

الفسلجة فرع من فروع علوم الحياة الكثيرة مثل علم التشريح Anatomy وعلم الانسجة Histology وعلم الخلية cytology وبقية العلوم الحياتية الاخرى وتتميز الفسلجة بكونها معنية بدراسة العمليات الحيوية التي تمكن الكائن الحي من الفعاليات والانشطة الضرورية للحياة, فهي علم دراسة وظائف الكائن الحي بأكمله او وظائف الاعضاء والنسيج والخلايا .

علم الفسلجة علم قديم منذ نشوء البشرية وقد رافق تطور الحضارة الانسانية وخصوصا في مجال الطب والتشريح وبرز العلماء والعرب المسلمين ابن النفيس مكتشف الدورة الدموية الصغرى , كما اهتم الرازي بدور البيئة وتأثيرها في فسلجة وصحة الانسان , وكان للحضارة اليونانية والرومانية دور في المنهج التجريبي والذي اضاف له العرب الشيء الكثير وانتقل الى الاندلس ليصبح نظرية معروفة في الاوساط العلمية تحت اسم الطريقة العلمية .

Principle of physiology المبادئ الاساسية للفسلجة

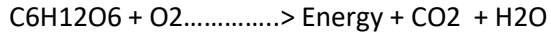
ان من اهم المبادئ الاساسية للفسلجة والتي يعتمد عليها نشاط الكائن الحي هي :

1- Exchange of material with the environment تبادل المواد مع المحيط

يختلف الكائن الحي عن المحيط الذي يحيطه بالنواحي التنظيمية والكيميائية ولأجل ادامة حياة الكائن الحي هناك تبادل بين الكائن الحي والمحيط وذلك من خلال اجهزة التبادل مع البيئة الخارجية ومن اعضاء التبادل الرئتان | والكلية Lungs والقناة الهضمية والجلد وتمتاز هذه الاعضاء بسعة المساحة السطحية واتصالها بالاوعية الدموية الشعرية , فمثلا يقدر السطح الفعال للامعاء الدقيقة حوالي 10 متر مربع والرئة 55 متر مربع والكلية 6 امتار مربعة .

2- Metabolism التمثيل الغذائي (الايض الغذائي)

يستمد الكائن الحي الطاقة الضرورية لبناء الجسم وتحرير الطاقة وانجاز الفعاليات الحيوية من الغذاء عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية ويتم تحرير الطاقة من خلال تحطم الجزيئات الكبيرة الى جزيئات بسيطة ويتم اكسبتها عن طريق التنفس ليعطي الطاقة وينتج الماء وثنائي اوكسيد الكربون كنواتج عرضية كما في المعادلة :



ووتدعى عملية تحويل الجزيئات المعقدة الى جزيئات بسيطة واكسبتها وتحرير الطاقة بعملية التقويض او الهدم catabolism كما يقوم الكائن الحي في الوقت نفسه ببناء مواد معقدة من مواد بسيطة وتسمى هذه العملية بعملية البناء anabolism وتسمى المحصلة النهائية للهدم والبناء التمثيل الغذائي metabolism

3-Internal coordination التنسيق الداخلي

لكي يبقى الكائن الحي على قيد الحياة لابد من التنسيق بين البيئة الداخلية للكائن الحي والبيئة الخارجية ويعتمد التنسيق على حجم الكائن الحي . ففي الكائنات البسيطة يتم التبادل مباشرة بينالخلية والمحيط عن طريق غشاء الخلية بواسطة فعاليات سنأتي على ذكرها لاحقا اما الاحياء الراقية كالانسان مثلا فهناك فعاليات معقدة من اجل القيام بالتنسيق المطلوب ومن هذه الفعاليات :

أ- وجود جهاز نقل متخصص مثل جهاز الدوران
الغذاء والاكسجين للخلايا ويخلصها من الفضلات وثنائي اوكسيد الكربون لطرحتها خارج الجسم .
circulatory system الذي يجلب

ب-وجود جهاز الغدد الصماء
الغدد الصماء الذي تفرز الهرمونات وينقلها الدم الى الانسجة والاعضاء المستهدفة وتتميز الهرمونات بعملها التنسيقي البطيء مقارنة بسرعة الجهاز العصبي .
endocrine system ويتألف من مجموعة من

4-Homoestasis الاتزان

يفصل غطاء الجسم في الحيوانات بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية ومن اهم منجزات التنسيق الداخلي هو تحقيق الثبوتية في البيئة الداخلية وأن كثير من المعايير كدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني pH والسوائل الجسمية ونسبة الكلوز او تركيز الايونات تبقى ثابتة ضمن حدود ضيقة وان اي اختلاف عن هذه الحدود يشير الى حالة مرضية , فإذا حصل اختلاف في هذه المعايير لاي سبب كان فإنه سرعان مايعود الى وضعه الاصلي الطبيعي بفضل الية التغذية الاسترجاعية feed back mechanism وهذه الالية على نوعين :

1- positive feed back mechanism تغذية استرجاعية موجبة

ومثالها انخفاض مستوى هرمون الاستروجين في الدورة الشهرية تحفز هرمون محفز الجريبات والذي بدوره يحفز افراز الاستروجين والنتيجة زيادة افراز الهرمونين .

2- Negative feed back mechanism تغذية استرجاعية سالبة

وهذه التغذية تكون الاكثر شيوعا في العمليات الفسلجية وتحصل فيها استجابة او رد فعل فسيولوجي ,مثلا عند زيادة مستوى السكر في الدم يفرز هرمون النسولين الذي يقوم بتحويل الفائض من السكر الى كلايوجين عندها يعود الانسولين الى وضعه الطبيعي او يتوقف عن الافراز .

5- External coordination التنسيق الخارجي

تؤثر تغيرات البيئة الخارجية على نشاط وسلوك الكائن الحي الا ان وجود الجهاز العصبي واعضاء الحس تساعد الكائن الحي على معرفة واستشعار البيئة وذلك عن طريق نقل الحوافز من المحيط الى المستلمات receptor التي تنقل الحوافز الى الجهاز العصبي المركزي وتتم الاجابة عن طريق الاعصاب الحركية motor nerves الى المنفذات (الغدد والعضلات) . وتكون الاستجابة على نوعين :

- أ- أستجابة بسيطة على هيئة منعكسات reflex وهي فعل سريع ومفاجيء ويجنب الحيوان الخطر ولا يحتاج الى تفكير مثل لمس جسم حار بصورة مفاجئة .
- ب- استجابة معقدة تحصل في حالة تدخل الدماغ ويحصل في حالات السلوك الغريزي مثل جمع الغذاء او الهجرة او السبات او بناء المساكن والتغذية الخ .
- تبادل المواد بين الخلية محيطها :

لغرض معرفة كيفية تبادل المواد بين الخلية ومحيطها اي دخول المواد الغذائية والماء والاكسجين وطرح الفضلات , لابد من معرفة تركيب الغشاء الخلوي

عمليات التبادل عبر الغشاء الخلوي

تحتوي السوائل الجسمية على الايونات والحوامض الشحمية والفيتامينات والاحماض الامينية والهرمونات والغازات الذائبة ولكي تحافظ الخلية على استقرارها لابد ان تختار حاجتها من المواد من خارج الخلية وتطرح الفضلات المتولدة داخلها وهناك عدة عمليات لانجاز هذه المهمة منها لا يحتاج الى صرف طاقة ويسمى بالنقل السلبي passive والنوع الاخر يحتاج الى صرف طاقة ويسمى بالنقل الفعال active

1- passive membrane processes عمليات النقل السلبي

A- Diffusion الانتشار

هو عملية نقل المادة من التركيز العالي لها الى التركيز الواطيء .يزداد معدل الانتشار بارتفاع درجة الحرارة ومن المواد التي تنتقل بهذه الطريقة الماء وثنائي اوكسيد الكربون والتي تمر بسهولة وهناك ثلاث مبادئ يعتمد عليها الانتشار :

1- Molecular size حجم الجزيئات

الجزئيات الصغيرة بالحجم مثل الماء تمر بسهولة من خلال الغشاء والذي يكون قطرها حوالي 0.8 نانو ميتر ولا تمر الجزئيات الاكبر مثل الكلوز .

Lipid solubility -2قابلية الذوبان في الدهون

المواد القابلة للذوبان في الدهون مثل الكحول والستيريويدات والغازات الذائبة مثل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون تمر بسهولة خلال طبقات الليبيد في الغشاء .

Molecular charge -3 شحنة الجزئيات

للسحانات دور في تحديد المواد الداخلة والخارجة من الخلية عبر الغشاء .

B- Faciliated diffusion النقل المسهل

بعض الجزئيات الكبيرة والجزئيات الغير ذائبة في الدهون تستطيع المرور من خلال الغشاء الخلوي بواسطة جزئيات بروتينية موجودة في الطبقة الدهنية المزدوجة .فالجزئيات خارج الغشاء ترتبط بجزء معين من البروتين الناقل وهذا يحفز البروتين الناقل لتغيير شكله بحيث تستطيع الجزئيات الدخول الى داخل الخلية وعند وصول الجزئية البروتين والجزئية المتصلة بها داخل الساييتوبلازم تتحرر جزئية البروتين عن الجزئية المتصلة بها وتعيد الكرة من جديد وهذا مايسمى بالنقل المسهل

Osmosis -الازموزية

هي حركة سلبية للماء داخل المحلول من التركيز الواطيء الى التركيز العالي والذي ويفصل بينهما غشاء نصف ناضح او اختياري النفاذية selectively or semipermeable membrane في هذه العملية يستمر نقل الماء عبر الغشاء نصف الناضح الى ان يصل الى حالة الاتزان على جانبي الغشاء وهذه المرحلة تسمى اتزان التركيز concentration equilibrium كما تسمى القوة التي تدفع الماء من جهة الى اخرى عبر الغشاء بالضغط الازموزي osmotic pressure . ومن الطبيعي اذا كان تركيز المحلول متساوي على جانبي الغشاء فهذه الحالة تسمى isotonic وتحافظ الخلية على حجمها الحقيقي والماء ينتقل بحرية لداخل وخارج الخلية . اما اذا كان داخل الخلية اكثر تركيز من المحلول خارج الخلية فهذه الحالة تسمى hypotonic وفيها ينتقل الماء من خارج الخلية الى الداخل وبذلك يؤدي الى انتفاخ الخلية وقد يؤدي الى انفجار الخلية وتدميرها وعلى العكس من ذلك اذا تركيز المحلول خارج الخلية اعلى من التركيز داخل الخلية فان ذلك يؤدي الى خروج الماء من الخلية وانكماشها وهذا يسمى hypertonic .

D- Filtration الترشيح

يعتمد الترشيح على مبدأ الضغط التدرجي حيث يندفع السائل عبر الغشاء اذا كان الضغط على احد جوانب الغشاء اعلى من الجانب الاخر والقوة التي تدفع السائل عبر الغشاء تسم الضغط الهيدروستاتيكي hydrostatic pressure .يعتبر الدم في الحيوانات هو المولد للضغط الهيدروستاتيكي عن طريق ضخ الدم بواسطة المضخة (القلب) وبذلك يرشح الدم عبر الاوعية الدموية ويتضح ذلك في عملية ترشيح الدم في الكليتين .

2- Active transport النقل الفعال

بعض الجزئيات الكبيرة والايونات لاتستطيع الدخول والخروج الى الخلية بسهولة وتحتاج الى طاقة على شكل مركب كيميائي يدعى adenine tri phosphate ويرمز له ATP ومن اهم عمليات النقل الفعال :

1- endocytosis الادخال الخلوي :

وهو ميكانيكة خلوية تحتاج الى صرف طاقة وتقسم هذه الميكانيكية الى نوعين :

1- phagocytosis الاكل الخلوي : وهي عملية التهام الجزيات الصلبة وادخالها الى داخل الخلية حيث تتكون حويصلات تضم داخلها الاجسام الصلبة وتسمى هذه الحويصلات phagosome .

2- pinocytosis الشرب الخلوي : وهو عملية دخول الماء وبعض السوائل داخل الخلية .

2- Exo cytosis الطرح الخلوي : وهي ميكانيكية طرح الفضلات والماء الزائد خارج الجسم بعملية تكوين حويصلات تفتح لخارج الخلية .

الجهاز البولي Urinary system

يحتاج جسم الكائن الحي الى الطاقة للقيام بفاعلياته الحياتية المختلفة بواسطة عمليات الهدم Catabolism والبناء Metabolism وهذا مايسمى بالتمثيل الغذائي Metabolism ونتيجة لهذه العمليات ينتج اضافة للطاقة فضلات بعضها يعاد تصنيعه للاستفادة منه والبعض الاخر يطرح على شكل فضلات Waste خارج الجسم ومن الامثلة على هذه الفضلات :

- 1- ثنائي اوكسيد الكربون والماء الناتج من التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والدهون .
- 2- الفضلات النيتروجينية وخصوصا اليوريا الناتجة من التمثيل الغذائي للبروتينات .
- 3- املاح الصفراء Bile salt والصبغات الناتجة من تحلل خلايا الدم الحمراء .

ويمتلك الجسم عدة طرق للتخلص من هذه الفضلات منها:

- 1- عن طريق الجهاز التنفسي يتخلص من ثنائي اوكسيد الكربون وبخار الماء الزائد .
- 2- الغدد العرقية Sweat gland في الجلد تقوم بطرح الماء والاملاح وكميات صغيرة من اليوريا .

3- الجهاز الهضمي Digestive system يقوم بطرح املاح الصفراء والاصباغ .

4- الجهاز البولي يقوم بطرح اليوريا والماء وفضلات اخرى مذابة .

يقوم الجهاز البولي بطرح معظم الفضلات المتولدة في الجسم كذلك يقوم بموازنة المحتوى المائي والملحي في الجسم

أجزاء الجهاز البولي Parts of urinary system

يتكون الجهاز البولي من الاجزاء التالية :

- 1- زوج من الكلى Kidneys والذي تقوم بترشيح البول وطرحه .
- 2- الحالبان Ureters والليذان ينقلان البول الى المثانة .
- 3- المثانة Bladder والتي تقوم بجمع و تخزين وطرح البول.
- 4- الاحليل Urethra ويقوم بطرح البول خارج الجسم .

