

Adattamenti morfofunzionali dell'apparato digerente del gatto indotti dalla domesticazione

Tesi sperimentale di Agnese Da Re, Università degli Studi di Camerino

SUMMARY

Functional and morphological adaptations of the digestive system induced by domestication in cats. Several studies have showed the macroscopic difference in the gastrointestinal tract between the European wildcat (*Felis silvestris silvestris*) and the domestic cat (*Felis silvestris catus*). Digestive system in the wildcat is shorter than in domestic species and this feature is considered distinctive in the taxonomic classification of subjects (Schauenberg et al. 1977). This study is a part of a large investigation regarding the microscopic anatomy of the gastrointestinal tract of European wildcat. Its main purpose was to enhance knowledge about this species, to get a comparison with domestic cat, and to evaluate if and how domestication has influenced the functional and morphological development of this apparatus. To this aim we collected, weighted and measured the gastrointestinal tract of twenty European wildcats. Afterwards, intestinal sections were sampled, treated and observed at the microscope in order to evaluate histological characteristics as the villi height and width, crypts depth and wall thickness. Results demonstrated significant differences in intestinal structure between *F. catus* and *F. s. silvestris*. Villi coming from domestic cats were significantly shorter ($p < 0.0001$) and wider ($p < 0.0142$) than in wildcats that showed crypts deeper ($p < 0.0009$). Domestication has led to significant changes in adaptation regarding both behavior and diet. Several studies showed the correlation between diet changes (protein, carbohydrates, and fiber concentration) and morphological adaptation in the gut of different species (Altmann, 1972; Hampson, 1983; Goodlad et al., 1988; Pluske et al., 1996; Sritiawthai et al., 2013). This study revealed that transition from a strictly-carnivorous diet (typical of the wild cat) to an omnivorous type, has modified the nutritional intake considerably and influenced the evolution of the digestive apparatus in domestic cat.

KEY WORDS

fecal microbiome, diet, dysbiosis, microbial signaling

La famiglia dei *Felidae* accoglie più di 36 diverse specie morfologicamente simili, divise in due sottofamiglie, *Pantherinae* e *Felinae*, ognuna delle quali contiene diversi generi. Tutte le specie appartenenti ai *Felidae* sono animali carnivori predatori e per questo presentano un apparato gastroenterico corto, soprattutto con il tratto cecale di ridotte dimensioni. Il genere *Felis* appartiene alla sottofamiglia *Felinae*, e comprende le due specie di interesse in questo lavoro, *F. silvestris silvestris* (gatto selvatico Europeo) e *F. silvestris catus*, o semplicemente *F. catus* (gatto domestico). Le due specie presentano molte similarità sia anatomiche, sia fisiologiche ed ecologiche, che le portano a competere per l'habitat. La stima della popolazione del gatto selvatico è resa molto difficile dall'ibridazione con il gatto domestico, oltre che dall'elusività tipica del selvatico, per cui probabilmente sono rimaste poche popolazioni geneticamente pure di *Felis silvestris silvestris*. Per poter dare in futuro una stima più accurata della dimensione della popolazione europea è stato necessario sviluppare dei criteri morfologici e dei markers genetici che possano facilmente distinguere tra le tre forme, selvatico, domestico e ibrido (Schauenberg, 1977; Randi e Ragni, 1991; French et al., 1988; Beaumont et al., 2001; Reig et al., 2001; Pierpaoli et al., 2003; Yamaguchi et al., 2004a, b; Kitchener et al., 2005; Driscoll et al. 2007; Platz et al. 2011; Nussberger et al. 2013, 2014; Devilard et al. 2014). E' già nota una differenza anatomica macroscopica tra il tratto gastroenterico di *Felis silvestris silvestris* e *Felis catus*, per cui l'apparato digerente del selvatico risulta

