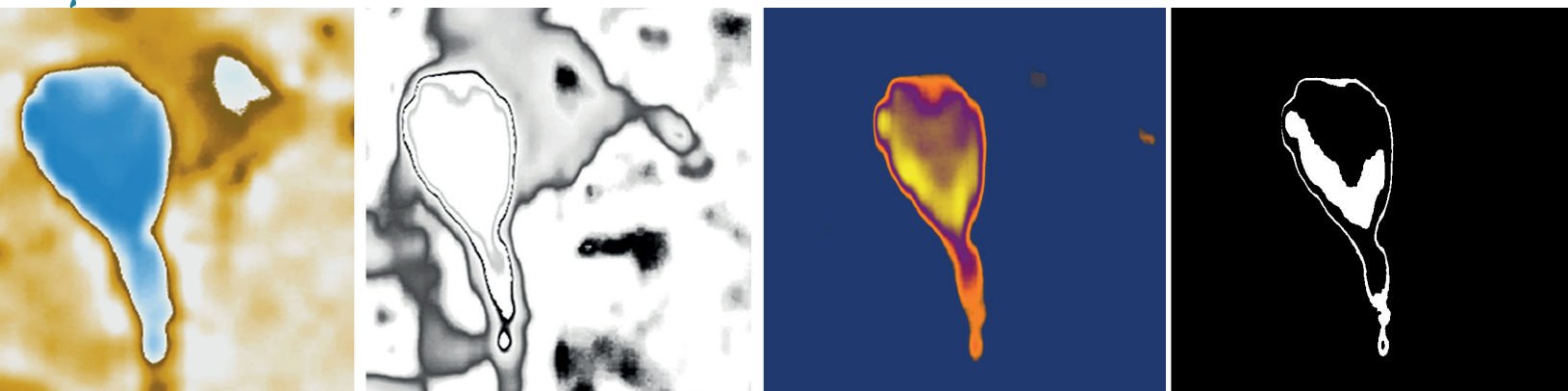


Figura 1. El núcleo celular visto desde 4 perspectivas. Imagen cortesía de María de Jesús Rovirosa Hernández y Daniel Hernández Baltazar.

plo, a nivel celular, ¿qué moléculas se liberan?, ¿qué cambios morfológicos experimentan?, o incluso ¿cómo se afecta la comunicación intercelular?; mientras que a nivel macroscópico, el impacto de los fitoquímicos puede ser evaluado en términos de la funcionalidad de órganos, y si se altera o no la conducta del sujeto de estudio.

Por lo tanto, es necesario realizar en los sujetos de experimentación un análisis neuro-anatómico donde se tengan al menos dos proteínas de interés, una que cambie y una que no cambie ante los estímulos estresantes. Lo interesante es que la presencia de estas proteínas implica variaciones constantes en el metabolismo y la forma de las células, dando paso al auge del análisis histopatológico.

De modo que los resultados dan información respecto a cómo progresan las enfermedades neurodegenerativas, o bien, cuál es el mecanismo de acción de los fitoquímicos. Pero el estudio de la relación molécula-molécula-célula no es sencillo, toda vez que es necesario solventar algunos retos: ¿cómo garantizar que el tejido conserve las proteínas de interés?, ¿cuánto debo conocer de las células que conforman un órgano para ser capaz de describir sutiles cambios de forma?, ¿el éxito del análisis histológico está solo determinado por la agudeza visual del experimentador o depende de cuán sofisticado es el laboratorio donde se realiza el estudio?

Notarán los lectores que la complejidad aumenta cuando los estudios no se concentran en órganos que poseen células finitas como las neuronas en el cerebro, sino que se realizan en estructuras con una organización compleja y con alto recambio

Mediante la observación en microscopio es posible conocer la estructura celular y la composición de los tejidos tanto en presencia como en ausencia de daño

celular, como es el caso de las gónadas en los peces.

Ejemplo 3. Describiendo cambios en la forma celular y tisular

Para los biólogos marinos es importante realizar estudios de estructura y de función de los órganos; sin embargo, la histología es poco utilizada. La razón del limitado uso de técnicas histológicas en el estudio de especies marinas está en función de la falta de experiencia y de su costo. Una de las excepciones son los estudios vinculados a la reproducción de los peces.

Para este ejemplo destacaremos un estudio de gónadas realizado en el atún aleta amarilla del Golfo de México. En estadios inmaduros la forma y longitud de la gónada es significativamente menor a la observada en estadios maduros. Para que estas diferencias morfométricas ocurran son necesarios cambios sustanciales en cuanto al tipo de células que la componen, su superficie, su volumen, su capacidad de mantenerse unidas a otras células, o bien su resistencia ante los cambios de presión.

