

Ann. Mus. civ. Rovereto	Sez.: Arch., St., Sc. nat.	Vol. 30 (2014)	401-414	2015
-------------------------	----------------------------	----------------	---------	------

GIONATA STANCHER & CATERINA QUARESMINI

## INDAGINE SULLA PRESENZA DI LATERALIZZAZIONI VISIVE IN *TESTUDO HERMANNI*

**Abstract** - GIONATA STANCHER & CATERINA QUARESMINI - A research on the presence of visual lateralization in *Testudo hermanni*.

Behavioural lateralization has been assessed in several vertebrate species, but only few studies involved the class Reptilia and virtually only one was focused on terrestrial tortoises. In the present study we tested subjects of *Testudo hermanni*, to assess visual lateralizations during both the exploration of a new environment and the interaction with social stimuli. High school and university students were involved in this study at Fondazione Museo Civico.

**Key words:** Reptiles - *Testudo hermanni* - Lateralization - Behavior.

**Riassunto** - GIONATA STANCHER & CATERINA QUARESMINI - Indagine sulla presenza di lateralizzazioni visive in *Testudo hermanni*.

La presenza di lateralizzazioni comportamentali è stata accertata in molte specie di vertebrati ma solo una minoranza di studi si sono concentrati sulla classe dei rettili e uno solo sulle testuggini terricole. In questo lavoro di ricerca, realizzato con il coinvolgimento di studenti delle scuole superiori e tirocinanti universitari presso la Fondazione Museo Civico di Rovereto, abbiamo sottoposto ad indagine sperimentale alcuni esemplari della specie *Testudo hermanni*, alla ricerca di lateralizzazioni visive in un contesto di esplorazione ambientale e in uno di riconoscimento sociale.

**Parole chiave:** Rettili - *Testudo hermanni* - Lateralizzazione - Comportamento.

### 1. INTRODUZIONE

La Fondazione Museo Civico di Rovereto dispone, presso i propri spazi all'aperto (Sperimentarea, Bosco della Città), di aree per l'accoglienza di testuggi-

ni terricole, principalmente di esemplari per i quali è stato disposto un sequestro da parte dell'autorità giudiziaria, in quanto appartenenti a specie protette. Al fine di implementare le potenzialità di accoglienza di questi animali nell'ottica di offrire un servizio di supporto alla tutela delle specie minacciate ed inserite nella Convenzione di Washington (C.I.T.E.S.) da parte degli organi forestali, è attualmente (novembre 2014) in corso di perfezionamento una convenzione della Fondazione col Servizio Faunistico della Provincia di Trento legata all'ampliamento e all'apprestamento di aree aggiuntive presso Sperimentarea per la custodia di esemplari appartenenti al genere *Testudo*.

La disponibilità di un cospicuo numero di esemplari si è rivelata per il Museo di grande utilità non solo ai fini della strutturazione di attività didattiche a tema (rivolte principalmente a studenti delle scuole primarie e secondarie di primo grado), ma pure per l'assetto di varie tipologie di osservazioni comportamentali ed esperimenti non invasivi nel campo della cognizione animale, che ha visto protagonisti studenti dell'università e tirocinanti delle scuole superiori. Il coinvolgimento in particolare di questi ultimi nelle attività di ricerca è apparso funzionale tanto alle esigenze della ricerca museale quanto a quelle didattico-formative. I ragazzi coinvolti nel presente progetto di ricerca nel corso delle estati 2013 e 2014 hanno, infatti, avuto la possibilità di seguire per intero tutte le fasi di progettazione e di esecuzione di un esperimento basato nell'osservazione scientifica – dall'ideazione stessa dello studio osservazionale alla sua strutturazione, dal raccoglimento dei dati alla loro elaborazione statistica, fino alla produzione di un elaborato scritto. Questa esperienza, nel suo complesso, è stata valutata positivamente nella sua utilità anche quale strumento di orientamento nella successiva scelta dell'Università.

### *1.2 La lateralizzazione cerebrale nei vertebrati*

Con il termine lateralizzazione si fa generalmente riferimento alla presenza di asimmetrie funzionali nelle specie animali; ad esempio, alla preferenza di svolta in una direzione piuttosto che in quella opposta oppure alla preferenza nell'utilizzo di un occhio nell'elaborazione di una certa classe di stimoli. Tali asimmetrie, spesso rilevate negli esperimenti nella forma di preferenze comportamentali direzionali di vario tipo, sono riconducibili alla specializzazione emisferica che caratterizza la corteccia cerebrale dei vertebrati (VALLORTIGARA & ROGERS, 2005); ovvero, alla presenza, in ciascun emisfero, di substrati neurali specializzati nell'esecuzione di determinati compiti motori o cognitivi. La manifestazione più nota di lateralizzazione nella specie umana è probabilmente quella relativa alla preferenza per l'uso della mano destra: si tratta di una lateralizzazione caratterizzata da una manifestazione comportamentale, riconducibile ad una specializzazione emisferica di tipo motorio, che si presenta con maggiore intensità du-

rante la cosiddetta manipolazione fine degli oggetti (ANNETT, 2002). La diffusa preferenza manuale destra nella specie umana è stata in passato interpretata in due differenti modi: da una parte come effetto della necessità, tipica della nostra specie, di manipolare gli oggetti modificandone la loro forma e la loro funzione, ovvero dell'abilità cognitiva a costruire strumenti (BRADSHAW & NETTLETON, 1972). Dall'altra è stata ritenuta legata alla specializzazione dell'emisfero sinistro per le funzioni linguistiche (BISHOP, 1990). Ciò che accumuna queste due diverse interpretazioni è il fatto di chiamare in causa fattori e circostanze presenti apparentemente solo nella specie umana.