più corto di quello del domestico, e questa caratteristica viene considerata come distintiva nella classificazione tassonomica dei soggetti. Per questo lavoro sono stati raccolti campioni derivanti dallo stomaco e dai diversi tratti intestinali di 20 gatti selvatici europei che vivevano nella provincia di Udine (Fig 1). I campioni sono stati processati per essere osservati al microscopio al fine di andare ad evidenziare, se presenti, differenze nell'istologia del tratto intestinale tra il gatto selvatico europeo e il gatto domestico, in particolare le differenze per quanto riguarda le caratteristiche dei villi e delle cripte intestinali che potrebbero indicare un adattamento di questo apparato alle differenti abitudini alimentari delle due specie. Sono stati quindi valutati e misurati 3 parametri: la lunghezza e la larghezza dei villi, e la profondità delle cripte. I risultati ottenuti da questo studio hanno evidenziato l'esistenza di differenze significative nella struttura dell'intestino tra le due specie. Infatti si ritrova una struttura dei villi intestinali diversa, per cui nel gatto domestico questi si presentano significativamente più corti ($p < 0.0001$) e più larghi ($p < 0.0142$) che nel gatto selvatico, il quale presenta cripte più profonde ($p < 0.0009$) (Fig 2). E' stato inoltre valutato lo spessore della lamina propria del colon, che nel gatto selvatico risulta essere maggiore rispetto al gatto domestico (Fig3). L'indagine istologica della struttura intestinale indica come le differenze tra queste due specie a livello dell'apparato digerente siano più complesse di quanto saputo finora. La differenza macroscopica è già nota da tempo, e consiste in un tratto intestinale (dal piloro all'ano) più

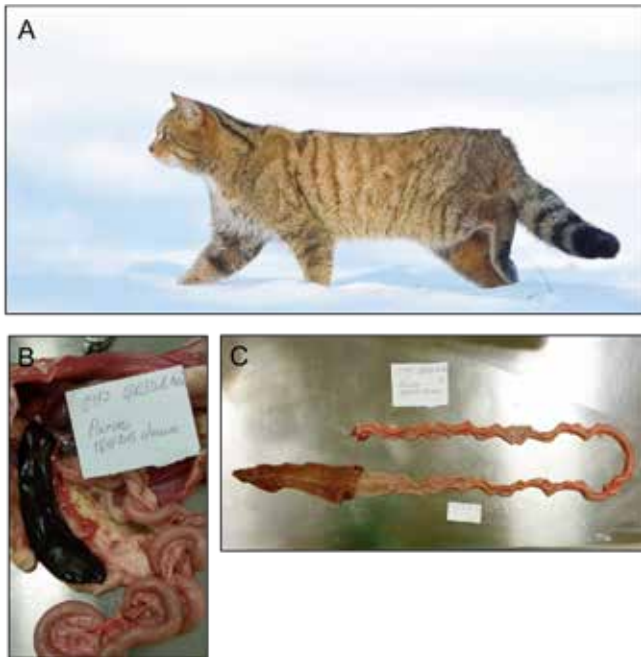


Fig1. *Felis silvestris silvestris* (A); Tratto gastrointestinale in seguito a necropsia del soggetto (B,C).

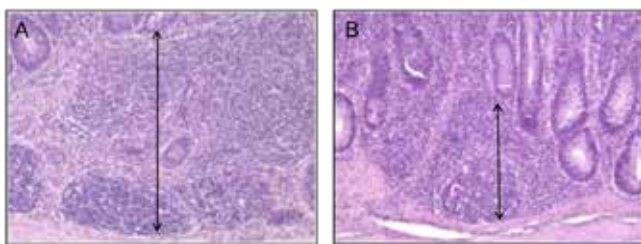


Fig3. Sezioni di colon colorate con Ematossilina ed Eosina. Le frecce indicano lo spessore della lamina propria (ingrandimento 10X). A, Gatto selvatico europeo (*Felis silvestris silvestris*); B, Gatto domestico (*Felis silvestris catus*)

lungo nel gatto domestico (media 1,680-2,160 mm) rispetto al selvatico (media 1,170-1,650) (Schauenberg, 1977). Un aspetto ancora da chiarire è l'azione che la domesticazione ha avuto sull'evoluzione del gatto domestico. La via seguita da gatti verso la domesticazione è stata quella di beneficiare in termini di dieta della vicinanza con l'uomo. Per questo l'ipotesi corrente indica la domesticazione come il risultato di un'interazione mutualistica tra uomo e animale, che ha portato a micro-cambiamenti evolutivi dati sia dalla pressione selettiva naturale, che da quella umana dovuta alle condizioni antropiche in cui il gatto viveva nei secoli scorsi. Diversi studi dimostrano la correlazione tra i cambiamenti della dieta (in termini di % di proteine, carboidrati e fibre) e adattamento morfologico dell'intestino in differenti specie (Altmann, 1972;

