



Corso
Selvaggina cacciata,
commercializzazione e ristorazione
23 OTTOBRE 2013

Malattie a trasmissione alimentare
(con particolare riferimento alla selvaggina)

Franco Giovanetti

Dipartimento di Prevenzione ASL CN2 Alba Bra

Il problema dal punto di vista della salute pubblica

- Le popolazioni della fauna selvatica spesso albergano, anche silenziosamente, agenti patogeni
- Contatto diretto con sangue / tessuti
- Aumentano i rischi di trasmissione di malattie

Fauna selvatica / allevamenti

- Il bestiame può servire da intermediario della trasmissione di zoonosi tra la fauna selvatica e gli esseri umani
- Es.: influenza aviaria
- Rischio di zoonosi tra i lavoratori a contatto con il bestiame

Fattori di rischio

- Prevalenza del patogeno
- Interazione specie umana / fauna selvatica tramite la caccia, la macellazione, il consumo

Perché le MTA emergono?

- Globalizzazione dell'approvvigionamento alimentare
- Introduzione di agenti patogeni in nuove aree geografiche
- Viaggiatori, rifugiati e immigrati esposti a patogeni di origine alimentare non noti al loro sistema immunitario
- Cambiamenti nei microrganismi: evoluzione di nuovi agenti patogeni, sviluppo della resistenza agli antibiotici, variazioni nella capacità di sopravvivere in condizioni ambientali avverse.

Perché le MTA emergono?

- Cambiamenti nella popolazione umana: sono più numerose le persone con immunodepressione (da patologie o da farmaci immunosoppressori)
- Cambiamenti nello stile di vita: molte più persone consumano piatti preparati. In molti Paesi, l'espansione degli stabilimenti di ristorazione non coincide con una maggiore conoscenza delle misure di sicurezza alimentare e controllo

Di che cosa parleremo

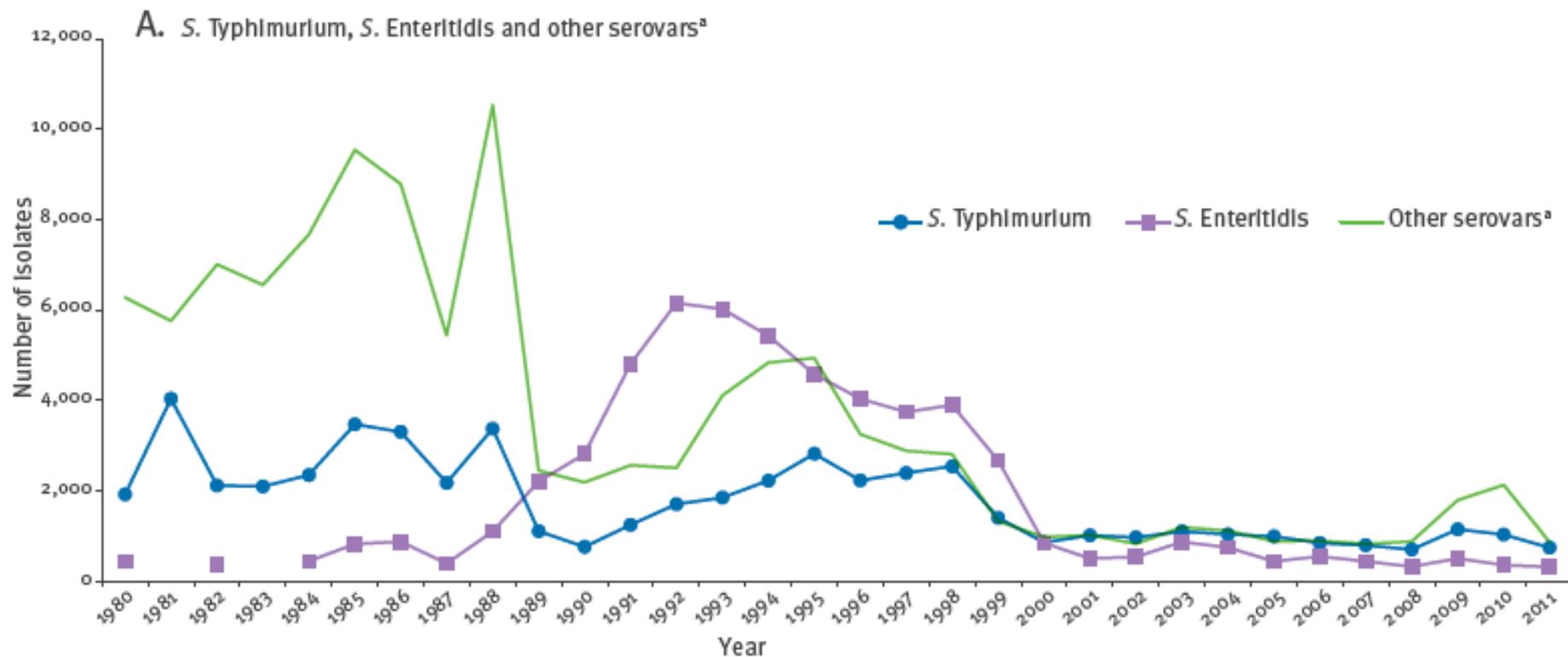
- Malattie a trasmissione alimentare, con particolare riferimento al consumo di selvaggina:
 - Salmonellosi
 - Campylobacteriosi
 - E. coli patogenico
 - Listeriosi
 - Toxoplasmosi
 - Trichinosi
 - Epatite E
 - Tossicità da Pb

Salmonellosi

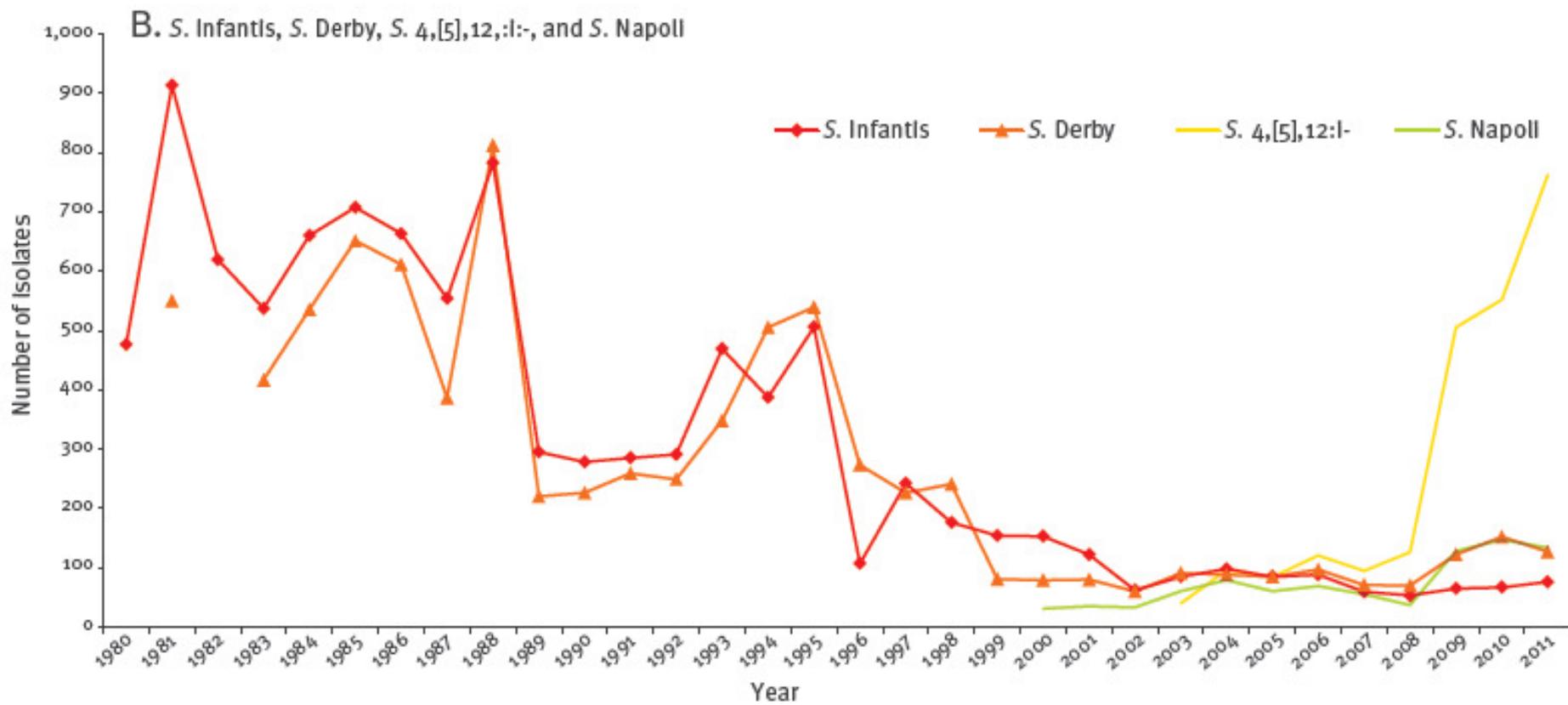
Salmonella: dove si trova?

- In tutte le specie:
 - mammiferi
 - uccelli
 - rettili
 - anfibi
 - pesci
 - invertebrati
- Alcuni sierotipi hanno spettro d'ospite ristretto

Temporal trend of the top six reported *Salmonella enterica* serovars, Italy, 1980–2011 (n=229,279)



Graziani C, Mughini-Gras L, Owczarek S, Dionisi AM, Luzzi I, Busani L. Distribution of *Salmonella enterica* isolates from human cases in Italy, 1980 to 2011. *Euro Surveill.* 2013;18(27):pii=20519. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20519>



Graziani C, Mughini-Gras L, Owczarek S, Dionisi AM, Luzzi I, Busani L. Distribution of *Salmonella enterica* isolates from human cases in Italy, 1980 to 2011. *Euro Surveill.* 2013;18(27):pii=20519. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20519>

Come si trasmette

Trasmissione:

- cibo o acqua contaminati
 - carne: pollame, uccelli selvatici, carne di maiale
 - uova
- cibo impropriamente preparato
- contatto con rettili (es. tartarughe domestiche)

Fattori di rischio

TABLE 21-3 Factors Increasing Susceptibility to Salmonellosis

Location or Factor	Specific Condition
Stomach	Achlorhydria Gastric Surgery
Intesline	Antibiotic administration Gastrointestinal surgery ? Idiopathic inflammatory bowel disease
Hemolytic Anemias	Especially sickle cell anemia and other hemoglobinopathies
Impaired Systemic Immunity	Carcinomatosis, leukemias, lymphomas Diabetes mellitus, Immunosuppressive drugs, acquired immunodeficiency syndrome (AIDS),etc

Quadri clinici

- Gastroenterite (S. non tifoidee)
- Febbri enteriche (S. typhi - paratyphi)

Quadri clinici

- Incubazione:
 - Gastroenterite: 12 h - 3 giorni
 - Febbre enterica: 10 - 14 giorni
- Da forme asintomatiche a quadri severi

Gastroenterite

- Nausea, vomito, dolore addominale e diarrea (anche ematica)
- Cefalea, febbre, brividi, mialgia
- Grave disidratazione: neonati, anziani
- I sintomi si risolvono in 1 - 7 giorni
- Sequela: sindrome di Reiter (artrite reattiva)

