

Articoli/Articles

LA SPERIMENTAZIONE ANIMALE
DALL'ANTICHITÀ AL DICIANNOVESIMO SECOLO

MARIA ROSA MONTINARI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali
Università degli Studi del Salento, I

SUMMARY

*THE ANIMAL EXPERIMENTATION FROM ANTIQUITY
TO THE NINETEENTH CENTURY*

Animal experimentation has played a key role in biomedical research throughout history, but it has also been a cause of heated public, scientific and philosophical debate for hundreds of years. The use of animals as models for study of human anatomy and physiology began in ancient Greece and re-emerged in the Renaissance, to satisfy scientific enquiry. This technique laid the foundations of scientific medical revolution in the following centuries. Animal experimentation has now developed to the point that animal models are employed in all fields of biomedical research including, but not limited to, molecular biology, immunology and infectious disease, pharmacology, oncology, transplantology and animal behavior. This article reviews the use of animals in biomedical research from a historical viewpoint, with a look at the ethical controversy.

Introduzione

Nel corso della storia, la sperimentazione animale ha svolto un ruolo chiave per lo sviluppo delle conoscenze biomediche e, ieri come oggi, è stata ed è argomento di acceso dibattito sociale, generato dalle differenti prospettive morali all'interno di contesti storici di-

Key words: Animal experimentation - Animal models - Biomedical research

versificati. Utilizzata già nell'antica Grecia per gli studi anatomici, la pratica venne reputata imprescindibile per il progresso della ricerca fisiologica nel Rinascimento e pose le premesse della rivoluzione medico scientifica nei secoli successivi. Essa è attualmente ritenuta insostituibile da molti studiosi, tanto che i modelli animali sono impiegati in tutti i campi della ricerca biomedica, dalla biologia molecolare all'immunologia e all'infettivologia, così come nella farmacologia, oncologia, nella trapiantologia e negli studi del comportamento animale.

Josep Murray, premio Nobel per la medicina nel 1990 per “*le scoperte riguardanti i trapianti di cellule e organi nel trattamento delle patologie umane*”, in quell'occasione dichiarò:

non c'è niente di più ridicolo che pensare che tutto questo si sarebbe potuto fare con un computer o con le cellule in cultura, sarebbe come dire che si può vivere senza respirare o senza sangue.

Dall'antichità al Rinascimento

L'uso di modelli animali per gli studi di anatomia e di fisiologia risale all'antica Grecia. Secondo alcune fonti, non sempre concordi, Alcmeone di Crotona, medico e filosofo greco del V secolo a.C., fu il primo a sezionare cani vivi, interessandosi soprattutto alla struttura dell'occhio e alle connessioni tra il cervello e gli organi di senso^{1,2}. Aristotele (384-383 a.C.–322 a.C.) giustificò teoricamente l'applicazione di una sperimentazione animale, pur in contrasto con la sensibilità e la cultura dell'epoca. La peculiarità dell'impostazione aristotelica consisteva nella possibilità di sperimentare su un essere vivente, previa una valutazione morale e culturale dello stesso. A tal fine, egli seguiva una *scala naturae*, ascendente dagli esseri inanimati all'uomo, basata su criteri teleologici e vitalistici. In particolare, Aristotele, “degli uomini delle *technai*”, apprezzava la spregiudicatezza nei confronti dell'animale, sia vivo che morto, e la

”disponibilità ad uccidere” per migliorare la conoscenza. La “disponibilità ad uccidere” si rivolgeva soprattutto agli animali, in quanto ciò non sollevava rilevanti questioni morali (“Non v’è amicizia verso un cavallo un bue, né verso uno schiavo in quanto schiavo” (*Et. Nic.* VIII, 11, 1161, b1-3); poi ai cadaveri (“il cadavere ha lo stesso aspetto esteriore, e tuttavia non è un uomo... Nessuna delle parti di un cadavere - dico ad esempio l’occhio, la mano - è più veramente tale” (*Partibus Animalium*, 640b 35 ss.) e infine agli esseri umani assimilabili all’animale o per estraneità culturale (nemico o barbaro) o per discriminazione sociale (schiavo) o per mancata corrispondenza ai criteri di normalità biologica (handicap o malattia mentale).

