

# INFESTAZIONI ELMINTICHE E DA GASTEROFILI NEL CAVALLO: NUOVI APPROCCI NEL CONTROLLO E TRATTAMENTO

## HORSE PARASITES WITH SPECIAL EMPHASIS ON GASTROINTESTINAL HELMINTH AND GASTEROPHILUS INFECTIONS: AN UPDATE ON CONTROL AND TREATMENT

C. GENCHI<sup>1</sup> - J.L. DUNCAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DIPAV, Università degli Studi di Milano

<sup>2</sup> Professor Emeritus, University of Glasgow, Scotland

### I PARASSITI

Parlando di parassiti, in primo luogo è importante definire cosa è un parassita e cosa si debba intendere per malattia parassitaria. Solo in tal modo è possibile valutare il reale danno che il parassita è in grado di causare all'ospite.

– Il parassita è la risultante dell'associazione di due specie in origine a vita libera e della loro successiva coevoluzione, caratterizzata da un mutuo adattamento;

ne deriva che:

– il parassita necessita di uno o più ospiti per la propria sopravvivenza [nutrizione e riproduzione]

– il parassita causa un danno all'ospite;

quindi la malattia parassitaria può essere definita come l'insieme delle modificazioni causate dal parassita al metabolismo dell'ospite, alla risposta immunitaria e all'integrità di tessuti e organi che ne permettano la sopravvivenza e la riproduzione; ciò implica che la maggior parte delle infezioni da elminti e da artropodi, per i quali la sopravvivenza dell'ospite è il fattore chiave per il ciclo di vita del parassita, abbiano un decorso cronico e spesso siano oligo/asintomatiche.

Tra gli animali domestici, probabilmente il cavallo è la specie più di frequente colpita da infestazioni parassitarie: le tecniche di allevamento, il pascolo e la convivenza del puledro con la fattrice facilitano la trasmissione delle infestazioni, soprattutto nei giovani animali. La maggior parte dei parassiti sono specie-specifici, ma il cavallo può essere ospite di parassiti di più frequente riscontro in altre specie animali come *Fasciola hepatica*, *Dicroelium dendriticum* e *Cooperia oncophora*. In pratica, tutti i tessuti e gli organi del cavallo possono essere colonizzati da specie parassitarie più o meno specifiche (vedi Tabella 1) e, in alcuni casi, le infe-

Questa *review* riguarda le presentazioni al Seminario SIVE tenuto a Verona il 7 novembre 2007. Lo scopo è quello di descrivere brevemente la biologia, l'epidemiologia e il significato clinico dei principali parassiti gastrointestinali del cavallo e aggiornare i metodi di controllo e trattamento. Un capitolo è dedicato alla farmaco-resistenza, fenomeno che sta assumendo sempre maggiore importanza nel controllo delle infestazioni da nematodi nel cavallo.

### THE PARASITES

When speaking about parasites, it is important to define what a parasite is and what parasitic disease means. Also, it is extremely important to understand the pathogenic effects of infection with any particular parasite or group of parasites on their hosts. A parasite is the result of the association between two originally free-living species and the subsequent co-evolution of these two species is characterized by a mutual adaptation.

As a consequence:

– the parasite needs one or more hosts for its survival and completion of its life cycle;

– the parasite is an organism which depends on one or more host to obtain its nutritional needs;

– the parasite can have a detrimental effect on its host.

Parasitic disease results when there are significant modifications in the body of the host caused by the presence or development of the parasite which include, for example, metabolic changes, immune responses and direct damage to host tissues and organs; such modifications are generally necessary for parasite survival and reproduction. Many parasitic helminth infections do not result in obvious disease but run a chronic course with few, if any, clinical signs. For obvious reason, the most successful parasites are those which do not cause acute disease or kill their hosts.

Of the domestic animals, horses are probably the most susceptible to a wide range of parasitic infections. Their breeding management, often largely on pasture, makes it easier for young animals to acquire helminth

This review is based on presentations at the SIVE meeting held in Verona on 7<sup>th</sup> November 2008 and its aim is to briefly describe the life cycle, epidemiology and clinical significance of the most important gastrointestinal parasites of horses, and to provide an update on the current methods of treatment and control. A separate section is devoted to anthelmintic resistance of equine helminths in Italy as this is becoming more and more relevant in terms of parasite control.

**Tabella 1**  
Parassiti di più frequente riscontro nel cavallo<sup>1</sup>

Localizzazione	Genere o specie	Classe
Congiuntiva oculare	<i>Thelazia lacrymalis</i>	Nematoda
Bocca	<i>Gasterophilus</i> spp. [larve I e II stadio]	Insecta
Stomaco	<i>Draschia megastoma</i>	Nematoda
	<i>Habronema muscae</i> , <i>H. microstoma</i>	Nematoda
	<i>Gasterophilus intestinalis</i> , <i>G. meridionalis</i>	Insecta
	<i>Trichostrongylus axei</i>	Nematoda
Intestino tenue	<i>Parascaris equorum</i>	Nematoda
	<i>Strongyloides westeri</i>	Nematoda
	<i>Gasterophilus nasalis</i>	Insecta
	<i>Anoplocephala</i> spp.	Cestoda
	<i>Paranoplocephala mammillana</i>	Cestoda
Grosso intestino	<i>Strongylus</i> spp.	Nematoda
	<i>Triodontophorus</i> spp.	Nematoda
	<i>Cyathostominae</i>	Nematoda
	<i>Oxiuridae</i>	Nematoda
	<i>Anoplocephala</i> spp.	Cestoda
	<i>Gasterophilus haemorrhoidalis</i> , <i>G. Inermis</i>	Insecta
	Fegato	<i>Fasciola hepatica</i> , <i>Dicrocoelium dendriticum</i>
Polmone	<i>Dictyocaulus arnfieldi</i>	Nematoda
Muscolo, connettivo e peritoneo	<i>Onchocerca reticulatus</i> , <i>Parafilaria multipapillosa</i> , <i>Setaria equina</i>	Nematoda
Cute	Uova <i>Gasterophilus</i> spp.	Insecta
	Larve di <i>Habronema</i>	Nematoda

<sup>1</sup> Nella tabella non sono inclusi gli ectoparassiti (insetti e acari) che possono essere causa di dermatiti di varia entità.

stazioni non sono in grado di conferire una efficace resistenza alle reinfestazioni. Il cavallo, inoltre, è ospite di una grande varietà di nematodi, la cui diffusione è probabilmente dovuta ai frequenti spostamenti cui è soggetta la specie.

I nematodi parassiti degli equini appartengono a 7 sottordini, 12 famiglie, 20 generi e 83 specie di cui 19 generi e 64 specie appartengono alla famiglia Strongylidae (Lichtenfels e Kharchenko, 2008) comunemente indicati con il termine di strongilidi o strongili (Tabella 2). Va inoltre considerato che oltre agli strongili, senza dubbio i più comuni

**Tabella 2**  
Strongili del cavallo

Sottofamiglia	Genere
Strongylinae	<i>Strongylus</i> , <i>Triodontophorus</i> , <i>Oesophagodontus</i> , <i>Craterostomum</i> , <i>Bidentostomum</i>
Cyathostominae	<i>Gyalocephalus</i> , <i>Caballonema</i> , <i>Cylindropharynx</i> , <i>Tridentoinfundibulum</i> , <i>Cyliclocyclus</i> , <i>Cyathostomum</i> , <i>Coronocyclus</i> , <i>Petrovinema</i> , <i>Cyliclostepahnus</i> , <i>Skrjabinodentus</i> , <i>Cylicodontophorus</i> , <i>Hsiungia</i> , <i>Poteriostomum</i> , <i>Parapoiteristomum</i>

**Table 1**  
Most frequent parasites of the horse<sup>1</sup>

Site of infection	Genera or species	Class
Ocular conjunctiva	<i>Thelazia lacrymalis</i>	Nematoda
Mouth	<i>Gasterophilus</i> spp. [larve I e II stadio]	Insecta
Stomac	<i>Draschia megastoma</i>	Nematoda
	<i>Habronema muscae</i> , <i>H. microstoma</i>	Nematoda
	<i>Gasterophilus intestinalis</i> , <i>G. meridionalis</i>	Insecta
	<i>Trichostrongylus axei</i>	Nematoda
Small intestine	<i>Parascaris equorum</i>	Nematoda
	<i>Strongyloides westeri</i>	Nematoda
	<i>Gasterophilus nasalis</i>	Insecta
	<i>Anoplocephala</i> spp.	Cestoda
	<i>Paranoplocephala mammillana</i>	Cestoda
Large intestine	<i>Strongylus</i> spp.	Nematoda
	<i>Triodontophorus</i> spp.	Nematoda
	<i>Cyathostominae</i>	Nematoda
	<i>Oxiuridae</i>	Nematoda
	<i>Anoplocephala</i> spp.	Cestoda
	<i>Gasterophilus haemorrhoidalis</i> , <i>G. Inermis</i>	Insecta
	Liver	<i>Fasciola hepatica</i> , <i>Dicrocoelium dendriticum</i>
Lungs	<i>Dictyocaulus arnfieldi</i>	Nematoda
Muscle, connective tissue and peritoneum	<i>Onchocerca reticulatus</i> , <i>Parafilaria multipapillosa</i> , <i>Setaria equina</i>	Nematoda
Skin	Uova <i>Gasterophilus</i> spp.	Insecta
	Larve di <i>Habronema</i>	Nematoda

<sup>1</sup> In the table, the ectoparasites (insects and mites) which can cause dermatitis are not included.

infections early in life. Most parasites are host-specific, but horses can also harbour parasites more frequently found in other animal species such as *Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium dendriticum* and *Cooperia oncophora*. Specific parasites can be found in many tissues and organs and, in some cases, the infection does not give rise to an effective acquired immunity to re-infection.

Table 1 shows the parasites most frequently found in Italian horses. It is evident that horses can be infected

**Table 2**  
Horse strongyles

Subfamily	Genera
Strongylinae	<i>Strongylus</i> , <i>Triodontophorus</i> , <i>Oesophagodontus</i> , <i>Craterostomum</i> , <i>Bidentostomum</i>
Cyathostominae	<i>Gyalocephalus</i> , <i>Caballonema</i> , <i>Cylindropharynx</i> , <i>Tridentoinfundibulum</i> , <i>Cyliclocyclus</i> , <i>Cyathostomum</i> , <i>Coronocyclus</i> , <i>Petrovinema</i> , <i>Cyliclostepahnus</i> , <i>Skrjabinodentus</i> , <i>Cylicodontophorus</i> , <i>Hsiungia</i> , <i>Poteriostomum</i> , <i>Parapoiteristomum</i>

e importanti nematodi parassiti del cavallo, la presenza contemporanea di altre specie appartenenti a diversi raggruppamenti tassonomici fa sì che quasi sempre nel cavallo il parassitismo sia la risultante di un danno multifattoriale in relazione all'ambiente, al *management*, alle resistenze individuali e di razza e alla risposta immunitaria. Ad esempio non è infrequente il riscontro a livello dello stomaco di larve di gasterofili (Insecta), forme adulte di *Habronema* spp. e larve di *Parascaris equorum* (Nematoda) o, in prossimità della valvola ileo-cieco-colica, di cestodi (*Anoplocephala perfoliata*) e diverse specie di piccoli strongili (Nematoda).

Per descrivere la patologia e l'epidemiologia delle infestazioni parassitarie del cavallo è possibile seguire sia un approccio basato sulla classificazione delle diverse specie di parassiti, sia in base ai diversi siti di insediamento di questi patogeni. Abbiamo scelto questa ultima possibilità, nella convinzione che possa risultare più pratica per il veterinario che si interessi di medicina equina, fornendo inoltre un breve riassunto del ciclo di vita dei principali parassiti.

## TESTA E BOCCA

Anche se infrequente nei cavalli da competizione, vale la pena di ricordare che *Thelazia lacrymalis* può essere osservato nel sacco congiuntivale ed essere causa di lacrimazione, seguita da congiuntivite e, nel caso di infestazioni gravi, da ulcerazioni e appannamento della cornea. Il parassita è trasmesso da ditteri del genere *Musca* e la prevalenza è circa del 14% nei cavalli in centro e sud Italia (Giangaspero et al., 1999).

