

Seguimiento telemétrico en serpientes: revisión clínica de la metodología

Por A. Martínez-Silvestre, R. Parellada y R. Santos



El *radiotracking*, es decir, el seguimiento telemétrico de un animal merced a la implantación de un radiotransmisor en su organismo, es una técnica común utilizada en tortugas, lagartos y serpientes. En serpientes la implantación quirúrgica de los emisores es recomendable debido a su conformación anatómica. Hasta la fecha se han probado muchos sistemas de implantación en ofidios. En los primeros estudios se describen transmisores de localización intragástrica, y posteriormente se usaron los intracelómicos (SECOR 1994), subcutáneos con antena interna (WEATHERHEAD & ANDERKA, 1984) o subcutáneos con antena plegada (MADSEN 1984; NAULLEAU 1989).

Vipera latastei Bosca, 1878 y *Natrix maura* (Linnaeus, 1758) se hallan distribuidas por el suroeste de Europa (Península Ibérica) y el noroeste de África (desde Túnez a Marruecos). En las últimas décadas estas especies han desaparecido de muchas áreas de España, especialmente *Vipera latastei* de Cataluña (PARELLADA 1995; PLEGUEZUELOS & SANTOS, en prensa).

La ausencia de conocimientos referentes a los

aspectos ecológicos de estas especies y su estatus nos movieron a realizar un estudio mediante radioteleimetría de emisores subcutáneos. En el presente estudio se discute el método de implantación en contraste con los otros anteriormente mencionados.

Material y métodos

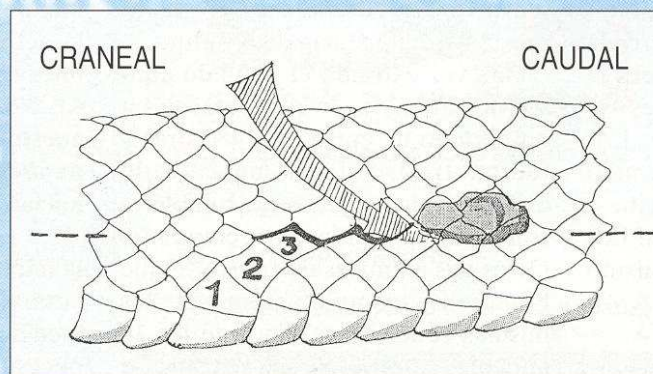
El área de estudio para *Vipera latastei* fue el Macizo del Garraf, un sistema carstico de clima mediterráneo situado cerca de Barcelona. Para *Natrix maura* el área de estudio fue el Delta del Ebro, en Tarragona. Ambas áreas se hallan en la costa mediterránea del noreste de España.

Antes del inicio del estudio, se capturaron de la naturaleza un macho de víbora hocicuda (*Vipera latastei*) y 19 culebras viperinas (*Natrix maura*), y se mantuvieron en un cercado aclimatado antes del ini-

cio del *radiotracking*. La víbora tenía una longitud de 55 cm. y un peso de 110 gr., y las culebras tenían una longitud media de 32 cm. (28 - 45 cm.) y un peso medio de 82 gr. (45 - 126 gr.).

Se usaron consecutivamente dos transmisores del tipo SS-2 (Biotrack). El primero estaba equipado con una batería tipo HG 312 de 1,4 v., con una duración aproximada de 45 días, y el segundo, con una batería tipo HG 13 de 1,4 v. y de 90 días de duración, aproximadamente. El peso y las dimensiones eran los siguientes: el primer transmisor pesaba 1,5 gr. y medía 17 x 9 x 5 mm., y el segundo pesaba 2,2 gr. y medía 17 x 9 x 6 mm. En ambos casos estaban envueltos en una cápsula hipoaérgica de resina y poliéster. La antena era interna y no sobresalía del conjunto.

