Avian Salmonellosis
أمراض السالمونيلات عند الطيور

Avian Salmonellosis

Graduate Program- 5th Year

2018-2019

أ.د. محمد فاضل

أمراض السالمونيلات
Salmonellosis

- مجموعة 1 مرض الحمى التيفية Salmonella Typhi الإنسان
- مجموعة 2 : مرض نظير الحمى التيفية الإنسان.
  المسبب : Salmonella Paratyphi،
- مجموعة 3 : هي عترات كثيرة الحيوانات والطيور ،
  تسبب لها حمى نظير التيفية.
  تسبب للإنسان تسمماً غذائياً عند تناوله منتجات الحيوانات
- مجموعة 4 : الحيوانات والطيور مرض الحمى التيفية

New Classification
التصنيف

- the genus *Salmonella* consists of only two species:
  - *S. enterica* and *S. bongori*
- *Salmonella enterica* is divided into six subspecies, which are distinguishable by certain biochemical characteristics .
- These subspecies are :

- Typhimurium, London or Montevideo are serovars of subspecies *enterica*. The name *Salmonella* Typhimurium may be used for routine practice.

S. enterica

Previous nomenclature		**Current nomenclature**
Subspecies I	=	subspecies ***enterica***
Subspecies II	=	subspecies ***salamae***
Subspecies IIIa	=	subspecies ***arizonae***
Subspecies IIIb	=	subspecies ***diarizonae***
Subspecies IV	=	subspecies ***houtenae***
Subspecies VI	=	subspecies ***indica***

Avian Salmonellosis

- تيفوئيد الطيور أو مرض الإسهال الأبيض عند الصيصان . S pallorum - S . gallinarum
- مرض نظير التيفوئيد (نظير الحمى التيفية) عند الطيور .
- عدوى الأريزونا .

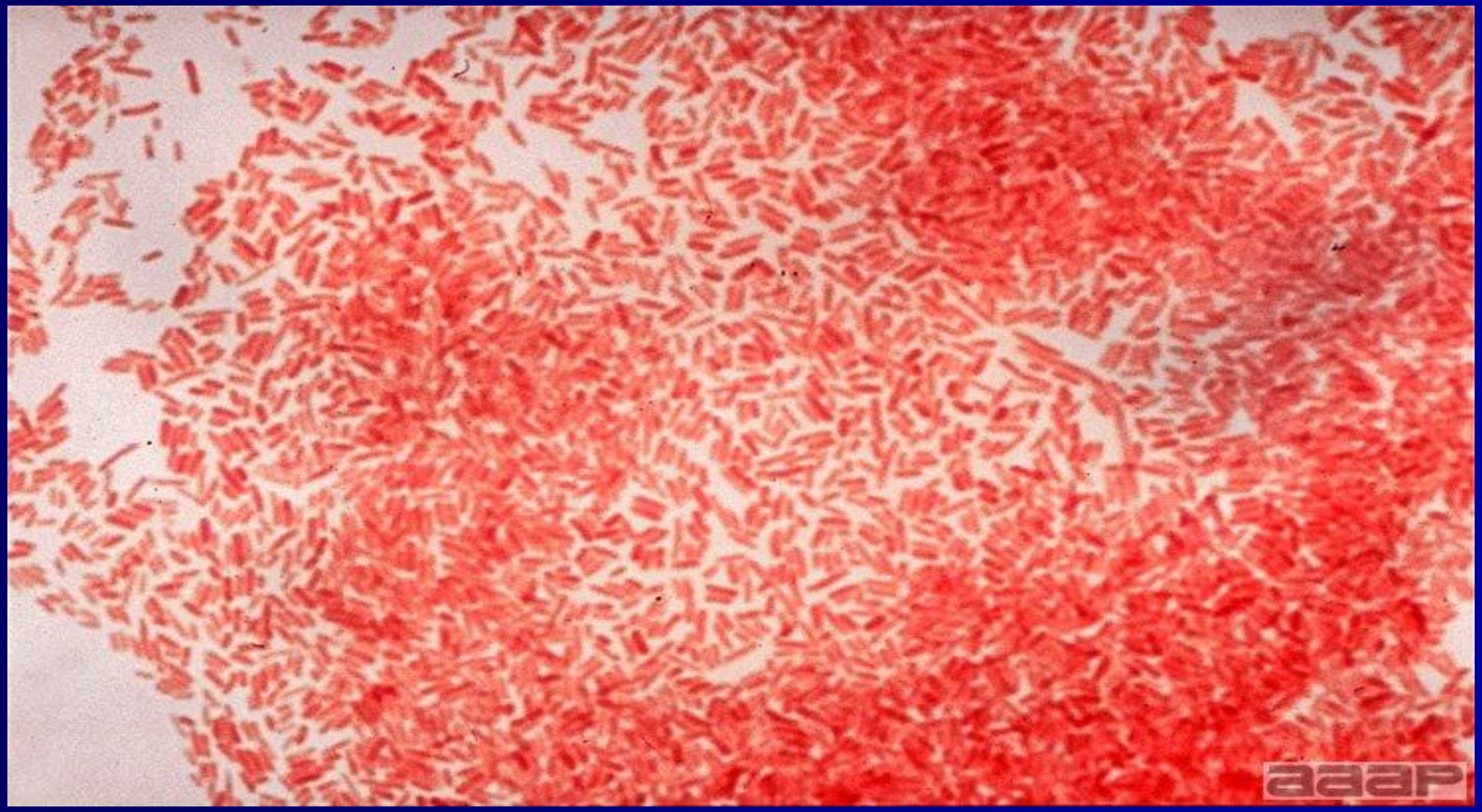
Fowl Typhoid
تيفوئيد الطيور

- تعريف: مرض جرثومي

Causative Agent Characteristics

- عائلة البكتيريا المعوية Entrobacteriacae
- Genera: Escherichia, Arizona, Shigella, Klebsilla, Enterobacter, Proteus, Yersinia, Citro Bacter , Salmonella
- عصيات سلبية الغرام - غير متحركة بدون محفظة وتحتوي على المستضد الجسمي / O / .
- مولد الضد 1 – 9 - 12
- تحتاج إلى منابت خاصة للنمو
- منبت المرق المغذي السائل أو منبت السيلينات أو شوربة التترا ثيونات تنشط نمو عصيات السالمونيلا وتثبط نمو الجراثيم الأخرى .

Gram negative rods of S. Pullorum



differential and selective Media

Some media are differential and slightly selective, i.e., in addition to lactose and a pH indicator, they contain an inhibitor for nonenterics (e.g., MacConkey agar and eosin-methylene blue agar).