Febbre enterica

- E' una salmonellosi sistemica
- *S. typhi*, *paratyphi* o altre specie
- Febbre, anoressia, cefalea, letargia, mialgia, stipsi
- Può essere fatale: meningite, setticemia

Campylobacteriosi

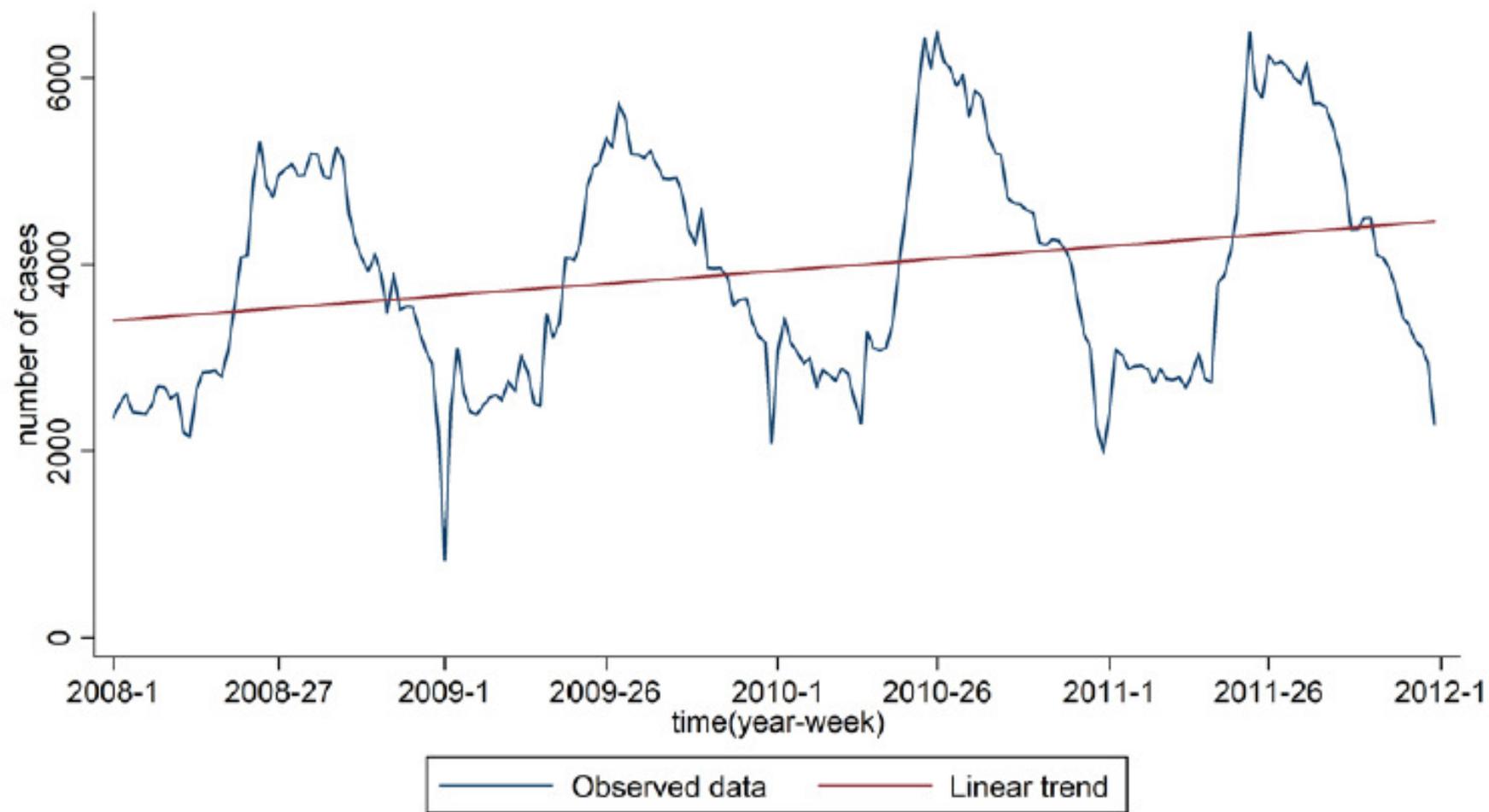
Campylobacter

- Colpisce l'intestino tenue
- Oltre l'80% e circa il 10% dei casi umani sono causati rispettivamente da *C. jejuni* e *C. coli*.
- Non riconosciuto come causa di MTA prima del 1975.
- Causa principale di gastroenterite batterica nell'uomo nei Paesi sviluppati
- Importante problema di Sanità Pubblica nell'Unione europea (pesanti ripercussioni anche a livello socio-economico)

Dove si trova

- Habitat: intestino
- Il serbatoio di amplificazione è rappresentato da tutti gli animali a sangue caldo, inclusi gli animali da allevamento (bovini, ovini, suini e pollame), oltre alla fauna selvatica e agli animali domestici.
- L'animale può essere portatore asintomatico

Figure CA1. Trend in reported confirmed cases of human campylobacteriosis in the EU, 2008-2011



Come si trasmette

Casi sporadici:

- carne di pollame cruda o poco cotta
(una sola goccia di succo di carne di pollo cruda può infettare una persona)
- manipolazione di pollame crudo, contaminazione crociata degli alimenti durante la preparazione
- contatto con materiale fecale infetto

Come si trasmette

Focolai epidemici:

- latte non pastorizzato
- acqua contaminata
- contaminazione crociata degli alimenti durante la preparazione del cibo

N.B. Diversamente da Salmonella, il consumo di uova non contribuisce alla campilobatteriosi umana: Campylobacter è raramente, se non mai, trasmesso verticalmente

Come si trasmette

- Basso rischio: carni di maiale e di ruminanti
- Rischio elevato: frattaglie crude di maiale e ruminanti, vegetali, molluschi bivalvi, se consumati crudi

Quadro clinico

- Diarrea (di solito acquosa)
- Le feci possono contenere sangue e leucociti
- Febbre
- Dolore addominale
- Nausea e vomito
- Cefalea
- Dolore muscolare

Possibili sequele

- Sindrome di Guillain-Barré
- Sindrome di Reiter
- Sindrome emolitico uremica
- Settlicemia → appendice, peritoneo, cuore, sistema nervoso, etc.

E. coli patogenico

E. coli: da utile saprofita...



...a patogeno intestinale



- 1) **ETEC** → E.COLI ENTEROTOSSIGENO
- 2) **VTEC/STEC/EHEC** → E.COLI ENTERO-EMORRAGICO → S.E.U
- 3) **EPEC** → E.COLI ENTERO-PATOGENO
- 4) **EIEC** → E.COLI ENTERO-INVASIVO
- 5) **EAEC o EAggEC** → E.COLI ENTERO-ADESIVO

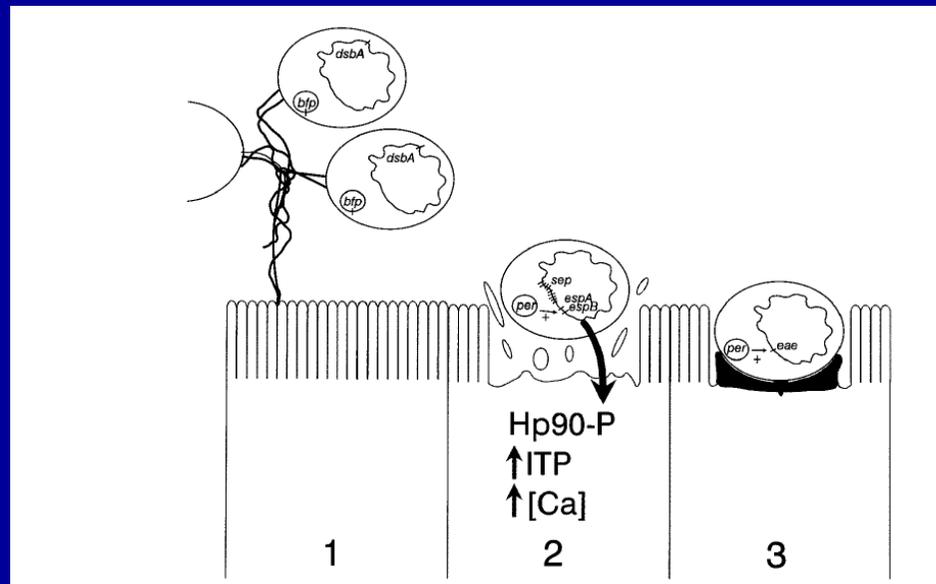
Peculiarità

- COLONIZZAZIONE/ MOLTIPLICAZIONE (anche del tenue)
- ADESIONE ALLA MUCOSA INTESTINALE



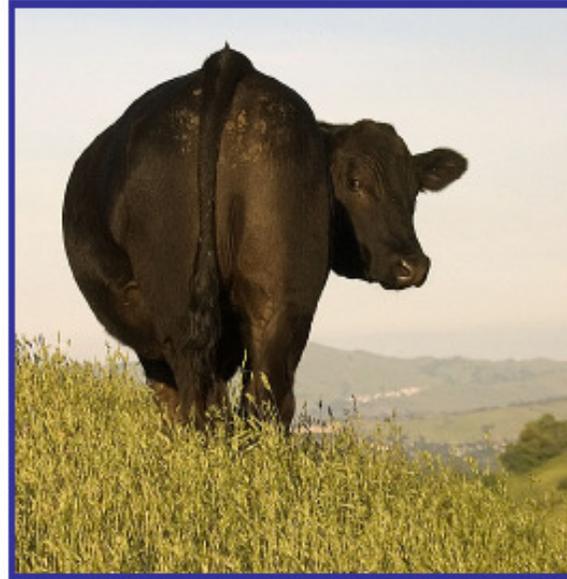
Patogenicità

- PRODUZIONE DI TOSSINE (ENTEROTOSSINE, SHIGATOSSINE, ecc.)
- INVASIONE DELLA MUCOSA



Escherichia coli produttore della
tossina Shiga (STEC) – detto anche E.
coli produttore di verotossina (VTEC) o
E. coli enteroemorragico (EHEC)