Nella bocca (lingua e spazi interdentali) e nel faringe possono essere osservate le larve di primo e secondo stadio di gasterofili. Tranne per *Gasterophilus pecorum* le cui uova sono rilasciate sui vegetali e sono ingerite dal cavallo durante il pascolo, le femmine adulte delle altre specie si muovono in prossimità del cavallo e rilasciano le uova sulla superficie cutanea; le larve raggiungono la bocca per leccamento o tramite movimenti autonomi, penetrano nella lingua e nella mucosa buccale dove vagano per alcune settimane, ogni specie guidata da tropismi specifici, talvolta scavando profondi tragitti, per poi raggiungere via faringe ed esofago lo stomaco dove si attaccano alla mucosa gastrica. La maggior parte delle uova si osserva sulle parti prossimali degli arti anteriori, sul nodello e nella regione scapolare. Gli insetti adulti sono richiamati dalla silhouette del cavallo e da stimoli olfattori e seguono i cavalli sul pascolo utilizzando una strategia "tocca e fuggi" per deporre le uova (Cogley e Cogley, 2000). Durante l'attacco da parte degli insetti, i cavalli possono manifestare segni di irrequietezza e reazioni di fuga.

## STOMACO

Oltre agli stadi larvali di *Gasterophilus*, diverse specie di nematodi hanno sede in questo organo: i più importanti sono *Trichostrongylus axei*, *Habronema* spp. e *Draschia megastoma*. *T. axei* può essere relativamente frequente nei cavalli che condividono il pascolo con ruminanti; anche se il parassita non sembra particolarmente patogeno per il cavallo, in

by a variety of nematode parasites, most of which have traveled to various part of the world within their equine hosts. These nematodes are classified taxonomically into 7 suborders, 12 families, 20 genera and 83 species. The great majority (64 of the 83 species) are members of the family Strongylidae. These 64 species, occur in 19 genera of two sub-families, the Strongylinae and the Cyathostominae (Table 2); they are often referred to as strongylids and are the most common and economically important nematode parasites of horses (Lichtenfels e Kharchenko, 2008).

Considering the large variety of parasites belonging to different phyla, genera and species, which occur in a variety of predilection sites, it is necessary to consider parasitism in horses as "multi factorial". For example, it is not uncommon to find concurrent infections of dipteran larvae (*Gasterophilus* spp.) and nematodes and the cestode (*Anoplocephala perfoliata*) is often present with a variety of small strongyle species around the ileocaecal junction. The significance of parasitic infections with the range of parasites which can occur in the horse depends on various risk factors related, for example, to the environment or management factors and to variations in susceptibility and acquired immune responses.

Two possible approaches can be taken to illustrate parasite-associated pathology and the epidemiology of parasitic disease in horses: one is based on parasite classification and the other on the part(s) of the body affected by different parasites. We have chosen the latter on the assumption that this will provide more practical information to equine practitioners. There follows a brief summary of the most important parasites that can be found in various parts of the body and their life cycles.

## HEAD AND MOUTH

Although of minor importance in saddle and race horses, it is worth remembering that *Thelazia lacrymalis* which can be found in the conjunctival sac, may cause



FIGURA 1 - Esempi di *Strongylus* spp. (grossi strongili) nell'intestino tenue di un cavallo.

FIGURE 1 - Large strongyles (*Strongylus* spp.) in a small intestine of a horse.



casi eccezionali di forti infestazioni può essere causa di stati debilitanti conseguenti alla perdita di proteine plasmatiche a causa di fenomeni di iperplasia della mucosa gastrica.

*Habronema* spp. e *Draschia megastoma* sono specifici del cavallo ed entrambe le specie hanno un dittero (*Musca* e *Stomoxys*) quale ospite intermedio. Le larve infestanti sono deposte dalla mosca in prossimità delle labbra e delle narici e i parassiti adulti si localizzano nello stomaco. Nel caso di *Habronema*, quando le larve sono deposte vicino all'occhio o su lesioni di continuo a carico della cute, i parassiti non sviluppano ad adulto e sono causa di congiuntiviti granulomatose e delle così dette piaghe estive recidivanti. *Draschia* si rinviene nello stomaco in colonie attorno alle quali si sviluppano grosse formazioni nodulari, simili a tumori. A differenza di *Habronema* che in Italia, a seconda delle aree di studio e delle condizioni di allevamento, presenta prevalenze dal 7 a oltre il 50% (Ricci et al., 1992; Traversa et al., 2006), *Draschia* è piuttosto infrequente (Ricci et al., 1992).

Frequenti e praticamente diffuse su tutto il territorio nazionale sono le infestazioni da gasterofili. Nello stomaco, le larve si localizzano nella zona cardiaca, tranne *G. nasalis* di maggior riscontro nell'area pilorica e nelle parti prossimali del duodeno. Le specie più frequenti sono *G. intestinalis* (prevalenza 95%) e *G. nasalis* (prevalenza 45%), e in alcune aree *G. inermis* (fino al 70%); la prevalenza di *G. pecorum*, *G. haemorrhoidalis* e *G. meridionalis* si aggirano tra il 5 e il 15% (Principato, 1989; Otranto et al., 2005; Pilo et al., 2008). Le larve di terza età di *G. intestinalis* causano profonde lesioni ulcerative alla parete gastrica caratterizzate da intensa fibrosi mentre quelle di *G. nasalis* sono causa di assottigliamento della parete intestinale nelle aree sottostanti le ulcere create dalle parti buccali della larva (Cogley e Cogley, 1999) con conseguente, seppur rara, rottura e perforazione della parete dell'organo. In Italia, la deposizione delle uova sul mantello dei cavalli inizia a fine estate e può continuare fino a dicembre, a seconda delle condizioni ambientali che limitano la sopravvivenza degli insetti adulti mentre il maggior numero di larve si rinviengono nei cavalli tra febbraio e aprile (Pilo et al., 2008).

## INTESTINO TENUE

*Parascaris equorum* è il più importante parassita dell'intestino tenue, soprattutto nei puledri. Le uova sono prodotte dalle femmine adulte (fino a 50 cm di lunghezza) e lo stadio infestante, rappresentato dall'uovo contenente una larva di seconda età, si sviluppa nell'ambiente esterno in 10-14 giorni in condizioni di temperatura e umidità ottimali e rimangono vitali per diversi anni. Dopo ingestione, le larve fuoriescono dall'uovo, penetrano nella parete intestinale e migrano attraverso il fegato, raggiungono i polmoni per risalire i bronchi e la trachea ed essere deglutite per ritornare all'intestino; il periodo prepatente è di circa 10 settimane. La gravità dell'infestazione dipende dalla carica parassitaria e gravi lesioni sono osservabili a carico del fegato e del polmone causate dalle larve in migrazione, talvolta accompagnate da tosse e secreto nasale (Clayton e Duncan, 1978). In generale la presenza dei parassiti adulti in sede intestinale non è accompagnata da segni clinici specifici anche se in caso di infestazioni gravi non sono infrequenti ostruzioni intestinali e coliche conseguenti anche ad

lachrymation followed by conjunctivitis and, in heavy infections, clouding and ulcerations of the cornea. This parasite is transmitted by dipteran flies of genus *Musca* and the infection prevalence is about 14% in horses from central and south Italy (Giangaspero et al., 1999).

With the exception of *Gasterophilus pecorum* which lays its eggs on pasture which are then ingested by horses during grazing, the larvae of the other bot fly species of *Gasterophilus* either crawl into the mouth or are transferred to the tongue during licking. The larvae penetrate the tongue and buccal mucosa and wander in these tissues for several weeks before passing via the pharynx and oesophagus to the stomach where they attach to the gastric epithelium. The adult female flies are attracted by horse silhouettes and olfactory stimuli and follow horses at pasture laying their eggs on the hair coat utilizing a "touch-and-go" strategy (Cogley and Cogley, 2000). Horses become irritable, fidgety and sometimes frightened when flies hover close to them to deposit their eggs on the hairs. The larval stages can cause marked changes in lining of the stomach.

## STOMACH

As well as larval stages of *Gasterophilus* spp., which can be found mainly in the cardiac area, several nematode worms are also located in the stomach, for example, *Trichostrongylus axei*, *Habronema* spp. and *Draschia megastoma*. *T. axei* is not infrequently found in horses which share grazing with ruminants but *Habronema* spp. and *Draschia megastoma* are specific for horses. *Habronema* spp. have a muscid flies as their intermediate hosts, the infective L3 normally being swallowed with the fly and subsequently developing to the adult stage in the glandular part of the stomach; however, when larvae are deposited around the eye or on a skin wound, they do not develop to the adult stage but cause granular lesions at these sites, the so-called "summer sores". *D. megastoma*, which is quite rare in Italy (Ricci et al., 1992), has a life cycle similar to *Habronema*, and lives in the stomach in colonies around which large nodular lesions develop. The prevalence of *Habronema* in Italian horses ranges from 7% to 54% depending on the sampling area (Ricci et al., 1992; Traversa et al., 2006).

*Gasterophilus* infection is fairly common in Italian horses. The adult flies dart towards horses to lay their eggs on the skin surface. These are attached to the hairs and are most frequently found on the forelegs at the fetlock or higher up on the legs and on the scapular region. In Italy, egg deposition begins in early autumn and continues until December, when falling temperatures limit the survival of adult flies; larvae are most abundant in the stomach between February and April (Pilo et al., 2008). The parasitic larval stages remain in the host for about 10 months while the free living stages need two months for the development from bots excreted with the feces to adult egg-laying flies.

In Italy, the most prevalent and abundant species are *G. intestinalis* (95%) and *G. nasalis* (45%); *G. inermis*

ostruzione del coledoco, con esito mortale (Stephen et al., 2004; Cribb et al., 2006; Veronesi et al., 2009). I puledri infestati possono manifestare perdite di peso e grave dimagrimento causati dalla sottrazione di nutrienti da parte dei parassiti. Il più importante fattore di rischio è rappresentato dal pascolo contaminato dai puledri, sufficiente a mantenere annualmente il ciclo del parassita nei soggetti suscettibili. Da notare che in generale gli ascaridi sono in grado di stimolare una risposta immunitaria efficace e gli adulti sono molto meno recettivi all'infestazione anche se non è infrequente trovare uova di *Parascaris* nelle feci delle fattrici al pascolo con i loro puledri.

*Strongyloides westeri* è un'altra specie di nematode di interesse nel puledro. La specie è caratterizzata dal possedere cicli riproduttivi sia allo stato parassitario, sia nel ciclo a vita libera. La fase parassitaria è dovuta solo a femmine partenogenetiche che producono uova larvate in grado di dare luogo a una generazione a vita libera di maschi e femmine adulte: gli stimoli che causano il passaggio da forme a vita libera a forme partenogenetiche parassitarie sembrano essere di natura ambientale. Le larve infestanti penetrano nell'ospite per via percutanea o per ingestione e migrano attraverso il sistema venoso ai polmoni, risalgono la trachea e le femmine partenogenetiche si sviluppano ad adulto nell'intestino tenue. I puledri possono acquisire l'infestazione anche attraverso il colostro e il latte materno (Genchi e Malnati, 1977). Il periodo prepatente è di 8-14 giorni. Nei giovani puledri il parassita può essere causa di diarrea, anoressia e ritardi di crescita. La maggior fonte di infestazioni clinicamente conclamate sono le larve mobilizzate dai reservoir tessutali e trasmesse per via galattogena dalle madri.

Oltre ai nematodi, tre specie di Cestodi possono essere presenti nell'intestino tenue. La specie di più frequente riscontro e di maggior interesse clinico è *Anoplocephala perfoliata*, un piccolo cestode lungo circa 4-8 cm munito di un robusto scolice, disarmato. Il parassita si rinviene nella parte distale dell'intestino tenue e attorno alla giunzione ileocecale. Le altre due specie, *A. magna* e *Paranoplocephala mammillana*, sono di più raro riscontro e l'ultima è considerata di scarso significato patogeno. Il ciclo di vita è simile per le tre specie: le uova, liberate dal disfacimento delle proglottidi, passano nelle feci e nell'ambiente esterno sono ingerite da un acaro a vita libera (Oribatidae) e sviluppano a cisticercoide. Il cavallo si infesta tramite l'ingestione di foraggi contaminati e il cisticercoide si sviluppa a parassita adulto nell'intestino. Nel caso di infestazioni massive, con un elevato numero di parassiti localizzati a livello della valvola ileo-cieco-colica, frequenti sono i casi di colica, invaginamenti e rottura del cieco (Proudman e Trees, 1999; Proudman e Holdstock, 2000; Biglietti e Garbagnati, 2002).

## GROSSO INTESTINO

Numerose specie di nematodi vivono allo stadio adulto nel grosso intestino del cavallo: i così detti "grossi strongili" (di cui *Strongylus* spp. e *Triodontophorus* spp. sono i generi di più frequente riscontro), i "piccoli strongili" (Cyathostominae) (Tab. 2) e gli ossiuridi (*Oxyuris equi* e *Probstamayria vivipara*).

