



## GENÓMICA FUNCIONAL EN EL ESTUDIO DEL SISTEMA INMUNE DEL CAMARÓN

Francisco Vargas-Albores, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, Apto. Postal 1735, Hermosillo, Sonora, México. Tel/Fax: (662) 280-0154; fvalbores@ciad.mx.

Palabras clave: microarreglos, expresión génica, inmunología comparada

El sistema inmune del camarón, como todos los invertebrados, es incapaz de producir anticuerpos para combatir una infección y no tiene memoria inmunológica de largo plazo. Sin embargo, tienen un sistema con la suficiente eficiencia para protegerlos de microorganismos intrusos. Las incógnitas sobre los elementos que participan, los mecanismos de activación y de acción y los factores que lo regulan, se han ido revelando poco a poco gracias a las nuevas herramientas analíticas y a la aceptación conceptual de otras formas de respuestas fisiológicas.

Avances importantes en la comprensión de los sistemas invertebrados se han conseguido buscando la analogía funcional. Además, nuevas herramientas analíticas de generación masiva de datos sobre los organismos, su fisiología y su respuesta al ambiente están accesibles. La genómica funcional, además de las herramientas analíticas requiere otros métodos para aproximarse, sobre todo si se considera la falta de linealidad de las interacciones entre los diferentes tejidos y órganos del organismo y los niveles moleculares. El proceso se facilita si se cuenta con conocimiento genómico de la especie en estudio o algunas cercanas, pero desafortunadamente, la información génica de los camarones es escasa.

Los mecanismos inmunes incluyen complejos arreglos de interacciones enzima-proteína y la producción de péptidos antibacterianos inducibles. En muchos casos las reacciones inmunológicas son activadas por moléculas asociadas al patógeno, por ejemplo LPS y péptidoglicanos bacterianos, beta-glucanos de hongos y RNA de doble cadena de los virus. La subsecuente respuesta es mediada por mecanismos celulares y humorales. La respuesta celular es realizada por los hemocitos a través de fagocitosis, nodulación y encapsulamiento. Los hemocitos también sintetizan y secretan varias proteínas que forman parte de la respuesta humoral o bien actúan conjuntamente en sistema multiméricos, como el sistema de activación de la profenoloxidasas (proPO) o la coagulación. La respuesta humoral en camarones empieza con el reconocimiento de los epítopes microbianos por las proteínas de reconocimiento solubles en la hemolinfa, las cuales promueven la liberación de proteínas antimicrobianas, la activación del sistema proPO y el de coagulación, que termina en la destrucción y eliminación del patógeno, favoreciendo la cicatrización, melanización y por fagocitosis.

En la búsqueda de análogos funcionales que permitan la eliminación de patógenos ha permitido la descripción de proteínas de reconocimiento, las cuales una vez unidas

al antígeno, son capaces de activar reacciones celulares como fagocitosis y degranulación. Aunque su especificidad restringida a pocos compuestos microbianos, las proteínas de reconocimiento presentan analogía funcional con los anticuerpos. Sistemas de eliminación por hidrólisis parecen ser muy importantes en invertebrados, ya que las proteasas, del tipo serina, son abundantes y en algunos casos se ha determinado su papel biológico en forma precisa. La actividad proteolítica debe ser controlada, por lo que inhibidores parecen ser parte esencial del sistema del camarón. Para conocer la batería bioquímica de los hemocitos, hemos realizado varias genotecas y la descripción de los transcritos nos está permitiendo dibujar las posibles vías y mecanismos de respuesta inmune. Especial atención han tomado las proteínas que contienen dominio WAP (Whey Acidic Protein) ya que pueden tener actividades antibacteriana y de inhibidor de proteasas. Algunas proteínas son similares a la de vertebrados, SLPI y SWD, pero otras parecen ser exclusivas de invertebrados (Crustin).

La tecnología de microarreglos se ha vuelto indispensable para la determinación de perfiles de expresión génica de un organismo bajo cualquier estímulo o condición. Recientemente microarreglos de ostras y otras especies importantes para acuicultura se han desarrollado. Sumando ésta herramienta, estamos describiendo los perfiles de expresión génica bajo diferentes condiciones o estímulos antigénicos. La comprensión de un sistema de defensa, diferente al de vertebrados, abre la oportunidad de conocer el origen de las estrategias de protección, que sean compartidas, por lo que posiblemente encontremos su origen en los invertebrados. Además, permitirá conocer estrategias biológicas que solamente están presentes en los invertebrados.

Jiménez-Vega, F. Vargas-Albores, F. & Söderhäll, K. (2005). *Fish & Shellfish Immunology* 18: 101-108

Jiménez-Vega, F. & Vargas-Albores, F. (2005). *Dev. and Comp. Immunol.* 29: 385-391.

Jiménez-Vega, F. & Vargas-Albores, F. (2007) *J. Shellfish Res.* 26: 1169-1175.

Castellanos, M., Jiménez-Vega, F. & Vargas-Albores, F. (2008) *Comp. Biochem. Physiol.* 3D: 270-274.

Vargas-Albores, F., Martínez-Martínez, A., Aguilar-Campos, J. and Jiménez-Vega, F. (2008) *Fish & Shellfish Immunology*. In press