Dopo Aristotele la dissezione cominciò lentamente ad imporsi, diventando pratica abbastanza diffusa in età ellenistica. Essa si intensificò nel corso delle ricerche anatomiche condotte dalla scuola medica di Alessandria d’Egitto³ nel III sec. a.C.. I suoi più noti esponenti, Erofilo ed Erasistrato, effettuarono le prime dissezioni *in vivo* sui cadaveri umani convinti che, per il progresso delle scienze mediche, fosse indispensabile perfezionare le conoscenze anatomiche attraverso le dissezioni. Queste ultime, considerate fino ad allora causa di profanazione religiosa e contaminazione (teoria miasmatica, secondo la quale i cadaveri sezionati emanavano miasmi contaminanti), assunsero carattere di scientificità grazie a speciali decreti legislativi emanati dai Tolomei. La legislazione allora vigente consentiva di utilizzare il corpo dei condannati alla pena capitale, reputato privo di qualsiasi diritto. Questa pratica fu ritenuta un mezzo idoneo per verificare teorie, ma diventò, in circostanze storiche successive, un principio non codificato, ma radicato nella cultura della ricerca, per il quale si riteneva di poter sperimentare anche su soggetti socialmente emarginati. L’adozione di suddette pratiche contribuì largamente al miglioramento delle conoscenze nel campo della ricerca anatomica e, nei secoli successivi, a porre le basi del progresso biomedico. Attraverso le dissezioni, infatti, Erofilo riuscì a distinguere i

nervi dai tendini ed individuò nel cervello il centro del sistema nervoso. Per primo descrisse il quarto ventricolo, i plessi corioidei ed il *calamus scriptorius*. Erasistrato analizzò il sistema cardiovascolare in animali vivi, descrisse le valvole cardiache, mise in relazione le pulsazioni dei vasi con l'attività del cuore al quale attribuì, per la prima volta, la funzione di pompa. Studiò l'anatomia e la fisiologia del cervello evidenziandone l'importanza della sostanza grigia. Alla scuola medica di Alessandria, che riteneva la sperimentazione indispensabile per migliorare le conoscenze, si contrappose un'altra scuola di pensiero, la scuola Empirica (IV-III sec. a. C.) che considerava inutili, oltreché crudeli, la dissezione e la vivisezione. Inutili perché le modificazioni *post-mortem* degli organi, essendo immediate, non avrebbero consentito osservazioni realistiche. Tuttavia, le osservazioni di Erofilo ed Erasistrato, meticolosamente documentate, ben presto furono divulgate in diverse parti del mondo seguendo le vie del commercio. In tal modo, la sperimentazione animale si diffuse tra i medici occidentali ed arabi.

Galeno di Pergamo (130-200 d.C.), medico romano di etnia greca, particolarmente affascinato da queste pratiche, le sviluppò e le perfezionò a tal punto che i suoi trattati di medicina rimasero canonici fino al Rinascimento^{4,5}. Furono superati, per gli studi anatomici solo da Vesalio, per quelli di fisiologia da Harvey e per la patologia da Boerhaave.

A partire dal declino dell'Impero Romano e per tutto il Medioevo, la sperimentazione fu poco praticata ed il sapere medico assunse un carattere dogmatico. In un'Europa cristianizzata, si faceva appello al potere di guarigione della religione e spesso prendeva il sopravvento la superstizione.