Dopo essere state ingerite, le larve dei grossi strongili (*Strongylus* spp.) penetrano nella mucosa intestinale e

prevalence is about 15% while the prevalence rates for *G. pecorum*, *G. meridionalis* and *G. haemorrhoidalis* are less than 5% of infected horses (Principato, 1989; Otranto et al., 2005; Pilo et al., 2008). Second and third stage larvae of *G. intestinalis* cause ulcerative lesions of the gastric mucosa with marked fibrosis while larvae of *G. nasalis* may cause lesions in the wall of duodenum. A reduction in the number of submucosal glands has been observed in the area surrounding lesions (Cogley and Cogley, 1999). As a rare consequence, there may be duodenal rupture or perforation.

## SMALL INTESTINE

*Parascaris equorum* is the most important species parasitizing the small intestine. Eggs produced by the large adult female worms (up to 50 cm in length) are passed in the faeces and can reach the infective stage, which is the egg containing the second stage larva, in as little 10-14 days, depending on the temperature. After ingestion, the larva penetrates the intestinal wall and migrates through the liver; it then reaches the lungs where it migrates up the bronchi and trachea, is swallowed and returns to the small intestine. The minimum prepatent period is about 10 weeks. The severity of infection depends on the level of infection to which the animal is exposed. Gross changes are provoked by migrating larvae in the liver and lungs which are sometimes accompanied by coughing and a nasal discharge (Clayton and Duncan, 1978). The presence of adult parasites in the intestine is not associated with specific clinical signs but infected foals are unthrifty, lose weight and may become emaciated, apparently as a consequence of competition between a large mass of worms and the host for nutrients. In the case of heavy infections, intestinal impaction and colic have occasionally been reported (Stephen et al., 2004; Cribb et al., 2006). Foals are most commonly infected and the main risk factor is pasture contaminated with a reservoir of thick-shelled resistant infective eggs. Infection of one year's foal crop ensures an annual cycle of infection of susceptible foals using the same paddocks.

Usually, ascarid infections cause a strong acquired immune response and older animals are more resistant to infection than foals and yearlings, although small numbers of *P. equorum* eggs can be found in the faeces of nursing mares grazing on pasture with their foals.

*Strongyloides westeri* is another nematode species which is of interest mainly in foals. This species is capable of both parasitic and free-living life cycles. The parasitic phase is entirely composed of parthenogenetic females which are able to produce larvated eggs. On pasture, larval development may continue to the adult stage. It is not clear what factors are important in provoking the switch from free-living generations to parasitic forms, but these are likely to be related to environmental temperature and moisture. However, the third stage larvae which become parasitic, infect their hosts by skin penetration or ingestion and subsequently migrate through the venous



iniziano lunghe ed estese migrazioni nei tessuti e negli organi dell'ospite prima di svilupparsi ad adulto nel lume dell'intestino.

Le larve di *S. edentatus* migrano tramite il sistema portale e raggiungono il parenchima epatico dove maturano a quarto stadio per poi continuare la migrazione sotto la lamina peritoneale con particolare predilezione per i legamenti del fianco ed epatici; da qui raggiungono la parete dell'intestino dove formano noduli dai quali fuoriescono i giovani adulti. Il periodo prepatente è di 10-12 mesi.

Le larve di *S. equinus* penetrano nella parete del cieco e del colon ventrale dove causano noduli negli strati muscolari e sottosierosi. Da qui le larve migrano alla cavità peritoneale, raggiungono il fegato e il pancreas per poi tornare all'intestino. Il periodo prepatente è di 8-9 mesi.

Le larve di *S. vulgaris*, dopo essere penetrate nella mucosa intestinale, mutano a larva di quarto stadio e migrano sull'epitelio vasale fino a raggiungere la mesenterica craniale e le sue diramazioni maggiori dove mutano a L5. Da qui, raggiungono l'intestino per via arteriosa (Duncan e Pirie, 1972). I giovani adulti fuoriescono dai noduli formati sulla parete del cieco e del colon dopo un periodo prepatente di 6-7 mesi.

Gli effetti patogeni sono in larga parte dovuti alle migrazioni larvali, soprattutto nel caso di *S. vulgaris*. Le larve di questa specie possono causare la formazione di trombi accompagnati da estese e gravi lesioni infiammatorie e ispessimento della parete arteriosa; in caso di ripetute infestazioni si possono verificare aneurismi e dilatazioni a carico delle arterie. Il segno clinico più importante è la colica. Nel caso di *S. edentatus*, si possono osservare lesioni a carico del parenchima epatico dovute alla migrazione delle larve, in generale non rilevabili sul piano clinico. Le grosse capsule buccali che caratterizzano gli stadi adulti causano estese lesioni alla mucosa intestinale e anche se i parassiti non sono ematofagi e si cibano di materiale mucosale, la lesione accidentale di piccoli vasi sanguigni è causa di emorragie e ulcere.

*Triodontophorus* e i cyathostomi (piccoli strongili) sono caratterizzati da un ciclo vitale simile: dopo l'ingestione delle larve infestanti, queste penetrano nella parete intestinale del grosso intestino dove sviluppano a quarto stadio

system to the lungs and trachea; they are then swallowed and develop into adult female worms in the small intestine. Sucking foals may also acquire infection through the mare's milk (Genchi and Malnati, 1977). The prepatent period is about 8-14 days.

In very young animals, infection can cause diarrhoea, anorexia and reduced growth rate. The major source of infection which leads to clinical strongyloidosis in foals are larvae mobilized from a reservoir in the tissues of the mares.

As well as the two nematodes mentioned above, three species of cestodes can be found in the small intestine of horses. The most frequent and clinically important is *Anoplocephala perfoliata*, a 4-8 cm long tapeworm with a robust unarmed scolex, which is generally located in the distal part of the small intestine and around the ileo-caecal junction. The other two species, *Anoplocephala magna* and *Paranoplocephala mamillana* are quite rare and the latter is considered to be relatively non-pathogenic. The life cycle is similar for the three species. The eggs, released from disintegrated proglottids, are passed in the faeces; they are then ingested by forage mites (Oribatidae) in which they each develop into a cysticercoid, which is the infective stage. Infected mites are ingested by horses with forage and the cysticercoids then develop into adult tapeworms in the intestine. In the case of massive infections with large numbers of worms located in the ileo-caecal junction, colic, intussusception and caecal rupture have been reported (Proudman and Trees, 1999; Proudman and Holdstock, 2000; Biglietti and Garbagnati, 2002).

## LARGE INTESTINE

There are many nematode species which live as adult worms in the large intestine of horses, including large strongyles (*Strongylus* spp. and *Triodontophorus* spp.), small strongyles (Cyathostominae) and pinworms (*Oxyuris equi* and *Probstmayria vivipara*).



FIGURA 2 - Cyathostomi (piccoli strongili) e *Oxyuris equi* nel grosso intestino di un cavallo.

FIGURE 2 - Cyathostomes (small strongyles) and *Oxyuris equi* in a large intestine of a horse.



FIGURA 3 - Aneurisma verminoso a carico della mesenterica craniale da *Strongylus vulgaris*.

FIGURE 3 - Cranial mesenteric artery: aneurysm caused by larvae of *Strongylus vulgaris*.

per poi emergere nel lume intestinale e sviluppare a giovani adulti. Il periodo prepatente è circa 2-3 mesi a seconda della specie e può essere prolungato a causa di fenomeni di ipobiosi.

L'ipobiosi indica l'arresto temporaneo, in una data, fase dello sviluppo del parassita. Sul piano pratico è riconoscibile dalla presenza di un elevato numero di larve allo stesso stadio di sviluppo in animali non sottoposti a rischio di infestazione per un periodo più lungo di quello di norma necessario per il raggiungimento di quella particolare fase di sviluppo. La natura degli stimoli che determinano l'arresto dello sviluppo larvale e la successiva ripresa di maturazione non è del tutto chiarita, comunque è comunemente accettato che condizioni ambientali sfavorevoli allo sviluppo del parassita, quali basse temperature o insufficiente umidità possano giocare un ruolo determinante. L'ipobiosi non è quindi un fenomeno correlato a fattori propri dell'ospite, quali l'immunità, ma all'ambiente. Ad esempio, in nord Italia le larve ingerite durante la stagione fredda (tardo autunno/inverno) andranno incontro a fenomeni di ipobiosi; al contrario, nelle aree meridionali il fenomeno è conseguente a stati di siccità più o meno prolungati nel corso della stagione estiva. Da notare che il meccanismo consente la sopravvivenza del parassita all'interno dell'ospite quando le condizioni ambientali non sono favorevoli agli stadi a vita libera e il persistere dell'infestazione nell'ambito dell'allevamento. In seguito, l'emergenza sincrona delle larve di quarta età e la ripresa del ciclo parassitario causa l'emissione di un numero elevato di uova in un periodo favorevole al ciclo esogeno o nel caso delle fattrici al pascolo con i loro puledri.

In generale, la penetrazione delle larve nella parete del grosso intestino causa un danneggiamento più o meno grave della mucosa e della sottomucosa intestinale, a seconda della specie e della carica parassitaria, con formazione di piccoli noduli brunastri, accompagnati da episodi di tifliti e colite e consistenti perdite di peso in caso di cariche larvali elevate. Nonostante ciò, i danni più gravi sono conseguenti all'emergenza delle larve ipobiotiche dalla mucosa intestinale. Estesi e gravi fenomeni infiammatori ed edemi a carico delle pliche intestinali accompagnano l'emergenza delle larve mentre i noduli lasciati vuoti daranno luogo ad aree più o meno estese di fibrosi con conseguente perdita massiva di liquidi e proteine ed entrata di tossine batteriche (Murphy e Love; 1997).

Lo studio dello sviluppo di infestazioni naturali da piccoli strongili nel cavallo ha dimostrato che esposizioni precedenti ai parassiti rallentano i tempi di maturazione dei parassiti ad adulto e sono in grado di contenerne la numerosità rispetto ai soggetti della stessa età che non abbiano avuto precedenti contatti con i parassiti (Love e Duncan, 1992). Inoltre il numero di parassiti adulti sviluppatosi nei cavalli adulti è inferiore a quello osservato nei puledri e negli *yearling*, anche se il numero di larve ipobiotiche è superiore a quello degli animali adulti. È probabile quindi che la risposta immunitaria sia in grado di ritardare lo sviluppo dei parassiti ad adulti e ridurre almeno in parte la carica parassitaria. Va comunque notato che confrontando i gruppi nell'ambito del medesimo periodo di pascolo o dei diversi periodi di pascolo non si osservano differenze significative nel numero di parassiti ( $P > 0,05$ , test di Kuskal-Wallis per misure non parametriche), indicando che il rischio di infe-

Horses ingest the infective third-stage larvae (L3) of large strongyles when grazing contaminated pasture. In the intestine, the larvae of *Strongylus* penetrate the intestinal mucosa and undergo long migrations in their host's tissue and organs before reaching the adult stage in the lumen of the large intestine.

*S. edentatus* L<sub>3</sub> travel via portal system and reach the liver parenchyma where they moult to the fourth stage. They then travel under the peritoneum via the hepatic ligaments to their predilection site in the flanks. Finally, they migrate, again subperitoneally, to the wall of the large intestine where they form nodules from which the young adult parasites are released into the intestinal lumen. The prepatent period is 10-12 months.

*S. equinus* infective larvae penetrate the wall of the caecum and ventral colon where they cause nodules in the muscular and subserosal layers. The larvae then migrate across the peritoneal cavity to the liver and subsequently around the pancreas before they appear back in the large intestinal lumen. The prepatent period is 8-9 months.

After penetrating the intestinal mucosa, *S. vulgaris* moult and then migrate on the endothelium of the mesenteric arteries until they reach the cranial mesenteric artery and its main branches. There the larvae develop to L<sub>5</sub> before completing a further moult and returning to the intestinal wall via the arterial lumina (Duncan and Pirie, 1972). Nodules are formed around larvae in the wall of caecum and colon and the young adult worms are then released into the lumen as a consequence of the rupture of these nodules. The prepatent period lasts 6-7 months.

