الجهاز التنفسي RESPIRATORY SYSTEM

يعتبر الجهاز التنفسي للطيور فريدا بين الحيوانات الفقرية في تركيبه او الطريقة التي بواسطتها ينجز وظيفة الى رئيسية المتمثلة بتجهيز الاوكسجين واخذ ثاني اوكسيد الكاربون من الدم ويمكن ملاحظة النقاط التالية في الجهاز التنفسي للطيور.

١- الرئتين صغيرتين متصلتان بالاكياس الهوائية ذات الجدران الرقيقة وبعض الفراغات الهوائية الممتدة بين الاعضاء الداخلية وحتى العظام وامتدادتها.

٢- يعتبر الجهاز التنفسي متكييف لوضعية الطير للطيران

٣- تستهلك الطيور التي تطير كميات كبيرة جدا من الاوكسجين بمقدار 10-8 مرات اكثر

٤- الفراغات الهوائية الموجودة داخل العظام والمملوءة بالهواء هي التي تخفف من وزن الطير في حين يكون تأثير الاكياس الهوائية على وزن الطير قليلا

٥- توجد نظيرات القصبات الهوائية (Parabronchi) في رئة الطيور وهي التي تسمح بعبور الهواء من خلالها وبهذا فان الهواء يمر على مساحة التبادل الغازي الموجود فيها.

وهناك فروقات مابين الجهاز التنفسي للطيور والجهاز التنفسي للثديات وكالاتي:

١- يكون حجم رئة الطيور النموذجية اكبر قليلا من نصف حجم رئة الثديات المساوية لها في الحجم

٢- حجم رغامي (Trachea) الطيور اكبر من نظيره في الثديات

٣- الاكياس الهوائية في الطيور اكبر بعدة مرات من الرئة وبما ان الثديات لا تملك الاكياس الهوائية لذلك فالحجم الكلي للجهاز التنفسي في الطيور اكبر بحوالي ثلاث مرات من مثيله في الثديات

٤- عدم وجود الحجاب الحاجز

يمكن تلخيص وظائف الجهاز التنفسي بالنقاط الاتية

١- تجهيز الدم بالاوكسجين

٢- التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون

٣- التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم

٤- تخليص الجسم من نواتج الايض وازالة سميتها

٥- انتاج الرسائل الكيميائية

٦- انتاج الصوت(التغريد).

تركيب وترشيح الجهاز التنفسي

١- الفتحة الخارجية للأنف

٢- الرغامي (Trachea)

الذي يكون على شكل حلقة دائرية بينما في الثديات يكون على شكل حرف C في اللغه الانكليزية ويتراوح عدد الحلقات المكونه للرغامي في الطيور من 129 -108 حلقة وتكون غضروفية وتتشابك مع بعضها البعض وهذا التشابك يمنع تأثيرات الضغط ولكنه يسمح للرغامي بالاستطالة والثني

٣- الرئتين (Langs)

وهي تركيب صلب القوام رباعي الاضلاع مسطح يشغل سقف النهاية الامامية من التجويف البطني وهي تمثل 1.38 غم رئة لكل 100 غم من وزن الجسم في الطيور بينما في الثديات فتمثل 1.62 غم رئة لكل 100 غم من وزن الجسم.

٤- الاكياس الهوائية Air Sac

تمتد من الرئة وهي ذات جدران رقيقة وتملئ تقريبا التجويف الجسمي بكامله في المناطق غير المشغوله باعضاء فهي تمتد داخل العظام والمناطق تحت الجلدية خارج التجويف البطني

هناك 8 اكياس هوائية في الدواجن وهي :-

كيس عنقي واحد ، كيس ترقوي واحد ، زوج من الاكياس الصدرية الرأسية ، زوج من الاكياس الصدرية الذيلية ، زوج من الاكياس البطنية ، وتدعى الاكياس الثلاثة الاولى بالامامية او الراسية اما النوعين الباقيين وهما الرابع والخامس فتسمى بالخلفية او الذيلية .

٥- الجهاز الانبوبي القنوي (Tubular system)

وينقسم الى ثلاث اقسام رئيسية

أ- جزء القصبة الابتدائية داخل الرئة

ب-القصبات الثانويه

ت-نظيرات القصيبات الهوائية

ميكانيكيات التنفس

يحدث في الرئتين عملية التبادل الغازي وهي لاتمدد ولا تتقلص خلال دورة التنفس كما هو الحال في رئة الثدييات وبدلا من ذلك فان الغاز يتحرك خلال رئتي الطيور خلال دورة التنفس عندما يمر بطريقه من والى الاكياس الهوائية.

