متلازمة فرط ضغط الدم الرئوي في دجاج اللحم
الاستسقاء (الحبن) في الدجاج

Pulmonary Hypertension Syndrome in Broiler Chickens
(Ascites in Broilers)

تعريف Definition

حالة مرضية في دجاج اللحم تحدث في ظروف عوز الأوكسجين الذي يؤدي في النهاية إلى قصور وارتخاء في البطين الأيمن للقلب ينتج عنه تجمع السوائل في أجواف الجسم (استسقاء).

مقدمة Introduction

يشير مصطلح" استسقاء "في الواقع إلى تراكم السوائل في تجويف البطن) أو ما يسمى بـ"Waterbelly" يُعرف المرض بشكل علمي أكثر باسم متلازمة ارتفاع ضغط الدم الرئوي .غالبًا ما يتم تشخيص الاستسقاء في عمر 4 إلى 5 أسابيع .إجمالي الوفيات بسبب الاستسقاء أعلى في سلالات الجدات خط الذكور، والتي لديها القدرة على نمو أسرع وترسب أعلى للعضلات مقارنة بخطوط الإناث (Dewil et al., 1996) .

تحدث متلازمة ارتفاع ضغط الدم الرئوي (PHS)، والمعروفة أيضًا باسم متلازمة الاستسقاء في جميع أنحاء العالم في دجاج التسمين في مرحلة النمو، وتتميز بتراكم مفرط للسوائل الانتقالية في الفراغات البريتونية بسبب ارتفاع ضغط الدم المفرط داخل الدورة الدموية الرئوية (٢)، وتشير التقديرات إلى أن PHS تمثل ٢٥ ٪ من إجمالي حالات النفوق في صناعة دجاج اللحم، وتلعب العلاقة بين الإدارة والبيئة والعوامل الوراثية دورًا مهمًا في تطور هذا المرض، وتمت كتابة المراجعات الأخيرة من قبل Gupta (٤٦) و Hassanzadeh (٤٧) و Wideman et al. (٢١).

قابلية الإصابة Susibtipility

دجاج اللحم (الفروج) وبط التسمين

الأسباب وآلية حدوث الإصابة Etiology

هناك عوامل كثيرة تشترك مع بعضها بإحداث هذه الإصابة وجميع هذه العوامل تؤدي في النهاية إلى إصابة البطين الأيمن للقلب بسب نقص الأوكسجين ومن هذه العوامل نذكر:

الضغط الزائد على القلب :

ثبت أن العامل الرئيسي لحدوث الاستسقاء هو نقص (عوز) الأوكسجين أي بمعنى آخر نقص ضغط الأوكسجين في الدم وبالتالي نقص معدله في أنسجة الجسم المختلفة. يقوم الطائر بالتعويض عن نقص الأوكسجين بزيادة معدل جريان (ضخ) الدم خلال الرئتين وزيادة تكون الكريات الحمراء بحيث يصبح الدم أكثر لزوجة ويعتبر رد الفعل هذا ظاهرة فيزيولوجية طبيعية للحصول على كميات أكبر من الأوكسجين من هواء الشهيق وبما أن الكريات الحمراء هي الحامل للأوكسجين لذلك لابد من إرسالها خلال الرئتين لعدد من المرات أكثر من الحالة الطبيعية .