Infezione da VTEC/STEC → zoonosi



**Portatori asintomatici
Colonizzazione**

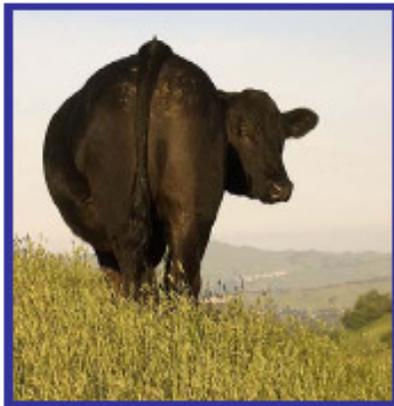
VTEC/STEC → trasmissione alimentare

Filiera vegetale



VTEC/STEC → trasmissione ambientale

Contaminazione ambientale



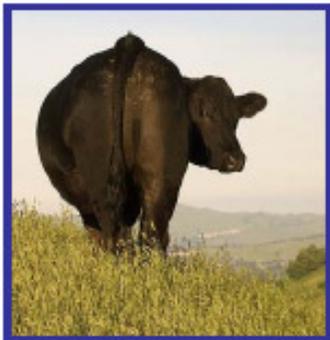
Suolo

Acque superficiali

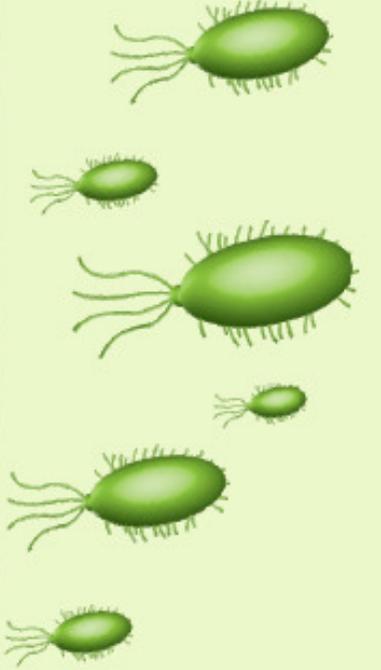


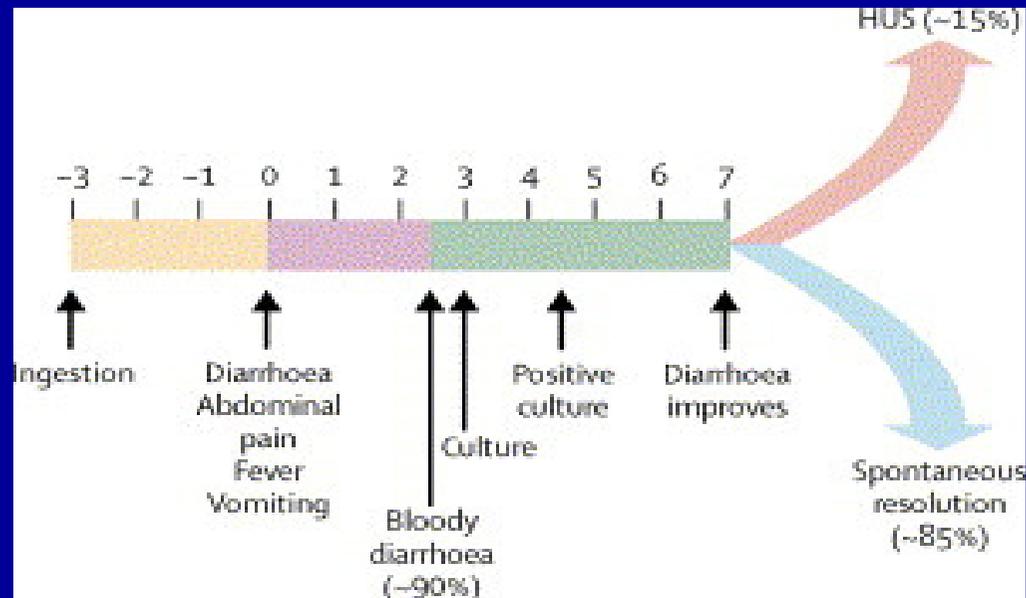
VTEC/STEC → trasmissione ambientale

Contatto Diretto con i ruminanti
Visita ad aziende agricole - *petting zoos*



Patogenesi delle infezioni da VTEC nell'uomo

INGESTION		COLONIZATION			TOXIN RELEASE						
Day	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Ingestion		<i>E.coli</i> colonizes the intestine 			<i>E.coli</i> secretes Shiga toxins into blood  Shiga toxin 1 (Stx1) Shiga toxin 2 (Stx2) bloody diarrhea severe abdominal pain hemolytic anemia thrombocytopenia 30% hospitalization						



Progression of E coli O157:H7 infections in children About 3 days after ingestion of the organism, the patient develops diarrhoea, abdominal pain, fever, and vomiting. The diarrhoea becomes bloody 1–3 days later, rarely on the first day.

Patogenesi della Sindrome Emolitico Uremica (SEU)

- La shigatossina si lega ad un recettore (gb3) dell'endotelio vascolare dei microvasi (soprattutto mucosa del colon e del rene)
- Conseguenze danno citotossico del microcircolo → ischemia → colite emorragica, insufficienza renale acuta

Patogenesi della Sindrome Emolitico Uremica (SEU)

- Emolisine → anemia acuta, trombosi dei microvasi, alterazioni del complemento, riduzione piastrine
- Edema cerebrale con emorragie focali → convulsioni, segni focali, coma

Patogenesi della Sindrome Emolitico Uremica (SEU)

- Anemia emolitica microangiopatica;
- Trombocitopenia;
- Insufficienza renale acuta

- Frequenza: 4-15% dei casi di infezione da STEC/EHEC

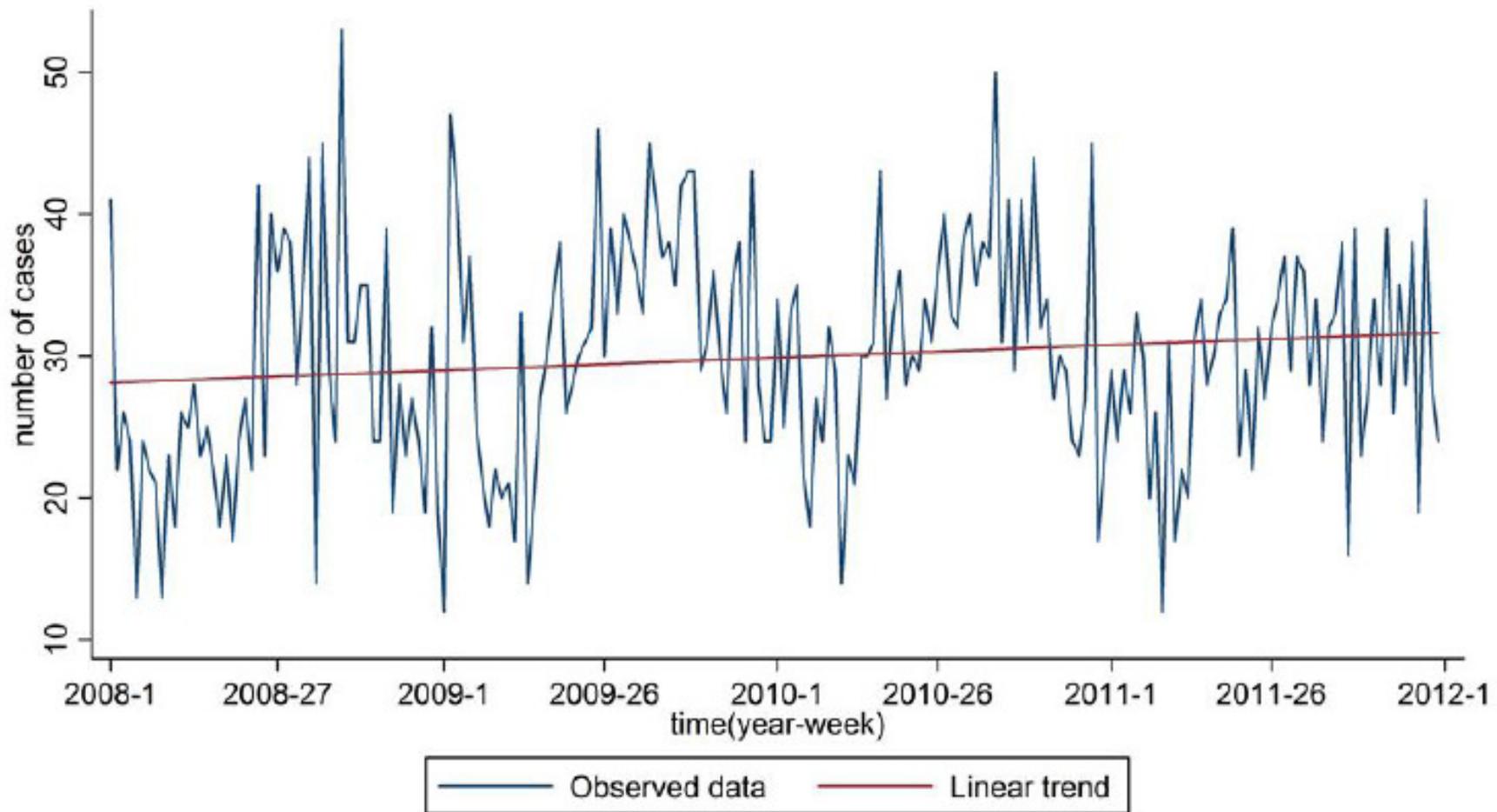
- Letalita': 4 – 8%

Listeriosi

Listeria monocytogenes: caratteristiche

- Piccolo batterio
- Vive nel suolo, ubiquitario
- Cresce bene in zone umide e fredde
- Cresce lentamente anche a temperature di frigorifero (2-4 °C)
- Si trova anche nell'intestino di animali domestici e selvatici (mammiferi, uccelli e probabilmente anche alcune specie di pesci e molluschi) e degli esseri umani
- Reperito in cibi crudi (carni, verdure) e trasformati, (formaggi molli, hamburger e hot dog, paté di carne, salumi, latticini, particolarmente quelli prodotti con latte non pastorizzato)

Figure LI1. Trend in reported confirmed cases of human listeriosis in the EU, 2008-2011



Quadri clinici

1) infezioni perinatali

Le donne in gravidanza possono avere febbre o una malattia clinicamente non ben definita

Danni al feto

- Sepsi
- Aborto spontaneo
- Nato morto

Danni al neonato

- Meningite

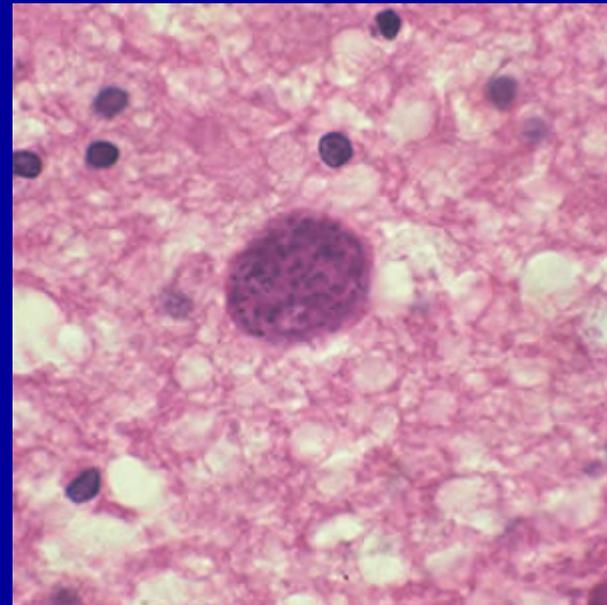
Quadri clinici

2) infezioni non perinatali

Possibili malattie invasive (sepsi, meningite) con elevata letalità in:

- Pazienti immunodepressi
- Pazienti anziani
- Nell'ospite immunocompetente infezione spesso asintomatica oppure diarrea + febbre; rare le forme invasive