Ricerche più recenti portate avanti dall'etologia cognitiva hanno dimostrato che asimmetrie funzionali ed anatomiche non sono esclusive della nostra specie, ma che al contrario sono diffusamente presenti anche in altre specie di vertebrati, talora con distribuzioni delle preferenze motorie per il lato destro e per quello sinistro con proporzioni simili a quella per la preferenza manuale che incontriamo nella specie umana (ROGERS, 1980). Ricerche più approfondite hanno rilevato come anche le lateralizzazioni di tipo sensoriale, al pari di quelle motorie, siano diffusamente presenti nei vertebrati (mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e pesci: VALLORTIGARA & ROGERS, 2005) e, tra quelle più studiate, vi sono le lateralizzazioni del sistema visivo. Uno dei primi lavori che ha visto interessati i rettili ha dimostrato la presenza in *Anolis carolinensis* di una spiccata preferenza visiva per l'occhio destro per osservare i propri conspecifici maschi, manifestato durante i display di aggressività (DECKEL, 2005). Studi successivi hanno evidenziato come le direzioni di elaborazione di classi di stimoli simili erano coerenti tra specie animali tra loro molto distanti filogeneticamente. Questi risultati forniscono un supporto all'ipotesi di una origine comune di questi tratti fenotipici (ROTH, 2003; ROGERS & ANDREW, 2002). *Pattern* di diffusione delle preferenze motorie simili a quelle presenti nella specie umana sono stati individuati in molte specie di vertebrati; in questo caso, si tratta della presenza di una distribuzione a livello di popolazione che vede la preferenza per un dato lato più diffusa della preferenza per il lato opposto, indipendentemente da quale sia il lato.

Le ricerche sul comportamento animale condotte con criteri comparati, unite alle risultanze derivanti dai campi della fisiologia e anatomia del sistema nervoso centrale, hanno portato alla conclusione che la specializzazione emisferica è un tratto ubiquitario all'interno del *subphylum* dei vertebrati, che può essere dunque considerato come una eccezione alla loro simmetria bilaterale corporea. Si tratta quindi, probabilmente, di un tratto fisiologico e comportamentale non esclusivo della specie umana (come invece precedentemente ritenuto), emerso in un antenato comune e, successivamente, ereditato nelle sue caratteristiche fondamentali da tutti i suoi discendenti.

Non dovrebbe quindi sfuggire l'importanza, anche educativa, degli studi sulla cognizione animale che, come questo, possono contribuire in maniera determi-

nante a fornire una corretta interpretazione della diversità interna al regno animale, in particolare consolidando negli studenti una immagine scientificamente corretta della collocazione della specie umana entro questa variazione.

### 1. 3 Lateralizzazione nei rettili

La presenza di lateralizzazioni comportamentali e anatomiche nei rettili è stata accertata da una serie di studi che hanno visto coinvolto soprattutto l'ordine degli Squamata con la presenza di lateralizzazioni sensoriali di tipo visivo. La risposta predatoria e quella antipredatoria risultano lateralizzate in direzioni opposte (rispettivamente, l'occhio destro/emisfero sinistro e occhio sinistro/emisfero destro) nelle lucertole del genere *Podarcis* (BONATI *et alii*, 2008; BONATI *et alii*, 2010), del genere *Ctenophorus* (ROBINS *et alii*, 2005), così come in altre specie di vertebrati. La tendenza ad osservare con l'occhio sinistro un predatore simulato, in particolare, è stata osservata in *P. muralis* sia in condizioni controllate (BONATI *et alii*, 2010) che in ambiente naturale (MARTIN *et alii*, 2010). D'altronde, la stessa *P. muralis* presenta una tendenza significativa alla svolta a sinistra quando si trova in un labirinto a T, un dato che si ritiene dovuto ad una lateralizzazione dell'occhio sinistro per l'esplorazione di un nuovo ambiente (CSERMELY *et alii*, 2011). Più in generale, l'emisfero destro sembra specializzato nell'analisi spaziale in varie specie di uccelli, nei pesci e pure negli esseri umani (RASHID & ANDREW, 1989; ULRICH *et alii*, 1999; CROWNE *et alii*, 1992; SOVRANO *et alii*, 2005)

Le preferenze rotazionali in ambiente circoscritto sono state correlate alla presenza di lateralizzazioni cerebrali (BISAZZA & VALLORTIGARA, 1997), anche se i risultati ottenuti con specie diverse sono solo in parte concordanti. Il pesce *Gambusia holbrooki*, ad esempio, posto in una vasca circolare, presenta una direzione preferenziale di rotazione (oraria) solo quando al centro è presente un predatore, mentre durante il nuoto libero o in presenza di uno stimolo sessuale non si è osservata alcuna preferenza nella direzione di rotazione (BISAZZA & VALLORTIGARA, 1997). Le renne presentano una tendenza alla svolta a sinistra in presenza di un labirinto a Y e una tendenza a muoversi in senso antiorario quando costrette nei recinti; nessuna preferenza di rotazione è stata invece riscontrata in campo aperto. Questi risultati sono stati messi in relazione con asimmetrie strutturali e ormonali nel cervello delle renne indotte dall'incremento dell'attività ormonale in condizioni di stress, come quelle vissute dagli animali durante la costrizione in recinti (ESPMARK & KINDERAS, 2002). I delfini mostrano un nuoto stereotipato circolare con una preferenza significativa per la direzione antioraria, che viene conservata anche a seguito di manipolazioni ambientali, mentre solo le interazioni sociali sono in grado di alterarne la direzione (SOBEL *et alii*, 1994).