وتقوم الرئتين بالتبادل الغازي اما الاكياس الهوائية فوظيفتها هي حركة الغاز خلال الرئتين اثناء عمليتي الشهيق والزفير وتاتي القوة المطلوبة لتحريك الغاز خلال الرئتين من فعل عضلات التنفس

لاتمتلك الطيور حجاب حاجز عضلي كما في الثديات لذلك فالتجويف البطني والصدري يكون واحد في الطيور.

اوضحت الأدلة التشريحية والفسليجية ان حركة الغاز عبر نظيرات القصيبات يكون على هيئة زاوية قائمة الى مجرى الدم في الشعيرات الدموية وخلال سير الغاز عبر نظيرة القصبة فان غاز ثاني اوكسيد الكاربون يضاف اليه باستمرار من الدم في حين ينزع منه الاوكسجين ويحدث التبادل الغازي خلال جدران الشعيرات الهوائية اذ يسير الهواء باتجاه نصف دائري من التجويف او مركز نظيره القصبة نحو المحيط او الخارج وبطريقة مماثلة يتحرك الدم باتجاه معاكس اي نحو المركز او التجويف داخل الشعيرات الدموية.

هناك عناصر عديدة للتوصيل لغراض التبادل الغازي تتجمع سوية في الرئتين ليعبر عنها بقدرة الانشاء للرئتين ويعتمد ذلك على:

أ- التصميم التركيبي لمنطقة التبادل الغازي وهذا يشمل

١- المساحات السطحية للشعيرات الدموية والهوائية

٢- حجم او كمية الدم الشعيرات

٣- سمك النسيج الحاجز للغاز –الدم

ب- مسافة الانتشار داخل خلية الدم الحمراء

ث-سرعة ارتباط الاوكسجين مع الهيموغلوبين في الدم

بما ان خلايا الدم الحمر في الطيور تملك نواة فان ذلك يعطيها السب في ارتفاع استهلاكها من الاوكسجين مقارنة بالثديات وبالرغم من ذلك فان استهلاك خلايا الدم الحمراء في الطيور من الاوكسجين يبقى اقل من خلايا العضلات في وضع الراحة

ان انتقال الاوكسجين وثاني اوكيدسيد الكاربون بواسطة الدم باشكال مختلفة ولكن اتحادها مع الهيموكلوبين مهم جدا للانتقال بكميات كافية وينتقل جزء قليل من الاوكسجين بحالة ذائبة بالدم وفي حالة ازالة الاوكسجين فان ذرة الحديد الموجودة في جزيئة الهيم لاتكون مستقبل جيد لجزيئة الاوكسجين بسبب موقعها في القالب البروتيني وكذلك الالفه الضعيفة للاوكسجين وهناك عوامل عديدة تؤثر على الفة الهيموكلوبين للاوكسجين منها :-

١- الفوسفات العضوية داخل الكرية الدموية الحمراء

٢- انواع الطيور

٣- الارتفاع عن سطح البحر اذ لوحظ زيادة الفة الهيموكلوبين للاوكسجين في الطيور التي تعيش في المناطق المرتفعة عن سطح البحر

٤- تركيز ايون الهايدروجين فكلما ارتفع تركيز ايون الهايدروجين في الدم ادى الى تحرير الهيموكلوبين للاوكسجين بسهولة اكثر

٥- تغير درجة حرارة الدم فكلما ارتفعت درجة حرارة الدم ادت الى انخفاض الفة الهيموكلوبين للاوكسجين والعكس صحيح

ان انتقال ثاني اوكسيد الكاربون في الدم يكون مشابه لما في الثدييات اذ يوجد ثاني اوكسيد الكاربون في الثدييات بثلاث صور

١- مذاب فيزيائيا

٢- يتحد مع البروتينات على هيئة كاربامیت

٣- على هيئة ايونات البيكاربونات التي معظمها في البلازما

التنفس في اجنة الطيور

ان عمليات التبادل الغازي هذه تحدث من خلال قشرة البيضة المجهزة بمسامات صغيرة جدا وتكون هذه المسامات ثابته الحجم والعدد وتظهر على انها متكيفة في ذلك استنادا الى كمية الماء المفقود الضرورية خلال فترة الحضانه، هذا الفقد في الماء جوهري جدا في تكوين الخلية الهوائية داخل البيضة الضرورية في تهوية الرئتين خلال نهاية فترة الحضانه عندما يخترق منقار الجنين غشاء Chorioallantoic الى داخل الخلية الهوائية.

تعتبر تهوية نظيرات القصيبات الهوائية بالهواء ضروريا لتطور الشعيرات الهوائية بسبب ان قوى السطح في هذه التراكيب الدقيقة تمنع من حصول انتفاخها المفاجئ ولهذا فان التنفس من الخلية الهوائية يؤلف مرحلة وسطية ضرورية في تطور الطيور .