Toxoplasmosi



Toxoplasma gondii

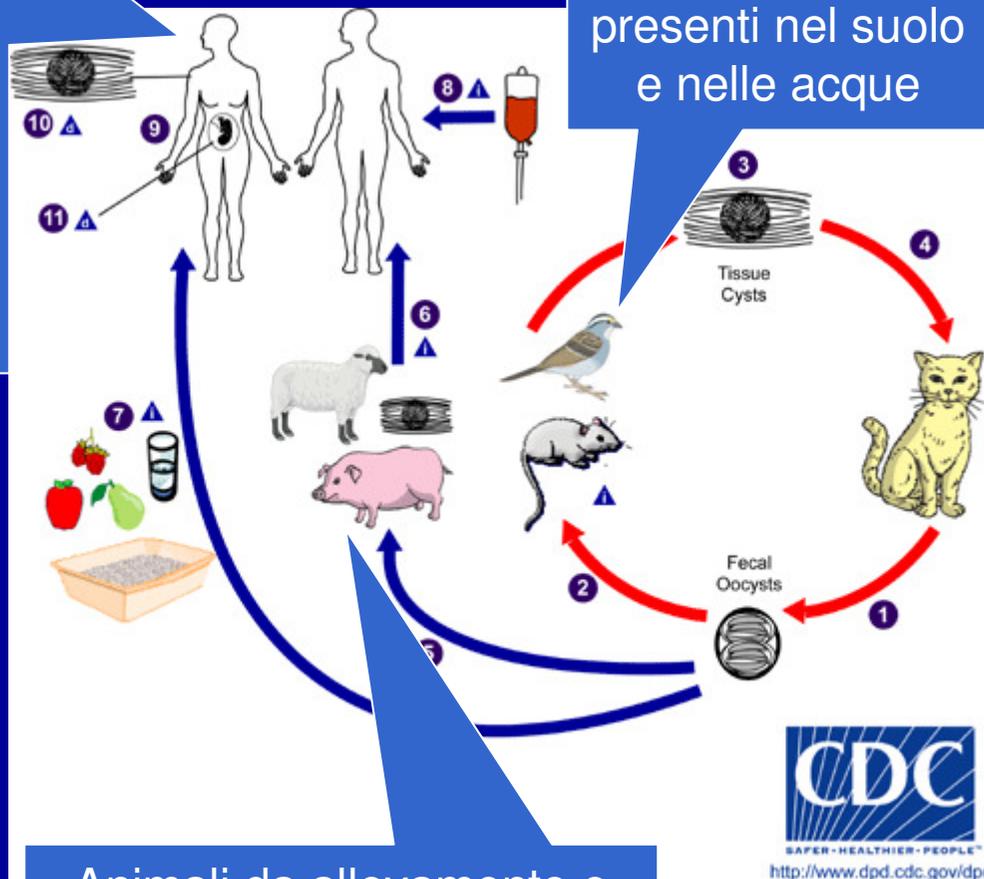
Tipo	Protozoa (eucariota, eterotrofo, unicellulare)
Sottotipo	Apicomplexa (complesso apicale, dixeno, no ciglia)
Classe	Sporozoa (spore R e sporozoiti)
Sottoclasse	Coccidia (trofozoiti maturi intracellulari)
Ordine	Eucoccidiida
Famiglia	Eimeriidae
Genere	Toxoplasma
Specie	<i>Toxoplasma gondii</i>

Ciclo asessuato in animali e uomo (ospiti intermedi schizogonia)

Ciclo sessuato nel gatto (ospite definitivo – sporogonia)

Gli umani si infettano ingerendo oocisti oppure carne poco cotta di un ospite intermedio (oltre a via transplacentare e trasfusionale)

Roditori e uccelli si infettano ingerendo oocisti presenti nel suolo e nelle acque



Ospite definitivo: si infetta ingerendo carne degli ospiti intermedi (oppure ingerendo oocisti)

Animali da allevamento e selvaggina generalmente si infettano ingerendo oocisti presenti nell'ambiente

Quadro clinico

- Infezione generalmente asintomatica nel soggetto immunocompetente
- Raramente linfoadenopatia, mentre le manifestazioni severe sono rare
- Encefalite e toxo disseminata nei soggetti immunocompromessi
- Infezione intrauterina: possibili gravi manifestazioni a carico del feto (SNC, occhio, fegato, milza etc.). Più precoce è l'infezione più grave è il danno.

Sopravvivenza delle cisti tissutali

- Resistenti agli enzimi digestivi
- Infettività persiste sino a 3 settimane a 1 – 4°C, almeno 1 settimana a -1/-8°C, in genere (ma non sempre) muoiono a -12°C
- Uccise ad almeno 67°C (in tutte le parti della carne)
- Uccise da procedure industriali di salatura, aggiunta di saccarosio, affumicatura, raggi gamma
- Uccise da 3% sale da cucina dopo 7 giorni

Infettività e sopravvivenza delle oocisti nell'ambiente

- Diventano infettanti dopo almeno 24 ore
- Sopravvivono nel suolo sino a 18 mesi
- In condizioni di lab. sopravvivono sino a 54 mesi a 4°C, per 106 giorni a -10°C; uccise a 55°-60°C per 2 minuti
- Molto resistenti ai disinfettanti (in quanto sono molto impermeabili)

Toxo e gravidanza

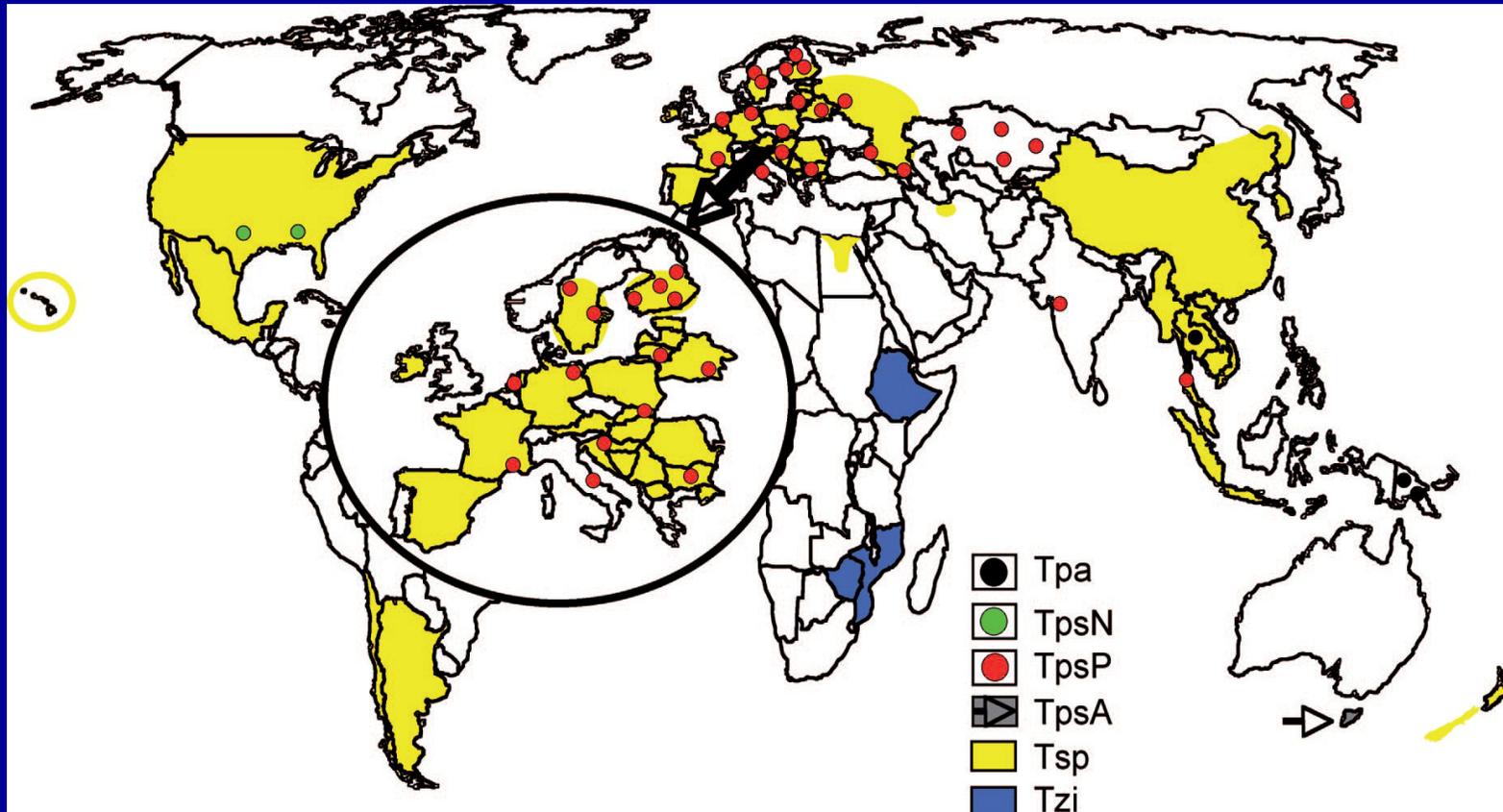
- Uno studio multicentrico europeo ha cercato di identificare e valutare l'esposizione a fattori di rischio in una coorte di donne infettate in gravidanza, rispetto ai controlli.
- I fattori di rischio maggiormente associati all'infezione sono stati:
 - ✓ il consumo di carne cruda o poco cotta bovina (odds ratio, OR 1.73, intervallo di confidenza, IC 1.1-7.2), ovina (OR 3.13, IC 1.4-7.2), o cacciagione (OR 4.12, IC 1.6-109)
 - ✓ il contatto con il terreno o il consumo di vegetali contaminati dal terreno (OR 1.9, IC 1.4-2.8)
 - ✓ i viaggi al di fuori di Europa, USA, Canada (OR 2.2, IC 1.3-3.6)
 - ✓ debole associazione con il consumo di salame e carne di maiale, la manipolazione di carne cruda nella preparazione dei pasti, bere latte non pastorizzato, il contatto con animali.