Serious pathological changes can be caused by migrating larvae, especially those of *S. vulgaris*, which cause thrombus formation and inflammation and thickening of the wall of the anterior mesenteric artery. True aneurysms with dilatation and thinning of the arterial wall, although uncommon, may be found in animals which have experienced repeated infections. The main clinical sign associated with these migrations is colic which can be severe and may prove fatal. In the case of *S. edentatus*, gross changes in the liver can be found as a consequence of the early larval migrations, but these rarely result in clinical signs. The adult stages of *Strongylus* spp. have large buccal capsules and damage the intestinal mucosa during feeding; although the worms appear to feed entirely on plugs of mucosal material, the incidental damage to blood vessels can cause considerable haemorrhage and ulcers.

*Triodontophorus* and cyathostomes seem to share a similar life cycle. After ingestion, exsheathed L<sub>3</sub> invade the wall of the large intestine where they develop to L<sub>4</sub> before emerging into the lumen of the gut and moulting to young adult worms. The prepatent period is about 2-3 months, depending on the species but this may be extended due to hypobiosis.

Hypobiosis is defined as a temporary cessation in development of a nematode at a given point of its life cycle. It is usually recognized by the presence of a large number of larvae at the same stage of development in



stazione è indipendente dall'età e da precedenti contatti con i parassiti.

Nel cieco e nel colon dei cavalli possono essere presenti inoltre ossiuridi appartenenti ai generi *Oxyuris* e *Probstnaya*, questi ultimi difficilmente visibili a occhio nudo. Le uova sono deposte nelle pliche perianali dalle femmine grvide che protrudono dall'apertura anale. La larva infestante si forma nell'uovo e i principali sintomi di infestazione sono riconducibili a manifestazioni di prurito e irrequietezza causate dal movimento delle femmine in ovodeposizione. L'animale sfrega la base della coda contro le pareti del box o altre superfici con conseguente rottura dei crini e arruffamento della coda.

## EPIDEMIOLOGIA, PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO E CONTROLLO

La conoscenza della epidemiologia e dei fattori di rischio sono gli elementi chiave per la prevenzione ed efficace controllo delle infestazioni parassitarie. Va inoltre notato che l'uso protratto di protocolli terapeutici e di antielmintici appartenenti al medesimo gruppo farmacologico può modificare la prevalenza di alcune specie parassitarie e facilitare la diffusione di altre. Ad esempio, se paragoniamo la prevalenza dei diversi strongili degli equini prima (1953-54) e dopo l'introduzione dell'ivermectina sul mercato veterinario appare evidente come allo stato attuale i piccoli strongili siano le specie prevalenti (87-95%) rispetto ai grossi strongili (0,1-4%) che prima dell'introduzione del farmaco presentavano prevalenze comprese tra il 15% e il 97,5%, a seconda delle specie (Ricci e Sabatini, 1992; Genchi, 2005; Pilo et al., 2007) (Tab. 4). Similmente, l'emergenza di infestazioni massive da *Anoplocephala* sono state messe in relazione all'uso prolungato e ripetuto di ivermectina per il controllo delle infestazioni da nematodi, farmaco non attivo verso i cestodi (Edwards, 1986; Owen et al., 1988; Rinaldi et al., 2004). Pur non escludendo che le nuove tecniche di diagnosi abbiano favorito la messa in evidenza di *Anoplocephala perfoliata*, non va sottovalutato che i diversi gruppi di parassiti sono in competizione tra loro nei riguardi dei nutrienti messi a disposizione dall'ospite (Pence, 1992) e l'uso reiterato di un farmaco efficace contro i soli nematodi, come nel caso dei lattoni macrociclici, può favorire la crescita e la diffusione di specie che condividono nel tempo e nello spazio lo stesso ambiente (nicchia) intestinale. È quindi necessario che il veterinario, al fine di un corretto approccio terapeutico, oltre che da sufficienti conoscenze sulla epidemiologia dei parassiti, sia supportato da un laboratorio di diagnosi in grado di condurre in modo appropriato le analisi necessarie alla messa in evidenza delle forme parassitarie presenti nei campioni fecali ed eventualmente validarne il risultato con il supporto di altri metodi diagnostici (Traversa et al., 2008).

La maggior parte delle infestazioni elmintiche sono acquisite dal cavallo nel corso del pascolo e, tenuto conto del prevalere delle infestazioni causate da piccoli strongili, attualmente il rischio maggiore di malattia clinica si manifesta nella fase precoce della stagione, quando gli stadi larvali dei cyatostomini emergono, dopo l'ipobiosi invernale, dalla mucosa intestinale e nel tardo autunno, quando gran-

animals which have been withheld from infection for a period larger than that required to reach that particular larval stage. The nature of the stimuli responsible for the initiation and release from arrested development are not completely understood, but changes in environmental conditions such as low temperatures or drought seem to play a significant role. It is important to realise that hypobiosis is not related to hosts factors, such as immunity, but to adverse situations affecting larvae on pasture. In northern Italy, for example, larvae ingested by horses during the period of falling temperatures in late autumn and winter become arrested in their development until the following spring and early summer. In contrast, in southern Italy the trigger factor appears to be related mainly to the dry conditions in summer. It is in ways such as this that parasites can survive in their hosts when conditions are unfavourable for their free-living stages in the external environment. The subsequent, synchronous emergence of larvae from arrested development allows completion of the parasitic phase of the life cycle which in turn allows the production of a large numbers of eggs during a period more favourable for pre-parasitic development which, in mares, is when they are at pasture with their foals during spring and summer.

The penetration of larvae into the large intestine wall causes varying damage to the mucosa and submucosa depending on the species involved: small dark "pepper-like" nodules are formed and these lesions are characterized by varying degrees of typhlitis and colitis. Weight loss is a consistent feature following a significant larval challenge. The most severe damage, however, is associated with the emergence of arrested larvae. Larval emergence from the mucosa is often accompanied by severe inflammation of large areas and oedema of mucosal folds can be observed; clinically this generally results in severe diarrhea (Murphy and Love, 1997). In Table 3, the results of an experimental study on the development of naturally acquired cyathostome infections in horses are shown (Love and Duncan, 1992). This provides evidence that previous exposure may modify parasite development, as worm burdens which established in foals which had previously grazed were smaller and the worms developed more slowly when compared with those which established in helminth-naïve animals of the same age. The burdens acquired by yearling and adult horses were in turn, lower than those in the previously grazed foals, but the proportion of arrested development was higher in the younger groups of foals and yearlings when compared with adults. As well as age, it is likely that immunity played a part in reducing worm burden; it is interesting to note however, that no statistical differences were found in total worm burdens either comparing the different groups within the same period at pasture or comparing the groups after different periods at pasture indicating that the risk of acquiring large worm burdens is independent of age and previous experience of infection.

Two genera of the nematode superfamily Oxyuroidea occur in the caecum and large colon of horses: *Oxyuris*



Tabella 3

I cavalli hanno pascolato nello stesso paddock per 5 settimane tra ottobre e novembre. Due animali adulti sono stati designati come animali traccia e sono stati sottoposti a necropsia 7 settimane dopo il pascolo. I puledri non hanno subito precedenti infestazioni da cyathostomi mentre tutti gli altri soggetti hanno avuto precedenti esperienze di infestazione; tutti i soggetti sono stati sottoposti a trattamento antielmintico con ivermectina e fenbendazolo prima di essere messi al pascolo

Periodo prepatente	Min-Max: 38-83 gg [5.5-12 sett]			
Puledri	Media: 54-56 gg			
Yearling	Media: 63 gg			
Adulti	Media: 62 gg			
	Esame necroscopico	N. totale parassiti	Media	Nella mucosa
Adulti traccia [2]	7 sett	9850-36350	23100	31-33%
Puledri naive [3]	13 sett	44540-84220	60167	3-8%
Puledri [3]		9540-15080	12337	6-23%
Yearling [3]		5560-104190	45978	5-28%
Adulti [3]		11020-85250	32097	5-19%
Puledri [3]	38 sett	2480-11690	6433	18-43%
Yearling [3]		15530-175060	78940	17-41%
Adulti [3]		510-24450	8950	7-45%

di quantità di larve infestanti si sono accumulate sul pascolo e possono essere ingerite dai cavalli; è questo anche il periodo in cui le larve di gasterofili si sono accumulate nell'ospite dopo la stagione di volo degli insetti adulti. Nonostante ciò, va considerato che non tutti i cavalli sono soggetti allo stesso rischio di infestazione. Questo permette di programmare protocolli di controllo in base a fattori di rischio quali l'attività dell'animale e la tipologia di allevamento e delle strutture di ricovero, siano questi allevamenti da riproduzione o scuderie.

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INFESTAZIONE

### Rischio elevato

- cavalli sotto i 3 anni di età
- pascolo condiviso con soggetti di diversa età e provenienza
- oltre 2 cavalli/ettaro
- solo pascolo

Tabella 4

Prevalenze dei diversi generi e specie di strongili prima (1953-54) e dopo l'utilizzo dei lattoni macrociclici nel trattamento delle infestazioni da nematodi nel cavallo

	1953-54 <sup>1</sup>	2005-2007 <sup>2</sup>
<i>Strongylus vulgaris</i>	97,5%	2-4%
<i>Strongylus edentatus</i>	27,5%	1,4%
<i>Strongylus equinus</i>	15%	0,1%
<i>Triodontophorus</i> spp.	7-80%	3-5%
<i>Poteriostomum</i> spp.	-	2-7%
Cyathostominae	2-86%	87-95%

<sup>1</sup> Ricci e Sabatini (1992); <sup>2</sup> Genchi (2005), Pilo et al. (2007).

Table 3

Horses were kept on pasture in the same paddock for 5 weeks from October to November. Two adult horses were designed as tracer animals and necropsied 7 weeks after turnout.

The foals had not experienced any previous cyathostome infection while all the other horses had previous infections; all of the horses were treated with ivermectin and fenbendazole before turnout

Prepatency	Min-Max: 38-83 days [5.5-12 weeks]			
Foals	Media: 54-56 days			
Yearling	Media: 63 days			
Adults	Media: 62 days			
	Necropsy	Parasites total number	Mean	Mucosal stages
Tracers [2]	7 weeks	9850-36350	23100	31-33%
Naive foals [3]	13 weeks	44540-84220	60167	3-8%
Foals [3]		9540-15080	12337	6-23%
Yearlings [3]		5560-104190	45978	5-28%
Adults [3]		11020-85250	32097	5-19%
Foals [3]	38 weeks	2480-11690	6433	18-43%
Yearlings [3]		15530-175060	78940	17-41%
Adults [3]		510-24450	8950	7-45%

and *Probstmayra*. *Probstmayra* is scarcely visible to the naked eye and is of little pathogenic significance. *Oxyuris equi*, on the other hand, is an easily visible white worm several centimeters in length. Eggs are deposited on the perianal skin by adult *Oxyuris* female worms protruding from the host's anus and the infective larva develops within the egg. The main clinical sign of infection is irritation and restlessness caused by anal pruritus which interferes with normal feeding and results in loss of condition and a dull coat. The animal rubs the base of its tail against any suitable object, causing the hairs to break off and the tail base to acquire an ungroomed appearance.

## EPIDEMIOLOGY AND MAJOR RISK FACTORS

The knowledge of parasite epidemiology and infection risk factors are key to developing control measures

Table 4

Prevalence of the different genera and species of strongyles before (1953-54) and after the use of macrocyclic lactones for horse treatment against nematode infections

	1953-54 <sup>1</sup>	2005-2007 <sup>2</sup>
<i>Strongylus vulgaris</i>	97.5%	2-4%
<i>Strongylus edentatus</i>	27.5%	1.4%
<i>Strongylus equinus</i>	15%	0.1%
<i>Triodontophorus</i> spp.	7-80%	3-5%
<i>Poteriostomum</i> spp.	-	2-7%
Cyathostominae	2-86%	87-95%

<sup>1</sup> Ricci and Sabatini (1992); <sup>2</sup> Genchi (2005), Pilo et al. (2007).

- frequenti spostamenti dentro e fuori dalle strutture di allevamento
- elevata incidenza di coliche o problemi stagionali di salute
- scarso *management* del pascolo
- assenza di un programma di controllo.

#### *Basso rischio*

- cavalli di età superiore ai 6 anni
- pascolo dedicato
- meno di 2 cavalli per ettaro
- trattamento dei soggetti di nuova introduzione
- nessun episodio di colica o problemi stagionali
- buon *management* del pascolo
- raccolta delle feci sui pascoli
- presenza di un programma di controllo.