الكليتان Kidneys :

طبيا يطلق على الكليتين مصطلح Nephro المشتق من اللغة الاغريقية ومصطلح Reno المشتق من اللغة اللاتينية ف Nephrology هو علم دراسة الكليتين وكذلك يطلق على الشرايين والاوردة التي تزود الكليتين بالدم

Renal artery الشريان الكلوي و Renal vein الوريد الكلوي .

وظيفة الكليتين :

ان الوظيفة الرئيسية للكليتين هي توازن المحتوى المائي والملحي والحمضية للجسم Homestasis وتستطيع الكليتان القيام بهذه المهمة عن طريق الترشيح Filtration واعدادة الامتصاص Reabsorption والافراز Secretion وسناتي على شرح هذه العمليات الثلاث لاحقا . تستطيع الكليتين تنظيم المحتوى المائي Fluid balance regulation بجعل الجسم يحوي الكمية المناسبة من الماء ليعيش الحيوان بصحة طبيعية فعندما تكون كمية الماء كبيرة في الجسم يقوم الكليتان بافراز كمية اكبر من البول وهذه الحالة تدعى Diuresis اما اذا كانت كمية الماء قليلة في الجسم فأن الكليتين تقوم بطرح كمية قليلة من البول وهذه العملية تسمى oliguria وهذه العملية تكون تحت تاثير هرمون aldosterone وهرمون (ADH) antidiuric hormone ومن الوظائف الاخرى للكليتين تنظيم الحمضية والقاعدية في الجسم acid_base balance تستطيع الكليتان موازنة القاعدية والحمضية وذلك لقابليتها على ازالة ايونات الهيدروجين والبيكاربونات وطرحها مع البول . كذلك تقوم الكليتان بانتاج الهرمونات بصورة مباشرة وغير مباشرة فهي تقوم بافراز هرمون erythropoietin من بعض الخلايا والذي يحفز نقي العظ لانتاج خلايا الدم الحمراء كذلك تقوم بافراز prostaglandin بصورة مباشرة . اما الافراز غير المباشر فيتمثل بتحفيز الكليتين للفص الخلفي للغدة النخامية لافراز هرمون (ADH) كذلك تحفز قشرة الغدة الكظرية لافراز هرمون aldosterone .

التركيب الاساسي للكليتين Gross anatomy

تقع الكليتان في الجهة الظهرية من الجوف البطني وكل واحدة تشبه حبة الفاصوليا وهناك تباين في الشكل والحجم تبعا لنوع الحيوان . لونها احمر بني وقد يكون سطحها املس في الحيوانات الداجنة عدا الابقار فان سطح الكليتان يكون مفصص اذ يحوي على ما يقارب 12 فص . المنطقة الداخلية المقعرة تحوي تركيب يدعى السرة hilus وهي المنطقة التي تدخل منه الاوعية الدموية والاعصاب والاعوية اللمفية والحالب . عند اخذ مقطع طولي في الكلية نلاحظ انها تتكون من طبقتين الاولى نحو الخارج ويكون لونها احمر داكن وتسمى القشرة cortex اما الطبقة الداخلية فتكون افتح لونا ومخططة شعاعيا وتسمى اللب medulla وتحوي على تراكيب تسمى الكؤوس calyces تتصل بتجوف يسمى حوض الكلية renal pelvis يتجمع فيه البول ويتصل بالحالب .

التشريح المجهرى microscopic anatomy

تتالف الكلية من مئات الالاف من الوحدات المجهرية التي تقوم بالترشيح واعدادة الامتصاص والافراز ويطلق عليها الوحدات البولية nephrons . والنفرون هي الوحدة الوظيفية الاساسية للكلية . يختلف عدد الوحدات البولية تبعا لنوع وحجم الحيوان فمثلا في القطط يحوي 200000 وحدة بولية وفي الكلب 700000 وحدة بولية وفي الاغنام والخنازير والانسان 1000000 وحدة بولية لكل كلية . تتالف الوحدة البولية من تركيب

كروي يدعى الجسيمة الكلوية renal corpuscle او كجسيمة مالبيجي Malpagian corpuscle وتتكون هذه الجسيمة من جزئين الجزء الداخلي عبارة عن لفافة من الشعيرات الدموية تدعى الكبيبة glomerulus اما الجزء الخارجي عبارة عن تركيب مزدوج الغشاء يحيط بالكبيبة يسمى محفظة بومان Bowmans corpuscles الجزء الداخلي من المحفظة يسمى الجزء الحشوي visceral layer ويكون ملاصق لسطح الكبيبة اما الجزء الخارجي يسمى parietal layer والفراغ بين الجزئين يسمى حيز الغلاف capsular space. يستمر هذا الفراغ مع الجزء الاخر من الوحدة البولية والمسمى النبيب المتلوي القريب proximal convoluted tubules (PCT) وهو اطول جزء في الوحدة البولية ويكون مبطن بنسيج مكعب فرشائي يفيد في زيادة المساحة السطحية للنبيب يتصل النبيب المتلوي القريب بتركيب يشبه حرف U يدعى التواء هنلي loop of Henle يبطن الجزء النازل من الالتواء بنسي مكعب فرشائي اما الجزء الصاعد فيبطن بنسيج حرشفي بسيط لايحوي الحافة الفرشائية . تتصل التواء هنلي بالنبيب المتلوي البعيد distal convoluted tubules وهذا بدوره يتصل بانبوب اوسع قطرا يسمى القناة الجامعة collecting ducts وهذه القناة تصب في حوض الكلية اصف الى ذلك فان القناة الجامعة تلعب دور في تنظيم حجم البول في الكلية لانها تحوي على مستلمات هرمون antidiuretic hormone كذلك تقوم بتنظيم البوتاسيوم والحامضية

تغذية الكليتين بالاعصاب .

يتم تغذية الكليتين بالاعصاب السمبثاوية من الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system وهذا ينظم تدفق الدم خلال الشعيرات الدموية في الكبيبة .

تغذية الكليتين بالدم

يدخل الدم الى الكليتين بكميات كبيرة لغرض تخليصه من الفضلات وتقدر كمية الدم الداخلة للكليتين حوالي 25% من الدم الذي يضخ من القلب اي ان في كل 4 او 5 دقائق يمر كل الدم الموجود في الدورة الدموية يمر في الكليتين . واهم الاوعية الدموية التي تشارك في هذه العملية هي :

1- الشريان الكلوي renal artery ويتفرع من الابهر aorta البطني ويدخل الى الكلية من منطقة السرة ثم يتفرع الى فروع اصغر شرايين صغيرة arteries ثم اصغر تدعى شريينات arterioles وهذه تتفرع الى فرع تسمى الشريينات الكبيبية الواردة afferent glomerular arterioles .

2- الشريينات الكبيبية الواردة afferent glomerular arterioles وتقوم بنقل الدم الى الشعيرات الدموية الكبيبية في كرية مالبيجي .

3- الشعيرات الكبيبية The glomerular capillaries وهي امتداد للشريينات الكبيبية الواردة وتقوم بترشيح البلازما الى داخل غلاف محفظة بومان وهذا الراشح يسمى الراشح الكبيبي glomerular filtrate . ليست كل البلازما يترشح بل يبقى جزء يخرج من الكبيبة عن طريق الشعيرات الكبيبية الصادرة .

3- الكبيبات الشعيرية الصادرة efferent glomerular capillaries وهذه تتفرع الى شبكة من الشعيرات الدموية تحيط بالوحدة البولية وتدعى peritubular capillaries وتتحد هذه الشعيرا لتكون الوريدات venules وهذه تتحد لتكون اوردة كبيرة veins تصب في الوريد الكلوي renal vein .

4- الوريد الكلوي renal vein يغادر الكلية عن طريق السرة ويتصل بالوريد الاجوف الاسفل caudal vena cava .

ترشيح الدم Filtration of blood

يحصل ترشيح الدم في كرية مالبيجي . حيث من المعروف ان الشعيرات الدموية capillaries توجد بين الشريينات arterioles والوريدات venules ويكون الضغط فيها واطيء جدا اما الشعيرا الدموية الموجودة في كرية مالبيجي والمسامة الكبيبة فان الضغط يكون فيها عالي ويصل الى حوالي 30 % من الضغط الموجود في الابهر كذلك توجد بين مجموعتين من الشريينات وهذه الخاصية لا توجد في باقي اجزاء الجسم . ان وجود الضغط العالي في الشعيرات الدموية يقوم بدفع حزة من البلازما الى الفراغ الموجود محفظة بومان ومما يساعد في ذلك وجود ثقب في جدران الشعيرات الدموية وتكون هذه الثقوب اوسع مما هي عليه في بقية اجزاء الجسم ان السائل المترشح في محفظة بومان يسمى الراشح الكبيبي glomerular filtrate وهذا الراشح يخلو من المواد البروتينية لان جزيئاتها عملاقة لاتستطيع المرور عبر هذه الثقوب . قد يحصل خلل او تحطم البطانة الاندوتيلية للشعيرات الدموية فيؤدي الى ترشيح البروتينات . ان وجود البروتينات غي البول يدل على وجود تحطم او خلل ما في هذه الشريينات . ان معدل الترشيح الكبيبي glomerular filtration rate (GFR) ويعتمد معدل الترشيح الكبيبي على معدل تدفق الدم الى الكليتين ويعبر عنه بالمليتر بالدقيقة .

اعادة الامتصاص Reabsorption

ان الراشح الكبيبي يحوي على الفضلات المترشحة من الدم وفي نفس الوقت يحوي مواد ضرورية لحاجة الجسم مثل الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الكلكوز ، الاحماض الامينية ، الكلوريد ، البيكاربونات والماء لذا وجب ان تكون هناك ميكانيكية لاعادة هذه المواد للجسم ان هذه الميكانيكية تسمى اعادة الامتصاص reabsorption وهي عملية اعادة امتصاص المواد المفيدة في الوحدة البولية فعندما يدخل الراشح الكبيبي الى النبيب الملتوي القريب يسمى الراشح النبيبي tubular filtrate وعندها تبدأ عملية اعادة الامتصاص عن طريق جدران النبيبات البولية . ففي النبيب الملتوي القريب يعاد حوالي 65 % من المواد المفيدة في الراشح النبيبي اما باقي المواد فيعاد امتصاصها في التواء هنلي والنبيب البعيد والقناة الجامعة اما الفضلات فتأخذ طريقها الى حوض الكلية .

الافراز Secretion

بعض المواد لاتترشح بصورة كافية في الشعيرات الدموية للكبيبة اولاتترشح نتيجة كبر جزيئاتها كالبروتينات مثلا فتنتقل من الشعيرات الدموية المحيطة بالنبيب البولي peritubular capillaries الى السائل البيني interstitial fluid ثم الى الخلايا الطلائية للنبيب tubular epithelial cells ثم يصل الراشح النبيبي tubular filtrate في النبيب البولي وهذه العملية تسمى الافراز النبيبي tubular secretion . معظم الافراز النبيبي يحدث في النبيب الملتوي البعيد (DCT) Distal convoluted tubules . ومن المواد التي يتخلص منها الجسم بهذه الطريقة الهيدروجين والبوتاسيوم والامونيا وبعض الادوية ثل البنسلين .

تنظيم حجم البول urine volume regulation

ان حجم البول يتحدد بواسطة كمية الماء الموجود في الرشح النببيي tubular filtrate وهناك هرمونين يتحكمان في تنظيم كمية البول هما هرمون antidiuretic hormone (ADH) الذي يفرز من الفص الخلفي للغدة النخامية وهرمون aldosterone الذي يفرز من قشرة الغدة الكظرية . الهرمون الاول يعمل في النبيب الملتوي البعيد والقناة الجامعة وينظم عملية اعادة امتصاص الماء وعدم فقدانه من الجسم . وعند فقدان هذا الهرمون فان الجسم يفقد كميات كبيرة من الماء عن طيق زيادة كمية البول المطروحة وهذه الحالة تسمى polyuria. اما الهرمون الثاني aldosterone فيساعد على اعادة امتصاص الصوديوم ف النبيب الملتوي البعيد والقناة الجامعة مما يسبب عدم انتظام الازموزية وبالتالي فان الماء يتبع الصوديوم ويعاد امتصاصه وبذلك يمنع طرحه خارج الجسم .

الجهاز التنفسي Respiratory System

ان عمليات التمثيل الغذائي وتحرير الطاقة داخل خلايا جسم الكائن الحي لاتتم الا بوجود الاوكسجين كما ان الفضلات المتولدة داخل خلايا الجسم وبالخصوص ثنائي اوكسيد الكربون لايد من التخلص منها . ان مهمة الحصول على الاوكسجين وطرح ثنائي اوكسيد الكربون يقوم بها الجهاز التنفسي . ويختلف الجهاز التنفسي من كائن حي الى اخر ففي الكائنات وحيدة الخلية يتم التبادل الغازي عن طريق الغشاء الخلوي اما في الحيوانات الراقية فهناك جهاز معقد يتكون من عدة اعضاء . وتكون عملية التنفس في هذه الحيوانات على نوعين التنفس الخارجي external respiration والتنفس الداخلي internal respiration . التنفس الخارجي يحدث في الرئتين وهو التبادل الغازي بين الهواء المستنشق في الرئتين والدم حيث يطرح الدم ثنائي اوكسيد الكربون الى الحويصلات وياخذ الاوكسجين .

اما التنفس الداخلي فهو عملية التبادل الغازي بين الخلايا والدم حيث تاخذ الخلايا الاوكسجين المذاب في الدم وتطرح ثنائي اوكسيدالكربون .

الوظائف الثانوية للجهاز التنفسي secondary function of respiratory system

1- انتاج الصوت voice production

وتبدأ هذه العملية في الحنجرة larynx او مايسمى صندوق الصوت voice box حيث تحوي حزمتين من الانسجة الرابطة الليفية تسمى الحبال الصوتية vocal cord وتهتز هذه الحبال عند الكلام بسبب خروج هواء الزفير اما باقي الاعضاء كالبلعوم والانف والتجويف الصدري فتكون عوامل مساعدة في تنقية الصوت .

2- تنظيم درجة حرارة الجسم Body temperature regulation

ان درجة حرارة الهواء الجوي متغيرة من وقت الى اخر ارتفاع وانخفاض وهنا تبرز اهمية الجهاز التنفسي في تنظيم درجة حرارة الهواء الداخل عن طريق الانف وذلك بواسطة النسيج الطلائي المخاطي المبطن للانف والغني بالاووعية الدموية .