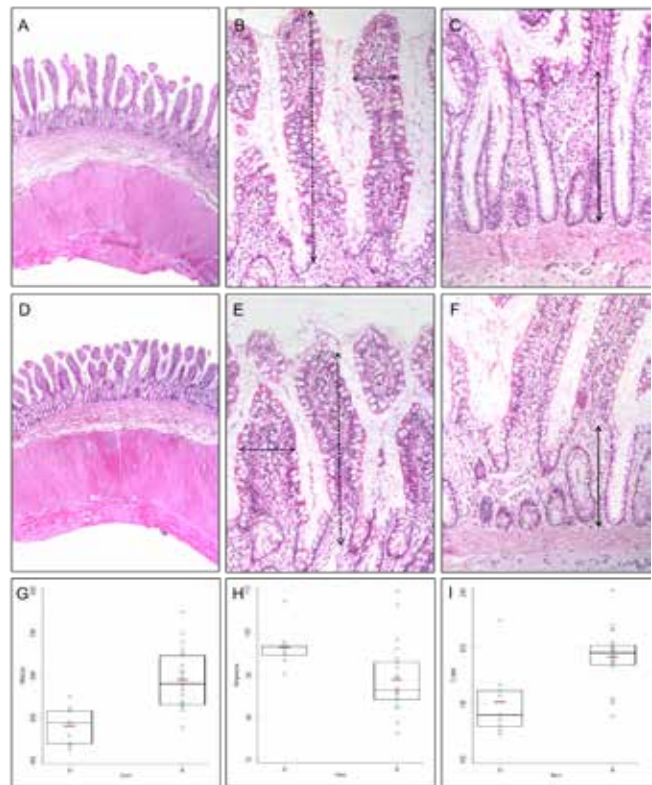


Fig2. A, B, C, Gatto selvatico europeo (*Felis silvestris silvestris*); D, E, F, Gatto domestico (*Felis silvestris catus*); A e D, sezioni di ileo colorate con Ematossilina ed Eosina (ingrandimento 5X); B e E, le frecce indicano l'altezza e la larghezza dei villi (ingrandimento 10X); C e F, le frecce indicano la profondità delle cripte (ingrandimento 10X); G, confronto tra le medie (line rossa) delle lunghezze dei villi intestinali (D: soggetti di *F. catus*; S: soggetti di *F. s. silvestris*); H, confronto tra le medie (line rossa) delle larghezze dei villi intestinali (D: soggetti di *F. catus*; S: soggetti di *F. s. silvestris*); I, confronto tra le medie (line rossa) della profondità delle cripte intestinali (D: soggetti di *F. catus*; S: soggetti di *F. s. silvestris*);

Hampson, 1983; Goodlad *et al.*, 1988; Pluske *et al.*, 1996; Sritiawthai *et al.*, 2013).

La domesticazione ha determinato notevoli cambiamenti e adattamenti del gatto domestico, sia per quanto riguarda l'aspetto caratteriale e comportamentale, che quello relativo alla dieta, condizionando il passaggio da una dieta strettamente carnivora (tipica del soggetto selvatico che caccia) ad una ipercarnivora, o onnivora, con apporti nutrizionali molto diversi. Questo fattore ha probabilmente influenzato l'evoluzione dell'apparato digerente del gatto domestico, determinandone l'aumento della lunghezza (caratteristica distintiva tra le due specie) e modificandone anche la struttura microscopica, per cui i villi intestinali risultano essere più corti e ampi nel domestico.