يتالف عضو التبادل الغازي من مجموعة من الطبقات التي يمر عليها التسلسل خلال عملية التبادل الغازي فطبقة البشرة تمثل طبقة عضوية خفيفة تحيط قشرة البيضة الكلسية من الخارج وتخترق المسامات قشرة البيضة التي يكون حجمها وعددها متباين في الانواع المختلفة للطيور.

يغطي البيضة من الداخل كل من غشائي القشرة الداخلي والخارجي التي تتكون فيما بينها الخلية الهوائية ويتكون تحت غشاء القشرة الداخلي غشاء رقيق خفيف هو غشاء chorioallantoic الذي ينمو خلال فترة الحضانه من اندماج الكوريون والالنتويس وعندما يكتمل نموه بشكل كامل فانه يحيط بالبيضة الداخلية بشكل كامل ويوجد في غشاء choroiallantoic شبكة من الشعيرات الدموية التي تغذى بالدم الشرياني من شريان الالنتويس ويفرغ الدم الوريدي منها بواسطة وريد الالنتويس.

يتم التبادل الغازي عبر مسامات قشرة البضة بوجه التحديد بواسطة الانتشار في الحالة الغازية ويكون توصيل قشره البيضة للغازات ثابتا خلال فترة الحضانه لغاية حدوث نقر قشرة البيضة ولهذا يصاحب ارتفاع معدلات التبادل الغازي خلال فترة التطور الجنيني ويحصل ان الاختلاف في الضغط الجزيئي للغازات عبر القشرة يزداد وقد لوحظ انخفاض الضغط الجزيئي للاوكسجين وارتفاع الضغط الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون في الخلية الهوائية كلما تقدمنا نحو الفقس وكذلك يحدث تبادل غازي في غشاء Choroiallantioc عن طريق الانتشار ايضا.

وتتاثر نسبة الفقس Hatchability بدرجة رئيسية بدرجة حرارة البيئة الرطوبة الغازات الموجودة في الجو اذ ان نقص الاوكسجين في الجو يؤدي الى نقصه في الخلية الهوائية للبيضة وبالرغم من ذلك فان المقاومة المسيطرة لاخذ الاوكسجين تقع في الحاجز الداخلي اذ يحدث هنلك بعض الاستجابات التي تتكيف عن طريقها امكانية خفض هذه المقاومة ومنع حصول نقص الاوكسجين الشديد والمميت في النسيج.

من هذه الاستجابات هي زيادة اعداد كريات الدم الحمراء (_فرط كريات الدم الحمراء) وزيادة الاوعية الدموية الشعرية لغشاء chorioallantoic وبالرغم من ذلك فان هذه الميكانيكيات لا تستطيع منع الانخفاض الحاصل في نمسبة الفقس عندما ينخفض الضغط الجزيئي للاوكسجين عن حده الطبيعي ولاتستطيع كذلك من منع انخفاض سرعة الايض في البيض المعرض الى نقص حاد في الاوكسجين

اما حالة تعرض الاجنه الى زيادة الاوكسجين الحادة فانه يؤدي الى ارتفاع الايض في الجنين ولوحظ ان البيض المحضون في نسبة الاوكسجين 60% يحصل له انخفاض الايض

ان انخفاض قدرة الانتشار لغشاء Chorioallantoic قد ترجع الى حصول تدهور في نمو الشعيرات الدموية في غشاء Chorioallantoic او الى سمك الغشاء وبما ان المقاومة المسيطرة لاخراج ثاني اوكسيد الكاربون تقع في الحاجز الخارجي وهي بذلك ثابته فان الجنين له قدرة محدودة جدا للاستجابة الى فرط حامض الكاربون Hypercapria

وهناك ثلاث عوامل رئيسية تؤثرفي سرعة انتشار الغاز عندما يكون الطور الغازي هي:

١- تركيب خلفية الغاز

٢- الضغط المطلق

٣- درجة الحرارة

السيطرة على عملية التنفس

يعتبر تجهيز الاوكسجين الكافي لانسجة الجسم عملية حيوية وضرورية لادامة حياة الطير لذلك يجرى الطير عدة تعديلات عندما تحصل ظروف يرتفع او ينخفض فيها مستوى الاوكسجين في الجو الهدف منها هو ادامة تجهير انسجة الجسم بالكمية اللازمة من الاوكسجين ومن بين هذه ما يحصل من تعديلات في التهوية الدوران مواصفات انتقال الدم، شبكة شعيرات الرئة والانسجة، كذلك تحدث استجابات سلوكية في الطير ، وهناك ميكانيكيتان عصبيتان منفصلتان الوحدة عن الاخرى تنظمان عملية التنفس الاولى لا ارادية والثانية ارادية وتشترك ثلاثة عناصر متداخلة مع بعضها البعض في السيطرة على عملية التنفس هي الحاسات او المستقبلات التي تجمع المعلومات وتغذيها الى الضابط المركزي الموجود في الدماغ الذي ينسق المعلومات ويرجعها عن طريق الاشارات الى المستيجبات التي هي العضلات التنفسية .