يحتاج مرور حجم أكبر من الدم اللزج خلال الأوعية الشعرية الدقيقة للرئتين لضغط أكبر وبناءً عليه فإن القلب وخاصة البطين الأيمن يعمل بقوة وجهد إضافيين ونتيجة لذلك تصبح عضلة جدار البطين الأيمن أكثر سماكة وتفقد مرونتها وتتوسع وتظهر بمظهر متضخم لعضلة القلب . وبعد ذلك يحتقن البطين الأيمن وهذا بدوره يؤثر على كامل الدورة الدموية ، وبسبب إصابة البطين الأيمن تختل آلية الدوران الوريدية ولا يستطيع القلب تخليص كامل الدم الوريدي من أنسجة الجسم ويحدث نتيجة لذلك احتقان في الكبد يؤدي هذا الاحتقان في حال استمراره إلى تسرب بلازما الدم إلى أجواف الجسم المختلفة مسببة ظاهرة الاستسقاء ، ويمكن أن يحدث الاستسقاء بتأثير عوامل أخرى متعددة فإذا تعطلت وظائف القلب والكبد والكليتين أو تواجدت عوامل أخرى تؤدي إلى احتقان الأوردة الدموية ومن هذه العوامل نذكر : التسمم بذيفانات الفطور، التسمم بالفيورازوليدون، مرض مارك ، الخمج بالإشريكية القولونية، خلل في توازن العليقة وتدني قيمتها الغذائية، زيادة الصوديوم(ملح الطعام) ، نقص بعض الفيتامينات (B, E) أو عنصر السيلينيوم .

تؤدي العوامل السابقة إلى أشكال معتدلة من الاستسقاء وتشكل جزءاً من مجمل أسباب المرض الموصوف .

عوز الأوكسجين :

يعتبر نقص (عوز) مستوى الأوكسجين في الدم السبب الرئيسي لحدوث الاستسقاء وتعني كلمة العوز هذه أن احتياجات الجسم من الأوكسجين أكثر من معدلاته المتوفرة سواءً في الدم أو في الهواء ومن هنا فإن أيَ عامل يؤدي لنقص توفر الأوكسجين أو يزيد من الاحتياج له يساهم في حدوث حالة الاستسقاء ومن المعلوم أن مستوى الأوكسجين في الدم يحدد بكفاءة وسلامة عمل جهاز التنفس للطائر ومدى توفر الأوكسجين في الهواء المحيط ومن العوامل التي تؤدي لنقص الأوكسجين :

- **المناطق المرتفعة:** حيث يرتفع الضغط الجوي فيها وينقص معدل الأوكسجين في الهواء لذلك يسمى المرض (مرض المرتفعات).

- **التهوية السيئة:** إن ضعف كفاءة التهوية هو عامل أساسي ومهم لعوز الأوكسجين في المناطق المرتفعة والمنخفضة فالمعروف أن زيادة تركيز الغازات في جو الحظيرة يخرش المسالك التنفسية (وجود غاز الأمونيا) أو تقلل من امتصاص الأوكسجين (غاز أول أو كسيد الكربون) وهذه العوامل تساهم في حدوث الإصابة .
ومن العوامل الأخرى نذكر: أمراض الجهاز التنفسي التي تؤدي لضعف كفاءة عمل هذا الجهاز إضافة إلى تطبيق برامج لقاحية مكثفة (ضد مرض النيوكاسل والتهاب القصبات المُعدي) التي قد تسبب تهيجاً في الجهاز التنفسي

- **تأثير فصل الشتاء وانخفاض درجة الحرارة:** تزداد حاجة الجسم للأوكسجين بشكل كبير مع انخفاض درجة حرارة الجو المحيط ويكون ذلك بسب زيادة عمليات الاستقلاب في جسم الطائر للمحافظة على درجة حرارة الجسم الطبيعية لذلك تُلاحظ الإصابة غالباً في المناطق المرتفعة وتكون أشد في فصل الشتاء بسبب تآزر عامليَ الارتفاع والبرودة معاً

- **الأكل الزائد :** إن زيادة الشهية و ارتفاع كميات العلف المستهلكة عن الحاجة الطبيعية للنمو وتحسين نوعية العليقة تحتاج لكميات أكبر من الأوكسجين إضافة إلى أن عمليات تمثيل العلف تؤكسد الكربون إلى ثاني أوكسيد الكربون ويلزم لهذه العملية توفر الأوكسجين وإضافة لذلك فإن هجن (سلالات) اللحم الحديثة تستهلك كميات أكثر من الغذاء مقارنة بالسلالات الأقدم ويتطلب هذا احتياجها لكميات أكبر من الأوكسجين ، وكما هو معلوم أن الذكور تستهلك كميات أكبر من الغذاء مقارنة مع الإناث لذلك يشاهد النفوق بسبب الاستسقاء عند الذكور أكثر مما هو عليه عند الإناث .