The most commonly used media selective for *Salmonella* are:

SS agar, bismuth sulfite agar, Hektoen enteric (HE) medium, brilliant green agar and xylose-lisine-deoxycholate (XLD) agar.

All these media contain both selective and differential ingredients .

Etiology

cont..

- المنابت الصلبة

النوعية : منبت الماكونكي وهو منبت تمييزي بين الجراثيم المعوية تنمو عليه عصيات السالمونيلا وتتكون مستعمرات شفافة متجانسة ، بينما تكون مستعمرات العصيات القولونية حمراء اللون .

- منبت أزرق المتيليين الحامضي Eosin Methylene Blue Agar
- منبت S.S.Agar : نوعي لعصيات السالمونيلا ولعصيات الشيجلا مستعمرات ملساء عديمة اللون أحيانا ذات مركز أسود. (H2S)

لا تخمر عصيات السالمونيلا سكر اللاكتوز وهذه صفة تفريقية عن العصيات القولونية

Lactose-negative colonies are colourless.

Lactose-positive colonies are pink to red. E.coli

Colonies of microorganisms producing H2S have a black centre.

EMB

- **Eosin methylene blue** (**EMB**) is a selective stain for Gram-negative bacteria.

Distinguishing between organisms that ferment lactose (e.g., E. coli) and those that do not (e.g., Salmonella, Shigella).[1]

Organisms that ferment lactose display "nucleated colonies" -- colonies with dark centers.[.

- Lactose fermentation produces acids, which lower the pH. This encourages dye absorption by the colonies, which are now coloured purple-black.
- Lactose non-fermenters may increase the pH by deamination of proteins. This ensures that the dye is not absorbed.
- On EMB if *E. coli* is grown it will give a distinctive metallic green sheen (due to the metachromatic properties of the dyes, E. coli movement using flagella, and strong acid end-products of fermentation).

SS agar colony appearance

Appearance of Colonies	*Microorganisms*
Colourless, translucent	Shigella and some Salmonella species
Translucent with a black centre	Proteus and most Salmonella species
Pink to red	Escherichia coli
Colonies are larger than those of E. coli, pink to whitish or cream-coloured, opaque, mucoid	Enterobacter aerogenes

Brillant Green

- **B.G.Agar** منبت الخضرة اللامعة

- Brilliant green, ox bile and high concentrations of thiosulfate and citrate largely inhibit the accompanying microbial flora.
- Sulfide production is detected by using thiosulfate and iron ions, **the colonies turn black.**
- The presence of coliform bacteria is established by detecting degradation of lactose to acid with the pH indicator neutral red.

Etiology

Conti…

- مقاومة عصيات السالمونيلا ضعيفة
- تفقد قدرتها على العدوى خلال زمن قصير عند تعرضها للحرارة أو للمطهرات
- تحتفظ بقدرتها على العدوى في زرق الطيور والمياه الراكدة لعدة أسابيع .

Epidemiology

- تواجد و انتشار المرض **Incidence and Distribution**
- في جميع أنحاء العالم
- موجود في القطر العربي السوري .

- القابلية للإصابة **Susceptibility** :
- الدجاج – الرومي - بط – حمام – فزان –طيور برية.
- خاصة بالأعمار الصغيرة حيث أن شدة الإصابة بالمرض تكون أكبر من الطيور الكبيرة بالعمر.
- السلالات الثقيلة الوزن أكثر قابلية للإصابة من السلالات الخفيفة الوزن .
- إناث الطيور أكثر قابلية للإصابة من الذكور

طرق انتقال العدوى Transmission

- **العدوى الأفقية :**
- الاتصال المباشر بين الطيور المريضة و الطيور السليمة
- العلف والماء الملوث الهواء
- الطيور الأخرى والحشرات والذباب والقوارض لها دوراً خطيراً في انتقال العدوى
- الإنسان والحيوانات الأخرى ووسائط النقل والأدوات
- عملية تجنيس الصيصان
- تتم العدوى عن طريق مخلفات الحاضنات
- عصيات السالمونيلا تملك المقدرة على اختراق قشرة البيض
- Chicks may also become infected at hatching via contaminated eggshells

العدوى العمودية Vertical Transmission

- العدوى العمودية من أخطر مصادر العدوى
- من الأمات المصابة إلى الصيصان
- نسبة من الأمات المصابة حاملة للمسبب وتفرزه مع مخلفاتها ويستقر المسبب في المبيض ويفرز مع البيض
- وجد بأن أكثر من 50% من البيوض الناتجة عن أمهات مصابة تحتوي على بكتريا السالمونيلا .

Clinical Signs : الأعراض

Incubation: 3- 5 days

- **- الصيصان الصغيرة :**

أعراض عامة - ارتفاع حرارة الجسم ، فقدان الشهية ، ضعف العام ، تجمع الطيور قرب مصادر الحرارة.

- إسهال أبيض اللون إلى أخضر يتراكم حول فتحة المجمع
- أعراض التسمم الدموي Acute Infection
- تستمر الأعراض 2 – 3 أيام حيث ينفق قسم كبير من الطيور المريضة ، أما القسم الآخر الذي يبقى على قيد الحياة فيظهر عليه الأعراض السابقة : اسهال-هزال-أعراض تنفسية و عرج أحيانا .

الأعراض في الطيور الفتية و الكبيرة بالعمر

- يأخذ المرض الشكل تحت الحاد أو الشكل المزمن في الطيور الفتية والكبيرة بالعمر ونادراً مايحدث أعراض شديدة أو نفوق سريع .
- قسم من الطيور المصابة ينفق خلال 48-72 سا
- يبقى قسم من الطيور الشافية حاملا لعصيات السالمونيلا وتفرزها إلى خارج الجسم وتكون مصدراً للعدوى .
- تتراوح نسبة الأمراض من 30 – 50 % والنفوق 30 %
- نسبة انخفاض إنتاج البيض بين 10 – 20 %
- تنخفض نسبة الإخصاب إلى 20 %
- يكون شكل البيض غير طبيعي وبالتالي تتأثر نسبة الفقس .

الأعراض في الطيور الكبيرة

- غالبا لاتلاحظ أعراض وتكون الطيور حاملة للمسبب
- قد يكون هناك انخفاض في إنتاج البيض
- انخفاض شهية غير ملاحظ .
- نسبة نفوق منخفضة
- الطيور الشافية تشفى من دون ترك أية آثار مرضية ولكنها حاملة لعصيات السالمونيلا .
- حاملات العدوى انخفاض انتاج 10 – 40 % اخصاب 20%

Symptoms

- **الشكل المزمن** : نتيجة استمرار الإصابة بعدوى السالمونيلا بالشكل الحاد والبقاء على قيد الحياة بعد الشفاء
- نلاحظ على الطيور علائم العرج ، وانتفاخ المفاصل وعدم التوازن أثناء حركة الطير وانتفاش الريش .