L'interesse per la sperimentazione animale riemerse nel Rinascimento. Nel 1538, Andrea Vesalio (1514-1564), spagnolo, docente presso l'Università di Padova, pubblicò le *Tabulae anatomicae sex*⁶, la prima raccolta costituita da sei rappresentazioni anatomiche di grandi

dimensioni. Ma è nel 1543, all'età di 29 anni, che Vesalio scrisse il *De humani corporis fabrica*⁷, noto come *Fabrica*, trattato nel quale descriveva le sue scoperte anatomiche in maniera del tutto innovativa rispetto ai suoi predecessori. Egli operò una completa revisione dell'anatomia galenica, che aveva fatto scuola per oltre un millennio sia in Oriente che in Occidente, effettuando descrizioni più complete e dettagliate dell'anatomia umana e correggendone gli errori, causati anche dal fatto che Galeno dissezionava essenzialmente animali, in particolare scimmie. Vesalio esaminò le similitudini e le differenze tra gli organi dell'uomo e degli animali, ponendo le premesse dell'anatomia comparata moderna⁸.

Molto innovativa fu anche la convinzione che la dissezione dei cadaveri dovesse essere praticata dallo stesso medico e non affidata al *sector* -che tagliava il cadavere- e al *demonstrator* -che indicava dove effettuare il taglio-, come era prassi nei secoli precedenti. Tutto ciò era indicativo dell'assunzione di nuovi obiettivi per la dissezione: inizialmente utilizzata per l'insegnamento e la dimostrazione della veridicità dei testi galenici assunse, allora, una funzione di ricerca. Grazie all'osservazione diretta del cadavere si poterono così migliorare le conoscenze mediche.

Il Diciassettesimo secolo

Con il rinnovamento della scienza proposto da Francesco Bacone (1561-1626) e realizzatosi a partire da Galilei (1564-1642) e Newton (1642-1727), si affermò la convinzione che la conoscenza scientifica, fondata sul metodo sperimentale, fosse indispensabile per il progresso umano. Il progresso umano, inteso originariamente come avanzamento conoscitivo e spirituale, assumeva i connotati di un processo teso al graduale miglioramento delle condizioni materiali e di vita attraverso il controllo, la manipolazione e lo sfruttamento della natura e delle sue risorse. La scienza diventava capace di controllare sempre meglio i fenomeni naturali e di mettere a punto

tecnologie innovative in grado di migliorare la qualità della vita. Il settore più significativo di questo progresso scientifico sembrerebbe costituito dalle conoscenze biomediche atte a perseguire il miglioramento dell'esistenza umana.

Tra i fondatori della scienza moderna, William Harvey (1578-1657), illustre fisiologo inglese, medico di corte sotto re Giacomo I e Carlo I, usò per i suoi studi differenti specie animali.

Nel 1628, venne pubblicato il suo innovativo *Exercitatio anatomica de motu cordis e sanguinis in animalibus*⁹ che fornì la descrizione più accurata del suo tempo dell'apparato circolatorio e della funzione del cuore^{10,11}. La sperimentazione animale permise ad Harvey di far proprie quelle intuizioni sul sistema circolatorio che erano già state espresse da Andrea Cesalpino¹² (1525-1603) ma non confermate dall'evidenza sperimentale.

Nel 1651, Harvey scrisse l'*Exercitationes de generatione animalium*¹³, in cui esprimeva la sua convinzione che la teoria del preformismo - secondo la quale tutti gli organi dell'adulto sarebbero già rappresentati in miniatura nell'uovo o anche nello spermatozoo - fosse errata. Il preformismo, quindi, affermava che tutti gli organismi viventi non si sarebbero "sviluppati", ma piuttosto "dispiegati". Invece Harvey, in questo lavoro, che riteneva il più significativo della sua vita (anche più di *De motu cordis*), sosteneva che l'organismo derivasse dal graduale sviluppo dell'uovo. Sulla base delle sue osservazioni sugli embrioni di pollo, divenne così il pioniere della teoria dell'epigenesi, successivamente ripresa e postulata dall'embriologo tedesco Kaspar Friedrich Wolff (1733-1794). Questa ipotesi di sviluppo, già *in nuce* in Aristotele, dimostrava che i tessuti embrionali, che provengono e si accrescono da una singola cellula, non avevano corrispondenti nell'organismo adulto. I suoi studi, condotti su mammiferi, pesci, anfibi, rettili e persino insetti, fecero di lui un anatomo-comparato di primordine.