- **محتوى العليقة من الدهون:** ترتفع الحاجة للأوكسجين في العليقة الحاوية على الدهون وخاصة عند الطيور الصغيرة حيث تستقلب معظم الدهون الغذائية وبما أن الدهون تحوي على ذرات قليلة من الأوكسجين فإن تمثيلها يحتاج لكميات كبيرة من الأوكسجين مقارنة بما تحتاجه السكريات في استقلابها.

أسباب ثانوية أخرى للحالة :

هنالك عدة أسباب مرضية أو غذائية تساعد في حدوث حالة الاستسقاء بالمشاركة مع العوامل السابقة أو تؤدي بمفردها إلى حالات بسيطة من الاستسقاء ومن هذه الأسباب نذكر :زيادة الصوديوم في العليقة، وجود الذيفانات الفطرية التي تلعب دوراً هاماً في حدوث الاستسقاء ، نقص الفوسفور أو عدم توازن نسبة الكالسيوم والفوسفور والتي قد تسبب ضعف وتشوه في الأضلاع وهذا يؤدي لصعوبات تنفسية، زيادة مستوى حمض البولة في الدم الذي يسبب استحالات تنكسيه في العضلة القلبية، زيادة إعطاء بعض العقاقير الدوائية (الفيورازوليدون ومركبات السلفا) والتضاد الدوائي بين بعض العقاقير .

تم الكشف مؤخراً عن جزيئات تشبه الفيروسات يتراوح قطرها (٧٧- ١٢٨) نانو متر بين ألياف العضلة القلبية وأنسجة الكبد والرئتين والكليتين في طيور مصابة بالاستسقاء لكن العلاقة بين وجود هذه الجزيئات وآلية الإصابة لم تحدد بعد .

الاستعداد الوراثي :

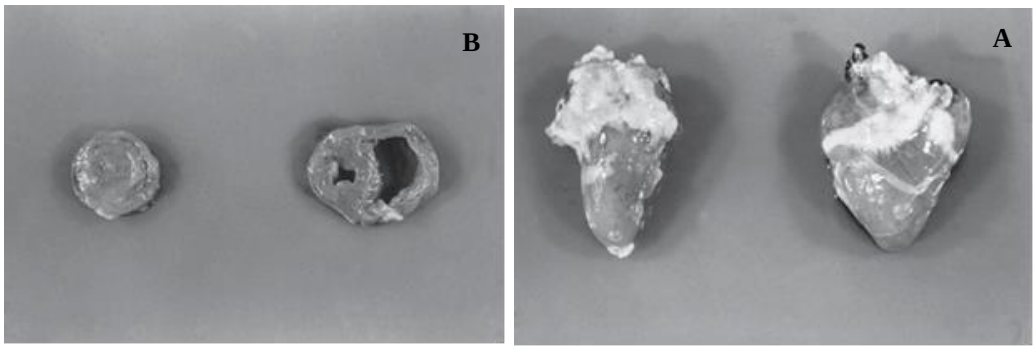
يبدو أن هناك استعداداً وراثياً للإصابة في بعض السلالات أو بعض الطيور في نفس القطيع حيث يشاهد حقلياً زيادة نسبة الإصابة والنفوق في بعض الهجن التجارية من سلالات اللحم.

الأعراض Clinical Signs

تحدث ذروة الاستسقاء بين ٥ و ٦ أسابيع من العمر في دجاج التسمين، وعادة ما تكون الطيور المصابة أصغر من المعتاد ويلاحظ ظهور علامات الخمول والكسل وانتفاش الريش مع ملاحظة صعوبة التنفس وازرقاق على الوجه والعرف والدالیتین [1] (Maxwell *et al.*, 1986).