Para la implantación del transmisor introdujimos las serpientes en un tubo transparente de diámetro adecuado, a fin de inmovilizarlas y evitar mordiscos. Antes de realizar la incisión quirúrgica se practicó una anestesia local por infiltración de mepivacaína (Scandinibsa) y se desinfectó el área quirúrgica con povidona yodada (Betadine). 5 minutos después se realizó una incisión de 1,5 cm. a 2,5 cm. en



Dibujo esquemático de la implantación de un transmisor

la cara dorsal de la tercera línea de escamas laterales. Debe destacarse que en las víboras el estrato dérmico es más estrecho y fino que en los colúbridos. Esto facilita la introducción del transmisor y hace recomendable esta técnica en reptiles con este tipo de piel. El transmisor, previamente desinfectado en una solución diluida de povidona yodada, se introdujo en el espacio subcutáneo ejerciendo una ligera presión caudoventral a fin de alojarlo en dirección caudal con respecto a la incisión. La piel se desinfectó mediante irrigación con povidona yodada y posteriormente se suturó. Durante el postoperatorio se administró gentamicina (3 mg. por Kg. de peso del animal). La piel se suturó con seda de 3/0 con una sutura continua de everción, cerrando el espacio subcutá-

todos los animales entre los 20 y los 30 días tras la operación. La última revisión clínica (12 meses después de la primera cirugía y 8 meses después de la segunda recaptura) mostró que se daba una proliferación de tejido conjuntivo cicatricial en el área afectada, cerrando la zona y causando una pérdida de laxitud de la piel del área afectada, si bien se pudo comprobar que este hecho no repercutió en la muda ni en el correcto desplazamiento del animal. La muda fue un importante factor en la recuperación clínica de las serpientes. Las serpientes con una mayor frecuencia de muda cicatrizaron más rápidamente. La cicatrización se completaba entre los 4 y los 8 meses después de la cirugía.

Durante el transcurso del estudio, todas las serpientes fueron recaptu-

al 12 % del peso corporal antes de la hibernación). Los que hibernaron completamente tuvieron pérdidas de 1,5 a 3,3 % del peso corporal.

A la primavera siguiente los animales mostraron signos de normalidad en todos los aspectos fisiológicos y comportamentales, así como en la recuperación del peso perdido. Por este motivo fueron soltados en la misma zona donde fueron capturados por primera vez.

Discusión

No usamos la hipotermia por considerar que está totalmente contraindicada como método anestésico en reptiles (MADSEN 1984), aunque aún sea una práctica común en muchos estudios biológicos con serpientes (SANTOS, comunicación personal). Este método no produce



Transmisor SS-2 (Biotrack) con pila de 1,4 v y una duración de 90 días.



Incisión quirúrgica en *Vipera latastei*

neo y minimizando la alteración de las escamas. Después de la operación el animal se mantuvo bajo observación durante 8 días y se soltó en el lugar de estudio.

El estudio mediante *radiotracking* se realizó durante 5 meses, período durante el cual se tomaron datos diarios acerca de la actividad, el hábitat y otros aspectos ecológicos de cada animal. Antes de que concluyera la duración de los transmisores se recapturaban los animales. Los transmisores se extraían realizando una incisión igual a la descrita y seguidamente se reemplazaban. Los animales se soltaban en el mismo sitio de captura.

Resultados

Se observó una muda correcta en

radas más de 150 veces. Sólo 2 animales murieron de trauma sin tener relación con el sistema de seguimiento. En la recuperación final de dos culebras se observó que el transmisor (colocado craneal a la incisión) se desplazó caudalmente debido al desplazamiento de la serpiente y estuvo a punto de caer por compresión y dehiscencia de la sutura.

Una vez extraído el segundo emisor, los animales se recuperaron en un período de entre 24 y 48 horas y fueron trasladados a un cercado exterior, pero algunos no completaron la hibernación correctamente. Otros dos animales de control sí que hibernaron completamente en las mismas condiciones. En 3 de los 18 animales se observó una pérdida de entre 7 y 15 gr. de peso (equivalente

total inmovilización del animal (MADSEN 1984) y puede causar una depresión del sistema inmunológico, alteración de rutas metabólicas de eliminación de fármacos y alteración de la homeostasis (MARTÍNEZ-SILVESTRE 1994). Sólo excepcionalmente la hipotermia puede usarse como inhibidor de la actividad del reptil en pequeñas intervenciones (exploraciones clínicas o examen radiológico). El uso de anestesia local del tipo de la lidocaína asegura la insensibilidad al corte inicial.