BIBLIOGRAFIA

- Altmann G.G. (1972). "Influence of starvation and refeeding on mucosal size and epithelial renewal in the rat small intestine". *American Journal of Anatomy*, vol. 133, Issue 4.
- Beaumont M., Barratt E.M., Gottelli D., Kitchener A.C., Daniels M.J., Pritchard J.K., Bruford M.W. (2001). "Genetic diversity and introgression in the Scottish wildcat". *Molecular Ecology* 10, Blackwell Science Ltd.
- Devillard S., Jombart T., Léger F., Pontier D., Say L., Ruetten S. (2014). "How reliable are morphological and anatomical characters to distinguish European wildcats, domestic cats and their hybrids in France?". *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* Volume 52, Issue 2.
- Driscoll C.A., Menotti-Raymond M., Roca A.L., et al. (2007). "The Near Eastern origin of cat domestication". *Science*, 317.
- French D.D., Corbett L.K., Easterbee N. (1988). "Morphological discriminants of Scottish wildcats (*Felis silvestris*), domestic cats (*Felis catus*) and their hybrids". *Journal of Zoology* 214.
- Goodlad R.A., Plumb J.A., Wright N.A. (1988). "Epithelial cell proliferation and intestinal absorptive function during starvation and refeeding in the rat". *Clinical Science*, vol. 74(3).
- Hampson, D.J. (1983). "Post-weaning changes in piglet small intestine in relation to growth check and diarrhoea". PhD Thesis, University of Bristol.
- Nussberger B., Greminger M.P., Grossen C., Keller L.F., Wandeler P. (2013). "Development of SNP markers identifying European wildcats, domestic cats, and their admixed progeny". *Molecular Ecology Resources*, Volume 13, Issue 3.
- Nussberger B., Wandeler P., Camenisch C. (2014) "A SNP chip to detect introgression in wildcats allows accurate genotyping of low quality samples". *European Journal of Wildlife Research*, 60.
- Pierpaoli M., Birò Z.S., Herrmann M., Hupe K., Fernandes M., Ragni, B., Szemethy L., Randi E. (2003). "Genetic distinction of wildcat (*Felis silvestris*) populations in Europe, and hybridisation with domestic cats in Hungary". *Molecular Ecology*, 12.
- Kitchener A.C., Yamaguchi N., Ward J.M., Macdonald D.W. (2005). "A diagnosis for the Scottish wildcat (*Felis silvestris*): a tool for conservation action for a critically endangered felid". *Animal Conservation*, 8.
- Platz S., Hertwig S.T., Jetscke G., Krüger M., Fisher M. (2011). "Comparative morphometric study of the Slovakian wildcat population (*Felis silvestris silvestris*): evidence for a low rate of introgression?". *Mammalian Biology*, 11.
- Pluske J.R., Williams I.H., Aherne F.X. (1996). "Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning". And "Villous height and crypt depth in piglets in response to increases in the intake of cows' milk after weaning". *Animal Science* 1996, 62.
- Randi E., Ragni B. (1991). "Genetic Variability and Biochemical Systematics of Domestic and Wild Cat Populations (*Felis silvestris*: Felidae)". *Journal of Mammology*, Vol. 72.
- Reig S., Daniels M.J., Macdonald D.W. (2001). "Craniometric differentiation within wild-living cats in Scotland using 3D morphometrics". *Journal of Zoology* 253.
- Schauenberg P. (1977). "Longueur de l'intestin du chat forestier *Felis silvestris* Schreber". *Mammalia - International Journal of the Systematics, Biology and Ecology of Mammals* , Vol. 41.
- Sritiawthai E., Sakulthai S., Sakdee J., Bunchasak C., Kaewtapee C., Poeikhampha T. (2013). "Effect of Protein level and Dietary Energy on Production, Intestinal Morphology and Carcass Yield of Meat Duck during Starter Phase of 14 days". *Journal of Applied Sciences*, vol. 13, 2.
- Yamaguchi N., Driscoll C.A., Kitchener A.C., Ward J.M., Macdonald D.W. (2004a). "Craniological differentiation between European wildcats (*Felis silvestris silvestris*), African wildcats (*F. s. lybica*) and Asian wildcats (*F. s. ornata*): implications for their evolution and conservation". *Biological Journal of the Linnean Society* 83.
- Yamaguchi N., Kitchener A.C., Driscoll C.A., Ward J.M., Macdonald D.W. (2004b) "Craniological differentiation amongst wild-living cats in Britain and southern Africa: natural variation or the effects of hybridisation?". *Animal Conservation*, 7.