يلاحظ أحيانا لدى الطيور المصابة انتفاخ في البطن ناجم عن تراكم سائل الاستسقاء (الشكل 30.14). قد تنفق بعض الطيور فجأة قبل ظهور الاستسقاء [2,3] . يحدث تمدد وتضخم البطين الأيمن [4,5] ، ويسبق هذه التغيرات في مخطط كهربية القلب تغيرات في البطين الأيسر تتجلى بالتوسع والفشل التدريجي[6,7] .

شكل 30.14 دجاج لحم مع تمدد البطن بسوائل ثانوية مع حالة قصور البطين الأيمن للقلب.



شكل 30.15 فشل البطين الأيمن للقلب في دجاج التسمين. (أ) تضخم القلب (يمين) مقارنة بالقلب الطبيعي (يسار). (ب) مقطع عرضي من خلال تضخم القلب (يمين) يظهر اتساع وتضخم البطين الأيمن مقارنة بالقسم المستعرض من خلال القلب الطبيعي (يسار)

يلاحظ صعوبة في الحركة في حال البطن المائي ، وتكون نسبة النفوق بين ١ – ٢٠ بالمائة حسب شدة الإصابة والأمراض الثانوية المرافقة وعادة تكون في الذكور أكثر من الإناث.

علم الأمراض Pathology

يرتبط علم الأمراض بارتفاع ضغط الدم بشكل غير طبيعي بين القلب والرئتين (ارتفاع ضغط الدم الرئوي) مما يؤدي إلى فشل القلب ، وزيادة ضغط الدم في الأوردة ، وتراكم السوائل المفرط في الكبد الذي يتسرب إلى تجويف الجسم (ماكسويل ، ١٩٩٠) .

تشمل الآفات العيانية الاستسقاء، وتضخم القلب على الجانب الأيمن، وغالبًا ما يتمدد البطين الأيسر، وتغيرات مختلفة على الكبد. سائل الاستسقاء لونه أصفر تبني مع أو بدون خثرات فيبرينية (١، ٨).

قد يحدث موه التامور Hydropericardium، وتظهر الشرايين دجاج اللحم المصاب بالاستسقاء رخوة وتفتقر إلى المرونة (٩)، وتكون الرئتان متوذمة ومحتقنة. تختلف كبد الطيور المصابة من المحتقنة أو المبقعة إلى المنكمشة مع غشاء مائل للرمادي وسطح غير المنتظم. تم وصف الآفات المجهرية في القلب والأوعية الدموية الرئيسية والرئة والكبد والكلى (١٠، ١، ٩، ١١، ٨).

ألياف عضلة القلب تكون غير منظمة بشكل معتدل، مع تنكس وتكلس عضلة القلب العرضي ووجود وذمة وتكاثر بعض الأنسجة الضامة الرخوة بين الألياف، والنزيف البؤري، مع ارتشاح للعدلات. جدار الشرايين أرق مما هو عليه في الطيور العادية وفي بعض الأحيان يكون هناك فقدان كامل للعناصر المرنة. هناك أيضًا انخفاض في كثافة الشبكة للمصفوفة الهيكلية لجدار الأوعية الدموية، بالإضافة إلى زيادة ثخانة الألياف في الوريد الأجوف. غالبًا ما يوجد تبيغ في الرئتين (فرط وزيادة تدفق الدم) مع وجود نزيف ووذمة، كما يمكن العثور على عقيدات غضروفية وعظمية في الرئتين (١٢).

كما تم إثبات وجود رواسب كالسيوم غير طبيعية في ميتوكوندريا ضمن خلايا العضلة القلبية للطيور المصابة بالاستسقاء PHS ١٣ .

تُظهر معاملات الدم الفيزيولوجية من الطيور المصابة ارتفاع نسبة الهيماتوكريت والهيموغلوبين وكريات الدم الحمراء والبيضاء، حيث يلاحظ زيادة في العدلات Heterophils والوحيدات Monocytes على حساب الخلايا الليمفاوية (١). هناك أيضًا فرط ثاني أكسيد الكربون في الدم Hypercapnia ونقص التأكسج Hypoxia التدريجي (١٤).