La *Fabrica* di Vesalio e il *De motu cordis* di Harvey sono attualmente annoverati tra i più importanti testi della storia della medicina. Tra

i suoi contemporanei, invece, il *De motu cordis* fu molto criticato, dal momento che le sue osservazioni sperimentali non si adattavano alle teorie prevalenti della filosofia occidentale dell'epoca, ancora radicate ai principi galenici¹⁴.

Gli studi di fisiologia del XVII secolo segnarono l'alba della moderna ricerca scientifica nelle scienze della vita. Dagli esperimenti sugli animali si ottennero importanti informazioni sui processi biologici fondamentali. Queste nuove acquisizioni scientifiche sminuirono l'importanza della medicina galenica dogmatica, anche se alcuni dei suoi principi sarebbero perdurati per molti anni.

Contestualmente, però, si diffuse anche uno scetticismo nei confronti degli esperimenti sugli animali. Medici come Jean Riolan Jr. (1580-1657) e Edmund O'Meara (1614-1681), difensori della fisiologia galenica e contrari ad ogni sua forma di ammodernamento, misero in discussione la validità della sperimentazione animale perché effettuata in condizioni alterate, spesso di sofferenza, come avviene durante la vivisezione¹⁵. Questa controversia tra sostenitori e critici del valore informativo dei modelli animali è ancora attuale¹⁶. In aggiunta, emerse vigorosa la questione morale sulla sofferenza causata agli animali durante i trattamenti. Il dibattito si sollevò in seguito ad un efferato esperimento ideato da Robert Boyle (1627-1691) e sviluppato da Robert Hooke (1635-1703), nel quale si registrava la reazione di animali sottoposti ad un incremento di aria rarefatta. Con questi esperimenti Boyle studiò gli effetti della elasticità, comprimibilità e peso dell'aria, dimostrando che essa era indispensabile per vivere¹⁷.

Il Diciottesimo secolo

Nel XVIII secolo, molti studiosi, pur ammettendo la sofferenza animale, si difesero contro l'accusa di crudeltà sostenendo che agivano per il bene del genere umano, motivazione, questa, apportata anche oggi nel dibattito contemporaneo. Tale giustificazione morale fu addotta anche da Stephen Hales (1677-1761) e Albrecht von Haller (1708-1777).

Hales, nella sua opera principale, *Statical Essays*, descrisse l'invenzione del manometro con il quale, per la prima volta, misurò la pressione sanguigna¹⁸. Fu artefice di numerosi esperimenti grazie ai quali ottenne importanti acquisizioni nel campo della fisiologia dell'apparato respiratorio e cardiovascolare^{19,20}.

Von Haller, da molti ritenuto il fondatore della fisiologia moderna, sperimentò sugli animali le sollecitazioni indotte da sostanze chimiche in diversi tessuti, definendo la teoria dell'irritabilità, ossia la capacità di reagire agli stimoli esterni con contrazioni che attribuì al tessuto muscolare.

Fisiologo, anatomico, clinico di grande rilievo, fecondo scrittore di medicina (*Elementa physiologiae corporis humani*, 8 voll., 1757-66; *Icones anatomicae*, 1743-54), ma anche di poesie, fu molto noto per il suo lavoro pionieristico sulla infiammazione, l'emodinamica e la fisiologia cardiovascolare^{21,22}. Inoltre, nel XVIII secolo, la sperimentazione animale apportò un grosso contributo in termini di conoscenza nel settore della farmacologia²³, dell'embriologia²⁴ e della elettrofisiologia²⁵ mentre erano controversi i benefici clinici conseguenti ad essa.