Trichinella

Dove si trova

- Mammiferi, uccelli, rettili, soprattutto quelli carnivori e onnivori (maiale, volpe, cinghiale, cane, gatto, uomo compreso)
- Le specie che si possono ritrovare sul nostro territorio sono la *T.spiralis* e *T.britovi*

Distribuzione geografica

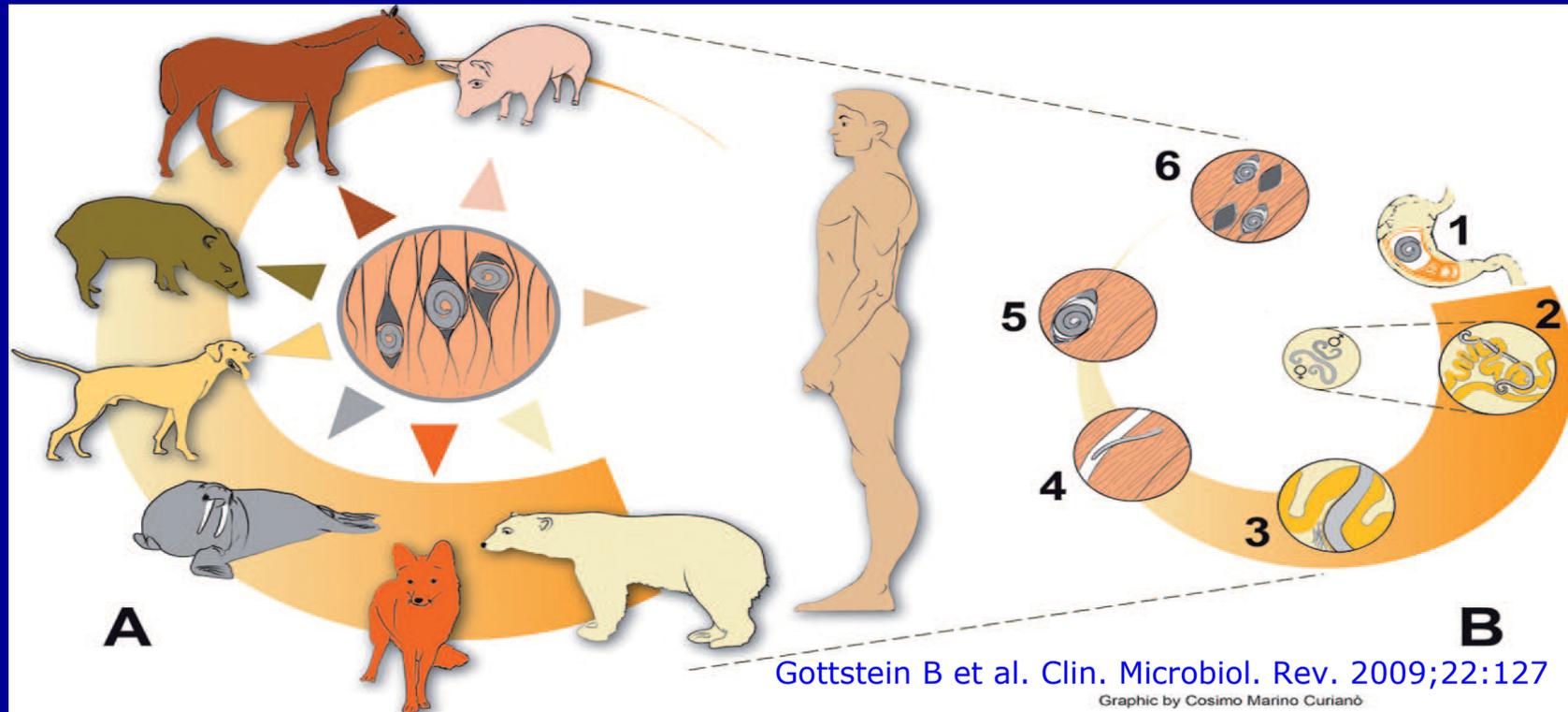


World map showing the distribution areas of *Trichinella spiralis* (Tsp), *Trichinella pseudospiralis* from north America (TpsN), *T. pseudospiralis* from Europe and Asia (TpsP), *T. pseudospiralis* from Tasmania (TpsA), *Trichinella papuae* (Tpa), and *Trichinella zimbabwensis* (Tzi).

Come si trasmette

- Consumo di carne cruda o poco cotta contenente le larve
- Carne suina (maiale o cinghiale), equina, altri carnivori selvatici
- Incubazione 8-15 giorni (min 5 – max 45 giorni)

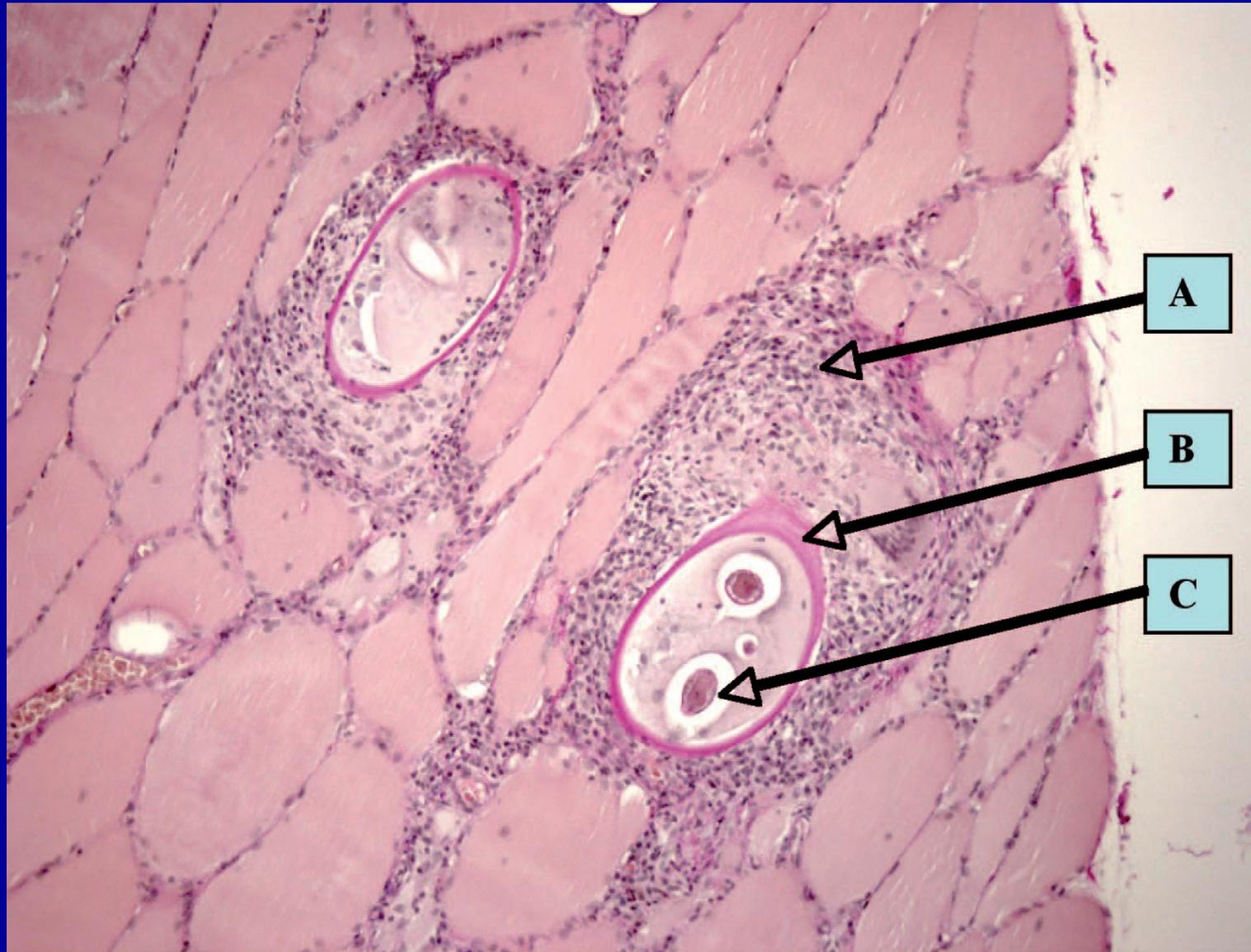
Trichinella



1. ingestione di carne contenenti cisti (larve incistate) di Trichinella
2. HCl gastrico libera le larve dalle cisti, che invadono l'intestino tenue dove si sviluppano in vermi adulti
3. Dopo 1 settimana, le femmine rilasciano le larve che migrano verso i muscoli striati
4. La larva si incista nel muscolo
5. La larva cresce nella cellula muscolare
6. Dopo settimane, mesi o anni → calcificazione

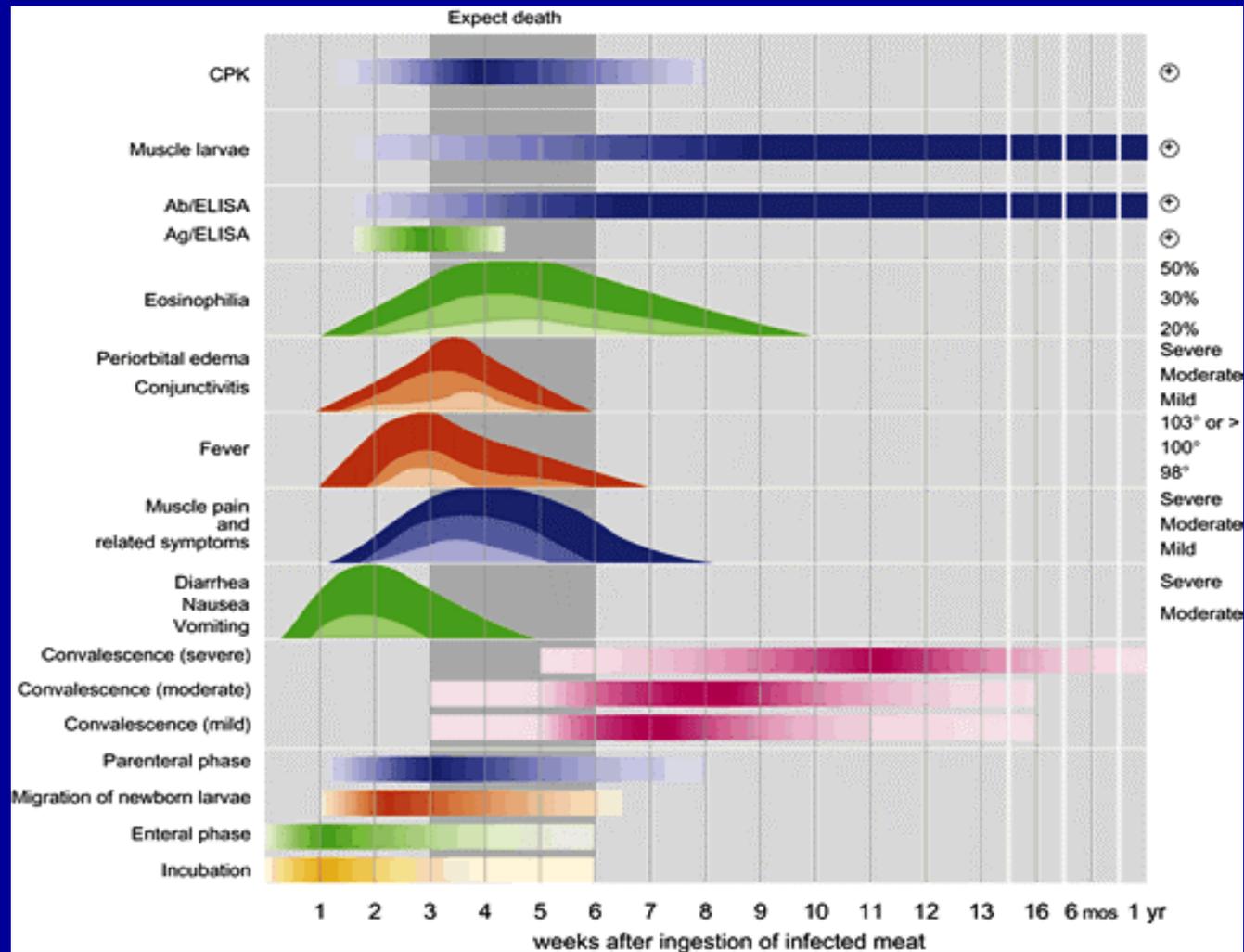
L'ingestione delle larve incistate perpetua il ciclo. Animali carnivori / onnivori, come i maiali o gli orsi, si nutrono di animali infetti (roditori o altri)