La presenza di lateralizzazioni visive nei confronti di stimoli sociali è stata riscontrata nei vertebrati e presenta una convergenza di risultati verso una specializzazione emisferica destra (occhio sinistro) (VALLORTIGARA, 1992). Nei rettili, ad esempio, maschi delle lucertole del genere *Anolis* manifestano comportamenti aggressivi nei confronti dei conspecifici guidati principalmente dall'occhio sinistro, mentre le interazioni non aggressive mostrano un'eguale proporzione di esposizione del lato destro e di quello sinistro (DECKEL, 2005). Gli specchi sono stati utilizzati in diversi lavori di ricerca con la finalità di mettere in evidenza la presenza di lateralizzazioni nei confronti degli stimoli sociali. Sei differenti specie di pesci teleostei hanno mostrato in un tale contesto una preferenza per l'occhio sinistro durante l'ispezione della propria immagine riflessa (DE SANTI *et alii*, 2001; SOVRANO *et alii*, 1999; SOVRANO *et alii*, 2011).

A fronte di questa ampia letteratura relativa alla lateralizzazione visiva dei rettili, un solo lavoro di ricerca ha interessato l'ordine dei cheloni terrestri (STANCHER *et alii*). Nell'unico studio che ha visto coinvolta *Testudo hermanni* è stata messa in luce la presenza di una lateralizzazione, relativa alla direzione di raddrizzamento (quindi probabilmente motoria), che insiste sia a livello individuale che a livello di popolazione, con un allineamento a livello di gruppo delle preferenze di raddrizzamento verso il lato destro dell'animale.

Come si evince dalla letteratura, esistono ad oggi pochi studi relativi alle manifestazioni percettive (in particolare a quelle visive) nell'ordine dei cheloni. Lo scopo di questo studio è quello di indagare la presenza di lateralizzazioni comportamentali in una specie di chelone autoctona, *Testudo hermanni*. Questa specie presenta una tendenza comportamentale alla perlustrazione dei confini di una zona delimitata all'interno della quale viene riposta, alla ricerca di vie di fuga. Tale attitudine comportamentale è stata sfruttata nel corso di questo studio al fine di favorire l'emersione di lateralizzazioni di tipo visivo in un contesto di esplorazione di un nuovo ambiente (Esperimento 1). Nonostante l'ordine dei cheloni sia rappresentato da specie non sociali, i soggetti di questo studio sono nati e allevati in gruppo, e dunque sono abituati alla presenza dei propri conspecifici. Di conseguenza, è possibile che alla presenza di determinati stimoli sociali, i soggetti manifestino dei comportamenti lateralizzati di tipo visivo, come retaggio filogenetico di un adattamento neurologico relativo ad un'asimmetria cerebrale per le interazioni sociali (Esperimento 2).

## 2. ESPERIMENTO 1: DIREZIONE DI ROTAZIONE IN UN AMBIENTE A PIANTA CIRCOLARE

### 2.1 Materiali e metodi

In questo esperimento sono stati coinvolti 12 esemplari adulti appartenenti alla specie *Testudo hermanni*. Questa specie presenta una tendenza comporta-

mentale alla perlustrazione dei confini di una zona delimitata all'interno della quale viene riposta, alla ricerca di vie di fuga. Tale attitudine comportamentale è stata sfruttata nel corso di questo studio al fine di favorire l'emersione di lateralizzazioni di tipo visivo in un contesto di esplorazione di un nuovo ambiente. L'apparato sperimentale era costituito da un recinto di plastica di forma circolare (d 110 x h 30 cm), con pareti opache e fondo omogeneo, isolato dall'ambiente circostante mediante paratie di colore nero alte 1 mt. L'illuminazione veniva fornita dall'alto attraverso una lampada alogena da 400W. Al fine di facilitare la codifica dei dati comportamentali, il fondo dell'apparato è stato virtualmente diviso in tre aree circolari concentriche di larghezza pari a 20 cm (A1 area centrale; A3 area periferica; A2 area intermedia) (Fig. 1).

Il comportamento di ciascun soggetto sperimentale è stato videoregistrato per un totale di 20 minuti mediante campionamento ad animale focale (ALTMANN, 1974). In particolare, sono stati rilevati i dati corrispondenti alla durata dei movimenti di rotazione oraria (CR) ed antioraria (ACR) all'interno dell'arena circolare.

## 2.2 Analisi statistiche e risultati

### Analisi sulla preferenza rotazionale

Per ciascun soggetto è stato calcolato un indice di lateralizzazione sulla frequenza e uno sulla durata del comportamento esaminato, utilizzando le seguenti formule. Per la durata:  $[\text{durata ACR} / (\text{durata ACR} + \text{durata CR})]$ ; Per la frequenza:  $[(\text{frequenza ACR} / (\text{frequenza ACR} + \text{CR}))]$ . ACR = movimento in senso antiorario; CR = movimento in senso orario.