Intanto continuava la levata di scudi contro la vivisezione iniziata i primi anni del '700, soprattutto in seguito alla divulgazione del crudele esperimento di Boyle²⁶. Da allora, l'attenzione alla sofferenza degli animali si fece più alta, coinvolgendo nel dibattito anche illustri pensatori, come Voltaire (1694-1778) e Jeremy Bentham (1748 -1832), i quali si pronunciarono a favore di un'etica animalista. Voltaire, pur considerando la sofferenza degli animali, dal punto di vista etico, non arrivò tuttavia a sostenere esplicitamente il "diritto animale". Bentham, invece, fondatore dell'utilitarismo moderno, fu uno dei primi sostenitori dei diritti degli animali e assunse posizioni più radicali riguardo al loro utilizzo per la sperimentazione.

Secondo il modello etico utilitarista, storicamente fondato nella filosofia di Hobbes, Locke, Hume e Adam Smith, nell'agire morale

un'azione è giusta quando tende a realizzare la massima felicità per il maggior numero di persone. Quindi la ricerca sugli animali è accettabile²⁷ se le conseguenze benefiche per l'umanità sono maggiori rispetto alle sofferenze indotte, che dovrebbero diventare quasi nulle. Infatti, nell'ottica del principio etico del modello utilitarista si devono valutare le conseguenze dell'azione sulla base del rapporto danno/beneficio.

L'utilitarismo di Bentham continua ad esercitare una grande influenza nel dibattito odierno sull'uso degli animali per la sperimentazione.

Il Diciannovesimo secolo

La medicina sperimentale di François Magendie (1783-1855) e di Claude Bernard (1813-1878) e la patologia cellulare di Rudolf Virchow (1821-1902) posero le premesse per la rivoluzione medica che ottenne, inizialmente, i risultati più eclatanti nello studio dei microorganismi e nella lotta alle malattie infettive, allora devastanti. Il ricorso alla sperimentazione sull'animale, ampiamente usata nel passato soprattutto nella ricerca anatomica e successivamente estesa agli studi di fisiologia, divenne pratica corrente con Magendie. La grande innovazione apportata dallo studioso francese fu il metodo sperimentale, che superava i confini dell'animismo e del vitalismo, in un'epoca in cui la medicina era ancora intrisa da pregiudizi religiosi e credenze popolari. Egli, pioniere della fisiologia sperimentale in Francia, nel 1816 scrisse il primo testo, in due volumi, di fisiologia moderna, nel quale descriveva in maniera semplice e dettagliata esperimenti effettuati sugli animali, che dimostravano l'importanza delle proteine nella catena alimentare dei mammiferi²⁸.

Negli anni successivi, questo tipo di sperimentazione consentì a Magendie di giungere a scoperte fondamentali nel campo della fisiologia e della patologia.

Nel 1822, con il *Formulaire pour la préparation et l'emploi de plusieurs nouveaux médicaments, tels que la noix comique, la morphi-*

ne, etc.,²⁹ Magendie introdusse nella pratica medica nuovi alcaloidi come la morfina, la veratrina, la brucina, la piperina, il chinino e la stricnina.

Nel 1825, effettuò la prima descrizione del liquido cerebro spinale e, pochi anni dopo, portò a termine il primo esperimento di anafilassi sui conigli. “Il mio obiettivo, scriveva, è quello di cambiare lo stato della fisiologia e ricondurla interamente all’esperienza”³⁰.