3- تنظيم الحامضية والقاعدية Acid-Base balance

ينظم الجهاز التنفسي القاعدية والحامضية في الجسم وذلك لسيطرته وتحكمه بكمية ثنائي اوكسيد الكربون الموجودة في الدم فعندما ترتفع حامضية الدم لاي سبب كان وذلك لزيادة كمية ثنائي اوكسيد الكربون يحاول الجهاز التنفسي زيادة سرعة عمليتي الشهيق والزفير وبذلك تدخل مزيد من الاوكسجين والتخلص من ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي قلة حامض الكربونيك اي تقليل الحامضية والعكس صحيح فعندما تزداد قاعدية الدم يقلل الدم من سرعة التنفس وبالتالي زيادة ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي يتجه الدم نحو التعادل

4- حاسة الشم Sense of smell

وتسمى olfactory sense . تنتشر المستلمات الحسية للشم في النسيج الطلائي المبطن للممرات الانفية العليا وستناول ذلك بالتفصيل في موضوع الحواس .

تركيب الجهاز التنفسي structure of respiratory system

تركيبيا يتكون الجهاز التنفسي من الرئتين ومجموعة من الانابيب التي تربط المحيط الخارجي للجسم بالرئتين وتسمى مجموعة الممرات التنفسية الواقعة خارج الرئتين بالممرات التنفسية العليا upper respiratory tract وتسمى الاجزاء الواقعة داخل الرئتين بالممرات التنفسية السفلى lower respiratory tract .

أولا - الممرات التنفسية العليا وتشمل الانف nose والبلعوم pharynx والحنجرة larynx والقصبه الهوائية trachea .

1- الانف nose وهو الجزء الاول من الجهاز التنفسي ويبدأ بفتحتي المنخرين nostrils وتسمى ايضا nares واول عملية لدخول الهواء تتم في هذا الجزء ثم بعد ذلك الى الممرات الانفية .

2- الممرات الانفية Nasal passages

وهي الجزء المحصور بين الانف والبلعوم وتفصل الى جزئين ايمن وايسر بواسطة حاجز يسمى الحاجز الانفي nasal septum .

ان الممرات الانفية عبارة عن انابيب ملتوية على شكل تراكيب تشبه تركيب الجمجمة تدعى turbinates وتكون مغطاة بنسيج طلائي .

3- الجيوب جار الممرات الانفية paranasal sinuses

وتسمى ايضا الجيوب الانفية وتندفع من الممرات الانفية في فجوات خاصة في عظم الجمجمة وتتم تسميته حسب موقعه من عظم الجمجمة فمعظم الحيوانات تحوي على اثنين من الجيوب الجبهية frontal sinuses واثنين من الجيوب الفكية maxillary sinuses وتكون هذه الجيوب مبطنه بنسيج طلائي مهدب يساعد على حركة المادة المخاطية التي تتكون في هذه الجيوب .

4- البلعوم pharynx

تؤدي الممرات الانفية الى البلعوم وهو الممر الرئيس لكلا الجهازين الهضمي والتنفسي ويقسم الى جزئين الجزء الجزء الظهرى dorsal وتسمى الممرات التنفسية respiratory passageway والجزء التنفسي من البلعوم اما الجزء الاسفل فيسمى الجزء البطني ventricle وهو اجزاء الهضمي من البلعوم digestive passageway وهناك سيطرة عصبية انعكاسية لتنظيم عملية مرور الهواء والغذاء في البلعوم .

5- الحنجرة larynx

وتسمى صندوق الصوت voice box وهي عبارة عن انبوب قصير غير منتظم يربط البلعوم بالقصبه الهوائية وتتالف من عدد من القطع الغضروفية والذي ترتبط مع بعضها بنسيج عضلي وتدعم بواسطة العظم اللامي hyoid bone . ان شكل وتركيب الحنجرة يختلف من حيوان الى اخر وبصورة عامة تتالف الحنجرة من عدد من الغضاريف اهمها لسان المزمار epiglottis وزوج من الغضاريف يسمى الغضروف الصوتي arytenoids cartilages وعظم مفرد يسمى thyroid cartilages الغضروف الدرقي وعظم مفرد اخر يسمى cricoids cartilage الغضروف الدائري .

يكون لسان المزمار ذات شكل ورقي ويبرز من الجهة البطنية للحنجرة وعندما يبتناول الحيوان الغذاء يقوم لسان المزمار بغلق فتحة الحنجرة ويمنع دخول الطعام الى القصبه الهوائية .

6- القصبه الهوائية (الرغامى) Trachea

انبوب قصير وواسع يمتد من الحنجرة عبر المنطقة الصدرية حيث يتفرع الى فرعين حال دخوله الى الرئتين وهذا الفرعان يسميات شعب القصبه الهوائية bifurcation of the trachea تتكون القصبه الهوائية من حلقات غضروفية ناقصة الاستدارة مدعم بنسيج ليفي fibrous tissue وعضلات ملساء smooth muscle ومبطنه بنسيج طلائي مهدب ciliated epithelium ان التركيب غير الكامل للحلقات الغضروفية يمنع القصبه من الانهيار ويعطي نوع من المرونة للحركة اضع الى ذلك يسمح للمري بالتوسع اثناء عملية بلع الطعام لكونه ملساق وقريب من القصبه الهوائية . يقوم

النسيج المخاطي المهذب الذي يبطن القصبة بافراز المخاط والتي تذوب فيه ذرات الغبار والاجسام الغريبة وبواسطة الاهداب تطرد هذه الاجسام الغريبة خارج الجسم عن طريق تحفيز منعكس السعال الذي يزيد من حركة الاهداب .

ثانيا : الممرات التنفسية السفلى Lower respiration tract

تبدأ الممرات التنفسية السفلى من القصيبات التنفسية bronchi وتنتهي بالحيصلات الهوائية alveoli وتتضمن كافة الممرات بين هاتين الجزئين وكل هذه الجزاء تقع داخل الرئتين ويمكن تقسيمها الى جزئين :

1- الشجرة القصيبية Bronchial tree

يطلق مصطلح الشجرة القصيبية على كل الممرات التنفسية السفلى بدا من القصيبات الى الحويصلات الهوائية بسبب تفرعاتها المتشابهة والمتناهية في الصغر والشبيهة بتفرعات الشجرة . عندما تدخل القصيبات الى الرئتين تبدأ بالتفرع الى فروع ادق تدعى bronchioles وهذه بدورها تستمر بالتفرع مكونة تراكيب مجهرية تدعى القنوات الهوائية alveolar ducts وهذه تتفرع بدورها الى مجاميع شبيهة بعناقيد العنب تسمى الاكياس الهوائية alveolar sacs . تحوي جدران هذه الاكياس على عضلات ملساء مسيطر عليها من قبل الجهاز العصبي الذاتي .

2- الحويصلات الهوائية alveoli

تكون صغيرة جدا ورقيقة الجدران وتحاط بشبكة من الاوعية الدموية الشعرية capillaries وتكون جدران الحويصلات عبارة عن نسيج طلائي حشفي بسيط ورقة هذا الجدار تسهل عملية التبادل الغازي بين الدم والحويصلات في الرئتين وكل حويصلة محاطة بسائل يحوي مادة تدعى surfactant تساعد على تقليل الشد السطحي للحويصلة وبهذا يحافظ عليها عند دخول وخروج الهواء منها اثناء التنفس .

الرئتان Lungs

تتكون الرئة من قاعدة وقمة وتكون الحافة الجانبية مقعرة تكون القاعدة في الجهة الذنبية اما القمة فتكون في الجهة الراسية وتقع مباشرة فوق الحجاب الحاجز diaphragm . ان المنطقة المحصورة بين الرئتين تسمى الجوف المتوسط mediastinum والذي يحوي معظم الاحشاء الصدرية مثل القلب والاعصاب والقصبة الهوائية والمريء الخ..... في معظم الحيوانات تنقسم الرئة الى فصوص lobes ويختلف ترتيب وعدد هذه الفصوص من حيوان الى اخر . الرئة اليسرى تحوي فصين الاول يسمى الرئسي cranial

والثاني يدعى الذنبى caudal اما الرئة اليمنى فتتألف من اربعة فصوص هي الرئسي cranial والمتوسط middle والذنبى caudal والفص الملحق accessory lobe . تحوي كل رئة في المنطقة الوسطى على تركيب يدعى السرة Hilus يدخل عن طريقها الهواء والدم واللمف والاعصاب وكذلك خروجها منها , ان عملية دخول وخروج الدم من الرئتين يدعى بالدورة الرئوية pulmonary circulation . يدخل الدم الى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي pulmonary artery ويكون لون الدم في هذه الاوعية احمر داكن بسبب قلة الاوكسجين وزيادة ثنائي اوكسيد الكربون وبعد ان تتم عملية التبادل الغازي يرجع الدم المحمل بالاوكسجين بواسطة الاوردة الرئوية التي تصب في الاذين الايسر .

القفص الصدري Thorax

ويسمى ايضا القفص الصدري Thoracic cavity يرتبط بالعمود الفقري من الجهة الظهرية والاضلاع والعضلات مابين الاضلاع جانبيا وعظم القص sternum من الجهة البطنية ويحوي القفص الصدري على القلب والاعوية الدموية الكبيرة والاعصاب والعقد اللمفية والرئتين . يحوي القفص الصدري على غشاء يغلف الاعضاء ويبطن القفص الصدري يدعى غشاء الجنب pleura يدعى الجزء الذي يغلف الاعضاء بالجنب الحشوي visceral pleura اما الجزء الذي يبطن القفص الصدري فيدعى الجنب الجداري parietal pleura . يوجد في الفراغ بين الغشائين سائل يدعى سائل الجنب pleura fluid يساعد على سهولة تمدد الرئتين وانزلاقها بسهولة . يفصل الحجاب الحاجز بين التجويف الصدري والتجويف البطني ويلعب دور اساسي في عملية التنفس . فعندما يكون الحجاب الحاجز في وضع الراحة يكون مقوس باتجاه الراس مما يؤدي التقليل حجم القفص الصدري وخروج هواء الزفير وعندما يتقلص الحجاب الحاجز يكون مسطح مما يؤدي الى توسيع القفص الصدري وبالتالي زيادة الحجم ودخول هواء الشهيق بسهولة .

عملية الشهيق Inspiration

وهي عملية دخول الهواء الى الرئتين وتسمى ايضا inhalation ان القاعدة الاساسية لهذه العملية هي زيادة حجم القفص الصدري بواسطة العضلات التنفسية inspiratory muscles يتبعه توسع الرئتين فدخول الهواء . يعتبر الحجاب الحاجز العضلة التنفسية الرئيسية والعضلات بين الاضلاع الخارجية external intercostals muscles . يتخذ الحجاب الحاجز شكل القبة في وضع الراحة ولكن عندما يتسطح يزيد من حجم القفص الصدري وفي نفس الوقت تنقلص العضلات بين الاضلاع ساحبة الاضلاع نحو الخارج مما يزيد من حجم القفص الصدري وبذلك يقل الضغط داخل الرئتين مما يؤدي الى دخول الهواء الجوي الى الرئتين وهذا مايسمى بعملية الشهيق inspiration .

عملية الزفير Expiration

وهي عملية طرح الهواء من الرئتين وتسمى ايضا exhalation وهي عكس عملية الشهيق حيث يقل حجم القفص الصدري مما يؤدي الى اندفاع الهواء خارج الرئتين ومن اهم اعضاء التي تشارك في عملية الزفير العضلات بين الاضلاع الداخلية internal intercostals muscles والعضلات البطنية abdominal muscles وفي هذه العملية يرجع الحجاب الحاجز الى وضعه الطبيعي المحذب نتيجة تقلص العضلات البطنية والتي تدفع الاعضاء البطنية نحو الحجاب الحاجز كذلك تقوم العضلات بين الاضلاع الداخلية بسحب الاضلاع نحو الداخل مما يؤدي الى تقليل حجم القفص الصدري وخروج الهواء من الرئتين نحو الخارج وتدعى هذه العملية الشهيق Expiration .

حجوم التنفس Respiratory volumes

ان كمية الهواء الداخل في عملية التنفس يوصف بمجموعة من المصطلحات وهي :

- 1- Tidal volume الحجم الكلي : وهو حجم الهواء في عملية الشهيق والزفير لمرة واحدة . ويختلف حسب حاجة الجسم فيكون صغير عندما يكون الحيوان في وضع الراحة وكبير عندما يكون نشط .
- 2- minute volume الحجم الدقيق : وهو حجم الهواء في عمليتي الشهيق والزفير خلال دقيقة واحدة .
- 3- Residual volume الحجم المتبقي : وهو حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد اقصى عملية تنفس .

التبادل الغازي في الحويصلات الهوائية Exchange of gases in alveoli

يحتوي الهواء الجوي على نسبة عالية من غاز الاوكسجين تقد ب 21 % اما نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون فأصغر من ذلك بكثير وتبلغ حوالي 0.03% . تكون جدران الحويصلات رقيقة جدا مكونة من صف من الخلايا الطلائية وكل حويصلة محاطة بشبكة من الاوعية الشعرية الدموية الرقيقة المؤلفة جدرانها من صف من الخلايا الاندوثيلية وطبقا لقوانين الانتشار ينتقل الاوكسجين من التركيز العالي في الحويصلات الهوائية الى منطقة التركيز الواطيء في الشعيرات الدموية . اما ثنائي اوكسيد الكربون فينتقل من التركيز العالي في منطقة الشعيرات الدموية الى التركيز الواطيء في الحويصلات الهوائية .

السيطرة على عملية التنفس control of breathing

تتم عملية تنظيم التنفس بواسطة منطقة موجودة في النخاع المستطيل medulla oblongata في ساق الدماغ brain stem وهذه المنطقة تسمى المركز التنفسي respiratory center وتقسم الوظائف في هذا المركز الى مراكز للسيطرة على الشهيق ومراكز للسيطرة على الزفير.تقوم هذه المراكز بارسال حوافز عصبية الى العضلات التنفسية لتحفزها الى كيفية ووقت النقلص . يحتوي الجسم على نظامين للسيطرة التنفسية هما :

1- السيطرة الميكانيكية mechanical control

تعمل السيطرة الميكانيكية من خلال وجود مستلمات receptors موجودة في الرئتين تتأثر بعمليتي الشهيق والزفير فعندما تنتفخ الرئتين بالهواء في عملية الزفير فان هذه المستلمات تنقل اشارات عصبية الى المركز التنفسي تؤشر على اتلاء الرئتين بالهواء فيكون رد فعل المركز التنفسي ارسال اشارات عصبية الى العضلات التنفسية المسؤولة عن تقلص القفص الصدري ووقف عملية الشهيق وبدا عملية الزفير . اما في حالة انكماش الرئتين نتيجة خروج الهواء منها فان نوع اخر من المستلمات يرسل حوافز عصبية الى المركز التنفسي وهذا بدوره يرسل ايعازات عصبية الى العضلات المسؤولة عن تمدد القفص الصدري فيزداد الحجم وتبدا عملية الشهيق وهكذا تستم العمليتين بالتعاقب .