الامراضية والعامل المسبب Pathogenesis and Etiology

يمثل الاستسقاء الاكلينيكي النتيجة النهائية لعملية الفيزيولوجيا المرضية التي بدأها ارتفاع ضغط الدم داخل الدورة الدموية الرئوية (ارتفاع ضغط الدم الرئوي) ويؤدي إلى تضخم البطين الأيمن والفشل. على الرغم من التحقيق المكثف في المتلازمة، فإن السبب الرئيسي للاستسقاء غير واضح. تعتبر العوامل الوراثية والإدارية المساهمين الرئيسيين في زيادة حدوث الاستسقاء. ارتفاع الطلب على الأكسجين وانخفاض نشاط هرمون الغدة الدرقية وزيادة معدل التمثيل الغذائي لخطوط تربية دجاج اللحم الحديثة هي ثلاثة عوامل رئيسية مسؤولة عن زيادة الاستسقاء. نظرًا لوجود علاقة معقدة بين الجهاز القلبي الوعائي والجهاز التنفسي والدورة الدموية وأنظمة أخرى في الجسم، فقد تمثل بعض التغييرات الملحوظة في متلازمة الاستسقاء استجابات تعويضية ثانوية.

يعد الضغط الجزئي المنخفض للأوكسجين أو نقص الأكسجة في الدم أحد العوامل الرئيسية المسؤولة عن تضيق الأوعية الرئوية الحاد وارتفاع ضغط الدم الرئوي في الشرايين. يمكن أن يؤدي إلى حدوث PHS في الظروف البيئية والتجريبية التي تؤهب لنقص الأكسجة في الأنسجة، مثل الارتفاعات العالية ودرجة الحرارة الباردة ونقص الأكسجة التنفسية أو زيادة معدل التمثيل الغذائي (١٥ ، ١٦ ، ١٧).

ينتج نقص تأكسج الدم عن زيادة في نتاج القلب وكثرة الكريات الحمراء مما يزيد من لزوجة الدم إلى جانب كون كريات الدم الحمراء أكبر وأكثر صلابة، والتي قد تجد صعوبة في المرور عبر الشبكة الشعرية للرئة Capillary bed of the lung (١٨ ، ١٩ ، ٢٠).

كما يزيد الهيماتوكريت المرتفع من خطر الانسداد الخثاري للأوعية الدموية الرئوية، والتي يمكن أن تزيد أيضًا من مقاومة الأوعية الدموية الرئوية وتساهم في تطور ارتفاع ضغط الدم الرئوي (٢١). بالإضافة إلى ذلك ، يؤدي نقص الأكسجة إلى تمدد الشرايين من أجل زيادة تدفق الدم واستعادة توصيل الأكسجين الكافي إلى الأعضاء والأنسجة (٢٢). في المقابل، يحفز انخفاض ضغط الدم الجهازي القلب على زيادة النتاج القلبي، مما يجبر حتى على زيادة الضغط الشرياني الرئوي.

الدجاج المعرض للاستسقاء لديه نشاط منخفض لهرمون الغدة الدرقية، مما يجعله عرضة لقدرة منخفضة على استهلاك الأكسجين (٢٣ ، ٢٤) وربما نقص الأكسجة في الأنسجة. بالإضافة إلى ذلك، تم اقتراح هرمون الغدة الدرقية كمُعدِّل لنظام بيتا الأدرينالي، وهو منظم مهم لأداء القلب والأوعية الدموية. تتمتع الطيور الحساسة للاستسقاء بكثافة أعلى لمستقبلات بيتا الأدرينالية من الطيور المقاومة للاستسقاء وتختلف خصائص هذه المستقبلات عن الطيور العادية (٢٥-٢٦).