Así que pensar en realizar estudios histológicos en este tipo de órganos supone un detallado conocimiento de la temporalidad en que cada estructura anatómica puede ser observada. La importancia de estudiar gónadas implica conocer su dinámica de maduración, los factores intrínsecos y extrínsecos de la gónada, cambios en las variables ambientales y en la estabilidad de los periodos, así como los sitios de reproducción de la especie. Por ello, mantener la sinergia entre la histología y la biología marina es necesaria para comprender la compleja dinámica biológica.

Los consejos

Como hemos revisado, los investigadores tienen la oportunidad de conocer las estructuras a nivel nano, micro y macroscópico. Si bien la histología ha sido favorecida por el incremento en los protocolos de manejo de tejidos, el desarrollo de instrumentos ópticos sofisticados para su observación, el auge de métodos para colorear o para la localización de células (o partes de ellas), y entre otros, la implementación de programas computacionales para el análisis de imágenes, su aplicabilidad enfrenta retos, para los cuales aportamos sugerencias para reducirlos:

Retos técnicos	Sugerencias
El tiempo	Estandarizar la extracción de cada órgano
Grosor del corte	Conocer el tamaño de las células de interés
Corte adecuado	Usar equipo calibrado
Colecta de material biológico	Almacenar cada muestra según su constitución
Tejido dañado	Identificar el fijador adecuado
Costos	Optimizar el uso de reactivos y equipos
Disponibilidad de insumos	Buscar colaboraciones
Práctica histológica deficiente	Incentivar la capacitación transdisciplinar
Errores de interpretación	Estudiar anatomía y colaborar con expertos
Imágenes de baja calidad	Usar equipos con adecuada resolución
Protocolos no estandarizados	Sistematizar, probar y publicar los métodos
La histología solo es cualitativa	Refinar los métodos garantizará datos de calidad para conteos, densitometría y análisis estadístico

Finalmente, si bien cada investigador deberá afrontar retos adicionales, tales como la comprensión del tema, la búsqueda de instalaciones con el material correspondiente, los gastos que conlleva realizar la técnica y la elaboración de textos que permitan su reproducibilidad, el éxito se augura cuando existe disciplina, talento, vocación y disponibilidad para la colaboración científica responsable.

A G R A D E C I M I E N T O S

A las apreciables histólogas, M en C. Maricela Torres y Soto y Biol. Aurora del Carmen Sánchez García, por motivar a múltiples generaciones.

P A R A C O N O C E R M A S

[¹] Barrientos Bonilla AA, Pensado Guevara PB, Varela Castillo GY, Hernández Baltazar D. (2023). Aprender a observar: encuentros con la histología. Revista Cante-
ra, 4(1):28-29 <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4782>.

[²] Pacicco AE, Brown NJ, Murie DJ, Allman RJ, Snodgrass D, Franks SJ. (2023) Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the northcentral U.S. Gulf of Mexico. Fisheries Research. 261, 106620 doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106620

[³] Robert L, Sorenson T, Clark B. (2014). Atlas of Human Histology. <https://histologyguide.com/about-us/atlas-of-human-histology.html>.

[⁴] Rovirosa-Hernández MJ, Martínez Flores LM, Rodríguez Landa JF, Caba M, et al. (2024). Chronic infusion of *Montanoa tomentosa* reduces despair-like behavior and activates hypothalamic oxytocin neurons in male Wistar rats. BLACPM, 23 (6): 947-960. <https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.6.57>.

[⁵] Soto-Rodríguez G, Gonzalez-Barrios JA, Martinez-Fong D, Blanco-Alvarez VM, Eguibar JR, Ugarte A, Martinez-Perez F, Brambila E, Peña LM, Pazos-Salazar NG, Torres-Soto M, García-Robles G, Tomas-Sanchez C, Leon-Chavez BA. (2015). Analysis of chemokines and receptors expression profile in the myelin mutant taiep rat. Oxidative medicine and cellular longevity. 2015, ID 397310. doi.org/10.1155/2015/397310.

D E L O S A U T O R E S

Biol. Daniel Monter Tolentino. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (sede Tuxpan), Universidad Veracruzana. danielmonter274@gmail.com.

Dra. Guadalupe Soto Rodríguez. Facultad de Medicina, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. guadalupe.sotorod@correo.buap.mx.

Dra. María de Jesús Rovirosa Hernández. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. jrovirosa@uv.mx.

M en C. Paola Belem Pensado Guevara. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. paoly_R21@hotmail.com.

Dr. Daniel Hernández Baltazar. IxM CONAHCyT / Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. danielhernandez@uv.mx.