Inoltre gli allevamenti dove sono presenti soggetti giovani (puledri e *yearling*) sono sempre da considerarsi ad alto rischio. I puledri e i soggetti in svezzamento devono essere esposti a infestazioni controllate in modo da sviluppare una efficace immunità; è quindi necessario bilanciare l'uso dell'antelmintico con l'obiettivo di mantenere un buono stato di salute e ottimizzare la crescita degli animali. Per quanto riguarda la *monta* e la *riproduzione* vi sono ulteriori punti critici che devono essere attentamente considerati per il controllo delle infestazioni:

- le fattrici sono una importante fonte di infestazione e devono essere trattate in corrispondenza del parto; le femmine devono essere trattate prima di essere avviate alla riproduzione e le stalle di monta dovrebbero avere efficaci programmi di trattamento e controllo;
- le fattrici e i puledri devono essere trattati al ritorno in allevamento: è consigliabile non utilizzare farmaci benzimidazolici data la diffusione di fenomeni di resistenza nei confronti di questi farmaci;
- è consigliabile trattare i puledri e gli *yearling* nel tardo autunno/inverno contro le larve ipobiotiche dei piccoli strongili e, se del caso, contro i cestodi.

In generale, nelle *strutture di allenamento* per purosangue e trottatori il rischio di infestazione può essere considerato basso nonostante la presenza di animali giovani (2-3 anni) e ancora recettivi. Tutti i soggetti devono essere trattati all'arrivo sia contro i nematodi, sia contro i gasterofili e, se del caso, contro i cestodi. Dopo di che, se non vi è accesso al pascolo, non dovrebbe essere necessario un trattamento regolare tenuto conto che diversi studi hanno dimostrato che oltre l'80% dei giovani cavalli da corsa ha un numero di uova per grammo di feci inferiore a 50. Gli animali dovrebbero comunque essere regolarmente monitorati tramite esame copromicroscopico.

Le strutture da *competizione* sono da considerarsi a medio/basso rischio a seconda del *management*. La maggior parte dei cavalli sono giovani ed è consigliabile un trattamento con un antelmintico ad ampio spettro all'entrata, dopo di che, se non vi è accesso al pascolo, non sono necessari ulteriori trattamenti. In caso di accesso giornaliero al pascolo, raccogliere le feci 2 volte alla settimana o trattare in base a regolari esami copromicroscopici quantitativi (numero di uova per grammo di feci: upg).

Il rischio di infestazione in *scuderie che ospitano cavalli di diversa provenienza* e nei *maneggi* può essere più o meno elevata a seconda che i proprietari accettino di seguire le

for the prevention of parasitic diseases. Such measures often depend on repeated treatment protocols with the same anthelmintic compound and this can modify the prevalence of some parasitic species and facilitate the spread and intensity of others. For instance, if we compare the prevalence of various equine strongyles before and after the introduction of an ivermectin product for horses, it is clear that nowadays the small strongyles are more prevalent (87-95%) in comparison with the large strongyles (0.1-4%) while in an earlier survey large strongyles accounted for 15-97.5% depending on the species (Ricci and Sabatini, 1992; Genchi, 1995; Pilo et al., 2007) see Table 4. Also, the emergence of apparently increased burdens of *Anoplocephala* spp in horses has been related to the repeated continued use of ivermectin to control serious strongyle infections as cestodes are not affected by macrocyclic lactones (Edwards, 1989; Owen et al., 1988; Rinaldi et al., 2004). However, this could in part be due to an increased recognition of *Anoplocephala perfoliata* infection due to the increased efficacy and availability of diagnostic techniques. In fact, there is always a competition between parasites for host nutrients and the continuous use of an effective nematocidal drug is likely to favour the growth in the population of non-nematode species that partially share, temporally or spatially, the same intestinal environment (Pence, 1992). It should be stressed that in addition to a sound epidemiological knowledge of parasitic infections, the practitioner should be supported by reliable faecal examination techniques to enable him to demonstrate and identify the different eggs or larvae in a sample. In this way, it will be possible for him to advise on a case by case basis, the correct approach to treatment and control (Traversa et al., 2008).

Most parasitic infections of horses are acquired at pasture and, nowadays, the main risk periods are early in the grazing season, when the larval stages of arrested cyathostomes emerge from the intestinal mucosa, and in late autumn when large numbers of strongyle infective larvae have accumulated on the pasture and are available for ingestion by grazing horses; it is also in autumn that bot fly larvae accumulate in the horses stomach after the summer adult fly season.

Not all horses are subject to the same parasite infection risk and this depends on age, management and the activity of the animal. Below, the infection risks are categorized depending on different situations. This should aid in the design of a control program suitable for animals depending on the perceived risk, for example, race/competition horses, breeding premises/studs and riding-horse establishments.

## ASSESSMENT OF THE RISK OF INFECTION

### *High risk*

- horses under 3 years old
- shared grazing
- over 1 horse/acre
- totally at pasture

indicazioni del veterinario. Il programma di controllo deve essere concordato con il veterinario: da notare che questo approccio non solo è l'unico che possa controllare il rischio parassitario, ma può consentire anche un notevole risparmio dei costi di trattamento acquistando in una unica soluzione il farmaco necessario al trattamento di tutti gli animali. I proprietari devono accettare il programma e il veterinario deve assicurarsi che questo sia applicato correttamente. L'uso del farmaco deve essere mantenuto al minimo e opportuni interventi dovrebbero essere messi in atto per diminuire il rischio ambientale nelle aree a prato.

Sebbene l'uso corretto di antelmintici ad ampio spettro, quali i lattoni macrociclici, sia in grado di controllare anche le infestazioni da gasterofili, la presenza del parassita dovrebbe essere attentamente valutata esaminando la superficie cutanea della parte prossimale degli arti anteriori, del nodello e della regione scapolare per la ricerca delle uova dell'insetto in autunno e inizio inverno o ricercando le larve nelle feci nella tarda primavera. Nel caso di riscontro positivo, particolare attenzione deve essere posta nella scelta del farmaco (non tutti i lattoni macrociclici presentano la stessa efficacia nei confronti dei gasterofili) da somministrare alla fine della stagione di volo degli insetti adulti a seconda delle condizioni climatiche del sito.

L'aumento di prevalenza delle infestazioni da cestodi e il rischio di gravi sindromi cliniche in caso di elevata carica parassitaria indicano la necessità di una particolare attenzione nei confronti di questi parassiti. L'infestazione gradualmente aumenta di intensità nel corso della stagione estiva e i dati sierologici e copromicroscopici indicano un elevato rischio per i puledri alla prima stagione di pascolo (Höglund et al., 1998). In Italia, le prevalenze si aggirano tra l'8 e il 10% nelle fattrici, il 7-30% negli yearling e il 3-21% negli adulti con i valori più elevati nei soggetti in paddock e nei mesi di maggio e giugno (Scala et al., 2001; Perrucci et al., 2009). L'80-90% dei cavalli ha infestazioni di bassa/moderata intensità, in generale non associate a problemi clinici. Va però notato che in caso di elevate cariche parassitarie il rischio di problemi clinici aumenta e Proudman et al. (1998) hanno dimostrato che il 22% dei casi di colite non-chirurgica e l'81% di invaginamento ileale sono associati con elevate infestazioni da *A. perfoliata*. Gli acari ospiti intermedi sono sul pascolo dalla primavera al tardo autunno/inizio inverno e possono sopravvivere nei mesi invernali nel fieno e in altri foraggi. In tal modo l'infestazione è possibile anche durante l'inverno nei cavalli tenuti in scuderia. Gli acari preferiscono suoli acidi e pascoli di brughiera dove più elevato è il rischio di infestazione mentre inferiore è il rischio su pascoli sottoposti ad aratura e risemina. In caso di cavalli con rischio accertato e al pascolo in aree idonee allo sviluppo degli oribatidi si raccomanda un trattamento 2 volte all'anno, in autunno per le infestazioni contratte durante i mesi estivi e in primavera per il controllo delle infestazioni contratte nel tardo autunno e inverno. Il veterinario dovrebbe inoltre consigliare la raccolta delle feci dal pascolo per ridurre la fonte di infestazione degli acari.

## CONTROLLO E TRATTAMENTO DELLE INFESTAZIONI PARASSITARIE

Sebbene varie strategie basate su metodi alternativi siano state suggerite per il controllo delle infestazioni paras-

- frequent movements on and off premises
- high incidence of colic cases or seasonal health problems
- poor pasture management
- no control program in place.

### Low risk

- horses over 6 years old
- set stocked on own pasture
- more than 2 acres/horse
- newcomer treatment policy
- no colics or seasonal health problems
- good pasture management
- dung collected
- control program in place and operational.

In addition, premises with very young horses (foals and yearlings) have always to be considered high risk. Foals and weanlings should have controlled exposure to infection in order to develop an effective acquired immunity and wormer use must have the objective of maintaining health and optimising growth without interfering with the development of immunity.

From an epidemiological point of view, there are some critical points relating to *breeding establishments* that must be carefully considered in the control of helminth infections:

- brood mares are an important source of pasture contamination and should be wormed around foaling; mares should also be wormed before they go to stud and the selected stud should have a good worming policy in place;
- mares and foals should be wormed when they return home, preferably not with a benzimidazole (BZ) drug as resistance to BZ wormers is widespread;
- an autumn/winter treatment for arrested strongyle larvae or a tapeworm treatment may be advisable for foals and yearlings.

In flat race *training premises*, the risk of infection can usually be considered to be low despite the fact that most animals are 2-3 years of age and are still susceptible to infection. A treatment of all animals on arrival is recommended; a drug effective against both helminths and bots should be used, and in some cases a treatment against tapeworms may also be advised. Thereafter, if there is no access to grazing, no regular worming is required. Several surveys have shown that over 80% of young racehorses have faecal egg counts of less than 50 epg. However, the monitoring of animals through regular faecal egg counts is advisable.

*Competition yards* should be considered as medium/low risk depending on the management. There are mostly young adults in these yards and a broad spectrum anthelmintic treatment on arrival is advised. Again, unless there is frequent access to grazing, no further worming is required.

If turned out daily, it is advisable to collect droppings twice weekly; alternatively animals may be treated on the basis of results of regular individual faecal egg counts.

The infection risk in *shared premises and livery yards* may be high or low and generally depends on the own-



sitarie nel cavallo, vi è un generale consenso che l'uso dei farmaci antelmintici è tuttora necessario per mantenere gli animali in un buono stato di salute in modo che il parassitismo non influenzi le performance dell'animale. Vale la pena ricordare che per circa 40 anni e fino a pochi anni fa, prima che il diffondersi della farmacoresistenza avesse iniziato a porre seri problemi di efficacia, il controllo delle infestazioni elmintiche era quasi del tutto affidato all'uso regolare dei trattamenti, ripetuti a intervalli più o meno brevi. L'idea alla base di queste strategie era quella di mantenere il più basso possibile il numero di parassiti adulti nel tratto gastrointestinale in modo da limitare la contaminazione del pascolo con le uova (Drudge e Lyons, 1966): *“un efficace programma di controllo dei parassiti deve essere visto come un intervento a lungo termine prima che se ne possano raggiungere e mantenere i risultati desiderati. Generalmente un prolungato programma di trattamento è necessario per ridurre il potenziale infestante a un livello subclinico, e i trattamenti devono essere continuati per mantenere basso il potenziale”*. Oltre all'idea base di strategie che prevedevano l'uso regolare del farmaco ogni 6-8 settimane anche negli animali adulti, va considerata l'efficacia degli antelmintici all'inizio degli anni '60. A quel tempo il maggior obiettivo del controllo erano le larve in migrazione di *S. vulgaris* e solo ripetuti e ravvicinati trattamenti con farmaci adulticidi potevano, almeno in parte, conseguire l'obiettivo. Inoltre nessun trattamento era somministrato nei riguardi dei cestodi. Oggigiorno l'obiettivo dei moderni programmi di controllo è soprattutto quello di mantenere la carica parassitaria a un basso livello, tale da non interferire con la crescita dei giovani soggetti e con le performance dell'animale, consentendo nel contempo lo sviluppo di una risposta immunitaria efficace. Tale obiettivo può essere raggiunto controllando la popolazione di parassiti adulti eliminatori di uova e causa della contaminazione ambientale. Anche l'alimentazione gioca un ruolo fondamentale e la dieta deve essere adeguata alle prestazioni dei singoli soggetti.

Un buon controllo parassitario si basa quindi sulla corretta gestione del pascolo e l'uso razionale del farmaco antelmintico e dipende da vari fattori quali:

- la stagione
- il numero di soggetti sul pascolo
- l'età degli animali
- se vi è, o no, accesso al pascolo
- se le feci sono, o meno, raccolte dal pascolo.