Un *one sample t-test (two-tailed)* è stato condotto sulla media degli indici percentuali così calcolati ponendo la soglia di probabilità a  $p < 0.05$  come valore significativo.

Al fine di verificare se gli individui manifestavano una preferenza visiva dell'occhio destro o sinistro per esplorare i confini dell'apparato alla ricerca di vie di fuga, l'analisi statistica è stata concentrata sui movimenti eseguiti all'interno dell'area più periferica (area A3). Le analisi statistiche (Tab. 1; Fig. 2) mostrano la presenza di una preferenza significativa a muoversi con movimento antiorario, tanto sui dati relativi alle frequenze che su quelli relativi ai tempi.

Analisi	Media	Errore standard della media	t(n-1)	p
TEMPI	70.594	8.051	2.558	0.0266*
FREQUENZE	67.067	6.654	2.565	0.0263*

Tab. 1 - Risultati delle analisi statistiche (*one-sample t-test*) dell'Esperimento 1 (\*=  $p < 0.05$ ).

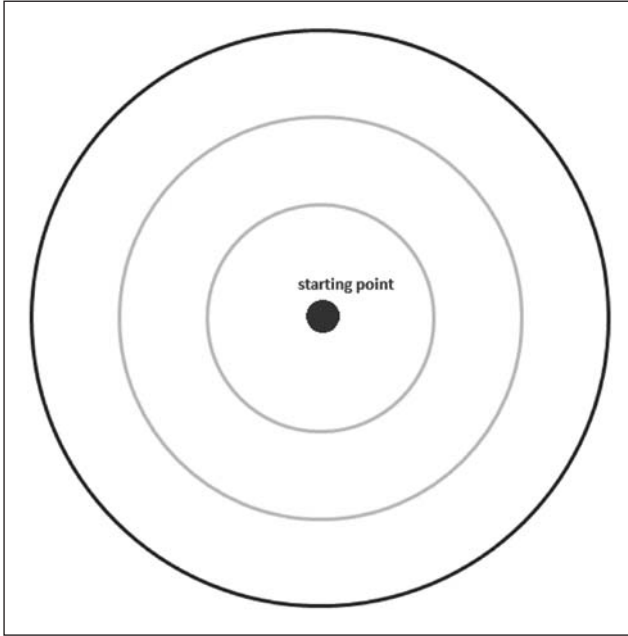


Fig. 1 - Apparo sperimentale utilizzato nell'Esperimento 1.

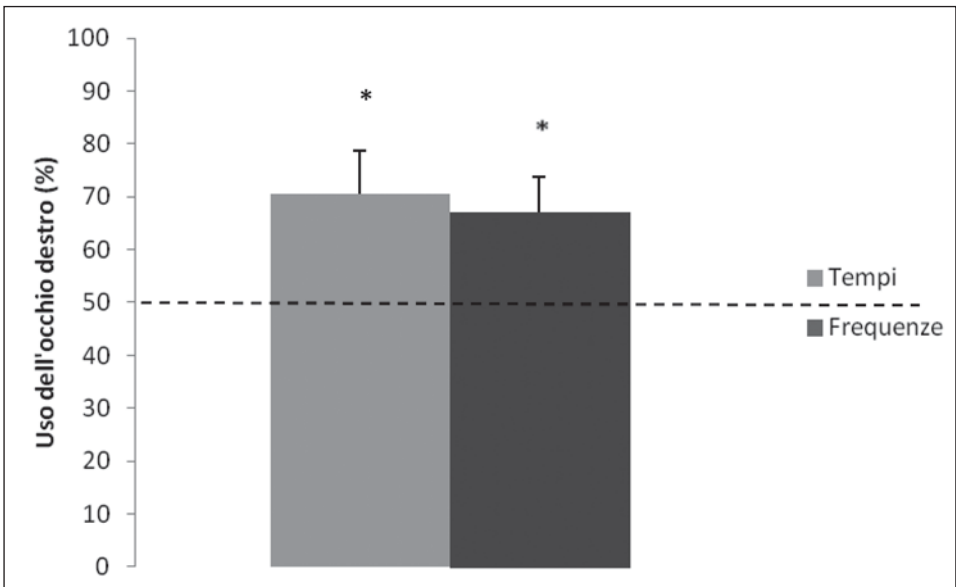


Fig. 2 - Percentuali di utilizzo dell'occhio destro nell'esplorazione dei confini dell'apparato nell'Esperimento 1 (\*=  $p < 0.05$ ).

Il confronto tra le due modalità di rilevamento dati tramite *two-tailed paired t-test* mostrano l'assenza di differenze significative tra i due gruppi ( $t(11) = 0.9131$ ;  $ES = 3.541$ ;  $p = 0.3827$ ).