Si affiancò a Magendie nella sperimentazione e ne codificò il metodo il suo discepolo, Claude Bernard. Egli, nella *Introduction à l’étude de la médecine expérimentale* (1865)³¹ elaborò le linee guida di un nuovo metodo di ricerca imperniato sulla sperimentazione. Le linee guida stabilivano che: gli organismi biologici non sono sottomessi a peculiari leggi, se non quelle chimico-fisiche; la maggiore complessità degli organismi biologici dipende dall’interazione tipica tra ambiente e *milieu intérieur*; i risultati della sperimentazione animale sono fruibili dalla fisiologia e dalla patologia umana; la vivisezione sull’animale è necessaria e legittima, senza limitazioni; è lecita anche la sperimentazione su condannati appena giustiziati; è consentita l’autosperimentazione (sperimentazione su se stessi); la sperimentazione sull’uomo è accettata solo se volta al bene del paziente che si sottopone ad essa, con applicazioni terapeutiche dirette e immediate. Mentre Bernard era pacato e riflessivo, Magendie era noto nell’ambiente scientifico per la crudeltà esercitata negli esperimenti sugli animali, spesso eseguiti durante pubbliche lezioni. Divenne famosa, per la brutalità con cui fu condotta, la dissezione su un levriero: “*inchiodato a terra orecchie e zampe, con metà dei nervi della faccia dissezionati, lasciato così per tutta la notte per future dissezioni*”, come descritto da Richard Martin, membro del parlamento irlandese, nella sua proposta di legge antivivisezionista per il Regno Unito, nota come ‘Martin’s Act’.

Ma fu proprio l’uso spregiudicato della sperimentazione da parte di Magendie e Bernard a determinare la nascita dei movimenti anti vi-

visezionisti. Nel 1875, uno degli studenti di Bernard, il Dr. George Hoggan, istituì la prima società antivivisezionista inglese, la Victoria Street Society, in seguito a violente critiche scatenate durante alcune conferenze tenute da Magendie in Gran Bretagna. Ad Asnières, la stessa moglie e le figlie di Bernard fondarono un rifugio per cani sottratti alla vivisezione e, nel 1883, parteciparono alla creazione della prima lega antivivisezionista francese.

Comunque, l'uso della pratica venne rafforzato, nei primi anni del '900, da argomentazioni di carattere medico soprattutto dopo un grave incidente verificatosi nel 1937 negli Stati Uniti: un nuovo antibiotico disciolto in una sostanza chimica, il *glicole dietilenico*, causò la morte di 107 persone. Successivamente gli scienziati somministrarono il farmaco ad alcuni animali, e anche questi morirono.

I codici etici e le legislazioni successive hanno ribadito la necessità, e a volte l'obbligo, del ricorso alla sperimentazione animale, pur in presenza di frequenti contestazioni di carattere scientifico e morale. Ormai, quasi all'unisono, nella comunità scientifica si conviene che prima di arrivare all'uomo si debba passare per la sperimentazione animale. Per contro, si devono adottare tutte le precauzioni necessarie affinché venga evitata qualsiasi forma di sofferenza animale.

BIBLIOGRAFIA E NOTE

1. HARRIS C. R. S., *The heart and the vascular system in ancient Greek medicine from Alcmaeon to Galen*. Oxford, Clarendon Press, 1973.
2. PERILLI L., *Alcmeone di Crotona tra filosofia e scienza. Per una nuova edizione delle fonti*. Quaderni Urbinati di Cultura Classica 2001; 69: 3.
3. VON STADEN H., *Herophilus: The Art of Medicine in Early Alexandria*. Edition, Translation and essays, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.
4. MAEHLE A. H., TRÖHLER U., *Animal experimentation from antiquity to the end of the eighteenth century: Attitudes and arguments*. In: RUPKE N. A. (ed.), *Vivisection in Historical Perspective*. London, Croom Helm, 1987.