الصفة التشريحية Gross Lesions

- التغيرات المرضية مختلفة ويتوقف ذلك على :
- العمر وشدة العدوى والوضع الصحي للقطيع.
- **الإصابة فوق** الحادة تنفق الصيصان خلال أيام ولا يظهر تغيرات مرضية مميزة .
- في الاصابة الحادة نلاحظ أعراض التسمم الدموي ، (احتقان الكبد و الطحال والمبيض
- نزيف داخلي يؤدي إلى نفوق مفاجئ

في حال الإصابة تحت الحادة :

- عدم امتصاص **كيس المح** محتوياته كريمية اللون ، مخضبة بالدم .
- بقع **تنكرزية** على **الكبد** والرئة والقانصة والأعورين البنكرياس والأمعاء الدقيقة .
- **تضخم** الطحال واحتقان الكلى ، و **يمتلئ الحالبان بالأملاح البولية**
- وجود كتلة متجبنة في الأعورين تدعى **اللب الأعوري** ،
- التهاب غشاء التامور **استسقاء.**

Gross Lesions cont

- الكبد: احتقان و مناطق حمراء في البداية ثم تصبح لون داكن مع بقع نخرية منتشرة.
- مناطق نخرية وعقد بيضاء على الكبد والطحال والقلب والقانصة والعفج
- نزف دموي واحتقان على بعض الأجهزة الداخلية .
- احتقان الرئة

Gross Lesions conti

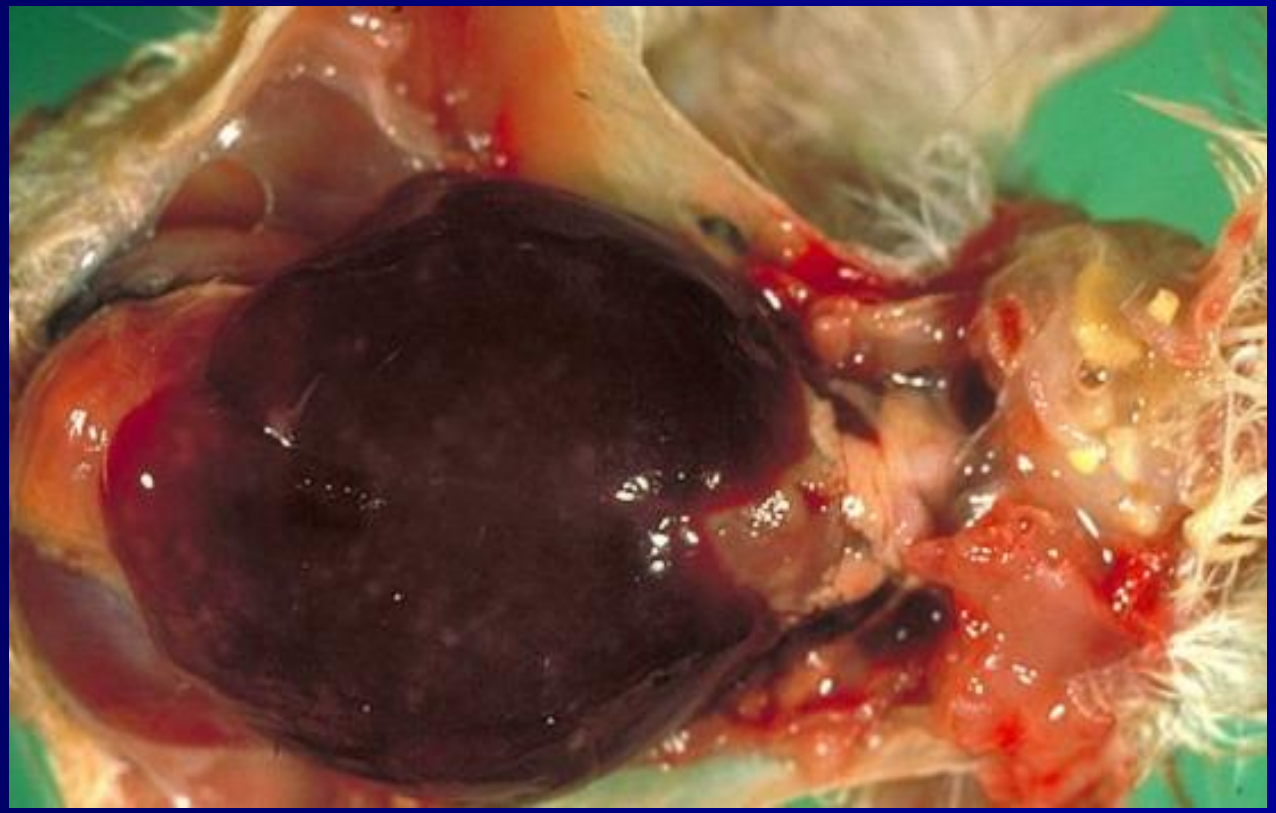
- وفي الحالات المزمنة نلاحظ التهاب المفاصل وتضخمها محتوية نتحاً التهابياً جيلاتيني القوام برتقالي اللون
- وجود بؤر تنكرزية في عضلة القلب والكبد .
- تشوهات في المبايض حيث تفقد البيوض استدارتها وتصبح معنقة ومشوهة ، وتكون متعلقة بالمبيض بسويقات رفيعة وطويلة ، وتكون محتويات البيوضات قاسية صفراء اللون متجبنة ومخضبة بالدم،
- وأحياناً تسقط في التجويف البطني بعض البيوض وتسبب التهاب البريتون المحي ، إضافة إلى تراكم البيض في قناة البيض نلاحظ ضمور الخصي عند الذكور مع وجود خراريج صغيرة في الخصى.