Biopsia muscolare di paz. con trichinosi



Quadro clinico

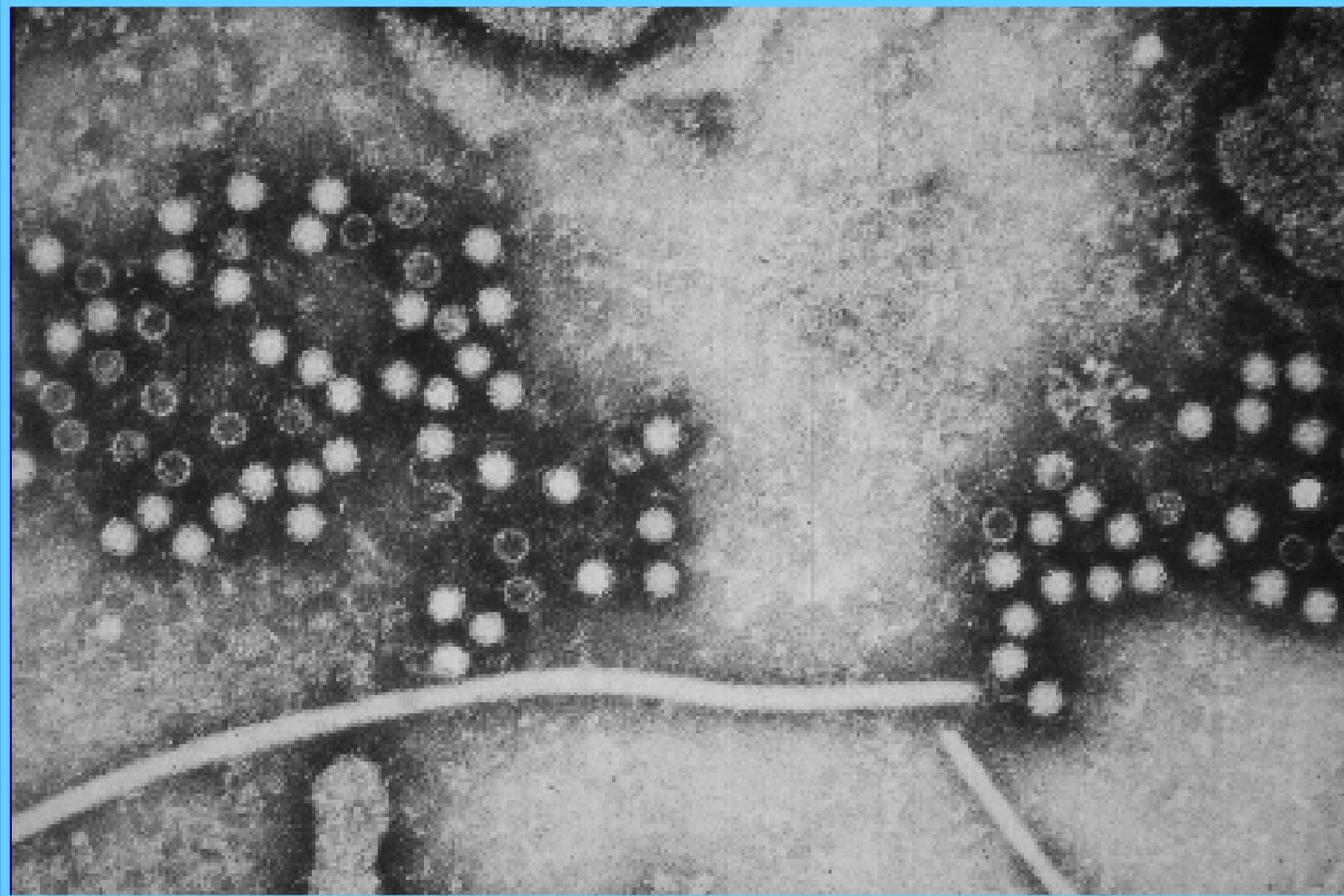
- Una prima fase → intestinale (o enterale): gastroenterite associata a diarrea e dolore addominale
- Una seconda fase → muscolare (o parenterale o sistemica): disturbi immunologici, metabolici e varie manifestazioni cliniche



Fonte: prof. Racaniello, Washington University

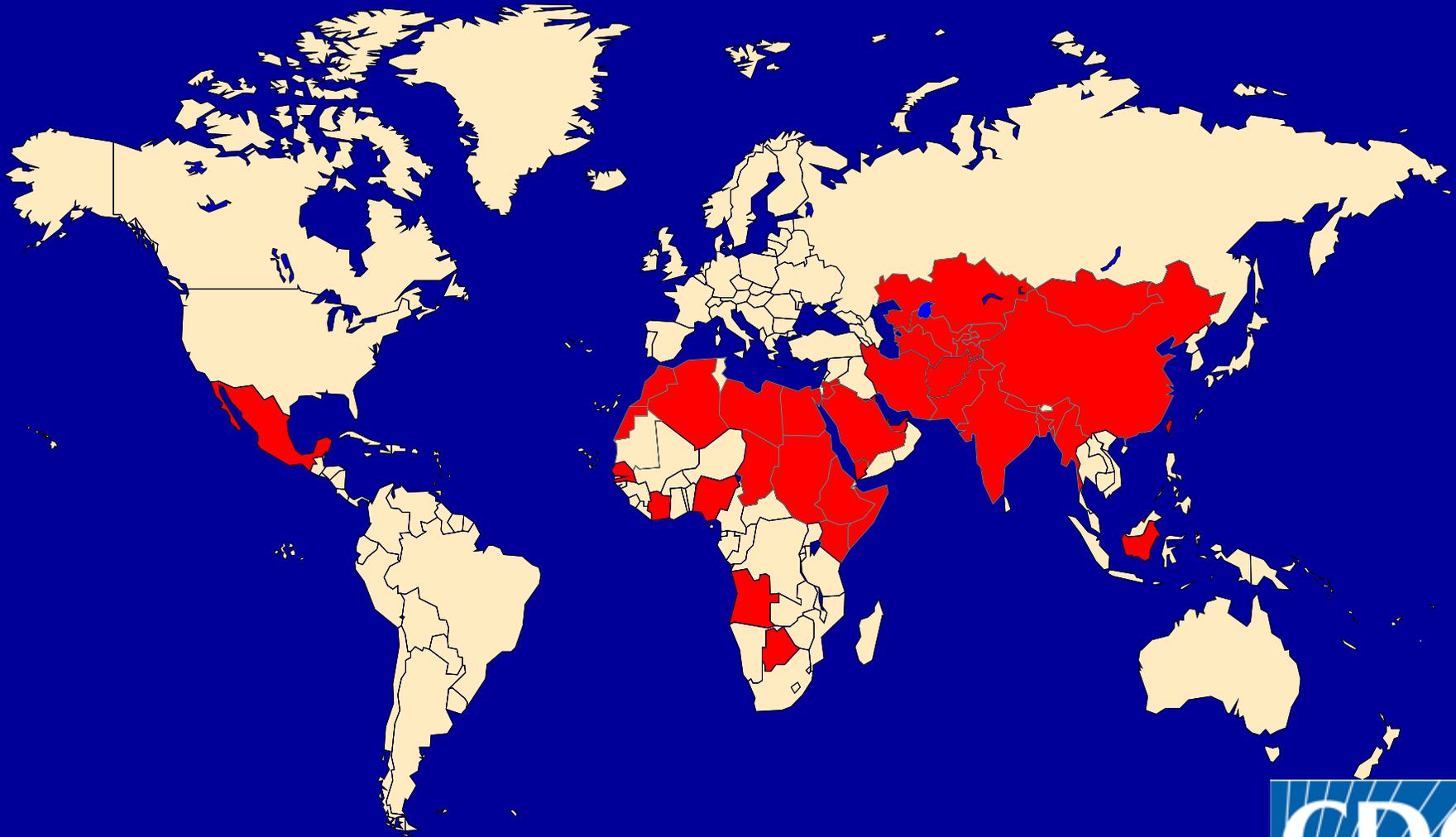
Epatite E

Virus HEV

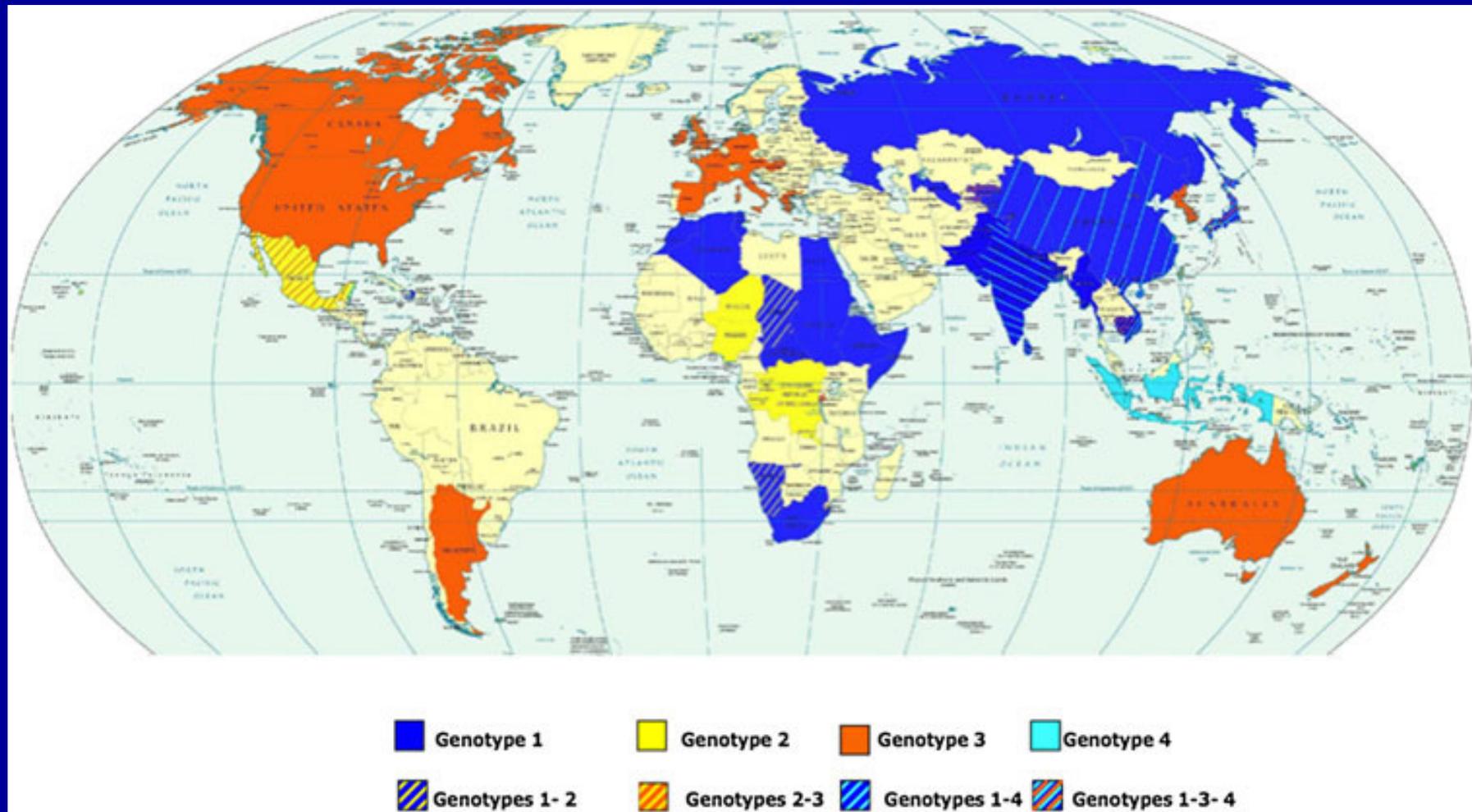


Geographic Distribution of Hepatitis E

Outbreaks or Confirmed Infection in
> 25% of Sporadic Non-ABC Hepatitis



HEV: distribuzione geografica dei genotipi



Pérez-Gracia MT et al. Rev. Med. Virol. 2013 Aug 28. doi: 10.1002/rmv.1759.