2- السيطرة الكيميائية chemical control

ان السيطرة الكيميائية تتم عن طريق الدم كما ان المستلمات الكيميائية توجد في الشريان السباتي carotid artery والشريان الوتين aorta وتصل هذه المستلمات الى ساق الدماغ عبر اشارات كيميائية عن طريق الدم. تعتمد السيطرة الكيميائية على عوامل ثلاث :

1- كمية ثنائي اوكسيد الكربون . 2- الاس الهيروجيني pH 3- كمية الوكسجين في الدم الشرياني . فاذا حصل خلل في احد هذه العناصر الثلاث فإن جهاز السيطرة الكيميائي يرسل ايعازات الى المركز التنفسي ليعيد التوازن الى الوضع الطبيعي . فعند ارتفاع كمية

CO2 في الدم ينخفض PH الدم وهذا يعني ان الدم اصبح اكثر حامضية لذا يرسل جهاز السيطرة الكيميائي اشلالات الى المركز التنفسي لزيادة عملية التنفس لطرد ثنائي اوكسيد الكربون وعندها يرجع الاس الهيروجيني الى الوضع الطبيعي . والعكس صحيح فعندما ترتفع قاعدية الدم لاي سبب كان فيرسل جهاز السيطرة الكيميائي اشارات عصبية الى المركز التنفسي ليبطيء من عملية التنفس وبذلك تزداد كمية ثنائي اوكسيد الكربون وترتفع حامضية الدم وبالتالي معادلة القاعدية

الجهاز العصبي Nervous system

الجهاز العصبي عبارة عن تركيب معقد وهو جهاز السيطرة على جسم الحيوان . فهو المنظم والمسيطر على البيئة الداخلية والخارجية للحيوان ويوجه نشاطه لادامة حياة الكائن الحي . ويتألف الجهاز العصبي من جزئين رئيسيين :

1- الجهاز العصبي المركزي (CNS) central nervous system ويتألف من الدماغ brain والحبل الشوكي spinal cord .

2- الجهاز العصبي المحيطي (PNS) peripheral nervous system ويتألف من مجموعة من الاعصاب nerves تربط الجهاز العصبي المركزي ببقية انحاء الجسم ويتألف من مجموعتين من الاعصاب A- الاعصاب القحفية cranial nerves وعددها 12 زوج من الالياف العصبية وتنشأ من جدار الدماغ .

B- الاعصاب الشوكية spinal nerves وتنشأ على جانبي الحبل الشوكي .

ان العلم الذي يدرس الاعصاب يدعى neurology

الخلايا العصبية والخلايا الساندة Neurons and supporting cells

العصبه neuron او الخلية العصبية nerve cell هي الوحدة البنائية والوظيفية للجهاز العصبي . بعد الولادة تفقد الخلية العصبية قدرتها على التكاثر ماعدا اصلاح البروزات في جسم الخلية لذا لايمكن تعويض او اصلاح الضرر الحاصل في الجهاز العصبي . يختلف شكل الخلية العصبية حسب موقعها من الجهاز العصبي ولكن بصورة عامة تتكون الخلية العصبية من جزئين هما جسم الخلية cell body ويسمى ايضا soma او perikaryon ونوعين من البروزات هما التشجرات dendrites والمحور axon . تكون التشجرات قصيرة ومنفرعة ومتعددة وتعمل كمستلمات حسية sensory receptor حيث تستلم الحوافز مثل الحرارة والبرودة واللمس والضغط او اي نوع من التغيرات الفيزيائية بين داخل وخارج الجسم . اما المحور axon فيكون مفرد وطويل وغير متفرع وتقوم بنقل الايعاز العصبي بعيدا عن جسم

الخلية الى خلية عصبية اخرى او خلية عضلية اي ان المحور هو مؤثرات عصبية effector cell . يحاط المحور بمادة دهنية تسمى

Myelin وهي مادة بيضاء لذا يطلق على المادة التي تحيط بمجموعة من المحاور بالمادة البيضاء white matter على العكس من اجسام الخلايا التي تظهر سنجابية اللون وتدعى gray matter . ان الغلاف الدهني هو عبارة عن غشاء الخلية الساندة glial cell والذي تسمى oligodendrocyte في الدماغ والحبل الشوكي وتسمى خلية شوان Schwann cell خارج الدماغ والحبل الشوكي . تغلف هذه الخلايا المحور ويبقى فراغ بين خلية واخرى وهذا الفراغ يسمى عقدة رانفير nodes of Ranvier ان اغلفة المحور تقوم باسناد المحور وعزله عن بقية المحاور وتسريع الموجة العصبية . ان وظيفة الخلايا الساندة glia cells هي حماية واسناد الخلية العصبية لتقوم بوظيفة نقل الايعاز العصبي .

الايعاز العصبي الوارد والصادر afferent and efferent impulses

بعض الاعصاب تقوم بنقل الايعاز العصبي من محيط الجسم والاحشاء الى الجهاز العصبي المركزي والبعض الاخر يقوم بنقل الايعاز العصبي بالاتجاه المعاكس اي من الجهاز العصبي المركزي باتجاه المحيط والاحشاء وهذه الاعصاب تسمى بالاعصاب الواردة والاعصاب الصادرة . فالاعصاب الواردة afferent nerves هي الاعصاب التي تنقل الايعاز العصبي باتجاه الجهاز العصبي المركزي اما الاعصاب الصادرة efferent nerves فهي الاعصاب التي تقوم بنقل الايعاز العصبي بعيدا عن الجهاز العصبي المركزي . وبسبب كون الاعصاب الواردة تقوم بنقل الايعاز العصبي من مناطق الاحساس مثل الجلد والعين والاذن ... الى الجهاز العصبي المركزي لذا تسمى بالاعصاب الحسية sensory nerves وعلى العكس من ذلك فان الاعصاب الصادرة تقوم نقل الايعاز العصبي من الجهاز العصبي المركزي الى العضلات وبقية الاعضاء وتؤدي الى حركة العضلات الهيكلية وكذلك الملساء لذا تسمى الاعصاب الحركية . motor nerves.

الاعصاب الذاتية والاعصاب الجسمية autonomic and somatic nerves

عند سماع صوت ما فان الحيوان يحرك راسه باتجاه مصدر الصوت حيث تقوم الاعصاب الصادرة من الدماغ بايصال الايعاز العصبي الى العضلات الهيكلية الارادية وبالتالي حركة رأس الحيوان . ويطلق على الاعصاب التي تنظم العضلات الهيكلية بالجهاز العصبي الجسيمي somatic nervous system وبما ان الاعصاب ادت الى حركة العضلات لذا تسمى هذه الاعصاب بالاعصاب الجسمية الحركية somatic motor nerves . اما الاعصاب التي تنقل الايعاز من مناطق الاحساس كالعين او الاذن او الجلد تسمى الاعصاب الجسمية الحسية somatic sensory nerves . وعلى العكس من ذلك فان بعض اعضاء جسم الحيوان لا يستطيع التحكم بحركتها كالمعدة والقلب والامعاء ... لذا يسمى جزء الجهاز العصبي الذي يسيطر عليها الجهاز العصبي الذاتي autonomic nervous system ومثلما تكلمنا عن

الجهاز العصبي الجسمي فان الجهاز العصبي الذاتي يحوي ايضا نوعين من الاعصاب الحركية somatic والحسية sensory .

ازالة وعودة الاستقطاب Depolarization and Repolarization

عندما يكون الليف العصبي غير محفز في هذه الحالة يكون في وضع الراحة Resting state اي ان عدد الشحنات خارج الغشاء الخلوي مساوية لعددها داخل الغشاء الخلوي . اما في حالة وصول حافز او مؤثر خارجي فان الليف العصبي يتاثر بهذا الحافز مما يؤدي الى حركة ايونات الصوديوم من داخل الغشاء الى الخارج وفي هذه الحالة يكون اختلاف في الجهد الكهربائي وبالتالي حركة الايعاز العصبي وهذا مايسمى ازالة الاستقطاب Depolarization وعند ازالة المؤثر فان ايونات الصوديوم ترجع الى وضعها الاصلي وهذه الحالة تسمى اعادة الاستقطاب Repolarization .

الوصلة العصبية Synapse

عند حصول زوال الاستقطاب فان الايعاز العصبي ينتقل من جسم الخلية عبر المحور الى التفرعات الانتهائية للمحور ثم الى تشجرات خلية اخرى او عضلة او غدة . وهذه العملية اي نقل الايعاز من الخلية العصبية الى اي خلية اخرى يدعى بالنقل عبر الوصلة العصبية synaptic transmission . فالوصلة العصبية هي اقتراب التفرعات الانتهائية لمحور خلية عصبية من التشجرات لخلية عصبية اخرى او اي خلية اخرى وهي منطقة انتقال الايعاز العصبي بين الخليتين . تحوي الوصلة العصبية على فراغ بين الخليتين يدعى الشق الوصلي synaptic cleft تقوم الخلية بنقل موجة ازالة الاستقطاب الى الوصلة العصبية وهذا يحفز الوصلة على افراز مواد كيميائية تحفز الخلية الاخرى وهذه الخلية تسمى الخلية قبل الوصلة العصبية presynaptic neuron وتسمى المواد الكيميائية التي تفرزها هذه الخلية بالناقلات الكيميائية neurotransmitter . اما الخلية الثانية والتي تحوي مستلمات لاستقبال هذه المواد فتسمى الخلية بعد الوصلة العصبية postsynaptic neuron . ان التفرعات الانتهائية للمحور telodendron تحوي تراكيب طرفية تسمى synaptic knob عقدة الوصلة وهذه العقدة تحوي اعداد كبيرة من المايتوكوندريا لتجهيز العمليات بالطاقة وكذلك تحوي حويصلات مملوءة بالناقلات العصبية فعندما تنطلق هذه الناقلات من الخلية قبل الوصلة العصبية تستقبلها ناقلات على اغشة الخلية الاخرى وهكذا يتم نقل الايعاز العصبي .

انواع الناقلات العصبية وتأثيرها على غشاء الخلية بعد الوصلة :

هناك انواع مختلفة من الناقلات العصبية موجودة في الوصلة العصبية في كلا الجهازين المركزي والمحيطي . وعموما تقسم الى مجموعتين الاولى تسمى الناقلات العصبية المهيجة excitatory

neurotransmitters والثانية تسمى الناقلات العصبية المثبطة **inhibitory neurotransmitters** ان الناقلات العصبية المثبطة لها تاثير تثبيطي على غشاء الخلية بعد الوصلة العصبية اما الناقلات العصبية المهيجة فيكون لها تاثير مهيج على غشاء الخلية بعد الوصلة العصبية . وهناك بعض الناقلات العصبية تعمل مثبطة في نوع من الخلايا ومنشطة في خلايا اخرى . ومن اهم الناقلات العصبية :

1- اسيتيل كولين Acetylcholine

وهو من اهم الناقلات العصبية في الجسم ويعمل كعامل مثبط او منشط حسب موقعه في الجسم فعندما يكون بين الخلايا العصبية الجسمية المحركة والخلايا العضلية فانه يكون ناقل عصبي منشط يؤدي الى تقلص الالياف العضلية . اما عند وجوده في القلب فانه يعمل كناقل عصبي مثبط يؤدي الى خفض عدد دقات القلب .

2- norepinephrine , epinephrine , dopamine

وهذه جميعها تعود الى نوع من الناقلات العصبية تدعى **chatecholamines** . النورابينفرين يفرز في الحالات الطارئة والحرارة الذي تتطلب الدفاع او الهروب بالنسبة للحيوان ويفرز من الجهاز العصبي السمبثاوي . اما الابينفرين فيفرز من لب القشرة الكظرية **adrenal medulla** ويلعب دورهم في تهيئة الجسم للحالات الطارئة . اما الدوبامين فيفرز من الدماغ وهو ضروري في عملية التقلص العضلي .

3- Gamma – aminobutyric acid (GABA) , glycine

وهي من الناقلات العصبية المثبطة . يوجد ال GABA في الدماغ اما ال glycine فيوجد في الحبل الشوكي . بعض العقاقير الطبية كالفاليوم تزيد من افراز GABA .

الفعل الانعكاسي والقوس الانعكاسي Reflexes and Reflex arc

الفعل الانعكاسي هو فعل سريع ومفاجيء الغاية منه حماية الجسم والمحافظة على التوازن . ويكون على نوعين الاول يدعى المنعكس الجسمي **somatic reflex** والذي يؤدي الى تقلص العضلات الهيكلية والثاني يدعى المنعكس الذاتي **autonomic reflex** والذي يؤدي الى تنظيم العضلات الملساء والقلبية والغدد الصماء . كلا النوعان يتألفان من نفس التركيب والذي يسمى القوس الانعكاسي **reflex arc** يبدأ القوس الانعكاسي من المستلمات الحسية **sensory receptor** والذي تنقل التغيرات سواء في البيئة الخارجية او الداخلية للحيوان . تقوم المستلمات الحسية بنقل الحافز العصبي الى الاعصاب الحسية **sensory neuron** ومنه الى الحبل الشوكي الذي يقوم بالاستجابة للحافز ويعطي الاوامر للخلايا العصبية الحركية **motor neuron** الذي تنتهي في الخلية الهدف وهي العضلة او الغدة الصماء

The digestive system

الجهاز الهضمي

الجهاز الهضمي عبارة عن انبوب يبدأ في الفم وينتهي بالمخرج anus وكذلك على عدد من الغدد الملحقة التي تساهم في

عملية هضم وامتصاص الغذاء تسمى القناة وينتهي الهضمية digestive tract وكذلك alimentary canal وتسمى ايضا gastrointestinal tract وبالحيوانات الوطئة تسمى gut المعى . يختلف تركيب الجهاز الهضمي حسب نوع الحيوان وطريقة تغذيته اي ان الحيوان قد يكون نباتي التغذية herbivores او اكلات اللحوم carnivores او متنوع التغذية (القوارت) omnivores . كذلك تختلف المعدة حسب تغذية الحيوان فقد تكون بسيطة التركيب وتسمى simple stomach وتسمى ايضا monogastric . اما النوع الثاني فيحوي على معدة ومضاف لها جزء يقوم بتخمير المواد الغذائية كما في المجترات ruminants .