L'intervallo tra i trattamenti deve essere il più prolungato possibile senza compromettere il controllo. I cavalli dovrebbero essere sistematicamente monitorati con esami delle feci *quantitativi* e trattati solo quando raggiungano valori soglia, ad esempio 200 upg nelle fattrici e 500 upg nei puledri (Molento et al., 2008). L'esame delle feci deve essere condotto regolarmente 15 giorni dopo ogni trattamento per verificarne l'efficacia delle misure di controllo ed estendere l'uso efficace del farmaco diminuendo il rischio di farmacoresistenza, in tal modo verranno anche ridotti i costi di un programma di controllo con trattamenti a intervalli regolari predeterminati. Ricordiamo che il numero di trattamenti può essere ridotto se le feci sono raccolte regolarmente dal pascolo, il numero di cavalli in scuderia non è elevato o se sono presenti solo soggetti adulti e se il pascolo è condiviso con bovini o ovicaprini.

ers' willingness to accept veterinary advice. Any control program should be designed and agreed after significant veterinary input. Such an approach may make it possible to reduce wormer costs by buying in bulk. Every owner must accept the program and there should be frequent checks that it is being applied to all animals. Wormer use should be kept to a minimum and, where possible, grassland management measures designed to minimise contamination and exposure to infection should be in place.

Any wormer program should also consider stomach bot infections. Broad-spectrum anthelmintic drugs such as the macrocyclic lactones are active against bot larvae, and the likelihood of infection can be assumed by the detection of *Gasterophilus* spp eggs either on the hair of the fetlocks of the forelegs, higher up on the legs and on the scapular region in Autumn/ early Winter, or the finding of bots in the faeces in late Spring. If infection is suspected, a suitable compound should be administered at the end of the season of adult fly activity, which depends on local weather conditions especially the arrival of the first frosts.

The increasing prevalence of tapeworm infections and the increased risk of severe clinical syndromes in some cases of heavy infections, suggests that control of these parasites should also be considered. Infection gradually builds up over the summer grazing period and it has been shown that there is serological, followed by coprological evidence of infection in foals exposed to infection for the first time (Höglund et al., 1998). In Italy, the prevalence of infection ranges from 8-10% in mares, 7-30% in yearlings and 3-21% in adult horses with the highest prevalences in animals at pasture and the greatest coprological evidence of infection from May to June (Scala et al., 2001; Perrucci et al., 2008). Most infected horses (80-90%) have low/moderate infections unlikely to cause a health problem but a minority have heavy infections (hundreds of worms) and clinical problems (colic/impaction) are more likely in this group. Proudman et al. (1998) have shown that 22% of non-surgical colic cases and 81% of ileal impactions may be associated with heavy infections. The forage mite intermediate hosts are on pasture from spring until late autumn/early winter and can survive the winter months in hay and other conserved forage. In this way, infection is also possible during the winter and in stabled animals. The mite prefers acidic soils such as moorland grazing and the risk of infection is higher in such areas; infection is less likely on ploughed and reseeded pasture. In the case of suspected high infection risk in horses on pasture, twice yearly prophylactic treatments are recommended as a cost effective way of reducing such a risk: one treatment in Autumn for infections acquired during the summer months and one in Spring to control infections acquired during late autumn and winter. Veterinary advisers should also encourage regular and frequent removal of faeces from pasture to reduce the source of infection for forage mites; this is also beneficial for the control of other parasites and for good pasture management.

La ragione per rallentare l'uso degli antelmintici è anche dettata dalla necessità di assicurare idonei "rifugi" ai parassiti: se concordiamo con il presupposto che la resistenza è la conseguenza della pressione selettiva esercitata dai trattamenti, il rapporto tra la porzione di popolazione parassitaria non esposta al farmaco e quella che ha già subito una selezione verso la resistenza è la chiave per mantenere l'efficacia dei farmaci.

La resistenza agli antelmintici è stata definita oltre 25 anni fa da Prichard (1980) come "una più elevata frequenza di individui, nell'ambito di una popolazione parassitaria, in grado di tollerare dosi di farmaco più elevate di quanto si verifica in una popolazione suscettibile della stessa specie e tale caratteristica è ereditabile". Da notare che già a quel tempo vi erano diverse segnalazioni di antelmintico-resistenza nei riguardi dei grossi e piccoli strongili negli USA e in Inghilterra. Il fenomeno è conseguente al fatto che già prima dell'uso di un determinato farmaco, uno o più geni di resistenza sono generalmente presenti nella popolazione parassitaria con frequenza molto bassa, non in grado di influire sulla sopravvivenza dell'insieme della popolazione e sull'efficacia del farmaco: ad esempio, per quanto riguarda i nematodi del cavallo, il 3% di individui di una popolazione suscettibile di strongili possiede di norma geni di resistenza ai benzimidazolici (Coles, 2002). La selezione verso la resistenza si verifica quando la frequenza degli individui resistenti aumenta all'interno della popolazione e questi contribuiscono in modo significativo sulle generazioni filiali (che possiedono geni di resistenza) rispetto agli individui suscettibili che soccombono a seguito del trattamento (Prichard et al., 1980). Ne deriva che più elevato è il polimorfismo genetico di una popolazione elmintica, maggiore sarà il tempo necessario per selezionare una popolazione di individui con elevata/predominante frequenza di alleli con caratteristiche di resistenza. Quindi i fattori che influiscono sul tasso di selezione verso la resistenza includono:

- l'entità del polimorfismo genetico nella popolazione parassitaria e l'iniziale frequenza di alleli di resistenza
- la biologia del parassita
- la porzione di popolazione animale sottoposta al trattamento e la sua frequenza
- eventuali interventi di *management* che possono influire sulla trasmissione dei parassiti
- la dose di farmaco
- l'estensione dei "rifugi".

Con il termine "rifugio" si intende la porzione di popolazione parassitaria non esposta a specifiche misure di controllo come ad esempio gli stadi a vita libera sul pascolo quando i cavalli sono sottoposti a trattamento antelmintico (van Wik, 2001). Dato che l'antelmintico-resistenza è un carattere ereditabile, i parassiti che sopravvivono trasmettono i geni della resistenza alla generazione filiale che col passare del tempo e quando sottoposti a ripetuti trattamenti con farmaci con meccanismo d'azione uguale, possono portare al predominare di ceppi resistenti all'interno della popolazione. In altre parole, è necessario mantenere un rapporto favorevole tra individui suscettibili e resistenti all'interno della popolazione parassitaria che può infestare l'animale. Tale rapporto favorevole può essere ottenuto rallentando il più possibile il numero di animali sottoposti a trattamento, la frequenza dei trattamenti ed evitando lo spostamento dei cavalli dopo il trattamento in un pascolo

## NEW STRATEGIES IN THE CONTROL OF PARASITIC INFECTIONS

Although many strategies have been suggested for alternative methods to control parasites in horses and minimise the risk of severe infections, there is general consent that the use of drugs remains necessary to maintain animal health and prevent parasitism influencing performance. For about 40 years, worm control has relied almost exclusively on regular prophylactic use of wormers (interval treatments). The rationale was to control the number of adult parasites in the gut lumen thus reducing egg output and subsequent pasture contamination to a low level (Drudge and Lyons, 1966). In their paper, these authors claimed that "*an effective parasite control program must be regarded as a long-term undertaking before desired results are achieved and maintained. Generally, a sustained schedule of treatments is necessary to reduce the potential to subclinical levels, and treatments must be continued to hold the potential to low levels*". The rationale for such intensive use of anthelmintics which were given at intervals of 6-8 weeks, was based on the efficacy of the antiparasitic compounds available at that time (the early 1960s). Then, the main target for control was the migrating stage of *S. vulgaris* and no tapeworm treatments were considered necessary. Nowadays, the aim of a modern control program has changed: the objective now is to keep overall worm burdens at a low level allowing the development of an efficient immune response. This can be accomplished by controlling the adult egg-laying parasites in the gut and therefore environmental contamination; this is designed to keep young animals healthy, ensuring no set-backs in growth and to allow the adult horse to perform to its maximum potential. Good nutrition is also extremely important.

A good parasite control programme is therefore based on good pasture management and the rational use of wormers.

This depends on many factors including:

- time of year
- stocking density (horses/acre)
- age of animals
- whether dung removal is practised
- whether there is access to grazing.

The treatment interval should be as long as possible without compromising control. Regular monitoring of faecal egg counts 14 days after each treatment will help assess the effectiveness of a drug-based control programme and by treating only on the evidence of positive faecal egg counts (e.g.: more than 200 epg in adult horses; Molento et al., 2008), such practices may extend the useful life of wormers by slowing down the risk of development of resistance, and reduce the overall expense of regular unmonitored treatments. Treatment frequencies can also be reduced if faeces are picked up from pasture, the stocking rate is low or only adult horses are present; also if egg counts are regularly monitored, cattle or sheep graze the paddocks or pasture larval burdens are reduced as for example, during periods of very hot and dry weather.

“pulito” (in questo modo il nuovo paddock sarebbe a rischio di essere infestato soprattutto da uova prodotte da parassiti resistenti).

Un altro punto critico è il dosaggio del farmaco, che deve essere corretto sulla base delle indicazioni del produttore e la cui efficacia dovrebbe essere sempre controllata tramite esami copromicroscopici. Un'altra strategia è quella del trattamento selettivo basato sul fatto che in generale circa il 20% dei cavalli in un gruppo di adulti elimina l'80% delle uova presenti sul pascolo. In questo caso la conta delle uova deve essere eseguita dopo ogni trattamento per identificare i soggetti forti eliminatori. Dopo di che solo questi animali saranno sottoposti a trattamento in modo sistematico (Döpfer et al., 2004; Nielsen et al., 2006). Questa strategia si è dimostrata efficace e può essere utilizzata nelle strutture “chiuse”.

Quale criterio generale, ci sono due periodi di rischio, in cui il trattamento antielmintico può aiutare a mantenere un livello accettabile di parassitismo: uno in primavera/estate allo scopo di controllare l'eliminazione delle uova e contenere il livello di infestazione del pascolo e il secondo in autunno/inverno al fine di controllare il numero delle larve dei piccoli strongili nella mucosa intestinale e, se del caso, di cestodi. Le larve dei piccoli strongili si accumulano nella parete intestinale nel corso dell'autunno/inverno e generalmente la malattia si manifesta durante questo periodo. Il trattamento deve essere somministrato ai soggetti a rischio a partire da ottobre e potrebbe essere necessario ripetere il trattamento nel tardo inverno. Inoltre, è consigliabile il trattamento dei soggetti di nuova immissione nell'allevamento/scuderia in qualunque momento dell'anno. Da notare che “a rischio” vanno considerati i soggetti giovani, soprattutto soggetti in svezzamento e yearling, i soggetti recuperati, quelli con coliche di incerta origine o che non superino la stagione invernale in buone condizioni e quelli tenuti in condizioni di eccessiva densità senza trattamento antielmintico.

Nella Tabella 5 sono riportati gli antielmintici di comune impiego nel cavallo, il gruppo farmacologico di appartenenza, il meccanismo d'azione e il loro spettro d'efficacia. Da notare che gli antielmintici che appartengono allo stesso gruppo hanno meccanismi d'azione uguali. Ciò implica che l'alternanza stagionale dei farmaci, che è uno dei metodi più comunemente utilizzati per rallentare il rischio di resistenza, non deve essere mai fatto con farmaci dello stesso gruppo, che presentino il medesimo meccanismo d'azione. Consigliata è anche la rotazione su base annuale di farmaci non imparentati sul piano chimico. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta del farmaco per il trattamento contro *P. equorum* del puledro a partire da 6-8 settimane di età. Gli antielmintici devono essere sempre utilizzati in base alle indicazioni e ai dosaggi consigliati in etichetta e i proprietari dovrebbero seguire con attenzione l'indicazione del veterinario.

La corretta gestione del pascolo contribuisce anch'essa in modo significativo a un efficace controllo delle infestazioni:

- quando possibile, le feci devono essere raccolte dal pascolo una o due volte alla settimana; è inoltre raccomandabile fare pascolare i cavalli con bovini o pecore: queste pratiche riducono in modo significativo la contaminazione del pascolo e consentono di mantenere al meglio l'area di pascolo;

The rationale behind the “slow down” in the use of wormers is also presumed to be beneficial in that it affords an opportunity to ensure a suitable *refugia* for populations of worms which remain susceptible to anthelmintics. If we agree with the assumption that anthelmintic resistance is a consequence of the selection pressure caused by frequent anthelmintic treatments, the balance between the portion of the parasite population not exposed to an anthelmintic compound and the population already “selected” for anthelmintic resistance is important in terms of the useful life of any wormer.