Gross Lesions conti

- في الطيور اليافعة والكبيرة نلاحظ التهاب التامور مع تشوه عضلة القلب ووجود بقع أو عقيدات رمادية بيضاء تنكرزية ، ويتضخم الكبد ويصبح هشاً وعليه بؤر تنكرزية ، يرافق ذلك احتقان رئوي ، والتهاب المبايض

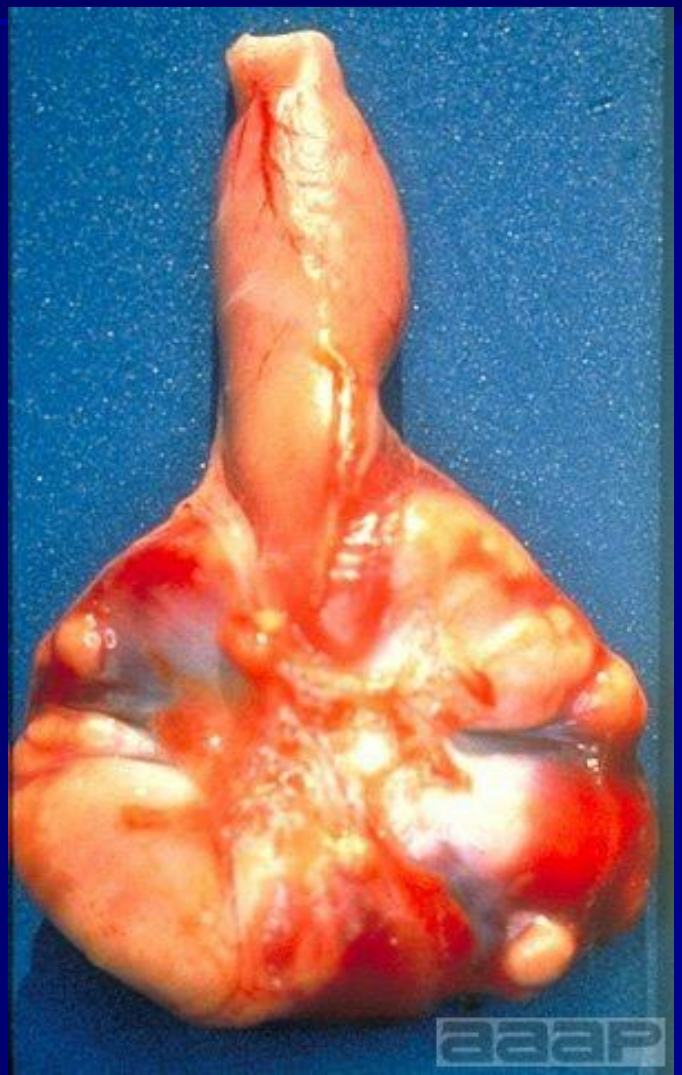
18-day-old chick: Liver is enlarged and congested and heart has early stages of myocarditis (white nodules).

18-day-old chick:
Liver is enlarged with white foci of necrosis and inflammation.



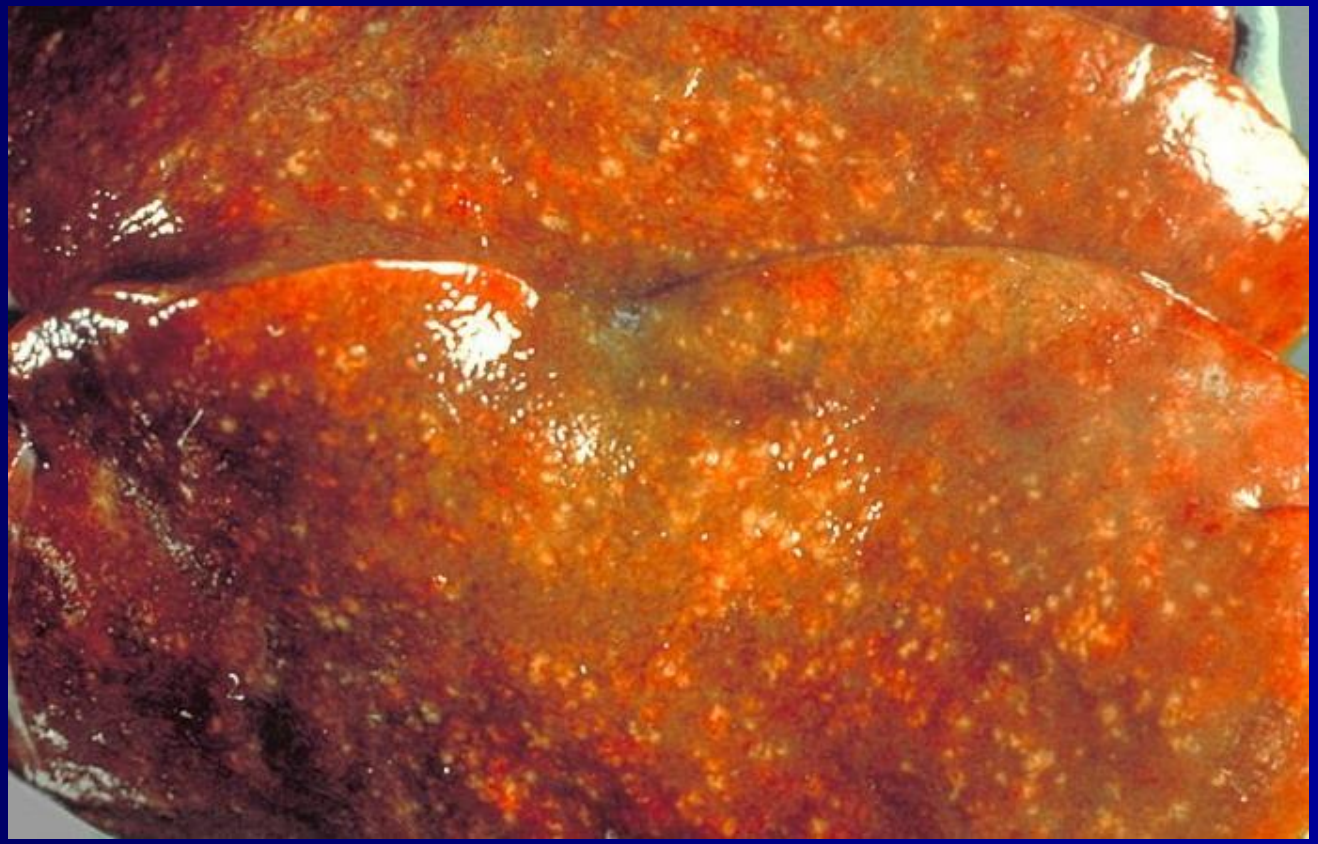
l8-day-old chick: Moderate to severely enlarged spleen and liver with congestion. Notice white cast in the cecum.

Gizzard with numerous nodules of various sizes in the wall



Adult chicken:
Ovary with many misshapen nodular gray to yellow follicles.
Notice distention of oviduct due to exudate and also exudate on the serosa of the oviduct.

Adult chicken:
Liver with multifocal necrosis and inflammation.