Caratteristiche epidemiologiche

- La > parte delle epidemie è correlata al consumo di acqua contaminata
- La trasmissione interumana ha un ruolo minimo
- Rischio aumentato in relazione a viaggi in aree endemiche
- Riportata trasmissione attraverso il consumo di carne poco cotta di cervo, cinghiale e altri animali

HEV in una popolazione di cinghiali - Italia, 2006



Available online at www.sciencedirect.com



Veterinary Microbiology 126 (2008) 74–81

**veterinary
microbiology**

www.elsevier.com/locate/vetmic

Detection of Hepatitis E virus (HEV) in a demographic managed wild boar (*Sus scrofa scrofa*) population in Italy

Francesca Martelli ^a, Andrea Caprioli ^b, Martina Zengarini ^a, Andrea Marata ^a,
Caterina Fiegna ^a, Ilaria Di Bartolo ^c, Franco Maria Ruggeri ^c,
Mauro Delogu ^a, Fabio Ostanello ^{a,*}

^a Department of Veterinary Public Health and Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Bologna University,
Via Tolara di Sopra 50, 40064 Ozzano Emilia (BO), Italy

^b Direzione Generale Sicurezza Alimentare e Nutrizione, Ministry of Health, Piazza Marconi 25, 00144 Rome, Italy

^c Department of Food Safety and Veterinary Public Health, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Rome, Italy

EFFERVESCENTE
Brioschi

La cena ti è rimasta sullo stomaco?

EFFERVESCENTE
Brioschi

Dopo i pasti, Brioschi Digestivo Effervescente
aiuta a ridurre il gonfiore, rendendo leggera
anche la digestione più pesante.

BRIOSCHI. DIGERIRE SEMPLICE.

Table 1
Prevalence of HEV infection by age and sex class

Sex class	Age class	Estimated total population	Total examined	HEV positive	HEV prevalence	Estimated prevalence in the whole population (95% CI)
All animals	<12 months	172	23	8	34.8	20.4–51.7
	13–24 months	87	53	11	20.8	14.9–27.6
	>24 months	20	12	3	25.0	15.0–40.0
	Total	279	88	22	25.0	18.6–32.6
Male	<12 months	74	8	4	50.0	25.7–74.3
	13–24 months	39	20	3	15.0	7.7–28.2
	>24 months	6	6	2	33.3	–
	Total	119	34	9	26.5	16.8–38.7
Female	<12 months	98	15	4	26.7	12.2–46.9
	13–24 months	51	33	8	24.2	17.7–33.3
	>24 months	11	6	1	16.7	9.1–36.4
	Total	160	54	13	24.1	16.3–33.7



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Veterinary Microbiology 126 (2008) 74–81

**veterinary
microbiology**

www.elsevier.com/locate/vetmic

Detection of Hepatitis E virus (HEV) in a demographic managed wild boar (*Sus scrofa scrofa*) population in Italy

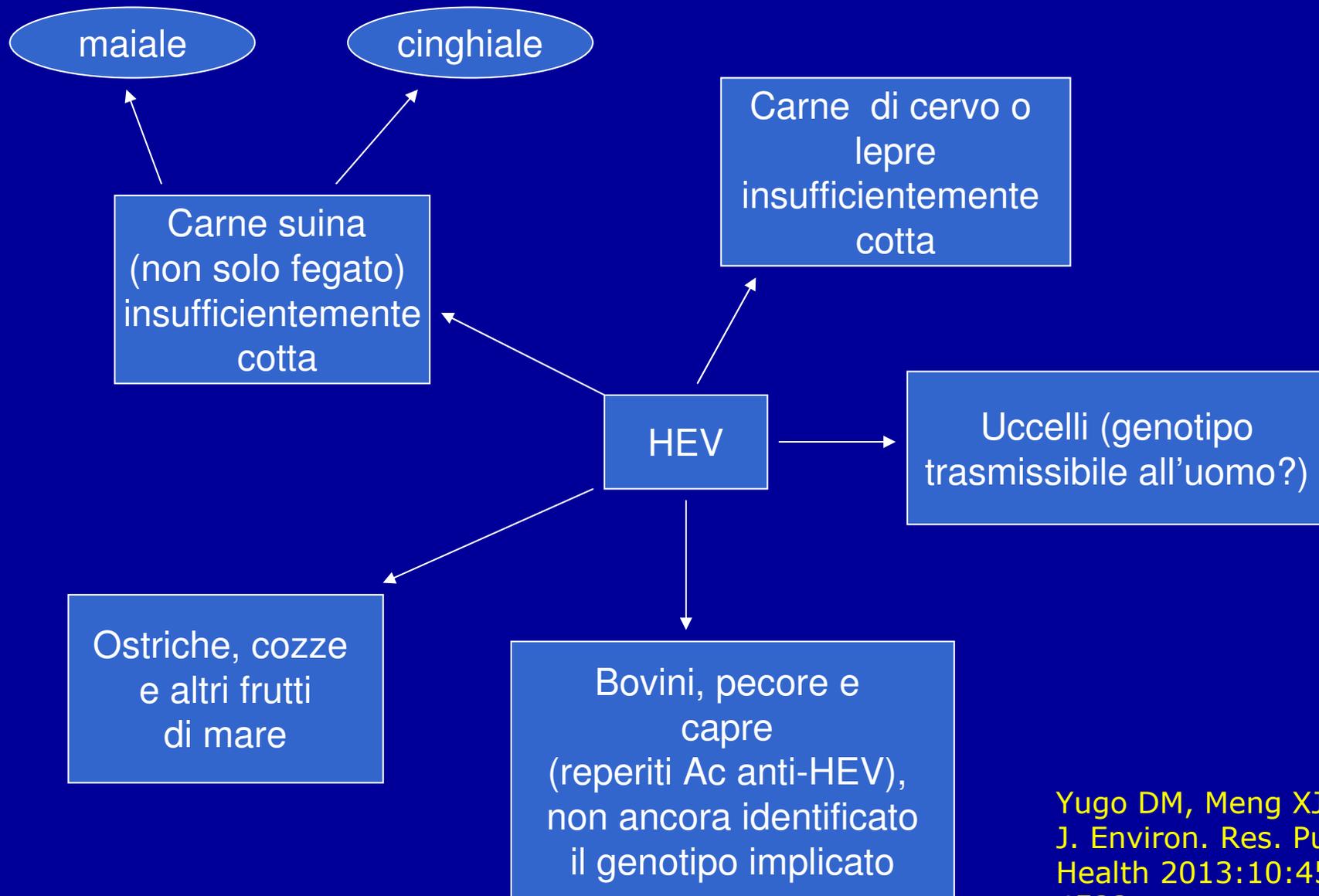
Francesca Martelli^a, Andrea Caprioli^b, Martina Zengarini^a, Andrea Marata^a,
Caterina Fiegna^a, Ilaria Di Bartolo^c, Franco Maria Ruggeri^c,
Mauro Delogu^a, Fabio Ostanello^{a,*}

^a Department of Veterinary Public Health and Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Bologna University,
Via Tolara di Sopra 50, 40064 Ozzano Emilia (BO), Italy

^b Direzione Generale Sicurezza Alimentare e Nutrizione, Ministry of Health, Piazza Marconi 25, 00144 Rome, Italy

^c Department of Food Safety and Veterinary Public Health, Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena 299, 00161 Rome, Italy

Dove si può trovare HEV?



Yugo DM, Meng XJ. Int. J. Environ. Res. Public Health 2013;10:4507-4533

Aspetti clinici

Incubazione: in media 40 giorni
Range 15-60 gg.

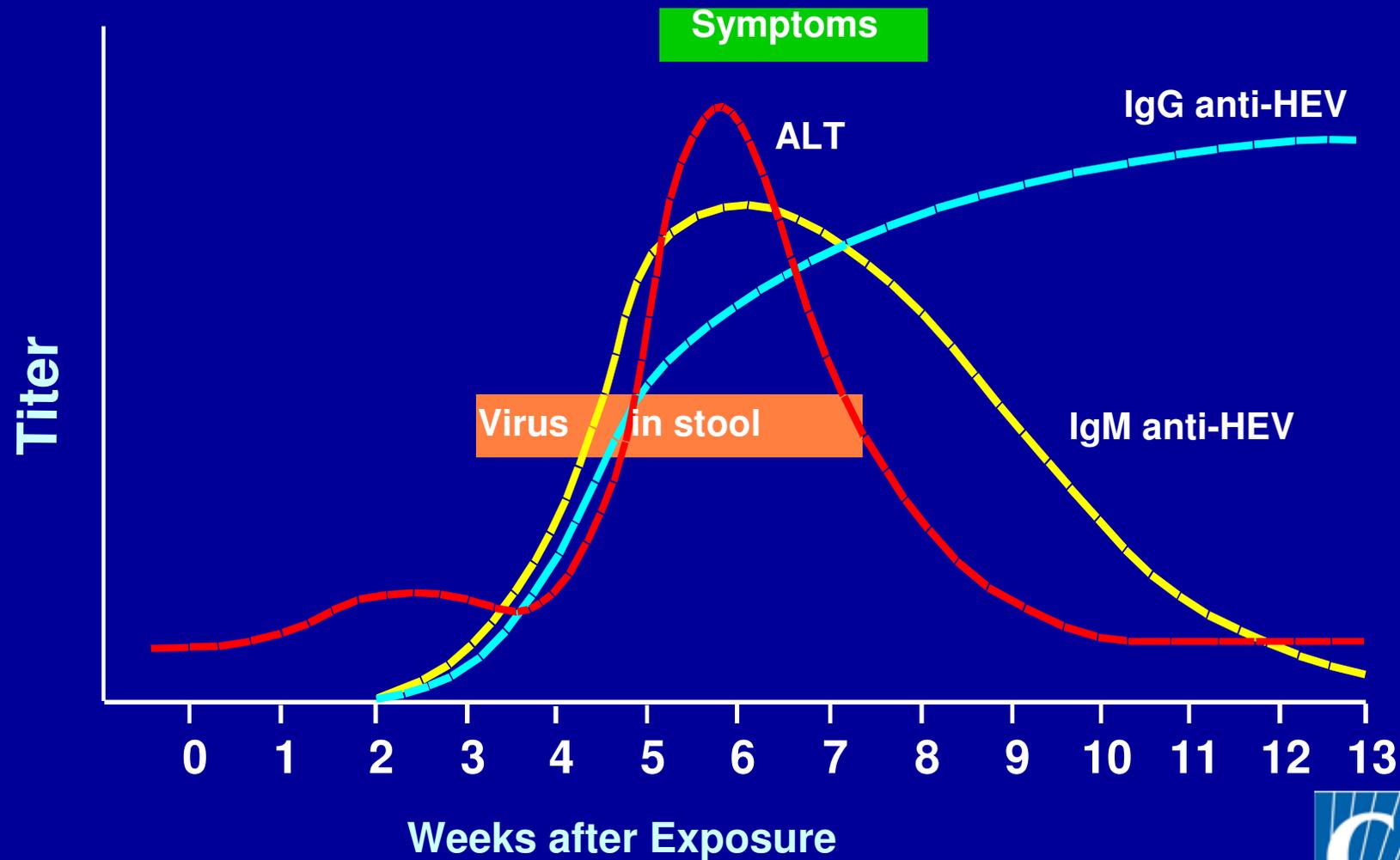
Tasso di letalità: 1%-3%
15%-25% (gravide)