Anthelmintic resistance has been defined more than 25 years ago by Prichard et al. (1980) as a greater frequency of individuals within a parasite population able to tolerate doses of a compound than in a normal population of the same species and this resistance is heritable. At that time, there were already several reports of resistance of the large and small strongyles to phenothiazine and benzimidazole compounds both in the UK and USA. The rationale behind the development of resistance is that before any anthelmintic was first used, the gene or genes expressing resistance were usually present in a susceptible population at a very low frequency (e.g.: 3% in the case of BZ resistance; Coles, 2002). Presumably these parasites had no survival advantage compared with those with susceptible genes otherwise they would quickly have become more common and drug treatment would therefore have been ineffective. Selection for resistance occurs when the frequency of resistant individuals increases as a result of survivors of treatment making a greater contribution to succeeding generations than worms which succumb to treatment (Prichard et al., 1980). As a consequence, the higher the genetic polymorphism of a parasitic population, the more time will be necessary to select a population of individuals with a high/predominant frequency of contributing resistance alleles. Thus, factors that will affect the rate of selection for anthelmintic resistance include:

- the extent of genetic polymorphism in the population and the initial frequency of resistance alleles
- the biology of the nematode
- the treatment coverage and frequency
- management practices which may impact on parasite transmission
- drug dosage
- the extent of *refugia*.

*Refugia* has been defined as the proportion of parasites that are not exposed to a specified control measure, such as the number of pre-parasitic worm stages on pasture when the horses are being de-wormed (van Wyk, 2001). Since anthelmintic resistance is a heritable phenomenon, any surviving worms pass on the genes for resistance to their offspring, which over time and following the continued use of anthelmintics of the same class, can lead to resistant strains predominating within the parasite population. In other words, it is necessary to maintain a favourable balance of susceptible individuals to resistant individuals within the parasite population that can infect horses. It can be achieved by slowing, as far as possible, the number of treated horse



**Tabella 5**  
Farmaci antiparassitari per il trattamento dei nematodi, cestodi e gasterofili

Gruppo	Meccanismo d'azione	Principio attivo	Attività
Lattoni macrociclici	Potenziamento del trasmettitore inibitorio GABA e interazione con il glutammato con iperpolarizzazione della cellula muscolare per influsso di ioni Cl <sup>-</sup> e paralisi flaccida del parassita	Ivermectina Moxidectina	Nematodi, larve di gasterofili Nematodi, larve di gasterofili
Benzimidazoli	Inibizione della sintesi della tubulina, interferenza con il metabolismo energetico, disaccoppiamento della fosforilazione ossidativa	Fenbendazolo Mebendazolo	Nematodi Nematodi
Tetraidropirimidine	Agonisti colinergici, interferenza con la coordinazione neuromuscolare e conseguente paralisi spastica	Pirantel pamoato	Nematodi, cestodi a dose doppia (13,2 mg/kg p.v. pirantel base)
Chinoloni	Influsso di ioni Ca <sup>++</sup> e conseguente paralisi spastica del parassita, danneggiamento della cuticola	Praziquantel	Cestodi (vermi piatti)
Associazioni		Ivermectina + praziquantel moxidectina + praziquantel	Nematodi, larve di gasterofili, cestodi Nematodi, larve di gasterofili, cestodi

**Table 5**  
Anthelmintics for horses in Italy

Group	Mode of action	Active ingredient	Activity
Macrocyclic lactones	Potential of inhibitory transmitters by binding to glutamate-gated chloride channels and consequent flaccid paralysis	Ivermectin Moxidectin	Nematodes, bot larvae Nematodes, bot larvae
Benzimidazoles	Inhibition of tubulin polymerization, interference with energy metabolism, uncouplers of oxidative phosphorylation	Fenbendazole Mebendazole	Nematodes Nematodes
Tetrahydropyrimidines	Cholinergic agonists, interference with neuromuscular coordination and consequent tonic paralysis	Pyrantel pamoate	Nematodes, tapeworms at twice the normal dose rate
Quinolones	Influx of Ca <sup>++</sup> and consequent tonic paralysis of the parasite, tegument damage	Praziquantel	Tapeworms
Combinations		Ivermectin + praziquantel Moxidectin + praziquantel	Nematodes, bot larvae, tapeworms Nematodes, bot larvae, tapeworms

- l'erpicazione e il taglio del paddock consentono di esporre i parassiti agli effetti letali dovuti alla scarsa umidità e all'azione dei raggi solari;
- controllare le erbe infestanti per mantenere il più estesa possibile l'area di pascolo e prevenire possibili avvelenamenti da senecio (*Senecio* spp.).

## ANTIELMINTICO-RESISTENZA IN ITALIA

I primi dati di antielmintico-resistenza nel cavallo in Italia sono stati pubblicati nel 1992 quando, in una indagine svolta tra il 1990 e il 1991, la presenza di strongili resistenti ai benzimidazoli fu osservata in più del 20% dei cavalli in tre allevamenti del nord Italia (Genchi et al., 1992). Il dato fu confermato in una successiva indagine su 698 cavalli sempre in allevamenti del nord Italia dove strongili resistenti sono stati osservati nel 37% dei cavalli esaminati (Genchi et al., 1994). Il fenomeno era già stato segnalato

(treatment coverage), the frequency of treatments and avoiding the movement of animals on to a "clean" pasture after treatment (in this way the new paddock would be contaminated mostly by the eggs from resistant worms). Another critical point is the drug dosage, which must always be according to manufacturers' recommendations; also important is to assess, by faecal examination, the actual efficacy of treatments. Parasite control by selective treatment can also be adopted based on the fact that usually 20% of horses in any adult group contribute to 80% of eggs shed on to pasture. In this case, egg counts have to be carried out at every treatment point over a year to identify the consistent egg shedders. In future years, only these horses might be treated (Döpfer et al., 2004; Nielsen et al., 2006). Such a strategy has been shown to be effective and could be suitable for "closed" premises.

Tabella 6

Efficacia dell'ivermectina e del pirantel pamoato nel trattamento delle infestazioni da *Parascaris equorum* nei puledri

	UPG			RUPG	
	Giorno 0	Giorno 14	Giorno 21	Giorno 14	Giorno 21
All 1 IVM	880	20	50	98% <sup>1</sup> - 98% <sup>2</sup>	96% <sup>1</sup> - 95% <sup>2</sup>
PYR	790	10	0	99% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	925	925	900		
All 2 IVM	892	287	255	63% <sup>1</sup> - 64% <sup>2</sup>	68% <sup>1</sup> - 69% <sup>2</sup>
PYR	1033	0	0	100% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	850	783	817		
All 3 IVM	775	179	177	72% <sup>1</sup> - 73% <sup>2</sup>	73% <sup>1</sup> - 75% <sup>2</sup>
PYR	900	3	0	99% <sup>1</sup> - 100% <sup>2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	583	637	670		
All 4 IVM	642	14	10	98% <sup>1,2</sup>	98% <sup>1,2</sup>
PYR	622	4	2	99,5% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	682	703	720		
All 5 IVM	588	78	132	90% <sup>1</sup> - 87% <sup>2</sup>	84% <sup>1</sup> - 78% <sup>2</sup>
PYR	740	0	0	99,9% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	798	810	827		

UPG: uova per grammo di feci; RUPG: riduzione del numero di UPG ai vari tempi di controllo dopo trattamento; <sup>1</sup> percentuale di riduzione calcolata in base alla media aritmetica; <sup>2</sup> percentuale di riduzione calcolata in base alla media geometrica; IVM: ivermectina; PYR: pyrantel pamoato; Cntr: puledri controllo, non trattati.

nel 1974 in Inghilterra nel 1971 (Round et al., 1974) e nel 1983 da Bauer et al. (1983) in Germania.

Recentemente Traversa et al. (2007) in una indagine su cavalli di 16 scuderie del centro e del sud Italia hanno trovato cyathostomi resistenti al fenbendazolo e al pirantel pamoato rispettivamente nel 37% dei soggetti e nel 12,5% delle scuderie. In questa indagine i lattoni macrociclici sono risultati efficaci.

Per quanto riguarda *P. equorum* nei puledri, le segnalazioni di resistenza in Europa (Boersema et al., 2002; Stoneham and Coles, 2006; van Samson-Himmelstjerna et al., 2007; Schougaard and Nielsen, 2007; Lindgren et al., 2008) sembrano dimostrare che i lattoni macrociclici, quali l'ivermectina e la moxidectina, non siano i farmaci di scelta nel trattamento del parassita (Traill, 2008). Il dato è stato confermato in una indagine svolta in 5 allevamenti in Italia dove la resistenza è stata valutata usando sia la media aritmetica (Coles et al., 1992), sia la media geometrica (Dash et al., 1988) per calcolare la diminuzione del numero di uova emesse con le feci dopo trattamento (Tab. 6). Popolazioni resistenti di *P. equorum* nei confronti dell'ivermectina sono state trovate in due allevamenti, mentre il dato era equivoco in uno e in 2 il farmaco è risultato efficace (Veronesi et al., 2009). In tutti gli allevamenti il pirantel pamoato alla dose di 13,2 mg/kg pv è risultato pienamente efficace.

## Parole chiave

*Cavallo, elminti gastrointestinali, gasterofili, controllo, trattamento.*

Table 6

Efficacy of ivermectin and pyrantel pamoate against *Parascaris equorum* in foals at the different study times

	EPG			FECR	
	Day 0	Day 14	Day 21	Day 14	Day 21
Farm 1 IVM	880	20	50	98% <sup>1</sup> - 98% <sup>2</sup>	96% <sup>1</sup> - 95% <sup>2</sup>
PYR	790	10	0	99% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	925	925	900		
Farm 2 IVM	892	287	255	63% <sup>1</sup> - 64% <sup>2</sup>	68% <sup>1</sup> - 69% <sup>2</sup>
PYR	1033	0	0	100% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	850	783	817		
Farm 3 IVM	775	179	177	72% <sup>1</sup> - 73% <sup>2</sup>	73% <sup>1</sup> - 75% <sup>2</sup>
PYR	900	3	0	99% <sup>1</sup> - 100% <sup>2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	583	637	670		
Farm 4 IVM	642	14	10	98% <sup>1,2</sup>	98% <sup>1,2</sup>
PYR	622	4	2	99.5% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	682	703	720		
Farm 5 IVM	588	78	132	90% <sup>1</sup> - 87% <sup>2</sup>	84% <sup>1</sup> - 78% <sup>2</sup>
PYR	740	0	0	99.9% <sup>1,2</sup>	100% <sup>1,2</sup>
Cntr	798	810	827		

EPG: egg per gram of feces; FECR: fecal egg count reduction after 14 and 21 days from treatment, the FECR was calculated using; <sup>1</sup> arithmetic mean; <sup>2</sup> geometric mean; IVM: ivermectin; PYR: pyrantel pamoate; Cntr: untreated foals.

As a general rule, there are two infection risk periods when the use of a wormer can help to maintain an acceptable level of parasitism. In spring/summer with the aim of keeping strongyle egg shedding to a minimum and thus keeping pasture contamination at a low level. The second period is autumn/winter where the aim is to reduce numbers of mucosal small strongyle larvae (and, if necessary, tapeworms). Small strongyle larvae accumulate in the gut lining in the autumn/winter and clinical disease is usually seen during the end of that period and during early spring.

A suitable treatment is advised for "at risk" horses any time from October onwards: repeat treatments may be necessary in late winter and all newcomers should receive a larvicidal treatment on arrival at any time of year. It should be emphasised that young horses, especially weanlings and yearlings, rescue horses, horses with a history of unexplained colic, horses that do not do well over the winter months despite good feeding and horses that have been kept in overcrowded conditions with no worm control programme in place have to be considered "at risk horses".