تشخيص المرض Diagnosis

- – **التشخيص الحقلي :** الأعراض والصفة التشريحية وسير المرض
- **التأكيد بالتشخيص المخبري**
- – **التشخيص المخبري :** 1- الزرع الجرثومي:
- 2- الاختبارات المصلية

- *Salmonellae possess antigens somatic* (*O*), *flagellar* (H) and virulent (Vi), which may be identified by specific typing sera, and the serovar may be determined by reference to the antigenic formulae in the Kauffman-White scheme.
- Full serological identity to determine the phage type and genotype of the strain.

التشخيص المخبري

- **اختبار التراص الدموي السريع** : الاختبار الحقلي السريع : يستخدم للكشف على عصيات السالمونيلا ويتم ذلك بأخذ نقطة دم من الطائر المشتبه به ، ويضاف إليها نقطة من مولد الضد الملون على صفيحة بيضاء ثم نمزجه بشكل جيد ، فإذا ظهرت تكتلات أو ترسبات خلال دقائق تكون النتيجة إيجابية ، وإذا بقي المزيج متجانساً فالنتيجة سلبية .
- **اختبار التراص المصلي السريع :**
- **- اختبار التراص بالأنابيب**

Diagnosis cont…

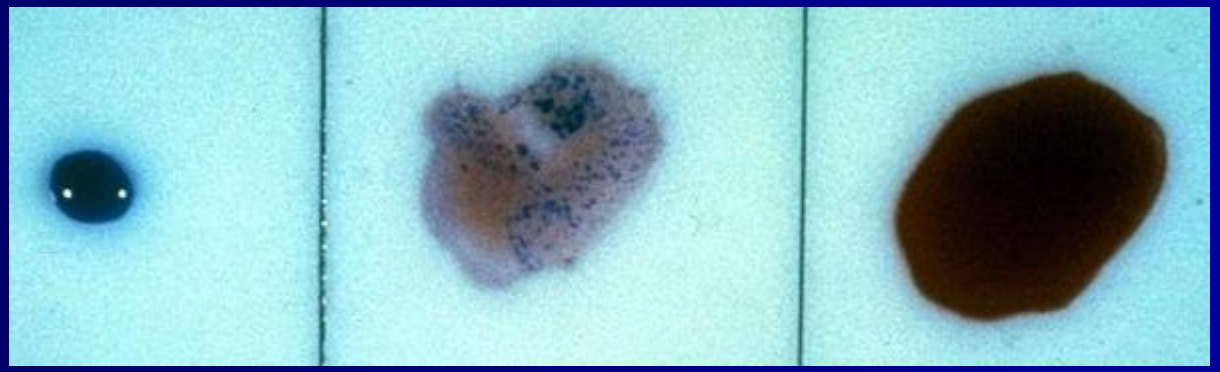
- اختبار الأجسام الومضائية (التألق المناعي)

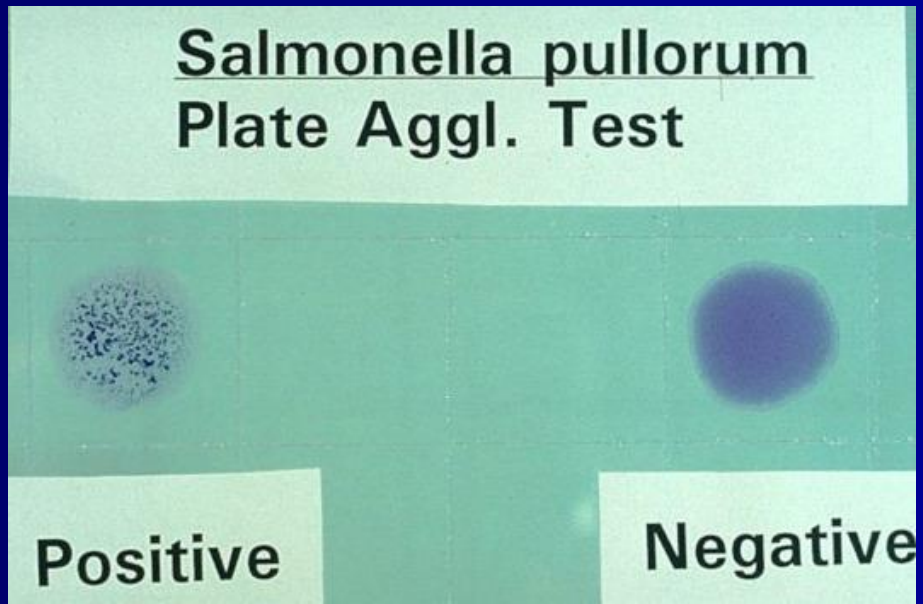
  Immuno-Flouorescent Antibody Test

- اختبار الترسيب في الآجار الهلامي (A.G.P.)
- اختبار تثبيت المتممة (C.F.T)
- اختبارات التراص **Agglutination Test**
- *Enzyme-linked immunosorbent assays are available for some serovars*

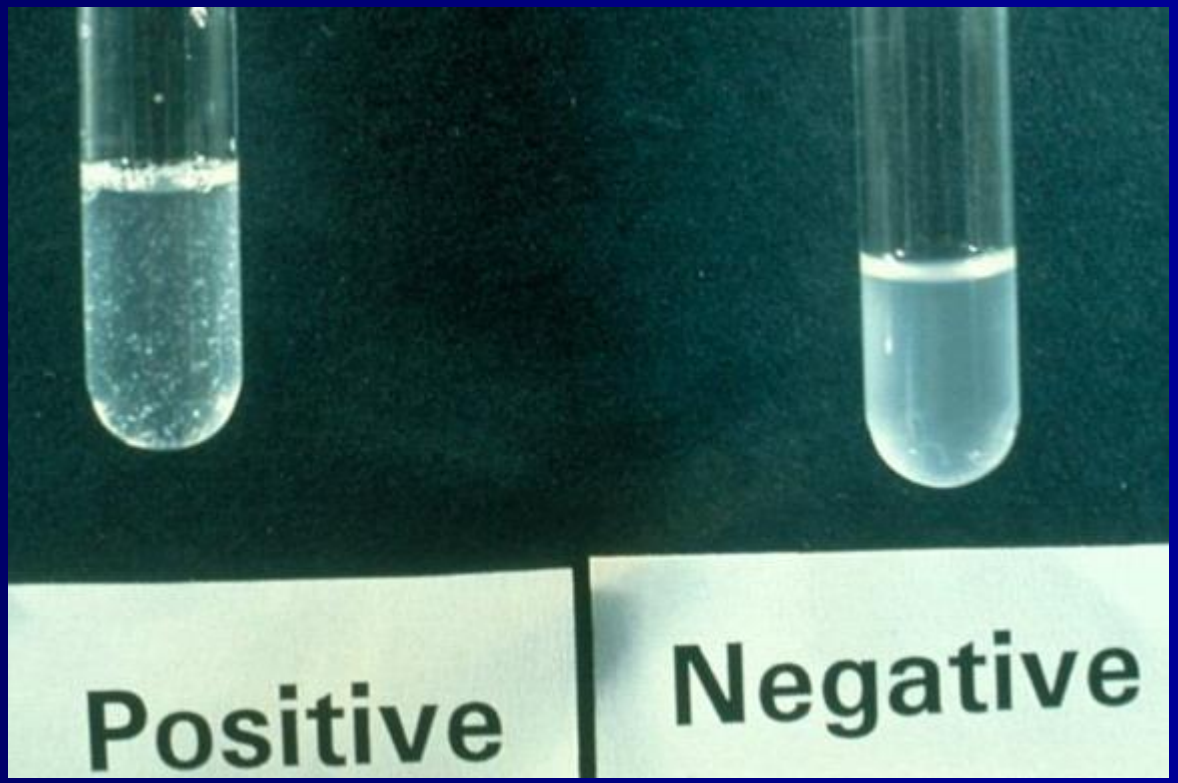
Rapid whole blood agglutination test. Antigen only (blue) in one well, positive agglutination in the center well, and negative agglutination (dark red) in another well.