Analisi sulla preferenza visiva da fermo

Un'ulteriore analisi è stata compiuta sulla posizione che veniva assunta dagli animali durante i momenti di stasi entro i 20 minuti di osservazione del loro comportamento: ogni volta che il soggetto si fermava veniva registrato il lato più vicino ai confini dell'apparato (indipendentemente dal settore occupato). Un *one-sample t-test two tailed* condotto sugli indici di lateralizzazione calcolati come [frequenze lato destro / (frequenze lato sinistro + lato destro)] ha messo in luce la presenza di una frequenza significativamente maggiore nell'esporsi più frequentemente il lato destro verso la parete, preferenza che sembra essere correlata ad un maggiore utilizzo dell'occhio destro per l'esplorazione dell'ambiente ( $t(13) = 2.946$ ;  $ES = 5.891$ ;  $Mean = 67.358$ ;  $p = 0.0122$ ) (Fig. 3). Questo dato risulta dunque coerente con le precedenti analisi comportamentali.

### 3. ESPERIMENTO 2: LATERALIZZAZIONE VISIVA NEI CONFRONTI DI UNO STIMOLO SOCIALE

#### 3.1 *Materiali e metodi*

In questo esperimento sono stati coinvolti 12 giovani esemplari di circa 2-3 anni appartenenti alla specie *Testudo hermanni*. L'apparato sperimentale consisteva in un contenitore rettangolare (50x40 cm), i cui due lati lunghi erano rivestiti da pareti a specchio. Per facilitare l'analisi dei comportamenti dell'animale, l'apparato è stato suddiviso in tre aree virtuali: due aree prossime ai due specchi (A1, A4) e due aree nel mezzo (A2, A3) (Fig. 4). L'apparato era isolato dall'ambiente circostante da una paratia nera alta 90 cm ed illuminato dall'alto tramite una lampada alogena da 400W. I soggetti venivano individualmente introdotti al centro dell'apparato, in posizione parallela alle pareti con gli specchi, e lasciati liberi di esplorare l'ambiente interno per 10 minuti. Per il rilevamento dati ci siamo avvalsi di scansioni del comportamento ad intervalli di 2 secondi, in ciascuna delle quali veniva annotato l'occhio più vicino allo specchio quando l'animale si trovava nelle aree A1 e A4.

#### 3.2 *Analisi statistiche e risultati*

Analisi della preferenza visiva

Un *one sample (two-tailed) t-test* è stato condotto sull'indice di lateralizzazione relativo alle frequenze dell'utilizzo dell'occhio entro le aree A1 e A4, sia per le posizioni parallele (linea sagittale dell'animale parallela allo specchio) che



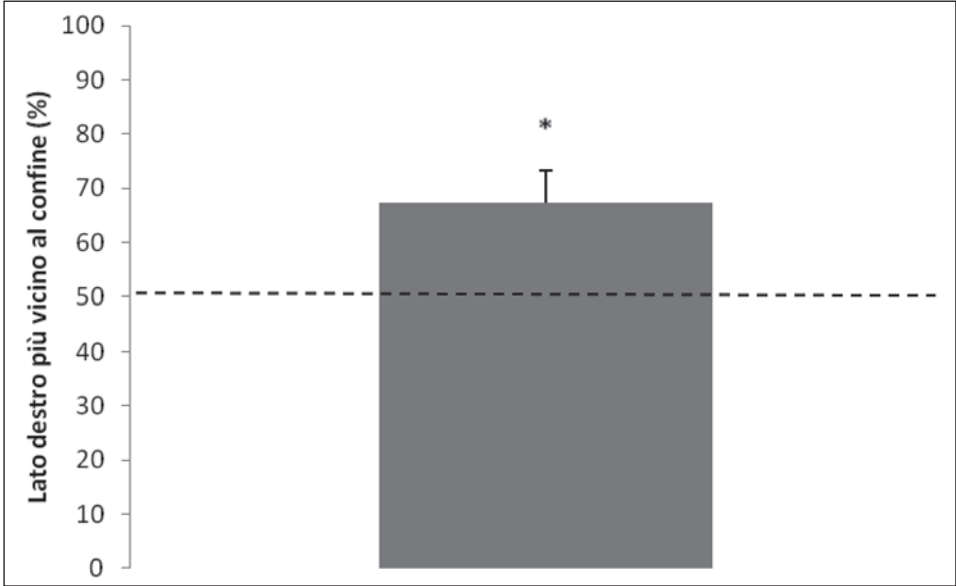


Fig. 3 - Frequenza del lato destro come lato più vicino ai confini dell'apparato nelle posizioni da fermo nell'Esperimento 1 (\*= p<0.05).

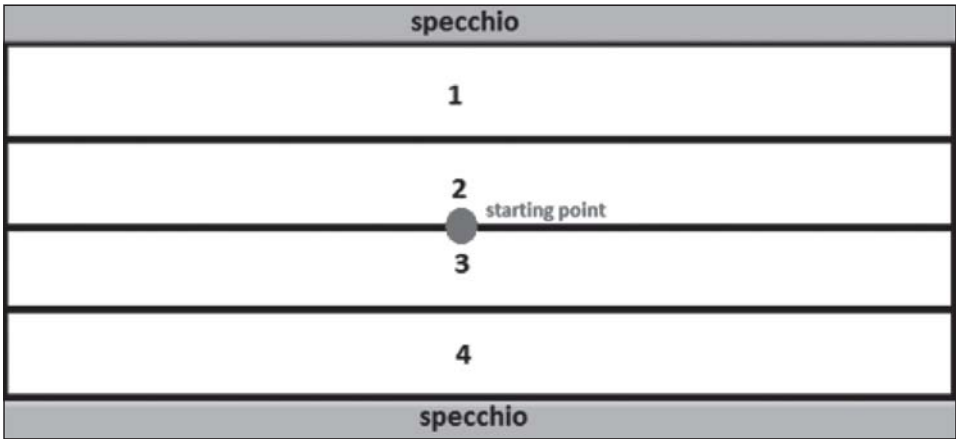


Fig. 4 - Apparato sperimentale utilizzato nell'esperimento 2.

quelle oblique (linea sagittale dell'animale che compone un angolo compreso tra 0 e 90° rispetto allo specchio). L'indice di lateralizzazione è stato computato per entrambe le posizioni come segue: [frequenza dell'uso dell'occhio sinistro / (frequenza dell'uso dell'occhio sinistro + occhio destro)].