Severità del quadro: aumenta con l'età

Sequela croniche: nessuna identificata

Hepatitis E Virus Infection

Typical Serological Course



Tossicità da piombo



Risultati di studi su selvaggina uccisa con proiettili da caccia

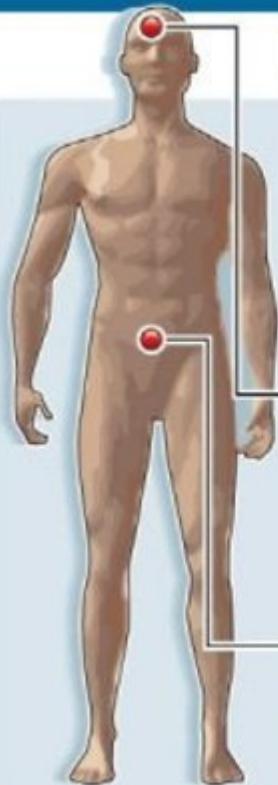
- Minuscoli frammenti di piombo rimangono nelle carni anche dopo la rimozione del proiettile
- Piombo presente anche se il proiettile ha attraversato l'animale
- Un'elevata percentuale di campioni ha presentato concentrazioni di Pb eccedenti il livello massimo consentito dalla UE (100 ppb) per le carni bovine, ovine e suine da allevamento (non vi sono livelli massimi per la selvaggina)

Studi sulla popolazione

- Un'analisi nei residenti in North Dakota ha evidenziato che il consumo recente (entro il mese precedente) di selvaggina era associato a concentrazioni di Pb più elevate rispetto al consumo di selvaggina avvenuto >6 mesi prima
- Un esperimento su maiali nutriti con carne di cervo contenente frammenti visibili ai Rx di proiettili ha dimostrato elevati livelli di Pb rispetto ai maiali nutriti con carne senza frammenti

Lead poisoning

Lead buildup in the body causes serious health problems



Symptoms

- Headaches
- Irritability
- Reduced sensations
- Aggressive behavior
- Difficulty sleeping

- Abdominal pain
- Poor appetite
- Constipation
- Anemia

Additional complications for children:

Lead is more harmful to children as it can affect developing nerves and brains

- ▶ Loss of developmental skills
- ▶ Behavior, attention problems
- ▶ Hearing loss
- ▶ Kidney damage
- ▶ Reduced IQ
- ▶ Slowed body growth

Source: MedlinePlus/Mayo Clinic

240809 AFP

•Figure 1. X-ray of a woodpigeon illustrating four gunshot and numerous small radio-dense fragments.



Pain DJ, Cromie RL, Newth J, Brown MJ, et al. (2010) Potential Hazard to Human Health from Exposure to Fragments of Lead Bullets and Shot in the Tissues of Game Animals. PLoS ONE 5(4): e10315. doi:10.1371/journal.pone.0010315
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0010315>

•Table 2. Numbers of gamebirds recorded with various numbers of small radio-dense fragments detectable on X-rays.

Small fragments	Number of birds						All species
	Red grouse	Mallard	Partridge	Pheasant	Woodpigeon	Woodcock	
0	3	5	9	4	4	4	29
1-5	9	6	8	13	12	2	50
6-10	3	3	6	2	4	4	22
11-15	4	1	2	0	1	3	11
>15	1	1	1	3	0	3	9

doi:10.1371/journal.pone.0010315.t002

Pain DJ, Cromie RL, Newth J, Brown MJ, et al. (2010) Potential Hazard to Human Health from Exposure to Fragments of Lead Bullets and Shot in the Tissues of Game Animals. PLoS ONE 5(4): e10315. doi:10.1371/journal.pone.0010315
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0010315>

•Table 3. Percentages of samples of game and chicken that exceeded each of three threshold values of lead concentration (100, 1000 and 10000 ppb wet weight).

Species	Cooking method	Percent exceeding 100 ppb ww		Percent exceeding 1000 ppb ww		Percent exceeding 10000 ppb ww		N
		Observed	Modelled	Observed	Modelled	Observed	Modelled	
Chicken	Acid	0	0.1	0	0	0	0	14
Chicken	Non-acid	2.4	0.6	0	0	0	0	42
Red grouse	Acid	50	50.8	0	3.3	0	0	10
Red grouse	Non-acid	40	59.6	20	14.9	0	1	10
Partridge	Acid	61.5	58.1	7.7	18.1	7.7	2.1	13
Partridge	Non-acid	69.2	68.2	23.1	25.7	7.7	3.8	13
Partridge*	Fresh	56.1	47	21.3	20.3	4.6	5.7	57(108)
Pheasant	Acid	38.5	43.7	0	3.4	0	0	13
Pheasant	Non-acid	60	63.3	10	18.3	0	1.6	10
Pheasant*	Fresh	46.6	43.4	17.9	14.2	0.9	2.4	58(106)
Woodpigeon	Acid	27.2	42.2	9.1	4.2	0	0.1	11
Woodpigeon	Non-acid	20	19.9	0	0.2	0	0	10
Woodcock	Acid	87.5	81.2	25	35.9	12.5	5.4	8
Woodcock	Non-acid	37.5	49.8	12.5	8.5	0	0.3	8
Mallard	Acid	25	24.4	0	0.4	0	0	8
Mallard	Non-acid	37.5	56.1	25	10	0	0.3	8
Deer*	Fresh	13.6	15.8	4.4	3.7	0.4	0.5	184(271)

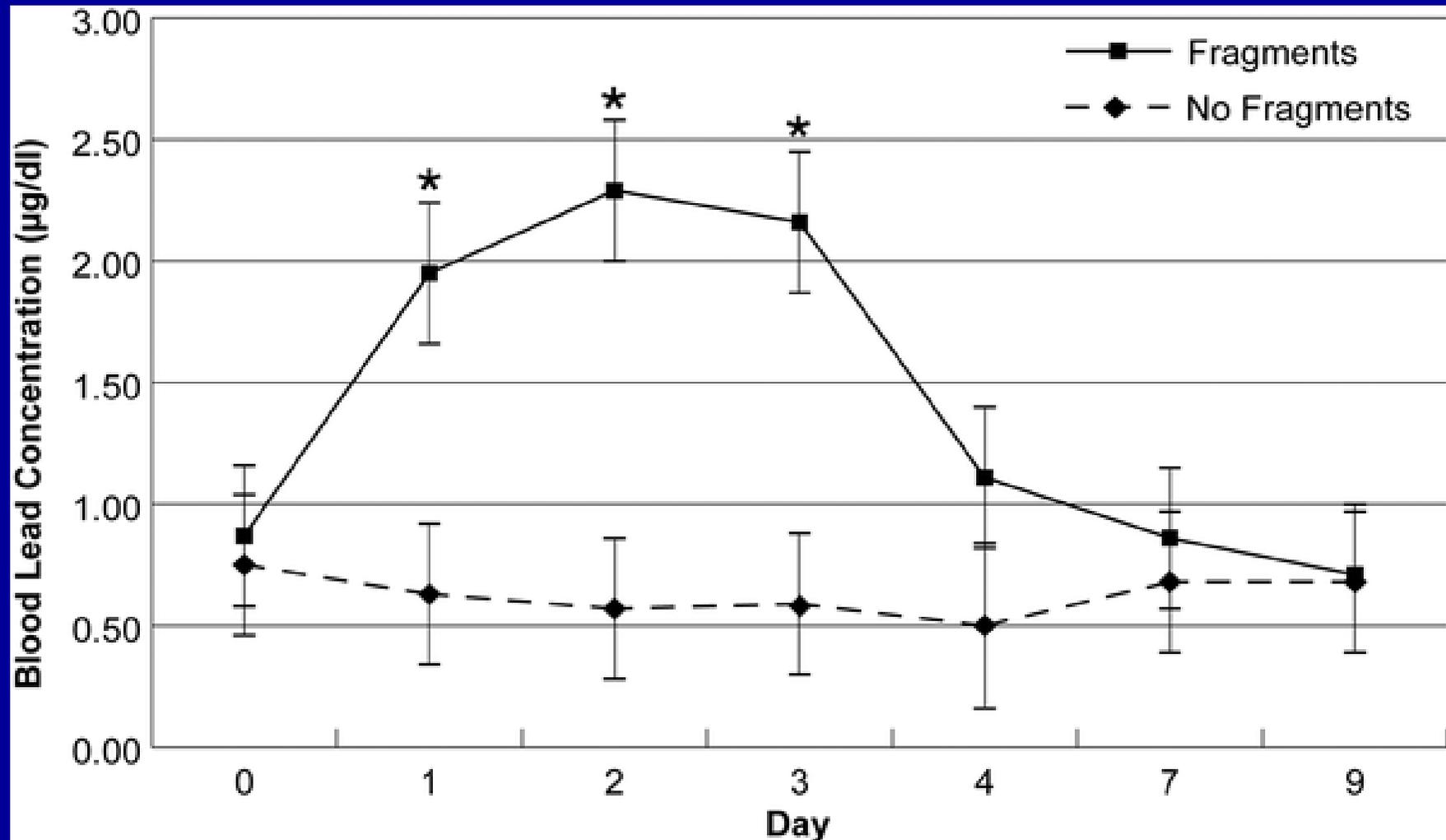
*VMD data. All other data are from the WWT study.

Results were derived from two independent studies. In one study by WWT, chickens and gamebirds were prepared and cooked using methods characteristic of the UK involving or not involving acidic marinades or sauces. Concentrations of lead were derived from analyses of meat and sauce separately, which were combined to give an estimate of wet weight concentration in the meat and sauce combined. The other study was the statutory surveillance programme of the Veterinary Medicines Directorate (VMD) and involves analyses of aliquots from homogenised fresh carcasses. In each case, the observed percentage of samples with concentrations exceeding the threshold is given, together with an estimate from a fitted lognormal distribution with left-censoring at the limit of quantification (LOD, or LOQ for VMD data). Values for the VMD samples with concentrations below 300 ppb were not reported for the period 2001–2003, so the observed proportion exceeding 100 ppb is given for the period 2004–2008. Sample sizes are shown for 2004–2008, and in brackets for 2001–2008.

doi:10.1371/journal.pone.0010315.t003

Pain DJ, Cromie RL, Newth J, Brown MJ, et al. (2010) Potential Hazard to Human Health from Exposure to Fragments of Lead Bullets and Shot in the Tissues of Game Animals. PLoS ONE 5(4): e10315. doi:10.1371/journal.pone.0010315
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0010315>

- **Figure 2. Mean blood lead concentrations observed during swine feeding experiment.**



Grazie per l'attenzione