اختبار التراص الدموي السريع





Tube agglutination test showing positive and negative tests. Notice floccules in the positive tube.



Treatment المعالجة

- المضادات الحيوية واسعة الطيف: سبيكتومايسين ،
- كلور تتراكسين ، وغيرها
- معظم مركبات السلفا مثل سلفاغوانيدين ، سلفاديازين ، سلفا ديميدين ، سلفاميتازين..
- مركبات النيتروفيوران و تعطى في الغالب كعلاج وقائي مع العلف الفيورازوليدين ، الفيورالتادون.
- الكلورامفينيكول ويعطى مع الماء أو العلف و يعطي نتائج جيدة إلا أن بقاء أثره في الجسم لفترة طويلة بعد العلاج أدى إلى منع استعماله ، لذلك يجب إيقاف العلاج قبل الذبح بأسبوع على الأقل لجميع الأدوية التي قد تستخدم في المعالجة .
- جنتامايسين

Treatment

Cholistine 500g/t or 100K IU / kg LW in water
Chlortertacyclline 200g/t/feed 30mg/kg weight
Furazeledone 200 – 400 g/t
Furataldon

Water:
Neomycine 20mg base / kg live weight or 200-400g/t feed
Doxycycline 10-20 mg/kg LW
Floxacine (Enro, Nor, Dana, Sepro) 8-15 mg/kg LW
Flomyquine 8-15 mg/kg
Amoxycilline 10-15 mg/kg

نظير التيفوئيد عند الطيور
Avian Paratyphoid Infection

- يطلق مرض نظير التيفوئيد عند الطيور على الإصابة التي تسببها عصيات السالمونيلا باستثناء عصيات السالمونيلا جالينيرم وبللورم S.gallinarum & pallorum ،
- من أخطر الأمراض الجرثومية التي تصيب الدواجن حيث يسبب خسائر اقتصادية كبيرة (نفوق و انخفاض إنتاج البيض ونسبة الفقس).
- تسبب للإنسان تسممات غذائية نتيجة تناوله منتجات الدواجن ملوثة .

Etiology : المسبب

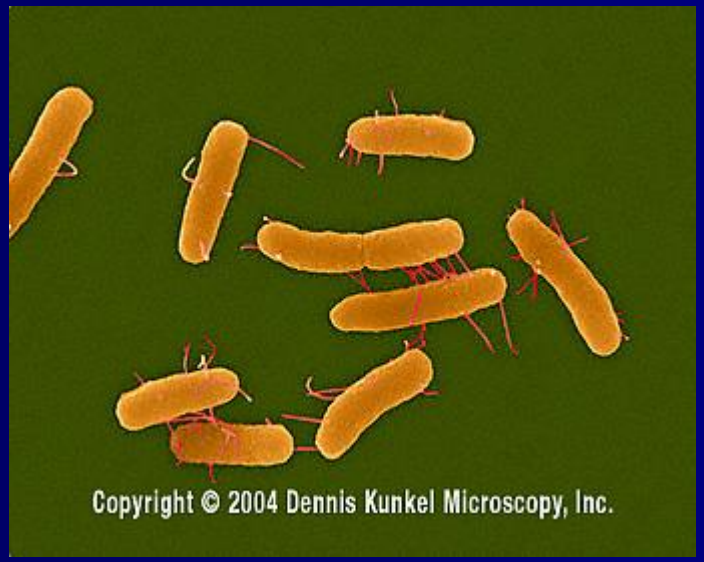
- Non Host-adapted salmonellae
- مجموعة عترات السالمونيلا المتحركة باستثناء عصيات السالمونيلا جالينيرم – بللورم ، وأكثر الأنواع انتشاراً هي :
- S . Typhi murium و S . Entiritidis و S . Anatum
- Infatins, Paratyphi, Kentucky, San Diego, Florida, Istanbul, Dublin, Stanely, Reeding, Derby, Heidelberg, San Juan

- وجد أن أكثر من 50 % من الإصابات تسببها عصيات السالمونيلا تيفي موريوم
- تم عزل هذه العترات من الحيوانات الأخرى ومن الإنسان

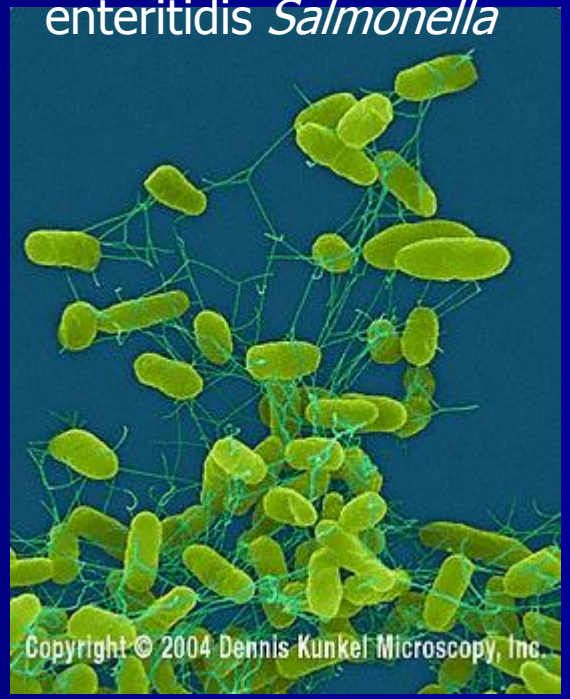
Etiology Paratyphoid

- مقاومة متوسطة للظروف الخارجية
- مقاومة لتركيزات مختلفة من الـ PH
- تحتفظ بقدرتها على العدوى لمدة > سنتين في الوسط المغذي في درجة حرارة الغرفة
- مدة 13 شهراً في اللحوم المجمدة بدرجة حرارة (- 21 مْ)،
- في فرشة الدواجن الملوثة تحتفظ بقدرتها على العدوى لمدة 8 أشهر في درجة 11 مْ ،
- حتى 28 شهراً في مخلفات الدواجن