Un *two-tailed paired t-test* è stato condotto per confrontare i due gruppi “obliquo” e “parallelo” e sono stati ottenuti i seguenti risultati:  $t(11) = 3.507$ ;  $ES = 7.578$ ;  $p = 0.0049$ .

Data la presenza di differenze statisticamente significative tra le due posizioni, i due gruppi sono stati analizzati separatamente, conducendo sull'indice di lateralizzazione di ciascuno dei due un *one sample t-test (two tailed)*. I risultati sono presentati in Tab. 2 e Fig. 5.

Posizione	Media	Errore standard della media	t(n-1)	p
OBLIQUA	46.525	5.497	$t(11) = 0.6321$	0.54
PARALLELA	73.101	5.298	$t(11) = 4.3605$	0.0011**

Tab. 2 - Risultati delle analisi statistiche (*one-sample t-test*) dell'Esperimento 2 (\*\*=  $p < 0.01$ ).

#### 4. ESPERIMENTO 3: PREFERENZA NELL'USO DEGLI ARTI ANTERIORI

##### 4.1 Materiali e metodi

Nel contesto dell'esperimento appena descritto (Esperimento 2), utilizzando il metodo di campionamento ad animale focale è stato anche rilevato con quale zampa l'animale iniziava ogni movimento da una posizione statica entro i 10 minuti di osservazione (i movimenti iniziavano sempre con uno dei due arti anteriori).

##### 4.2. Analisi statistiche e risultati

Un *one sample t-test* è stato condotto sull'indice di lateralizzazione calcolato sulle frequenze relative all'utilizzo delle due zampe anteriori all'inizio di ogni movimento. Le analisi statistiche indicano la presenza di una preferenza significativa ad iniziare il movimento con l'arto destro [ $t(11) = 2.201$ ;  $ES = 5.19$ ;  $Mean = 61.46$ ;  $p = 0.049$ ] (Fig. 6).

#### 5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Gli esperimenti hanno evidenziato la presenza di lateralizzazioni comportamentali nel chelone *Testudo hermanni*, con particolare riferimento alle preferen-

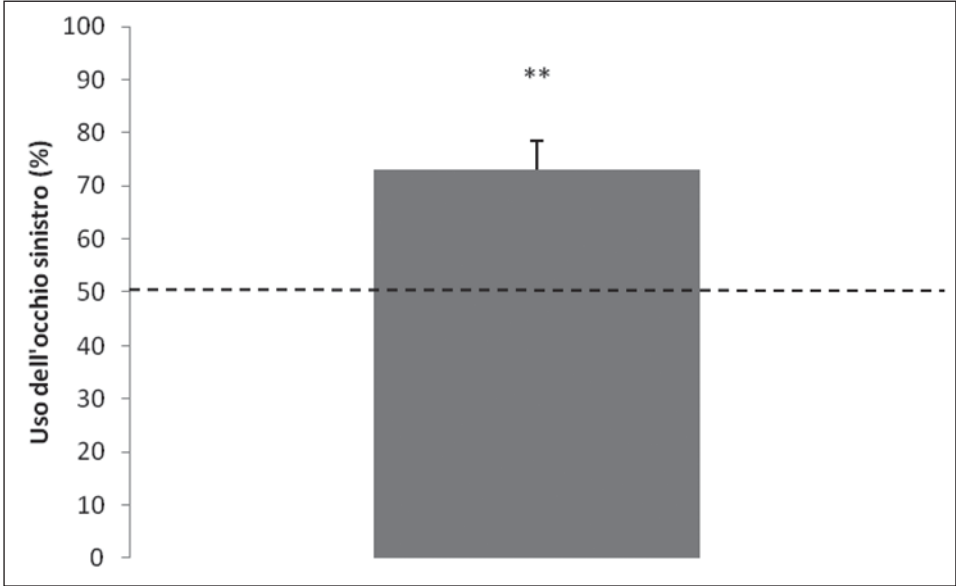


Fig. 5 - Frequenza (ogni 2 sec.) dell'occhio sinistro come occhio più vicino allo specchio per la posizione parallela nell'Esperimento 2. (\*\*=  $p < 0.01$ ).