التركيب الاساسي ووظيفة القناة الهضمية : basic structure and function of the digestive tract

تمتد القناة الهضمية من الفم mouth مرورا بالمريء esophagus والمعدة stomach والامعاء الدقيقة small intestine

والامعاء الغليظة large intestine واخيرا المخرج anus واهم الوظائف الاساسية للقناة الهضمية :

1- قضم وتقطيع الطعام prehension

2- مضغ الطعام mastication

3- الهضم الكيميائي chemical digestion للغذاء

4- امتصاص الماء والغذاء absorption of nutrients and water

5- طرح الفضلات elimination of waste

فعند فشل اي واحدة من هذه العمليات تظهر اعراض مرضية على الحيوان ومنها قلة الوزن والاسهال والتقيؤ وانتفاخ البطن خصوصا في المجترات . يتكون جدار القناة الهضمية من عدة طبقات هي:

1- The mucosa الطبقة المخاطية وتتألف من نسيج طلائي epithelial tissue ونسيج رباط مفكك loose connective tissue .

2- submucosa الطبقة تحت المخاطية وتحتوي غدد ونسيج رابط كثيف dense .connective tissue

3- طبقة عضلية كثيفة وقوية تقع خارج الطبقة تحت المخاطية muscular layer .

4- serosa layer الطبقة المصلية وهي الطبقة الخارجي للقناة الهضمية وتتكون من نسيج رابط رقيق وقوي .

تكون القناة الهضمية في المنطقة البطنية معلقة من جهتها الظهرية بنسيج رابط يسمى المساريق mesentery يحوي على الاوعية اللمفية والدم والاعصاب المغذية للقناة الهضمية .

وظيفة التجويف الفمي Function of oral cavity

يقوم الفم بتقطيع الطعام ومضغه وهضمه ميكانيكيا وكذلك هضمه كيميائيا بواسطة الانزيمات . والانزيمات مواد بروتينية تساعد في تسريع التفاعلات الكيميائية وتفرز في الجهاز الهضمي وتكون هذه الانزيمات موجودة في اللعاب حيث تقوم بهضم المواد وترطيبها وتسهل عملية البلع . ومن اهم الانزيمات الموجودة في اللعاب انزيم amylase ويوجد في لعاب الحيوانات متنوعة التغذية كالخنازير والجرذان والانسان ويقوم بتجزئة سكر الاميلوز amylose الموجود في النشا . ومن الانزيمات الاخرى lipase ويقوم بهضم الدهون ويكثر في لعاب الحيوانات في فترة الرضاعة او التي يكثر في غذائها الحليب .

المعدة البسيطة The monogastric stomach

تقسم المعدة البسيطة الى خمسة اجزاء الاول هو الجزء الفؤادي cardia وهي المنطقة التي تحيط بالفتحة الرابطة بين المريء والمعدة تقوم الفتحة الفؤادية على تنظيم مرور المواد الغذائية من المريء الى المعدة وتمنع رجوعه الى المريء . يلي المنطقة الفؤادية القاع Fundus وهي الجزء الممتد المغلق من المعدة وتقوم بخزن اكبر كمية من الغذاء . يلي القاع جسم المعدة body of stomach وهو الجزء الممتد في وسط المعدة ويكون القاع وجسم المعدة غني بالغدد الافرازية ومن هذه الغدد 1- الخلايا الجدارية

parietal cells وتسمى أيضا oxyntic cells وتقوم بافراز حامض الهيدروكلوريك
2- الخلايا الراسية chief cells وتقوم بافراز انزيم سابق الببسين pepsinogen

اما الجزء الاخر فيدعى pyloric antrum وهو الجزء البعيد من المعدة والذي ينظم
حامض الهيدروكلوريك المفرز من الجزء السابق . يحوي هذا الجزء خلايا فارزة صماء
تدعى خلايا G cells والذي تقوم بافراز ال Gastrin حيث ينتقل هذا الهرمون الى عن
طريق الدم حيث ينتقل الى الغدد المعدية في الجزء القريب من المعدة والذي يحفز افراز
حامض الهيدروكلوريك من الغدد الجدارية . كذلك يحوي هذا الجزء على عدد من الخلايا
المخاطية Mucus cells . الفتحة البوابية Pyloric sphincter وهي عاصرة عضلية
تنظم مرور الغذاء من المعدة الى الاثني عشري .

حركة المعدة Gastric Motility

كل جزء من المعدة يحوي خلايا عصبية حركية وعضلات خاصة به . فالجزء القريب من
المعدة (القاع والجسم) يتسع عند بلع الطعام مما يؤدي الى استطالة المعدة اي تعمل
كمستقبل للطعام ويقوم جسم المعدة بالتقلص ليساعد على مزج الطعام . اما الجزء البعيد
فيتقلص لدفع الطعام نحو الفتحة البوابية

افرازات المعدة Gastric secretions

ان الطبقة تحت المخاطية للمعدة تحوي انواع من الخلايا الافرازية تقوم بافراز المادة
المخاطية والانزيمات وحامض الهيدروكلوريك اضافة الى نوع من البروتينات يدعى
العوامل الداخلية Intrinsic factors في معظم الانواع من الحيوانات تكون العوامل
الداخلية مرافقة لفيتامين B12 مما يسهل من امتصاص الفيتامين في الامعاء الدقيقة .
من الانزيمات التي المهمة التي تفرز من الخلايا الراسية في المعدة انزيم ببسينوجين
pepsinogen او يسمى سابق الببسين ويتحول الى الببسين بتاثير حامض
الهيدروكلوريك . يقوم الببسين بتحويل البروتينات الى سلسلة من الاحماض الامينية
وليست الى احماض امينية مفردة والتي تتم في الامعاء الدقيقة لاحقا . ان وجود الببتيدات
في الجزء البوابي من المعدة يحفز خلايا G لانتاج المزيد من ال Gastrin
وهذا يحفز على افراز المزيد من الببسينوجين وحامض الهيدروكلوريك وحال دخول
حامض الهيدروكلوريك الى الامعاء الدقيقة يتجه نحو القاعدية وتقل حموضته ويصبح غير
فعال . تفرز المادة المخاطية mucins من بعض الخلايا الافرازية في المعدة والمسماة

goblet cell وتعمل المادة المخاطية كجدار واقى يحمي بطانة المعدة من تاثير حامض الهيدروكلورك كذلك تفرز بعض الخلايا ايونات البيكاربونات والتي تقلل من شدة حموضة المعدة . ان قلة افراز المادة المخاطية والبيكاربونات يؤدي اصابة المعدة بالقرحة المعدية **gastric ulcer** . تقوم الخلايا الجدارية في الغدد المعدية بافراز ايون الكلوريد وايونات الهيدروجين الى المعدة والتي تتحد وتكون حامض الهيروكلوريك . للخلايا الجدارية ثلاث انواع من المستلمات في الدم وهي **acetylcholine , gastrin and histamine** .

الامعاء الدقيقة **small intestine**

تتركب الامعاء الدقيقة كباقي اجزاء القناة الهضمية من اربع طبقات هي الطبقة المخاطية وتحت المخاطية والعضلية والطبقة المصلية او الخارجية . تتحور الطبقة المخاطية لتعطي سطح واسع مما يساعد على امتصاص اكبر كمية من الغذاء المهضوم من خلال الطيات الموجودة في جدار الامعاء كما ان الجدار الداخلي يحوي على ملايين من التراكيب الدقيقة الاصبعية الشكل تدعى الزغابات **villi** بالاضافة الى الطيات والزغابات فان كل زغابة تحوي على الاف التراكيب الصغيرة جدا تسمى الزغيبات الدقيقة **microvilli** لذا تظهر بطانة الامعاء الدقيقة تحت المجهر مخططة فرشائيا **brush border** تحوي هذه الزغيبات الدقيقة على انزيات هاضمة وناقلات تساعد على امتصاص الفيتامينات والاملاح . توجد الزغابات في انبعاجات داخل الامعاء تسمى الخبايا **crypt** كذلك تحوي الطبقة المخاطية على خلايا **goblet cell** كتلك الموجودة في المعدة تقوم بافراز مادة مخاطية تحمي جدار الامعاء من المادة الحامضية القادمة من المعدة

الهضم في الامعاء الدقيقة **small intestine digestion**

تمتص ايونات الصوديوم والكلوريد والبوتاسيوم والفيتامينات عن طريق جدار الامعاء مباشرة دون الحاجة الى هضم في الامعاء الدقيقة اما الكربوهيدرات والبروتينات والدهون فيجب ان يكتمل الهضم الكيميائي لها في الامعاء الدقيقة ليتم امتصاصها في الامعاء الدقيقة ويتم الهضم الكيميائي في الامعاء الدقيقة على مرحلتين المرحلة الاولى

عن طريق الانزيمات الموجودة في جوف الامعاء الدقيقة اما المرحلة الثانية فتتم عن طريق الانزيمات الموجودة في الحافة الفرشائية للزغيبات الدقيقة .

هضم الكربوهيدرات carbohydrate digestion

توجد الكربوهيدرات على شكل نشا وكلايوجين وسكريات متنوعة بسيطة وثنائية ومتعددة . يقوم انزيم **amylase** الذي يفرز في الفم من الغدد اللعابية وفي الامعاء الدقيقة من البنكرياس يقوم بتحويل النشا **starch** الى سكريات ثنائية ومن امثلة هذه السكريات سكروز و مالتوز وايزومالتوز و لاكتوز وهذه السكريات الثنائية تتحول الى سكريات احادية بواسطة انزيمات **sucrose , maltase , isomaltase and lactase** لتعطي سكريات احادية وهي كلكوز وكالاكتوز و فركتوز وهذه السكريات تمتص من قبل الحافة الفرشائية للزغيبات .

هضم البروتينات protein digestion

البروتينات عبارة عن جزيئات كبيرة يجب تجزئتها الى جزيئات اصغر بواسطة الانزيمات الهاضمة للبروتينات **proteases** حيث تقوم هذه الانزيمات بتجزئة البروتينات الى وحدات بسيطة قابلة للامتصاص تسمى الاحماض الامينية **amino acid** . يقوم انزيم البيسين بتجزئة البروتينات لسلاسل تسمى **polypeptides** متعدد الببتيد . وبما ان البروتينات تحوي انواع مختلفة من البروتينات وكذلك الحوامض الامينية تحوي انواع مختلفة من الاواصر الكيميائية لذا تحتاج الى انواع مختلفة من الانزيمات الهاضمة للبروتينات . تقوم البنكرياس بافراز خمسة انواع من الانزيمات هي **trypsin , chymotrypsin , elastase , aminopeptidase , and carboxypeptidase** . تفرز هذه الانزيمات بصورة غير فعالة **inactive** . ان المفتاح الرئيسي لتنشيط هذه الانزيمات وتحويلها الى حالتها الفعالة هو انزيم **trypsinogen** والذي ينشط بواسطة الانزيمات المعوية الى التربسين ثم يقوم التربسين بتنشيط بقية الانزيمات البنكرياسية . ان الهضم النهائي للبروتينات يتم في الحافة

الفرشائية للزغيبات الدقيقة حيث تتحول المواد البروتيني الى احماض امينية قابلة للامتصاص .

هضم الدهون fat digestion

عند وضع الهون في الماء فانها لاتذوب بل تتجع على شكل كريات صغيرة . وعندما تمتزج هذه الكريات مع الانزيمات فانها تتحطم الى قطع صغيرة وهذه العملية تدعى emulsification الاستحلاب والنتاج يدعى المستحلب micelle وعند وصول هذه القطع الصغيرة الى الامعاء الدقيقة تتحد مع احماض الصفراء الناتجة من الكبد وهذه الاحماض تحوي جزء محب للماء hydrophilic

وطرف كاره للماء hydrophobic وهذا الطرف الكاره للماء يدخل في القطعة الدهنية تاركا الجزء المحب للماء خارجها وبهذا يتكون محلول دهني ذائب . ثم يقوم انزيم lipase المفرز من البنكرياس باختراق جزيئة الحامض الصفراوي وهضم الهون الى الكليسيريدات الثلاثية triglycerides وهذه بدورها تتجزأ الى احماض دهنية وكليسيرول القابلة للامتصاص من قبل الزغابات .

الكبد liver

يقوم الكبد بانتاج احماض الصفراء bile acid من الخلايا الكبدية حيث تتجمع وتصب في القناة الكبدية hepatic duct وهذه تصب في كيس الصفراء gallbladder وهذه تصب في القناة المشتركة التي تصب في الاثني عشري .

البنكرياس pancreas

البنكرياس غدة مختلطة يعني ذات افراز داخلي وخارجي . الافراز الخارجي يتمثل بافراز الانزيمات الهاضمة والتي تصب في الاثني عشري بالاضافة الى افراز الانزيمات تقوم

البنكرياس بأفراز كميات من البيكاربونات لمعادلة الحموضة القادمة من المعدة . اما الافراز الداخلي فيتمثل بأفراز هرمون الانسولين insulin وهرمون كليوكوكان glucagon اللذان يساعدان على تنظيم نسبة السكر في الدم . يفرز الانسولين من تجمعات خلوية تدعى جزيرات لانكرهانز islets of langerhans يزداد افراز الانسولين عند ارتفاع نسبة السكر في الدم مما يؤدي الى دخول السكر الى الخلايا . اما في حصول خلل في افراز الانسولين فان نسبة السكر في الدم تزداد ويصبح الشخص مصاب بداء السكر . ويفرز الانسولين من خلايا تدعى beta cells . اما هرمون الكليوكاكون فيفرز من خلايا الفا alpha cells يقوم هذا الهرمون بتحفيز ضخ السكر الموجود في الكبد الى مجرى الدم في حالة نقص السكر في الدم لذا فعمله معاكس لعمل الانسولين والاثنان يعملان على تنظيم نسبة السكر في الدم .

male reproductive system الجهاز التناسلي الذكري

يتواجد في جهاز التكاثر في الانسان وباقي الحيوانات نوعين من الكميات sperm في الذكر او ovum في الانثى وهذه الكميات تلتقي في الجهاز الانثوي لتكون فرد جديد . يختلف الجهاز الذكري عن الانثوي في الموقع حيث يتكون الجهاز الذكري من جزئين احدهما في الداخل والآخر في الخارج بينما الجهاز الانثوي فتقع كل اجزاءه داخل الجسم .