Scanning Electron Micrograph of *Salmonella typhimurium* - Gram-negative, enteric, DT104, note the flagella. . Magnification: x3,200 .



enteritidis *Salmonella*



وبائية المرض Epidemiology
تواجد المرض Prevalence and Distribution

- في جميع دول العالم و في سوريا
- حصلت أوبئة تسممية في بعض الدول عند الإنسان نتيجة لتناوله منتجات الدواجن الملوثة بالسالمونيلا .

- **القابلية للإصابة Susceptibility :**
- **وجد بأن معظم الطيور قابلة للإصابة بهذا المرض وأن الطيور الصغيرة بالعمر أكثر قابلية للإصابة من الطيور الكبيرة**
وتكون الإصابة عند الطيور الكبيرة في أغلب الأحيان إصابة فردية ،
- **طيور الحمام وبعض طيور الزينة قابلة للإصابة بأي عمر ويسبب لها إصابات موضعية أيضاً**
- **الإنسان والحيوانات تنقل العدوى إضافة لقابليتها للإصابة .**

Transmission طرق انتقال العدوى

- العدوى العمودية : Vertical Transmission
- تحدث نتيجة نقل المسبب من المبايض وحويصلات المبيض إلى المح
- العدوى عن طريق قشرة البيض تحدث نتيجة تلوث سطح البيضة بمخلفات الطيور أو أثناء جمع البيوض أو نقلها أو حفظها وحدوث الإصابة تأتي من مقدرة عصيات السالمونيلا على اختراق قشرة البيضة والدخول إلى داخلها .

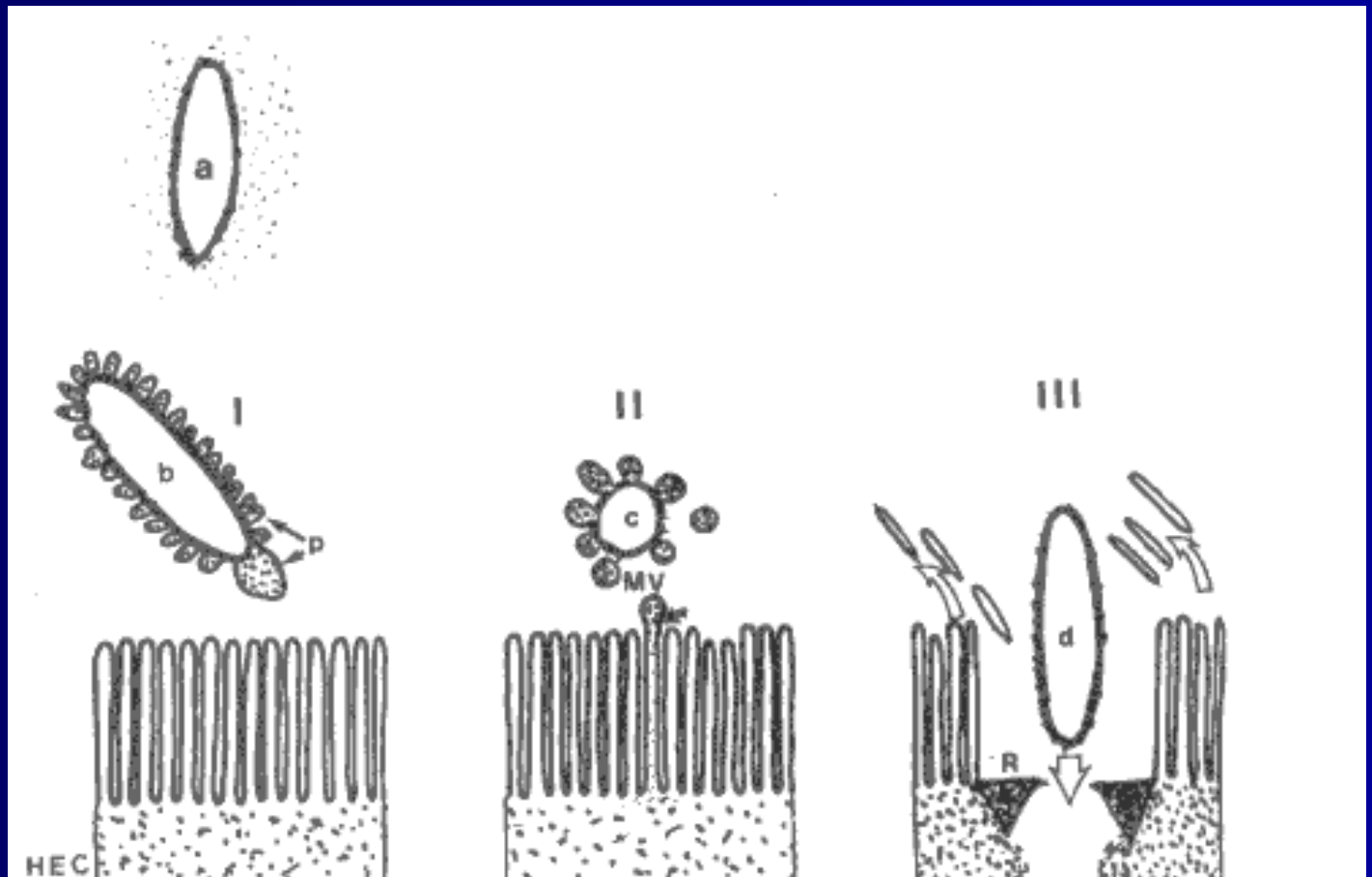
العدوى الأفقية Horizontal Transmission

- تتم بشكل مباشر عن طريق الاحتكاك والاتصال بين الطيور المريضة والطيور السليمة ،
- عن طريق الماء الملوث ، مياه المسالخ الملوثة
- تتم العدوى عن طريق العلف الملوث بعصيات السالمونيلا .
- الحشرات والقوارض والذباب والحيوانات الأهلية والإنسان دوراً هاماً في نقل