The major wormer groups, their mode of action and spectra of activity are shown in Table 5. It should be noted that anthelmintic drugs belonging to the same pharmacological group share the same mode of action. This implies that within season alternation with anthelmintics, which is often recommended to slow down the risk of development of resistance, must never be

## Bibliografia/References

1. Bauer von C, Gandras R, Stoye M, Bürger H-J (1983) Eine Feldstudie zur Anthelminthika-Resistenz von Strongyliden bei Pferden. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 96, 312-316.
2. Biglietti G, Garbagnati B (2002) Coliche verminose nel cavallo: 12 casi. *Ippologia* 13, 25-32.
3. Boersema JH, Eysker M, Nas JW (2002) Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. *Vet Rec* 150, 279-81.
4. Clayton HM, Duncan JL (1978) Clinical signs associated with *Parascaris equorum* in worm-free pony foals and yearlings. *Vet Parasitol* 4, 69-78.
5. Cogley TP, Cogley MC (1999) Inter-relationship between *Gasterophilus* larvae and the horse's gastric and duodenal wall with special reference to penetration. *Vet Parasitol* 86, 127-142.
6. Cogley TP, Cogley MC (2000) Field observations of the host-parasite relationship associated with common horse bot fly, *Gasterophilus intestinalis*. *Vet Parasitol* 88, 91-105.
7. Coles GC (2002) Sustainable use of anthelmintics in grazing animals. *Vet Rec* 151, 165-169.
8. Coles GC, Bauer C, Borgsteede FHM, Geerts S, Klei TR, Taylor MA, Weller PJ (1992) World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol* 44, 35-44.
9. Cribb NC, Coté NM, Bouré LP, Peregrine AS (2006) Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985-2004). *New Zealand Vet J* 54, 338-343.
10. Dash KM, Hall E, Barger IA (1988) The role of arithmetic and geometric worm egg counts in faecal egg count reduction test and in monitoring strategic drenching programs in sheep. *Austr Vet J* 65, 66-68.
11. Döpfer D, Kerssens CM, Meijer YGM, Boersema JH, Eysker M (2004) Shedding consistency of strongyle-type eggs in dutch boarding horses. *Vet Parasitol* 124, 249-258.
12. Drudge JH, Lyons ET (1966) Control of internal parasites of horses. *J Am Vet Med Ass* 148, 378-383.
13. Duncan JL, Pirie HM (1972) The life cycle of *Strongylus vulgaris* in the horse. *Res Vet Sci* 13, 374-379.
14. Edwards GB (1986) Surgical management of intussusception in the horse. *Equine Vet J* 18, 313-321.
15. Genchi C (2005) Unpublised data.
16. Genchi C, Malnati G (1977) Infestazione naturale del puledro per via galattogena da *Strongyloides westeri*. *Parassitologia* 18, 41-44.
17. Genchi C, Di Sacco B, Traldi G, Nogara B, Quintavalla F (1992) Prime osservazioni in Italia sulla resistenza dei piccoli strongili del cavallo (*Cyathostominae*) ai benzimidazoli ed efficacia del pyrantel pamoato. *Ippologia* 3, 77-80.
18. Genchi C, Traldi G, Di sacco B, Tassi P (1994) Anthelmintic resistant nematodes in farma animals in Italy. In: Coles GC, Borgsteede FHM, Gerts S, EDS.: Anthelmintic resistance in nematodes of farm animals, a seminar organized for the European Commission, held in Brussels from 8 to 9 November 1993. PP 107-113.
19. Giangaspero A, Lia R, Vovlas N, Otranto D (1999) Occurrence of *Thelazia lacrymalis* (Nematoda, Spirurida, Thelaziidae) in naive horses in Italy. *Parassitologia* 41, 545-548.
20. Höglund J, Nilsson O, Ljungström BL, Hellander J, Lind EO, Uggla A (1998) Epidemiology of *Anoplocephala perfoliata* infection in foals on a stud farm in south-western Sweden. *Vet Parasitol* 75, 71-79.
21. Lichtenfels JR, Kahrchenko VA (2008) Identification keys to strongylid nematode parasites of equids. *Vet Parasitol* 156, 1-161.
22. Lindgren K, Ljungvall Ö, Nilsson O, Ljungström B-L, Lindahl C, Höglund J (2008) *Parascaris equorum* in foals and their environment on a Swedish stud farm, with notes on treatment failure on ivermectin. *Vet Parasitol* 151, 337-343.
23. Love S, Duncan JL (1992) The development of naturally acquired cyathostome infections in ponies. *Vet Parasitol* 44, 127-142.
24. Molento MB, Antunes J, Bentes RN, Coles GC (2008) Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. *Vet Rec* 162, 384-385.
25. Murphy D, Love S (1997) The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Vet Parasitol* 70, 99-110.
26. Nielsen MK, Haaning N, Olsen SN (2006) Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. *Vet Parasitol* 135, 333-335.
27. Otranto D, Milillo P, Capelli G, Colwell DD (2005) Species composition of *Gasterophilus* spp. (Diptera, Oestridae) causing equine gastric myiasis in southern Italy: parasite biodiversity and risks for extinction. *Vet Parasitol* 133, 111-118.
28. Owen R, Jagger DW, Quan-Taylor R (1988) Caecal intussusception in horses and the significance of *Anoplocephala perfoliata*. *Vet Rec* 124, 562-563.
29. Pence DB (1992) Helminth community of mammalian hosts: concepts at the infracommunity, component and compound community levels. In: Esch G, Bush A, Aho J, EDS.: Parasite communities: patterns and procedures. Chapman and Hall, London, New York. PP 233-260.

with drugs belonging to the same pharmacological group. Rotation of chemically unrelated wormers on an annual basis is also often advised. Particular care must be taken when treating foals from 6-8 weeks of age as these animals often require an anthelmintic with high efficacy against *P. equorum*.

Wormers must always be used according to label information, especially with regard to the safety in use section. Finally, owners should always be encouraged to seek veterinary advice on parasite control.

Various pasture management measures can also contribute greatly to the effective control of horse parasites:

- where possible, collect faeces from pasture weekly or preferably twice weekly;
- graze paddocks with cattle or sheep; this will reduce the numbers of equine parasite stages present on the pasture and will improve the quality of the grazing;
- harrow and top paddocks in dry weather; this exposes parasites to the lethal effect of sunlight and drying;
- control weeds to maximise the grazing area and prevent health problems such as ragwort poisoning.

## ANTHELMINTIC RESISTANCE IN ITALY

The first data on anthelmintic resistance in Italy were published in 1992. The presence of BZ-resistant worms was found in more than 20% of horses from 3 farms (Genchi et al., 1992). This finding was confirmed in a subsequent survey on 698 horses from several farms in northern Italy where anthelmintic resistance to febantel and mebendazole accounted for 37% of the horses examined (Genchi et al., 1994). Recently, Traversa et al. (2007) in a survey of 16 horse stables in central and southern Italy found cyathostomes resistant to fenbendazole and pyrantel in 37.5% and 12.5% of farms, respectively, while macrocyclic lactones (ivermectin and moxidectin) remained fully active.

With regard to treatment against *Parascaris equorum* in foals, recent reports of resistance in Europe (Boersema et al., 2002; Stoneham and Coles, 2006; van Samson-Himmelstjerna et al., 2007; Schougaard and Nielsen, 2007; Lingren et al., 2008) have suggested that macrocyclic lactones, such as ivermectin and moxidectin are not the drugs of choice for the treatment of *P. equorum* (Traill, 2008).

This has been confirmed in a survey carried out in 5 Italian stud farms where resistance was assessed using both geometric means (Dash et al., 1988) and arithmetic means (Coles et al., 1992) for the calculation of egg count reductions after treatment (Table 6). *P. equorum* populations resistant to ivermectin have been found in two farms, the data was equivocal in one and the drug was effective in the remaining two. On all farms, pyrantel pamoate given at 13.2 mg/kg b.w. was highly efficient.

## Key words

*Horse, gastrointestinal helminthic infections, Gasterophilus spp., control, treatment.*



30. Perrucci S (2009) Anoplocephalidae (cestoda, cyclophylliea) infections in horses of Tuscany (Italy). *Ippologia*, 20(1):15-32.
31. Pilo C, Altea A, Fois MP, Scala A, Genchi C (2008) Equine gasterophilosis in Sardinia (Italy): annual trends of bot eggs laying in different topographic regions and of larvae in gastro-intestinal tract of horse. *Xth European Multicolloquium of Parasitology Paris*, August 24th-28th 2008, P 182.
32. Pilo C, Scala A, Altea A, Mula P, Garippa G, Genchi M, Genchi C (2007) Is *Strongylus vulgaris* still a problem in Sardinian horses? Abstract of 21st International Conference for the Advancement of Veterinary Parasitology. *Gent* 19th-23rd August 2007, P 377.
33. Prichard RK, Hall CA, Kelly JD, Martin ICA, Donald AD (1980) The problem of anthelmintic resistance in nematodes. *Austr Vet J* 56, 239-251.
34. Principato M (1989) Observations on the occurrence of five species of *Gasterophilus* larvae in free-ranging horses in Umbria, Italy. *Vet Parasitol* 31, 173-177.
35. Proudman CJ, French NP, Trees AJ (1998) Tapeworm infection is a significant risk factor for spasmodic colic in the horse. *Equine Vet J* 30, 194-199.
36. Proudman CJ, Holdstock NB (2000) Investigation on an outbreak of tapeworm-associated colic in a training yards. *Equine Vet J, Suppl* 32, 37-41.
37. Proudman CJ, Trees AJ (1999) Tapeworms as a cause of intestinal disease in horses. *Parasitol Today* 15, 156-159.
38. Ricci M, Sabatini A (1992) Notizie sugli elminti parassiti del cieco e del colon degli equini in Italia. *Parassitologia* 34, 53-60.
39. Rinaldi R, Iacobini S, Genchi M, Genchi C (2004) Sicurezza d'impiego ed efficacia di moxidectin e praziquantel nel trattamento antielmintico di cavalle gravide e puledri. *Ippologia* 15, 5-9.
40. Round MC, Simpson DJ, Haselden CS, Glendinning ESA, Baskerville RE (1974) Horse strongyles' tolerance to anthelmintics. *Vet Rec* 96, 517-518.
41. Scala A, Montinaro S, Pintori A (2001) Epidemiologia delle infestazioni da anoplocefalidi negli equini in Sardegna. *Atti Soc It Sci Vet* 55, 197-198.
42. Schougaard H, Nielsen MK (2007) Apparent ivermectin resistance of *Parascaris equorum* in foals in Denmark. *Vet Rec* 160, 439-440.
43. Stephen JO, Corley KT, Jonston JK, Pfiffer DU (2004) Small intestine volvulus in 115 horses: 1988-2000. *Vet Surg* 33, 333-339.
44. Stoneham S, Coles G (2006) Ivermectin resistance in *Parascaris equorum*. *Vet Rec* 158, 572.
45. Traill P (2008) *Parascaris equorum* resistance to moxidectina? *Vet Rec* 162, 491.
46. Traversa D, Iorio R, Capelli G, Paoletti B, Bartolini R, Otranto D, Giangaspero A (2006) Molecular cross-sectional survey of gastric habronemosis in horses. *Vet Parasitol* 141, 285-290.
47. Traversa D, Fichi G, campigli M, Rondolotti A, Iorio R, Proudman CJ, Pellegrini D, Peducci S (2008) A comparison of coprological, serological and molecular methods for the diagnosis of horse infection with *Anoplocephala perfoliata* (Cestoda, Cyclophyllidae). *Vet Parasitol* 152, 271-277.
48. Traversa D, Klei TR, Iorio R, Paletti B, Lia RP, Otranto D, Sparagano OAE, Giangaspero A (2007) Occurrence of anthelmintic resistant equine cyathostome populations in central and southern Italy. *Vet Parasitol* 82, 314-320.
49. von Samson-Himmelstierna G, Fritzen B, Demeler J, Schür S, Rohn K, Schneider T, Epe C (2007) Cases of reduced egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on Germany horse farm. *Vet Parasitol* 144, 74-80.
50. van Wyk JA (2001) Refugia-overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J Vet Res* 68, 55-67.
51. Veronesi F, Moretta I, Moretti A, Piergili Fioretti D, Genchi C (2009) Field effectiveness of pyrantel and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment in Italia horse farms. *Vet Parasitol* doi:10.1016/j.vetpar.2009.01.004.



## Università degli Studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Patologia e Sanità animale

Richiesta collaborazione scientifica

Si richiede collaborazione scientifica ad ippisti operanti preferibilmente nelle regioni del centro-sud Italia nell'ambito di un progetto di ricerca relativo allo studio dei meccanismi eziopatogenetici alla base del sarcoide equino.

Tale collaborazione consiste nella segnalazione di casi al fine di prelevare campioni di sarcoide per effettuare la diagnosi istopatologica che non avrà costi né per il proprietario né per il Medico Veterinario curante.

Si intende che la partecipazione implica la citazione in eventuali lavori scientifici. Infine, la collaborazione scientifica potrà svolgersi secondo ulteriori modalità da concordare.

*Per contatti e dettagli:*

**Prof. Giuseppe Borzacchiello**

Dipartimento di Patologia e Sanità animale - Facoltà di Medicina Veterinaria  
Università degli Studi di Napoli Federico II - Via F. Delpino, 1 - 80137 Napoli

Tel. 081 2536467 - Cell. 338 3626344

e-mail: borzacch@unina.it