La anestesia local es suficiente en la implantación de transmisores subcutáneos cuando la serpiente está bien inmovilizada. En este caso no es necesaria la anestesia general. Además, este tipo de agente anesté-

sico es de elección en cirugía dermatológica de reptiles. Aun así, en especies venenosas es esencial el uso de tubos protectores de plástico, en los que se introducirá la cabeza del animal y el primer tercio del cuerpo. Este sistema de sujeción se utiliza no sólo en la exploración sino también en intervenciones de larga duración, en cuyos casos el animal es conectado a un sistema de anestesia por inhalación.

Los transmisores usados en este estudio representan entre un 2% (en el caso de *Vipera latastei*) y un 10% (en el caso de una pequeña *Natrix maura*) de la masa del animal. Esto es muy importante, debido a que la capacidad locomotora de la serpiente se altera cuando el transmisor excede un 15 % de la masa del animal, y es recomendable que nunca exceda del 10% (LUTTERSCHMIDT 1994). En otros estudios realizados hasta la fecha, los transmisores representaban un 5,7% (*Elaphe longissima*, NAULLEAU 1989), un 4,7% (*Crotalus cerastes*, SECOR 1994) o de un 0,9 a un 5,4% (*Natrix natrix*, MADSEN 1984).

El tejido subcutáneo de la mayoría de serpientes adultas permite sin problemas la inserción de un transmisor de tamaño entre mediano y grande (de 5 cm. en WEATHERHEAD & ANDERKA 1984). Con todo, es recomendable usar transmisores pequeños a causa de que una excesiva deformación del cuerpo de la serpiente puede dificultar su desplazamiento o el refugio en grietas.

Los transmisores modernos llevan baterías de larga duración. Así no hacen falta muchas recapturas y los traumas de recaptura y cambio del transmisor afectan menos al resultado final del trabajo.

La inserción del transmisor en el tercio distal del animal se probó en *Natrix maura* y se observó que la locomoción se dificultaba cuando el ofidio se desplazaba por entre la vegetación (SANTOS, dato sin publicar). En otros estudios el transmisor se insertaba en el estómago, evitando la regurgitación mediante un cable de nylon ligado alrededor del tercio proximal de la serpiente, el

cual puede dificultar el movimiento de la serpiente y causarle lesiones dérmicas. La posición del transmisor en el estómago inevitablemente causa cambios en el comportamiento normal y además se dan casos de pérdida del transmisor a los pocos días y hasta algunos meses.

Otros trabajos proponen la introducción de transmisores intracelómicos internos (REINERT & CUNDALL 1982), pero esto tiene los inconvenientes de la recuperación y el cambio de transmisor, una más complicada cirugía y el uso de anestesia general. TIEBOUT & CARY (1987) usan transmisores intracelómicos con antenas subcutáneas que van paralelas a la piel en sentido caudal. Este sistema permite una mayor señal del transmisor, pero también produce dolor, dificultad de muda, malestar y problemas para cambiar el transmisor.

La anestesia general en pequeñas serpientes incrementa el riesgo de muerte. Según REINERT & CUNDALL (1982) murieron serpientes por depresión cardiovascular usando tricaina metanosulfonato (MS 222) como agente preanestésico. Actualmente, con los modernos anestésicos como el isoflurano o la ketamina y con una técnica adecuada, el riesgo de muerte se ha minimizado.

Si la antena es externa, puede causar un alto riesgo de infección que alteraría el comportamiento de la serpiente y representaría un sesgo en el resultado final del estudio. El método usado en el presente trabajo es el que ya se utiliza en otros estudios (SECOR 1994), el cual permite el crecimiento, la muda normal y la digestión de presas grandes, y no produce cambios fisiológicos.

En este estudio la antena se pliega alrededor del transmisor y no es externa. Esto causa una señal menor, pero eso no es un factor limitante, porque en estas especies los movimientos se ciñen a un área muy limitada (datos no publicados).

La incisión quirúrgica entre la 2ª y 3ª línea de escamas laterales evita el corte y alteración de las escamas ventrales. De este modo la cicatriza-

ción afecta al estrato dérmico, pero no al córneo de cada escama. En intervenciones dirigidas a acceder al espacio celómico la incisión debería ser más ventral (entre la 1ª y la 2ª escama lateral). En nuestro caso, como el acceso es subcutáneo, la incisión puede ser más dorsal a fin de evitar los vasos sanguíneos ventrales. La posición lateral del transmisor evita el contacto entre la incisión y el suelo, con lo que se evitan infecciones secundarias o alteración del material de sutura. La técnica descrita aquí propone la introducción del transmisor caudal a la incisión. De este modo el desplazamiento del animal no favorece la movilidad del transmisor ni provoca presión sobre la sutura. Si el transmisor está localizado cranealmente puede forzar la incisión, abrir la sutura y caer al exterior.