العوامل المؤثرة في التهوية

١- ثاني اوكسيد الكاربون

ينتج استنشاق ثاني اوكسيد الكاربون تحفيزا قويا لزيادة التهوية ويؤثر ثاني اوكسيد الكاربون على المستقبلات الكيميائية داخل الرئة وكذلك يحفز الجهاز العصبي المركزي وان اي تغير مفاجئ في تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في كل نفس داخل الرئة يظهر انه يحفز الجهد المبذول في الشهيق اللاحق في الدواجن

٢- تستجيب الطيور الى انخفاض الاوكسجين في الجو وذلك بزيادة التهوية كما تفعل الثديات ويظهر في كل من الطيور والثدييات وجود حركة متواترة مستمرة من التهوية صادرة من الاجسام السباتية في ظروف توفر الاوكسجين بنسبة الطبيعية ، حيث يرافق انخفاض هذه الحركة الناتجة من ارتفاع الضغط التناضحي لاوكسجين الشهيق

انخفاض التهوية وارتفاع الحموضه ومن ناحية ثانية فان انخفاض الضغط التناضحي لاوكسجين الجو لا يؤدي الى نفس البداية في ارتفاع التهوية في الطيور. تعتبر الاجسام السباتية المسؤولة بالدرجة الاولى عن استجابة التهوية في حالة نقص الاوكسجين على الرغم من الادله الحديثة التي افترضت بوجود مستقبلات اخرى ربما تشترك في ذلك.

٣- درجة الحرارة.

ينتج ارتفاع درجة الحرارة الجسم التنفس السريع (Polypnea) وبالرغم من ذلك فان الزيادة الواضحة في تكرار التنفس وارتفاع الحرارة لاتؤدي الى احداث زيادة التنفس في جميع الطيور وحصل لبعض الطيور زيادة بسيطة في التهوية وقلوية تنفسية معتدلة عندما عرضت الى ارتفاع بسيط في درجة الحرارة.

بينما الاجهاد الحراري انتج زيادة في التهوية وقلوية الدجاج ، ويتأثر بدرجة كبيرة نمط التنفس خلال اللهاث (سريع ، سعة حجمية منخفضة)بانخفاض الضغط التناضحي لثاني اوكسيد الكاربون الكاربون الشرياني وبالقلوية الناتجة.

وتظهر مستقبلات الحرارية المحيطة او المركزية كطرف في استجابة الطيور الى التهوية خلال ارتفاع درجات حرارة المحيط ولابد من الاشارة الى ان المركز العصبي المسيطرة على اللهاث يكون قويا ومسيطرا على جميع الميكانيكيات الاخرى التي لها علاقة بتنظيم سرعة التنفس والتبادل الغازي عند حصول حالة اللهاث في الطيور.

٤- الغازات الضارة.

استنشاق الغازات الضارة (اوكسيد الفضة ، غاز الامونيا ، غاز حامض الاستيك)يؤدي الى ابطاء التنفس أو الى أللاتنفس او ما يسمى بالاختناق وعند تعريض الجزء العلوي من الجهاز التنفسي والرغامي العلوي الى هواء او ماء بارد يؤدي ذلك الى بطئ التنفس او الاتنفس وتتحفز بشكل قوي مستقبلات الاثارة الواقعة في الجزء العلوي للجهاز التنفسي لتلك المواد المذكورة اعلاه.

الاجسام السباتية Carotid bodies

تقع الاجسام السباتية على جانبي جوف القفص الصدري بالقرب من عقد Nodose ganglia العصب المبهم والتي منها تستلم الاجسام السباتية االاعصاب ويوجد فيها نوعان من الخلايا الاولى نوع I والتي يعتقد بان لها وظيفة مستقبل كيميائي وخلايا نوع II والتي يعتقد ان وظيفتها المساعدة والدعم وتلعب مستقبلات الاجسام السباتية دورا واضحا في السيطرة على التنفس في الطيور وتملك الاجسام السباتية مستقبلات كيميائية حساسة مسؤولة عن كشف انخفاض الضغط الجزيئي للاوكسجين وكذلك حساسة لارتفاع الضغط الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون والاجسام السباتية تجهز الاشارات العصبية الى مركز التنفس الرئيسية الضروية للتنفس الطبيعي ويؤدي قطع الاعصابه الموصلة الى الاجسام السباتية الى ضعف استجابة التهوية الى نقص او الاوكسجين ويؤدي بذلك الى خفض التهوية وزيادة ثاني اوكسيد الكاربون في الدم ومن الممكن تحفيز الاجسام السباتية كما في الثديات وذلك بحقن الطيور في الوريد بمادة سيانيد الصوديوم.