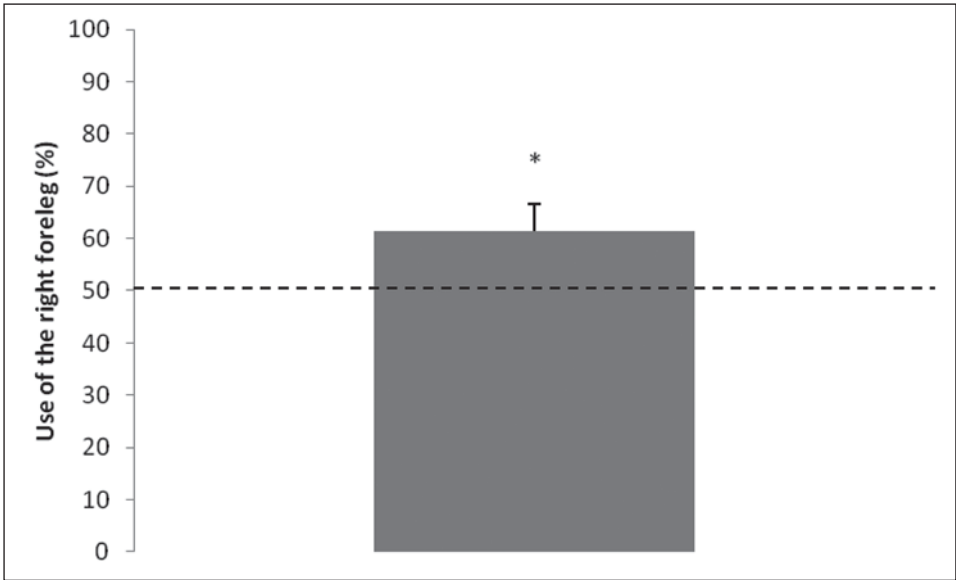


Fig. 6 - Frequenza dell'utilizzo dell'arto anteriore destro ad inizio movimento nell'Esperimento 3. (\*=  $p < 0.05$ ).

ze visive in differenti contesti sperimentali. Nel primo esperimento è stata rilevata una preferenza significativa a muoversi in direzione antioraria quando gli animali venivano singolarmente posti all'interno di un apparato di forma circolare con pareti opache. Questo risultato si pone in linea con alcuni studi effettuati in specie differenti coinvolte nello stesso compito, ad esempio le renne (ESPMARK & KINDERAS, 2002) e i delfini (SOBEL *et alii*, 1994). Più di tutto, la tendenza a muoversi con moto antiorario all'interno di un recinto a pianta circolare può essere associato alla propensione, presente in *Podarcis muralis* (SERMELY *et alii*, 2011) a svoltare a sinistra in corrispondenza dell'incrocio di un labirinto a T, e dunque come una tendenza ad esplorare un nuovo ambiente preferenzialmente con l'occhio sinistro. Secondo questa interpretazione, il moto antiorario costituirebbe il prolungamento del moto iniziato con la svolta a sinistra in presenza di un ostacolo (in questo studio rappresentato dal confine dell'apparato).

Nel secondo esperimento è emersa una preferenza statisticamente significativa ad osservare la propria immagine riflessa con l'occhio sinistro. Questo risultato è coerente con i dati presenti in letteratura, che sanciscono la competenza dell'emisfero destro nell'elaborazione degli stimoli sociali (DECKEL, 2005; SOVRANO *et alii*, 2011; DE SANTI *et alii*, 2001). Inoltre, il dato ottenuto viene rafforzato dal risultato dell'esperimento precedente (sia pure nella diversità degli apparati utilizzati): in assenza di specchi, gli animali tendevano infatti a mantenere l'occhio destro a contatto col margine opaco dell'apparato; diversamente, in presenza di specchi lungo i lati dell'apparato, tendevano a tenere l'occhio sinistro a contatto con la propria immagine riflessa.

Nel terzo esperimento è stata osservata una preferenza significativa ad iniziare i movimenti con l'arto anteriore destro, un effetto che risulta in linea con la lateralizzazione motoria verso destra relativa al movimento degli arti sia anteriori che posteriori, ottenuta durante la risposta di raddrizzamento nello studio di STANCHER *et alii*, 2006.

I risultati di questi esperimenti suggeriscono che anche membri appartenenti all'ordine dei cheloni posseggano lateralizzazioni cerebrali che guidano il loro comportamento in determinate e specifiche circostanze, quali l'esplorazione dell'ambiente e l'osservazione di conspecifici. Considerando che i soggetti sottoposti a test nel secondo esperimento erano stati allevati in gruppi, e dunque erano abituati alla presenza di altri esemplari, future nostre ricerche si potranno come obiettivo quello di individuare l'origine della lateralizzazione emersa nel corso di questo studio, ad esempio sottoponendo allo stesso test esemplari neonati e dunque completamente naïve per gli stimoli sociali.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano gli studenti e stagisti che hanno preso parte allo studio: i ragazzi della *Science Summer Camp*, gli studenti Stefano Caser ed Elisa Vezzaro.