زيادة معدل الأيض يعني ارتفاع الطلب على الأكسجين للحفاظ على الاحتياجات الأيضية. ومع ذلك، فإن دجاج اللحم الحديث لديه انخفاض كبير في حجم القلب والرئة النسبي، وبالتالي تضاؤل القدرة القلبية الرئوية (١٤). كما أن لديها غشاءًا تنفسيًا أكثر سمكًا وبالتالي معدل انتشار أقل للأكسجين من الرئتين إلى هيموغلوبين كريات الدم الحمراء (٨).

كما أن زيادة معدل التمثيل الغذائي يعزز الإجهاد التأكسدي الذي يؤدي بدوره إلى بيروكسيد الدهون وحدوث تلف الشبكة الوعائية الرئوية، مما يزيد من تدهور الأكسجة ويؤدي إلى تفاقم نقص الأكسجين (٢٧).

خفضت المكملات الغذائية مع الإنزيم المساعد Q10 PHS في الدجاج (٢٨) ، ربما عن طريق تقليل الجذور الحرة.

قد تؤثر ظروف الحضانة على خصائص ما بعد الفقس بالنسبة لـ PHS. وقد أثبتت العديد من الدراسات أن انخفاض مستويات الأكسجين أثناء الحضانة يؤثر على حدوث الاستسقاء في وقت لاحق من الحياة. الأجنة المعرضة لتركيزات عالية من ثاني أكسيد الكربون خلال الأسبوع الثالث (٢٩) و / أو خلال الأيام العشرة الأولى (٣٠) من الحضانة كان لها معدل حدوث استسقاء أقل خلال فترة النمو من تلك المحتضنة تحت التركيزات الطبيعية. وبالمثل ، أظهرت الطيور التي يتم تحضينها على ارتفاع عالٍ (انخفاض الأكسجين) (٣١) تضخمًا في البطين الأيمن ونفوق أقل ناتج عن الاستسقاء من تلك التي يتم تحضينها على ارتفاع منخفض. في جميع هذه الدراسات، الصيصان المعرض لأوكسجين أقل أثناء الحضانة تفقس مبكرًا عن تلك المعرضة للكميات الطبيعية ، وقد تكون الأجنة قد تعرضت لنقص الأكسجة لفترة أقصر. كما كان لديهم تركيز أعلى في البلازما من ثُلاثَيُّ يودوثيرونين T3(عبارة عن الثيروكسين بعد دخوله لخلايا قبل أن يبدأ عمله) و الثيروكسين T4(هرمون الغدة الدرقية) (٢٩ ،٣١). علاوة على ذلك، كانت الأجنة المحتضنة على ارتفاعات عالية تحتوي على مستويات أعلى من الكورتيكوستيرويدات وحمض اللاكتيك في البلازما (٣١) وقدرة ربط منخفضة لمستقبلات عضلة القلب بيتا الأدرينالية (٣٢) ، مما يشير إلى تكيف القلب مع نقص الأكسجة.

أظهر ويدمان والفرنسي أن الحيوانات التي نجت من تحدي استسقاء تنتج ذرية ذات متلازمة استسقاء مخفضة (٣٣). يحتوي دجاج اللحم الحساس للإصابة بـ PHS على ضغط شرياني رئوي مرتفع ، مرتبط بزيادة مقاومة للشرينات ، عند مقارنتها مع دجاج اللحم المقاوم للـ PHS (٣٤). سيزار وآخرون وجدوا أن تركيز ٢ بروتينات مصفوفة ميتوكوندريا تشارك في عملية التمثيل الغذائي الهوائي كانت مرتفعة في خط دجاج اللحم المقاوم للاستسقاء مع حدوث الاستسقاء (٣٥). يجب أن تنظر برامج الاختيار الجيني البديلة في معايير أخرى غير وزن الجسم فقط لتقليل الإصابة بـ PHS (١٦ ، ٣٦).