يتكون الجهاز الذكري من الخصى testes والعديد من القنوات والغدد . تتكون النطف داخل الخصى وتنتقل وتنقل بواسطة قنوات الجهاز الذكري المتكون من البربخ epididymis والاوعية الناقلة ductus deference ووعاء القذف ejaculatory duct واخيرا الاحليل urethra .

تركيب الخصية :

الخصى testes ومفردها testis توجد في كيس الصفن scrotum وهو عبارة عن تركيب جلدي يحافظ على الخصيتين وينظم درجة حرارتهما . في الجنين تكون الخصيتين قرب الكليتين وتنزل الى كيس الصفن بعد الولادة .

يبلغ طول الخصية 1,5 أنج وعرضها 1 أنج تقوم الخصيتان بإنتاج هرمون testosterone الذي يحفز على إنتاج البيوض ويعطي الذكر الصفات الجنسية الانثوية وعلامات البلوغ الجنسي

. يقوم كيس الصفن بالحفاظ على درجة حرارة الخصيتين عند درجة حرارة 35 درجة سليزية .
يحتوي كيس الصفن على نوعين من العضلات اللا ارادية تتقلص عند البرودة وتتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة فعند البرودة تتقلص وتسحب الخصيتين نحو الجسم مما يؤدي الى رفع درجة الحرارة اما عند ما ترتفع درجة الحرارة تتمدد العضلات لتبعد الخصيتان بعيدا عن الجسم مما يؤدي الى خفض درجة حرارتهما دون درجة حرارة الجسم .

ترتبط الخصيتان بالجسم عن طريق تركيب يشبه الانبوب يدعى spermatic cord وهو عبارة عن نسيج رابط يحوي اوعية دموية واعصاب واوعية لمفاوية والوعاء الناقل للنطف .
تدعى الطبقة الخارجية للخصية الغلالة الخارجية Tunica وهي عبارة عن طبقتين من الانسجة الرابطة تدعى الطبقة الخارجية vaginal tunics وتحيط بالخصية من الخارج والطبقة الداخلية وتسمى visceral vaginal .

تحاط كل خصية بطبقة مكونة من نسيج رابط ليفي يدعى Tunica albuginea وتسمى بالكبسولة capsule تقوم باسناد وحماية الاجزاء الرخوة من الخصية . تمتد من الكبسولة بعض الامتدادات الصغيرة تسمى الحواجز septa تقسم الخصية الى فصيصات تحوي النبيبات المنوية seminiferous tubules وهي موقع انتاج النطف في عملية ال spermatogenesis . يوجد بين هذه الاقنية خلايا غدية تدعى الخلايا البينية interstitial cells تقوم هذه الخلايا بانتاج هرمونات الاندروجين الذكرية تحت تاثير الهرمون اللوتيني الذي يفرز من الفص الامامي للغدة النخامية .

يوجد نوع اخر من الخلايا في النبيبات المنوية تدعى خلايا سرتولي Sertoli cells تقوم بتغذية واسناد النطف وكذلك لها وظيفة مناعية حيث تفرز مادة بروتينية تحيط بالنطفة مما يؤدي الى عدم التهامها وتدميرها من قبل الجهاز المناعي للجسم . كذلك تقوم هذه الخلايا بانتاج كميات قليلة من هرمون الاستروجين عن طريق تحفيزها بواسطة هرمون FSH .

يبدأ النظام الانبوبي للخصية بالبرخ epididymis وهو انبوب طويل مفرد شديد الالتفاف ولو تم استخراجها خارج الخصية لكان طوله حوالي 6 متر ويقسم الى ثلاثة اجزاء 1- راس البربخ وهو الجزء الذي يستقبل النطف غير الناضجة من القنوات الواردة 2- الجزء الثاني ويسمى جسم البربخ وهو الجزء الرئيسي ويمتد على السطح الداخلي للخصية و3- الجزء الاخير ذيل البربخ ويكون مستمر مع قناة القذف . ان الوظيفة الرئيسية للبرخ هو خزن النطف حتى تنضج حيث تحتاج الى اسبوع او اكثر حتى تكون صالحة لتلقيح البيضة وفي حال عدم قذف النطف وخروجها خارج البربخ فانها سوف تموت وتمتص من قبل الخلايا الانبوبية المبطننة للنبيب المنوي .

يلي البربخ القناة القاذفة vas deferens وهي عبارة عن انبوب عضلي يربط ذيل البربخ ببداية الاحليل وتتكون جدرانها من عضلات ملساء سميكة عند تقلصها تقوم بقذف النطف السابحة في السائل المنوي الى الاحليل وبالتالي الى العضو الانثوي .

واخيرا الاحليل urethra وله وظيفتين الاولى بولية حيث تصب فيه الحالبان والوظيفة الثانية تكاثرية حيث تمر من خلاله النطف .

وفي منطقة اتصال البربخ بالاحليل توجد الحوصلة المنوية seminal vesicle يتجمع فيها السائل المنوي الحاوي على النطف الناضجة بانتظار القذف .

الغدد الملحقة:

1- غدة البروستات prostate glands

وهي غدة مفردة تحيط بالاحليل وتصب افرازاتها فيه بواسطة قنوات متعددة وهي شائعة في معظم الحيوانات وفي الكلاب تكون هي الغدة الملحقة الوحيدة وتقوم بانتاج سائل يساعد على حركة النطف وحيويتها وينصف الاحليل قبل القذف .

2- غدتا كوبر Cowper glands

تقعان اسفل غدة البروستات وتصبان في الاحليل تفرز سائل مخاطي يسهل حركة النطف ويحافظ على حيويتها وينظف الاحليل من بقايا البول . موجودة في كل الحيوانات الداجنة عدا الكلاب .

القضيب penis

وهو عضو الجماع في الحيوانات يتكون من عضلات وانسجة ناصبة ونسيج رابط يحوي على اوعية دموية كثيرة ونهايات عصبية حسية .

يتكون القضيب من ثلاث اجزاء رئيسية :

1-الجزء Root

وهو منطقة اتصال القضيب بالحوض ويتكون من حزمتين من الاوعية الرابطة .

2-جسم القضيب Body وهو الجزء الاكبر من القضيب ويتكون من حزمتين من الانسجة الناصبة والنسيج الناصب يتكون من شبكة من النسيج الاسفنجي والنسيج الليفي الرابط واوعية دموية صغيرة تملأ الفراغات تسمى الجيوب sinuses .

3-الحشفة glans وهي قمة القضيب او النهاية الحرة البعيدة من القضيب وتختلف تركيبيا ومظهريا حسب نوع الحيوان ففي الحصان تحوي الحشفة على كمية كبيرة من الانسجة الناصبة بينما في المجترات تكون صغيرة وفي القطط تكون مغطاة باشواك قصيرة وبصورة عامة تكون الحشفة غنية بالنهايات العصبية الحسية وتكون سريعة التحفيز للمؤثرات الميكانيكية واللمس .

تحاط الحشفة بتركيب جلدي يدعى غطاء الحشفة prepuce يكون الجزء الخارجي عباره عن جلد طبيعي بينما الجزء الداخلي الملاصق للقضيب يكون املس ورطب ويحوي غشاء مخاطي .

ميكانيكية الانتصاب والقذف :

1-الانتصاب erection وهي عملية تكبير القضيب وانتصابه للاستعداد لتسهيل عملية ولوج القضيب داخل العضو التناسلي الانثوي . تحدث العملية عن طريق المنعكسات السمبثاوية الذي

تتحفز بواسطة المحفزات الجنسية وفي معظم الانواع تعتبر حاسة الشم المحفز الرئيسي للذكر والتي تعطي اشارات للذكر بان الانثى في وضع الاستعداد للتزاوج . تبدأ عملية الانتصاب بدخول كميات كبيرة من الدم بواسطة الشرايين ورجوع كميات قليلة بواسطة الاوردة حيث تمتلأ الانسجة الرابطة والجيوب الاسفنجية بالدم مما يؤدي الى انتصاب وصلابة القضيب .

2-القذف ejaculation

هو منعكس افراغ السائل المنوي من القضيب وتتم العملية على مرحلتين الاولى تبدأ بحركة النطف والسائل المنوي من الغدد الملحقة الى الجزء الاعلى من الاحليل اما الخطوة الثانية فهي ان العصارة العاصرة والمحيط بعنق المثانة تمنع نزول البول وتمنع دخول السائل المنوي الى المثانة وبذلك يتم قذف السائل بسرعة داخل العضو الانثوي.

الجهاز التناسلي الانثوي female reproductive system

يكون الجهاز التناسلي الانثوي اكثر تعقيدا من الجهاز الذكري لكونه يقوم بوظائف اكثر مما في الجهاز الذكري حيث يتشابه مع الذكر في انتاج الهرمونات الجنسية ونمو الخلايا التكاثرية ولكن بالاضافة الى ذلك يقوم الجهاز الانثوي باستقبال الخلايا الجنسية الذكرية لتنمو وتتطور داخل جسم الانثى وبعد الولادة لاتنتهي الوظائف التكاثرية للانثى حيث تعمل الغدد اللبانية على انتاج الحليب لتغذية الصغار ويتكون الجهاز التناسلي الانثوي من :

المبييض ovary :

وهو الغدة التناسلية الانثوية التي تقابل الخصى في الذكر ويقع في الجهة الظهرية للتجويف البطني قرب الكليتين يختلف حجم وشكل المبييض حسب نوع الحيوان يقوم المبييض بانتاج الهرمونات الجنسية الانثوية وانتاج البيوض وتسمى عملية انتاج البيويضات داخل الحويصلات المبيضية oogenesis تختلف عملية انتاج البيوض عن النطف حيث ان النطف تبدأ بالانتاج عند وصول الذكر عمر البلوغ الجنسي اما البيوض فهي موجودة منذ ولادة الانثى حيث تبلغ عشرات الالاف من البيويضات غير الناضجة تسمى oocyte بعضها ينضج ليكون ova والباقي تضمحل ففي الانسان يبلغ عدد البيويضات عند بلوغ الانثى النضج الجنسي بين 450 - 500 بويضة .

تقسم الهرمونات التي تنتج في المبييض الى مجموعتين الاستروجين ويفرز من الحويصلات المبيضية النامية ويكون مسؤول عن تهيئة الانثى جسميا وسلوكيا لتقبل الذكر وهور الصفات الجنسية الانثوية مثل نمو الطبقة الشحمية تحت الجلد ونعومة الصوت ونمو الاثدية ونمو عظام

الورك وتوسعة الحوض اما النوع الثاني من الهرمونات تسمى البروجستيرون ويفرز من الجسم الاصفر corpus luteum والذي ينمو من جريب البيضة بعد التبويض ويقوم البروجستيرون بتهيئة بطانة الرحم لاستقبال البيضة المخصبة ويحافظ على تثبيت الجنين في بطانة الرحم .

قناتا البيض oviduct :

وكذلك تسميان قناتا فالوب fallopian tubes وهي عبارة عن انابيب صغيرة ملتفة تمتد من قرن الرحم ولا تتصل بالمبيض اتصالا مباشرا وظيفتها نقل البويضة من المبيض الى الرحم وكذلك يتم فيها التقاء البيضة بالنطفة في عملية الاخصاب fertilization تكون بديا قنات البيض تشبة القمع وتسمى infundibulum وهي البداية المتسعة لقناة البيض . يحوي القمع على تراكيب اصبعية طويلة تدعى fimbriae وم بالتقاط البيضة عند التبويض لتأخذ طريقها في قناة البيض ولا تسقط في الجوف البطني .

الرحم uterus :

وهو عضو عضلي مجوف يتكون من ثلاث طبقات الطبقة الداخلية endometrium وتتكون من نسيج طلائي عمودي بسيط ونسيج غدي انبوبي بسيط يفرز المخاط ومواد اخرى والطبقة السميكة الوسطى تدعى عضل الرحم myometrium وتتكون من طبقات من العضلات الملساء والتي تساعد الرحم على قذف الجنين الى الخارج عند الولادة . والطبقة الخارجية تدعى perimetrium والتي تكون مغطاة بالطبقة الحشوية من البريتون .

عندما تنبت البيضة المخصبة في بطانة الرحم وتبدأ بالنمو تتكون المشيمة placenta حول الجنين وتلتصق ببطانة الرحم لتقوم بنقل الغذاء والفضلات وتبادل الغازات بين دم الام والجنين .

عنق الرحم cervix :

وهو عبارة عن صمام عضلي يفصل الرحم عن الخارج معظم الوقت ويتكون من عاصرة عضلية ملساء تقع بين جسم الرحم والمهبل vagina ويكون عنق الرحم مغلق جيدا الا في حالتين الاولى عند الولادة parturition والثانية في حالة الشبق الجنسي .

المهبل vagina:

هو عبارة عن انبوب يستقبل العضو الذكري عند الجماع ويعمل كقناة للولادة تمتد من عنق الرحم الى الحافات الخارجية للعضو الانثوي . يكون المهبل مغلق طول الوقت عدا اثناء عمليتي دخول العضو الذكري والولادة . يحوي المهبل على غدد مخاطية تفرز هذه المواد لتسهيل دخول العضو الذكري وتتحفز هذه الغدد عن طريق مستلمات حسية عن طريق اللمس او الشم او غيرها من المحفزات الجنسية وحسب نوع الحيوان .

الاشفار vulva :

وهي الجزء الخارجية للجهاز التناسلي الانثوي تتألف من الدهليز vestibule والبظر clitoris واخيرا الشفاه labia . ان الدهليز هي المسافة القصيرة بين الشفاه وفتحة المهبل . يعتبر البظر الجزء المناظر للقضيب في الذكر حيث لهما نفس الاصل الجنيني ونفس التركيب

حيث له جذران وانسجة ناصبة وحشفة غنية بالنهايات العصبية الحسية اما الشفاه فهي الجزء الواقى .