Pathogenesis

- يعزى حدوث المرض ودرجة شدته ،إلى الذيفان الداخلي Endotoxin الذي تفرزه عصيات السالمونيلا بكميات كبيرة فيؤدي إلى تحلل الخلايا ، ثم النفوق ، وتكون نسبة النفوق كبيرة في الأعمار الصغيرة (حتى الأسبوع الثامن بعد الفقس)
- الطيور الكبيرة بالعمر تكون حاملة للمسبب المرضي.،
- تتراوح نسبة النفوق بين 10-20 %

- A schematic representation of sequential steps (I, II & III) for entry of *Salmonella* organisms into host epithelial cells in chicken ileum *in vivo* . Diagrammatic interpretation (a, b, c & d) of electron microscopic observations (A, B, C & D, respectively in Figures 1, 3, 5, 6) is self-explanatory. Close interaction of salmonellae (b, c) with host epithelial cell (HEC) microvilli produces numerous periplasmic protrusions (p) filled with virulence factors (I), which pinch off as membrane vesicles (MV) from the organism (c) 'fusing' with plasma membrane of microvilli thus discharging its contents into the host cell (II). This results in the formation of a ruffle (R) by rearrangement of host cell cytoskeleton (III), facilitating the entry (short empty arrow) of the organisms into the cell, accompanied by focal disruption of microvilli (curved empty arrows .(



الأعراض : Symptoms

في الطيور الصغيرة بالعمر

تتشابه الأعراض في هذا المرض مع مرض تيفوئيد الطيور وأحياناً يصعب تفريقها وتتصف بأعراض التسمم الدموي ، أعراض عامة وإسهال مائي أبيض اللون - عطش

- إصابة ملتحمة العين وانتفاخ وتورم الجفون .
- عند صغار البط نلاحظ أعراضاً عصبية ، وهي عبارة عن اختلال في التوازن واضطراب في السير والحركة وانقلاب الطير إلى الخلف ليبقى على ظهره حتى ينفق ،
- إصابة ملتحمة العين وانتفاخ وتورم الجفون .
- الحمام: التهاب مفاصل و عرج التواء الرأس

Symptoms cont..

- **في الطيور الكبيرة**
- انخفاض في إنتاج البيض إضافة لانخفاض في شهية الطائر .
- تكون الإصابة غير ظاهرة
- حاملة للمسبب وتطرحه مع مفرزاتها

في الحمام وطيور الزينة

- أعراضاً عامة مثل الخمول وفقدان الشهية والعطش وإسهال مائي أخضر اللون
- أعرا ض نتيجة إصابة الجهاز العصبي المركزي وهي عبارة عن عدم توازن الرأس والتفاف الرأس والرقبة واضطراب في الحركة وعدم المقدرة على الطيران بسبب التهاب مفاصل الأطراف والأجنحة .
- تتراوح نسبة النفوق في الأوبئة بين 20 – 80 %

الصفة التشريحية Gross Lesions

- تشبه التغيرات المرضية في مرض تيفوئيد الطيور
- عدم أو تأخر امتصاص كيس المح .
- تضخم الكبد والطحال والكلى مع وجود نقط نزفية وأحياناً بؤر تنكرزية.
- التهاب الأمعاء
- التهاب المفاصل وتضخمها عند طيور الحمام .
- تقرحات متنكرزة على الأمعاء
- عقيدات على القلب والرئة
- نادراً حدوث التهاب المبايض لكن يحدث عند الرومي

اللقاحات والمناعة

- معطلة:
- امهات – بياض
  - **1 day 50 Days via DW Live – 16-18wk Im / SC (Entiritidis)**
- حية مضعفة:
  - **1 day 50 Days – 16-18wk via DW**

Competitive exclusions

- **Competitive exclusions**
- **Organic Acids**

How do organic acids work?

- The antimicrobials activity of organic acids is related to reduction in pH and its ability to dissociate, which is determined by the pKa value of the respective acid and the pH of the surrounding environment. The organic acids are lipid soluble in undissociated form. The more the undissociated form of organic acids the better the efficacy. Hence the selection of organic acid is very critical in determining the efficacy of the product. The undissociated form of the organic acid penetrates the cell membrane of bacteria
  . Inside the cell the acid dissociates according to internal pH: acid<-> anion +H+ (proton)
  . The H+ (proton) decreases pH in the cell. The bacteria use its energy resources trying to remove the protons and dies.
  Anions of organic acids deactivate RNA transferaze enzyme, which damage nucleic acid multiplication process and eventually result in death of the organism.

Control

- National schemes have been implemented in many countries to control *Salmonella* infections in animals in order to protect the consumer.
- In the European Union, the Zoonoses Directive 92/117/EEC requires the monitoring of breeding flocks of more than 250 birds and hatcheries for *S.* Enteritidis and *S.* Typhimurium .
- Culture of chicken delivery-box liners and dead or culled chickens is carried out on the day of arrival.
- At 4 weeks of age and 2 weeks prior to laying, pooled faeces of up to 60 samples, depending on the flock size, are cultured.
- Subsequently, adults are sampled every 2 weeks.
- At the hatchery, the meconium or dead-in-shells are cultured every 2 weeks.
- Serological monitoring is permitted if the serological tests can offer guarantees equivalent to the system of inspection at the hatchery and if vaccination has not been used.
-

- In Denmark serological monitoring for *Salmonella* is used for pig herds and commercial laying flocks.

Probiotic

- The term probiotic was first used to describe "substances secreted by one microorganism which stimulate the growth of another. Later, the term was defined as "organisms and substances which contribute to intestinal microbial balance"].
- This definition was modified in 1989 to "a live microbial food supplements which beneficially affects the host animal by improving its microbial balance"
- In 1998, probiotics were defined as "foods which contain live bacteria which are beneficial to health, whereas in 2002 they were described as "microbial cell preparations or components of microbial cells that have a beneficial effect on health and well-being".

Probiotics cont..

- These definitions emphasize that probiotics are live, nonpathogenic, bacteria-denominated, direct-fed microbials that contribute to improved health and balance of the GI tract.
- Despite these numerous definitions, it has been demonstrated that probiotics inhibit the in vitro growth of many enteric pathogens. Probiotic bacteria have the ability to bind to intestinal mucus, and it has been suggested that adhesion may be a key for exerting their protective effect.
- Other potential mechanisms include modulation of toxin production or action, production of inhibitory metabolites, immunomodulation, and modulation of cytokine patterns.