## BIBLIOGRAFIA

- ALTMANN J., 1974 - Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, 49, pp. 227-267
- ANNETT M., 2002 - Handedness and Brain Asymmetry: The Right Shift Theory. *Psychology Press*, Hove (UK).
- BISAZZA A. & VALLORTIGARA G., 1997 - Rotational swimming preferences in mosquitofish: evidence for brain lateralization? *Physiology & Behaviour*, 62(6), pp. 1405-1407.
- BISHOP D.V.M., 1990 - Handedness and developmental disorder. *Lawrence Erlbaum Associates*, Hove (UK).
- BONATI B., CSERMELY D. & ROMANI R., 2008 - Lateralization in the predatory behaviour of the common wall lizard (*Podarcis muralis*). *Behavioural processes*, 79(3), pp. 171-174.
- BONATI B., CSERMELY D., LOPEZ P. & MARTIN J., 2010 - Lateralization in the escape behaviour of the common wall lizard (*Podarcis muralis*). *Behavioural Brain Research*, 207(1), pp. 1-6.
- BONATI B., CSERMELY D. & SOVRANO A.V., 2013 - Advantages in exploring a new environment with the left eye in lizard. *Behavioural Processes*, 97, pp. 80-83.
- BRADSHAW J. & NETTLETON N.C., 1982 - Language lateralization to the dominant hemisphere: tool use, gesture and language in hominid evolution. *Current Psychological Reviews*, 2, pp. 171-192.
- BRADSHAW J., ROGERS L., 1993 - The evolution of lateral asymmetries, language, tool use, and intellect. *Academic Press*, San Diego, CA.
- CROWNE D.P., NOVOTNY M.F., MIER S.E., VITOLS R.W., 1992 - Spatial deficits and their lateralization following unilateral parietal cortex lesions in the rat. *Behavioural Neurosciences*, 106, pp. 808-819.
- CSERMELY D., BONATI B., LOPEZ P. & MARTIN J., 2011 - Is the *Podarcis muralis* lizard left-eye lateralised when exploring a new environment? *Laterality*, 16(2), pp. 240-255.
- DECKEL A.W., 2005 - Laterality of aggressive responses in *Anolis*. *Journal of experimental zoology*, Vol. 272 (3), pp. 194-200.
- DE SANTI A., SOVRANO V.A., BISAZZA A. & VALLORTIGARA G., 2001 - Mosquitofish display differential left- and right-eye use during mirror image scrutiny and predator inspection responses. *Animal Behaviour*, 61, pp. 305-310.
- ESPMARK Y. & KINDERAS K., 2002 - Behavioural lateralization in reindeer. *Rangifer*, 22(1), pp. 51-59.

- MARTIN L., LOPEZ P., BONATI B. & CSERMELY D., 2010 - Lateralization When Monitoring Predators in the Wild: A Left Eye Control in the Common Wall Lizard (*Podarcis muralis*). *Ethology*, 116(12), pp. 1226-1233.
- RASHID N.Y. & ANDREW R.J., 1989 - Right hemisphere advantage for topographical orientation in the domestic chick. *Neuropsychologia*, 27, pp. 937-948.
- ROBINS A., PATTY C., BEAZLEY L.D. & DUNLOP S.A., 2005 - Lateralized predatory responses in the ornate dragon lizard (*Ctenophorus ornatus*). *Behaviour* 16(8), pp. 849-852.
- ROTH E.D., 2003 - 'Handedness' in snakes? Lateralization of coiling behaviour in a cottonmouth, *Agkistrodon piscivorus leucostoma*, population. *Animal Behaviour*, 66(2), pp. 337-341.
- ROGERS L.J., 1980 - Lateralization in the avian brain. *Bird Behaviour*, 2, pp. 1-2.
- ROGERS L.J., ANDREW R.J., 2002 - Comparative vertebrate lateralization. *Cambridge University Press*.
- SOLBEL N., SUPIJN A.Y., MYSLOBODSKY M.S., 1994 - Rotational swimming tendencies in the dolphin (*Tursiops truncatus*). *Behavioural Brain Research*, 65, pp. 41-45.
- SOVRANO A.V., BISAZZA A., VALLORTIGARA G., 2001 - Lateralization of response to social stimuli in fishes: A comparison between different methods and species. *Physiology and Behaviour*, 74, pp. 237-244.
- SOVRANO V.A., RAINOLDI C., BISAZZA A., VALLORTIGARA G., 1999 - Roots of brain specialization: preferential left-eye use during mirror-image inspection in six species of teleost fish. *Behavioural Brain Research*, 106, pp. 175-180.
- SOVRANO V.A., DADDA M., BISAZZA A., 2005 - Lateralized fish perform better than non-lateralized fish in spatial reorientation tasks. *Behavioural Brain research*, 163, pp. 122-127.
- STANCHER G., CLARA E., REGOLIN L., VALLORTIGARA G., 2006 - Lateralized righting behaviour in the tortoise (*Testudo hermanni*). *Behavioural Brain Research*, 173, pp. 315-319.
- ULRICH C., PRIOR H., DUKA T., LESCHCHINS'KA I., VALENTI P., GÜNTÜRKÜN O., 1999 - Left-hemispheric superiority for visuospatial orientation in homing pigeons. *Behavioural Brain Research*, 104, pp. 169-178.
- VALLORTIGARA G., 1992 - Right hemisphere advantage for social recognition in the chick. *Neuropsychologia*, 30:761-768.
- VALLORTIGARA G., ROGERS L. J., 2005 - Survival with an asymmetrical brain: advantages and disadvantages of cerebral lateralization. *Behavioural and Brain Sciences*, 28(2), pp. 1-41.

---

Indirizzo degli autori:

Gionata Stancher - Fondazione Museo Civico di Rovereto - Borgo S. Caterina, 41 - I-38068 Rovereto (TN);

Centro Interdipartimentale Mente e Cervello - Università degli Studi di Trento.

Caterina Quaresmini - Parco Natura Viva, Garda Zoological Park - I-37012 Bussolengo (VR)

---