جهاز الغدد الصماء Endocrine system

يعمل جهاز الغدد الصماء كرديف للجهاز العصبي في تنظيم الفعاليات الحيوية المختلفة في جسم الحيوان وهناك اوجه تشابه واختلاف في وظيفة كلا الجهازين يمكن اجمالها كمايلي :

كلا الجهازين يقومان بعملهما بواسطة ناقلات كيميائية ولكن هذه الناقلات تختلف في الجهازين ففي الغدد الصماء تسمى الهرمونات hormones اما في الجهاز العصبي فتسمى الناقلات العصبية neurotransmitter والتي تنتقل لمسافات قصيرة عبر الوصلة العصبية . اما الهرمونات فانها تفرز من الغدد مباشرة الى الدم وتقطع مسافات طويلة للوصول الى الخلية الهدف وتكون الخلية الهدف بالنسبة للغدد الصماء كل خلايا الجسم وحسب نوع الغدة اما هدف الناقلات العصبية فهو العضلات او الغدد . يكون عمل الغدد بطيء مقارنة بعمل الجهاز العصبي ولكن تأثيره يبقى لمدة اطول اما الجهاز العصبي فيكون عمله سريع ولكن لفترة قصيرة .

ان الوحدة الاساسية لجهاز الغدد الصماء هي الغدة الصماء وتقع الغدد في اماكن مختلفة من الجسم . تفرز الغدد الصماء كميات قليلة من الهرمونات مباشرة الى الدم لذا تسمى الغدد الصماء بالغدد اللاقنوية ductless glands تميزا لها عن الغدد ذات الافراز الخارجي exocrine glands والذي تفرز محتوياتها بواسطة قنوات خارج النسيج الطلائي .

خصائص الهرمونات characteristics of hormones

الهرمونات ناقلات كيميائية تفرز من الغدد الصماء مباشرة الى الدم او اللمف وتاخذ طريقها مع مجرى الدم الى ان تصل الى المستقبلات في الخلايا الهدف target cells حيث ان لكل هرمون مستقبلاته الخاصة كما في القفل والمفتاح فعندما يتصل الهرمون بالمستقبل فانه يغير من نشاط الخلية سواء تنشيط او تثبيط حسب نوع الهرمون والخلية الهدف .

تحت المهاد hypothalamus

وهو جزء من الدماغ الخلفي Diencephalon يقع في الجهة البطنية من الدماغ خلف التقاطع البصري وله عدة وظائف عصبية منها تنظيم درجة الحرارة والنوم كما له علاقات وثيقة بالغدد الصماء لذا يعتبر الجسر الرابط بين الجهاز العصبي والغدد الصماء .

علاقة تحت المهاد بالغدة النخامية Relationship with pituitary gland

تتصل الغدة النخامية بتحت المهاد من الجهة البطنية بواسطة ساق اسطواني وبواسطة الاوعية الدموية والالياف العصبية الموجودة في الساق يتم تنظيم الغدة النخامية وباقي اجزاء الجسم . يوجد نظام دموي وعائي دقيق يسمى الجهاز البوابي portal system يربط تحت المهاد بالفص الامامي للغدة النخامية anterior lobe of pituitary gland تقوم الاعصاب المتحورة في تحت المهاد بافراز هرمونات الى الجهاز البوابي والتي سرعان ما يصل الى الغدة النخامية ويقوم بتنظيم عدة وظائف . هذه الهرمونات تسمى الهرمونات المحفزة

والعوامل المثبطة releasing and inhibiting factors تنشيط الهرمونات المحفزة الفص الامامي لافراز الهرمونات اما العوامل المثبطة تكون ذات تاثير مثبت على الفص الامامي . بما ان افرازات الفص الامامي تسيطر على معظم فعاليات الجسم فان تحت المهاد يسيطر بصورة غير مباشرة على معظم فعاليات الجسم . يكون تاثير تحت المهاد على الفص الخلفي للنخامية posterior lobe مباشرة حيث تقوم الالياف العصبية الموجودة في تحت المهاد بافراز هرمونين هما antidiurtic hormone وهرمون oxytocin واللذان يخزانان في الفص الخلفي للنخامية .

الغدة النخامية The pituitary gland

الغدة النخامية وتسمى ايضا hypophysis وتسمى ايضا سيدة الغدد mastro endocrine gland لان معظم الهرمونات المفرزة منها تنظم عمل بقية الغدد الصماء في الجسم . تظهر الغدة النخامية كغدة واحدة ولكنها في الحقيقة مكونة من فصين يختلفان في التركيب والاصل الجنيني والوظيفة . الجزء الامامي يسمى anterior pituitary ويسمى ايضا adenohipophysis وينشأ من نسيج غدي اثناء النمو الجنيني . اما الجزء الخلفي فيسمى posterior pituitary وينشأ من النسيج العصبي اثناء النمو الجنيني . يقوم الفص الامامي بافراز سبعة هرمونات بتحفيز من تحت المهاد اما الفص الخلفي فلا يفرز اي هرمون ولكنه يقوم بخزن هرمونين فقط .

الهرمونات المفرزة من الفص الامامي :

يقوم الفص الامامي بافراز الهرمونات التالية :

1- Growth hormone

2- Prolactin

3- Thyroid stimulating hormone

4- Adrenocorticotropic hormo

5- Follicle stimulate

hormone .

6- Luteinizing hormone

7- Melanocyte stimulate hormone

1- هرمون النمو Growth hormone

ويسمى ايضا somatotropin واسمه مشتق من تأثيره على نمو الحيوان في الحيوانات الفتية وخصوصا العضلات والعظام وكذلك يلعب دور مهم في جميع المراحل العمرية للحيوان حيث انه ينظم التمثيل الغذائي للكاربوهيدرات والدهون والبروتينات في جميع خلايا الجسم .

2- هرمون الحليب prolactin

يساعد هذا الهرمون على استمرار عملية الرضاعة ويساعد على افراز الحليب من الغدد اللبنية اثناء فترة الرضاعة يستمر هذا الهرمون بالافراز طالما ان حلمة

الثدي متحفزة بواسطة بواسطة الرضاعة او عملية الحلب وحال توقف الرضاعة فان افراز الهرمون يقل وتوقف افراز الحليب من الغدد اللبنية .

3- الهرمون المحفز للغدة الدرقية Thyroid stimulating hormone

ويسمى ايضا thyrotropic hormone يساعد على نمو وتطور الغدة الدرقية وتحفيزها على افرازات هرموناتها . فزيادة هذا الهرمون يساعد على زيادة افراز هرمونات الغدة الدرقية . ان افراز هرمون المحفز للغدة الدرقية ينظم بواسطة التغذية الراجعة من العضو الهدف وهذه العملية تتم عن طريق تثبيط الغدة الدرقية مباشرة او تثبيط تحت المهاد الذي يفرز TSH –releasing factor .

4- الهرمون المحفز لقشرة الكظر Adrenocorticotropic hormone

ويرمز له ACTH ويساعد هذا الهرمون على نمو وتطور قشرة الغدة الكظرية وافراز بعض هرموناتها وتنظيم هذا الهرمون تتم عن طريق التغذية الراجعة لهرمونات قشرة الكظر .

5- الهرمون الحويصلي Follile stimulating hormone

هذا الهرمون يساعد على نمو وتطور الحويصلات المبيضة في الاناث وتنظيم عملية تكون البويض Oogenesis . كذلك يعمل في الذكور لتحفيز وتنظيم عملية تكون النطف spermatogenesis .

6- الهرمون اللوتيني Luteinizing hormone

يقوم هذا الهرمون بتكملة عمل الهرمون الحويصلي في المبيض فعندما تنمو الحويصلة تقوم بافراز المزيد من هرمون الاستروجين الذي يعمل تغذية راجعة مع الغدة النخامية لتقليل افراز هرمون الحويصلي وتزيد من افراز هرمون LH وحال وصول الحويصلة الى مرحلة النضج فان هرمون اللوتيني قد وصل الى اقصى افرازه وهذا مايؤدي الى عملية التبويض ovulation . ان غلاف الحويصلة الناتج من عملية التبويض يدعى الجسم الاصفر corpus luteum الذي يقوم بافراز هرمون البروجستيرون الضروري للحفاظ على الحمل . اما في الذكور فان هرمون LH يحفز خلايا موجودة في الخصى تسمى الخلايا البينية interstitial cells يحفزها على النمو وافراز الهرمون الذكري testosterone . في بعض الاحيان يطلق على FSH و LH اسم الهرمونات المحفز للقتد gonadotropins اي التغذية للخصى والمبايض

فسلجة الدم Blood physiology

يصنف الدم على انه نسيج رابط connective tissue ويتميز بكونه نسيج رابط سائل . ويقوم الدم بثلاث وظائف رئيسية هي النقل والتنظيم والدفاع .

1- الدم كجهاز ناقل blood is a transport system

*يقوم بنقل الاوكسجين والغذاء وباقي المواد الضرورية لكل خلايا الجسم , حيث ينقل الوكسجين بواسطة الهيموكلوبين في الخلايا الدموية الحمراء اما المواد الغذائية فتكون ذائبة في الدم .

*يقوم بنقل الفضلات المتكونة داخل الخلايا نتيجة عمليات الابيض الغذائي وايصالها الى اعضاء الاخراج ليتم طرحها خارج الجسم فثنائي اوكسيد الكربون يطرح عن طريق الرئتين والبول عن طريق الكليتين .

*يقوم بنقل الهرمونات من الغدد الصماء الى الاعضاء الهدف .

*ينقل خلايا الدم البيض من مكان صنعها داخل نقي العظم الى الانسجة لتقوم بعملها بالقضاء على الاجسام الغريبة .

*في حالة حصول جرح في الجسم فان الم يقوم بنقل الصفائح الدموية الى مكان الجرح لتساهم الصفائح الدموية في عملية إيقاف النزف .

2- الدم كجهاز تنظيمي blood is a regulatory system

*يساهم الدم في تنظيم درجة حرارة الجسم . حيث من المعروف ان منظم درجة حرارة الجسم يقع في الدماغ وعند مرور الدم عليه يتحسس بالتغيرات الحاصلة في درجات الحرارة ويقوم بوازنتها لتكون ملائمة لدرجة حرارة الجسم .

* تنظيم pH الالاس الهيدروجيني للدم حيث من المعروف ان مدى الحمضية للدم تتراوح بين (7.35 - 7.45) اي ان الدم يميل قليلا نحو القاعدية وهناك ميكانيكية تحافظ على مدى معين من النسبة المقبولة من خلال كمية ثنائي اوكسيد الكربون المذاب في الدم ومن الجدير بالذكر ان الدم الشرياني اكثر قاعدية من الدم الوريدي ؟؟

3- الدم كجهاز دفاعي blood is a defense system

*تقوم خلايا الدم البيض بوظيفة دفاعية من خلال التهام الاجسام الغريبة بطريقة phagocytosis او المساهمة في انتاج الاجسام المضادة للجراثيم .

*كذلك تشارك الصفائح الدموية بالدفاع عن الجسم من خلال المشاركة في عملية وقف النزف ومنع دخول الجراثيم داخل الجسم .

Blood composition تركيب الدم

الدم عبارة عن سائل يحوي على خلايا ومواد مثل الاوكسجين والايونات والهرمونات والمواد الغذائية الذائبة . ان الجزء السائل من الدم يدعى البلازما plasma اما الجزء الخلوي فيتألف من خلايا الدم الحمراء erythrocyte وخلايا الدم البيضاء leukocyte والصفائح الدموية thrombocyte .

البلازما plasma

هو الجزء السائل من الدم ويؤلف حوالي 45% من الى 75% من الحجم الكلي للدم اعتمادا على نوع الحيوان وحجم خلية الدم الحمراء ففي الحيوانات صغيرة الخلايا مثل القطط فان البلازما يؤلف الجزء الاكبر من كمية الدم اما في الحيوانات ذات الخلايا الدم الكبيرة فان نسبة السائتوبلازم تكون اقل . يؤلف الماء حوالي 93% من البلازما ويحتوي على مواد ذائبة او عالقة مثل البروتينات واهمها albumin, globulins, and fibrinogen كذلك يحوي البلازما على غازات مذابة واهمها sodium , co2, and nitrogen ,lipid, amino acid ,metabolic waste وبعض الاملاح مثل potassium ,calcium ,magnesium , chloride ,and bicarbonate ions ان اللون الاحمر للدم يعود لوجود صبغة الهيموغلوبين hemoglobin تقوم بنقل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون .

عملية تخليق خلايا الدم Hematopoiesis

يقصد بهذا المصطلح عملية انتاج كافة انواع الخلايا الموجودة في الدم حيث من المعروف ان الخلايا غير دائمة الحياة فمثلا خلايا الدم تعيش لفترة اربعة اشهر ثم تتحلل وينتج خلايا جديدة تحل محل الخلايا القديمة , كذلك خلايا الدم البيضاء والحمراء الذي تتناقص باستمرار نتيجة قيامها بالدفاع عن الجسم ضد الجراثيم والاجسام الغريبة . تصنع جميع خلايا الدم في نقي العظم الأحمر red bone marrow ويشغل نخاع العظم الاحمر معظم اجزاء العظم في الحيوانات الفتية وتقدم العمر يتحول معظم نقي العظم الاحمر الى اللون الاصفر ويسمى نقي العظم الاصفر yellow bone marrow وسبب اللون الاصفر هو احتواء هذا النوع من النقي على الخلايا الدهنية ولايستطيع نقي العظم الاصفر تخليق خلايا جديدة لانه غير فعال inactive bone marrow عكس نقي العظم الاحمر حيث يكون نشط وفعال لذا يسمى active bone marrow تنشأ جميع خلايا الدم من خلايا جذعية غير متخصصة موجودة في نقي العظم الاحمر تسمى pluripotent stem cell (PPSCs) كذلك تسمى hematopoietic stem cell لهذه الخلايا القابلية على التحول الى اي نوع من خلايا الدم اعتمادا على نوع الحافز او الاشارة التي تصل لهذه الخلايا فمثلا عند تخليق خلايا الدم الحمراء يصل التحفيز عن طريق خلايا خاصة موجودة في الكليتين وهذه الخلايا تتحسس عندما يكون هناك نقص في الاوكسجين hypoxia وتقوم بافراز هرمون يسمى ارثروبويتين وتقوم بافراز هرمون يسمى ارثروبويتين erythropoietin ويحمل هذا الهرمون مع الدم ليصل الى نقي العظم الاحمر فيحفز الخلايا النخاعية على الانقسام ثم تمر بمراحل تطور ونضج الى ان تصبح خلايا ناضجة .