قد يتسبب تراكم الأكسجين التفاعلي في تلف أغشية الخلايا للأنظمة المختلفة في الجسم. تم العثور على علاقة مباشرة بين التركيز المنخفض لمضادات الأكسدة في الرئة وتضخم وزن البطين الأيمن في دجاج التسمين (٢٧). كما تم تسجيل انخفاض مستويات مضادات الأكسدة في الرئة والكبد (٣٧). ويؤدي هذا إلى نقص في السيطرة على الإجهاد التأكسدي. زيادة المقاومة لتدفق الدم من خلال الرئة يمكن أن يسبب ارتفاع ضغط الدم الرئوي وبالتالي فشل البطين الأيمن والاستسقاء.

الآفات التشريحية Gross Lesions

- وجود كميات كبيرة من السوائل المائلة للاصفرار تحوي على خثرات فبرينيه في تجويف البطن قد تتراوح بين ١٠٠ – ٥٠٠ مل.
- زيادة السوائل التامورية حول القلب.
- تضخم الكبد ، وبشكل أقل يتضخم الطحال والكليتين ويظهر على الكبد التهاب فبريني مختلف الشدة وتتشكل محفظة فبرينية حول الكبد وخاصة إذا كانت الحالة معقدة بالإشريكية القولونية أو الميكوبلازما الإنتانية الدجاجية.
- يتضخم القلب وخاصة البطين الأيمن حيث يكون متوسعاً.
- تحتقن الرئتان وتبدوان شاحبتين وعليهما بقع رمادية.

- تضخم عقدي للصمام الأيمن بين الأذينة اليمنى والبطين الأيمن.
- ارتفاع قيمة الهيماتوكريت إلى ضعف قيمتها الطبيعية حيث تصل إلى ٥٠ – ٦٠ بالمائة.
- تزداد الأجزاء غير الصالحة للأكل من الذبيحة .

استراتيجية التدخل Intervention Strategies

- تم استخدام العديد من الاستراتيجيات تجريبيا لمنع تراكم الأكسجين التفاعلي وتقليل حدوث الاستسقاء. قلل ارجينين (L-arginine) التكميلي من حدوث نفوق PHS في دجاج اللحم التجريبية ، مما يشير إلى أن إل ارجينين قد يكون مطلوبًا كركيزة لأكسيد النيتريك ، وهو موسع وعائي رئوي داخلي قوي (٣٨).
- كذلك قد يؤدي أكسيد النيتريك إلى ارتفاع ضغط الدم الرئوي عن طريق إطلاق الأكسجين التفاعلي (٦ ، ٣٩). ولم يتم التحقق من مضادات الأكسدة الهامة الأخرى ، مثل حمض اليوريك أو الفلافونويد أو الكاروتينات (٨).

- أثناء تطور الاستسقاء ، تطور الدجاج انخفاض ضغط الدم الجهازي ، مما يؤدي إلى احتباس السوائل والشوارد (٤٠). فوروسيميد Furosemide ، مدر للبول يعمل كموسع للأوعية ، قلل معدل نفوق PHS في دجاج التسمين التجريبي ، ربما عن طريق تقليل احتباس السوائل والكهارل ، ومقاومة الأوعية الدموية الرئوية (٣٩٣).
- ويؤثر توازن الحمضي / القاعدي الجهازي أيضًا على التهوية والنضح من خلال الرئة. أدت الحقن الوريدي لـ ١,٢ N حمض الهيدروكلوريك (*1.2N* hydrochloric acid)إلى مقاومة الأوعية الدموية الرئوية وبطء القلب ، ويمكن أن يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم الرئوي (٤١). وبدلاً من ذلك، أدت إضافة ١٪ من بيكربونات الصوديوم إلى علف دجاج التسمين للتسبب في قلاء إلى تقليل حدوث PHS في الطيور التجريبية في غرفة تحت ضغط (٤٢).

- في الحقل ، لا يوجد علاج واحد أو نظام وقائي للسيطرة على PHS. تستخدم شركات علم الوراثة الرئيسية قياس التأكسج النبضي لتقييم مدى كفاية أكسجة الدم الشرياني لتحديد خطوط النَسَب.