5. GUERRINI A., *Experimenting with Humans and Animals: From Galen to Animal Rights*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2003.
6. VESALIO A., *Tabulae anatomicae sex*. Venetiis, sumpt. J. S. Calcarensis, 1538.
7. VESALIO A., *De humani corporis fabrica libri septem*. Basileae, ex off. Ioannis Oporini, 1543.
8. O'MALLEY C. D., *Andreas Vesalius of Brussels*. Berkeley, University of California Press, 1964.
9. HARVEY W., *Exercitatio anatomica de motu cordis e sanguinis in animalibus*. Francofurti, sumpt. Guilielmi Fitzeri, 1628.
10. GREGORY A., *Harvey's Heart: The Discovery of Blood Circulation*. Cambridge, Icon Books Ltd., 2001.
11. SHACKELFORD J., *William Harvey and the Mechanics of the Heart*. New York, Oxford University Press, 2003.
12. CESALPINO A., *Quaestionum peripateticarum libri quinque*. Venetiis, apud Juntas, (1571 e 1593)
13. HARVEY W., *Exercitationes de generatione animalium*. Londini, O. Pulleyn, 1651.
14. GRENE M. G., DEPEW D. J., *The Philosophy of Biology: An Episodic History*. Cambridge, Cambridge University Press, 2004. (*Descartes, Harvey, and the emergence of modern mechanism*, pp. 35-63).
15. DEAR P. *The meanings of experience*. In: PARK K., DASTON L. (eds.), *The Cambridge History of Science, Early Modern Science*. Volume 3, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.
16. VAN DER WERP H. B., HOWELLS D. W., SENA E. S., PORRITT M. J., REWELL S., O'COLLINS V., MACLEOD M. R., *Can animal models of disease reliably inform human studies?* PLoS Med. 2010;7 doi: 10.1371/journal.pmed.1000245.
17. BOYLE R., *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects*. Oxford, H. Hall for T. Robinson, 1660.
18. HALES S., *Statical Essays*. Vol. 2. London, W. Innys and R. Manby, 1733.
19. WEST J. B., *Stephen Hales: Neglected respiratory physiologist*. J. Appl. Physiol. 1984; 57: 635-639
20. SMITH I. B., *The impact of Stephen Hales on medicine*. J. Roy. Soc. Med. 1993; 86: 349-352
21. FYE W. B., *Albrecht Von Haller*. Clin. Cardiol. 1995; 18: 291-292. doi: 10.1002/clc.4960180513
22. FRIXIONE E., *Albrecht Von Haller (1708-1777)*. J. Neurol. 2006; 253: 265-266. doi: 10.1007/s00415-006-0998-x.

La sperimentazione animale

23. MAEHLE A.-H., *Drugs on Trial: Experimental Pharmacology and Therapeutic Innovation in the Eighteenth Century*. Amsterdam, Editions Rodopi, 1999.
24. ROE S. A., *Matter, Life, and Generation: Eighteenth-Century Embryology and the Haller-Wolff Debate*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
25. CAJAVILCA C., VARON J., STERNBACH G. L., *Luigi Galvani and the foundations of electrophysiology. Resuscitation*. 2009; 80: 159-162. doi: 10.1016/j.resuscitation.2008.09.020.
26. FESTING S., *Animal experiments: The long debate*. New Sci. 1989; 121: 51-54.
27. BORALEVI L.C., *Bentham and the Oppressed*. Berlin, W. de Gruyter, 1984.
28. MAGENDIE F., *Précis élémentaire de physiologie*. 2 vols. Paris, Méquignon-Marvis, 1816-17.
29. MAGENDIE F., *Formulaire pour la préparation et l'emploi de plusieurs nouveaux médicamens, tels que la noix comique, la morphine, etc.* Paris, Méquignon-Marvis, 1822.
30. DELOYERS L., *Francois Magendie, précurseur de la médecine expérimentale*. Bruxelles, Presses Universitaires, 1970.
31. BERNARD C., *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris, J.B. Baillière, 1865.

Correspondence should be addressed to:

Maria Rosa Montinari, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Strada Statale Lecce-Monteroni, Università degli Studi del Salento, 73100 Lecce, Italia

e-mail: mariarosa.montinari@unisalento.it