خلايا الدم الحمراء (erythrocyte) red blood cells :

تكون خلية الدم غير الناضجة كبيرة الحجم وذات سيتوبلازم داكن ازرق ونواة دائرية كبيرة وفاقدة للنظام الكروماتيني وعندما تبدأ الخلية بالنضوج يصغر حجم النواة تدريجيا الى ان تدفع خارج الخلية . يصطبغ السائتوبلازم باللون الازرق نتيجة فعاليات الابيض الغذائي في المراحل المبكرة لنمو الخلية والتي تشمل المحافظة على حيوية الخلية وبناء البروتينات متمثلة بالهيموجلوبين . وعندما تبدأ كمية الهيموجلوبين بالازدياد يبدأ السائتوبلازم بالتحول من اللون الازرق الى اللون الاحمر تدريجيا وهذه المرحلة تسمى polychromasia

وفي هذه المرحلة تكون الخلية غير ناضجة تماما ولكن بدأ انتاج الهيموجلوبين وعندما تقترب الخلية من النضج يبدأ السائتوبلازم بالضمور وتمتلا الخلية بالهيموجلوبين وتتحول الخلية الى اللون الاحمر وتكون جاهزة للقيام بوظيفتها .

خصائص خلايا الدم الأحمر characteristics of erythrocyte

خلية الدم الناضجة عبارة عن تركيب غشائي مقعرة الوجهين تحوي حوالي 65% ماء و 35% مواد صلبة وبروتين الهيموجلوبين والذي يؤلف 95% من نسبة المواد الصلبة . ان التركيب القرصي المقعر الوجهين يساعد الخلية على القيام بوظيفتها بافضل صورة وذلك من خلال :

1- ان الشكل المقعر Biconcave يعطي مساحة سطحية اوسع لانتشار الوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون عبر غشاء الخلية .

2- ان الشكل المقعر يعطي مسافة اقصر بين داخل الخلية وخارجها مقارنة بالشكل الكروي لذا نلاحظ في بعض الحيوانات كالاغنام مثلا والتي تكون خلاياها قليلة التفرع تحتاج الى اعداد كبيرة من خلايا الدم الحمراء للقيام بالوظيفة على اتم صورة .

الهيموجلوبين hemoglobin

الهيموجلوبين هو بروتين مركب من مكونين هما heme ,globin وكلاهما يصنعان داخل الخلية الحمراء , فالهيم هي صبغة وتصنع داخل المايتوكوندريا اما الكلوبين فهي بروتين يصنع داخل الرايبوسومات .كل مجموعة هيم تنقل جزيئة اوكسجين واحدة وكل اربعة مجاميع هيم تتصل بجزيئة كلوبين واحدة اي ان كل جزيئة هيموجلوبين تنقل اربعة جزيئات من الاوكسجين وذلك عن طريق اتصال الاوكسجين بذرات الحديد Fe++ والذي تعتبر جزء من جزيئة الهيم .

انواع الهيموجلوبين الطبيعي Types of normal hemoglobin

1- هيموجلوبين الاطوار الجنينية الاولى (HbE) Embryonic hemoglobin

ويوجد في دم الجنين في الاطوار الجنينية الاولى.

2- هيموجلوبين الاطوار الجنينية المتاخرة (Hbf) Fetal hemoglobin

ويوجد في دم الجنين للفترة من منتصف الحمل الى فترة الولادة ويكون ذات تركيز عالي وتدرجيا يتحول الى هيموجلوبين البالغين ويمتاز بألفته الشديدة للاتحاد بالاوكسجين .

وظيفة الهيموجلوبين Function of hemoglobin

ان الوظيفة الرئيسية للهيموجلوبين هي نقل الاوكسجين الى الانسجة وخلال هذه العملية يكون الهيموجلوبين بصورتين فسيولوجيتين :

1 – Oxyhemoglobin

وهي التي تنقل الاوكسجين .حيث ان كل جزيئة اوكسجين تتصل بجزيئة حديد Fe ++ iron.

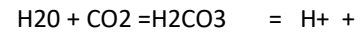
2- Deoxyhemoglobin

ويقصد به الهيموجلوبين فاقد الاوكسجين .

وهناك عدة عوامل تساعد على نقل الاوكسجين بواسطة الهيموجلوبين منها درجة الحرارة وتوفر الاوكسجين وكمية ثنائي اوكسيد الكربون .

نقل ثنائي اوكسيد الكربون carbon dioxide transport

ينقل ثنائي اوكسيد الكربون بصورة مباشرة وغير مباشرة حيث ينقل عن طريق خلايا الدم وكذلك يوجد جزء اخر مذاب في البلازما . ينتقل ثلاثة ارباع ثنائي اوكسيد الكربون بواسطة خلايا الدم الحمر بصورة مباشرة . عندما يذوب ثنائي اوكسيد الكربون في البلازما يتحول الى حامض الكربونيك وهذا سرعان ما يتحلل الى ايونات الهيدروجين وايونات البيكاربونات :



HCO₃⁻

وعند وصول خلايا الدم الحمراء الى الرئتين محملة بايونات الهيدروجين والبيكاربونات فان البيكاربونات تتحول الى ثنائي اوكسيد الكاربون والماء الذي يطرح الى خارج الجسم عن طريق الرئتين .

تحطم وتحلل خلايا لدم الحمراء Destruction and hemolysis

ان عمر خلايا الدم الحمراء يختلف حسب نوع الحيوان ففي الكلاب يكون معدل عمرها 110 يوم وفي القطط حوالي 68 يوم وفي الحصان والاغنام اكثر من 150 يوم وفي الابقار 160 يوم وفي الجرذان من 20 الى 30 يوم اما في الانسان فتعيش حوالي 120 يوم . ان العمليات التي تؤدي الى تحطم وتحلل خلايا الدم بعد تجوزها عمرها الطبيعي تسمى Senescence الشيخوخة . فعندما تصل الخلية عمر الشيخوخة نقل كفاءتها الانزيمية وخصوصا الانزيمات المحللة لسكر الكلوز المصدر الرئيسي لطاقة الخلية كما ان شكل الخلية يصبح دائري ويقل حجمها . ان نسبة تحلل وتحطم خلايا الدم الحمراء حوالي 90% خارج الاوعية الدموية Extravascular Hemolysis وذلك عن طريق خلايا البلعمة الالتهامية وهذه المواد الملتصقة قد يعاد الاستعادة منها في الكبد والطحال والجزء الاخر يطرح كفضلات خارج الجسم .

مرض الانيميا Anemia

الانيميا حالة مرضية تنتج عن قلة كفاءة خلايا الدم الحمراء في نقل الاوكسجين وذلك لواحد من الاسباب التالية :

1- قلة خلايا الدم الناضجة في الدم وذلك بسبب فقدان الدم او تحطم الخلايا او قلة انتاج الخلايا في نقي العظم او الاصابة بالطفيليات او بسبب العلاج بالاشعة في حالة الامراض السرطانية .

2- قلة الهيموجلوبين في الخلايا بسبب حالة مرضية في نقي العظم او صغر في حجم الخلايا الحمراء الناضجة وبالنتيجة نقل كمية الحديد الضروري في ميكانيكية نقل الاوكسجين وتحرير الطاقة .

مرض البوليسيثيميا polycythemia

وهو مرض زيادة عدد خلايا الدم الحمراء عن احد الطبيعي .وهناك ثلاثة انواع من هذا المرض :

1- القريب Relative polycythemia

وهذا يحدث عند فقدان السوائل من الجسم نتيجة الاسهال والقيء والتعرق الغزير وقلة شرب الماء .

2- التعويضي Compensatory polycythemia

ويحدث نتيجة نقص الاوكسجين hypoxia وهذا ما يحفز نقي العظم لانتاج المزيد من الخلايا الحمراء لتعويض النقص في كمية الاوكسجين .

3- polycythemia rubra vera

وهو خلل مرضي يصيب نقي العظم يمتاز بزيادة انتاج خلايا الدم الحمراء اكثر من الحد الطبيعي .

خلايا الدم البيض (White Blood Cell (Leukocyte

وتشمل جميع الخلايا التي تحتوي على نواة في الدم وتبدو في الدم المتجمع في مكان واحد بيضاء اللون وتكون اكبر من خلايا الدم الحمراء واقل عددا ويوجد خمسة انواع من خلايا الدم البيض هي , Neutrophils , eosinophils , basophils , monocyte , lymphocyte وتقسم خلايا الدم البيض بثلاث طرق :

1- حسب الوظيفة الدفاعية Type of defence function

*الالتهامية phagocytosis وتشمل neutrophils , eosinophils , basophils , monocyte

* انتاج الاجسام المضادة والمناعة الخلوية Antibody production and cellular immunity وتشمل Lymphocyte .

2- حسب شكل النواة, Shape of nucleus :

*متعددة الفصوص مجزأة النواة polymorphonuclear وتشمل neutrophils , eosinophils , basophils .

* متغايرة الاشكال غير مجزأة النواة pleomorphic وتشمل monocyte .

3- وجود او عدم وجود الحبيبات الساييتوبلازمية :

*الحبيبية granulocyte وتشمل neutrophils , eosinophils , basophils .

*غير الحبيبية agranulocyte وتشمل monocyte , lymphocyte .

تخليق خلايا الدم البيض :

ان عملية تخليق خلايا الدم البيض تسمى leukopoiesis تبدا هذه العملية من نقي العظم الاحمر ومن نفس الخلايا الجذعية التي كونت خلايا الدم الحمراء حيث تحفز الخلايا الخلية الجذعية من قبل حافز خاصة ولكل نوع من خلايا الدم البيض محفزاته الخاصة به .

وظيفة خلايا الدم البيض :

اولا : الحبيبية Granulocyte

1- المتعادلة Neutrophils :

وهي خلايا التهابية لها القدرة على التهام الجراثيم والاجسام الغريبة الاخرى التي تدخل الجسم وتصل الى الانسجة وتعتبر الخط الدفاعي الثاني بعد الجلد . وتكون ذات استجابة دفاعية سريعة وتحوي حبيباتها على انزيمات هاضمة تقوم بهضم البكتريا وتحطيمها والحبيبات عبارة عن عضيات تدعى lysosome . تستعمل الخلايا المتعادلة الدم للوصول الى اهدافها في الانسجة . تستغرق الخلايا

المتعادلة 10 ساعات في مجرى الدم قبل دخولها الانسجة وهذه الفترة تقل عندما يكون هناك طلب على الخلايا العدلة في الانسجة . تستجيب الخلايا المتعادلة للحدث الحاصل في الانسجة عن طريق المستقبلات الكيميائية chemotaxis وهي مواد كيميائية التهابية تنتج عن طريق تفاعل بين الجراثيم والانسجة .

الخلايا البيض الحامضية eosinophils :

وهي خلايا التهابية ايضا وتؤدي وظيفتها في الانسجة وخصوصا في الجلد والرئتين والامعاء الدقيقة وهناك ثلاث وظائف رئيسية تقوم بها الخلايا البيض الحامضية هي :

1- الاستجابة المضادة للالتهابات Anti-inflammatory response حيث تستطيع الخلايا الحامضية من التنشيط الموقعي لعوامل الحساسية الالتهابية . حيث ان حبيباتها تحوي على مواد مضادة للالتهابات تتحرر في موقع التفاعل الالتهابي .

2- المناعة Immunity تكون لها القابلية على هضم المواد التي تتداخل مع الاستجابة المناعية الخلطية .

3- وظيفة التهابية Phagocytosis لها القابلية على التهام الاجسام الاكبر من البكتريا مثل الاوليات وبعض الطفيليات .

خلايا الدم البيض القاعدية Basophils ان حبيبات خلايا الدم القاعدية تحوي على الهستامين والهيبارين المهمين في وظيفة الخلايا القاعدية المتمثلة فيما يلي :

1- الهستامين ضروري لتفاعلات الحساسية حيث يعمل على تضيق الاوعية الدموية .

2- ان عوامل الناقلات الكيميائية للخلايا الحامضية تفرز من حبيبات الخلايا القاعدية .

3- الهيبارين يعمل كمانع لتخثر الدم داخل الاوعية الدموية .

ثانيا : خلايا الدم غير الحبيبية Agranulocytes :

1- الخلايا الاحادية Monocytes : وهي اكبر الخلايا الالتهابية في مجرى الدم ويطلق عليها حينئذ phagocytic cell ولكن عندما تدخل الانسجة تسمى خلايا البلعمة macrophages . تكون الخلية الالتهابية في مجرى الدم اقل فعالية من خلايا البلعمة في الانسجة واصغر حجما وتعتبر خلايا لبلعمة مشح للجراثيم في بعض الاعضاء مثل العقد اللمفية والكبد والطحال .

الصفائح الدموية platelets :

وتسمى Thrombocytes وهي ليست خلايا كاملة بل قطع من سايتوبلازم خلايا عملاقة متعددة الانوية تسمى Megakaryotocytes في نقي العظم . ان عملية تخليق الصفائح الدموية تدعى Thrombopoiesis ان اصل الصفائح الدموية هي الخلايا العملاقة الناتجة من الخلايا الجذعية المولدة pluripotent stem cells الموجودة في نقي العظم وعندما تنمو الخلايا العملاقة تعاني انقسام اعتيادي mitosis حيث تنقسم الانوية على حساب كمية السايتوبلازم . ان الخلايا العملاقة لاتغادر نقي العظم ولكنها تتحطم الى قطع صغيرة وتذهب مع مجرى الدم مكونة الصفائح الدموية .

وظيفة الصفائح الدموية :

ان الوظيفة الرئيسية للصفائح الدموية هي تخثر الدم عند حصول النزف نتيجة حصول جرح في الجسم . ان عملية تخثر الدم عملية معقدة تمر بعدة مراحل ويشترك بها 13 عامل من عوامل التخثر ويمكن ايجاز العملية بما يلي : عند حصول الجرح تتكسر الصفائح الدموية ويتحرر منها انزيم خاص يدعى Thromboplastin والذي يعمل كعامل مساعد يحول سابق الخثرين prothrombin الى الخثرين Thrombin ويعمل هذا الاخير على تحويل مولد الليفين Fibrinogen الى الليفين ومن العوامل المساعدة درجة الحرارة وفيتامين k ويمكن اجمال العوامل المساعدة التي تشترك في هذه العملية ب 13 عامل ولكل عامل رقم خاص وكما موضح في الجدول انناه :