- انخفض معدل PHS في قطعان اللحم التجارية المرباة على ارتفاعات ضئيلة (٢١). بالإضافة إلى ذلك ، يتم استخدام الإدارة للحد من معدل النمو المبكر في دجاج التسمين لتقليل مخاطر الاستسقاء.

- يعد التحكم بالفترة الضوئية وتقييد التغذية تقنيات شائعة للتحكم في الاستسقاء. حيث تقلل برامج الإضاءة المتقطعة خلال المراحل المبكرة من الحياة بشكل كبير PHS (٣٧ ، ٤٣). كان التأثير المفيد للإضاءة المتقطعة أكثر وضوحًا عند تطبيقه من الأيام ٣ إلى ١٤ و / أو من الأيام ١٠ إلى ٢١ من العمر. أعقب انخفاض النمو الأولي نمو تعويضي مع وزن نهائي مماثل للضوابط.

- يمكن استخدام قيود التغذية لإدارة النمو المبكر (١١). ومع ذلك، هناك نتائج متضاربة في النمو التعويضي وعائد الذبيحة (١٥). قد يؤدي الحد من تناول العلف حسب الرغبة أو برامج التخطي لمدة يوم واحد skip-one-day إلى تقليل PHS دون المساس بوزن الجسم (١١ ، ١٥). حدوث PHS أقل في دجاج التسمين الذي يتغذى على وجبات العلف المجروش مقارنة مع تلك المعطاة في الحبيبات (٤٤

، ٤٥) ، دون تقليل وزن الجسم أو زيادة الكسب الوزني أو استهلاك الأعلاف أو معدل التحويل العلفي (٢٦).

من خلال دراسة الأسباب والعوامل المهيئة السابقة يمكن القول أن التحكم بظاهرة الاستسقاء يكون من باتخاذ إجراءات وقائية متعددة للحد من تأثير المسببات السابقة ، وإن المناخ المثالي في الحظيرة وخاصة درجة الحرارة والتهوية الجيدة تلعب دوراً مهماً في منع ظهور الإصابة ، كما إن الإدارة الجيدة واتخاذ الإجراءات الصحية للحد من انتشار الأمراض وخاصة أمراض الجهاز التنفسي والرعاية الجيدة للقطيع تقلل من ظهور الحالة.
بعد التأكد من سلامة الإجراءات السابقة ننتقل لاتخاذ إجراءات وقائية أخرى تهدف إلى تقليل متطلبات الطيور من الأوكسجين وتتضمن مثل هذه الإجراءات (انظر الأسباب السابقة):

- تخفيض الطاقة وكمية العلف المستهلك علماً بأن هذا يتعارض مع الهدف الأساسي للتربية .
- في حالات الإصابة الشديدة وارتفاع معدلات النفوق بسب الاستسقاء يجب تطبيق نظام تقنين العلف في التغذية وذلك للتخفيف من شدة الإصابة وقد يكون تطبيق هذا البرنامج صعباً ومكلفاً لكن عائداته الاقتصادية تفوق تكاليف تطبيقه
- تهدئة الطيور وتخفيف الازدحام مع تطبيق نظام إضاءة منخفض أو تطبيق ساعات ظلام (٢ – ٣) ساعات في اليوم أثناء الإصابة وهذا يساعد على التخفيف من استهلاك العلف الزائد
- يجب إجراء الدراسات المستفيضة لمعرفة فيما إذا كان حدوث الاستسقاء أمراً اعتيادياً في الطيور التي تستهلك علفاً بكميات أكبر وتنمو بسرعة أكثر من غيرها .

ومن هذا كله نستنتج :

أن ظاهرة الاستسقاء في دجاج اللحم الحديث سوف تزداد مستقبلاً مع استمرار النجاح في تطبيق برامج التربية والرعاية الجيدة وتحسين نوعية الخلطات العلفية والوصول إلى الأوزان المطلوبة في أقصر فترة زمنية ممكنة وازدياد شهية الطيور، وهذه البرامج هي محور عمل جميع شركات ومراكز بحوث تطوير صناعة الدواجن.