Finalmente, para evitar una infección postquirúrgica una de las terapias recomendadas es el uso de antibióticos como la gentamicina o ampicilina. En animales sanos y bien hidratados las contraindicaciones de dichos antibióticos son mínimas, de modo que éstos pueden usarse con seguridad.

Por otro lado, se sabe que la muda o ecdisis es influida por las condiciones medioambientales y la temperatura. Un incremento térmico también incrementa gradualmente la frecuencia de muda. Esto es reflejo del incremento de la actividad metabólica, del incremento en el consumo de oxígeno y del crecimiento corporal. Todos estos factores son importantes para acelerar la cicatrización dérmica en animales con una elevada frecuencia de mudas (serpientes jóvenes).

En cuanto a la mala adaptación de algunas serpientes durante el invierno tras la operación, es posible que la alteración del ciclo hibernal estuviera relacionada con el estrés de captura, la cirugía de implantación o la reacción cicatricial. Aun así, esta relación causa-efecto no puede ser confirmada sin un estudio experimental, y debería tenerse en cuenta en todos los estudios que se realicen en reptiles antes de un período de

hibernación. En definitiva, y tanto si hibernan como si no, debe realizarse en todo estudio comportamental un control rutinario del estado de salud de los animales. ■

Bibliografía

LUTTERSCHMIDT, W. I. 1994. The effect of surgically implanted transmitters upon the locomotory performance of the checkered garter snake, *Thamnophis m. marcianus*. *Herpetological Journal* 4: 11-14.

MADSEN, T. 1984. Movements, Home Range Size and Habitat Use of Radio-tracked Grass Snakes (*Natrix natrix*) in Southern Sweden. *Copeia* 1984: 707-713.

MARTÍNEZ SILVESTRE, A. 1994. *Manual clínico de Reptiles*. Grass-Iatros Ediciones, Barcelona, 169 pp.

NAULLEAU, G. 1989. Étude biotéléométrique des déplacements et de la température chez la couleuvre d'Esculape *Elaphe longissima* (Squamata, Colubridae) en zone forestière. *Bull. Soc. Herp. Fr.* 52: 45-53.

PARELLADA, X. 1995. Status of *Vipera aspis* and *Vipera latastei* (Viperidae, Reptilia) in Catalonia (NE Spain). En LLORENTE *et al.* (eds.), *Scientia Herpetologica*, Asociación Herpetológica Española, Barcelona, pp. 328-334.

PLEGUEZUELOS, J. M. and SANTOS, X. (in press). *Vipera latastei*. Atlas de distribución de los Anfibios y Reptiles en la Península Ibérica. Asociación Herpetológica Española y Universidad de Granada.



Proliferación de tejido conjuntivo cicatricial en el área afectada, 12 meses tras la operación

REINERT, H. K. & CUNDALL, D. 1982. An improved surgical implantation method for radio-tracking snakes. *Copeia* 1982: 702-705.

SECOR, S. M. 1994. Ecological significance of movements and activity range for the Sidewinder, *Crotalus cerastes*. *Copeia* 1994: 631-645.

TIEBOUT, III, H. M. and CARY, J. R. 1987. Dynamic spatial ecology of the Water snake *Nerodia sipedon*. *Copeia* 1987: 1-18.

ÚJVÁRI, B. & KORŠÓS, Z. 1995. A radio telemetric study on *Vipera ursinii rakosiensis* in Hungary. *8th Ordinary General Meeting Societas Europaea Herpetologica*. Bonn, 1995.

WEATHERHEAD, P.J. and ANDERKA, F. W. 1984. An improved radio transmitter and implantation technique for snakes. *J. Herpetol.* 18: 264-269.

A. Martínez-Silvestre, Centro de Recuperación de Anfibios y Reptiles de Catalunya (CRARC); C/ Garraf s/n. 08783 Masquefa, Barcelona – X. Parellada; Direcció General de Medi Natural; Gran Via Corts Catalanes, 612-614. 08007 Barcelona – X. Santos, Dept. Biología Animal (Vertebrats). Fac. Biología. Univ. de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.